التلوث البيئي الناجم عن المحاجر حول العاصمة صنعاء

د. علي محمد الحوباني

قسم علوم الأرض والبيئة

كلية العلوم التطبيقية

ملخص :

بواسطة العلم و التكنولوجيا تمكن الإنسان من كشف و استغلال الموارد الطبيعية بما تحوية من نظم بيئية غير متجددة كالمحاجر و المقالع ، إلا إن عملية الاستغلال هذه تؤدي إلي أثار بيئية مختلفة و تتحمل البشرية تبعاته الاجتماعية و الاقتصادية .

تعاني العاصمة صنعاء الكثير من المشاكل البيئية منها وجود الكسارات و مقاطع الأحجار التي تسبب تلوث للهواء إلي جانب التلوث الضجيجي و تحتاج إلي الحلول و المعالجات السريعة . فتلوث الهواء قد يكون بملوث أو أكثر مثل الاتربه و الابخره و الغازات وبكميات تستمر في الهواء فترة زمنية ينشأ عنها أضرار بصحة الإنسان و الحيوان و النبات .

يهتم هذا البحث بدراسة الآثار البيئية المختلفة الناجمة عن المحاجر (الكسارات) حول مدينة صنعاء و ما تحدثه من تصاعد للاتربه و الغبار المرافقة لعمليات الاستخراج و الطحن و التحميل و النقل . و تبين من نتائج قياس الملوثات الدقيقة التي قطر حبيباتها اقل من 10ميكرون بواسطة جهاز فلتر الهواء أن تركيز الملوثات لا تزال ضمن الحدود المسموح بها لحماية السكان من الأتربة العالقة . و مع ذلك فانتشار هذه الملوثات ينتج عنها العديد من أمراض الجهاز التنفسي و الأمراض الأخرى، و ظهر ذلك جليا من الاستبيان مع العمال في المنشآت

المذكورة ، و من العينات الاستبيانية التي تم أخذها من المناطق السكنية القريبة من المحاجر .

المقدمة :

البيئة هي كل ما يحيط بالإنسان تؤثر فيه و يتأثر بها مثل الهواء و الماء و الأرض وتمثل البيئة جميع العوامل الحيوية وغير الحيوية التي تؤثر علي الكائنات الحية بطريقة مباشرة وغير مباشرة في أي وقت من تاريخ حياته (4) .

ويؤثر كل كائن حي داخل النظام البيئي في حياة الكائنات الحية الأخرى كما يتأثر بها ، و تحت الظروف الطبيعية تقيم الكائنات الحية فيما بينها توازنا طبيعيا .و في النظام البيئي يحتفظ كل نوع من الكائنات الحية بتوزيع عددي ثابت تقريبا .

فتلوث البيئة بمفهومة العلمي هو حدوث تغير كمي و كيفي في مكونات البيئة وأحداث خلل في الحركة التوافقية المتوازنة التي تتم بين العناصر الحية و غير الحية المكونة للنظام البيئي كنتيجة لمدخلات خارجية مستحدثة مما يفقد هذا النظام القدرة على التخلص الذاتي من الملوثات بالعمليات الطبيعية التي تتم فيه .

و تتداخل عوامل البيئة في جميع أوجه التنمية و تؤثر على جميع الأنشطة الإنسانية حيث تهدد بإعاقة التنمية على المدى الطويل ، و في كثير من الدول أدي إهمال البيئة طيلة عقود من الزمن إلى خلق مناطق شاسعة مسممة وغير قادرة علي المساهمة في النشاط الاقتصادي ، إما في الدول الغنية فتؤدي أنماط الاستهلاك إلي استنفاد موارد العالم بشكل يهدد مستقبل التنمية العالمية (8) .

إن حفظ توافر الموارد الطبيعية و ترشيد استخدامها هما من أهم القضايا التي يجب الاهتمام بها من قبل الدولة حيث تشكل الموارد الطبيعية لأي دولة أسهل أصولها الإنمائية استغلالا و ا كثرها قابلية للإسهام في التنمية و لحسن استخدام هذه الموارد و حمايتها من الاستتراف اثر هام علي استدامة التنمية و امكانات تقدم المجتمع .

إن النمو الاقتصادي و النشاط الصناعي و ألاستخراجي يجب أن لايتم علي نحو يؤدي إلى تدمير للموارد الطبيعية و البيئية بل يجب تحقيق التوازن بين الاحتياجات و المصالح المتنافسة في إطار التنمية ، التوازن بين مصالح الأجيال الحاضرة و تلبية احتياجاتها الاجتماعية

و الاقتصادية و بين توافر الموارد في الأجل الطويل و سلامة النظم البيئية التي نعتمد عليها نحن و الأجيال القادمة .

أن قضايا البيئة باستثناء بعض الظواهر الطبيعية تدور كلها حول الإنسان فهي أما نتيجة تعامله العدواني مع الطبيعة أو مع أخيه الإنسان و إما نتيجة لسوء التخطيط الاقتصادي و الاجتماعي مما يؤدي إلى اختلال التوازن السكاني أو نتيجة لسوء استعمال الموارد الطبيعية و اثر ذلك علي تلوث البيئة في البر و البحر و الجو .إن قضية البيئة مسألة فكرية و تربوية قبل أن تكون تنموية حيث تتطلب أعادة النظر في العلاقة بين الإنسان و الطبيعية ، لذلك فان الوعي البيئي أهم عامل في حفز العمل البيئي و واجب الإدارات و المؤسسات العمل بنشاط علي تعزيز الوعي البيئي لدي الأفراد و المجتمعات المحلية .

وتؤدي عمليات الاستخراج في المحاجر إلى أثار بيئية مختلفة وتتحمل البشرية تبعاته الاجتماعية والاقتصادية ،ويمكن أن يصعب إزالة كثير من هذه الملوثات باستخدام التقنيات المعتادة مما يؤدي إلى تسمم الإنسان والحيوان والنبات (3) .

و تختلف نوعية و كمية الملوثات في المحاجر حسب حجمها و نظام العمل و كمية الإنتاج و التقنيات المستخدمة و نوعية الوقود و المواد الداخلة و وجود الوسائل الضرورية للحد من التلوث و كفاءة عملها . و هكذا فان التلوث الناشئ عن النشاط ألاستخراجي في المحاجر هو مسألة تربط بين البيئة و التنمية ، وان تحسين الإدارة البيئية يتطلب أن يقوم أصحاب هذه الكسارات بتغير نمط سلوكهم و الالتزام بسياسات تضمن انعكاس القيم البيئية علي الوجه الصحيح في النشاط ألاستخراجي .

في هذا البحث و بهدف دراسة التلوث و الأخطار البيئية الناجمة عن المحاجر حول العاصمة صنعاء فقد تم اختيار البعض منها و في أماكن مختلفة ،كنموذج لقياس ملوثات الهواء، و تم تسليط الضوء على المشاكل البيئية الهوائية ، و وضع الحلول و المقترحات لتفادي هذه المشاكل .

و في النهاية خرج هذا البحث بتوصيات هامة يجب أخذها بعين الاعتبار لتلافي كثير من المشاكل البيئية .

ملوثات الهواء والأضرار الناتجة عنها :

تلوث الهواء هو تواجد ملوث أو أكثر بالهواء الخارجي مثل الأتربة والأبخرة والغازات و الدخان وذلك بكميات تستمر في الهواء فترة زمنية مما ينشأ عنها أضرار بصحة ألإنسان و الحيوان و النبات أو ممتلكات الإنسان الأخرى(2) .

ويظهر تأثير الملوثات في عوامل الاتساخ وزيادة معدلات عوامل المضايقات للقاطنين بالقرب من مكان التلوث بالإضافة إلى نقص إنتاجية المحاصيل الزراعية، وزيادة الإمراض الصدرية التي توجد بمعدلات تفوق مثيلاتها في المناطق الأخرى، بالإضافة إلى تراكم العناصر السامة في بعض أجزاء التربة و انتقالها للنبات ومن ثم إلى الإنسان .

و يمكن تقسيم التلوث إلي ثلاث مراحل علي أساس تباين الآثار المختلفة علي النظام البيئي (1):

1) التلوث المقبول:

وهي الدرجة التي لا يتأثر بها التوازن البيئي ولا يكون مصحوبا بأي أخطار بيئية رئيسية و هذه الدرجة توجد في كل مناطق الكرة الأرضية.

2) التلوث الخطر:

وهي مرحلة متقدمة من مراحل التلوث حيث أن كمية و نوعية الملوثات تتعدى الحد الحرج والذي يبدأ معه التأثير السلبي للملوثات على عناصر البيئة الطبيعية و البشرية.

3) التلوث المدمر:

يمثل التلوث المدمر المرحلة التي ينهار فيها النظام البيئي ويصبح غير قادر على العطاء نظرا لاختلال مستوى التوازن.

ملوثات الهواء :

تتكون من مواد صلبة (الأتربة) وغازات ونستعرض المواد الصلبة كالأتي (2):

1-المواد الصلبة (الأتربة) :

تتقسم المواد الصلبة بالهواء طبقا لأحجامها إلى:

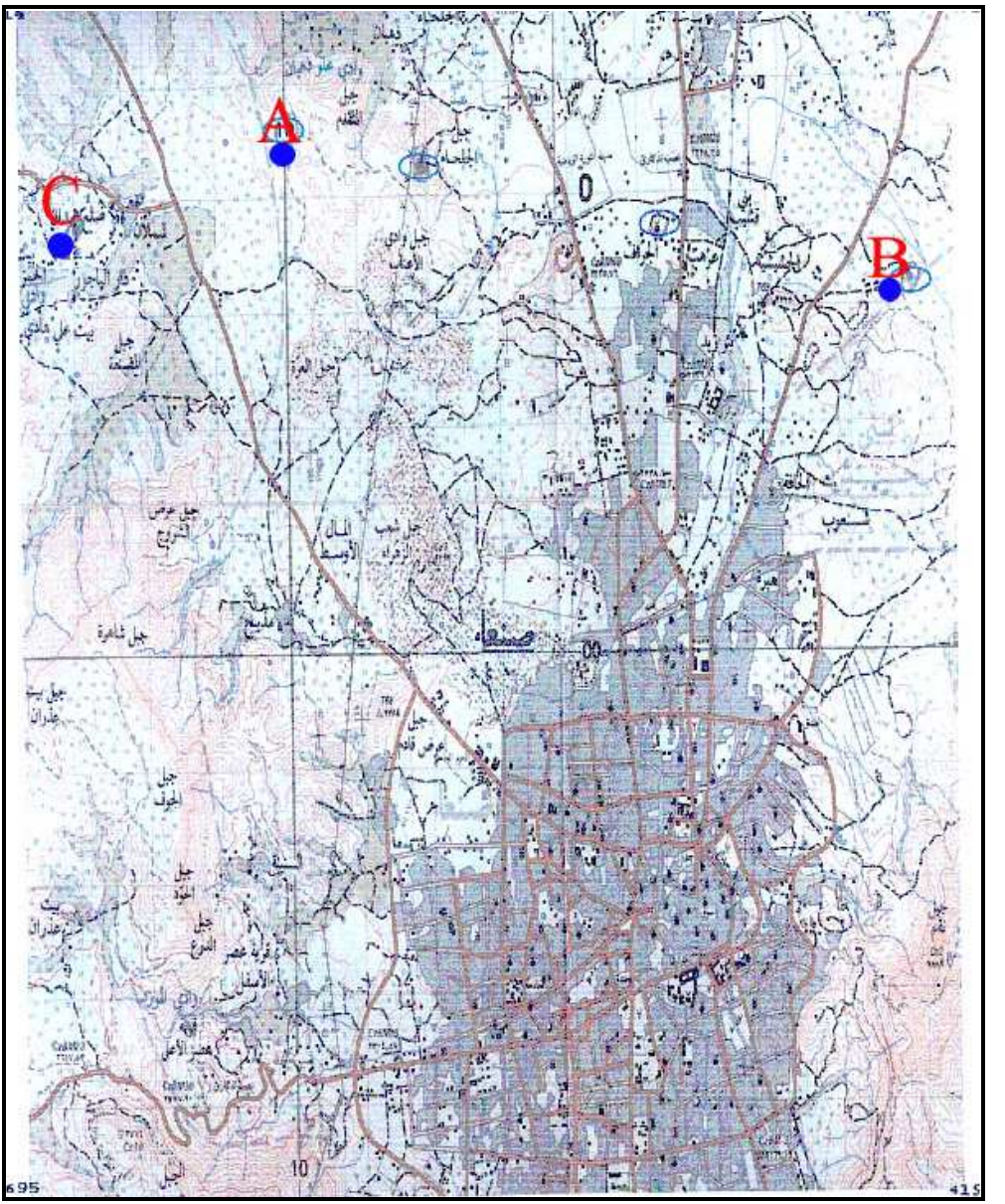
أ- الأتربة المتساقطة :

وهي حبيبات تزيد إحجامها عن 10 ميكرون والتي قد تصل ألي عدة ملليمترات، تلك الحبيبات التي يمكن أن تتساقط بمرور الزمن من الهواء، وتترسب هذه الاتربه تحت تـــأثير ألجاذبيه أو تغسل من الهواء بواسطة ألأمطار وتصبح مصدر للاتساخ وتدمير التربة والنبات، وكذاك تسبب جروحا للعيون، خصوصا للعمال الذين يعملون في أماكن تنتج هذه ألنوعيـــه من الغبار مثل المحاجر (الكسارات) .

ب- الأتربة العالقة :

وهي جسيمات دقيقه الحجم قطرها أقل من 1 0 ميكرون، وتبقى عالقة بـــالهواء قابلة للاستنشاق بواسطة ألإنسان والحيوان أو تلتصق بأوراق النبات وتحجب أشعة الشمس وبالتالي عدم وصول أشعة الشمس يعرقل عمليات التمثيل الضوئي .

وتكمن خطورة هذا النوع من الأتربة، أنها تبقى لمدة نحو عشـــرة أيـــام في طبقـــة التروبوسفير، ولمدة قد تصل إلى خمس سنوات في طبقة الاستراتوسفير وهي فترة زمنيه كافيه لنقلها لمختلف مناطق العالم كما أن صغر حجمها وقدرتها على اختراق خطوط دفاع الرئتين ومن ثم إلى الدم، بالإضافة إلى قدرتها على امتصاص (Absorptions)جزئيات من مواد سامه أو مسرطنة يجعلها خطيرة على صحة و سلامة الإنسان. ومن المعروف أن المواد القابلة للذوبان لها قابلية للامتصاص عن طريق الجلد و الجهاز التنفسي أسرع من المواد الغير قابلـــه للذوبان. وتخضع حركته لدرجة الحرارة وحركة الرياح .



* مصدر الخارطة : خارطة طبوغرافية مصلحة المساحة والسجل العقاري.

شكل رقم (1) خارطة طبوغرافية لمدينة صنعاء موضح عليها مواقع المحاجر

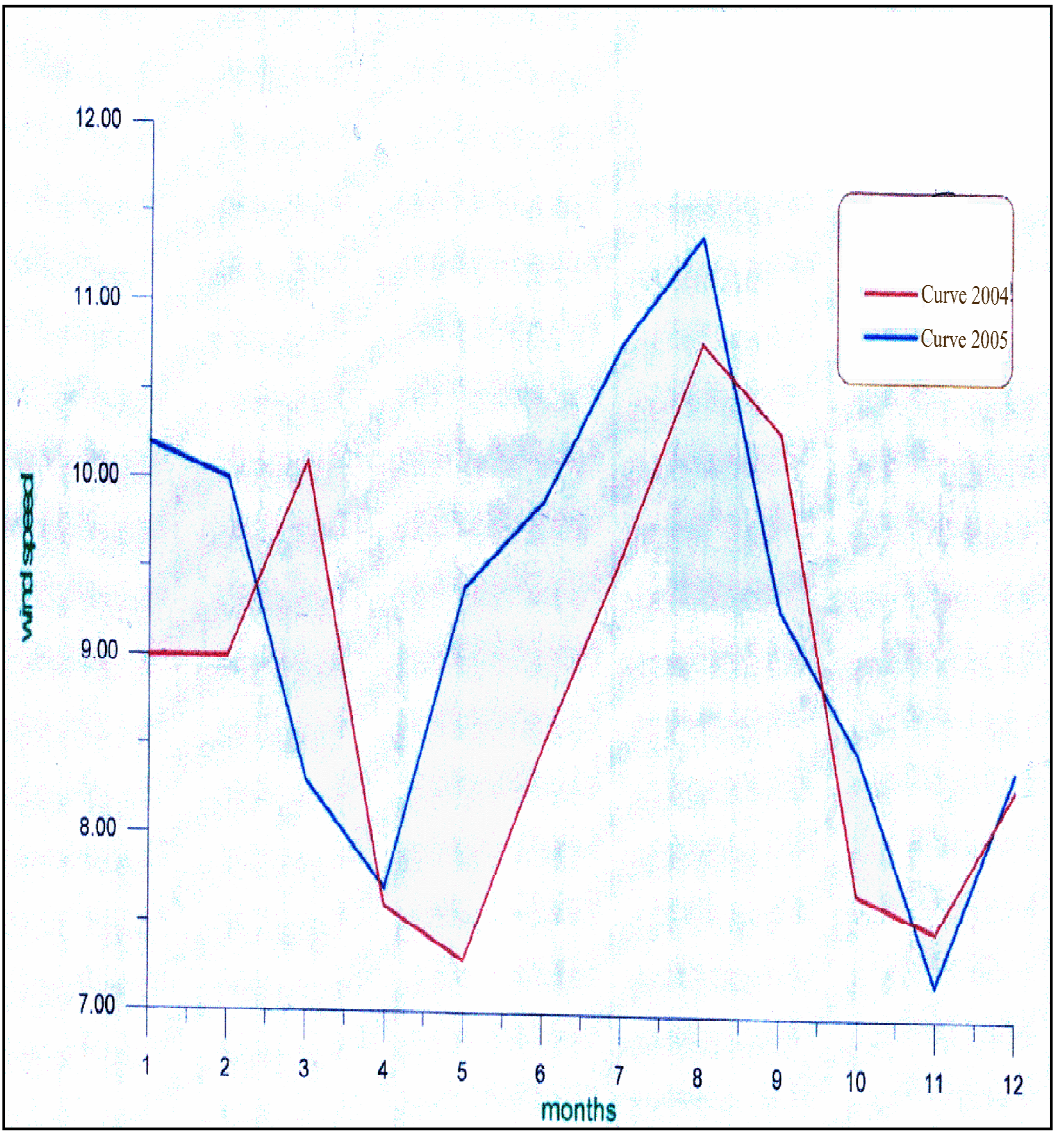
مواقع تواجد المحاجر (الكسارات)

الظروف الجوية وتلوث الهواء :

تؤثر العوامل الجوية بصورة كبيرة على تلوث الهواء، ومن أهم العوامل المؤثرة في حركة نقل الملوثات الرياح و سرعتها، وكذلك الرطوبة و الأمطار و كل هذه العناصر لها تأثيرات في عملية إثارة الأتربة وكمية الغبار العالق في الجو و كمية الغبار المتساقط و الترسب على الأرض، و تحكم مشاكل تلوث الهواء ثلاثة عناصر هي مصدر التلوث و حركة الملوث و المستقبل للتلوث، فيزداد تركيز الأتربة العالقة و المتساقطة بزيادة سرعة الرياح نظرا لما تثيره من الأتربة المجاورة و من الشوارع الغير مرصوفة، أما بالنسبة للغازات والأبخرة فان تركيزاتها تقل كلما زادت سرعة الرياح التي تساعد انتشارها و بالتالي إلى تخفيف مستوى التلوث(4).

وهناك عوامل أخرى مؤثرة في حركة نقل الملوثات مثل درجة الحرارة في الغلاف الجوي ويتم نقل الملوثات اعتمادا على سرعة الرياح و في اتجاه حركتها. وتعتمد سرعة الرياح جزئيا على خارطة الضغط الجوي.

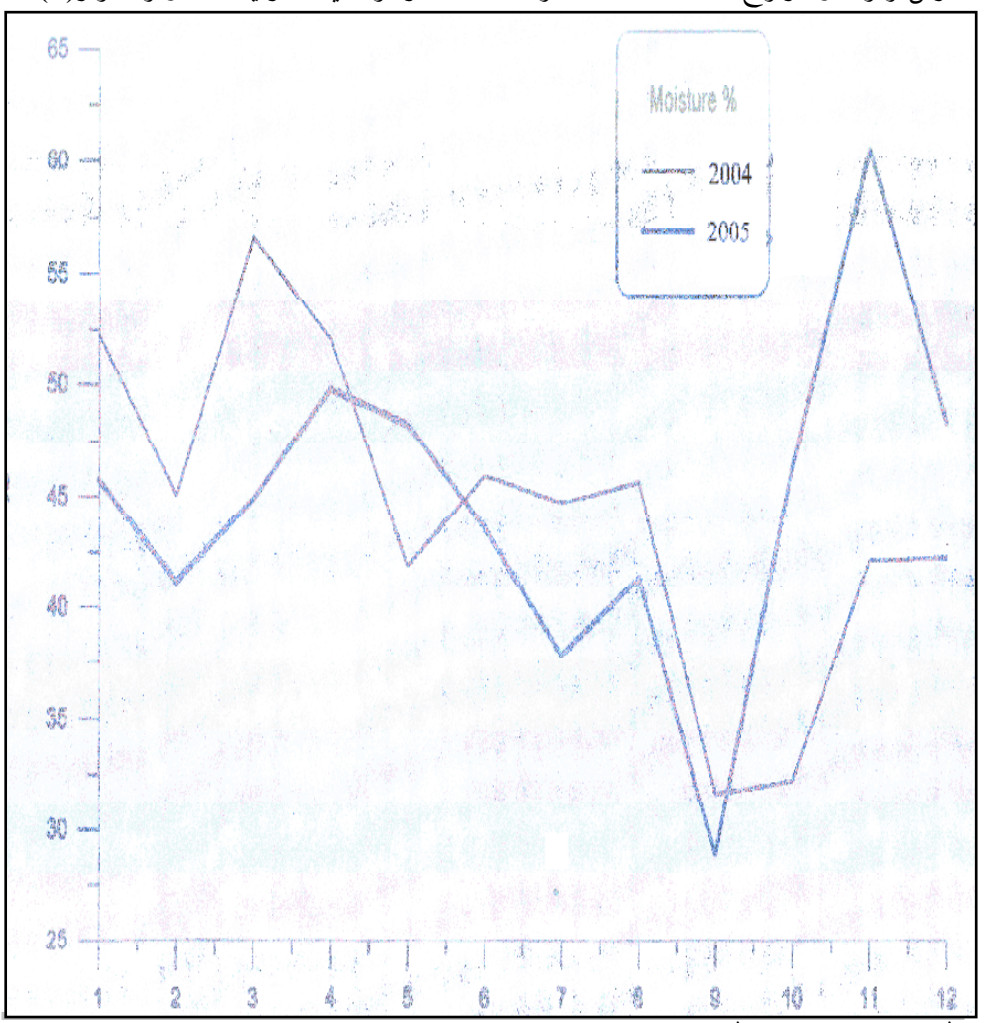
وكلما زادت سرعة الرياح زاد انتشار ونشر الملوثات في الغلاف الجوي. وشكل رقم (2) يبين سرعة الرياح في مدينة صنعاء وأعلى سرعة لها في الأشهر يناير، فبراير، مارس، أغسطس، سبتمبر وتتراوح من 3, 8 – 11,4 م/الساعة بمعدل 9.85كم/ الساعة وأدنى سرعة في ابريل، مايو، نوفمبر، ديسمبر، وتتراوح من7,2-9,9 كم/الساعة بمعدل 8.55كم/الساعة (6) .



شكل رقم **2** يوضح سرعة الرياح في مدينة صنعاء لعام **2004-2005** (**6**)

الرطوبة:

توجد علاقة وطيدة بين الرطوبة وكمية الغبار المتساقط فإذا زادت الرطوبة إلى 40% - 45% يعتبر الجو في هذه الحالة رطبا فيعمل على تساقط اكبر قدر من الغبار المعلق في الهواء والذي يكون قطر حبيباته اكبر من 10ميكرون، والعكس كلما قلت نسبة الرطوبة عن40% فيكون الجو جافا وتبعا لذاك تزداد كمية الغبار العالق في الهواء (3) ..ويلاحظ في الشكل رقم (3) إن أعلى نسبة للرطوبة في مدينة صنعاء في الأشهر مارس، ابريل ونوفمبر تتراوح بين 45-60% وأدنى نسبة للرطوبة في شهري سبتمبر وأكتوبر(6) .



شكل رقم3 يبين نسبة الرطوبة في مدينة صنعاء لعام 2004-2005 (6)

المحاجر حول العاصمة صنعاء والتلوث :

في المحاجر (الكسارات) حول العاصمة صنعاء تتواجد مجموعات من الآلات الكبيرة والتي تقوم بتكسير وطحن الأحجار، وكونها تطلق كميات كبيرة من السحب و الغبار الذي بدوره يعمل غطاء على سماء صنعاء من الهواء الأبيض و نتيجة لعامل الرياح التي تنقلـــة إلى حدود أمانة العاصمة من ثم يختلط مع العوامل الأخرى وتشكل سحابه سوداء.

وجود المحاجر حول العاصمة صنعاء يعتبر إحدى الأسباب الرئيسية لتلوث الهـــواء بالأتربة و الغبار وكذا ترك أكوام من مخلفات المحاجر يعمل على تشوية ســـطح الأرض في تلك المناطق ويجعلها عرضة للرياح ونقل الغبار والأتربة إلى المناطق السكنية. في الشكل رقم (4) و(5) الصور توضح الغبار المتصاعد من هذه المحاجر. وفي الشكل رقـــم (6) توضـــح الصور أكوام من مخلفات المحاجر المعرضة للرياح.

تقسم المحاجر من حيث نوعية الخام إلى :

1 – محاجر في الصخور البازلتية :

توجد هذه المحاجر في الصخور البازلتية لإنتاج مادة ألكري التي تستخدم في البناء ، وتتركز هذه المحا جر في منطقة بني حشيش شمال شرق أمانة العاصمة على بعد حوالي 3كم ، ومحاجر ضلاع همدان شمال غرب العاصمة .

2 محاجر في الصخور الرملية :

المحاجر في الصخور الرملية لاستغلال مادة الرمل في الأعمال الإنشائية وتتواجد في منطقة ذهبان شمال أمانة العاصمة ، الآثار البيئية الناتجة من محاجر الصخور الرملية وهـــي إن الغبار المتصاعد غنيا بعنصر السليكون الحر واستنشاقه لفترات زمنية طويلة يؤدي إلى حدوث التهابات في الجهاز التنفسي والحساسية الصدرية (7) .

الجانب العملي وإجراء القياسات :

وبهدف دراسة التلوث والآثار البيئية الناجمة عن هذه المحاجر ونظرا لعددها الكـــبير حول العاصمة فقد تم اختيار البعض منها وفي أماكن مختلفة كما هو موضح في الشكل رقم (1) وتم أخذ القياسات من المحاجر مباشرة بواسطة جهاز فلتر الهواء للمواد العالقة التي يكون

قطر حبيباتها اقل من 10 مكيرون ، وأخذت ستة قياسات من كل محجر من المحاجر المذكورة في الجدول رقم(1).

ولقد تم أجراء هذه القياسات في شهر ابريل 2005م وكانت الظر وف الجوية كالتالي :

- سرعة الرياح كانت 7.7 كم/ الساعة كما هو مبين في شكل رقم(2)
- الرطوبة كانت 49% كما هو موضح في شكل رقم (3)

وقد تم تحديد عدة مواقع في عدد من المحاجر كما هي موضحة في الجدول رقم (1)

A- محجر منطقة ذهبان

B - محا جر في منطقة صرف بني حشيش

C – محاجر في منطقة ضلاع همدان

تاريخ اخذ العينة	الموقع	المواد العالقةµg/m	المتوسط
8/4/2005	A	190 188 210 196 213 205	200
9/4/2005	B	151 152 145 146 145 153	150
10/4/2005	C	168 169 168 172 171 172	170

جدول رقم (1) يوضح ملوثات الهواء من المواد العالقة في المحاجر المختارة

.

مناقشة النتائج :

الجدول أعلاه يوضح تلوث الهواء بالأتربة العالقة ويظهر أعلى تلوث في محجر منطقة ذهبان حيث وصل تركيز الملوثات إلى 200ميكروجرام في المتر المكعب، ويليه محاجر منطقة ضلاع همدان وصل تركيز الملوثات إلى 175ميكروجرام في المتر المكعب. ثم محاجر منطقة صرف بني حشيش وصل تركيز الملوثات إلى 150ميكروجرام في المتر المكعب.

هذه التركيزات يمكن مقارنتها بالحد الاقص المسموح به في الهواء للمواد العالقة كمعدل يومي هو 260 ميكروجرام في المتر المكعب(3) . وكما هو واضح من الجدول إن تركيز الملوثات في الهواء في المواقع الثلاثة لا تزال ضمن الحدود المسموح بها لحماية السكان من الأتربة . ولكن مع إن النماذج التي جمعت في شهر ابريل وهو شهر تكثر فيه الأمطار وبالتالي فقد تم غسل كميات من الغبار ، إضافة إلى ذلك إن أعلى نسبة للرطوبة في مدينة صنعاء في الأشهر مارس ،ابريل ونوفمبر كما هو مبين في شكل رقم (3) وهذا يعني إن اكبر كمية متساقطة من الغبار في الأشهر المذكورة ، ومن ذلك نستنتج إن كمية تركيز الغبار يمكن أن تزداد إذا كررت هذه العينات في الأشهر الجافة .

شكل رقم (4) صورة لإحدى المحاجر في منطقة ذهبان توضح الغبار المتصاعد

شكل رقم (5) صورة لأحدى المحاجر في منطقة بني حشيش توضح الغبار المتصاعد وبالقرب من الأحياء السكنية

شكل رقم (6) (أ)

شكل رقم (6) (ب)

صور تبين أكوام من مخلفات المحاجر المعرضة للرياح ونقل الغبار والأتربة

إلى الحقول الزراعية والمناطق السكنية

الأوضاع الصحية للعاملين في هذه المنشات وللمواطنين في الوحدات السكنية المجاورة :

تبين من الاستبيان الذي أجريناه مع العمال في المحاجر المختارة إن إصابات متكررة بالأمراض التالية:

1- التهابات الصدر والقصبة الهوائية .

2- التهابات الجيوب الانفية .

3- التهابات العيون

ثم اخذ عينات للقاطنين في الوحدات السكنية المجاورة لمحجر ذهبان عبر المركز الصحي في المنطقة ،وكان عدد الداخلين في الاستبيان 60 فردا وتبين إن سبعة عشر فردا منهم وصل إلى المركز الصحي يعاني من أمراض الجهاز التنفسي المختلفة . ولغرض المقارنة أخذت عينة من منطقة أخرى بعيدة عن المحاجر وهي سعوا ن وعبر المركز الصحي فيها ولنفس الفترة الزمنية والداخلين في الاستبيان 60 فردا أيضا ،تبين إن ستة أفراد فقط منهم وصل إلى المركز الصحي يعاني من أمراض الجهاز التنفسي المختلفة . مع العلم إن هذا الاستبيان تم تنفيذه في ابريل 2005م.

الحلول والمقترحات لتفادي المشاكل البيئية الناجمة عن المحاجر(الكسارات):

إن انسب الطرق لضبط نوعية الهواء ومكافحة التلوث هو عدم إنتاج الملوثات أو تقليل انبعاث الملوثات من مصادرها مع التركيز على تنفيذ برامج أخرى هي:

1. سن القوانين والتشريعات الخاصة بنوعية الهواء وضبط تلك النوعية وتحديد الآثار الخطيرة للملوثات في صحة الإنسان. و وضع سياسات وقوانين للمحاجر تحقق استهلاك أقل قدر ممكن من الموارد الطبيعية وبالحد الادني من التلوث والأضرار وتحافظ على التوازن بين الأنظمة البيئية والاقتصادية والاجتماعية.
2. نشر الوعي البيئي الخاص بالتلوث بين السكان وإشراكهم في عملية اتخاذ القرارات حول الحد من التلوث.
3. مكافحة المواد العالقة (الجسيمات) في الهواء من خلال:

أ- استخدام المخازن المغلقة لمنع تطاير الغبار.

ب- يمكن استخدام الماء كعامل مبلل لزيادة الرطوبة السطحية في الأماكن التي يمكن انبعاث الغبار منها مثل الكسارات والغرابيل و....الخ.

ج- في بعض الحالات فان تبليل الخامات غير عملي ، ويتم نزع الغبار بواسطة نظام استخلاص يحرر الهواء المحمل بالغبار في نقطه مصدره بواسطة فرازة . ومن هذه الفرازات المستخدمة هي : مجمع الغبار الميكانيكي وغرف الترسيب ألجاذبي ، والمرشحات الكيسية و غيرة.

الاستنتاجات والتوصيات :

الاستنتاجات :

من خلال هذا البحث أمكن التوصل إلي النتائج التالية :

1. المحاجر حول العاصمة صنعاء قسمت من حيث نوعية الخام إلى محاجر في الصخور البازلتية ومحاجر في الصخور الرملية .
2. ومن قياس ملوثات الهواء بواسطة جهاز فلتر الهواء للمواد العالقة التي قطر حبيباتها اقل من 10ميكرون ، تبين أن أعلى تلوث في محجر منطقة ذهبان حيث وصل تركيز الملوثات إلى 200 ميكروجرام / م3 ، وان أقلها في محاجر منطقة صرف (بني حشيش) ، وصل تركيز الملوثات إلى 150 ميكروجرام / م3 ، مع العلم أن الحد الأقصى المسموح به في الهواء للمواد العالقة كمعدل يومي هو 260 ميكروجرام / م3 . وكما هو ملاحظ أن تركيز الملوثات لاتزال ضمن الحدود المسموح بها لحماية السكان من الأتربة ، ولكن مع مراعاة إن النماذج التي جمعت في شهر ابريل وهو شهر تكثر فيه الأمطار وبالتالي فقد تم غسل كميات من الغبار .
3. من دراسة الأوضاع الصحية للعاملين في هذه المنشآت وللمواطنين في الوحدات السكنية المجاورة تبين تكرار إصابتهم بأمراض الجهاز التنفسي المختلفة .
4. نوصي بأخذ عينات (تكرار) في الأشهر الجافة .

التوصيات :

1) سن القوانين و التشريعات الخاصة بتلوث الهواء الناجم عن المحاجر (الكسارات) وتحقيق استهلاك اقل قدر ممكن من الموارد الطبيعية وبالحد الأدنى من التلوث والأضرار البيئية.
2) نشر الوعي البيئي الخاص بالتلوث بين السكان.
3) استخدام المخازن المغلقة لمنع تطاير الغبار.
4) الرش بالماء يمكن أن يكون فعالا في موقع الأشغال الجارية لأنة بعد توقف الأشغال تقل جزيئات التراب الدقيقة وبذلك يقل الغبار.
5) في بعض الحالات فان تبليل الخامات غير عملي، ويتم نزع الغبار بواسطة نظام استخلاص يحررا الهواء المحمل بالغبار في نقطة مصدرة بواسطة فرازة .

ومن هذه الفرازات المستخدمة هي : مجمع الغبار الميكانيكي وغرف الترسيب ألجاذبي و المرشحات الكيسية وغيرة.

غرف الترسيب تحت الجاذبية الأرضية : Gravitational Setting Chambers

غرف الترسيب تحت الجاذبية الأرضية مبسطة في التصميم و التشغيل ، وكما إنها نظم تجميع رخيصة تستغل فيها قوى الجاذبية الأرضية لترسيب الحبيبات في حركتها الراسية حيث يمر الهواء الملوث في أنابيب إلى غرف كبيرة و يترسب تحت تأثير الجاذبية ، غير أن كفاءة الغرف قليلة لإزالة الحبيبات الصغيرة ويمكن بواسطة غرف الترسيب إزالة الحبيبات الكبيرة والذي يزيد قطرها عن 100 ميكرومتر.

المرشحات الكيسية : Baghause filter

يمر الهواء الحامل للمواد العالقة ليتم حجز الغبار داخل هذه الأكياس . وتستعمل مواد القماش أو الصوف أو النايلون أو الألياف الزجاجية . وتزيل بهذه الطريقة حوالي % 99 من الدقائق بما فيها الدقائق الصغيرة جدا . و من الجدير بالذكر أن طريقة المرشحات الكيسية هي الطريقة الوحيدة لإزالة الدقائق الصغيرة جدا والتي تعد من أهم المواد العالقة في الهواء بسبب خطورتها علي صحة وسلامة الإنسان.

6) إدخال التكنولوجيا الحديثة ضمن المحاجر و الحاوية علي فلترات خاصة على مستوى آلات التكسير و الطحن و الغرابيل، وكذا المنشات التي ينبعث منها الغبار.
7) إبقاء وضع المركبات بأفضل وضع وتحسين كفاءة عمل المحرك للاستفادة من الوقود و الحد من التلوث .
8) يجب استخدام طرق أخرى غير عمليات التفجير ومن هذه الطرق استخدام مادة أو عجينة تسمى Plaster من خصائصها مايلي :
   - آمنة
   - سهلة الاستخدام.
   - يمكن التحكم بها أثناء قطع الصخور.
9) زراعة الأشجار حول المحاجر وكذا في مدينة صنعاء وما حولها كون زراعة الأشجار تعمل على مكافحة الأضرار البيئية الناتجة عن الكسارات وتقليل الضجيج و التقليل من عوادم المركبات ، وتحد من تطاير الغبار وتعمل على إيقاف تحرك الرمال ،

أضف إلى ذلك إسهامها الكبير في زيادة الأكسيجين الذي تعاني من نقصه مدينة صنعاء .

10) يجب دفن مواقع الحفريات في المحاجر ، وسد الحفر وتخفيض الانحدارات وتسوية ارض العمل إلى مستوى الأرض المجاورة وتجديد التربة وإعادة الغطاء النباتي حتى لا تصبح مستنقعات وبيئة لنمو الحشرات الضارة .

11) عدم ترك أكوام من مخلفات المحاجر.

المراجع العربية:-

1. الألفي ز. ا . الأثر البيئي للأنشطة التعدينية، الهيئة المصرية العامة للمساحة الجيولوجية و المشروعات التعدينية القاهرة عام 1996 م .
2. عصام محمد عبد الماجد أحمد، الهندسة البيئية. دار المستقبل للنشر و التوزيع عمان الأردن عام 1995م .
3. عبد الهادي ى.ا. وأروى ش . ط ، التلوث البيئي . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة الموصل ، الموصل 2002 م . الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة فرع الموصل .
4. منجي م .ع ، الخريطة الصناعية البيئية، تقرير مرحلي ،مؤسسة فريد ريش ايبرت القاهرة عام 1992 م .
5. محمد الماجد ع.م. والحسن ب.م.، الإنسان والبيئة – معالجة المخلفات البيئية . معهد الدراسات البيئية ،جامعة الخرطوم ، الخرطوم1986م .
6. هيئة الأرصاد الجوية ، التقرير السنوي صنعاء 2005م

المراجع الأجنبية : –

7. **Davis.M.L. ,and Cornwell,D.A. .''introduction to environmental engineering,'' McGraw-Hill inc., New York, 2nd.edi, chemical engineering series,1991.**
8. **Peavy, H.S., Rowe, D.R. and Tchobanogious,G ''Environmental engineering,''McGraw-Hill book co. New York , 1985.**
9. **Vesilind ,p.a,Peirce,J.J. Weiner, R.F.''Environmental engineering'',2nd ed ., Butterworth-Heinemann, Boston, 1990 .**