جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية
كلية علوم الحاسوب والرياضيات
قسم الرياضيات الطبية

استخدام النماذج الرياضية في تنبؤ التلوث البيئي

بحث مقدم

الى مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات / قسم الرياضيات الطبية وهو جزء من متطلبات نيل

درجة البكالوريوس علوم في الرياضيات الطبية

من قبل الطالب

حسن حيدر سعود عبد

بإشراف

أ.م.د. ضياء غازي صالح

د. سجى مهدي جابر

1439هـ

2018م

بسم الله الرحمن الرحيم

(هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَّرَهُ مَنَازِلَ
لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَٰلِكَ إِلَّا
بِالْحَقِّ ۚ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ)

صدق الله العلي العظيم

سورة يونس – الاية 5

الإهداء

إهدائي إلى . . .

من جمع بين سعادتنا وحزننا

إلى من لم نعرفهم . . . ولن يعرفونا

إلى من نتمنى إن نذكرهم . . . إذ ذكرونا

إلى من نتمنى إن تبقى صورهم . . . في عيوننا

إلى الأرواح التي سكنت قلوبنا

إلى من نذكرهم ونسونا

حشدنا لولاكم لما وصلنا . . .

تقف الكلمات إمام شخصا له الفضل علي في حياتي من ولادتي إلى يومي هذا غذاني بالحنان وسهر علي

الليالي كي أصل إلى ما وصلت إليه

(أمي)

تحت جناحيه الأمن والأمان وفي عينيه الابوة والحنان وفي يديه العطاء والكرم

(أبي)

إلى من كانو يضيئون لي الطريق ويساندوني ويتنازلون عن حقوقهم لإرضائي

(إخوتي)

إلى من زرعوا التفاؤل في دروبنا وقدموا لنا المساعدات والمعلومات

(أصدقائي)

الى رفيقة دربي وحبيبتي اختصر كلامي ب احبكي

(زوجتي)

الشكر و التقدير

بعد الحمد لله وشكره. . . .

فان الوجدان شكر وعرفان . . . لابد من التعبير عنه

للذين اتسعت صدورهم لنا وساهموا في انجازنا لهذا البحث . . . .

ابتداء من كلية علوم الحاسوب وتكنولوجيا المعلومات . . . . وأساتذتنا الأفاضل جميعا

إقرار المشرف على البحث

أشهد أن إعداد مشروع بحث التخرج قد جرى من قبل الطالب

(**حسن حيدر سعود عبد شلاكه**) وتحت عنوان (استخدام النماذج الرياضية في تنبؤ التلوث البيئي) تحت إشرافي في قسم رياضيات طبيه/ كلية العلوم الحاسوب والرياضيات/ جامعة القادسية وكجزء من متطلبات نيل درجه البكالوريوس علوم الرياضيات الطبية.

التوقيع:

اسم المشرف:

المرتبة العلمية:

التاريخ: / /2018

الخلاصة

يعد النمو الاقتصادي المتسارع وأنماط الإنتاج والاستهلاك السائدة سبباً في التردي البيئي، وقد تنبه العالم متأخراً بمخاطر هذا التردي وتداعياته على متغيرات البيئة، التربة والمياه والهواء، وكان العنصر البشري هو الاكثر تأثراً لأن الأمر يتعلق بالرفاهية والصحة البشرية والامن الاجتماعي والبيئي.

يعد مؤتمر ستوكهولم في سبعينيات القرن الماضي حول البيئة البشرية نقطة التحول في العمل البيئي، وقد عد هذا المؤتمر ان البشر مكون اساسي من مكونات البيئة.

شهد العالم بعد ذلك عقد مؤتمرات عديدة اسست لمرحلة جديدة من التعاون الدولي في مجال حماية البيئة، وان كان الاهتمام العالمي منصباً على اصدار التوجيهات والتوصيات غير الملزمة للأطراف المعنية مما فاقم من مشكلات البلدان النامية والمتقدمة على حد سواء.

ان التلوث والتدهور البيئي وبسبب السلوك غير المستدام للبشرية قد ساهم بشكل او بآخر في تدمير الاوساط البيئية تاركاً آثاراً اقتصادية وصحية وبيئية كبيرة جداً، مما اضعف قدرة هذه الاوساط على استيعاب المخلفات وبالتالي ضعف قدرتها على التجديد.

كان العراق ولا يزال يعاني من حدة التدهور البيئي واثاره وقد شكلت كلفة هذا التدهور عام 2008م ما نسبته 8% من الناتج المحلي الاجمالي وهذه النسبة تفوق نسبة النمو الاقتصادي في هذا البلد، وقد بات فاقدا لمقومات الامن البيئي المتمثلة بالبنى التحتية السليمة والكوادر البيئية المتخصصة والتخطيط البيئي السليم والتكنولوجيا صديقة البيئة، ومما ساعد على هذا الفقدان هو الحصار الاقتصادي والحروب وان الاخيرة تعد نشاطاً هداماً للتنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية.

انعكست الاثار السلبية للتلوث البيئي في العراق على القطاع الزراعي فأدت الى تدني الانتاج كماً ونوعاً ويعود السبب في ذلك الى تدهور متغيرات البيئة الثلاثة التربة والمياه والهواء.

ادت مثل هذه التداعيات على المستويين المحلي والعالمي الى تبني سياسات للحد من التدهور البيئي وكان هناك اعتقاداً سائداً بأن هناك تعارضاً بين التنمية الاقتصادية ومتطلبات حماية البيئة خاصة في المراحل الاولى للتنمية، لذا كان هناك قبولاً بالنمو الاقتصادي المصحوب بالتلوث البيئي.

حدث تحول جديد في السياسات البيئية فبعد ان كانت تلك السياسات تركز على التشريعات والقوانين البيئية، ساد اتجاه جديد يركز على الادوات الاقتصادية التي تعتمد على الية السوق من اجل الحد من ظاهرة التلوث البيئي.

توصلت الدراسة الى جملة من الاستنتاجات منها: ان تدهور النظام البيئي في العراق سبب الحروب والنزاعات والتصنيع وتوسع النشاط الاستكشافي والاستخراج النفطي كما ان العمليات العسكرية والتخريب المتعمد قد عرض القطاع الصناعي الى التدمير واصبح هناك 309 موقعا ملوثا في العراق فضلا عن وجود اكثر من (10 -25) مليون لغم ارضي.

كان هناك عدد من التوصيات اهمها توجيه الادوات المالية (الرسوم، الضرائب، الغرامات) لغرض المحافظة على الموارد بما يضمن عدم الهدر وبالتالي تخفيض الضغوط البيئية.

قائمة المحتويات

التسلسل	العنوان	الصفحة
1	المقدمة	1
2	مشكلة البحث	1
3	الهدف من البحث	1
4	الدراسات السابقة	2
5	التلوث البيئي	5
6	مصادر التلوث	5
7	مصادر طبيعية	5
8	مصادر صناعية	6
9	اسباب التلوث	7
10	انواع التلوث البيئي	7
11	تلوث الهواء	7
12	تلوث المياه	8
13	النقل المائي	9
14	الأضرار الاقتصادية والتكاليف الاقتصادية والاجتماعية للتلوث البيئي	10
15	أضرار التلوث البيئي	12
16	التكاليف الاقتصادية والاجتماعية	12
17	المصادر	14

1. المقدمـــة

يشهد العالم اهتماماً متزايداً بواحدة من أهم مشاكل العصر الحديث التي تهدد الحضارة والمدنية الإنسانية تلك التي أصطلح على تسميتها بتلوث البيئة. أن أهمية هذه المشكلة تكمن في أنها تمس بشكل مباشر صحة الإنسان نفسه وكذلك سلامة بيئته الطبيعية بمواردها الحياتية والمعدنية واللذين يشكلان الأساس المادي لكل النشاطات الإنسانية وفي مقدمتها النشاط الاقتصادي. عشرات الالاف من الكيمياويات تستخدم في صناعة والزراعة والمنازل والمستشفيات والمدابغ والمزارع الحيوانية والمسابك ، ويقدر عدد المواد الكيمياوية العضوية التي تستخدم في الصناعة في الدول النامية بحوالي 50000 مركب والالف مبيدات التي تستخدم في قتل الحشرات والمزارع. مما يزيد الامر صعوبة في تناول موضوع الملوثات الكيمياوية من ناحية البحث او المعالجة هو طبيعة هذه المواد . فهذه المواد لا تقع ضمن ما يتناوله العلماء في الدراسة من حيث احوال المواد المختلفة ودرجة تفاعلها مع غيرها ونواتج تحللها وتأثيرها على الكائنات بصورة مستقيضه. بالرغم من ان هذه المركبات لها صفات عضوية الا أنه لا يمكن تحليلها بأنزيمات لان معظمها مركبات عضوية الاصل تم احلال ذرات الهيدروجين منها بمجموعات كيمياوية ، وبالتالي فقدت خاصيتها ولهذا لا ينطبق عليها قوانين العضوية المعروفة من حيث التفاعل والتحلل وغيرها (1)

2. مشكلة البحث

نظراً للظروف البيئية السيئة التي يعيشها العراق في السنوات الأخيرة ، وبسبب تعرضه لبعض العوامل الطبيعية والمناخية، بالإضافة الى تعرضه الى عوامل أخرى نتيجة للنشاط البشري ، وما خلفته الحروب في السنوات الأخيرة ، كل ذلك أثر بشكل كبير على البيئة، وادى الى زيادة التلوث البيئي في العراق بشكل عام ، ومدينة بغداد بشكل خاص، مما جعل من المهم ضرورة التعرف على أهم العوامل التي تؤثر على البيئة ، والتي تسهم في زيادة التلوث البيئي، ومحاولة معالجتها أو تقليل تأثيرها للوصول الى بيئة نظيفة ، حيث أن الحفاظ على البيئة ليس فقط يحافظ على صحة الانسان ، وإنما يعتبر من أبرز عوامل تطور الدول ورقيها.

3. الهدف من البحث

استخدام النماذج الرياضية التي تساعدنا على فهم مشكلة التلوث البيئي وكذلك التنبؤ بمقدار التلوث البيئي ومعرفة مصادر التلوث وأسبابه وأنواعه بسبب التطور الحاصل في الآلات واحصائيات التلوث وكيفية تقليل التلوث بمعالجات الكيميائية والتقليل منها

4. الدراسات السابقه:

في عام 1993م قام الباحث (الحديثي، عصام مولود عبد اللطيف عياش)[2] باستعمال اسلوب بوكس– جنكنز للتنبؤ بانتاج محصول الذرة الصفراء في القطر العراقي ، وذلك بالاعتماد على البيانات السنوية لمحصول الذرة الصفراء في العراق للمدة من عام (1941– 1991م)، والتي تم الحصول عليها من الجهاز المركزي للإحصاء في وزارة التخطيط، حيث قام الباحث ببناء أفضل انموذج تنبؤ والذي من خلاله تم التنبؤ بانتاج محصول الذرة الصفراء في العراق لعام 2000م.

- في عام 1993م قامت الباحثة (الراوي ، بيداء إسماعيل عبد الوهاب)[3] باستعمال اسلوب بوكس – جنكنز للتنبؤ بدرجات الحرارة العظمى والصغرى لمدينة بغداد ، وذلك بالاعتماد على البيانات الشهرية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى لمدينة بغداد للمدة من عام (1980 – 1991) م ، والتي تم الحصول عليها من الهيئة العامة للأنواء الجوية ، حيث قامت الباحثة ببناء أفضل انموذج تنبؤ والذي من خلاله تم التنبؤ بدرجات الحرارة العظمى والصغرى لمدينة بغداد وللأشهر الإثنا عشر لسنة 1992م.
- في عام 2003م قام كل من (الناصر، عبد المجيد حمزة، والنعيمي، سعد أحمد عبد الرحمن، وآخرون)[4] باستعمال اسلوب بوكس– جنكنز للتنبؤ بمعدلات التلف في مستلزمات انتاج السكاير في الشركة العامة للتبوغ والسكاير التابعة لوزارة الصناعة والمعادن ، وذلك بالاعتماد على البيانات الشهرية لمعدلات التلف في مستلزمات انتاج السكاير للمدة من عام (1999– 2001م)، والتي تم الحصول عليها من الشركة نفسها، حيث قام الباحثون ببناء أفضل انموذج تنبؤ والذي من خلاله تم التنبؤ بمعدلات التلف في مستلزمات انتاج السكاير في الشركة العامة للتبوغ والسكاير للأشهر الثلاث الأولى من عام 2002م.
- في عام 2011م قام كل من (أرهيف ، نرجس هادي ، وزامل ، أزهار سلمان)[5] باستعمال اسلوب بوكس – جنكنز للتنبؤ بانتاج الطابوق في العراق ، وذلك بالاعتماد على البيانات السنوية لإنتاج الطابوق في العراق للمدة من عام (1957– 2007م)، حيث قامت الباحثتان ببناء أفضل انموذج تنبؤ والذي من خلاله تم التنبؤ بإنتاج الطابوق في العراق وللأعوام من (2010– 2019م) ، وقد توصلت الباحثتان إلى أن كمية الانتاج المتوقعة سوف تكون قليلة مقارنة بالأعوام السابقة.
- في عام 2012م قامت الباحثة (طعمة ، سعدية عبد الكريم)[6] باستعمال اسلوب بوكس – جنكنز للتنبؤ بأعداد المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الأنبار وذلك بالاعتماد على البيانات الشهرية

لأعداد المصابين بالأورام الخبيثة في محافظة الأنبار للمدة من عام (2006 – 2010)م ، وقامت الباحثة ببناء افضل انموذج تنبؤ والذي من خلاله تم التنبؤ بأعداد المصابين بالأورام الخبيثة شهرياً ولسنتين لاحقتين.

- في عام 2012م قامت الباحثة (الشمري، أسماء نجم عبد الله)[7] باستعمال اسلوب الانحدار اللامعلمي الرتيب لتقدير فترة الثقة لمجموعة من النماذج وتطبيقها في مجال تلوث الهواء لمدينة بغداد ، وذلك بالاعتماد على البيانات الشهرية لتراكيز الجسيمات العالقة والرصاص والحديد في محافظة بغداد للنصف الثاني من عام 2009 والنصف الأول من عام 2010 ، والتي تم الحصول عليها من وزارة البيئة ، وقد توصلت الباحثة إلى أن الطريقة المقترحة الثانية والتي تم فيها تقدير دالة الانحدار اللامعلمي باستخدام الانحدار الموضعي المتعدد الحدود الـ(loess) هي أفضل طريقة لكل النماذج المستعملة ولجميع التوزيعات.
- في عام 2013م قام الباحث (الزبيدي، محمد صبري)[6] باستعمال اسلوب بوكس – جنكنز للتنبؤ بكلفة وعدد الوحدات السكنية في العراق، وذلك بالاعتماد على بيانات تعداد عام 1977م ولجميع محافظات العراق ما عدا إقليم كردستان، وكذلك الرصد السكني المستخرج من بيانات التعداد العام للمباني والمنشآت وحصر المساكن والأسر لعام 2009م، حيث قام الباحث ببناء أفضل انموذج تنبؤ بكلفة الوحدات السكنية لكل محافظة وللأعوام من

(2013– 2016م)، كما قام الباحث ببناء أفضل انموذج تنبؤ بعدد الوحدات السكنية لعموم محافظات العراق وللأعوام من (2013 – 2016).
- في عام 2013م قامت الباحثة (السلطاني ، حلا مثنى محمد فتحي)[7] باستعمال اسلوب بوكس – جنكنز للتنبؤ بإنتاج محصولي الشلب والقطن في العراق ، وذلك بالاعتماد على البيانات السنوية لإنتاج محصولي الشلب والقطن في العراق للمدة من عام (1941 – 2011)م ، والتي تم الحصول عليها من الجهاز المركزي للإحصاء في وزارة التخطيط ، حيث قامت الباحثة ببناء افضل انموذج تنبؤ بإنتاج محصول الشلب وللأعوام من (2012 – 2016)م ، كما قامت الباحثة ببناء افضل انموذج تنبؤ بإنتاج محصول القطن وللأعوام من (2012 – 2016)م ، وقد استنتجت الباحثة بأن هناك انخفاض ملحوظ بإنتاج الشلب ، أما بالنسبة لانتاج القطن فقد كان هناك تذبذب ملحوظ في الانتاج.
- في عام 2014م قامت الباحثة (الحيدر ، خالدة كريم عمران)[4] باستعمال اسلوب بوكس – جنكنز للتنبؤ بإنتاج التمور في العراق ، وذلك بالاعتماد على البيانات السنوية لإنتاج التمور في

العراق للمدة من عام (1963 – 2012)م ، والتي تم الحصول عليها من وزارتي الزراعة والتخطيط ، وقامت الباحثة ببناء أفضل انموذج تنبؤ والذي من خلاله تم التنبؤ بانتاج التمور في العراق وللأعوام من (2013 – 2016)م ، وقد استنتجت الباحثة بأن كميات الانتاج اخذت في التناقص التدريجي مما يشير إلى التدني الواضح في مناطق الانتاج.

- في عام 2014م قام الباحث (الكرعاوي، علي نعيم ناصر عباس)[8] باستعمال اسلوب التحليل العاملي والتحليل العنقودي لتحليل أثر التلوث البيئي على المستوى الصحي في العراق ، وذلك بالاعتماد على البيانات الخاصة بأمراض (التهاب الكبد الفايروسي، التدرن، والتسمم) لجميع محافظات العراق عدا اقليم كردستان وللأعوام من (2010– 2011 م) ، والتي تم الحصول عليها من وزارة التخطيط ، وقد توصل الباحث إلى أن النفايات كان لها الأثر الأكبر في انتشار الأمراض المذكورة أعلاه، يليها المواد الكيمياوية، ثم المخدومون بشبكة المياه.
- في عام 2014م قامت الباحثة (الحسيني، مريم عبد الحسين أصغر علي)[3] باستعمال اسلوب الانحدار الخطي المختلط وتطبيقه في المجال البيئي ، وذلك بالاعتماد على البيانات الخاصة بكل من (الغبار العالق، متوسط سرعة الرياح، الرطوبة النسبية، الضغط الجوي عند مستوى البحر، الغبار المتصاعد، درجة الحرارة العظمى) لجميع محافظات العراق عدا اقليم كردستان وللأعوام من (2008 – 2013م)، والتي تم الحصول عليها من دائرة الأنواء الجوية والرصد الزلزالي/ قسم المناخ، وقد توصلت الباحثة إلى معنوية تأثير كل من (الرطوبة النسبية، الغبار المتصاعد، ودرجة الحرارة العظمى) على الغبار العالق.
- في عام 2014م قام الباحث (سلمان، سيف عدنان)[8] باستعمال اسلوب بوكس– جنكنز والمجموعات الضبابية للتنبؤ ببعض نسب التلوث في مياه الشرب لمدينة بغداد ، وذلك بالاعتماد على البيانات الخاصة بمعدل الفحوصات الكيميائية الشهرية للمواد الصلبة الذائبة وفحص العكورة لمياه الشرب في مدينة بغداد وللفترة من (كانون الثاني 2004– كانون الأول 2013)، والتي تم الحصول عليها من دائرة ماء بغداد، حيث قام الباحث ببناء افضل انموذج تنبؤ بمعدل الفحوصات الكيميائية للمواد الصلبة الذائبة للفترة من (كانون الثاني 2014 – حزيران 2014)، كما قام الباحث ببناء افضل انموذج تنبؤ لفحص العكورة للفترة من (كانون الثاني 2014– حزيران 2014)، ثم قام الباحث بالمقارنة بين الطريقتين المستعملتين بالتنبؤ.

5. التلوث البيئي :

أن مشكلة التلوث البيئي (Environmental pollution) هي ظاهرة ناجمة عن فعل الملوثات (Pollutants) في النظام البيئي وتبدو أهمية وتركيز تلك الظاهرة وفقاً إلى كميات وأصناف وتراكيز الملوثات المختلفة المطروحة إلى البيئة.

وتتعدد التعاريف الخاصة بمفهوم التلوث وحسب الهدف الذي يسعى إليه الباحثون من دراسة مشكلة التلوث البيئي ويمكن ملاحظة ذلك من خلال مجموعة من التعاريف ومنها:

تعريف العالم البيئي LUND حيث عرفه بأنه "التدهور الحاصل في الأنشطة المختلفة وذلك نتيجة استخدام تلك الأنشطة لكل من موارد الهواء والماء وتدهور كفاءة هذه الموارد وفعاليتها[1].

وبينما حدد التعريف السابق تلوث البيئة في تلوث موارد الهواء والماء فأن MARQNAND قدم التوضيح الآتي للتلوث البيئي "أي تغيير فيزياوي أو كيمياوي أو بيولوجي ويؤدي إلى تأثير ضار في الهواء والماء ويضر بصحة الإنسان والكائنات الحية الأخرى وكذلك يؤدي إلى الأضرار بالعملية الانتاجية نتيجة للتأثير في حالة الموارد المتجددة"[2].

ويعرف البنك الدولي التلوث بأنه "كل ما يؤدي نتيجة التكنولوجيا المستخدمة إلى إضافة مادة غريبة إلى الهواء أو الماء أو التربة في شكل كمي تؤدي إلى التأثير في نوعية الموارد وعدم ملاءمتها وفقدانها خواصها أو تؤثر في استقرار استخدام تلك الموارد"[1].

أما بشأن تعريف الملوثات فقد أشار القانون الأخير بشكل واضح إلى أنه العامل المحرك والمفسر لظاهرة التلوث ولقد عرفها القانون السابق على النحو الآتي "أية مواد صلبه أو سائله أو غازية أو ضوضاء أو إشعاعات أو حرارة أو وهج أو اهتزازات أو ما شابهها أو عوامل حياتية تؤدي بطريق مباشر أو غير مباشر إلى تلوث البيئة[2].

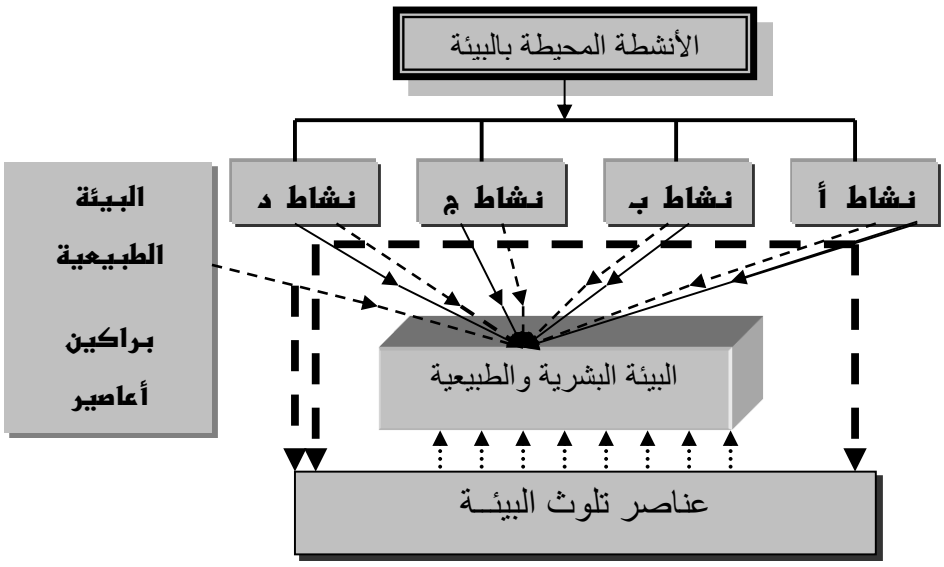
6. مصادر التلوث

(6-1) مصادر طبيعية:

كالغازات والأبخرة التي تقذفها البراكين وما يصاحبها من دقيقات الغبار التي تنتشر في طبقات الكرة الحية، والحمم التي تطفح حول البراكين وأكاسيد الأزوت المتشكلة في الهواء نتيجة حدوث الرعد والدخان المنبعث عن الحرائق الطبيعية... الخ.

(6- 2) مصادر صناعية:

تنشأ من فعل الإنسان سواء نتيجة النشاطات المتصلة بالإنتاج أو نتيجة استعمال طرائق غير علمية في عمليات الإنتاج وما يتخلف عن المدن من قمامة وفضلات وما تلفظه الصناعات من مخلفات غازية وسائلة وصلبه ، وما تنفثه وسائل النقل وما يتراكم في البيئة الريفية من بقايا المواد الكيمياوية الزراعية وما ينتشر في الكرة الحية من المفاعلات النووية ومن ملوثات إشعاعية[3] ويشكل التلوث الناتج عن الأنشطة المختلفة غالبية كمية التلوث الناتج في بيئة معينة كما يتضح من خلال الشكل رقم (1).



شكل (1) دورة حدوث التلوث (3)

- الأضرار التي تلحق بالمجتمع نتيجة عناصر تلوث البيئة للمشروعات والبيئة الطبيعية
- المخرجات الإنتاجية للمشروعات المختلفة
- المخرجات غير الإنتاجية (الفضلات الصناعية) للمشروعات ونواتجه
- عناصر تلوث البيئة بالعوامل الطبيعية الناتجة عن المشروعات والبيئة

7. اسباب التلوث:

- التقدم العلمي والتكنولوجي الذي تولد عنه توسع الإنتاج الصناعي.
- ازدياد عدد السكان في العالم، حيث يسكن الأرض الآن ما يزيد على ستة بلايين نسمة وبزيادة بنسبة 140% خلال الخمسين سنة الماضية، وبحلول عام 2050 يتوقع أن يبلغ عدد سكان العالم تسعة بلايين نسمة[2].

أن التطور والتقدم المادي وتزايد السكان وتنوع نشاطاته أدى إلى الإخلال بالتوازن البيئي ، فتطور الصناعة وهيمنتها على النشاطات الاقتصادية الأخرى ولاسيما في البلدان المتقدمة يترك وراءه آثاراً سلبية لم يدرك العالم بعد مخاطرها الحقيقية تتمثل في بلايين الأمتار المكعبة من المياه الصناعية الملوثة المصرفة إلى المياه الجوفية والسطحية بجانب بلايين الأطنان أيضاً من المواد المنطلقة إلى الجو الذي غدا ملوث إلى درجة الخطورة في بعض بقاع العالم[3] فضلاً عن المواد الصلبة المتبقية على سطح الأرض.

8. انواع التلوث البيئي:

تقسم أنواع التلوث البيئي حسب التقسيم التقليدي المعتمد إلى:

(1-8) تلوث الهواء *Air pollution:*

عرف تلوث الهواء العالم البيئي *Lund* بأنه "خليط من عنصر أو عناصر التلوث والناتجة عن انتشار المواد الصلبة، السوائل والغازات في الهواء الجوي سواء تم ذلك عن طريق عوامل طبيعية أم صناعية وبمعدلات ولمدد قد تؤدي إلى إيذاء الكائنات البشرية والحيوانية وكذلك النباتات والممتلكات، كما قد تؤثر تلك العناصر الملوثة في راحة وهدوء الحياة ذاتها"[1].

وتتألف ملوثات الهواء من أول أوكسيد الكاربون وأكاسيد الكبريت والمركبات الهيدروكربونية والمواد العالقة وأكاسيد النتروجين ... الخ وهناك مجموعة مصادر بيئية لهذه الملوثات هي وسائط النقل والأنشطة الصناعية ومحطات توليد الطاقة الكهربائية والنووية وأخرى تتمثل في الأنشطة المنزلية والحكومية كالمعدات التي تدار بالوقود النفطي أو الفحمي وكذلك الملوثات الناتجة عن حرق وطمر النفايات ، المبيدات الحشرية والزراعية فضلاً عن الضوضاء[2] التي تعد نوعاً مهماً من أنواع تلوث الهواء وتعرف بأنها "الصوت غير المرغوب فيه" والذي ينتشر بصفة خاصة في المجتمعات الصناعية، وتقاس درجات الضوضاء بوحدة الديسيبل *decibel* وهي أقل درجة صوت يمكن لشخص عادي أن يسمعها ويقدر الكلام العادي المسموع بـ (30-50) ديسيبل والصياح بصوت عال

بحوالي 90 ديسيبل وصوت محرك السيارة يصل إلى 90 ديسيبل وصوت الطائرة النفاثة إلى 150 ديسيبل وهكذا[3].

(8 -2) تلـوث الميـاه *pollution* Water:

عرف Lund تلوث المياه على انه تسرب مجموعة مواد إلى حجم من المياه وتكون تلك المواد بكمية وسلوك معينين مما يؤدي معه إلى أحداث تغيير في خصائص المياه وإتلاف منافعها ، ومما يترتب عليه أيضاً أن تكون المياه سيئة المظهر والمذاق وذات رائحة غير مقبولة[1]. وتتمثل ملوثات البيئة المائية بما يأتي[2]:

- الملوثات البيولوجية :

وسببها وجود البكتريا والفيروسات والفطريات والطفيليات والأحياء المجهرية الأخرى في الماء ومصدر هذا التلوث مياه المجاري والفضلات البشرية السائلة والصلبة.

- الملوثات الكيمياوية:

وسببها المركبات العضوية والهيدروكربونات والدهون والحوامض والمركبات غير العضوية مثل الفوسفات والكبريتات والبوتاسيوم والكادميوم والنترات ... الخ وكذلك المعادن السامة مثل الرصاص، الحديد، الزئبق، الزرنيخ، وغيرها وتسمى بالعناصر الثقيلة وتعد المخلفات الصناعية السائلة الأساس لهذا النوع من التلوث.

- الملوثات الفيزياوية:

وسببها وجود مواد عضوية تؤدي إلى تغيير في اللون والطعم والرائحة والعكرة والحرارة والشد السطحي والمواد المشعة، ومصدره مياه المخلفات الصناعية والخدمية ومياه الأمطار المحملة بالأتربة والأطيان والمواد العضوية.

- الملوثات الإشعاعية :

وهذا أخطر أنواع ملوثات المياه حيث لا يرى ولا يشم ولا يحس ويحصل نتيجة لتسرب المواد المشعة في عمليات إنتاج الوقود النووي والتجارب النووية والمفاعلات والمحطات النووية .. الخ وتركزه أخيراً في المياه والعمل على تلوثها .

9. النقل المائي :

اذا تم النظر في نقل الملوثات المتدوجة في المنطقة المشبعه من الجزء السفلي فان معامل القانون الفعلي العام لفنقل الماء المشبع عبر عنصر تمثيل صغير الحجم في الهيكل المسامي للجزء من التحولات البولوجية والكيميائيه هي عمليات التفاعل من الدرجة الاولى ويعطى:

$$S_t \frac{\partial h}{\partial t} + W(x,t) = \nabla \bullet (K \bullet \nabla h) \qquad \dots (1)$$

S_t: معامل تخزين طبقة المياه الجوفية

h: رئس هيدروليكي

W(x,t): تدفق الحجم

∇: المشغل

K: موتور الموصل الهيدروليكي

- **نقل المادة الملوثة:**

معادلة نقل المادة الملوثة للتشتت الحامل للعنصر نفسه من حيث الحجم لمواد كيميائية:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(C + \frac{p_B}{\varepsilon}\right) =$$

$$\nabla \bullet (D \bullet \nabla C)(x,t) - V \bullet \nabla C - \wedge^{\omega} C^{\omega} - \frac{S_s}{\varepsilon}\frac{Q}{V_{ol}} \qquad \dots (2)$$

- **نقل البكتريا:**

تحتوي المياه العادمة على مجموعه كبيره ومتنوعة من البكتريا المسببة للأمراض والفيروسات:

$$d = \sum_{i=1}^{N} d_i, \qquad Y_{i=1} = {}^{d_i}/_{d,} \quad i = 1, \dots, N \; if \; v_i \; denot \qquad \dots (3)$$

10.الأضرار والتكاليف الاقتصادية والاجتماعية للتلوث البيئي:

(1-10) أضرار التلوث البيئي:

تتعدد الأضرار التي تنتج عن مشكلة التلوث البيئي ومن ثم فأن حصرها حصراً دقيقاً لا يمكن تحقيقه وذلك لارتباط تلك الأضرار بمجموعة من العوامل البيئية والطبيعية التي تختلف من وقت لآخر وبصفة عامة فأنه يمكن تقسيم تلك الأضرار على النـحو الاتي [2].

- **الأضرار المادية Physical damages**

وهي تلك الأضرار التي يمكن تقسيمها والتعبير عنها مباشرة في شكل وحدات نقود ومثال ذلك التلف أو الضرر الذي يؤدي إلى استبدال الأصول الثابتة الخاصة بالمشروع أو المجتمع قبل إنهاء العمر الإنتاجي لها وتزايد قيمة عناصر تكاليف الصيانة ، ونقص المحصول الزراعي ، وتأثير النواحي الصحية لأضرار تلوث البيئة على القوى العاملة في المجتمع مما يؤثر بدوره في توريد السلع والخدمات.

- **الأضرار المادية غير الملموسة Recognisable damages**

وهي تلك الأضرار التي لا تحدث آثارها بشكل واضح وملموس كما هو الحال بالنسبة للأضرار المادية البحتة ولكنها تؤثر في الممتلكات الموجودة والأفراد تدريجياً مثل الأضرار ذات الرائحة مثل كبريتيد الهيدروجين وثاني أوكسيد الكاربون وينعكس أثر تلك الغازات على الأصول الثابتة للمشروع كما في حالة تآكل المعدات والمكائن نتيجة آثار كبريتيد الهيدروجين كما يحدث في مصافي تكرير النفط مثلاً.

- **الأضرار التي ليس لها قيمة سوقية Non-Market damages**

ومثال ذلك معاناة بعض الأفراد من أضرار تلوث البيئة الناتجة عن نشاط مجموعة أخرى من الأفراد وبصفة خاصة المعاناة النفسية وأيضاً تزايد معدلات التغيرات الاجتماعية نتيجة الآثار السلبية لأضرار التلوث وتشويه المظهر الطبيعي للبيئة النباتية.

- **الأضرار التي لا يتم قياسها في شكل وحدات نقود**

- **Damages not expressed in monetary term**

فالأفراد المصابين بالالتهابات الشعبية نتيجة آثار تلوث الهواء تلحق بهم مجموعة من الأضرار التي لا تدخل في نطاق نظريات القياس المالي المتعارف عليها وذلك لصعوبة تحديدها في شكل نقدي.

(2-10) التكاليف الاقتصادية والاجتماعية للتلوث البيئي:

- **التكاليف الاقتصادية:**

- أن أضرار التلوث البيئي المشار إليها تكلف الاقتصاد ثمناً باهظاً لمواجهتها إذ فضلاً عن تأثيرها في الموارد البشرية والموارد الطبيعية فأن تلك الأضرار سيترتب عليها تكاليف اقتصادية عديدة تجتمع جميعاً لتشكل عبئاً على كاهل المجتمع البشري وتتلخص تلك التكاليف بالآتي [6]:

أ- خسارة الموارد الطبيعية من خلال الاستغلال الجائر لذلك يعد التلوث من أحد زواياه استنزافاً وقضاء" على هذه الثروات الطبيعية.

ب- تكلفة التخلص من الملوثات ومراقبته والتحكم فيه مثل تنظيف المجاري وتكاليف رفع النفايات ونقلها والتخلص منها وهي تشكل في الوقت الحاضر أكثر العمليات تكلفة.

ت- تكاليف الحفاظ على صحة الإنسان وفي هذا المجال تكون تكاليف التلوث باهظة لأنها تتعلق بالإنسان المسبب ذاته والغاية ذاتها.

ث- تكاليف الفرص كخسارة في تأخير التقدم.

- **التكاليف الاجتماعية:**

وهي التكاليف التي يصعب تحديدها في شكل نقدي أي أنها تبقى دون مراعاة عند احتساب الناتج المحلي الأجمالي وتنشأ تلك التكاليف نتيجة لأحداث تغيير في المعايير الخاصة بعناصر تلوث البيئة أو في درجة المعاناة في بعض الآثار غير المباشرة لعناصر التلوث[6] وتنجم قيمة تلك التكاليف عن الفرق بين التكاليف الاقتصادية والتكاليف الخاصة على مستوى المشروع ويعود ذلك إلى أن تكاليف المنفعة عند استخدام البيئة تحسب عند مستوى صفر للموارد البيئية وتتمثل عناصر التكاليف الاجتماعية بتكلفة العلاج الطبي لأمراض التلوث البيئي وتكلفة الوفاة فهي عناصر يتحملها أفراد غير محددين بالمجتمع المحيط بصناعة ملوثة معينة ومن ثم لا يكون من المتيسر قياسها باستخدام ذات الأساليب التي يتم استخدامها في قياس العناصر الأخرى لتكلفة التلوث في تلك الصناعة[2].

ومن الأمثلة الأخرى على التكاليف الاجتماعية موت النباتات المزروعة بالقرب من المصانع الملوثة أو الحد من نموها، انخفاض في قيمة وإيجار المساكن بسبب التلوث والضوضاء، الإضرار بالثروة السمكية وتناقص حصيلة الصيد السمكي نتيجة لتدهور نوعية المياه وخسارة الوفورات الخارجية المتوقعة في حالة عدم التلوث.

ومن زاوية أخرى يترتب على التكاليف الاجتماعية أضراراً اقتصادية وبيئية تتمثل بالآتي[1]:

أ. أن الاستخدام الإنتاجي للبيئة سوف يصبح أكثر تكلفة وأعلى ثمناً نظراً لأن ذلك يتطلب تنقية المياه الملوثة وتصفية الهواء المحمل بالأكاسيد وتحسين التربة المجهدة وتكاليف الوقاية من الضوضاء.

ب. غالباً ما تكون السلع التي تؤدي إلى تخريب في البيئة عند إنتاجها أو استهلاكها ذات أسعار متدنية مقارنة بالسلع الأخرى الأكثر ملائمة للبيئة والتي تتطلب تكاليف إضافية لتصبح غير ضارة بيئياً وهذا يؤدي إلى زيادة إنتاج واستهلاك السلع الضارة بيئياً في ظل نظام الأسعار السائد.

ت. أن التأثيرات الجانبية والتكاليف الاجتماعية الإضافية تؤدي إلى آثار بيئية سلبية تتطلب القيام بالصيانة والإصلاح والأنفاق لمعالجة الأضرار البيئية المختلفة. وتأسيساً على ذلك يؤكد بعض الباحثين بشؤون اقتصاديات البيئة النظر إلى البيئة على أنها جزء من الاقتصاد وأن استمرار النمو الاقتصادي مرهون بمدى نجاح المجتمع البشري في القضاء على الاختلالات البيئية لاسيما منها تلك التي تحتاج إلى أمن وقائي مثل ندرة الموارد والتلوث الذي يصيب المياه بسبب سوء الصرف الصحي وكذلك الكوارث النووية الفجائية التي تسبب أضراراً صحية واقتصادية بالغة، ويطالب بعض المهتمين بضرورة تطوير الحسابات الاقتصادية بما يتناسب مع التطورات البيئية بالاعتماد على قاعدة معلومات واسعة وموثوقة وحديثة، وعليه فأن مثل تلك الحسابات يجب أن تتضمن تقدير ما يأتي[2]:

ث. قيمة الخسائر البيئية والحيوانية و النباتية.

ج. التكاليف الوقائية الهادئة إلى تجنب استنزاف البيئة والأضرار بها.

ح. كلفة الدراسة والتخطيط الخاص بحماية البيئة و معالجة الأضرار البيئية.

وفي نموذج كي يمكن قياس التكلفة الإجمالي للملوث البيئي بالنسبة للمجتمع بشكل عام وكما يأتي[7]:

$$k = a + x + c$$

k = إجمالي تكاليف المجتمع لتلوث البيئة.

x = التكاليف التي يتحملها أفراد المجتمع نتيجة أضرار التلوث التي يمكن قياسها بشكل مباشر (التكاليف الاقتصادية).

a = تكلفة أضرار التلوث التي يتحملها أفراد المجتمع والتي يمكن قياسها عن طريق السوق.

c = تكلفة رقابة تلوث البيئة عن طريق المجتمع لتحقيق مستوى معين من مستويات التلوث والأنموذج السابق يشمل مجموعة من المتغيرات ذات علاقة طردية في حالة إحداث تغيير في متغير أو متغيرين منها، فإذا ما تم افتراض أن هناك إمكانية لتخفيض كمية التلوث في نشاط معين فأنه سوف تكون هناك زيادة في تكاليف رقابة التلوث، ويكون هناك احتمال كبير لتخفيض الأضرار.

المصادر والمراجع

1- H.F. Lund, (Editor) industrial pollution control, Hand Book, Mc Graw-Hill Book Co, New York, 1971, P.15.

2- J. Marqnand, Some BR0BLEMS of pollution, CHARGING, AND FISCAL POLICY, PAPER FOR INSTITUTE FOR FISCAL STUDIES CON4FERENCE ON 3 RD MAY, 1974, P.10

3. د. حسن أحمد شحاته، التلوث البيئي، فيروس العصر، دار النهضة العربية للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، ط2، 1999، ص51.
4. د. سعيد محمد الحفار، الإنسان ومشكلات البيئة، جامعة قطر، 1981، ص 101.
5. د. أحمد فرغلي، قياس تكلفة تلوث البيئة لصناعة تكرير الزيت بالمملكة بالتطبيق على مصفاة الرياض للبترول ، المملكة العربية السعودية، 1983
6. علي حسن موسى، التلوث البيئي، دار الفكر، دمشق، سورية، 2000، ص72.
7. د. كنعان عمران التميمي، أساسيات المعرفة البيئية، دائرة صحة بابل، العراق، 2001، ص18-21.
8. د. إحسان محمد الحسن، مشكلات البيئة الاجتماعية والمجتمع الصناعي وكيفية معالجتها، مجلة دراسات عمالية، العدد 13، 1985، ص8.
9. د. احمد مدحت اسلام ، التلوث مشكلة العصر، سلسة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافه والفنون - الكويت 1978.