

جامعة تكريت

كلية العلوم قسم الكيمياء

اعداد الطالب: دحام لطيف شويش (دراسات عليا ماجستير)

Green Chemistry

أيها الانسان لك الخيار بين الحياة والانتحار

التلوث و الكيمياء الخضراء

Green Chemistry

الوضع الحالي للعلاقة بين الكيمياء والبيئة

بدأت علاقة الإنسان بالبيئة منذ نشأته على الأرض بالخوف من أخطارها وقسوتها وجهله بالتعامل مع أسرارها . فأخذ يعمل ويناضل ويكافح من أجل تطويعها لمتطلباته وتأمين حياته ليحمي نفسه من أخطارها .

ومع تطور حياته بدأ يتعمق في أسرار الكون ومظاهر البيئة فقامت بينهما علاقة من التناغم والتوافق المتبادل يستثمر البيئة فتعطيها مصادر الحياة بقدر ما يبذل فيها من جهد. ووصل الإنسان إلى عصر العلم والتقنية واهتدى إلى الكثير من أسرار الطبيعة وإلى ما في البيئة من تفاعلات بين المادة والطاقة وصارت مهمة علمه أن يوظف البيئة في خدمته ليحقق لنفسه المستوى الأفضل.

وقد أسهمت الكيمياء بالدور الأعظم في هذه النهضة الحضارية التي شملت شتى مجالات الحياة ثم تحول هذا التناغم بين الإنسان والبيئة إلى عداء مرة أخرى . فقد أسرف الإنسان إسرافاً شديداً في استغلال أشياء كثيرة أخلت بهذا التناغم .

فقد أسرف في استغلال الثروات الطبيعية من مصادر الوقود ومن خامات معدنية وغيرها . حتى بدأت مصادرها تشح بن يديه . كما أسرف في النشاط الصناعي فلوث الأنهار والبحار والهواء . وأفسد الأرض الزراعية بإسرافه في استخدام المخصبات والمبيدات .

وتباينت الآراء حول من كانت الكيمياء صناعتهم – فرأى بعض الناس أن الكيميائيين هم ملائكة الرحمة الذين قدموا للبشرية بضاعتهم التي وفرت للشعوب سبل الرفاهية التي تأسست عليها حضارتهم في مختلف مناحي حياتهم. حيث يرى البعض أن للكيمياء الفضل الأعظم في الثورة الطبية التي قدمت لهم العقاقير التي قضت على كثير من الأمراض التي دمرت البشرية لآلاف السنين فامتدت أعمارهم إلى معدلات لم تعرفها البشرية من قبل فقد ارتفع متوسط عمر الفرد من 47 عاما في سنة 1900 إلى 75 عاما في التسعينات .

كما أنتجت الكيمياء المخصبات الزراعية ومحفزات النمو والمبيدات الحشرية فزادت المحاصيل وتنوعت أصنافها لتوفر الغذاء لهذه الزيادة المتسارعة في عدد السكان . كما واكب التطور الكبير في علم الكيمياء تطوير وازدهار الحياة المادية لبلايين الأفراد من الملبس والمسكن وغيرها .

وفي الجانب الآخر رأى بعض الناس أن الكيميائيين هم شياطين الجن الذين دأبوا على تدمير الإنسان والبيئة. فتفاعلاتهم النووية أبادت ملايين البشر ومتفجراتهم (والتي منحوا عليها جائزة نوبل للسلام) وأسلحة الدمار الشامل من أسلحة كيميائية وبيولوجية وغيرها . بجانب مخلفات صناعاتهم الكيميائية التي تقضي على الزرع والضرع والتي لوثت الماء والهواء والتربة وتسببت في أمراض جديدة لم تعرفها

البشرية من قبل هذا إلى جانب الكوارث البيئية العديدة من تغير في المناخ والاحتباس الحرارى وتدمير طبقة الأوزون .

الكيمياء الخضراء Green chemistry

يتضح مما سبق الحاجة الماسة لتطوير فروع جديدة من الكيمياء تكون أقل خطورة على صحة الإنسان والبيئة. ولقد لاقت هذه الحاجة اهتماما شديدا وأصبح لهذا الأسلوب الجديد في التقنيات الكيميائية مسميات كثيرة مثل الكيمياء الخضراء والكيمياء الحميدة أو الغير ضارة بالبيئة Environmentally Benign chemistry والكيمياء النظيفة clean chemistry ، اقتصاد الذرة Atom economy كذلك عدم الضرر عن طريق التصميم الكيميائي Benign by Design Chemistry .

كل هذه المسميات تعنى اهتمام الكيميائي ليس فقط بخواص الجزيئات المستهدفة (النواتج) أو بفاعلية مادة ما ولكن أيضا الاهتمام بتتبع العواقب المرافقة للعمليات الكيميائية .

ولا يستطيع الكيميائي أن يتجاهل التأثير السلبي للمواد الكيميائية ولذلك فهو مضطر وقادر على تطوير أساليب جديدة في الكيمياء تكون أكثر أمانا وأقل ضررا .

ما هي الكيمياء الخضراء ؟

لقد ذكرنا مرارا أنه لا توجد مواد كيميائية غير ضارة بالبيئة ولكن توجد مواد معروفة بأنها أكثر سمية للإنسان وأكثر ضررا بالبيئة عن مواد أخرى وباستخدام المعلومات الكثيرة المتاحة لنا عن المركبات المتنوعة والتي لها تأثير على صحة الإنسان ولها تأثير بيئي يستطيع الكيميائيون أن يختاروا المركبات الملائمة للاستخدام في عمليات التخليق الصناعي .

وببساطة فإن الكيمياء الخضراء هي استخدام التقنيات الكيميائية والطرق التي تقلل أو تمنع استخدام المواد الخام أو المنتجات الثانوية الناتجة من التفاعل الكيميائي أو المذيبات أو عوامل الحفز الخ في التصنيع والتي تكون خطره على صحة الإنسان أو ضارة بالبيئة .

لماذا يتعاطم الاهتمام بالكيمياء الخضراء ؟

للإجابة على هذا السؤال يجب أن يكون لدينا أولا فهم لطبيعة المشكلة ؟ يوجد جدل واسع حول طبيعة المواد الخطرة على البيئة نتيجة لإطلاق المركبات الكيميائية المصنعة في البيئة ، هناك شك قليل لدرجة عدم اليقين في المعلومات حول السمية والتأثير البيئي وحتى طرق التحليل للمواد الكيميائية وهل ترجع مظاهر الأخطار التي نلاحظها هي مجرد قضاء وقدر. وهذه المسائل كلها لم تحل بعد ولذلك سيستمر الجدل حولها لأجيال قادمة. ولذلك فهناك اختياران منطقيان للمجتمع العلمي. أولا : إما أن يسمح لهذا الشك المشار إليه أن يستمر في شل حركة المحاولات الهادفة للحفاظ على صحة الإنسان سلامة البيئة. والاختيار الثاني : والذي يتبناه الفرع الجديد وهو الكيمياء الخضراء وذلك بقبول الحقيقة بأن إطلاق المواد الكيميائية في البيئة يسبب بعض الزيادات الإضافية في المخاطر على صحة الإنسان والبيئة. ويمكن تجنب هذه المخاطر تماما من خلال استخدام طرق في التصنيع تكون فنيا واقتصاديا قابلة للتطبيق بواسطة المجتمع العلمي الكيميائي .

وكما هي حقيقة في الكيمياء الخضراء وكل فروع العلم فإن العالم يستخدم الوضع الحالي للمعرفة في تقليل مخاطر المواد الكيميائية إلى الحد الأدنى .

لماذا يجب على الكيميائيين السعي لتحقيق أهداف الكيمياء الخضراء ؟

لروبرت كيندي Robert F. Kennsdy مقولة جميلة وهي : " يرى البعض الأشياء كما هي ويسألون لماذا ؟ ولكنى أرى الأشياء كما يجب أن تكون واسأل لم لا ؟ "

ومن أهم الأسباب الفلسفية لوجوب محاولة الكيميائيين لجعل العمل الذي يمارسونه والمواد التي يستخدمونها غير ضارة على قدر المستطاع على البيئة هو أنهم يستطيعون ذلك بالفعل. لانهم يعرفون كيفية تداول وتحويل المركبات الكيميائية والمخاطر الممكن حدوثها وبالتالي يكون لديهم القدرة على تقليل أو إزالة المخاطر لأنفسهم وللمجتمع .

ويعرف طليعة العلماء المجددين في هذا الفرع الجديد من الكيمياء أن هذه الأهداف يمكن تحقيقها ومن المفترض أنه لا يمكن لأي نشاط أن يكون خاليا تماما من المخاطرة فإن الأهداف التي تم التوصل إليها لآليات الكيمياء الخضراء أدت إلى تقليل المخاطر البيئية والأضرار الصحية باتباع طرق جديدة سواء على مستوى المعامل البحثية أو العمليات الصناعية .

وهناك سبب آخر لتطبيق الكيمياء الخضراء بواسطة المجتمع الكيميائي بشكل مكثف وهو أن هذه الكيمياء مبنية على العلوم الجزيئية الأساسية كطريق لحل مشاكل البيئة ولا تعالج المشاكل بطريقة التضميد (bandage) أو الترقيع (Patchwork) لتقليل المخاطر .

ويمكن التعبير عن المخاطر (Risk) بواسطة المعادلة الآتية :

المخاطر = دالة (خطورة المواد ، زمن التعرض لها)

والطريقة التقليدية التي اتبعتها المجتمع والصناعة من خلال السياسات البيئية هي تقليل المخاطر عن طريق تقليل زمن التعرض للمواد الكيميائية عند تثبيت خطورة المواد وباستخدام البيانات الخاصة بسمية المواد وبمعرفة مدى فاعلية التحكم في زمن التعرض المستخدمة فإنه يمكن المناورة حتى الوصول بالمخاطرة إلى حد معين وإلى مستوى مقبول . وهذا المستوى المقبول بالضرورة سيكون كيفيا (وليس كميا) حيث أن السؤال هو مقبول لمن ؟

فحين تكون مخاطر الإصابة بالسرطان عند التعرض لمستوى معين من مادة ما هو 1 : 1000000 والذي حدد بواسطة المجتمع في القوانين المنظمة للبيئة فإنه بالتأكيد ليس مقبولا أن تكون أنت هذا الواحد في النسبة 1 : 1000000 .

وأحد المآخذ الأخرى في إمكانية التحكم في زمن التعرض لتقليل المخاطر أن الاستخدام أو انطلاق المركب الكيميائي قد يؤثر على الأفراد الذين لا يستخدمون هذه الوسائل في التحكم. فمثلا قد يلبس العاملون قفازاً أو نظارة واقية الخ وذلك لحماية أنفسهم من التعرض لمستويات عالية لمادة معينة معروف لها تأثير خطر ولكن الوضع يختلف لتعرض الأفراد الآمنين الذين يتواجدون في اتجاه مجرى النهر أو الريح الناقلة لهذه المادة الخطرة والذين لا يملكون طرق الحماية من ضوابط التعرض .

ونظرا لعدم التيقن من التأثيرات المزمنة وتأثير التراكم البيولوجي والتأثيرات المتداخلة (Synergetic) العالية جدا لعدد كبير جدا من المركبات في ظل معلوماتنا الحالية فإن استخدام التحكم في زمن التعرض لتقليل المخاطر على المجتمع هو محل تساؤل الآن .

والسبب الأخير لمحدودية التحكم في زمن التعرض هو أن هذا التحكم قد لا ينجح . فلا يوجد نظام واقى للوجه أو أجهزة تنفس أو نظارات وقفازات أو ملابس واقية لها صفة الكمال . وحيث أن هذه المعدات التي تستخدم في تخفيض زمن التعرض قد تفشل في أداء مهمتها وبالتالي يتعرض الأفراد المستخدمين لها للحد الأقصى من الخطورة نتيجة التعامل مع هذه المواد الخطرة . وعلى النقيض فإن تقليل المخاطرة من خلال الكيمياء الخضراء باستخدام الإجراءات المناسبة لا يمكن أن تواجه احتمالات الفشل

آليات الكيمياء الخضراء Tools of green chemistry

لقد أصبح من المؤكد تأثير صحة الإنسان والبيئة بالكيمائيات وبمراحل تصنيعها المختلفة . وأصبحت الكيمياء الخضراء مسئولة عن إيجاد الحلول المناسبة لحل كل مشاكل التصنيع القديمة وذلك بإيجاد الحلول البديلة لكل السلبيات السابقة .

وهناك عدة نقاط أساسية تركز عليها الكيمياء الخضراء في تنفيذ أسلوبها وهي :

- 1- مواد بادئة بديلة .
- 2- كواشف بديلة .
- 3- مذيبات بديلة .
- 4- تغيير هدف المنتج .
- 5- عوامل حفز بديلة .
- 6- طرق تحليل كيميائي متطورة .

1-3.المواد البادئة البديلة

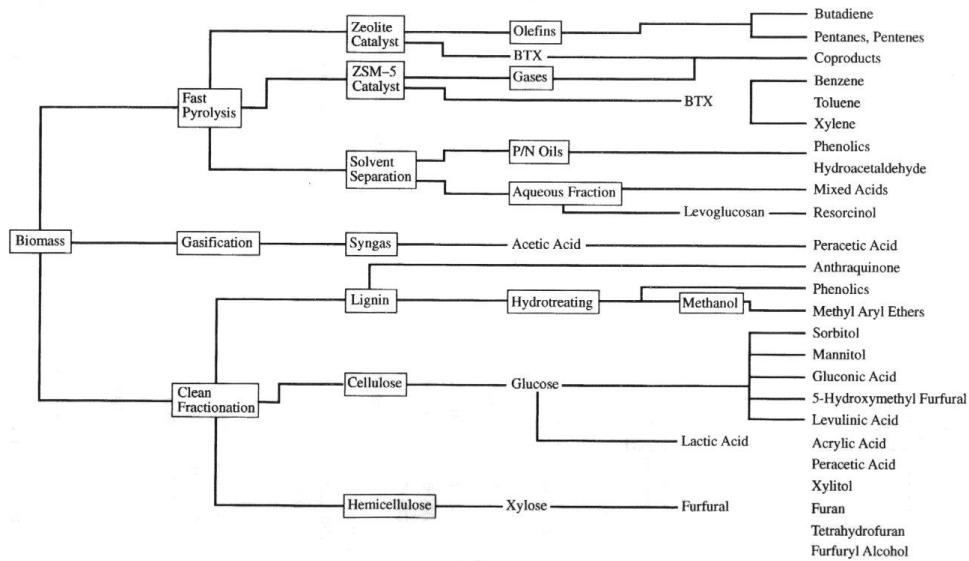
Alternative Feed stocks (Starting materials)

تعتمد طريقة التحضير الكيميائي إلى حد كبير على طبيعة ونوع وخواص المواد البادئة للتفاعل . واختيار مادة أولية معينة لا يعتمد فقط على كفاءتها الكيميائية بل لابد من الأخذ في الاعتبار الأبعاد البيئية والصحية عند تداولها . بمعنى الأخطار التي تواجه الموردين الذين يجهزون هذه المادة والأخطار التي يمكن أن تواجه العاملين أثناء تداولها . والأخطار المحتملة أثناء نقلها .

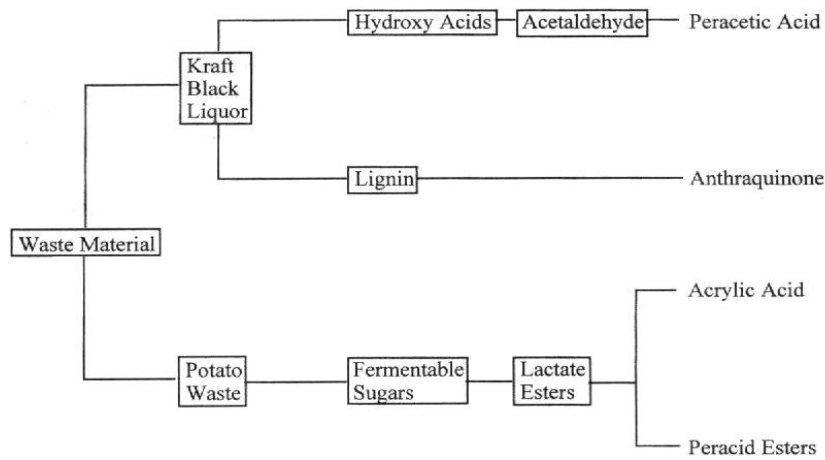
كما أن هناك العديد من الأسئلة يجب الإجابة عليها قبل اختيار المادة الأولية هل هي مادة خام لم تعالج من قبل أو هل هي مادة معاد تدويرها ؟ أو هل هي إحدى المنتجات البترولية ؟ أو هل هي من المواد الحيوية ؟

ومن المفيد أن نعرف أن 98 % من جميع المركبات العضوية المنتجة في الولايات المتحدة مثلاً يبدأ تحضيرها من البترول ويستهلك تحضير هذه المركبات 15 % من جملة الطاقة المستخدمة في الولايات المتحدة . وتزداد هذه الكمية من الطاقة حالياً لأن مصانع التكرير تستخدم خامات بترولية أقل جودة من الخامات السابقة . ولا يخفى علينا خطورة الاعتماد شبة الكلى على البترول في معظم الصناعات الكيميائية لأننا نعرف أنه مصدر على وشك النفاذ في وقت قريب بجانب المخاطر البيئية العديدة التي تصاحب تحضير هذه المركبات من البترول . فعملية الأكسدة التي تجرى على المنتجات البترولية لتحضير بعض المركبات العضوية المهمة اعتبرت تاريخياً أكثر العمليات إحداثاً للتلوث من كل عمليات التحضير الأخرى على الإطلاق .

لذا تقدم الكيمياء الخضراء المنتجات الزراعية كالقمح والبطاطس والصويا والمولاس كمواد أولية بديلة للبترول لتحضير العديد من المنتجات الصناعية مثل الأنسجة والنايلون الخ .
وقد تمت الكيمياء الخضراء بديلا آخر للمنتجات الزراعية كمواد أولية وهو المخلفات الزراعية والكتلة الحيوية التي تتكون أساسا من مواد ليجنوسيلولوزية Lignocellulosic عديدة ويبين الجدولين الآتيين كم المركبات الكيميائية التي يمكن الحصول عليها من هذه المصادر الكيميائية والتي كانت تحضر تقليديا من البترول .



Biological feedstocks.¹⁰



Agricultural feedstocks.¹⁰

المواد ليحدث نفس التفاعلات المطلوبة .

2-3. الكواشف البديلة

عند تحويل المادة الأولية إلى المنتج المقصود يختار الكيميائي الكواشف المطلوبة لإجراء التغيير المطلوب في تركيب بنية الجزيء الأولى . ويجب أن يقيم الكيميائي الكاشف المستخدم من حيث كفاءته ووفرته بجانب أمانه البيئي .

وتحدد طريقة إجراء التفاعل سواء تم بالنسبة المتكافئة أو باستخدام عوامل حفز أو باقتصاد الذرة ونوع المخلفات التي تخرجها أي طريقة مما سبق اختيار افضل الكواشف التي تحقق له التحول المطلوب في ضوء الاعتبارات السابقة .

3-3. المذيبات البديلة

اسند إلى الكيمياء الخضراء مساحة هامة جداً للبحث عن الوسط المناسب الذي يمكن أن تتم فيه التفاعلات بالكفاءة المطلوبة . وذلك لما سببته المذيبات المعتادة وهي غالباً مركبات عضوية متطايرة من سلبات ببنية متعددة مثل الضباب الدخاني Smog وغيره . وقد وصل العلماء إلى بدائل كثيرة تحافظ على الهواء النظيف سيرد ذكرها لاحقاً.

4-3. تغيير هدف المنتج

تركزت أبحاث الكيمياء الصيدلية في كيفية إنتاج مركبات على أعلى درجة من الكفاءة وأقل قدر من السمية أو الآثار الجانبية وهي تتوافق في ذلك مع أهداف الكيمياء الخضراء إلا أن أبحاث الكيمياء الخضراء بدراساتها الدقيقة لبنية الجزيء المستهدف تعمل على تجنب الجزء المسئول عن أي آثار جانبية غير مرغوبة في الجزيء المستهدف . وفي جميع الحالات هناك تحد للمواءمة بين التداخل في فاعلية الجزيء ومدى سميته .

5-3. عوامل حفز بديلة

حققت الكيمياء الصناعية ازدهاراً كبيراً باستخدام عوامل حفز متنوعة وتعددت البحوث لاختيار أنواع الحوافز ودراسة خواصها وفعاليتها الكيميائية إلا أنه في الجانب الآخر لم يحظ التأثير البيئي لهذه الحوافز بالاهتمام الكافي . وكانت الفلزات الثقيلة هي أكثر عوامل الحفز المستخدمة والتي تبين بعد ذلك سميتها الشديدة وتأثيرها المدمر على الإنسان والبيئة لذا اتجهت الأبحاث إلى إيجاد بدائل جديدة مثل الضوء أو الإنزيمات أو غيرها كما سنبين لاحقاً .

6-3. طرق التحليل الكيميائي Process analytical chemistry

يقصد بطرق التحليل الكيميائي رصد الوقت الحقيقي لقياس وتقدير المكونات أثناء سير التفاعل مع إمكانية تغيير مسار التفاعل حسب نواتج التحليل. مثال على ذلك بفرض أن المادة (س) مادة ملوثة وباستخدام طرق التحليل وجدنا زيادة تركيزها بكمية كبيرة أثناء سير التفاعل الذي يجري تحت ضغط عال ودرجة حرارة مرتفعة. فيمكننا بتغيير الضغط ودرجة الحرارة مع استمرار التحليل أثناء سير التفاعل التحكم في أحسن الظروف التي تقلل أو تمنع تكوين هذه المادة الملوثة.

وهناك حالياً كثير من البحوث في هذا الاتجاه وخاصة في مجال التكنولوجيا الحيوية حيث تكون التفاعلات شديدة التعقيد وقيمة الناتج مرتفعة لذا تتضح الأهمية الاقتصادية لهذه الطريقة .

مبادئ الكيمياء الخضراء

يتلخص تعريف الكيمياء الخضراء كما جاء في قسم أبوقراط للكيميائيين " بداية لا ضرار " (First no harm) وهو المعنى الحقيقي للكيمياء الخضراء الذي لا يُعرف الكيمياء الخضراء فقط وإنما يتضمن أيضا المجال الذي تعمل فيه والمدى الذي ستصل إليه مستقبلا وقد وضع الرواد الأوائل لهذا العلم اثنتا عشر مبدأً يتأسس عليها وتوضح اتجاهاته المستقبلية .

مبادئ الكيمياء الخضراء الأثنا عشر:

1. يفضل منع تكوين المخلفات عن معالجتها أو التخلص منها بعد تكوينها.
2. يجب أن تصمم طرق التحضير بحيث تندمج معظم المتفاعلات لتكون المنتج النهائي.
3. يجب أن تصمم طرق التصنيع بحيث تكون المواد البادئة للتفاعل والنااتجة لها أقل قدر من السمية أو تكون غير خطيرة إطلاقا على صحة الإنسان وسلامة البيئة.
4. يجب أن يتميز المنتج الكيميائي بأعلى درجة من الكفاءة الوظيفية وأقل قدر من السمية .
5. يفضل إجراء التفاعلات بدون استخدام مواد إضافية مثل المذيبات أو مواد الفصل وإذا لزم الأمر يجب أن تكون هذه المواد غير خطيرة.
6. يجب الأخذ في الاعتبار احتياج الطاقة نظرا لتكلفتها وتأثيرها البيئي – لذا يكون استخدامها في أضيق الحدود ويفضل تصميم تفاعلات تجرى في درجة الحرارة المعتادة .
7. يجب أن تكون الخامات التي تحتوي على المواد البادئة ، مواد متجددة بدلا من استنزاف الخامات غير المتجددة.
8. يجب ما أمكن تجنب العمليات الكيميائية والفيزيائية غير الضرورية مثل اشتقاق مجموعات بعينها أو إجراء تعديلات مؤقتة في الجزيئات .
9. يفضل استخدام عوامل حفز متخصصة عن الاكتفاء باستخدام النسب المتكافئة من المتفاعلات .
10. يجب أن تصمم المنتجات بحيث لا تستقر في البيئة بعد أداء وظيفتها ويجب أن تكون قابلة للتحلل في البيئة إلى مواد بسيطة غير ضارة بها .
11. يجب تطوير طرق التحليل الكيميائي لتواكب سير التفاعل لحظيا . بحيث

12. يجب اختيار المواد الكيميائية الآمنة من حيث النوع والتركيب بحيث تقلل بقدر الإمكان احتمال حدوث الحوادث الكيميائية من انطلاق الغازات أو الانفجارات أو الحرائق .

وسنتناول فيما يلي كل مبدأ من هذه المبادئ

4-1 منع تكوين المخلفات أفضل من معالجتها بعد تكوينها:

كانت اقتصاديات التصنيع الكيميائي في الماضي تهتم أساساً بتكلفة الخامات الأولية ونفقات التشغيل للحصول على أكبر قدر من المنتج دون الأخذ في الاعتبار أي جوانب أخرى تتعلق بصحة الإنسان وسلامة البيئة. ولكن ظهر في العشرين عاماً السابقة عامل جوهري جديد – بعد تعدد الكوارث الصحية والبيئية – يضاف إلى اقتصاديات التصنيع ألا وهو تكلفة معالجة المخلفات والتخلص من النفايات السامة. وكلما زادت خطورة هذه المخلفات كلما زادت تكلفة معالجتها وينطبق هذا على المصنع الكبير أو على المعمل الأكاديمي الصغير. ولم يبال رجال الصناعات الكيميائية بمشكلة التخلص من النفايات أو معالجتها وكان منطلقهم في ذلك أن معرفتهم بالمواد الخطرة تمكنهم من التعامل معها وتقادي أخطارها. وهو منطق غير واقعي يشبه القول بأن معرفة الطبيب لطرق العلاج لا تجعله يتفادى الأمراض. وغالباً ما تكلف هذه الأخطار ثمناً أكبر من تكلفة معالجتها.

والمعيار الذي تستخدم على أساسه مادة كيميائية بعينها هو نوعية المخلفات التي تنتج عنها ومدى ضررها. ويتمثل العبء في التعامل مع هذه المخلفات هو عدم إمكانية معالجتها بطريقة سليمة أو أنها تستلزم طاقة أو تكلفة عالية في النفقات أو الوقت أو تحتاج إلى تقنية عالية لفصلها عن المنتج والتخلص منها أو تحويلها إلى صورة غير ضارة. وبالرغم من أهمية هذه المعايير بالنسبة للمخلفات إلا أن التقييم الأهم يتركز في تأثيرها على حياة الإنسان وسلامة البيئة. والحقيقة المجردة أن العمليات التي تنتج عنها مخلفات تحتاج لفصل هذه المخلفات ثم معالجتها ثم التخلص منها. أما استخدام المواد الخطرة فيحتاج إلى تداول خاص ووسائل حماية واحتياطات دقيقة. وبمعنى أشمل يجب تقييم نوع المواد المستخدمة وطريقة التصنيع على أساس نوعية المخلفات في ضوء الاعتبارات السابقة. إلا أنه من الممكن في بعض الحالات ألا يكون الضرر كبيراً لدرجة تجعلنا نغير العملية تماماً ولكننا لا يمكن أن ننكر وجود هذا الضرر ونقدر حدوده.

إن العديد من شركات المنتجات الكيميائية في الدول المتقدمة تنفق على البحث العلمي لتطوير منتجاتها نفس القدر من النفقات على الصحة وسلامة البيئة وهو ما يواجه الادعاء بأن جميع نفقات هذه الشركات تذهب فقط لتحضير مواد خطيرة على البيئة. ويختلف الوضع في الجامعات ومعامل البحث الصغيرة التي تعاني من تكلفة التخلص من النفايات الناتجة من التفاعلات – مما يضع قيوداً على الإبداع العلمي والحل الوحيد للحد من تكلفة التخلص من النفايات الخطرة في هذه المعامل هو اتباع تقنيات الكيمياء الخضراء. التي تقلل أو تحد من الإنفاق وتوفر آليات مناسبة للتحكم في الأخطار المصاحبة للتفاعلات الكيميائية.

4-2 يجب تصميم طرق تحضير تعظم إدماج جميع المتفاعلات لتكوين المنتج النهائي :

معظم مراجع القرن العشرين في الكيمياء العضوية لم تكتب فيها معادلات كيميائية متزنة ونادراً ما يذكر في هذه المعادلات أو لا يكاد يذكر إطلاقاً النواتج الثانوية التي تصاحب الناتج الأساسي. وتقيم قيمة التفاعل وكفاءته على أساس مقدار المنتج yield الذي يحظى بالاهتمام الأكبر بينما تعتبر النواتج الثانوية عديمة القيمة وغالباً ما يتم تجاهلها وإهمالها. وفي بعض الأحيان يتكون المنتج الثانوي بكتل وأحجام أكبر من الناتج المطلوب. فالحساب الكيميائي يبني على أساس مولات المتفاعلات مقابل مولات النواتج، فإذا كان مول المادة المتفاعلة ينتج مولا من المادة الناتجة فإن حصة التفاعل 100% أو نعتبره تام الكفاءة بالرغم من إنتاج مواد ثانوية بكميات قد تفوق الناتج الأساسي في معادلة التفاعل ولتجنب ذلك يجب الأخذ بمبدأ النسبة المئوية للناتج ويستخدم حالياً تفاعل وتينج Witting reaction الذي يأخذ بمفهوم الوظيفة.

ويستخدم حالياً مفهوم اقتصاد الذرة Atom economy حيث نقيس الدرجة التي دخلت بها المواد المتفاعلة في المنتج النهائي فإذا دخلت كل المواد المتفاعلة بالكامل في المنتج النهائي كانت طريقة التحضير 100% ذرة اقتصادية. ويمكن تقييم بعض التفاعلات المعروفة من وجهة نظر اقتصاديات الذرة كما يلي :

1-2-4 تفاعلات إعادة ترتيب Rearrangement تفاعلات 100% اقتصاد ذرية

2-2-4 تفاعلات الإضافة Addition تفاعلات 100% اقتصاد ذرية

3-2-4 تفاعلات الإحلال Substitution تعتمد على الكواشف والمتفاعلات

4-2-4 تفاعلات الإزالة Elimination أقل التفاعلات في اقتصاد الذرة

3-4 يجب تصميم طرق تحضير لإنتاج مواد عديمة الضرر على صحة الإنسان وسلامة البيئة أو لها أقل قدر ممكن من الضرر

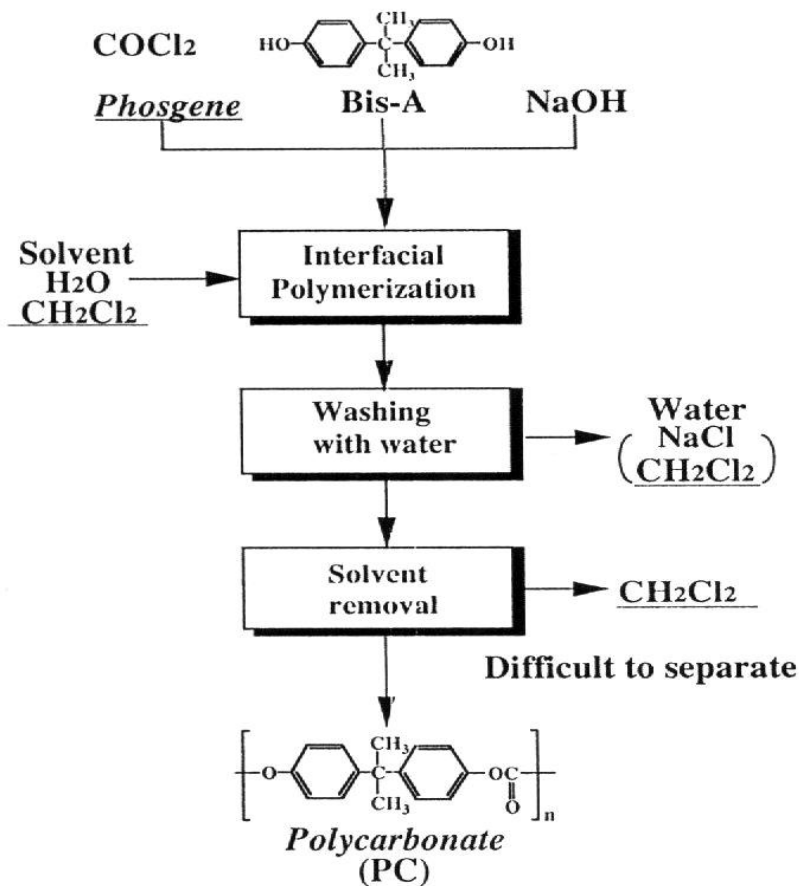
إن القاعدة الأساسية للكيمياء الخضراء هي إزالة أو التقليل بقدر الإمكان من المواد الخطرة في كل مجالات تفعيل الكيمياء دون الحاجة لسن قوانين لحماية البيئة ، ويقدم مدخل الكيمياء الخضراء علم الكيمياء كعلم يقدم الحلول وليس كعلم يسبب المشاكل. كما تقدم الكيمياء الخضراء من خلال المهارة والإبداع التي يتحلى بها الكيميائيون حالياً التقنية الحديثة التي تحافظ على صحة الإنسان وسلامة البيئة .

وهناك طريقتان فقط للحد من أخطار الكيماويات إما بالحد من تركيز المادة الخطرة أو تقليل زمن التعرض لهذه المواد ، ويأخذ الحد من التعرض للكيماويات أشكالاً كثيرة منها استخدام الملابس الواقية أو الأقنعة الواقية من الغازات أو تقنيات التحكم والسيطرة في التفاعلات ... الخ.

ومن الخطورة بمكان عدم الاكتراث بأي نوع من الأخطار الكيميائية مهما صغر بحجة أن الكيميائي الخبير يمكنه التعامل مع أي مادة مهما بلغت خطورتها (سامة أو قابلة للاشتعال مثلاً). ويستند التقدير الواقعي للمادة الخطرة إلى عاملين: أولهما أنه يستحيل عملياً تجنب التعرض لها دون زيادة التكلفة (قيمة الملابس أو الأقنعة .. الخ) وبذلك تضاف كلفة كان يمكن الاستغناء عنها والعامل الثاني هو عامل أخلاقي بمعنى أننا كيميائيين علينا مسؤولية الإبداع في البحث عن مواد ومسارات نظيفة لإنتاج كيماويات صديقة للبيئة وأكثر أماناً على صحة الإنسان. فيجب علينا مواجهة المواد الخطرة من المنظور البيئي والتشريعي والاقتصادي وليس لنا خيار في ذلك فقد تحملت البيئة أضراراً هائلة نتيجة سوء الاستخدام وقصر رؤية بعض العاملين في مجال الكيمياء وفي المجتمع بصفة عامة وأصبح البعض ينظر إلى الكيميائيين كعلماء مبدعين والبعض الآخر ينظر إليهم كملوثين للبيئة وهنا يأتي دور الكيمياء الخضراء التي تقلل إن لم تنفد المواد الخطرة.

ومن الأمثلة العملية التي نسوقها في استخدام مواد بادئة بديلة يكون لها أقل قدر من السمية وغير خطيرة على البيئة هو تحضير مادة البولي كربونات⁽⁶⁾ Polycarbonate وهى بوليمر مقاوم للمذيبات في درجة الحرارة العالية وله استخدامات صناعية عديدة .

الطريقة القديمة : كانت تستخدم الفوسجين (المعروف بسميته الشديدة) كمادة بادئة للتفاعل مع مركب bisphenol A وهيدروكسيد الصوديوم من خلال البلمرة بالتكاثف Condensation Polymerization على السطح الفاصل لمذيبين هما كلوريد الميثيلين والماء وفقاً للشكل الآتي :



Problems

1. Use of dangerous phosgene
2. Use of a very large amount of CH_2Cl_2
3. Presence of Cl-impurities in PC



Phosgene process of polycarbonate, and its problems.

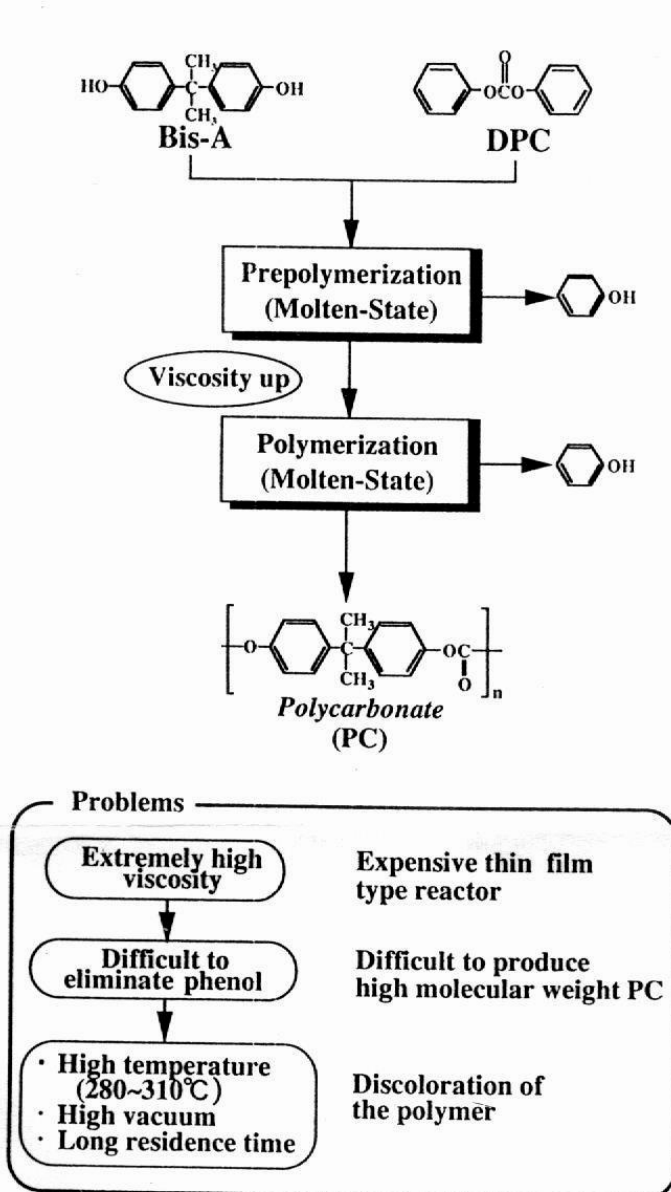
ما هي المشكلة في استخدام الطريقة القديمة ؟

- 1- استخدام مركب الفوسجين COCl_2
- 2- استخدام كمية كبيرة من المذيب CH_2Cl_2 وهى مادة مسببة للسرطان .
- 3- وجود شوائب من الكلوريد Cl في البولي كربونات .

وخطورة استخدام كمية كبيرة من المذيب CH_2Cl_2 (أكثر عشر مرات بالوزن من كمية البولي كربونات الناتجة) أنه مذيب مسبب للسرطان وهو من أحد المركبات السبعة عشر المطلوب تقليل إطلاقهم في البيئة وذلك من خلال توصيات وكالة حماية البيئة EPA الأمريكية. كما أن عملية إعادة الحصول على CH_2Cl_2 من خلال هذه العملية يمثل تكلفة عالية جدا نظرا لأن درجة غليان هذا المذيب 40°C م بجانب أن ذوبانيته في الماء عالية جدا.

الطريقة المطورة : طبقت طريقة أخرى جديدة تفادت استخدام الفوسجين وكلوريد الميثيلين وهى طريقة الانصهار Melt Process.

ويتم في هذه الطريقة الحصول على البولي كربونات من خلال تفاعل تبادل الاستر بين bisphenol-A وداي فينيل كربونات في وجود عامل مساعد وذلك باستبعاد الفينول وهذه الطريقة يوضحها الشكل الآتي :



Melt process of polycarbonate, and its problems.

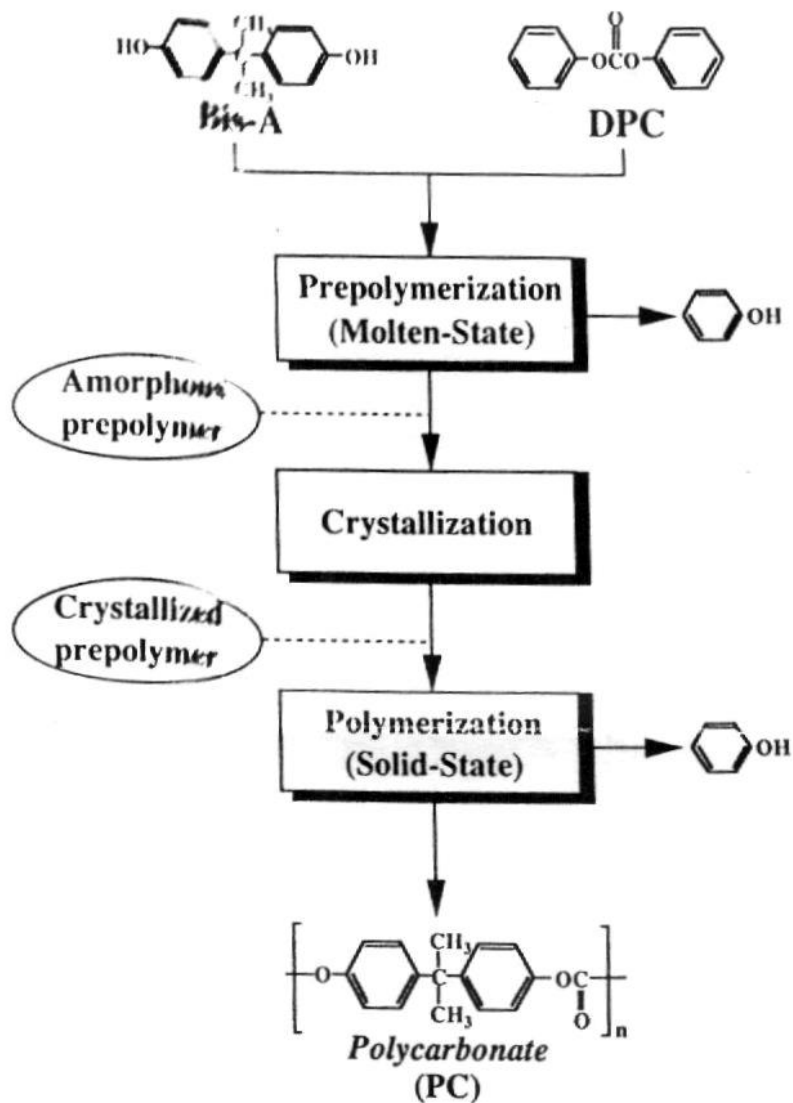
والمشكلة في هذه الطريقة تتلخص في

- 1- اللزوجة العالية جداً .
- 2- من الصعب إزاحة الفينول المتكون .
- 3- استخدام درجات حرارة عالية جداً (310-280 م)
 - إجراء هذا التفاعل عند ضغط منخفض .
 - طول فترة إجراء التفاعل .

كل هذه المشاكل تمثل عيوباً لاستخدام هذه الطريقة .

الطريقة الحديثة : الطريقة الجديدة للحصول على مركب البولي كربونات هي عملية نظيفة من الناحية البيئية وتعتمد على البلمرة في الحالة الصلبة للبوليمرات غير البلورية وتسمى طريقة اساهي Asahi الجديدة وتتألف من الخطوات التالية :

- 1- مرحلة ما قبل البلمرة .
 - 2- عملية التبلور .
 - 3- عملية البلمرة في الحالة الصلبة .
- والبوليمرات الناتجة من استخدام طريقة اساهي عديمة اللون ولها شفافية عالية كما أن لها خواص جيدة أخرى مثل الثبات الحرارى والقدرة على إصلاحها .
- وخطوات طريقة أساهي ممثلة بالأشكال التوضيحية الآتية :

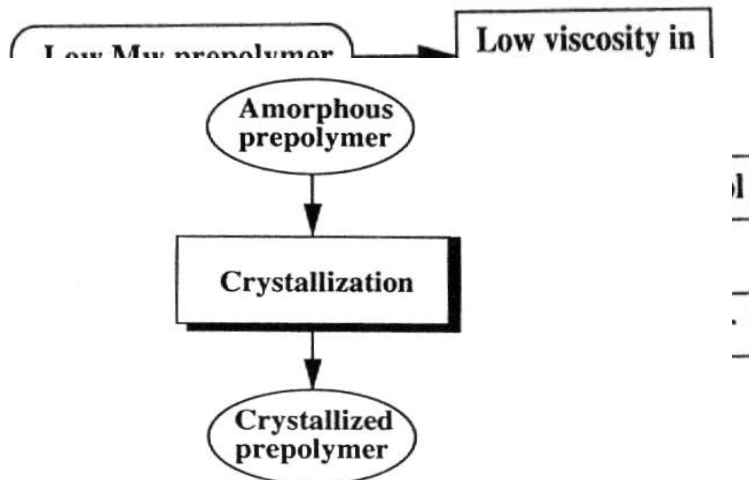
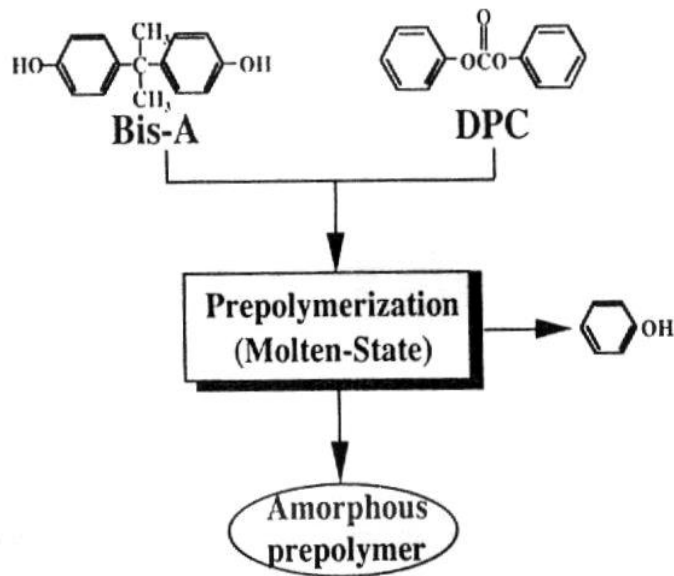


Asahi's new process

- Non-phosgene
- Non-methylene chloride

Solid-state polymerization process of polycarbonate

الخطوة الثانية وهى تمثل عملية التبلور



Crystallization of low molecular weight PC is very easy!!

Method 1

Treating with suitable solvents
(ex. acetone)

Method 2

Keeping at an adequate temperature(T)
 $T_g < T$

Crystallization step.

ومن مزايا طريقة أساهي :

الطريقة المستخدمة ليست فقط طريقة نظيفة من الناحية البيئية ولكنها تنتج بولي كربونات عالية الجودة كما أن هذا المنتج يكون له وزن جزيئي كبير وهو مقاوم للمذيبات وكذلك بخار الماء فمثلا بعد تعرضه للبخار عند 129°م ولمدة 20 ساعة احتفظ هذا البولمر بشفافيته.

6-2- كيفية استخدام الطاقة

في كثير من التفاعلات الكيميائية نحتاج إلى قدر معين من الطاقة عند إذابة الكواشف والمواد المتفاعلة في مذيب معين فنحتاج لاستخدام مكثفات أثناء التسخين للمحافظة على كمية المذيب أثناء التفاعل . وغالبا ما تفتقد كثير من التفاعلات تقدير القدر المطلوب من الطاقة التي يحتاجها تفاعل بعينه ويترك تقدير كمية الطاقة المطلوبة من عدمه لرؤية مصمم التجربة حتى يتم التفاعل بالكفاءة المطلوبة .

4-6-3 الحاجة إلى تعجيل التفاعلات بالحرارة

غالبا ما تحتاج التفاعلات إلى طاقة حرارية تتعدى طاقة التنشيط ليكتمل التفاعل وهنا تظهر الأهمية الكبرى لعوامل الحفز لأنها تقلل طاقة التنشيط وبالتالي تقل كمية الطاقة اللازمة لإتمام التفاعل .

4-6-4 الحاجة إلى التبريد للسيطرة على التفاعل

بعض التفاعلات تكون طاردة للحرارة وتكون كمية الطاقة المنطلقة كبيرة لدرجة خطيرة لذا يجب السيطرة على التفاعل بالتبريد المكثف ونحتاج إليه في التفاعلات الشديدة السرعة والتي تتم في كسور الثانية . وتعتبر عملية التبريد في عمليات التصنيع الكيميائي شديدة الأهمية حيث تسيطر على التفاعلات المنفلتة التي ربما تؤدي إلى حوادث كيميائية خطيرة . ويلاحظ أن للتبريد مثل التسخين نفس القدر من الكلفة البيئية والنقدية.

4-6-5 احتياج الطاقة في عمليات الفصل

تعتبر عمليات التنقية والفصل من أكثر العمليات الكيميائية احتياجا للطاقة . وسواء تمت هذه العمليات بطريقة التقطير أو إعادة التبلور فلا بد من استخدام الطاقة لضمان فصل الشوائب عن النواتج . ويجب على الكيميائي أن يصمم الطريقة التي تحتاج أقل طاقة لعملية الفصل ويتفادى الطرق التي تحتاج إلى طاقة حرارية أو كهربائية كبيرة للحصول على المنتج النقي .

4-6-6 الموجات المتناهية القصر Microwaves

استخدم الميكروويف كتقنية للتحويلات الكيميائية السريعة وغالبا ما تكون المتفاعلات في الحالة الصلبة – بدلا من التفاعلات التقليدية التي تجرى في المحاليل السائلة . وتمتاز هذه التقنية بالسرعة الفائقة بدلا من التسخين الطويل الذي تحتاجه التفاعلات التي تتم في المحاليل السائلة بجانب أن الحالة الصلبة ستوفر التسخين الذي تحتاجه المذيبات المساعدة عندما تجرى التفاعلات على هيئة محاليل.

4-6-7 الطاقة فوق الصوتية Ultrasonic energy

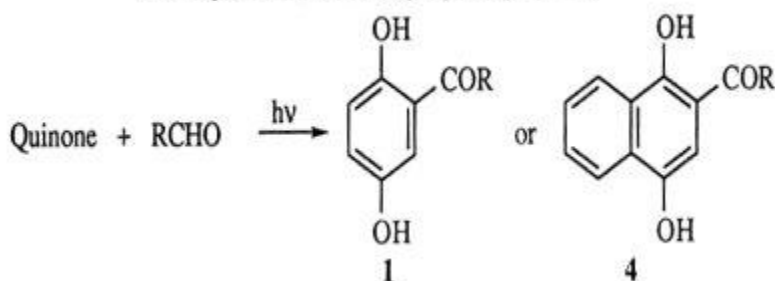
بعض التفاعلات مثل (الإضافة الحلقية Cycloaddition والتفاعلات القبل حلقية Pericyclic) يمكن تحضيرها باستخدام الطاقة فوق الصوتية . ومن خلال هذه التقنية تتغير حالة المتفاعلات بطريقة تحفز

التحول الكيميائي. ومثل أي نوع آخر من أنواع الطاقة يجب تقدير كمية الطاقة اللازمة لكل تفاعل لتقدير الكم الأمثل لتحقيق الهدف.

ومن التطبيقات الهامة لاستخدامها الطاقة الضوئية كتقنية بديلة للتقنيات الكيميائية التقليدية هو الحصول على نواتج تفاعل فريدل كرافت ولكن بتقنية جديدة تعتمد على التفاعلات الكيميائية الضوئية A Photochemical alternative to the Friedel Crafts reaction . من المعروف أن العديد من المركبات الكيميائية تحضر في الصناعة بطريقة فريدل كرافت المعروفة تقليديا . وهى تفاعلات تستخدم أحماض لويس مثل كلوريد الألومنيوم وكلوريد القصدير أو رابع كلوريد التيتانيوم كما تستخدم مذيبات مثل النيتروبنزين وثاني كبريتيد الكربون ورابع كلوريد الكربون وثنائي كلوريد الميثان وتخرج من هذه التفاعلات نواتج ثانوية مسببة للتآكل وأحماض الكلوريد ومعظم هذه المواد المستخدمة ملوثة للبيئة . وقد عدلت الطريقة من خلال بعض الأبحاث لتقليل استخدام المذيبات في هذا التفاعل إلا أن هذا يتطلب رفع درجة الحرارة وهو ما يعتبر عبئا اقتصاديا .

وقد أمكن تحضير مركبات الاسيل هيدروكينون من تفاعل الالدهيدات مع الكينون باستخدام الطاقة الضوئية في تفاعل بديل لتفاعل فريدل كرافت التقليدي⁽⁹⁾.

The Synthesis of 2-Acylhydroquinones



8-6-4 تحسين التفاعل يعنى التقليل بقدر الإمكان من احتياج الطاقة

يحاول الكيميائيون دائما تحسين التفاعلات الكيميائية برمتها وذلك من خلال تعظيم كمية الناتج أو النسبة المئوية

للتحول من المواد البادئة إلى النواتج. ويسقط دائما من الحساب احتياجات التفاعل من الطاقة وتترك لتقدير مصمم التجربة وكما سبق أن ذكرنا أنه يجب أن يقلل بقدر الإمكان من الطاقة المستخدمة في كل مرحلة من المراحل.

7-4 يجب أن تكون كل الخامات والمواد البادئة للتفاعل متجددة بدلا من المواد القابلة للنفاذ ومراعاة البعد التقني والاقتصادي

1-7-4 المواد المتجددة في مقابل المواد المستنزفة:

أولى العلماء ورجال الصناعة والبيئة اهتماما كبيرا باستخدام المواد المتجددة بدلا من تلك القابلة للنفاذ ويتمثل الاختلاف بين المصادر المتجددة والقابلة للنفاذ في عامل الوقت ، ويقصد بالمصادر القابلة للنفاذ غالبا الوقود الحفري (بترو - فحم حجري) الذى تكون عبر ملايين السنين ويمكن أن نعتبر الوقود الحفري متجددا لو انتظرنا حتى تتحول الكائنات الحية الموجودة حاليا إلى بترو - فحم حجري وهذا يستحيل عمليا وبنفس المنطق يمكن اعتبار الشمس مصدرا غير متجدد للطاقة وقابل للاستنزاف وهذا أيضا مستحيل لأن الشمس ستبقى ملايين السنين وتعتبر مصدر لانهاية للطاقة على العكس من الوقود الحفري الذى لن يتجدد بعد

استنزافه . والمواد المتجددة غالبا ما ترتبط بالمواد الحيوية وذات الأصل النباتي . ويقصد بها تلك المواد التي تتكون باستمرار خلال فترة عمر الإنسان ، فثاني أكسيد الكربون يتولد باستمرار وفي كل الأماكن من مصادر بشرية وطبيعية فيمكن اعتباره مادة متجددة وكذلك يمكن اعتبار غاز الميثان مادة متجددة حيث ينتج من مصادر طبيعية متعددة تتضمن الثدييات الكبيرة ونواتج تحلل النباتات مثل أعشاب المستنقعات .

2-7-4 البقاء – الاستمرارية Sustainability

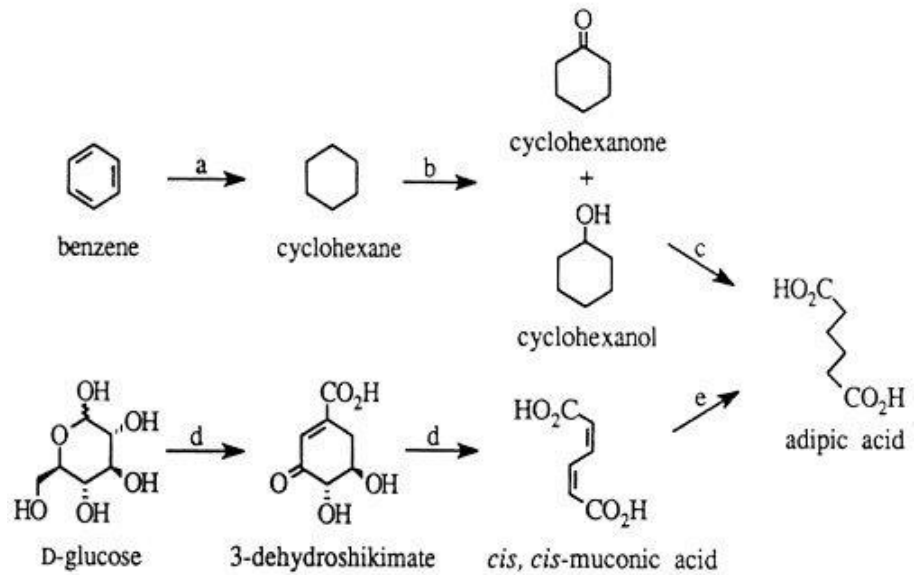
يسود في العالم اليوم قلق من استنزاف المواد غير المتجددة وحتمية نفاذها مما يؤثر على البعدين الاقتصادي والبيئي . وأحد تعريفات الاستمرارية هو المحافظة على تطوير نوعية الحياة والمحافظة أيضا على سلامة سلالتنا في نفس الوقت وعلى ذلك إذا استنزف جيلنا الحالي البترول تماما فلن تتحقق الاستمرارية للأجيال القادمة.

استخدام العوامل المساعدة البيولوجية Microbial Biocatalysis

مثال : استخدام العوامل المساعدة البيولوجية في تحضير حمض الاديبيك Adipic acid من الد. جلوكوز D. glucose

ويصنع في الولايات المتحدة وحدها حوالي 4 بليون طن من حمض الاديبيك الذي يدخل في صناعات كثيرة . فيستخدم في صناعة البولي يوريثان ومواد التشحيم كما يستخدم كإضافات لزيادة التلدين Plasticizer كما يضاف إلى المواد الغذائية لإكسابها قليل من الحمضية . أما غالبية الكمية المنتجة من حمض الاديبيك تستخدم في صناعة النايلون -6.6 وذلك بإجراء عملية التكتيف والبلمرة لحمض الاديبيك مع هكسان مثيلين داي أمين ومن المعروف الاستخدامات العديدة للنايلون في صناعة الألياف التي تدخل صناعة الأنسجة والشربات الحريمي والسجاد ومواد التنجيد وإطارات السيارات وغيرها من الصناعات .

والطريقة التقليدية لصناعة حمض الاديبيك تبدأ من البنزين الناتج من البتروكيماويات وقد سجل البنزين كمادة مسرطنة . بجانب أن هذه الطريقة يصاحبها انبعاث غاز أكسيد النيتروز والذي يلعب دورا كبيرا في تدمير طبقة الأوزون أي أن هذه الطريقة تسبب الضرر لصحة الإنسان وسلامة البيئة ويبين الشكل التالي تحضير حمض الاديبيك بالطريقة التقليدية وبطريقة استخدام العوامل المساعدة البيولوجية (10) .



Comparison of current industrial synthesis of adipic acid from benzene (a-c) to synthesis of adipic acid from D-glucose (d, e). (a) Ni-Al₂O₃, 370-800 psi, 150-250°C. (b) Co, O₂, 120-140 psi, 150-160°C. (c) Cu, NH₄VO₃, 60% HNO₃, 60-80°C. (d) *E. coli* AB2834aroE/pKD136/pKD8.243A/pKD8.292. (e) 10% Pt on carbon, H₂, 50 psi.

الخطوة (a) تمثل عملية هدرجة البنزين للحصول على السيكلوهكسان وذلك باستخدام عامل مساعد هو Ni-Al₂O₃.

الخطوة (b) تمثل أكسدة السيكلوهكسان في وجود عامل مساعد (الكوبلت) وفي وجود الأكسجين (O₂).

الخطوة الثالثة (c) تتم في وجود النحاس (Cu) و NH₄VO₃ وفي 60% حمض نيتريك وهذا التفاعل ينتج عنه مواد جانبية مثل أكسيد النيتروز نتيجة تأثير حمض النيتريك في أكسدة السيكلوهكسان والسيكلوهكسانول وتنطلق غازات أكسيد النيتروز إلى الهواء مباشرة. ونظرا للكميات الضخمة التي يتم تحضيرها من حمض الاديبيك بهذه الطريقة فإن هذه العملية تتسبب في زيادة غاز أكسيد النيتروز في الهواء بمقدار 10% كل عام. وهذا الغاز هو أحد العوامل المسببة لثقب الأوزون كما أنه يتسبب في رفع درجة حرارة طبقة الغلاف الجوي القريبة من الأرض وهذه الظاهرة المعروفة بتأثير البيت الأخضر.

أمثلة من الكيمياء الخضراء

Examples of green chemistry

1-5 أمثلة المواد البادئة الخضراء

Examples of green starting materials

ظهرت كثير من الإنجازات في مجال استخدام المواد البادئة الخضراء أي الصديقة للبيئة لتصنيع منتجات كيميائية متنوعة والتي صنعت من قبل بالطرق التقليدية من مواد بادئة إما قابلة للاستنفاد أو تحمل أخطار بيئية عديدة من خلال تقنيات كيميائية تحمل في طياتها العديد من احتمالات التلوث سواء من استخدام المذيبات العضوية أو العوامل المساعدة أو استهلاك الطاقة وغيرها .

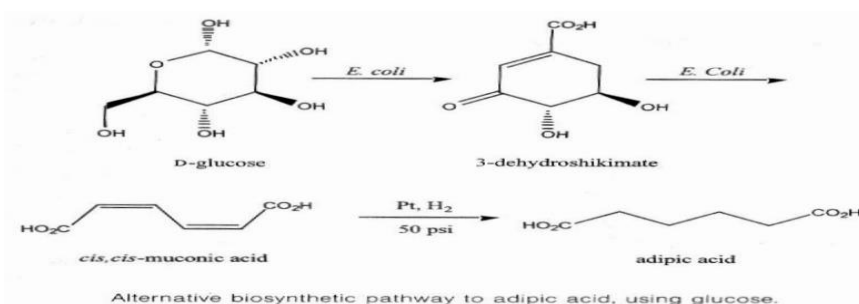
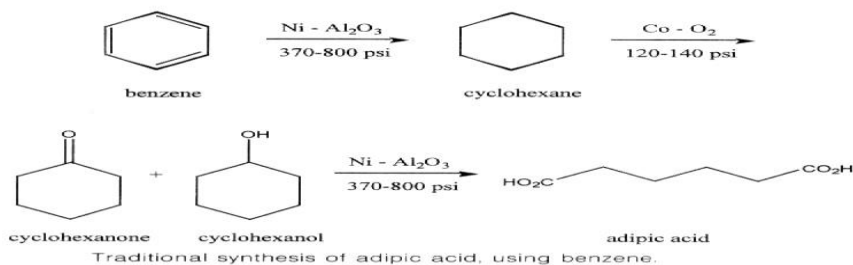
ومع التقدم في علوم التكنولوجيا الحيوية والتحفيز الحيوي والتخليق الحيوي اتجهت البحوث إلى استخدام المواد البادئة الحيوية كبديل للبترول في تخليق العديد من المركبات العضوية .

1-1-5 بوليمرات عديد التسكر Polysaccharide polymers

يتميز استخدام بوليمرات عديد التسكر كمادة بادئة بأنها مواد متجددة ومستمرة باستمرار حياة البشر كما لا توجد أي بيانات تشير إلى خطورة استخدامها على الإنسان أو البيئة بجانب أنها قابلة للتحلل البيولوجي ويتضح ذلك في أبحاث جروس وآخرون *Gross et. Al* (15) في اتباعه التخليق الحيوي لتحضير العديد من المركبات العضوية مستخدما بوليمرات عديدة التسكر كمادة بادئة .

2-1-5 الجلوكوز كمادة بادئة بدلا من البنزين تمكن فورست (16) من استخدام الجلوكوز كمادة بادئة

لتحضير العديد من المركبات الاروماتية مثل الهيدروكينون والكاتيكول وحمض الاديبيك وهي مركبات مهمة تحتاجها الصناعة بكميات كبيرة . وذلك من خلال طرق التخليق الحيوي وباستخدام الماء كمذيب وهذه المواد كانت تحضر من البنزين وباستخدام مذيبات عضوية وفلزات ثقيلة كعوامل مساعدة .



بعض الكوارث البيئية الناتجة عن الصناعات الكيميائية

(1) أشهر الكوارث البيئية التي تسببت بها مواد كيميائية :

فيما يلي استعراض لأشهر الحوادث البيئية التي حصلت خلال القرن الحالي نتيجة للمواد الكيميائية:

1. كارثة عام 1930 (بلجيكا) كان سبب تلك الكارثة هو تلوث الهواء الحاد بسبب النفايات الكيميائية الناتجة من المصانع، وقد أودت الكارثة بحياة 60 شخصا إلى جانب آلاف المصابين من العمال وعامة الناس بالتهابات مؤلمة في العينين والرننتين، ويرجح خبراء البيئة أن هذه الكارثة هي الأولى من نوعها في العصر الحديث.

2. كارثة عام 1948 (بنسلفينيا- الولايات المتحدة) غطت سحابة ضخمة من الضبخان (Smog) سماء مدينة (دونورا) لمدة أسبوع ، وقد نتج عن ذلك وفاة 22 شخصا وإصابة 6000 شخص بأمراض مختلفة، أي تقريبا نصف اهالي المدينة وكان سبب تلك الكارثة البيئية هو الغازات الخطرة المنبعثة من المصانع المحيطة بالمدينة كغاز ثاني أكسيد الكبريت، وثالث أكسيد الكبريت، الزنك، حمض الكبريتيك.

3. كارثة عام 1952 (لندن): واحدة من أقصى الكوارث البيئية في تاريخ البشرية، وقد كان سبب تلك الكارثة هو ظهور سحابة هائلة من الضبخان بسبب تركيز غاز ثاني أكسيد الكبريت والحبيبات الدقيقة في الجو جراء العمليات الصناعية وقد تسببت تلك الكارثة في وفاة عدد هائل من الناس (4000 شخص) وإصابة عدد لا حصر له من الناس بمختلف الأمراض.

4. كارثة عام 1966 (فرنسا): حدثت تلك الكارثة في معمل لتكرير البترول نتيجة تسرب غاز البروبان من خزانه الكروي، ونظرا لأن الغاز اثقل من الهواء فقد انتشر مكونا غلالة فوق سطح الأرض، وعندما وصلت الغلالة إلى طريق السيارات المجاور للمعمل اشتعل الغاز وانفجر الخزان الكروي وقد أدى هذا الانفجار إلى وفاة 17 شخصا وإصابة 84 آخرين بجروح متفاوتة الخطورة.

5. كارثة عام 1966 (الكويت): وقعت تلك الكارثة في منطقة قريبة من منطقة الشعبية الصناعية حيث تتمركز معامل تكرير البترول ومصانع الأسمدة فقد زادت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون المتصاعد من هذه المعامل والمصانع إلى درجة كبيرة كانت نتيجتها إصابة عشرات الناس بالتهابات بالعيون وضيق بالتنفس.

6. كارثة عام 1970 (طوكيو-اليابان): ظهرت سحابة هائلة من الضبخان مشبعة بحمضي الكبريتوز والكبريتيك الناتجين عن تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت المنبعث من المصانع مع بخار الماء وقد استمرت السحابة لمدة خمسة أيام متواصلة وكانت النتيجة إصابة ما يقارب 8000 شخصا من طوكيو بالتهابات شديدة في العين والأنف والحنجرة والأجهزة التنفسية بشكل عام.

7. كارثة عام 1974 (فلكسور-إنجلترا): انفجرت وحدة خاصة مكونة من ستة أجهزة تفاعل متتالية تابعة لأحد المصانع، واندفع من تلك الوحدة 50 طنا من سائل الهكسان الحلقي الساخن وقد

اشتعلت الأبخرة الناتجة وأدت إلى انفجار آخر كان هائلا إذ تم سماعه على بعد أكثر من 50 كم من المصنع، فقد كانت قوة الانفجار تعادل قوة انفجار 20 طن من مادة T.N.T شديدة الانفجار. وقد كانت حصيلة الانفجار موت 28 شخصا وإصابة 89 شخصا من عمال المصنع ومن أهالي المنطقة.

كارثة عام 1979 (بنسلفينيا- الولايات المتحدة): نتجت تلك الكارثة عن تسرب غاز مشع من أحد المفاعلات النووية، وقد تم إجلاء المواطنين حماية لهم ولولا هذا لكانت الخسائر البشرية رهيبة.

أمثلة للمخاطر التي نتجت عن مواد كيميائية نتيجة النقل – الصناعة – الاستخدام :

(2) آلاف الجنود وأطنان السيانيد :

في الخامس من نوفمبر من عام ألفين وواحد وقع حادث سير لشاحنة بكامل حمولتها وذلك أثناء توجيهها إلى أحد مناجم الذهب. في نظر الكثيرين فإنه ليس سوى حادث كغيره من الحوادث التي تزدهم بها الطرقات ولكن ذلك الحادث اختلف عن غيره من الحوادث، ففي ذلك اليوم استيقظت الصين على فاجعة بيئية غير متوقعة حيث كانت الشاحنة تحمل أحد عشر طنا من مادة سيانيد الصوديوم الكيماوية وقد تسربت هذه المادة إلى نهر لوهي القريب من موقع الحادث.

أرسلت الحكومة الصينية آلاف الجنود ورجال الشرطة والعاملين المدنيين في محاولة للسيطرة على تسرب مادة السيانيد السامة في النهر الواقع في محافظة هنان وسط الصين وقد أنشئ سدان على النهر الذي كان يبعد عن مدينة ليويانج الصناعية بمسافة خمسة وسبعون كيلومترا ، كانت المحاولات حثيثة لوقف امتداد تلك المادة الخطرة في النهر الذي يستخدمه الفلاحون للشرب وري مزارعهم وحيواناتهم ويعتبر نهر لوهي أحد روافد النهر الأصفر وهو من الأنهار الكبيرة في شمال الصين. منظمة غرينبيس ذكرت أن الحادثة يمكن أن تكون خطيرة لأن النهر يمر بالكثير من القرى والمزارع التي تعتمد على مياهه. وانتشرت المادة السامة عدة كيلومترات في النهر فقد حاول المسؤولون الحكوميين التخفيف من حجم الكارثة حيث ذكروا انه لا يوجد أى خطر من تلوث المياه الجارية في النهر !!!!

لم تجد السلطات الصينية حلا لتلك الكارثة إلا بإلقاء خمسمئة طن من المواد المطهرة في النهر في محاولة لمعادلة المواد السامة التي تسربت إليه غير أن هذه المواد سوف تترك أثرا ضارا على البيئة المحلية. كان هذا التسرب يشير إلى ضعف تطبيق المعايير المتعلقة بنقل المواد الخطرة في الصين.

أسدل الستار على تلك الحادثة بعد أن تعرض الكثيرين لأضرار صحية بسبب التسمم كما نفقت الكثير من الحيوانات في الوقت ذاته قامت السلطات باعتقال ستة أشخاص بسبب الحادث بمن فيهم سائق الشاحنة وممثل عن المنجم الذي كانت الشاحنة متوجهة إليه .

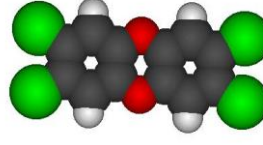
(3) أسوأ حوادث البقع النفطية في العالم :

1. 15 ديسمبر 1976 – خليج " بوزارد " حيث ارتطمت الناقله " ارجو " بجزيرة ننتكوت وتسربت حمولتها من النفط والتي تقدر بحوالي 7.7 مليون جالون من الزيت الخام.

2. 16 مارس 1978 – بالقرب من يورث شمال فرنسا حيث تحطمت الناقلّة العملاقة "كاريز" محدثة بقعة قدرها 68 مليون جالون وكارثة بيئية امتدت على مدى 100 ميل لتكون بذلك أكبر كارثة لناقلّة نفطية في العالم.
3. 3 يونيو 1979 – بخليج المكسيك حيث تسرب حوالي 6.2 مليون جالون من النفط.
4. 24 مارس 1989 – "الاسكا" عندما اصطدمت الناقلّة اكسون فالديز برصيف تحت الماء ونجم عن ذلك تسرب أكثر من 10 ملايين جالون من النفط في الماء محدثة أسوأ بقعة نفطية في تاريخ الولايات المتحدة الأمريكية.
5. 19 ديسمبر 1989 – جزر الكناري لاس بلماس حيث انفجرت الباخرة الإيرانية "خرج 5" مما نجم عنه تسرب 19 مليون جالون من النفط الخام وحدث تلوث بالمحيط الأطلسي لمساحة قدرها 100 ميل مربع امتدت لمسافة 100 ميل من لاس بلماس.
6. 8 يونيو 1990 – بالقرب من جلفستون ميجابورج حيث تسرب 5.1 مليون جالون على مسافة امتدت 60 ميلا جنوب وجنوب شرق جلفستون نتيجة انفجار واندلاع النار في غرفة المضخات.
7. 25 يناير 1991 – جنوب الكويت – خلال حرب تحرير الكويت قام العراق بإطلاق ما يقدر بحوالي 460 مليون جالون من النفط الخام في الخليج العربي سواء من ناقلات النفط بميناء الاحمدي الكويتي أو من الجزر الصناعية الكويتية وفي 27 يناير قامت قوات الحلفاء بقصف مجمع الأنابيب لوقف تدفق النفط.
8. 10 أغسطس 1993 بخليج "تامبا" حيث اصطدمت ثلاث سفن مع بعضها البعض وقدرت كمية النفط المتسرب بحوالي 266.000 جالون من زيت الوقود في مياه خليج "تامبا".
9. 8 سبتمبر 1994 – تم بناء خزان لاحتواء انفجار نفطي وبقعة زيت في نهر "كلفا" وقدرت إدارة الطاقة بالولايات المتحدة الأمريكية حجم البقعة بحوالي 2 مليون برميل في حين قدرت السلطات الروسية المالكة للشركة أن حجم البقعة يقدر بحوالي 102 ألف برميل.
10. 15 فبراير 1996 – بالقرب من سواحل "ولشن" حيث اصطدمت ناقلّة عملاقة بميناء بلفورد هافن وتدفق نحو 70 ألف طن من الزيت الخام وحدث بقعة نفطية امتدت لنحو 25 ميلا .
11. 12 ديسمبر 1999 – انشطرت الناقلّة "ماليتز" قبالة السواحل الفرنسية بالأطلسي ونجم عن ذلك تدفق 3 ملايين جالون من النفط الثقيل في مياه البحر.
12. 18 فبراير 2000 – بالقرب من ريو دي جانيرو انفجر أنبوب نفط مملوك لشركة بتروبراس الحكومية مما تسبب في حدوث تسرب لحوالي 343.200 جالون من النفط الثقيل في خليج جيونا بارا.

(4) القاتل البرتقالي - أخطر ملوث بيئي :

بيئي عرفته البشرية وهو من المركبات العضوية الكيماوي المعقد وهو مادة غير قابلة للتحلل وعندما لمدة طويلة جدا قد تصل إلى عشرات السنين. ينبعث المواد البلاستيكية ومنها النفايات الطبية مثل الحقن والمواد التي تستخدم مرة واحدة وغيرها، لذلك فإن محارق نفايات المستشفيات مصدر رئيسي لانبعاث الدايوكسين في الجو، وحتى لا تتسرب هذه المادة الخطرة في الهواء يجب أن تعمل المحارق وفق تقنية متطورة جدا تسمح بحرق النفايات الطبية عند درجة حرارة لا تقل عن 1500 درجة مئوية بالإضافة إلى وجود وسائل التحكم التي تمنع تسرب الدايوكسين أو تصاعده في الجو، كذلك وجود وسائل تسمح بجمع البقايا أي الرماد بطرق سليمة بيئيا تمهيدا لدفنها بطرق خاصة جدا.



الدايوكسين أخطر ملوث الكلورينية ذات التركيب ينتشر في الجو يبقى خطرا الدايوكسين عند احتراق وعبوات المحاليل الوريدية

خطر قاتل:

هذا وقد أثبتت الدراسات والأبحاث العلمية والطبية أن حد الأمان للتعرض للدايوكسين يكاد يكون "صفرا" وان تعرض الإنسان لكمية متناهية التركيز يؤدي إلى إضعاف جهاز المناعة لديه وأصابته بتشوهات خلقية وغير خلقية وخطر ما يمكن أن يتسبب به الدايوكسين مرض السرطان فقد اثبت عام 1997 أن الدايوكسين مادة مسرطنة، ومن عوارض الإصابة بالدايوكسين ضعف جهاز المناعة وضعف الهرمونات الذكورية عند الرجال وتعرض النساء للإجهاض وولادة أطفال مشوهين.

معاناة طول العمر:

وقد استخدم الدايوكسين في الحرب الأمريكية الفيتنامية وعرف منذ ذلك الحين باسم " القاتل البرتقالي" الذي تسبب بولادة أطفال مشوهين وتعرض مئات الحوامل إلى الإجهاض وإصابة الآلاف بأمراض عصبية ولا تزال شواهد تلك الفترة حية حتى الآن وتتمثل بالأشخاص ذوي العاهات الخلقية والجسدية والعقلية الذين ولدوا في فترة الحرب وظلوا يعانون من آثار الدايوكسين حتى يومنا هذا

حذار من الأسبستوس!

نشرت وكالة أنباء رويتر على صفحات موقعها على شبكة الإنترنت تقريراً إخبارياً من بريطانيا، يشير إلى الحجم الكبير لضحايا الأسبستوس في بريطانيا الذي وصل إلى أربعة آلاف شخص في العام، ومن ثم صار يمثل القاتل الأكبر للرجال البريطانيين الأقل من 66 عاماً، وذلك في خلال العشرين عاماً الماضية، ومن الجدير بالذكر أن الاتحاد الأوروبي كان قد أوصى في يوليو من العام الماضي بحظر كل الاستخدامات الحالية للأسبستوس، وأعطى الدول الأعضاء فرصة حتى عام 2005م لإتمام ذلك.

وإضافة إلى ذلك فقد نشرت صفحة البيئة بجريدة الأهرام خبراً في 27 يونيو الماضي مفاده أن هناك 45 شخصاً من العاملين بإحدى شركات قطاع الأعمال في مصر - التي تصنع العديد من المنتجات من مادة الأسبستوس - قد أصابهم سرطان الغشاء البلوري والبريتوني بسبب كيماويات الأسبستوس التي يتم استنشاقها، وقد أدى الانتشار الكبير للإصابات الناتجة عن الأسبستوس إلى إقامة العديد من دعاوى التعويض

القانونية ونشأة حركة للمؤسسات الأهلية تدافع عن حقوق هؤلاء الضحايا لدى الشركات، وتنادي بحظر استخدام تلك المادة المدمرة لرئة الإنسان، ومن ثمَّ كان هذا المقال من أجل أن نعرف ما هو الأسبستوس واستخداماته وأثاره الصحية:

ما هو الأسبستوس؟

هو مجموعة طبيعية من المعادن المكونة من بلورات متميعة من أملاح السليكا (CRYSTALLINE HYDRATED SILICATES)، وهي عبارة عن ألياف صغيرة جدًا لا ترى بالعين المجردة وتحتاج إلى ميكروسكوب؛ لنتمكن من رؤيتها. وتتميز ألياف الأسبستوس تلك بأنها قوية وشديدة الاحتمال ومقاومة للحرارة وللأحترق، ومقاومة كذلك للأحماض وللأحتكاك. وتوجد عائلتان من ألياف الأسبستوس تختلفان في خواصهما تمامًا:

1. عائلة الحزونية أو اللولبيات (family serpentine): وتتميز ألياف هذه العائلة بأنها مموجة ومرنة، وهذه الألياف أوسع انتشارًا في المنتجات الصناعية، ولحسن الحظ أن هذه العائلة أقل خطورة، ومن هذه العائلة النوع المسمى (الكريسوتايل CHRYSOTILE)، وأليافه بيضاء مموجة، وتمثل حوالي 90% من الأسبستوس الموجود في المنتجات الصناعية.

2. عائلة (amphibole family): وألياف هذه العائلة تتميز بأنها مستقيمة ويابسة وهشة، وهذه الألياف أقل انتشارًا في المنتجات الصناعية وأكثر خطورة، ومن أنواعها ألياف (الأموسيت amosite)، التي تكون إما بنية اللون أو رمادية، وألياف (الكروكيدوليت crocidolite) وأليافه زرقاء اللون.

فيم يستخدم الأسبستوس ؟

لخواص ألياف الأسبستوس السابقة تمَّ دمجها مع مواد أخرى في الصناعات الآتية:

1. العوازل: مثل الأنابيب المعزولة والطوب العازل وأسمنت الأسبستوس
2. بناء السفن.
3. وحدات الطاقة ومعامل التكرير.
4. شركات البناء والتشييد لإنتاج مواد بناء مقاومة للحرائق وعازلة للصوت وللحرارة ومواد الترميم ومواد الأسطح.
5. صناعات النسيج مثل: صناعة القفازات والبطاطين.
6. في فرامل وتروس السيارات.
7. الأسلاك الكهربائية.
8. مجففات الشعر.
9. أفران الخبز المنزلية (toasters).

كيف يسبب الأسبستوس المرض؟

تحدث الآثار الضارة لألياف الأسبستوس إذا تمَّ استنشاقها أو ابتلاعها، وهذا لا يحدث إذا كانت ألياف الأسبستوس متحدة جيداً مع المواد الأخرى بحيث تمنع هذه المواد انتشار هذه الألياف في الجو، وتكمن الخطورة عندما تتعرض هذه المواد للتشققات أو للسقوط، وتتصاعد ألياف الأسبستوس في الهواء؛ حيث تستنشق أو تبتلع بدون أن يشعر الشخص؛ وذلك لصغر حجم الألياف، ولقد كان التعرض لألياف الأسبستوس في الماضي يحدث فقط في المصانع، أما الآن فيحدث التعرض لهذه الألياف الخطيرة في المدارس والمنازل والمباني العامة مثل المستشفيات، حيث استخدمت كميات كبيرة من المواد التي تحتوي على الأسبستوس في بناء المدارس في الفترة من سنة 1946م إلى سنة 1972م في الولايات المتحدة، وتشقق هذه المادة يؤدي إلى انتشار ألياف الأسبستوس في الهواء بنسب عالية جداً وخطيرة، مما يؤثر على صحة أطفال المدارس والعاملين بها، وبعد الاطلاع على دراسات عديدة أكد الكونجرس الأمريكي أنه لا يوجد حدٌ آمن مسموح به للتعرض لألياف الأسبستوس؛ لأنها ألياف شديدة الخطورة، وبالذات على صحة الأطفال.

ولقد وجد أن شدة الإصابة تعتمد على تركيز ألياف الأسبستوس في الجو ومدة التعرض للألياف واستجابة الشخص نفسه، كما يختلف التأثير باختلاف حجم وشكل الألياف ودرجة ذوبانها، فألياف عائلة الحلزونيات (family serpentine) تتميز بأنها مرنة ومموجة؛ لذا يتم احتجازها في الممرات التنفسية العليا (الأنف والبلعوم الأنفي والحنجرة والقصبة الهوائية)، ويتم طردها عن طريق الأهداب المخاطية، وإذا وصلت أليافها إلى الرئة يسهل إزالتها لأنها أكثر ذوباناً؛ لذا لا يسبب هذا النوع أورام الغشاء البلوري الخبيثة، أما الألياف المستقيمة المتباعدة لعائلة (amphibole family)، فإنها تصطف في اتجاه الهواء لتصل إلى أعماق الرئة وبذلك تسبب أورام الغشاء البلوري الخبيثة، والألياف الطويلة أكثر من 8 مم، والرفيعة أقل من 0.5 ملم تكون أكثر خطورة، ومن الجدير بالذكر أن ألياف العائلتين تسببان تليف الرئة.

ويعمل الأسبستوس - بعكس كل الأتربة غير العضوية الأخرى التي تسبب تليفات في الرئة - كمنشئ للأورام (tumor initiator)، وكذلك مُحَفِّزٌ للأورام (tumor promoter)، إلى جانب أن تدامج ألياف الأسبستوس مع الكيماويات السامة المسرطنة (مثل الموجودة في دخان السجائر) يؤدي إلى زيادة معدل حدوث أورام الرئة الخبيثة، وفي إحدى الدراسات وُجِدَ أن التعرض لألياف الأسبستوس فقط يؤدي إلى زيادة 5 مرات في نسبة حدوث سرطانات الرئة، أما التعرض للأسبستوس مع دخان السجائر فيؤدي إلى زيادة معدل الحدوث 55 مرة.

ما هي الأمراض التي يسببها استنشاق الأسبستوس؟

1. تليف الغشاء البلوري المحدود (Plaques Localized Fibrous)، ونادراً ما يحدث تليف عام في الغشاء البلوري (Diffuse Fibrosis).
2. استسقاء في البلورا (Pleural Effusion).
3. تليف الرئة المنتشر (Asbestosis) الذي يؤدي إلى هبوط في الجهد اليميني من القلب بسبب ارتفاع الضغط في الدورة الدموية الرئوية.
4. أورام الأغشية المصلية الخبيثة (Mesothelioma) التي تحدث في الغشاء البلوري أو البريتوني، وهذا الورم نادر الحدوث في الأشخاص الذين لا يتعرضون لألياف الأسبستوس ويزيد معدل الحدوث عند التعرض إلى 1000 مرة.
5. أورام الرئة الخبيثة (Bronchogenic Carcinoma) ويزيد المعدل خمس مرات عن الشخص الطبيعي.

6. أورام خارج الرئة مثل أورام الحنجرة والمعدة والأمعاء والمستقيم.

ما هي الأعراض المرضية ؟

- عادة لا تبدأ هذه الأعراض في الظهور قبل 10 سنوات من التعرض، ويمكن أن تظهر بعد 40 سنة أو أكثر؛ لأن الألياف الضارة تظل موجودة في الرئة مدى الحياة، والأعراض تشمل الآتي:
- ضيق في التنفس ويبدأ عادة مع المجهود ثم يصبح موجودًا أثناء الراحة.
- سعال مع بصاق
- إجهاد مزمن
- فشل الجزء الأيمن من عضلة القلب (Right Sided Heart Failure) نتيجة ارتفاع ضغط الدورة الدموية الرئوية كنتيجة لتليف الرئة، الذي يؤدي إلى تورم الجسم (Oedema) مع استسقاء في الغشاء البريتوني (Ascitis).

ويبقى السؤال الأخير وهو ما الحل لهذه المشكلة ؟



يمكن الحل في منع استخدام الأسبستوس في الصناعات المختلفة، ولقد تم منع استخدامه في عدة صناعات ومنها عوازل الأنابيب ومواد البناء، وحتى يتم منعه في جميع الصناعات، فإن الكشف الدوري على عمال المصانع يصبح هو المخرج الوحيد لإنقاذ هؤلاء العمال من أمراض لا علاج لها. أما بالنسبة لمن يعيشون في أماكن استخدام الأسبستوس في تشييدها، فإن الخطورة تكمن عند حدوث تشققات في هذه المواد أو عند محاولة إزالتها، وهنا يجب أن يعرض الشخص نفسه على الأماكن الصحية المتخصصة لإجراء التحاليل اللازمة للتأكد من وجود ألياف الأسبستوس في الرئة، وهنا يكون الحل بوضع طبقة عازلة أو تغطية هذه الحوائط لمنع انتشار ألياف الأسبستوس، ويُحذَر - تمامًا - من محاولة إزالة هذه المواد؛ لأن الإزالة قد تسبب خطورة أشد على صحة الإنسان.

(5) الميثان يهز أوكرانيا ويلتزمها الانفجار الأخير هو ثاني حادث من نوعه خلال أسبوعين

تسبب تسرب غاز الميثان في انفجار بمنجم للفحم شرقي أوكرانيا يوم الأحد 2002/07/21 في مقتل ستة عمال وإصابة 14 آخرين، في ثاني حادث من نوعه في البلاد خلال أسبوعين. وقال المتحدث باسم وزارة الطوارئ في منطقة دنيبروبتروفسك الأوكرانية إن أربعة من القتلى قضوا بفعل الانفجار، في حين مات الاثنان الآخرون بفعل الاختناق لاستنشاقهم غاز أول أكسيد الكربون السام. وأضاف أن 14 آخرين أصيبوا بحروق متباعدة القوة، وهناك أربعة من هؤلاء في حالة خطيرة، مؤكداً على انتشار جميع العمال من موقع الحادث.

وأشار إلى أن العشرات من رجال الإنقاذ نجحوا في إخلاء أكثر من 400 من عمال منجم يوبيلينايا، وهو موقع الحادث. يذكر أن هذا الانفجار يأتي بعد أسبوعين فقط من اندلاع النيران في منجم بدونتسك، الأمر الذي تسبب في مقتل 35 عاملاً.

وقد نظم المئات من عمال المناجم عقب الحريق مسيرات احتجاجية في العاصمة كييف عبروا فيها عن رفضهم لتردي ظروف الأمن والسلامة في مناجم الفحم المتقادمة في البلاد. وأكد مسؤول الحكومي في مقر وزارة الطوارئ في العاصمة أنه سيتم تشكيل لجنة خاصة للتحقيق في الانفجار. وكانت مناطق مناجم الفحم الأوكرانية قد شهدت مقتل 450 عاملا خلال العامين 2002-2003 بسبب تدني احتياطات الأمن والسلامة الناتج من شح السيولة المالية في الشركات التي تديرها.

أما في عام ألفين فقد راح 80 عاملا على الأقل وأصيب سبعة في انفجار بفعل نفس الغاز في منجم باراكوف ببلدة لوانسك الواقعة شرقي البلاد، والتي اعتبرت أسوأ كارثة من نوعها منذ استقلال أوكرانيا عن الاتحاد السوفيتي السابق عام 1991. وتعتبر صناعة استخراج الفحم من المناجم في أوكرانيا من الصناعات ذات كلفة التشغيل العالية، كما أنها بالنسبة للسياسيين موضوع خطيرة يحتاج إلى قدر كبير من الحساسية في التعامل معه. ويرى مراقبون أن وقع تقليص هذه الصناعة، وبالتالي إغلاق بعض هذه المناجم، وعددها 193 منجما، سيكون كبيرا من الناحية الاجتماعية، إذ يقدر حجم العمالة فيها بنحو 450 ألف عامل.

(مخاطر بيئية فيه المنزل :

دخان الطهي القاتل

تقول مجموعة بريطانية إن الدخان المنبعث خلال عملية الطهي يقتل شخصا واحدا كل 20 ثانية في الدول النامية. وتقول مجموعة تطوير التقنية الوسيطة أن هذا الدخان يتسبب في قتل أشخاص أكثر من الملاريا. وتؤثر المشكلة على أكثر من ملياري شخص يحرقون الخشب والفحم والنباتات والروث لتدفئة الطعام. وتقول الأمم المتحدة إن المواقف غير السليمة يمكن أن تمثل خطرا على الصحة بمثل تدخين سيجارتين يوميا. وتقول المجموعة أن 2.4 مليار شخص يحرقون مواد عضوية من أجل الطهي والتدفئة، وبإضافة الفحم يصل العدد إلى 3 مليار شخص، أي أن نصف عدد سكان العالم يعتمد على الوقود الصلب. وتوضح المجموعة إن دخان المنازل هو رابع سبب للوفيات والأمراض في دول العالم الفقيرة، والتي تقتل 1.6 مليون شخص سنويا، منهم مليون طفل تقريبا. وقالت: "التعرض إلى المواد الملوثة يكون 100 مرة أكثر من الحد الأعلى في بيوت الفقراء في الدول النامية". وأشارت المجموعة إلى أن تلوث الهواء الداخلي يسبب أمراضا مثل عدوى تنفسية حادة ويصبح الطفل معرضا للإصابة بها مرتين أو ثلاث أكثر من غيره إذا تعرض إلى هواء داخلي ملوث. وأضافت أن خطر الإصابة بأمراض رئوية، مثل التهاب القصبة الهوائية المزمن، يزداد لدى النساء اللواتي يطبخن على المواد العضوية. وقالت أن الإصابة بسرطان الرئة لدى السيدات في الصين مرتبط بشكل مباشر باستخدام الفحم الذي يتم حرقه في المواقف. وقالت: "بالإضافة إلى ذلك هناك دليل على ارتباط التلوث بالربو والسل ونقص الوزن عند الولادة ووفيات الأطفال منخفضة ووجود ماء على العين".

ويعيش أكثر من نصف الأشخاص الذين يستخدمون المواد العضوية في الطهي في الهند والصين لكن أكثر من 90% من سكان الدول الأفريقية جنوب الصحراء الكبرى يفعلون ذلك. وتقول الوكالة الدولية للطاقة إنه إذا استمر الأمر على النحو الذي يمضي به حاليا فسيعتمد أكثر من 200 مليون شخص في العالم على المواد العضوية عام 2030.

وسيلجأ السكان في أجزاء من آسيا الوسطى، حيث كان الغاز والكهرباء متوفران وقت الحقبة السوفيتية، إلى استخدام المواد العضوية في أعمال الطهي والتدفئة. ومنذ عام 1991 أصبحت العدوى التنفسية الحادة هي أكبر قاتل للأطفال في العالم، حيث ارتفعت الإصابة بها 35% في طاجيكستان بسبب حرق الخشب داخل المنازل. والحيولة دون ذلك يمكن أن تكون بالتحول إلى أنواع الوقود الأنظف، لكن أغلب الناس معرضون للخطر بسبب فقرهم وعجزهم عن توفير أثمانها. لكن المجموعة تقول إن بإمكانهم التقليل من تعرضهم إلى التلوث، عن طريق استخدام مواقد ذات مداخل مصممة بشكل جيد على سبيل المثال أو استخدام أغطية قادرة على تخفيض التلوث الداخلي بنحو 80%.

وتقول المجموعة إنه يمكن تحقيق فوائد صحية هائلة عن طريق إنفاق القليل من الأموال. وأوضحت أن التكلفة الكلية من أجل تزويد 3 مليار شخص بهواء داخلي صحي ستكون في حدود 2.5 مليار دولار سنوياً على مدى اثنتي عشر عاماً القادمة. وأشارت إلى أنه من المتوقع أن توفر الحكومات والمساعدات الدولية نحو 20% من المبلغ الإجمالي (500 مليون دولار سنوياً) وهو أقل من 1% من كافة المساعدات التي يقدمها الغرب. وقال المدير التنفيذي للمجموعة كوان كوفينثري إن الفاقة تجبر أكثر من ثلث الإنسانية على طهي طعامها على شعلة صغيرة في منتصف البيت.

وأضاف: "إنها تقنية لم تتغير سوى بشكل بسيط منذ العصر الحجري وحولت البيوت إلى فخاخ للموت للنساء والأطفال". وقال: "إنها فضيحة دولية، فبينما يصرف العالم ملايين الدولارات على مكافحة التلوث في المدن الغربية، أهمل معالجة الخسائر في الأرواح التي سببتها المستويات القاتلة للدخان في بيوت العالم الفقير". وتدعو المجموعة إلى دعم برنامج "الشراكة من أجل هواء داخلي نظيف" الذي تدعّمه منظمة الصحة العالمية والبنك الدولي والوكالة الأمريكية لحماية البيئة ووكالات أخرى. وتريد أن تضع الأمم المتحدة خطة عمل عالمية "تتوافق مع موقف المجتمع الدولي إزاء الجوع وفيرس نقص المناعة والإيدز والماء القذر وسوء الصرف الصحي والملاّريا".

في بيتنا.. حرب كيميائية !

مواد كيميائية بسيطة، يستخدمها كل منا في بيته، محظور دخولها العراق لإمكانية تصنيع أسلحة كيميائية منها، كما أن بعضها محرم دولياً.. فهل ستستمر في استخدامها؟!!! اخترع العلماء أكثر من 80 ألفاً من المواد الكيميائية الصناعية منذ الحرب العالمية الثانية. ونتج معظم هذه الكيماويات من مشتقات البترول والقار. تدخل 1000 مادة كيميائية جديدة إلى حياتنا كل سنة تقريباً. وتشير الإحصاءات العالمية إلى أن 91% من السكان يستعملون 150 مليون كيلوجرام من هذه السموم سنوياً، معظمها يستخدم داخل المنازل. وأضاف المصنعون هذه المواد إلى طعامنا، وإلى مياه الشرب وإلى منتجات التنظيف بدون موافقتنا وبدون إخبارنا بالأخطار الناجمة عن استخدام هذه المواد. ولقد استطاع رجال الصناعة تمرير كل ما يستجد من هذه المواد الصناعية عن طريق الإجراءات الصناعية التي يتفنون فيها لعدم إلزامهم بإجراء الاختبارات على الكيماويات الصناعية، وعن طريق صرف مليارات الدولارات سنوياً على عمليات "غسل مخ" المستهلك عن طريق الإعلانات التجارية المبهرة.

تحتوي منتجات التنظيف المنزلية ومنتجات العناية الشخصية على كثير من المواد الكيميائية الضارة. والمحزن والمثير للقلق في آن واحد هو أن نزرأ قليلاً من هذه المواد قد تم اختبارها لتحديد معامل الأمان الحيوي والأضرار الناجمة عن تداوله. فاختبار قدرة مادة كيميائية واحدة من هذه المواد على إحداث السرطان يحتاج إلى 300 فأر، وأكثر من 300 ألف دولار أمريكي، وفريق من العلماء يتفرغون لمدة 3 سنوات. وطبقاً لمجلس البحوث القومي الأمريكي، فهناك أكثر من 4.5 مليارات مادة كيميائية معروفة، 50 ألفاً منها يتم

توزيعها تجاريا ويستخدمها البشر، ولكن لا تتوفر معلومات متاحة عن السمية إلا لنحو 80% من هذه المواد. وقد تم اختبار التأثيرات الحادة الناجمة عن الاستخدام اليومي لأقل من 20% من هذه المواد، في حين أنه لم يتم اختبار التأثيرات المزمنة والمتراكمة على الصحة الإنجابية والقدرة على إحداث الطفرات إلا لأقل من 10% من هذه المواد فقط. وجدير بالذكر أن معظم الاختبارات يتم إجراؤها بطريقة منفصلة، وليس هناك أي اختبار يتم إجراؤه على تداخلات هذه المواد أو الأضرار الناجمة عن تفاعلاتها أو اتحاد بعضها ببعض، وهو ما يكون في كثير من الأحيان أكثر خطورة وأشد فتكا بالبشر.

الكلور .. في كل مكان :

أول مادة من المواد المستخدمة في تصنيع الأسلحة الكيماوية هي مادة نستخدمها بشكل دوري وبصورة يومية وهي مادة الكلور، ويطاردنا الكلور في كل مكان.. في مياه الشرب والاستحمام، ولا يبدو أن هناك أي مهرب أو مفر منه! ونادرا ما تجد عالماً يتداول الكلور بدون استخدام القفازات والأقنعة الواقية في أماكن جيدة التهوية! في المقابل يستخدم عامة الناس الكلور بطريقة خاطئة وبدون اكتراث في أعمال التنظيف، وفي غسل الملابس وفي غسل أطباق الطعام، وللأسف الشديد يتم استخدام هذه المادة الكيماوية الرخيصة بصورة مكثفة في تعقيم مياه الشرب في بلادنا. ولقد حققت الشركات المنتجة للكلور أرباحا هائلة، بالرغم من أن الأبحاث العلمية أثبتت أن الكلور يتصدر المواد المسرطنة ويمكن أن يكون مميتا. أما عن إضافة مادة الفلوريد للمياه فقد ثبت أن ضررها أكثر من نفعها إذا كان لها منافع أصلا، فهي من أشد المواد سمية وأشدّها خطرا على الإطلاق.

احترس من المنظفات المنزلية !

في كندا وحدها تحدث مليون حالة تسمم سنويا بسبب ابتلاع المنظفات المنزلية، وينتهي بعضها بوفاة الضحايا. وتعد سوائل تنظيف الأطباق من أهم أسباب التسمم المنزلي، ففي كل مرة نغسل فيها الأطباق تلتصق بعض الكيماويات بها، وتتراكم مع تكرار الغسيل، ويلتقط الطعام جزءا من هذه المواد المتخلفة وبخاصة إذا كانت الوجبة ساخنة! وتحتوي معظم المنظفات المنزلية على مادة النشادر وهذه المادة قد تكون مميتة إذا اتحدت مع الكلور الذي يُستخدم في التبييض حيث ينتج اتحادهما مادة "الكلورامين" السامة. وسوائل الغسالات الأوتوماتيكية مكتوب عليه "ضار إذا ابتلع" ومعظمها يحتوي على مادة Naphtha المسكنة للجهاز العصبي المركزي، وعلى مادة diethanolsamine المسببة لتسمم الكبد، بالإضافة إلى مادة chlorophenylphenol التي تعمل كمنشط خاص للتمثيل الغذائي وهي مادة عالية السمية أيضا. كما تحتوي منظفات الغسيل أيضا على الفوسفور والأنزيمات والنشادر والفينول ومواد أخرى لا يمكن حصرها. ويمكن أن تسبب هذه المواد الكيماوية أعراضا مرضية كالطفح الجلدي والحساسية وغيرها. فضلا عن التعرض المباشر لهذه المواد، يمتص الجسم عن طريق الجلد المواد الكيماوية المتخلفة من عمليات الغسيل في الملابس وفي ملاءات الأسرة.

أما المطهرات فهي تتكون عادة من الفينول أو الكريسول، وهي مركبات تتسبب في تعطيل نهايات العصب الحسي، وتهاجم الكبد والكلى والطحال والبنكرياس والجهاز العصبي المركزي (CNS) ويستلزم العلاج سنة كاملة لإزالة الآثار الضارة غير الصحية الناجمة عن تعرض إنسان لأوقيتين من هذه الكيماويات. وأما عن معطرات الجو فهي تعطل قدرتك على الشم بطريقة طبيعية، بعد أن تعطل أعصاب الشم الطرفية، وتغلف الممرات الأنفية بطبقة رقيقة من الزيت المعروف بـ methoxychlor وهو في الأصل نوع من المبيدات الحشرية التي تتراكم في الخلايا الدهنية وتتسبب في إثارة الجهاز العصبي المركزي !

المراجع

- 1- Anastas, P.; Williamson, T. Green chemistry : theory and practice. (1998) Oxford Univ. press.
- 2- Anastas, P.; Williamson, T. Green chemistry. Designing chemistry for the Environment. Am. Chem. Soc. (1996).
- 3- Anastas, P.; Farris, C. Benign by Design. Am. Chem. Soc. (1994).
- 4- Carlson, R. (1962). Silent spring. Houghton Mifflin Co., New York.
- 5- Browner, C. M. EPA Journal (1993), 19, pp 6-8.
- 6- Kyosuka Komiya; *et al.* Am. Chem. Soc. (1996).
- 7- Desimone, J. M.; Guan, Z.; Elsbernd, C. S. Science (1992), 257, 945.
- 8- Noyri, R. J. Mm. Chem. Soc. (1994), 116, 8851.
- 9- Kraus, G. *et. Al.* ACS symposium series 517 Agust (1993), ACS Washington, DC (1994). P. 76.
- 10- Draths, K.; Forst, J., *ibid*, p. 34.