كيف تساهم الأشجار
في خفض الانبعاثات الكربونية وتقليل آثار التغير المناخي

المهندس عماد سعد
خبير الاستدامة والتغير المناخي، رئيس شبكة بيئة ابوظبي
abudhabienv@gmail.com

"إِنْ قَامَتْ عَلَى أَحَدِكُمُ الْقِيَامَةُ، وَفِي يَدِهِ فَسِيلَةٌ فَلْيَغْرِسْهَا" كما قال محمد رسول الله صلى الله عليه وسلم في حديث رواه أنس بن مالك مؤكداً أهمية زراعة الأشجار حتى ولو كنا ندرك أن يوم القيامة قد حان وقته، قاب قوسين أو أدنى.

"من يزرع الأشجار وهو يعلم أنه لن يجلس تحت ظلالها، يكون قد بدأ في استيعاب مفهوم الحياة" هكذا قال فيلسوف الهند "**رابندرانات طاغور**" في تعليقه حول من يزرع الأشجار وأهمية زراعتها واستدامة الخير والعطاء منها وتحت ظلالها، وهذا القول اختصر به "**طاغور**" نظرته العميقة للحياة والكون والفن، وما تمثله الشجرة من أهمية في صيرورة الحياة والإنسان.

لمعالجة أهمية زراعة الأشجار وفوائدها البيئية، وما هي القيمة المادية لغاز الأوكسجين الذي تنتجه الشجرة الواحدة، وكيفية احتسابه، وما هي كمية غاز ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) الذي تمتصه الشجرة الواحدة، وما هي آلية حساب الكربون تبعاً لعمر الشجرة، كل هذا وذاك سوف نُعَّرج عليه بعجالة خلال هذه الأسطر القليلة.

في البداية من المؤكد أن أغلبنا قد طرح على نفسه أو قد يطرح، مجموعة من الأسئلة الفنية المشروعة:

- هل نحن أمام تحدي بيئي جراء ارتفاع تركيز (CO_2) بالغلاف الجوي؟
- لماذا تؤكد الحكومات على مبدأ الاستدامة في برامجها التنموية؟
- هل توجد مشكلة في عدم الأخذ بعين الاعتبار ارتفاع درجات الحرارة؟
- لماذا تحث المؤسسات على إطلاق المبادرات والتطبيقات الخضراء؟
- هل توجد جدوى من زراعة الأشجار على نطاق واسع؟

أهم التحديات البيئية بالعالم؟

كوكب الأرض يواجه أزمة بيئية حادة وغير مسبوقة! هي التغير المناخي الناجم عن الاحتباس الحراري، الناجم بدوره عن انبعاث مجموعة من الغازات المسببة للاحتباس الحراري التي أكدتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) وقامت باحتساب نسبة مساهمة الغازات في الاحتباس الحراري، وهي على النحو التالي: غاز ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) 64%، وغاز الميثان (CH_4) 19%، وغاز كلوروفلوروكربون (CFCs) 11%، وغاز ثاني أوكسيد النيتروجين (N_2O) 6%.

وبحسب (IPCC) تشير الأرقام الإحصائية إلى أنه في العام 2019 بلغ متوسط تركيز (CO_2) في الغلاف الجوي 409.8 (ppm) جزء في المليون، وفي يناير 2021 بلغ متوسط تركيز (CO_2) في الغلاف الجوي 417 (ppm) جزء في المليون، مع العلم أن مستوى تركيز (CO_2) يتغير خلال العام، وعادة ما يصل إلى ذروته في شهر مايو.

وفي تصريح سابق للدكتور "راجندرا كومار باشوري" رئيس الهيئة الحكومية المشتركة للتغير المناخي (IPCC) أكد فيه أن مستوى تركيز (CO_2) يجب ألا يتعدى 350 (ppm) جزء بالمليون لكي نعيش بسلام بيئي على كوكب الأرض. بالتالي الكوكب ومن عليه من كائنات حية سوف يدفعون الثمن غالياً من تداعيات هذا الحد الحرج الذي وصلنا إليه والذي لا رجعة منه أبداً ولا يوجد أمامنا سوى أمرين لا ثالث لهما: الأول أن نقوم بترشيد الإنتاج والاستهلاك ليكونا مستدامين للحد من استنزاف موارد الأرض، وتقليل الانبعاثات الكربونية في الغلاف الجوي، على قاعدة (اشتري ما تحتاج إليه واستهلاك ما قد اشتريته) والثاني التكيف مع الآثار الناجمة عن التغير المناخي.

كيف يمكن مُواجهة الاحتباس الحراري والتغير المناخي:

من حيث المبدأ كلنا شركاء في المسؤولية، المقصود كل الحكومات والشركات والجمعيات والأفراد وخلاف ذلك مسؤول عما آلت إليه حال الغلاف الجوي وأمنا الأرض جراء استنزاف الموارد واستهلاكها بطريقة غير مسؤولة، بالتالي علينا جميعاً أن نتحمل المسؤولية ونعمل مع بعض لوقف التدهور البيئي والتكيف مع ما هو آت عبر مجموعة من الإجراءات البسيطة التي هي بمتناول الجميع نذكر منها باختصار:

1. تقليل الاعتماد على الوقود الاحفوري.
2. تشجيع الاتجاه للطاقات المتجددة.
3. استعمال وسائل النقل الجماعي.
4. التحول نحو الاقتصاد الدائري.
5. بناء مدن ذكية مرنة منخفضة الانبعاثات الكربونية.
6. نشر الوعي البيئي وترشيد استهلاك الموارد.
7. تكريس مفهوم الاستهلاك المستدام.
8. تطبيق ممارسات الزراعة المراعية للمناخ.
9. تخزين وإعادة تدوير ثاني أكسيد الكربون.
10. التوسع في زراعة الأشجار والغابات.

ما هي الفو ائد التي تقدمها لنا الأشجار:

1- تسهم الأشجار في زيادة الأمن الغذائي المحلي، كما توفر (الفواكه، والأعلاف، والأخشاب،...).

2- تلعب الأشجار دوراً هاماً في توفير الموائل الطبيعية وزيادة التنوع البيولوجي.

3- تساهم الشجرة في تحسين نوعية الهواء وجودة الحياة، وخاصة في المدن التي ترتفع فيها مستويات التلوث.

4- الأشجار تساعد على تبريد الهواء بما بين (2 و8) درجات مئوية.

5-الأشجار الكبيرة تنقي الهواء من الغازات والجسيمات الدقيقة (CO_2)، (N_2O)، (S_2O)، (O_3)، (غبار، أوساخ، دخان).

6- العيش على مقربة من الأشجار يُحسن الصحة البدنية والعقلية، بتخفيض التوتر، وضغط الدم، والتوتر.

7- الأشجار الناضجة تلعب دوراً رئيسياً في تثبيت التربة والحد من مخاطر الكوارث الطبيعية.
8- الأشجار تساعد في التخفيف من آثار التغير المناخي. من خلال تقليل استخدام الوقود الاحفوري.
9- زراعة الأشجار حول المباني يقلل استهلاك الطاقة لتكييف الهواء بالصيف 20 %، وخفض التدفئة بالشتاء 35 %.
10- زراعة الأشجار في المدن يزيد قيمة العقارات 20 %، ويجذب السياحة والأعمال.

أسئلة متخصصة؟

1. هل يمكن للأشجار الابطاء أو الحد من التغير المناخي وكيف؟
2. ما هو مقدار الكربون الذي تخزنه الأشجار وعند أي عمر؟
3. كيف نختار الأشجار المناسبة لامتصاص الكربون من الهواء؟
4. هل الأشجار بطيئة النمو تُخزن كربون أكثر من الأشجار سريعة النمو؟
5. هل يمكن للأشجار الصناعية التقاط ثاني أوكسيد الكربون مقارنة بالأشجار الطبيعية؟
6. ما هي القيمة الحقيقية المستحقة للشجرة؟ أو قيمة الخدمات التي تقدمها لنا الشجرة؟

دور الشجرة في معادلة التغير المناخي:

يؤدي تغير المناخ العالمي الناجم عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى إجهاد الغطاء النباتي الأرضي، مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاج. فكلما نما النبات بشكل أسرع، زاد استهلاك ثاني أكسيد الكربون في الثانية. بهذا المقياس، قد يكون الخيزران هو الأفضل في امتصاص ثاني أكسيد الكربون. لكن النباتات سريعة النمو لا تعيش طويلاً. لذا نجد أن الأشجار الأكثر مهارة في عزل ثاني أكسيد الكربون عن الغلاف الجوي هي الأشجار الأطول عمراً، مع الكتلة الأكبر (أشجار الأخشاب الصلبة) مثل الكستناء، الجوز، الصنوبر، البلوط، السرو، النيم...

لقد وَجَدَ الباحثون أن الشجرة بطيئة النمو يُمكن أن تُخزن كميات أكبر من الكربون على المدى الطويل. وأفضل حل لاختيار نوع الأشجار الملائمة لموقع ما، هو الاعتماد على المجتمع المحلي، وخبراء الغابات المحلية، وأحدث النتائج العلمية على حد سواء. **إنَّ غَرسْ الأشجار هُو أهَم بكثير مِنْ غَرسِ أشجار بعينها.** حيث يؤكد الباحثون أن (أفضل حل متاح لمشكلات المناخ هو إعادة تشجير مناطق جديدة على نطاق عالمي واسع) بزراعة الأشجار على مساحة 900 مليون هكتار (مساحة أمريكا) يمكن أن يحتجز نحو 205 مليار طن من الكربون أي ثلثي انبعاثات غاز الكربون من الغلاف الجوي، التي تسبب بها الإنسان فعلياً. من هنا تأتي أهمية مبادرة الشرق الأوسط الأخضر. التي أعلن عنها صاحب السمو الملكي الأمير محمد بن سلمان بن عبد العزيز آل سعود في شهر مارس 2021 بالشراكة مع دول المنطقة، والتي تهدف لزراعة 50 مليار شجرة كأكبر برنامج إعادة تشجير في العالم. وتأتي هذه المبادرة من منطلق الشعور بالمسؤولية اتجاه حماية البيئة وتنميتها حيث قال ولي العهد السعودي "**بصفتنا مُنتِجاً عَالمياً للنفط، نُدرك نَصيبَنا من المسؤولية في مُكافحة أزمة المناخ**".

أهم ثلاث فوائد مباشرة للشجرة هي تنظيف الهواء من الغبار والملوثات، وامتصاص (CO_2) المتسبب الرئيسي في التغير المناخي، وزيادة الأوكسجين (O_2) في الجو من خلال عملية التمثيل الضوئي. لقد قام الإنسان، منذ فجر الزراعة، بقطع نحو ثلاث تريليونات شجرة، أي ما يعادل نصف عدد الأشجار على كوكب الارض، وفي سياق الجهود التي يبذلها المجتمع الدولي لاستعادة عافية بيئة الأرض، تعهدت 43 دولة عبر العالم بإعادة زراعة 292 مليون هكتار من الأراضي المتدهورة، وهي مساحة

تبلغ عشرة أضعاف مساحة المملكة المتحدة. **ومبادرة الشرق الأوسط الأخضر بمفردها، سوف تعمل على استعادة مساحة تعادل 200 مليون هكتار من الأراضي المتدهورة**

ما هي قدرة الأشجار على امتصاص ثاني أوكسيد الكربون؟

الأشجار سخية في عطاياها، لجهة تنظيف الهواء الذي نتنفسه وتعمل على إبطاء ويلات الاحتباس الحراري، وذلك بامتصاص جزءاً من انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون التي يسببها الإنسان، لكن من المحتمل ألاَّ يستمر هذا الكرم إلى الأبد في مواجهة استهلاك الوقود الأحفوري بلا هوادة وإزالة الغابات، ولطالما تساءل العلماء عما إذا كانت الأشجار والنباتات قد تصل إلى نقطة الانهيار بحيث لن تتمكن من امتصاص ثاني أوكسيد الكربون بشكل كافٍ؟ لكن من المؤكد حتى الآن أن قدرة الأشجار على القيام بذلك بعد عام 2100 غير واضحة.

في الحقيقة إن تَمكَّنا من تخفيض انبعاثات الكربون إلى الصفر بحلول عام 2050 فستبقى هناك حاجة لامتصاص انبعاثات الكربون المتبقية في الغلاف الجوي حتى نهاية القرن لإبقاء ارتفاع درجة الحرارة دون 1.5 درجة مئوية. إن إعادة التشجير ضرورية للتخفيف من الكربون في الغلاف الجوي، ولكنه لن يكون حلاً بديلاً عن تخفيف النشاط البشري، الذي لا يزال يسهم في النسبة الأعلى من الانبعاثات.

فالأشجار هي العنصر الحاسم في دورة الكربون الذي هو العنصر الثاني في الأهمية بعد الماء للحياة. فالأشجار تأخذ ثاني أكسيد الكربون من الجو وتحوله من خلال عملية التمثيل الضوئي إلى طاقة. وبعد ذلك، إما يتحوَّل الكربون إلى أكسجين وينطلق في الهواء من خلال تنفس الأشجار، أو يبقى فيها حتى يتحلل في التربة من خلال جذورها ويغنيها.

وهكذا إذا اختفت الأشجار سوف تتغير حياتنا بشكل كبير، سيكون لدينا مستويات عالية من ثاني أكسيد الكربون في الهواء وانخفاض من كمية الأكسجين. كما سيتلوث الهواء بمواد أخرى مثل أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وثاني أكسيد النيتروجين، وهي كلها تمتصها الأشجار. وسيصبح الهواء غير مناسب للتنفس، وسيضطر الناس إلى ارتداء أقنعةٍ لتصفية القليل مما تبقى من الأكسجين فيه. وربما يصبح الهواء النقي سلعة نادرة ومرتفعة الأسعار لا يستطيع معظم الناس شراءها.

التأثير التخصيبي لثاني أكسيد الكربون

"إذا عُزلت ورقة نبات (في المختبر) ورَفعتَ مستوى ثاني أكسيد الكربون حولها، سيزيد معدل التمثيل الضوئي لديها. هذه حقيقة علمية مُتفق عليها". لكن النتائج التي يحصل عليها العلماء داخل المختبرات تختلف بشكل عام عما يحدث خارجها في الواقع الأكثر تعقيداً. لا يعلم الباحثون حتى الآن لماذا تؤدي المستويات المرتفعة من ثاني أكسيد الكربون في الجو إلى تغيير المحتوى الغذائي للمحاصيل الزراعية. إلا أننا نعلم أن المستويات المرتفعة من ثاني أكسيد الكربون تقلل تركيز العناصر الغذائية المهمة حول العالم.

التمثيل الضوئي في النباتات

هي العملية التي يقوم بها النبات بامتصاص غاز ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي والماء من التربة وتحويلهما إلى النشويات وغيرها من المركبات باستخدام الطاقة المستمدة من الشمس التي يلتقطها الكلوروفيل (اليخضور) في النبات مع خروج الأكسجين كناتج ثانوي لهذه العملية. والتمثيل الضوئي هو أساس كل الحياة النباتية (الإنتاج الغذائي الذاتي) ومن ثم كل الحياة الحيوانية (الإنتاج الغذائي الخارجي) على كوكب الأرض. ويتوقف معدل التمثيل الضوئي على المناخ، من حيث شدة

وفترة دوام ضوء الشمس والمساحة المورقة المتوافرة وتوافر المغذيات في التربة ودرجة الحرارة وتركيز ثاني أكسيد الكربون ونظم رطوبة التربة.

قياس كمية الكربون التي تمتصها الشجرة:

في القياسات الأساسية وجد أن خشب الشجرة في ساقها يتألف من خمس عناصر أساسية هي الكربون ويمثل 50% ثم الاوكسجين ويمثل 42%، والهيدروجين ويمثل 6%، ثم النيتروجين ويمثل 1%، ومواد معدنية مختلفة وتمثل 1% أيضاً. كما دلت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) أن نسبة غاز الكربون (CO_2) بحدود عام 2021 في الغلاف الجوي للأرض يشكّل0.0417 % من حجم الغلاف الجوّي، أي ما يعادل 417 (ppm) جزء في المليون.

والشجرة الواحدة تمتص بالسنة ما بين (10 - 50) كلغ من غاز (CO_2) تبعاً. حيث تختلف سعة تخزين الكربون بالشجرة حسب النوع، العمر، والنمو. ولكي نحسب كمية (CO_2) المخزنة في الشجرة = الكتلة الكربونية × الكتلة المولّية. بالتالي من الضروري أن نعرف ماهي المفردات التالية الكتلة الجافة، والكتلة الكربونية، والكتلة المولية:

- الكتلة الجافة = كتلة الخشب الكلية – كتلة الماء بالخشب
- الكتلة الكربونية = 47.5 % من الخشب الجاف.
- الكتلة المولية (CO_2) = مجموع الكُتل الذرية في الصيغة الكيميائية للعنصر ÷ الوزن الذري للعنصر (C=12) ،(O=16)، (CO_2=44) = 44/12=3.67، أي أن كل 1 كلغ من كربون الخشب يلزمه امتصاص 3.67 كلغ (CO_2)

مثال تطبيقي (1) شجرة ما من الغابة

1- لدينا شجرة عمرها 20 سنة وزنها 1000 كلغ، تحتوي على النسب التالية (40% ماء + 60 % خشب)

2- (40% ماء = 400 كلغ + 60% خشب جاف = 600 كلغ).

3- كل 600 كلغ من الخشب الجاف فيها (47.5%) كربون

4- أي الكتلة الكربونية = 600 × 47.5 ÷ 100 = 285 كلغ كربون بالخشب الجاف.

5- الكتلة المولية للكربون 3.67 = (CO_2)

6- بالتالي لكي تخزن الشجرة هذا الرقم من الكربون بالخشب، تحتاج إلى 285 × 3.67 الكتلة المولية = 1045 كلغ (CO_2) من الهواء خلال 20 سنة. بالتالي فإن الشجرة الواحدة تمتص حوالي 1045 ÷ 20 سنة = 52.29 كلغ (CO_2) بالسنة.

مثال تطبيقي (2) شجرة نخيل التمر

1. لدينا شجرة نخيل التمر عمرها 20 سنة وزنها 1472 كلغ، (25% ماء + 75 % خشب)
2. (25% ماء = 368 كجم + 75% خشب جاف = 1104 كلغ).
3. كل 1104 كلغ من الخشب الجاف فيها (60%) كربون
4. أي الكتلة الكربونية = 1104 × 47.5 ÷ 100 = 662.4 كلغ كربون بالخشب الجاف.
5. الكتلة المولية للكربون 3.67 = (CO_2)

6. بالتالي لكي تخزن شجرة نخيل التمر هذا الرقم من الكربون بالخشب، تحتاج إلى 662.4 كلغ × 3.67 الكتلة المولية = 2431 كلغ (CO_2) من الهواء خلال 20 سنة. بالتالي شجرة نخيل واحدة تمتص 2431 ÷ 20 سنة = 121.5 كلغ من (CO_2) بالسنة.