12-1: المقدمة

يعد الهواء من أساسيات الحياة فانقطاعه لدقائق معدودة يعد كافياً لهلاك الإنسان. لذا أصبح موضوع تلوث الهواء في مقدمة الموضوعات التي تثير الجدل الحاد والنقاش المستمر ليس في أوساط العلماء المختصين فحسب بل في الأوساط والمؤسسات كافة وحتى بين المواطنين العاديين. وقد انشغل العديد من المشرعين في بلدان العالم في سن القوانين المتعددة لأجل المحافظة على نظافة الهواء والوقاية من تلوثه. ولعل رجال الأعمال واصحاب المصانع والمؤسسات الإنتاجية في مقدمة من يعنيهم الأمر لأنهم أول من يدفع الضرائب والغرامات التي تحملهم المسؤولية في النهاية.

إن ما يزيد موضوع تلوث الهواء خطورة تأتي في ضعف الوسائل العلمية والتقنية المستخدمة للإقلال أو التخلص منه رغم التقدم الكبير الحاصل أخيراً. إن تلوث الهواء بدأ منذ أزمنة قديمة عند معرفة الإنسان الأول للنار ثم أخذ بالازدياد في العصور اللاحقة اصبحت أكثر وضوحاً عندما ازدادت معدلات نمو المدن والصناعات. وعلينا أن نعرف أن تلوث الهواء لا يسببه الإنسان فقط وإنما ينتج من الكوارث الطبيعية كذلك كانفجار البراكين والأعاصير واندلاع الحرائق في الغابات وغيرها.

تكمن خطورة الهواء عند تلوثه في كونه قد لا يرى ولكن الإنسان يأخذه عن طريق جهاز التنفس ويدخل مباشرة إلى ثنايا الرئتين وهي أنسجة حساسة وطرية ومهيأة لعمليات التبادل الغازي. وبذلك فإن وجود أي أبخرة وغازات أو قطيرات سائلة، قادرة على اختراق الأغشية المبطنة للحويصلات الرئوية، وهذا يعني إمكانية وصولها إلى الدم ومن ثم إلى المراكز الحساسة في الجسم خلال عدة ثوان وإحداث تأثير بايولوجي فيه ومن دون إدراك الإنسان لذلك.

إن الدول والحكومات بدأت التحسب من أخطار تلوث الهواء خلال دراسة الظواهر والعمل على الحد منها. وتشكلت في إنكلترا عدة هيئات لدراسة تلوث الهواء الذي نجم من استخدام الحطب عند تحويله إلى الفحم في أفران صناعة الجير وهكذا أخذت الملوثات في الزيادة مع الزيادات السريعة للتطور خلال الثورة الصناعية. كما أصبحت الملوثات بعد الحرب الأهلية الأمريكية من المشاكل المزمنة في الولايات

Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:47 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

المتحدة الأمريكية حتى أصبح تلوث الهواء مسؤولاً عن حجب أشعة الشمس في الوصول إلى سطح الأرض في بعض المدن مثل نيويورك وشيكاغو وبنسبة 25% و 40% من الأشعة الساقطة على التتالي.

لا تعود الاثار الضارة لتلوث الهواء إلى كمية المواد المنبعثة بقدر ما تعود إلى تراكيزها في هذه الأجواء. فقد تنتشر كميات قليلة وبتراكيز عالية ضمن مساحة محدودة فتحدث تلوثا كبيرا تفوق أضراره على الحالة التي لو تنتشر فيها لمساحات أوسع.

منذ عام 1750 عندما تطورت الصناعات الكيماوية حيث أدت إلى تحرر الأبخرة الحامضية إلى الجو مما تسبب وجود الدخان في تلك المناطق الصناعية. واتجهت مشكلة تلوث الهواء نحو الأسوأ بازدياد نسبة استخدام الفحم للأغراض المنزلةي والصناعية فضلا عن تأثيرات تطور التقنية الحديثة التي رافقت العمليات الصناعية المعقدة والمصانع التي أصبحت تنتج كميات متزايدة من الفضلات الغازية والصلبة والسائلة وتطرحها إلى البيئة المحيطة بها دون معالجة. إن تطور التقنيات الجديدة لا يؤدي إلى تكوين الفضلات فحسب بل أنها عملت على ازدياد خطور هذه الفضلات لكونها تشمل مواد سامة جديدة مما تخلق مشكلة في إيجاد الطرق الملائمة لتصريف هذه السموم.

إن الكشف عن ملوثات الهواء يقتضي استخدام أجهزة غاية في الدقة وذلك بسبب التراكيز المحسوسة لهذه الملوثات التي تقدر ببضعة أجزاء من المليون ppm أو حتى أقل من ذلك. وربما تقاس بالمايكروغرامات في المتر المكعب (المايكروغرام يعادل جزء بالمليون من الغرام) لذا فإن مسألة تطوير واستخدام الأجهزة العالية الحساسية لملوثات الهواء تعتبر من أهم التحديات العلمية التي تواجه علماء البيئة والهندسة الكيماوية.وقد ظهر مؤخرا في التسعينات من القرن الماضي (القرن العشرين) عدد من هذه الأجهزة ذات الحساسية العالية والتي ترتبط بحاسوب جعلت مهمة مراقبة تلوث الهواء بشكل أفضل.

Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:47 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

2-: طبيعة الغلاف الجوي

يتكون الجو من مزيج من الغازات التي تغلف الكرة الأرضية بارتفاع يصل بين 80-100 كم فوق سطح الأرض. ويكون هذا الارتفاع أعلى عند خط الاستواء وأقل عند القطبين. وتتركز معظم كتلة الغلاف الغازي (99.9%) دون ارتفاع حوالي 75 كم. فالهواء هو ذلك الجزء من الغلاف الجوي الأقرب إلى سطح الأرض والذي عندما يكون جافاً وغير ملوث، فإنه يتألف من عدة غازات أهمها من حيث النسبة هو غاز النتروجين الذي يؤلف 78.09% منه، ويليه غاز الأوكسجين الذي يؤلف ما نسبته 20.94% منه، ثم مجموعة كبيرة من الغازات الأخرى بنسب متناقصة لكنها ثابتة في جميع أجزاء الغلاف الجوي لعموم الكرة الأرضية ولغاية ارتفاع يبلغ أقصاه حوالي 75 كم (الجدول 12-1). علماً بأن بخار الماء وغاز ثنائي أوكسيد الكربون يختلفان كمياً حسب ظروف وعوامل معينة، كما أن هناك غازات أخرى لم تدرج في الجدول لانخفاض تراكيزها كثيراً.

يقسم الغلاف الغازي عادة إلى أربع طبقات (الشكل 12-1). فالطبقة السفلى الملامسة لسطح الأرض تدعى طبقة التروبوسفير Troposphere حيث يصل ارتفاعها إلى حوالي 8 كم عند القطبين 16 كم عند خط الاستواء. وتحتوي هذه الطبقة على كميات متفاوتة من الماء تتراوح ما بين 1-4% حجماً، ويبلغ أقصى تركيز له عند ارتفاع يتراوح ما بين 10-15 كم حيث يكون الماء موجوداً بحالته الغازية أو متكثفا على هيئته السائلة بشكل غيوم أو ضباب وقد يكون بهيئته الصلبة على شكل حالوب أو ثلج.وهذه الطبقة هي الأكثر عرضة للتغيرات المناخية وكذلك للتأثيرات السلبية المباشرة لأنشطة الإنسان. ويرى علماء المناخ والأرصاد الجوية أن طبيعة التروبوسفير قد بدأت ظهور طبقة كثيفة من الملوثات تشاهد من فوق المحيطات والقطب الشمالي ، بل أحيانا تظهر مثل هذه الطبقة عند النظر من بناية مرتفعة في منطقة صناعية أو سكنية.

الغاز	الرمز الكيماوي	النسبة المئوية (التركيز)	المجموع الكتلي مقدراً بملايين الأطنان المترية
النتروجين	N2	78.09	3.850.000.000

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:47 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

تقع الطبقة الثانية المسماة الستراتوسفير Stratosphere فوق طبقة التروبوسفير حيث تتراوح ارتفاعها بين 12–50 كم فوق سطح الأرض.وتختلف عن طبقة التروبوسفير باحتوائها على كميات قليلة جدا من بخار الماء لا تتجاوز عن 3 جزء بالمليون وزناً. لذا فإنها تخلو من الغيوم بينما تكون درجات الحرارة فيها ثابتة أو تزداد مع الارتفاع بعكس طبقة التروبوسفير التي تتناقص فيها الحرارة مع الارتفاع. أما بخصوص مكونات الغلاف الغازي لهذه الطبقة فتكون مماثلة للطبقة السابقة وتبلغ الكتلة الغازية لهذه الطبق ما يعادل 15% من كتلة الغلاف الجوي الكلي ولكنها تحتوي على نسب أعلى من الأوزون.

يتواجد الأوزون بهيئة طبقة على ارتفاع يتراوح ما بين 15–60 كم في الجزء العلوي من طبقة الستراتوسفير والطبقة التي تعلوها والمسماة الميزوسفير Mesosphere ويبلغ تركيزه الأعلى عند ارتفاع 20–30 كم فوق سطح الأرض. وتقوم طبقة الأوزون بامتصاص كميات كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet ذات الطول الموجي القصير والتي تخترق هذه الأشعة المؤينة عند غياب طبقة الاوزون أو قلة سمكها مما تؤدي إلى هلاك جميع أو معظم الأحياء على سطح الأرض. ومن ذلك تتضح أهمية طبقة الأوزون لاستقرار الحياة.

أما الطبقة الثالثة الميزوسفير فإنها تمتد لارتفاع يتراوح بين 50–80 كم فوق سطح الأرض. وتحتوي على كتل غازية أقل من الطبقتين التي أسفلها. وتكون هذه الطبقة خالية من بخار الماء. أما الأوزون فإنه يوجد في هذه الطبقة. وتتناقص درجات الحرارة مع الارتفاع في هذه الطبقة.

تعرف الطبقة الجوية الرابعة بطبقة الثرموسفير Thermosphere وتدعى أيضا بالهيتيروسفير Heterosphere والتي تبدأ عند ارتفاع يقدر بحوالي 80 كم فوق سطح الأرض. وتكون هذه الطبقة خالية كذلك من الماء. وترتفع درجات الحرارة فيها تدريجياً مع الارتفاع. أما الغازات المتواجدة فيها فإنها تكون بالحالة الذرية حيث نجد أن غازات النيتروجين والأوكسجين تتركز عند ارتفاع يتراوح ما بين 80–115 كم في حين يشكل الهيدروجين والهيليوم نسباً اساسية عند ارتفاع 500 كم. وهكذا تصبح الطبقات الأعلى مشغولة بنسب قليلة من الغازات حيث تمتد هذه الطبقة إلى نهاية الغلاف الجوي على

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:47 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

بعد 40 ألف كم من سطح الأرض. ويعرف الجزء العلوي من طبقة الميزوسفير والجزء السفلي من طبقة الثرموسفير بطبقة الايونوسفير Ionosphere. ويعود سبب هذه التسمية لوجود الأيونات الحرة فيها.

12-3: المصادر الرئيسة للتلوث

يمكن تلخيص اهم مصادر تلوث الهواء بما يأتي:

1- احراق مختلف أشكال الوقود للحصول على الطاقة كما هو مألوف في العديد من الاستخدامات الصناعية والتجارية والمنزلية.

2- الملوثات المطروحة من قبل مختلف وسائط النقل التي تستخدم البنزين أو الديزل أو الكيروسين.

3- الفضلات الغازية والغبار والحرارة والدقائق المتطايرة والمواد المشعة وغيرها من العناصر التي تتفث إلى الأجواء. كما يحدث ذلك من مداخن المصنع والمعامل مثل صناعة الاسبست والاسمنت وغيرها.

12-4: أنواع الملوثات في الهواء

يمكن تقسيم الملوثات في الهواء إلى مجموعتين رئيسيتين هما الدقائقيات العالقة والملوثات الغازية.

12-4-1 أولاً: الدقائقيات Particulates 1-83

يقصد بالدقائقيات المواد المنتشرة كافة سواء كانت دقائق صلبة أم قطيرات سائلة عالقة في الهواء. وتشمل الدقائق الكبيرة كلاً من الرمال والرماد المتطاير والغبار والسخام Soot في حين تشمل الدقائق الصغيرة كلاً من الدخان والضباب والهباء الجوي Aerosols . وتشكل الدقائقيات مجموعة واسعة من ملوثات الهواء وتكون معلقة في الهواء. وتتنوع أشكالها وتركيبها الكيماوي وتأثيراتها السمية أو الصحية فضلاً عن اعتماد حركتها وبقائها في الهواء. وكذلك العمق التي تدخله في الجهاز التنفسي على قطر الدقيقة أو القطيرة العالقة. وهذه الدقائق لا يشترط فيها أن تكون قابلة للملاحظة أو

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:47 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

الرؤية بالعين المجردة. فهي قد تكون أليافاً متناهية الدقة أو قطيرات ضبابية أو بكتيريا أو فيروسات أو حبيبات لقاح الأزهار أو غبار صناعي أو طبيعي وغيرها.

إن الغالبية العظمى من الدقائقيات هي ذات منشأ طبيعي مثل الدقائق الترابية والرملية المتطايرة من الأراضي الجرداء والصحاري. أما المصادر غير الطبيعية (البشرية المنشأ) فتشمل عمليات حرق الوقود في الصناعة وإنتاج الطاقة ومعامل إنتاج السمنت وطحن الحبوب وغيرها أو في المواصلات وما ينبعث عنها من كميات كبيرة من الدقائق الكربونية التي تدعى بالسخام Soot. وقد تصدر من رش المبيدات في الحقول بخاصة عند استخدام الطائرات. فضلا عن عمليات الإنشاء والبناء وتعبيد الطرق وغيره. ويوضح الشكل (12–2) نسب مساهمة المصادر بشرية المنشأ (عدا الطبيعية) تلوث الهواء بالدقائقيات الصلبة والعوالق.

من أهم المجاميع الرئيسة للدقائقيات في الهواء هي:

1- الرمال Grit:

هي الدقائق الصلبة العالقة في الهواء والتي يزيد قطرها عن 500 ميكرون

2- الغبار الطبيعي Natural dust:

هي الدقائق الصلبة العالقة في الهواء والتي يتراوح قطرها بين 25–200 ميكرون. وهي من أكثر أنواع الدقائقيات في الهواء شيوعاً وانتشاراً ومصدرها طبيعي وهو من طبقات القشرة الأرضية المخلخلة والمعرضة إلى تيارات الهواء حيث تتطاير حال توفير الظروف المناخية الملائمة. وتساهم عمليات إزالة الغطاء الخضري مثل قطع الأشجار ورعي الحيوانات الجائر فضلاً عن حركة السيارات ووسائط النقل الأخرى في الطرق غير المعبدة، في توفير مزيد من المساحات من القشرة الأرضية المعرضة لتطاير دقائقها مع الرياح.

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:47 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

3- الدخان Smoke:

هو عبارة عن المواد الدقيقة الناتجة من عمليات الحرق المختلفة والتي تطلق دقائق لا يزيد قطرها عن 2 ميكرون. ويشكل الكربون غالبتها العظمى.

4- الهباء الجوي Aerosol:

هي الدقائقيات الصلبة أو السائلة العالقة في الهواء والتي يقل قطرها بصورة عامة عن المايكرون الواحد.

5- الضباب Mist:

يشمل الضباب كلاً من القطيريات السائلة والعالقة في الهواء التي تصل أقطارها إلى 100 مايكرون أحيانا، أما دقائقه التي تزيد أقطارها عن 10 مايكرون فتدعى Fog.

6- السخام Soot:

يتمثل بجزيئات الكربون المتناهية الدقة والتي تتجمع بصورة سلاسل طويلة.

7- الغبار الصناعي Artifical dust:

يصدر من نشاط الصناعات المختلفة مثل صناعة الإسمنت والجبس والأجر وعند تقطيع أحجار المرمر لإنتاج قطع البناء وتقطيع جذوع الأشجار في إنتاج الخشب وغيرها مما يتسبب عنه تطاير كميات كبيرة من جسيمات دقيقة في الهواء. وتنطلق من العديد من الصناعات المعدنية جسيمات تكون أدق حجماً عادة وتتألف إما دقائق المعدن نفسه والتي تنتج عن عمليات القطع أو الصقل وغير ذلك، أو تكون متكونة من أملاح المعدن كما هو الحال في صناعة البطاريات السائلة التي تتبعث عنها دقائق أوكسيد الرصاص أو كبريتاته.

8- حبوب اللقاح Pollen grains:

يلاحظ في موسم الربيع تكثر جسيمات تنطلق من النباتات الزهرية التي هي حبوب اللقاح وتمتاز دقائقها بكبر حجمها وقد يتعرض بعض السكان إلى أعراض حالات من الحساسية الجلدية أوتورم العينين أو رشح الأنف وغيرها.

يوجد في الهواء كذلك عدد من المواد التي تأخذ شكل جزيئات أو جسيمات أو حبيبات كالاسبست الذي يسبب مرض الاسبستوس Aspestose وسرطان الرئة الذي

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:47 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

ينتشر بين عمال المصانع والمناجم. كما توجد أشكال أخرى للضباب الدخاني، ففي فصل الشتاء وعند تواجد تركيزات عالية من غاز ثنائي أوكسيد الكبريت SO_2 والهايدروكاربونات يتكون الضباب الدخاني المعروف بضباب لندن London smogوفي فصل الصيف وعند توفر أكاسيد النتروجين والهايدروكاربونات والإشعاع الشمسي الحاد فيتكون نوع آخر يدعى بالضباب الأسود الضوء كيماويPhotochemical.

هناك علاقة بين نوعية هذه الدقائقيات وقطرها وتأثيرها في البيئة وفي صحة الإنسان كما أشير له سابقاً ويوضح الشكل (12-3) أكثر الأنواع شيوعاً من الدقائقيات العالقة في الهواء والمدى المحتمل لأقطارها.

من وجهة نظر التلوث الهوائي فإن الدقائق الأكثر أهمية هي تلك التي يتراوح قطرها بين 0.1-10 مايكرون التي تكون تقريباً بحجم البكتيريا والتي لا تميزها العين المجردة. حيث أن عين الإنسان يمكن أن تميز الدقائق التي قطرها يزيد عن 100 مايكرون.

إن الجزيئات التي هي أصغر من واحد مايكرون تنتج على الأكثر من تكثف المواد المتبخرة بعد الاحتراق. أما الدقائق الأكبر من 10 مايكرون فإنها تنتج على الأكثر من العمليات الالية مثل الطحن والبرد.

هناك بعض الصعوبات المرتبطة بتعميم خصائص الدقائقيات حيث قد يتوقف نوع الضرر على حجم تلك الدقائقيات في حين يعود الضرر الآخر إلى سميتها. وتتلخص التأثيرات التي تحدثها الدقائقيات على الظروف الجوية والمحلية وعلى الكائنات الحية كونها تعمل على حجب أشعة الشمس وكذلك تعمل على خفض درجات الحرارة عند سطح الأرض. كما أنها تساهم في تجهيز أنوية للتكثف مما يزيد ظهور الضباب والأمطار في المدن.

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:47 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310

كما أن هذه الدقائقيات تسبب ضرراً لصحة الإنسان والحيوان بخصة في الجهاز التنفسي والأمراض الجلدية وأمراض العيون فضلاً عن تأثيراتها على النباتات حيث عند تراكمها على أوراقها فتسبب تثبيط عملية النتح خلال سد الثغور وكذلك تقليل شدة الإضاءة التي تصل إلى النسيج المتوسط للأوراق مما يؤثر في عملية البناء الضوئي.

وما تعمله الدقائقيات في ظاهرة إنخفاض الرؤية تتطلب استخدام الأضواء بدرجة أكبر مما يبرز الحاجة لاستهلاك الطاقة الكهربائية اكثر وهذا يرافق إنتاج التلوث المعروف لمصانع القوة الكهربائية.

شاركت التراكيز العالية للمواد الدقائقية في إحداث كوارث في تلوث الهواء والأجواء. فقد بينت الدراسات الوبائية وجود الارتباط الوثيق بين معدلات الوفيات من أمراض الجهاز التنفسي (كالربو والالتهاب الشعبي والانتفاخ الرئوي وغيرها) وبين معدل مستوى تركيز الدقائقيات في المناطق السكنية . ولوحظ أن الآثار الصحية تحدث عندما يفوق المعدل السنوي للمواد الدقائقية عن 80 مايكرو غرام لكل متر مكعب. ويعتمد سلوك الملوثات على حجم الدقائق والزمن الذي تحتاجه للاستقرار في الأجواء. فالدقائق التي يزيد حجمها عن 50 مايكرون تكون خطورتها التلوثية قصيرة الأمد.

تبقى بعض الملوثات الدقائقية لمدد زمنية مختلفة حيث يمكن أن تعاني تفاعلات كيماوية تؤدي إلى تكوين ملوثان ثانوية. كما أن الدقائق الغازية والصلبة الصغيرة يمكنها أن تبقى عالقة في الأجواء لأيام أو أسابيع وربما لشهور أو سنوات وحسب موقعها في الطبقات الجوية المختلفة. وعلى سبيل المثال قد تبقى في طبقة التروبوسفير لمدةمن 6-14 يوماً، بينما تبقى في طبقة الستراتوسفير العليا فقد تمكث لفترة تتراوح بين 1-3 سنوات، وفي طبقة الميزوسفير لمدة 5-10 سنوات.

إن زيادة نسبة الترسبات الدقائقية الكبيرة على سطح الأرض فإنها تؤثر على التآكل الكيماوي والتعرية للمواد البنائية والمعادن والتماثيل والمعالم الاثارية المختلفة. كما تؤثر الملوثات الغازية في الهواء والملوثات الدقائقية المترسبة على سطح الأرض على الكساء الخضري في تثبيط نموه فضلاً عن تراكمها على الأوراق النباتية وغلق ثغورها.

مع أطيب تحيات د. سلام
حسين الهلالي
salamalhelali@yahoo.com

Copyright © 2013. dar al-yazori. All rights reserved. May not be reproduced in any form without permission from the publisher, except fair uses permitted under U.S. or applicable copyright law.

EBSCO Publishing : eBook Collection (EBSCOhost) - printed on 7/28/2017 7:47 AM via NAJRAN UNIVERSITY
AN: 947377 ; .;
Account: ns153310