

الصحة والهواء النقي

ربيع 2002



مواصفات جودة الهواء

لا يذكر الناس أنهم شهدوا ضباباً بهذه الكثافة التي رأوها في ذلك الصباح من يوم الجمعة، ففي ذلك اليوم أخذت كثافة الضباب تزداد تدريجياً (و) بدأ الناس يعانون من اضطرابات ويلاحظون الرائحة الخانقة في الهواء... وفي يومي (السبت و) الأحد استمر الضباب وكذا الوفيات. و لم تعد خدمات الطوارئ قادرة على الاستجابة بأي أسلوب كفاء: ونشك في أن يكون عدد كبير من الناس قد استوعب طبيعة الكارثة التي حلت بهم.

بيتر بريملكوم

الدخان الكبير

وبعد نصف قرن من "الضباب العظيم" الذي سببه الفحم في 1952 والذي تسبب في وفاة حوالي 12,000 شخص من سكان لندن، ظل الدخان والسناج والغبار قاتلاً للصغار والكبار على السواء، ولكن مع فارق جوهري هو أن الغبار في ذلك الحين احتوى على جزيئات كبيرة أو داكنة بقدر يكفي لرؤيتها كسناج أو دخان. واليوم يمكن إزالة هذه الجزيئات إلى حد كبير لدرجة أن ما تبقى منها لا يمكن رؤيته إلا عند تراكمه على شكل غيم قد يبدو، خاصة في صيف شمال شرق أمريكا، طبيعياً أو حتى ضئيلاً. إلا أن هذا الغيم لا هو طبيعي ولا هو ضئيل. ولكنه يحتوي غالباً على جزيئات دقيقة للغاية من جراء احتراق الفحم والبتروال والغاز، وتسبب في عشرات الآلاف من الوفيات سنوياً في الولايات المتحدة الأمريكية وحدها.

ولصغر حجم هذه الجزيئات، حيث يمكن لما بين 40 و1000 منها أن تستقر على عرض شعرة واحدة من شعر الإنسان، فإنها تسبب الوفاة والمرض على الأجلين القصير والطويل معاً. ومع مرور الأيام، ومع زيادة تركيز هذه الجزيئات ازدادت الوفيات وكذلك الأمراض التي تتراوح ما بين نوبات الرشح الخفيفة إلى الأورام. وترتبط هذه الجزيئات على المدى الطويل بأمراض وإصابات حادة. وبالفعل، استنتج الباحثون حديثاً أن خطر الوفاة من سرطان الرئة من جراء تنفس هذه الجزيئات يعادل خطر مشاركة الحياة أو العمل مع أحد المدخنين.

وتتجمع الجزيئات الدقيقة لتصل إلى ملايين الأطنان كل عام من محركات الجازولين والديزل والنفاثات، ومن محطات الطاقة التي تعمل بإحراق الفحم ومصانع الحديد ومن منات من الأنواع الأخرى من المداخن ومواسير العادم، التي تتجمع في سحب تغطي القارة بأكملها بالفعل. ويتبين من قياسات الرؤية من المطارات، ومن مواقع أخرى مدى تركيز الجزيئات الدقيقة. وعلى الخرائط التي ترسم فيها الغيوم الكثيفة على شكل ظلال برتقالية داكنة، انتشر هذا اللون من منطقة صغيرة شبه دائرية تغطي شمال أوهايو ومناطق الحدود بين بنسلفانيا وميتشيجان في 1960 إلى مظلة تغطي كل ميل مربع شرق نهر المسيسيبي في 1990. وقد تراجع مستوى الجزيئات الدقيقة في بعض المواقع القليلة جنوبي كاليفورنيا، كما تحسنت الرؤية في بعض المناطق مؤخراً شرقي الولايات المتحدة الأمريكية، ويرجع ذلك أساساً إلى ضوابط المطر الحمضي، إلا أنها مازالت أسوأ بكثير مما كانت عليه في 1960.

هذه الجزيئات تجد طريقها حتى إلى رئة وقد خفضت هذه الجهود من إجمالي محاولة استكشاف مصادر جزيء أصغر الأطفال. فمثلاً في ليسبستر كتلة الجزيئات، ولكن ليس بالضرورة المادة وكيفية مساهمته في وفيات

بانجلترا، قام الأطباء بتحليل خلايا البلعم المسماة بالبلعم الكبير (Macrophage)، والتي هي من خلايا الدم المتخصصة الموجودة في الرئة، وهذه الخلايا أخذت من أطفال يمرون بجراحة اختيارية. وقد وجدوا جزيئات دقيقة جدا - من النوع الذي يعرف في عوادم السيارات - في خلايا البلعم الكبير لجميع الأطفال، حتى في الأطفال من سن ثلاثة شهور. وجاءت نسبتها في الأطفال الذين يعيشون بالقرب من طرق مزدحمة

ثلاثة أضعاف تقريبا مقارنة بالذين يعيشون في طرق هادئة. وعند القيام بفحص مماثل علي 14 عاملا كنديا من غير المدخنين، منهم 11 يعملون في المرافق و3 موظفين في غير مجال الصيانة بالجامعة، وجد أن جميع العينات تحتوي علي جزيئات دقيقة جدا. ووجد الباحثون "أن ظهور الجزيئات الدقيقة جدا في جميع الحالات الأربع عشرة بالرغم من اختلاف تعرضهم الوظيفي، يشير إلي وجود تعرض بيئي لهذه الجزيئات الدقيقة".

وقد ركزت برامج التحكم في التلوث أساسا على مجموع جزيئات المادة العالقة (TSP)، الذي يقاس بالوزن. ثم ركزت تلك النظم على الجزيئات الأصغر، ولكنها كبيرة وثقيلة نسبيا.

 الصحة والهواء النقي

نشرة لصحة والهواء النقي يحررها
الطبيبان كيرتيس مور وديفيد بيتس ،
ويشترك في مراجعة نصوصها كل من :
Dr. John Balmes
Dr. Shankar Prasad, Dr. George Thurston
توجه المراسلات إلي العنوان التالي:
HCAN, 1100 Eleventh Street, Suite 311,
Sacramento, California 95814, USA
ويمكن الإطلاع على أعداد النشرة
وملحقاتها ومقطعاتها على الموقع:
www.healthand.org_cleanair

في ذلك يرجع في جزء منه إلي أن الجزيء إذا كان حمضيا أو معدنيا أو كان جرانيت أو جازولين، فإن حجمه

من عددها. وتلك الجزيئات الدقيقة المتبقية تخترق جدران المباني بسهولة وتمر من خلال المرشحات التقليدية للتدفئة والتكييف، وعند استنشاقها يمكن أن تصل إلى أعماق . تجاوب رئة الإنسان، وهناك، و بطرق لاتزال مبهمة، تتسبب في إصابات قد تؤدي في بعض الحالات إلى الوفاة. وقد توصلت إلي الزيادة في أعداد الجزر لمدة لا تقل عن نصف قرن، ولا يبدو أن ه هناك أي نهاية مرئية.

ففي عام 1950 مثلا لم تكن هناك مبيعات للوقود النفاث لأنه لم تكن هناك طائرات نفاثة تجارية. إلا أن الإدارة الأمريكية لمعلومات الطاقة تقدر أن 1,7 مليون برميل من الوقود النفاث تباع الآن يوميا محليا، وعندما تحترق، فإن كل رطل ينتج عنه 100,000,000,000,000 جزيئ . وبالمثل، فإن المركبات، خاصة مركبات الديزل، تنبعث منها كميات هائلة من السناج - المصنف من قبل مجلس مصادر الهواء بكاليفورنيا كملوث هواء سام. ومنذ عام 1960، تضاعف عدد الأميال التي قطعتها الشاحنات المسافرة محليا ذوات 18 عجلة إلى 459 في المانة.

هذه الجزيئات هي نتاج الإحراق بدون قيود، ويعود الكفاح من أجل إزالة هذا التلوث، أو خفضه على الأقل، إلى عام 1306 أو حتى قبل ذلك التاريخ. ففي تلك السنة، أصبح الدخان غير محتمل في لندن لدرجة أن الملك حرم إحراق الفحم. ولم يكن هذا بالحظر الذب يستهان به، لأن عقوبة المخالفة كانت الإعدام. واليوم، وبعد حوالي سبعة قرون، بدأت حكومات العالم في تركيز جهودها بشدة على هذا المكون المميت من مكونات الدخان. ويركز هذا العدد من نشرة الصحة والهواء النقي على

المختصر للإشارة إلى مادة الجزيئية (PM) من حيث الحجم هو مثلا PM_{2.5} أو PM₁₀.

وأمرض الإنسان أيضا على السياسات والتدابير التي يمكن اتخاذها لتقليل هذا الخطر.

ما هو الجزيء ؟

كلمة جزيء كلمة واسعة المعنى. وتعريفها لا يبعد كثيرا عن محاولة وصف محتوى حقيبة حلوى عيد القديسين بعد ليلة من التجول لجمعها. فالمصطلح يشمل تنوعا واسعا من المواد الصلبة والسائلة بما في ذلك سناج الديزل والرماد المتطاير من الورش، والرداذا المتطاير من البحار والمحيطات، والغبار والأترية وكثير من المعادن ومنها الزرنيخ والزنك والجازولين غير المحترق والمحترق جزئيا وقطع صغيرة من الكاوتشوك وتيل الفرامل والنواتج الكيميائية - الحمضية والقلوية، والعضوية، والأوليفين الدوري والترفين، على سبيل المثال لا الحصر - وأيضا عدة مواد بيولوجية مثل الفطريات والبوغيات المسببة للأمراض.

ويزيد من صعوبة تعريف الجزيئات أن العديد منها لا ينبعث من ماسورة عادم أو دخان، ولكنها تتخلق من تفاعلات كيميائية في الجو. فمثلا، عند إحراق الفحم الذي يحتوي علي كبريت أو وقود الجازولين أو الديزل يتكون غاز لا لون له، وهو أكسيد الكبريت. ويتكون منه جزيئات دقيقة سائلة هي حمض الكبريت (أحد مكونات المطر الحمضي) التي بدورها تكون جزيئات دقيقة جدا صلبة من الكبريتات. ونفس الشيء يحدث تقريبا لأكسيد النتروجين: وجميعها تتفاعل بدورها مع آلاف الكيماويات العضوية لينتج عنها خليط جوي، وبكل بساطة فإن هذا الخليط لا يمكن وصفه. وكما ذكرت الوكالة الأمريكية لحماية البيئة في مشروع وثيقة أعدت في 2001 "لا توجد حاليا أي وسيلة تحليل قادرة على تحليل المدى الكامل للمركبات العضوية الموجودة في الغلاف الجوي على شكل جزيئات".

وأيضا لصعوبة تعريف الجزيئات طبقا لخواصها مثل خاصيتها الكيميائية، فإنها تصنف طبقا لحجمها. والمنطق تدخل أخريات منها في الدورة الدموية. ما يحدث بعد ذلك مازال لغزا يتوق العلماء لحلّه.

هو الذي يحدد طريقة سلوكه في الغلاف الجوي وإلى أي مدى يتسلل إلى الرئتين. فالجزيئات الكبيرة - كالجبار الذي يهب من الحقول أو الذي ينتج عن تآكل الصخور مثلاً - تقطع مسافات أقل، وعادة ما يتم احتواؤها في الممرات الهوائية العليا. والجزيئات الدقيقة المنبعثة بمليارات المليارات من الديزل والطائرات النفاثة ومحطات الطاقة ومصادر أخرى، يمكن أن تقطع آلاف الأميال وأن تظل عالقة في الهواء لمدة أسابيع أو شهور. وعند تنفسها، يمكن أن تتغلغل إلى أعماق الأنسجة في الرئة.

وبشكل عام - وإن كانت توجد استثناءات كما هو الحال في جميع التعميمات - يتم وصف الجزيئات على أنها خشنة أو دقيقة. فالجزيئات الخشنة تكون أكبر من 2.5 ميكرون، أو جزئين ونصف جزء من المليون من المتر. وقدّر كبير من هذه الجزيئات الخشنة

يتكون من التربة وغبار الشوارع وحبوب اللقاح والفطر، بالرغم من أنه يمكن أن يحتوي على معادن سامة ومواد بيولوجية خطيرة. والجزيئات الدقيقة تكون 2.5 ميكرون أو أصغر، وعناصرها تشمل تنوعاً واسعاً من الكيماويات العضوية ومركبات الرصاص والكادميوم والفاناديوم ومعادن أخرى، وأيضاً الكربون النقي من الديزل أو محطات الطاقة، والمغطى كثيراً بكيماويات يمكن أن تسبب السرطان وأمراضاً أخرى خطيرة. أما الجزيئات المتناهية الصغر فهي ذات حجم يبلغ عشر الميكرون أو أصغر، وتحتوي أيضاً على معادن ومركبات عضوية ومركبات الكربون. وعلى سبيل المقارنة فإن عرض شعرة الإنسان يكون حوالي 100 ميكرون ولذلك يمكن أن تتكوى عليها نحو 40 جزيئة ناعمة، أو 1000 أو أكثر من الجزيئات المتناهية الدقة. ولسهولة المرجع، فإن الأسلوب

وارفورت وشرق تنيسي و لندن ولوس أنجلوس وليون وماديسون وميلان ومينيابوليس ومكسيكوسيتي ونيويورك وفيلادلفيا وبروفو ووتردام

ويوضح الهجوم الإرهابي بالجمرة الخبيثة في 2001 عملياً كيف أن مثل هذا الحجم الصغير جداً يستطيع أن يسهل التسمم. فبوغة الجمرة الخبيثة تكون بين 2 و 6 ميكرون، أو أكبر بقليل من العديد من الجزيئات الدقيقة الملوثة للهواء. وبسبب حجمها الصغير جداً، تتسرب بوغات الجمرة الخبيثة من الأظرف المغلقة، وبعد دخولها الهواء تنتشر بسرعة خلال المبنى كله وتعلق بالحوائط والأرضيات والماكينات والموبيليات والأسطح الأخرى. وعند اس

العلماء وجد حوالي 2 بليون جزيء في كل جرام من أنسجة الرئة الجافة

سفر من أن تلت بالممرات ال ول ولذلك أعماق أحاطتها خلايا الكبير، ثم نقلتها المراكز للمقاومة من أ إليها. إلا أن بوغات تمر حية من هذه وكذلك تفعل ملوثات الهواء. بل إن بوغات الجمرة الخبيثة تكون جراثيم في النهايات اللمفاوية تتكون منها بكتيريا تنتج سموما تقتل حوالي نصف ضحاياها في غياب تدخل المضادات الحيوية. والجزيئات الدقيقة تمر حية أيضاً من عملية الإزالة، ولكن كيفية ذلك تظل غير واضحة. وليس هناك شك في ذلك لأنها قد تم عدها بواسطة ميكروسكوب إلكتروني في خلايا الرئة في الموتى. وفي سكان مدينة مكسيكو، وجد العلماء حوالي 2 بليون جزيء في كل جرام من أنسجة الرئة الجافة. وجاءت النسب أقل في رئة سكان فانكوفر في كولومبيا البريطانية (كندا) - وهي مدينة أقل تلوثاً بكثير- ولكن النسبة مازالت مذهلة: حوالي 280 مليون لكل جرام من أنسجة الرئة الجافة.

وبالرغم من أن بعض جزيئات التلوث تبقى في الرئة، يبقى البعض الآخر منها في النهايات اللمفاوية، في حين

يكاد يرى، حتى على شكل غيم، يمكن أن يقتل عدداً من البشر أكثر من حوادث السيارات. فلنأخذ في اعتبارنا ما يلي:

أحد الاحتمالات هو أن الجزيئات تغير بطريقة ما نسب مكونات الدم. هذا ما تم التوصل إليه في دراسة على 112 شخصاً تزيد أعمارهم عن 60 عاماً في أدنبره وبلفاست. وفي دراسة على 47 مريضاً فنلندياً من مرضى القلب كانت حالاتهم مستقرة، وجد أن التعرض للجزيئات الدقيقة و المتناهية الدقة صاحبه دائماً اضطراب في رسم القلب الكهربائي، يشبه نظيره لدى المصابين بالقلب. وفي تشابل هيل في كارولينا الشمالية، عندما تعرض متطوعون مسنون إلى جزيئات مركزة من جزيئات المادة لمدة ساعتين، انخفض معدل نبضات القلب لديهم بصورة ملحوظة، وهو ما يشكل إنذاراً بمرض القلب أو بالوفاة. وأشارت دراسة أخرى عن أشخاص تعرضوا لحريق في الغابات الآسيوية في 1998، إلى أن جزيئات المادة تسبب بطريقة ما في تفاعلات النهائية تؤدي بدورها إلى سلسلة من التفاعلات المضرة. وقد وجدت إحدى الدراسات المثيرة والمفيدة أن التعرض لجزيئات PM_{10} نتج عنه زيادة في بروتين-C reactive وهو مؤشر ينذر بالتهاب متعلق بزيادة معدلات أمراض الشريان التاجي. وستكشف دراسات متعمقة متتالية الأسلوب الذي تسبب به هذه الجزيئات الأمراض والوفيات. وبالرغم من الغموض الحالي إلا أنه من الواضح أن الجزيئات الدقيقة تسبب في المرض وفي الوفاة - خاصة الجزيئات الناتجة عن إحراق الفحم والبترول وبعض المواد الأخرى، وأيضاً بعض الجزيئات الخشنة.

تأثيرات الجزيئات الدقيقة

الوفاة: الدليل قوي على أن الجزيئات تقتل. فقد أوضحت الدراسات أن الزيادة في المستوى اليومي للجزيئات تتبعه زيادة في الوفيات اليومية وأجريت هذه الدراسات في أمستردام وأثينا وبرشلونة وبازل وبرلين وبرمنجهام وبوسطن وشيكاغو وسينسيناتي وديترويت ودبلن

الكلية للجزيء، في حين كان الكبريت، وهو ملوث من الفحم ووقود الديزل، أقواها صلة بالجزيئات الدقيقة. وكما جاء في

وسانتياجو وسانتاكلارا وستونفيل وسانت لويس وساوباولو وتوبيكا وفالينسيا وزوريخ.

وأكبر هذه الدراسات تعقبت التاريخ الصحي لعدد 552,138 فرداً بالغاً في 151 منطقة من مدن كبيرة من 1982 حتى 1989 وحصرت التدخين والسمنة والسن والخمر وعوامل أخرى محيرة. وفي بعض الدراسات ظهر أن عدم السيارات يلعب دوراً حرجاً، ولكن العوامل الصحية الضارة ارتبطت بمصانع الصلب ومحطات الطاقة التي تعمل بإحراق الفحم وعدة مصادر أخرى متنوعة للجزيئات. والعلاقة بين الوفيات وجزيء المادة الدقيقة، كما جاء على لسان د. دوجلاس دوكري من جامعة هارفارد، قسم الصحة العامة "راسخة (و) قوية".

وجميع هذه التأثيرات مرتبطة بالتعرض الحاد أو التعرض المزمن على السواء. وفي دراسة على 772 مريضاً في بوسطن يعانون من أمراض قلبية مثلاً، وجد الباحثون أنه كلما زاد تركيز الجزيئات - كل من PM_{10} ، $PM_{2.5}$ - ارتفعت نسبة السكتات القلبية التي تحدث بعد ساعات قلائل أو يوم على الأكثر من التعرض لها. والتعرض لمدة أطول - سنوات أو حتى عقود - له نفس الخطورة: وعندما حلل الباحثون بيانات عن أكثر من 500,000 شخص من 51 مدينة كبرى في دراسة ترجع إلى عام 1982، وجدوا أنه عند زيادة تركيز PM_{10} بقدر 10 ميكروجرام لكل متر مكعب، زادت الوفيات من جميع الأسباب بنسبة 4 في المائة؛ ومن أمراض الشرايين القلبية بنسبة 6 في المائة؛ ومن سرطان الرئة بنسبة 8 في المائة.

ونظرة عامة على بعض هذه الدراسات تعطينا بعض الإحساس عن عمق ومدى البحث الذي يجعل المراقب اليقظ والمتحفظ يقبل اقتراحاً يبدو غير طبيعي وهو أن هذا الشيء الذي لا خطر أكبر بسبب هذه الجزيئات، فإن ثاني أكبر مجموعة معرضة للخطر هي أقل الفئات مناعة في المجتمع: وهم الأطفال والرضع.

الوفيات في الأطفال والرضع:

لم يدرس موضوع الصلة بين الوفيات

• قام الباحثون في كلية جونز هوبكينز بجامعة هارفارد وفي جامعات أخرى بفحص بيانات من 90 مدينة في مناطق مختلفة من الولايات المتحدة الأمريكية، تغطي جميع المناطق الجغرافية. وتم مقارنة المستويات اليومية لتلوث الهواء من 1987 وحتى 1994 مع سجلات الوفيات والمستشفيات. وقد وجد الباحثون صلة، ليس فقط بين التعرض للجزيئات و بين الوفيات، لكن "دلالات قوية للصلة بين مستويات PM_{10} وبين تفاقم الأمراض المزمنة للقلب والرئة بدرجة شديدة تؤدي إلى ضرورة دخول المستشفى".

• تجاوباً مع الكم المتراكم من الدلائل من الولايات المتحدة الأمريكية بأن تلوث الهواء كان مرتبطاً بالوفيات، قامت المجموعة الأوروبية بإعداد دراسة عن "تلوث الهواء والصحة - نظرة أوروبية" أو دراسة APHEA. فقد قام 11 فريقاً من الباحثين من 10 دول مختلفة بدراسة مدن أوروبية مجموع سكانها 25 مليون نسمة. وكانت النتيجة كما في أمريكا الشمالية، أنه كلما ارتفعت مستويات الجزيئات، ترتفع الوفيات ومعدلات دخول المستشفيات. وكلما ارتفع معدل الدخان البريطاني، أو BS، وهو قياس لتركيز الجزيئات، بنسبة 50 ميكروجرام لكل متر مكعب، زادت الوفيات بنسبة 2.2 في المائة.

• بالإضافة إلى مقارنة مستويات تلوث الهواء مع الوفيات، قام الباحثون بجمع عينات للجزيئات من المدن الكندية، مونتريال وأوتاوا - هل وتورونتو وويندسور ووينبيج وإدمونتون وكالجارى وفانكوفر، وذلك لأغراض التحليل الكيميائي. وكان الكربون هو المكون السائد للمادة

للوفيات الناتجة عن التنفس التي ترجع لتأثير أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت و PM_{10} ، عند اعتبار كل منها على حدة، فكانت حوالي 15 في المائة و 13 في المائة و 7 في المائة على التوالي. وهناك دراسة مه

دراسات أخرى، ارتبطت بزيادة الوفيات بزيادة مستويات الجزيئات، لكن العلاقة كانت أقوى مع $PM_{2.5}$.

[وقد يجادل البعض بأن الوفيات المتعلقة بالجزيئات ما هي إلا عملية "حصد" - أي التعجيل بالوفاة بعدة أيام لدى المسنين أو الضعفاء الذين كانت الوفاة أمراً مقضياً بالنسبة لهم - لكن عدة دراسات قد دحضت هذه الادعاءات بالتحديد وحسمتها.]

وهناك اثنتان من أكبر الدراسات التي تربط الجزيئات الدقيقة بالمرض والوفاة وأكثرها إقناعاً هما دراسة هارفارد لست مدن ودراسة جمعية السرطان الأمريكية (ACS). وقد نشرت هاتان الدراسات في منتصف التسعينات، بيد أنهما قوبلتا بالنقد الشديد من قبل الصناعات الملوثة ومن بعض العلماء الذين تحذوا وجود صلة سببية بين الجزيئات الدقيقة والوفاة. ونتج عن هذه الانتقادات بدورها إجراء دراستين أخريين هما (أ) إعادة تحليل بيانات المدن الست وجمعية السرطان. (ب) دراسة الأمراض والوفيات الوطنية وتلوث الهواء (NMMAPS)، وهي دراسة جديدة كلية عن دخول المستشفيات والوفيات المتعلقة بتلوث الهواء في المدن الرئيسية بالولايات المتحدة الأمريكية.

أما إعادة التحليل التي قام بها باحثون مستقلون فقد أكدت نتائج الدراسات الأصلية، ومنهجها العلمي. وأما الدراسة NMMAPS فقد أسفرت عن وجود دلائل قوية تربط الزيادة اليومية في الجزيئات الملوثة في أكبر 20 مدينة أمريكية بالزيادة في الوفيات، وكذلك بدخول المستشفيات بأمراض شرايين القلب والالتهاب الرئوي والانسداد المزمن في الشرايين. ولم تترك هذه أي شك في أن الأمريكيين يواجهون خطراً كبيراً من جزيئات المادة. وفي حين أن المرضى والمسنين قد يكونون في

مصادر الجزيئات الدقيقة:-

أياً كان السبب الذي يجعل جزيئات السناج خطرة، فإن من الواضح أن حجمها وحده ليس هو السبب. فعندما تم وضع جزيئات من نواتج إحراق في رنة فار تجارب، نتج عن ذلك تغيرات

وجاء استنتاج الباحثين

أن لتلوث الهواء تأثيراً

في الأطفال والرضع والتعرض للجزيئات إلا بدرجة أقل نسبياً من دراسات الكبار، ولكنها مع ذلك دراسات مقننة، وتنانجها متسقة وتدعمها دراسات أخرى عن أمراض تفيد باستمرارية السببية. ففي الجمهورية التشيكية مثلاً، قام الباحثون بفحص جميع المواليد بين

1989 و 1991. ومقابل كل مولود توفي، اختاروا عشوائياً 20 مولوداً آخرين من نفس الجنس ولدوا في نفس اليوم مع المتوفى، ثم قاموا بفحص مستوى تلوث الهواء على مدى ساعات اليوم في المناطق التي عاش فيها كل منهم خلال المدة من الميلاد حتى الوفاة. وإجمالاً قاموا بدراسة 2,494 طفلاً متوفى، منهم 133 وفاة ارتبطت بأمراض تنفسية تتصل بزيادة المعدلات، ليس فقط للجزيئات ولكن أيضاً لثاني أكسيد الكبريت ولأكاسيد النيتروجين. وجاء استنتاج الباحثين أن لتلوث الهواء تأثيراً محدداً على وفيات الأطفال بأسباب تنفسية [في الفترة ما بين شهر واحد وعام واحد من العمر] ومستقلاً تماماً عن العوامل الاقتصادية والاجتماعية والعوامل المتعلقة بالوزن عند الميلاد أو مدة الحمل. وبالمثل، بعد أن قارن العلماء الوفاة بأسباب تنفسية في ساو باولو بالبرازيل لأطفال تحت عمر الخمس سنوات، مع المستويات اليومية لثاني أكسيد الكبريت وأول أكسيد الكربون والأوزون وPM₁₀، جاءت كلها متعلقة مع زيادة خطر الوفاة، أي كلما زاد تركيزها زادت الوفيات. وكان ذلك واضحاً جداً بعد مدة قليلة من التعرض (يومين). أما المعدلات التقديرية

المستوى الفيدرالي:- القانون الفيدرالي المصمم لحماية الشعب من التلوث، قانون الهواء النظيف، يكلف الوكالة الأمريكية لحماية البيئة بوضع معايير بيئية معقولة لحماية الصحة العامة ومعدلات انبعاثات مبنية على

مهمة قام بها اقتصاديون في المجلس الوطني للبحوث الاقتصادية في واشنطن العاصمة لفحص العلاقة بين معدل وف الأطفال وانخفاض معدلات انبعاثات المادة ب ووجدت الدراسة أنه كلما انخفضت نسبة الجزيئات انخفضت الوفيات عن الولادة (الوفاة قبل 28 يوماً من العمر). وبالتركيز الخاص على بنسلفانيا، وجدوا أنه عندما كانت مستويات جزيئات المادة الكلية منخفضة بحوالي 25 في المائة، انخفضت وفيات الأطفال خلال عام واحد من الميلاد التي تعزى لأسباب "داخلية" (مثلًا تنفسية وقلبية) بمعدل 14 في المائة.

المرض:- بالإضافة إلى صلتها بالوفيات، فإن الجزيئات الدقيقة ترتبط أيضاً بسلسلة من الأمراض الأخف، ومنها الزكام والتهاب الجيوب الأنفية والتهاب الحلق والسعال ببلغم والبرد والحمى وإحمرار أو حرقة العين والسعال الديكي والسعال الجاف والبلغم وضيق التنفس وضيق الصدر أو الألمة وأيضاً دخول المستشفيات للزمن (الربو) وأمراض القصبة الهوائية. وزيادة معدلات الجزيئات الدقيقة تصاحبها معدلات أعلى من الأمراض المزمنة من السعال والربو وتمدد الشعب الهوائية حتى ضمن جماعة السببيين من غير المدخنين، كما أنها تزيد أمراض القصبة الهوائية والسعال في مدارس الأطفال كما تزيد نسب دخول المستشفيات وغرف الإسعاف. وفي يوتا عندما ارتفعت معدلات الجزيئات تضاعف دخول الأطفال للمستشفيات بسبب أمراض تنفسية ثلاثة أضعاف.

هو أن مقياس الولايات المتحدة الأمريكية تم تحديده منذ ست سنوات، وهو دفاع يتجاهل قانون الهواء النظيف الذي ينص على أن هذه المقاييس يجب مراجعتها وتعديلها، إذا لزم الأمر، كل خمس سنوات.

رنة فأر تجارب، نتج عن ذلك تغيرات مرضية في خلال 24 ساعة. ولم يحدث أي تغيير مرضي بعد عملية وضع مماثلة لغبار طبيعي من الانفجارات البركانية لجبل سان هيلين. وبالمثل في دراسة في سبوكين بواشنطن، وجد الباحثون أن الوفيات زادت كلما زادت نسب PM₁₀ الناتجة عن السيارات ولكنها لا تزيد عندما تكون الجزيئات ناتجة عن العواصف الرملية. بالإضافة إلى أنه عندما فحص الباحثون بيانات الوفيات في ست مدن في شرقي أمريكا، وجدوا أن الوفيات تزيد مع زيادة معدلات الجزيئات الدقيقة الناتجة عن الإحراق ولكنها لا تزيد مع تلك الناتجة عن قشرة الكرة الأرضية أو من مصدر طبيعي.

الدلالات بالنسبة للسياسات:-

المعلومات التي تعرضها هذه النشرة تعرف أحد المخاطر الصحية الكبيرة وتحاول عرضها في شكل كمي. وأياً كان عدد الوفيات الناتجة عن الجزيئات الدقيقة، فإنه ينافس، أو يزيد عن عدد الوفيات الناتجة عن حوادث السيارات في 1998 (43,501) أو الانتحار (30,575) أو سرطان الثدي (42,086) أو سرطان الدم (20,234). ولا يمكن تجنب الجزيئات ببساطة عن طريق الدخول السريع للمنزل. وحتى إذا كانت الكميات تستطيع أن تزيل أصغر الجزيئات الدقيقة أو المتناهية الدقة فإن البشر لا يرتدونها، ولا يجب أن يتوقع منهم أن يرتدوها. والوسيلة الوحيدة لخفض التعرض، وبالتالي خفض حالات الوفيات والمرض التي يمكن تفاديها، هو تصرف حكومي فعال. وهناك مستويان حكوميان يستطيعان أن يقدموا هذه الحماية في الولايات المتحدة الأمريكية - المستوى الفيدرالي ومستوى الولايات. ويوحى التاريخ بأنه من أجل حماية الصحة العامة يجب على الولايات أن تتصرف.

خفض الانبعاثات طوعية ولتأجيل الإجماع حتى عام 2018. وكجزء من نهج إدارة بوش "إعادة النظر في المصادر الجديدة"، تم نقض محتوى قانون الهواء النظيف الذي حاولت كل من وكالة حماية البيئة ووزارة العدل

الأمريكية تطبيقه، ويتضح مغزى هذا التصرف من دراسة عن تسع محطات طاقة في إلينوي، تبين منها أن تخفيض انبعاثاتهم من شأنه إنقاذ 190 حياة سنويا وتقليل دخول غرفة الإسعاف في المستشفيات بحوالي 2,532 حالة وتجنب 13,290 حالة ربو و168,900 يوم من الأجازات المرضية. وقد لاحظ الباحثون أن محطات الطاقة التي تدار بالفحم العاملة من قبل 1980 تغطي حاليا نصف طاقة توليد الكهرباء في الولايات المتحدة الأمريكية وهي أيضا مسؤولة عن 97% من انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت الناتج عن محطات الطاقة و85% من ثاني أكسيد النيتروجين. **على مستوى الولايات:-** في غياب تصرف فيدرالي فعال - ومع وجود دلائل موقف عدائي تجاه التحكم في التلوث - تقترح المعلومات التي في هذا المنشور أن تقوم الولايات والحكومات المحلية بتحديد مصادر الجزيئات الدقيقة واستهدافها بضوابط صارمة عملاً على تقليل الوفيات والأمراض البشرية. بالإضافة إلى أن الولايات التي تطبق قوانينها الخاصة المتعلقة بالمعايير البيئية لديها الفرصة لتعويض قصور المقاييس الفيدرالية الحالية. والولاية التي تسنح لها أقرب فرصة للتصرف في كل هذه المجالات هي غالباً ولاية كاليفورنيا، التي تجرى فيها حالياً مراجعة المعايير البيئية كما أنها تقوم بمراجعة مستمرة لمدى ملائمة تطبيق خطة الولاية.*

ومن أجل ضمان تحديد مستوى بيئي مناسب، وإتاحة هامش للحماية، يتطلب قانون الهواء النظيف أيضاً تطوير وتطبيق معايير مبنية على أسس تكنولوجية للسيارات والشاحنات والحافلات ومحطات الكهرباء ومصانع الحديد ومعامل التكرير والمصادر الأخرى لتلوث الهواء.

وبالرغم من أن الدلائل على أن الجزيئات الدقيقة تمثل خطراً كبيراً على صحة الناس في أمريكا بدأت تتجمع في منتصف السبعينات - أي منذ حوالي ثلاث عقود - إلا أنه لا توجد تقريباً أي معايير لنسب الجزيئات الدقيقة والمتناهية الدقة بالنسبة للسيارات ومحطات الطاقة ومعامل التكرير ومصانع الحديد والمصادر الأخرى. بل إنه لم يتم جمع أي بيانات من قبل وكالة حماية البيئة الأمريكية ولا من الولايات نفسها، بصفة منتظمة عن انبعاث الجزيئات الدقيقة من المصادر الرئيسية مثل الطائرات النفاثة والتجارية أو المحركات التي لا تعمل بالديزل.

لكن لا يزال من الممكن خفض مستوى الجزيئات من خلال التحكم في مصادر التلوث الرئيسية. ففي نوفمبر 1999 قام بعمل من هذا النوع كل من وكالة حماية البيئة الأمريكية ووزارة العدل عن طريق إصدار مبادرة على مستوى الدولة تستهدف شركات توليد الكهرباء في كل من وسط وجنوب شرق الولايات المتحدة التي اتهمت بمصانعها التي تدار بالفحم بأنها تخالف قوانين الهواء النظيف. إلا أنه تم حديثاً التخلي عن هذا المجهود من قبل إدارة بوش لصالح اقتراح يجعل عملية

أسس فنية لمحطات الطاقة ومعامل التكرير و مصانع الأسمنت وسائر الصناعات الكبرى الملوثة. وفي الوقت الحالي توجد فوضى، على الأقل، في كلتا المجموعتين من المعايير.

وقد تأخرت المعايير البيئية للجزيئات PM_{10} و $PM_{2.5}$ التي اقترحت لأول مرة في 1997 لمدة خمس سنوات بسبب قضايا رفعها سائقو سيارات النقل وملاكها وأيضاً صناعات ملوثة أخرى. وبالرغم من أنه قد تم رفض جميع ادعاءاتهم تقريباً في المحكمة العليا الأمريكية، إلا أن القوانين يجب مراجعتها الآن من قبل إدارة ينظر إليها البعض على أنها معادية علناً لحماية البيئة.

بالإضافة إلى أنه حتى إذا تم تطبيق القوانين فوراً، فمن المشكوك فيه أن تتطابق كلية مع نص قانون الهواء النظيف الذي يقضي بأن يراعى في المعايير حماية صحة السكان ذوي الحساسية الخاصة (مثلاً المسنون ومرضى القلب) وبهامش أمان مناسب.

وقد اتضح من الدراسات وجود تأثيرات صحية سلبية عند مستويات الجزيئات الدقيقة المسموح بها فيدرالياً على المدى القصير (6.5 ميكروجرام كل 24 ساعة) بما فيها الوفيات. وقد اقترح مكتب كاليفورنيا لتقييم الكوارث الصحية البيئية مؤخراً على مجلس كاليفورنيا لمصادر الهواء بأن يكون الحد الأعلى للجزيئات $PM_{2.5}$ هو 25 ميكروجرام لكل متر مكعب في 24 ساعة، في حين أن الحد الأعلى الفيدرالي هو 65 ميكروجرام كل 24 ساعة. وأحد أسباب هذا التفاوت

للقارئ المتخصص

لماذا تعد الجزيئات الصغيرة خطرة؟

التحديات التي تفرضها الصناعة. حيث صعقت المسألة إلى المحكمة العليا للولايات المتحدة الأمريكية -

أكدت أنه لا يمكن استنتاج الأسباب بدون فهم سلوك الجزيئات بعد استنشاقها. هذا المفهوم رفضه القضاة في المحكمتين اللتين نظرنا في القضية. ومع ذلك ضمن

(2)

VAN EEDEN, S.F., TAN, W.C., SUWA, T., MUKAE, H., TERASHIMA, T., FUJI, T., QUI, D., VINCENT, R., & HOGG, J.C.

السيبتوكين المشترك في رد الفعل الالتهابي المنتظم الذي PM_{10} ينشطه التعرض لمادة الجزيئات الملوثة للهواء

).

(Am J. Respir Crit. Care Med 164; 826-830,2001)

عينات من الخلايا الوقائية البشرية (AM) مأخوذة من

الاعتبارات المهمة معرفة سلوك الجزيئات وأيضاً مكونات $PM_{2.5}$ التي تسبب التسمم. والمتابعة النشطة لدراسة هذه الآليات تمثل تحدياً مهماً في البحوث الحديثة عن تلوث الهواء والصحة. وهناك فكرتان (ليستا بالضرورة متضادتين): الأولى هي أن التغيرات المسجلة في معدل ضربات القلب مع إسرار القلب، ربما تعطي إشارة على وجود مسبب كهربى يؤدي إلى أزمة قلبية حادة وقاتلة. والثانية هي أن التغيرات الملحوظة في الدم، وبالأخص الزيادة في مولد الليبين (fibrinogen) والزيادة في نسبة النتروفيل المتجمعة

جدير بالتنويه

كاليفورنيا ذات معدلات التلوث العالية،
بنسبة 83%. وارتبطت نفس نسبة الزيادة، 20
جزءاً في المليون بارتفاع هائل في
أمراض معينة. فقد زادت أمراض
الجهاز التنفسي العلوي بنسبة 45 في

فما فوقها في مسح عن صحة الأسرة تم
في 1992 - 1993. واستنتج العلماء
أن "النتائج تقترح بشدة أن استخدام
الوقود الناتج عن الكتلة الحيوية في
الطبخ يزيد بنسبة كبيرة من خطر السل
في الهند".

هذا الهواء الذي يستنشقونه:-

تقييم مخاطر الصحة على الذين
يعيشون في البلدان النامية يميل إلى
التركيز على المخاطر المرئية بدرجة
عالية مثل سوء التغذية والأمراض
المعدية. وبالطبع فإنه يبدو من

المائة، كما زادت أمراض الجهاز التنفسي السفلي المصحوب بسعال وبلغم بنسبة 174 في المائة.

الغياب عن المدرسة:-

كثيرا ما يبدو الأطفال على أنهم مغناطيس لاجتذاب الأمراض، خاصة أمراض البرد واحتقان الحلق وما شابه. وليس من المفاجيء أن الأمراض التنفسية قد رصدت على أنها السبب الرئيسي للغياب من المدرسة. إلا أن جزءاً من التفسير لكل هذا المرض والغياب قد يكون تلوث الهواء وليس فقط صغر السن.

فعندما قارن الباحثون من جامعة جنوب كاليفورنيا بين الغياب المدرسي بسبب أمراض تنفسية مع نسب تلوث الهواء، وجدوا تطابقاً تاماً: كلما زادت نسبة الأوزون أو السناج زاد الغياب من المدرسة بسبب الاحتقان في الحلق أو السعال أو نوبات الربو أو أمراض تنفسية أخرى. وفي مقابل كل زيادة في التركيز بنسبة 20 جزءاً في المليون زاد الغياب اليومي لأسباب تنفسية في مدن جنوب

المعقول أن يموت بسبب هذه المخاطر عدد أكبر من عدد الذين يموتون بسبب تلوث الهواء - ولكن ربما لا يكون ذلك صحيحاً بالضرورة، وذلك طبقاً لدراستين حديثتين.

إذ عندما فحص الباحثون أسباب الوفاة وسجلوا نسب تلوث الهواء في الأماكن المغلقة - معظمها من إحراق الخشب والمخلفات الحيوانية الجافة وأشكال أخرى من الكتلة الحيوية - في بابوا غينيا الجديدة وكينيا والهند ونيبال والصين وغامبيا، وجدوا أن هناك 4.1 مليون حالة وفاة سببها الفعلي أمراض تنفسية في الأطفال ذوي الأعمار أقل من خمس سنوات في البلدان النامية. هذا بالمقارنة مع 3 مليون وفاة بسبب أمراض معدية و0.68 مليون وفاة من الملاريا.

وفحصت دراسة أخرى استخدام الكتلة الحيوية في الطبخ وانتشار السل في الهند، وفحصت بيانات عن 260,162 شخصاً تتراوح أعمارهم من 20 سنة



الصحة والهواء النقي

Eleventh Street, Suite 311 Sacramento, CA 95814 1100