

المطر الحمضي



- **المطر الحمضي** هو مطر أو أي شكل آخر من أشكال الترسيب يكون حمضيًا بشكل غير عادي، مما يعني أنه يحتوي على مستويات مرتفعة من أيونات الهيدروجين (درجة حموضة منخفضة). يمكن أن يكون لها آثار ضارة على النباتات والحيوانات المائية والبنية التحتية. ينتج المطر الحمضي عن انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين، والتي تتفاعل مع جزيئات الماء في الغلاف الجوي لإنتاج الأحماض. بذلت بعض الحكومات جهودًا منذ السبعينيات للحد من إطلاق ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد النيتروجين في الغلاف الجوي مع نتائج إيجابية. يمكن أيضًا إنتاج أكاسيد النيتروجين بشكل طبيعي عن طريق الصواعق، وينتج ثاني أكسيد الكبريت عن طريق الثورات البركانية. ثبت أن للأمطار الحمضية آثارًا سلبية على الغابات والمياه العذبة والتربة، مما يؤدي إلى قتل الحشرات وأشكال الحياة المائية، مما يتسبب في تقشير الطلاء، وتآكل الهياكل الفولاذية مثل الجسور، وتجويف المباني الحجرية والتماثيل بالإضافة إلى التأثيرات على صحة الإنسان.

● مصادر المطر الحمضي

- المصدران الرئيسيان للمطر الحامض هما ثاني اكسيد الكبريت (SO₂) واكسيد النيتروجين (NO₂)
- إن هذه الغازات منتجات ثانوية لعمليات احتراق بدرجات حرارة عالية (دخان السيارات والمصانع وحرق الغابات) والصناعات الكيماوية مثل إنتاج الأسمدة. وتشكل العمليات الطبيعية مثل تأثير البكتيريا على التربة وحرائق الغابات والنشاط البركاني والبرق ٥ في المائة من اكسيد النيتروجين المنبعث، أما المواصلات فتشكل ٤٣ في المائة بينما تشكل عمليات الاحتراق الناجمة عن المصانع ٣٢ في المائة.

• ثاني أكسيد الكبريت

- ينبعث ثاني أكسيد الكبريت (غاز عديم اللون) كمنتج ثانوي ناجم عن الوقود الأحفوري المحترق الذي يحتوي على الكبريت. وينتج هذا الغاز عن عدة عمليات صناعية مثل إنتاج الحديد والصلب والمصانع وعمليات تصنيع النفط الخام.

- ويمكن أن ينبعث ثاني أكسيد الكبريت في الجو نتيجة للكوارث الطبيعية، ويشكل هذا ١٠% من مجموع هذا الغاز المنبعث من البراكين ورذاذ ماء البحر والعوالق (الكائنات الحية المعلقة في الماء) والنباتات المتعفنة. وعلى العموم فإن ٦٩,٤ في المائة من ثاني أكسيد الكبريت ينتج عن الاحتراق الصناعي. أما المواصلات فهي مسؤولة عن ٣,٧ في المائة من ثاني أكسيد الكبريت المنبعث.

• ثاني أكسيد النيتروجين

• أما المادة الكيماوية الأخرى المسؤولة بشكل رئيسي عن تكوين المطر الحمضي فهي أكسيد النيتروجين، وتستخدم هذه العبارة لوصف أي مركب من النيتروجين مع أية كمية من ذرات الأكسجين. ان أول اكسيد النيتروجين وثاني اكسيد النيتروجين هما الاثنان أكسيديا نيتروجين.

• تطلق عبارة المطر الحامض على الأمطار التي يكون معدل الأس الهيدروجيني فيها أقل من ٥,٦ (٥,٦ >) إذ يعتبر معدل $PH=7$ متعادلا.

• ويدور حاليا جدل شديد بالنسبة إلى هذا النوع من تلوث الهواء بسبب الضرر الذي يلحقه بالبيئة والممتلكات في العالم. ففي السنوات العشر الماضية تسببت هذه الظاهرة في تدمير آلاف البحيرات والجداول المائية في الولايات المتحدة وكندا ومناطق أخرى في أوروبا.

• ويعتبر غاز اكسيد النيتروجين خطيرا في حد ذاته إذ انه يهاجم أغشية أعضاء الجهاز التنفسي ويزيد من احتمال الإصابة بالأمراض التنفسية، كما يساهم في اتلاف طبقة الأوزون ويعمل على تكوين الضباب الدخاني. ويمكن أن ينتشر الاكسيد بعيدا عن المكان الذي تكون فيه بواسطة المطر الحامض. وتعمل التغييرات البيئية على تغيير الحياة البرية الموجودة في المناطق التي حدث فيها التغيير.

• تكون الأمطار الحمضية

• تتكون الأمطار الحمضية من تفاعل الغازات المحتوية على الكبريت. وأهمها ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين بوجود الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس، وينتج ثالث أكسيد الكبريت الذي يتحد بعد ذلك مع بخار الماء الموجود في الجو، ليعطي حمض الكبريت.

• الذي يبقى معلقا في الهواء على هيئة رذاذ دقيق تنقله الرياح من مكان لآخر، وقد يتحد مع بعض الغازات في الهواء مثل النشادر، وينتج في هذه الحالة مركب جديد هو كبريتات النشادر، أما عندما يكون الجو جافا، ولا تتوفر فرصة لسقوط الأمطار، فإن رذاذ حمض الكبريت، ودقائق كبريتات النشادر تبقى معلقة في الهواء الساكن، وتظهر على هيئة ضباب خفيف، لاسيما عندما تصبح الظروف مناسبة لسقوط الأمطار فإنهما يذوبان في ماء المطر، ويسقطان على سطح الأرض على هيئة مطر حمضي، وتتشترك أكاسيد النيتروجين مع أكاسيد الكبريت في تكوين الأمطار الحمضية حيث تتحول أكاسيد النيتروجين بوجود الأكسجين والأشعة فوق البنفسجية إلى حمض النيتروجين.

• لابد من إبداء الملاحظتين الآتيتين في هذا المجال:

• **الملاحظة الأولى:** ان الغازات الملوثة تنتقل بواسطة التيارات الهوائية تؤكد الدراسات في إسكندنافيا ان كمية غازات الكبريت أعلى (٢.٠) مرة مما تطلقه مصانعها، وفي الوقت نفسه، لا تزيد كمية غازات الكبريت في اجواء بعض اقطار أوروبا الغربية، وخاصة المملكة المتحدة عن ١٠ - ٢٠%. وهذا يعني ان هذه الغازات الملوثة، تنتقل بواسطة التيارات الهوائية من أوروبا الغربية إلى إسكندنافيا وإنكلترا.

• **الملاحظة الثانية:** الأمطار تزداد مع الزمن، كما جاء في كتاب "التلوث مشكلة العصر" حيث تشير الدراسات إلى ان حموضة الأمطار التي سقطت فوق السويد عام ١٩٨٢ كانت أعلى بعشر مرات من حموضة الأمطار التي سقطت عام ١٩٦٩، حيث لاحظ الخبراء أن نسبة حموضة مياه الأمطار زادت بشكل مذكر بالخطر، أما درجة حموضة الأمطار في بريطانيا فقد وصلت إلى ٤.٥ في عام ١٩٧٩، ووصلت في نفس العام في كندا إلى ٣.٨ وفي فرجينيا إلى ١.٥، حيث كانت درجة حموضة أمطار فرجينيا تقارب درجة حموضة حمض الكبريت (حامض البطارية) وفي اسكتلندا، وصلت إلى ٢.٧ عام ١٩٧٧، ووصلت في لوس أنجلس إلى ٣ عام ١٩٨٠. اي أكثر حموضة من الخل وعصير الليمون.

- لا يقتصر التوزيع الجغرافي للأمطار على البلاد الصناعية، إذ يمكن ان تنتقل الغيوم لمسافات بعيدة عن مصادر التلوث الصناعي، فتَهطل أمطاراً حمضية على مناطق لا علاقة لها بمصدر التلوث. ولابد من الإشارة إلى ان درجة حموضة ماء المطر النقي هي بين ٥.٥ - ٦ اي تميل إلى الحموضة قليلاً، ولم يسجل أي تأثير سلبي لهذه النسبة حصل خلال ملايين السنين، ويمكن اعتبار ماء المطر نقياً في حدود هذه الدرجة وغير ضار بالبيئة حسب المعلومات المتوفرة.

أثار المطر الحمضي

• على البيئة البحرية

• إن زيادة حموضة الماء تعود إلى انتقال حمض الكبريت وحمض الأزوت (النيتروجين) إليها مع مياه السيول والأنهار بعد هطول الأمطار الحمضية. إضافة إلى ذلك فإن الأمطار الحمضية تجرف معها عناصر معدنية مختلفة بعضها بشكل مركبات من الزئبق والرصاص والنحاس والالمنيوم، فتقتل الأحياء في البحيرات، ومن الجدير ذكره أن درجة حموضة ماء البحيرة الطبيعي تكون بين ٥-٦ فإذا قلت عن الرقم ٥ ظهرت المشاكل البيئية، وكما أن ماء البحيرات يذيب بعض المركبات القاعدية القلوية الموجودة في صخور القاع أو تنتقل إليها مع مياه الأنهار والسيول، فتنتقل شوارد البيكربونات وشوارد أخرى تعدل حموضة الماء، وتحول دون انخفاض الرقم الهيدروجيني، ويعبر عن محتوى الماء من شوارد التعديل بـ «سعة تعديل الحمض»، فإذا تدل الإحصائيات على أن عدد البحيرات التي كانت حموضتها أقل من ٥ درجات في أميركا في النصف الأول من هذا القرن كان ٨ بحيرات فقط، وأصبح الآن ١٠٩ بحيرات، كما أحصي في منطقة أونتاريو في كندا، أكثر من ألفي بحيرة حموضة مياهها أقل من ٥ درجات، وفي السويد أكثر من ٢٠% من البحيرات تعاني من ارتفاع الحموضة، وبالتالي الخلل البيئي واضطراب الحياة فيها.

• على الغابات والنباتات

- الأثر الناجم عن مطر حمضي هطل على غابة في جمهورية التشيك
- إن تدمير الغابات له تأثير في النظام البيئي، فمن الملاحظ أن إنتاج الغابات يشكل نحو ١٥% في الإنتاج الكلي للمادة العضوية على سطح الأرض، ويكفي أن نتذكر أن كمية الأخشاب التي يستعملها الإنسان في العالم تزيد عن ٢.٤ مليار طن في السنة، كما أن غابات الحور المزروعة في واحد كم^٢ تطلق ١٣٠٠ طن من الأكسجين، وتمتص نحو ١٦٤٠ طناً من ثاني أكسيد الكربون خلال فصل النمو الواحد. كذلك تؤثر الأمطار الحمضية في النباتات الاقتصادية ذات المحاصيل الموسمية وفي الغابات الصنوبرية، فهي تجرد الأشجار من أوراقها، وتحدث خللاً في التوازن الشاردي في التربة، وبالتالي تجعل الامتصاص يضطرب في الجذور، والنتيجة تؤدي لحدوث خسارة كبيرة في المحاصيل وعلى سبيل المثال: فقد بلغت نسبة الأضرار في الأوراق بصورة ملحوظة في أحيائها ٣٤% سحابة من الغيوم تنذر بوقوع الكارثة في ألمانيا في السبعينات وازدادت إلى ٥٠% عام ١٩٨٥.

- وفي السويد وصلت الأضرار إلى ٣٠% في احراجها، وتشير التقارير إلى ان ١٤% من جميع اراضي الاحراج الأوروبية قد اصابها الضرر نتيجة الأمطار الحمضية. إضافة إلى ان معظم الغابات في شرقي الولايات المتحدة الاميركية، تتأثر بالأمطار الحمضية، لدرجة ان اطلق على هذه الحالة اسم فالدشترين وتعني موت الغابة، علما بان أكثر الأشجار تأثرا بالأمطار الحمضية هي الصنوبريات في المرتفعات الشاهقة.. نظرا لسقوط اوراقها قبل اوانها مما يفقد الاخشاب جودتها، وبذلك تؤدي إلى خسارة اقتصادية في تدمير الغابات وتدهورها. وتبدو الأمطار الحمضية كملوث خطير، له تأثيرات سلبية على العديد من مكونات النظام البيئي البري، فهي تؤثر أولاً على الغطاء النباتي، فتقضي عليه، إما بتفاعل المطر الحمضي مع أوراق النبات حيث يعمل على تأكلها وتلفها وسقوطها، وإما عن طريق تحميض التربة ومهاجمة جذور النبات، والقضاء على الكائنات الحية الدقيقة والإخلال بنسب غذاء النبات، فيتعثر نمو النبات ويجف في النهاية.

• على التربة :

- وفي السويد وصلت الأضرار إلى ٣٠% في احراجها، وتشير التقارير إلى ان ١٤% من جميع اراضي الاحراج الأوروبية قد اصابها الضرر نتيجة الأمطار الحمضية. إضافة إلى ان معظم الغابات في شرقي الولايات المتحدة الاميركية، تتأثر بالأمطار الحمضية، لدرجة ان اطلق على هذه الحالة اسم فالدشترين وتعني موت الغابة، علما بان أكثر الأشجار تأثرا بالأمطار الحمضية هي الصنوبريات في المرتفعات الشاهقة.. نظرا لسقوط اوراقها قبل اوانها مما يفقد الاخشاب جودتها، وبذلك تؤدي إلى خسارة اقتصادية في تدمير الغابات وتدهورها. وتبدو الأمطار الحمضية كملوث خطير، له تأثيرات سلبية على العديد من مكونات النظام البيئي البري، فهي تؤثر أولاً على الغطاء النباتي، فتقضي عليه، إما بتفاعل المطر الحمضي مع أوراق النبات حيث يعمل على تآكلها وتلفها وسقوطها، وإما عن طريق تحميض التربة ومهاجمة جذور النبات، والقضاء على الكائنات الحية الدقيقة والإخلال بنسب غذاء النبات، فيتعثر نمو النبات ويجف في النهاية.

● على الحيوانات

- تتوقف سلامة كل مكون من مكونات النظام البيئي على سلامة المكونات الأخرى، دخان المصانع السبب الرئيسي فمثلاً تأثر النباتات بالأمطار الحمضية يحرم القوارض من المادة الغذائية والمأوى، ويؤدي إلى موتها أو هجرتها، كما تموت الحيوانات اللاحمة التي تتغذى على القوارض أو تهاجر أيضاً وهكذا.. وقد يلاحظ التأثير المباشر للأمطار الحمضية في الحيوانات. كما لوحظ موت القشريات والأسماك الصغيرة في البحيرات المتحمضة، نظراً لتشكل مركبات سامة بتأثير الحموض (الأمطار الحمضية)، تدخل في نسيج النباتات والبلانكتون- العوالق النباتية- (نباتات وحيدة الخلية عائمة).. وعندما تتناولها القشريات والأسماك الصغيرة، تتركز المركبات السامة في انسجتها بنسبة أكبر. وهكذا تتركز المواد السامة في المستهلكات الثانوية والثالثية حتى تصبح قاتلة في السلسلة الغذائية.. ولابد من الإشارة إلى أن النظام البيئي لا يستقيم إذا حدث خلل في عناصره المنتجة أو المستهلكة أو المفككة وبالنتيجة يؤدي موت الغابات إلى موت الكثير من الحيوانات الصغيرة، وهجرة الكبيرة منها، فهي أيضاً تضر بالطيور، حيث تساعد على نقص تمثيل الكالسيوم لديها، مما يؤثر على عظامها ومتانة بيضها، كما تضطرها إلى مغادرة المناطق الملوثة، كما تقتل العديد من الحيوانات التي تتغذى على الأوراق والنباتات التي تعالج بها.

• على الإنسان

• يتشكل الضباب الدخاني في المدن الكبيرة، وهو يحتوي على حموض، حيث يبقى معلقا في الجو عدة أيام، وذلك عندما تتعرض الملوثات الناتجة عن وسائل النقل بصورة فادحة إلى الأشعة فوق البنفسجية الآتية من الشمس، فيحدث بين مكوناتها تفاعلات كيميائية، تؤدي إلى تكوين الضباب الدخاني الذي يخيم على المدن وخاصة في ساعات الصباح الأولى، والأخطر في ذلك، هو غازي ثاني أكسيد النيتروجين، لأنه يشكل المفتاح الذي يدخل في سلسلة التفاعلات الكيميائية الضوئية التي ينتج عنها الضباب الدخاني وبالتالي نكون أمام مركبات عديدة لها تأثيرات ضارة على الإنسان إذ تسبب احتقان الأغشية المخاطية وتهيجها والسعال والاختناق وتلف الأنسجة وانخفاض معدل التمثيل الضوئي في النبات الأخضر. وكل هذا ينتج عن حدوث ظاهرة الانقلاب الحراري، كما حدث في مدينة لندن عام ١٩٥٢ عندما خيم الضباب الدخاني لمدة ثلاثة أيام، مات بسببه ٤٠٠٠ شخص، وكذلك ما حدث في أنقرة وأثينا.

- هذا فضلاً عن التأثيرات الخطيرة للأمطار الحمضية على الصحة الإنسانية حينما يتناول الإنسان الخضراوات والأسماك التي تركزت واختزننت فيها المركبات الحمضية. كما لا يخفى أثر الأمطار الحمضية على الأحياء البحرية في البحيرات والأنهار، فقد أدت إلى فناء الأسماك، والبكتيريا المحللة، وعملت على تزايد نمو الطحالب والفطريات وبعض النباتات المقاومة للحموضة، مما يجعل البحيرة تنطمر وتتحول إلى موات، نشير هنا إلى أن أكثر الدول معاناة من ظاهرة الأمطار الحمضية، هي الدول الإسكندنافية، حيث تأتيها الرياح من جنوب أوروبا، وكذلك كندا، وتأتيها الرياح من شمال الولايات المتحدة وشرقها، محملة بالملوثات المنبعثة من المصانع ومحطات توليد الطاقة والسيارات، والتي يتكون منها المطر الحامضي.

- عمل الطالبة : إسراء مرعي .
- بإشراف المعلمة : بيان الشيخ .
- مديرة المدرسة : أسماء أبو صاع .
- مدرسة بنات زيتا الثانوية .