الفصل العشرون

مواجهات طبيعية الإنسان وطبقة الأوزون

طبقة الأوزون Ozone layer :

هى جزء من الغلاف الجوي الذي يحيط بالكرة الأرضية وهذه الطبقة مثلها مثل أي شيء طبيعي تعتمد فاعليتها على التوازن الصحي للمواد الكيميائية و هي متمركزة بشكل كبير في الجزء السفلي من طبقة الستراتوسفير Stratosphere من الغلاف الجوي للأرض حيث اكتشفها كل من شارل فابري و هنري بويسون طبقة الأوزون في ١٩١٣ وتم معرفة التفاصيل عنها من خلال G.M.B.Dobson الذي قام بتطوير جهاز لقياس الأوزون الموجود في طبقة الستراتوسفير من سطح الأرض فى الفترة ما بين عام ١٩٢٨ وعام ١٩٥٨ قام Dobson بعمل شبكة عالمية لمراقبة الأوزون و التي ما زالت تعمل حتى وقتنا هذا حيث وضع وحدة قياس دوبسون لقياس مجموع الأوزون في العامود ولكن أمام طموحات الإنسان التي تصل إلى حد الدمار جعل من هذه المواد الكيميائية مادة تساعد على إتلاف بل وتدمير طبقة الأوزون

غاز الأوزون Ozone gas

الأوزون غاز عديم اللون نفاذ الرائحة وهو يتكون من اتحاد ٣ ذرات من الأكسجين ويعتبر من الغازات السامة بالنسبة للإنسان والحيوان والنبات على السواء وهو اكثر سمية من مركبات السيانيد والاستركنين وأكسيد الكربون ومن لطف الله بعباده انه لا يوجد عادة عند سطح الأرض بتركيزات مسببة للضرر وعليه فان التلوث الناجم عن حركة مرور السيارات في المدن المزدحمة يؤدى إلى زيادة تركيزه وتتراوح نسبته فى المناطق الخالية بين ٠.٠٠٢ و ٠.٠٠٣ جزء في المليون فى المدن الصناعية المزدحمة بالآليات والسيارات والأوزون ذو فعالية عالية فى أباده الجراثيم وقتل البكتيريا و الفيروسات والطفيليات ولهذا السبب فان عدة دول تفضل استخدامه فى معالجة مياه الشرب والمياه الصناعية ومياه المجاري وفى تطيب الأسماك وتعقيم المأكولات وهو بالكميات التي قدرها الله له فى طبقة التروبوسفير كما يعد عاملا منظفا للبيئة لكن زيادة نسبة هذا الغاز عن الحد المقرر له تحوله إلى عامل ضار ومتلف حيث يتسبب في تدمير الحياة بشتى صورها .

تكوين غاز الأوزون

ويتكون الأوزون من تفاعل المواد الكيميائية إلى جانب الطاقة المنبعثة من ضوء الشمس متمثلة في الأشعة فوق البنفسجية وبارتفاع حوالي ٣٠ كيلومتر وفى طبقة الاستراتوسفير - احدى طبقات الغلاف الجوي - يصطدم غاز الأكسجين والذى يتكون بشكل طبيعي من جزيئات ذرتين أكسجين O2 بالأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من الشمس وهذه الذرات تصبح حرة لكى تندمج مع أجسام أخرى ويتكون غاز الأوزون عندما تتحد ذرة أكسجين واحدة O مع جزئ أكسجين O2 ليكونوا O3 ويمكن أن تتكون طبقة الأوزون في ارتفاع اقل من ٣٠ كيلومتر ويتم ذلك عن طريق تفاعل المواد الكيميائية مثل : ((الهيدروكربون وأكسيد النتريك إلى جانب ضوء الشمس بنفس الطريقة التي يتحد بها الأكسجين مع الطاقة المنبعثة من الشمس ويكون هذا النوع من التفاعل بما يسمى بسحابة الضباب والدخان حيث تأتى هذه المواد الكيميائية من عادم السيارات لذلك نحن نرى هذه السحابة بأعيننا فوق سماء المدن وكلما تكونت طبقة الأوزون على ارتفاع عالي كلما كان مفيدا أما اذا تكونت على

ارتفاعات منخفضة كلما كان ذلك خطيرا وضار بالنسبة للإنسان والحيوان والنبات لأنها تسبب التسمم))

على الرغم من أن تركيز الأوزون في طبقة الأوزون قليل الا انه مهم بشكل كبير للحياة على الأرض حيث أنها تتشرب الأشعة فوق البنفسجية الضارة UV التي تطلقها الشمس كما تم تصنيفها على حسب طول موجاتها إلى :

- UV - A
- UV - B
- UV - C

حيث تعتبر الأخيرة خطيرة جدا على البشر و يتم تنقيتها بشكل كامل من خلال الأوزون على ارتفاع ٣٥ كيلومتر فوق سطح الأرض مع ذلك يعتبر غاز الأوزون سام على ارتفاعات منخفضة حيث يسبب التزيف كما أن وجوده فى الهواء بتركيز كبير يسبب الأعراض التالية : ضيق فى التنفس حالات من الإرهاق والصداع وغيرها من الاضطرابات التي تعكس مدى تأثر الجهاز العصبي والتنفسي وعلى الرغم من وجود غاز الأوزون بعيدا عن الأرض فهو لا يسبب أي أذى مباشر لسكانها على العكس تماما بالنسبة للنباتات فيصل تأثيره اليها حيث يمتص غاز الأوزون الطاقة الحرارية التي تنعكس من سطح الأرض وهذا يعنى أن الطاقة تظل قريبة من سطحها ولا يسمح لها بالنفاذ وهذا ما يمكن أن نسميه بظاهرة الاحتباس الحرارى أي أن غاز الأوزون هو غاز الصوبات الخضراء فمن الممكن أن يؤدى تعرض الجلد لأشعة UV-Bلاحتراقه والتعرض الشديد له قد يؤدى إلى تغير في الشفرة الوراثية والتي تنتج عنها سرطان الجلد مع أن طبقة الأوزون تمنع وصول الأشعة UV-B الا انه يصل بعضا منها لسطح الأرض فمعظم أشعة UV - A تصل الأرض و هى لا تضر بشكل كبير إلا أنها من الممكن أن تسبب تغيير في الشفرة الوراثية أيضا كما أن استنزاف طبقة الأوزون يسمح بالتعرض للأشعة فوق البنفسجية و تحديدا أشعة ذات موجات اكثر ضرر للوصول

إلى السطح مما يؤدى إلى زيادة فى التغيير بالجينيات الوراثية للأحياء على الأرض كما يكون لتقدير أهمية الوقاية من الأشعة فوق البنفسجية نستطيع أن نحرص على فهم خصائص الضرر من التعرض للإشعاع فى طيف ضوئي action spectrum حيث يبين لنا تأثير الإشعاع البيولوجي حسب طول الموجات فمن الممكن أن يكون التأثير حروق الجلد وتغير في نمو النبات أو تغيير في الحمض النووى DNA فيتغير الضرر من التعرض للإشعاع على حسب طول الموجات .

لحسن الحظ يتغير تركيب الحمض النووي DNA بالموجات الأقل من ٢٩٠ نانومتر و التي تقوم طبقة الأوزون بحجبها بشكل كبير و في الموجات الأطول التي يحجبها الأوزون بشكل بسيط لا يتضرر الحمض النووى بشكل كبير لو قل الأوزون بنسبة ١٠ % سيتم التغيير بنسبة ٢٢ % في الحمض النووي من تأثير الأشعة للفوق بنفسجية للعلم التغيير في الحمض النووى يؤدى إلى أمراض مثل سرطان الجلد وهذا يوضح أهمية طبقة الأوزون على حياتنا

دورة بروير - دوبسون في طبقة الأوزون

طبقة الأوزون اكثر ارتفاعا عند خط الاستواء واقل انخفاضا عند الابتعاد عن خط الاستواء خصوصا عند منطقة القطبين ويرجع تنوع الارتفاع فى الأوزون إلى بطئ دورة الهواء التي ترفع الأوزون من طبقة التروبوسفير إلى الستراتوسفير فكلما ابتعدنا عن خط الاستواء زادت سماكة الأوزون باتجاه القطبين بشكل عام كمية الأوزون الموجودة فى القطب الشمالي اكثر منها فى الجنوبي بالإضافة إلى ذلك تكون سماكة الأوزون فى القطب الشمالي فى فصل الربيع فى شهري مارس وأبريل تقريبا اكبر منها فى القطب الجنوبي بينما تكون فى القطب الجنوبي فى فصل الخريف فى شهري سبتمبر وأكتوبر اكبر منها فى القطب الشمالي فى نفس الفترة فى الواقع إن اكبر كميات الأوزون فى جميع أنحاء العالم توجد فى القطب الشمالي خلال فترة الربيع وفى خلال الفترة نفسها تكون اقل كميات الأوزون فى جميع أنحاء العالم توجد فى القطب الجنوبي خلال فترة الربيع بالقطب الجنوبي فى شهري سبتمبر وأكتوبر وذلك بسبب ظاهرة ثقب الأوزون

الفصل العشرون : مواجهات طبيعة الانسان وطبيعة الأشياء ـــ

هذه المركبات المستقرة كيميائيا تستطيع أن تصل إلى طبقة الستراتوسفير حيث تعمل الأشعة فوق البنفسجية على تفكيك كل من الكلور والفلور حيث يبدأ كل منهم بتحفيز سلسلة من التفاعلات القادرة على تفكيك أكثر من مائة ألف جزئ أوزون حيث أن الأوزون فى الجزء الشمالي من الكرة الأرضية فى انخفاض ٤ % كل عقد تقريبا أكثر من ٥ % من سطح الأرض حول القطب الشمالي والقطب الجنوبي أكثر لكن بشكل موسمي قد ينخفض وهذا ما يسمي بثقب الأوزون

كيفية تنظيم استخدام كلوروفلوروكربون CFC

السويد هي اول دولة تمنع استخدام الرشاشات مثل المبيدات الحشرية التي تحتوى على كلوروفلوروكربون CFC فى ٢٣ يناير ١٩٧٨ تبعتها بعض الدول مثل الولايات المتحدة الأمريكية وكندا والنرويج و قد منعت المجموعة الأوروبية اقتراح مشابه حتى فى الولايات المتحدة ما زال غاز كلوروفلوروكربون يستخدم فى أماكن أخرى مثل الثلاجات و المنظفات الصناعية حتى بعد اكتشاف ثقب طبقة الأوزون بالقطب الجنوبي فى سنة ١٩٨٥ بعد محادثات و معاهدة دولية بروتوكول مونتريال تم وقف إنتاج كلوروفلوروكربون CFC بشكل كبير ابتداءا من ١٩٨٧ وبشكل كامل فى عام ١٩٩٦ وفى الثاني من أغسطس عام ٢٠٠٣ قلم الطماء بالإعلان أن استنزاف طبقة الأوزون قد بدأ يتباطأ بعد حظر استخدام الكلوروفلوروكربون CFC وتم توجيه ثلاث أقمار اصطناعية و ثلاث محطات أرضية أثبتت بطئ استنزاف طبقة الأوزون العليا بشكل كبير خلال العقد الماضي تمت الدراسة من خلال منظمة الاتحاد الجيوفيزيائي الأمريكي American Geophysical Union بعض الانحلال ما زال قائم فى طبقة الأوزون بسبب عدم قيام بعض الدول بمنع استخدام الكلوروفلوروكربون CFC بالإضافة إلى وجوده مسبقا فى طبقة الستراتوسفير قبل منع استخدامه حيث له فترة انحلال طويلة من ٥٠ إلى لكثر من ١٠٠ عام ولذلك تحتاج طبقة الأوزون لرجوعها بشكل كامل لعدة عقود زمنية ويتم حاليا تركيب مكونات تحتوي على C H -لتحل كبديل لاستخدام الكلوروفلوروكربون CFC مثل هايدروكلوروفلوروكربون HCFCحيث أن هذه المركبات اكثر نشاط و لحسن الحظ لا تبقى فترة كافية فى الغلاف الجوي لتصل إلى طبقة الستراتوسفير حيث تؤثر على طبقة الأوزون لهذا أصبحت طبقة الأوزون قضية عالمية حيث ينصب اهتمام الشعوب فى مختلف بلدان العالم عليها للمخاطر التي تنطوي عليها لذا فان هدم طبقة الأوزون أو تآكلها أو استنزافها أو ثقبها كلها مرادفات لما يحدث من دمار لهذه الطبقة الحامية للكرة الأرضية وللكائنات التي تعيش على سطحها فكيف تتم عملية هدم هذه الطبقة؟

أهم الأسباب التي تدمر طبقة الأوزون

- أكاسيد النيتروجين مثل اول أكسيد النيتروجين وثاني أكسيد النيتروجين اللذين ينطلقان من بعض أنواع الطائرات التي تطير بمستوى طبقة الأوزون.
- ظاهرة الاحتباس الحراري.
- مركبات الكلوروفلوروكربون CFC المستخدمة فى المكيفات وأجهزة التبريد فى أي مكان سواء فى المنازل أو السيارات أو تلك المستخدمة فى تركيب العطور والمبيدات الحشرية والأدوية
- الهالونات Hallons التي تستخدم فى مكافحة الحرائق حيث أن غاز الهالون يقع ضمن تصنيف المواد الهالوجينية التي يدخل الكلور والفلور والبروم واليود فى تركيبها وغاز الهالون هو عبارة عن غاز الميثان الذي يتكون من ذرة كربون وأربع ذرات هيدروجين حيث يحدث تكسير للترابط ما بين ذرات الكربون والهيدروجين بان تحل الفلور أو الكلور أو البروم محل الهيدروجين وهذا المركب الجديد أثقل من حيث الوزن الذرى عن المركب الأول وبالتالي يستقر المركب الجديد على سطح الحريق نتيجة لزيادة الثقل والتي يتبعها زيادة فى الترابط والتي تحتاج إلى قوة كبيرة لفك هذا الترابط ويستخدم فى إطفاء الحرائق
- بروميد الميثيل Methyl bromide المستخدم كمبيد حشري لتعقيم المخزون من المحاصيل الزراعية ولتعقيم التربة الزراعية نفسها حيث يعتبر من الغازات عديمة اللون والرائحة ويستخدم كمبيد حشري لمقاومة الآفات الزراعية وفى تخزينها أيضا يسبب تهيج شديد للجهاز التنفسي بعد التعرض له بحوالي من ٤ إلى ١٢ ساعة ومن أعراضه السلبية التي تظهر على الإنسان عند التعرض له الصداع والدوار والغثيان والرعشة وضعف فى رد فعل العضلات وقد يسبب حروق للجلد عند ملامسته

- بعض المذيبات Solvents المستخدمة في عمليات تنظيف الأجزاء

الميكانيكية والدوائر الإليكترونية والمذيبات العضوية هي مواد كيماوية سامة مثل الأثير والأسيتون والتولوين وتستعمل هذه المذيبات في مواد اللصق والدهان وسوائل التنظيف وقد تسبب اختناق الإنسان لأنها تمنع وتعيق من وصول الأكسجين للدم كما لها أثر ضار على الكبد والكلى والجهاز العصبي .

الأضرار الناتجة عن تآكل طبقة الأوزون

- استنزاف طبقة الأوزون وزيادة الأشعة فوق البنفسجية يؤديان إلى تكون السحابة السوداء الضباب الدخاني SMOG وهو عبارة عن اختلاط الأدخنة المتصاعدة من العمليات الصناعية المختلفة ببخار الماء الموجود في الهواء وهو السبب في تكوين الضباب الدخاني الضبخن الذي يسبب الاختناق في كثير من الأحيان ويوجد تصنيفان للضباب الدخاني :

◁ الضباب الدخاني التقليدي Classical smog

أو الضباب الدخاني الصناعي وينتشر وجوده في المدن القائمة على الصناعة حيث يكون الهواء لونه رمادي ويظهر مع انخفاض درجات الحرارة في فصل الشتاء ومع وجود الرطوبة وعن أسباب حدوث هذا النوع من الضبخن وجود تلك الملوثات واختلاطها بالهواء ومنها الغبار والدخان والرماد والجسيمات الدقيقة وأكاسيد الكبريت ... الخ وعن توقيت حدوثه في فصل الشتاء يكون في الصباح الباكر ويؤثر على عمليات التنفس عند الإنسان وخاصة لمن يعانون من أزمات الربو

◁ الضباب الكيميائي الضوئي Photochemical smog

ولون الهواء هنا بني وله رائحة كريهة ويرتبط حدوثه بفصل الصيف وارتفاع درجات الحرارة وعن الملوثات المتسببة في ظهور الضبخن الكيميائي الضوئي هي الأوزون وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون وعندما تتعرض هذه الملوثات لأشعة الشمس تتفاعل مع الهيدروكربونات وتكون الأكاسيد الكيميائية الضوئية وتكون في منتصف النهار في فصل الصيف ومن الأضرار التي يسببها ذلك الضبخن الكيميائي تهيج

الجهاز التنفسي والعين كما انه يبقى معلقا فى الجو لمدة زمنية قد تستمر لبضعة أيام وينتج عنه نسبة عالية فى الوفيات لما يسببه من قصور فى وظائف التنفس والاختناق

- تآكل طبقة الأوزون واختراق الأشعة البنفسجية بكميات متزايدة إلى سطح الأرض يضعف من كفاءة جهاز المناعة عند الإنسان ويجعله أكثر عرضة للإصابة بالفيروسات مثل الجرب أو الإصابة بالبكتيريا مثل مرض الدرن وغيره من الأمراض الأخرى .
- مع زيادة التآكل فى طبقة الأوزون يلحق بالعين أضرار كبيرة مثل الإصابة بالمياه البيضاء
- إصابة الإنسان بالأورام الجلدية التي من المتوقع أن تصل الإصابة بها على مستوى العالم إلى ما يقدر بثلاثمائة ألف حالة سنويا من السرطانات الجلدية
- تفاقم لزمه الاحتباس الحراري
- تأثر الحياة النباتية والزراعية حيث أن هناك بعض النباتات التي لها حساسية

كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية التي تؤثر على إنتاجها وتضر بمحتواها المعدني وقيمتها الغذائية وبالتالي ينتج محصول زراعي ضعيف

- الحياة البحرية التي تشتمل على الأسماك والعوالق النباتية التي لا تستطيع الفرار من الأثار المدمرة لوجود خلل فى طبقة الأوزون فهذه الكائنات الحية البحرية لها دور كبير فى المحافظة على التوازن البيئي وخاصة العوالق النباتية حيث تمتص ثاني أكسيد الكربون من الجو وبالتالي إمداد الأكسجين للكائنات الحية الأخرى والتخفيف من ظاهرة الاحتباس الحرارى

o التغيرات المناخية في الطقس وخاصة عند ارتفاع درجات الحرارة والتي تزيد بدورها من معضلة تلوث الهواء حيث أن درجة حرارة سطح الأرض تؤثر على حركة الهواء صعودا وهبوطا وبالتالي على حركة التلوث الجوي بين التشتيت والارسلب فيتبع صعود الملوثات عملية التسخين المستمرة للطبقة السفلية من الغلاف الغازي الموجود على سطح الأرض أثناء ساعات النهار والتي تبلغ ذروتها خلال شهور الصيف ونتيجة لذلك يحدث انتشار للملوثات مع حركة الهواء أما هبوط تلك الملوثات وعدم انتقالها مع الهواء ينشأ من عملية التبريد المستمرة أثناء ساعات الليل والتي تزيد خلال فصل الشتاء مما يؤدى إلى عملية ترسيب لهذه الملوثات .

o حرائق للغابات وظاهرة التصحر والارتفاع في مستوى سطح البحر لشواطئ عديدة في العالم كل ذلك من جراء ثقب طبقة الأوزون ما يجعل الحياة ممتعة البحث والاستكشاف ولما أننا محاطون بكوكب غامض كان علينا أن نتحدث فيما يخص كوكب الأرض وعلاقته بزملاؤه الجسيمات الكونية التي تحيط بنا والان ليتسع صدرنا وتتفتح عقولنا أمام التطورات التكنولوجية التي يشهدها القرن الحادي والعشرون والتى من أهمها هى الطاقة فبعد أن فقدنا الكثير منها في العقود الزمنية الماضية لم يكن أمامنا الا أن نجد بديلا لتلك الطاقة حتى تستمر حياة الإنسان بالشكل الذى ارتضاه له الله سبحانه وتعالى فالشمس ليست فقط مجرد نجم وإنما تمدنا بالطاقة والحرارة والضوء وتعمل أيضا على المساعدة في إنجاز وإتمام التفاعلات الكيميائية والتى من أهمها ما يجعل الشمس مولدا للطاقة هو الضوء الذى هو عبارة عن مجموعة من الفوتونات وتلك الفوتونات هى التي تعتبر مصدر لإثارة مجموعة من الذرات في سيكة سليكون والتى بدورها تنتج طاقة كهربية بشكل مستمر اذا تم وضعها في شكل مباشر مع اتجاه الشمس بحيث يكون التحام فوتونات الضوء وذرات السليكون كافيا لاضطراب الذرات مما يولد مجالا مغناطيسيا بين الذرات كافية لإنتاج شرر كهربي وبتجميع تلك الشرارات الكهربية الناتجة عن المجال المغناطيسي بطريقة معينة من خلال بعض البطاريات المخزنة للطاقة وفيما يلى شرح مفصل عن طبيعة الخلايا الشمسية :