



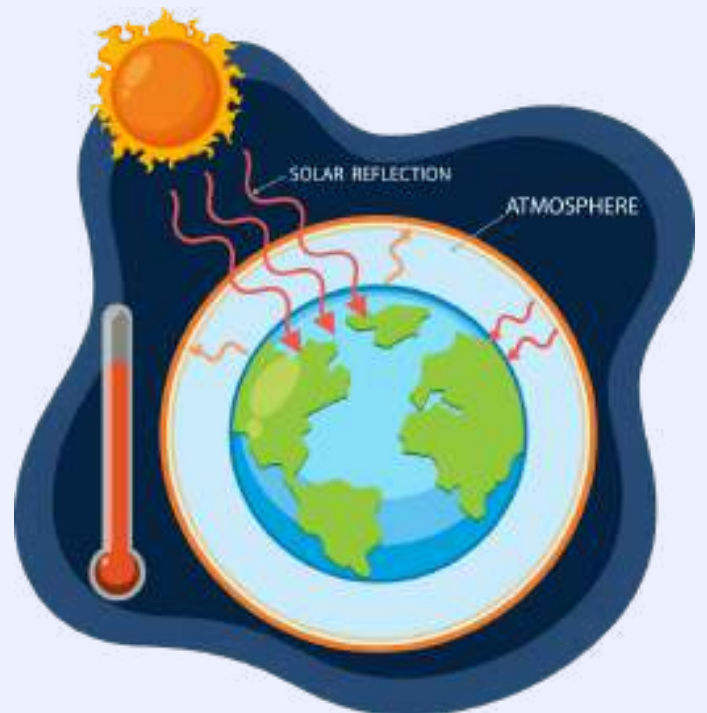
# Carbon Footprint



Balance is essential to maintain and regulate our planet. Unfortunately, anthropogenic activities have disturbed this balance. Each activity humans perform have an impact on our planet, such as building, eating, heating, travelling, transportation, electricity, etc. From this perspective, our everyday activities should be evaluated and considered, in order to minimize our actions' negative consequences. However, how can you measure or calculate the harmful effect of your activities? A simple, but effective, solution is the carbon footprint, but what does it mean and how does it work?

## Carbon Emissions

When humans breathe to gain energy, they release CO<sub>2</sub> into the atmosphere. Similarly, burning gas and coal to acquire energy releases carbon. But carbon is considered a Green-House Gas (GHG), which is problematic as GHGs can absorb heat and radiation from sunlight, increasing the temperature in the atmosphere and our planet. This phenomenon is called "The Greenhouse Effect" (Image 1), and it is the main cause of climate change, or global warming. Other GHGs include methane, ozone, nitrous oxide, chlorofluorocarbons, and water vapor, but carbon is the standard unit. Burning fossil fuels—including coal, oil, and natural gas— releases carbon in the atmosphere and contribute to carbon emissions. Unfortunately, more than 80% of our energy comes from fossil fuels (EESI, 2021). However, it is not the only source of energy as renewable energy, including solar and wind, do not release carbon. Converting from fossil fuels to renewable and clean energy sources can significantly reduce carbon emissions, but it is not the only method. By changing our lifestyle and business operations, we can also significantly reduce carbon emissions.



**(Image 1: GHGs within the atmosphere have the ability to absorb sunlight, eventually increasing the temperature of the planet. This is known as the Greenhouse Effect.)**

## Carbon Footprint

Measuring the amount of carbon released by our lifestyle and each activity performed yields us the carbon footprint. Each person/household have a different footprint, depending on the lifestyle or choices they take. For example, transportation is responsible for around 23% of the global carbon emissions (OECD/ITF, 2008), and choosing more environmentally friendly method of transportation is key to reduce those emissions. For instance, to go to your local market, you have several options to choose from. You can drive a car, ride the bus or walk/bicycle, but each of those actions have different levels of carbon emissions. Driving the car releases the most carbon as the car burns diesel to gain energy; while buses also release carbon the same way, they benefit from transporting a large number of people rather than only you. Walking/biking releases virtually no carbon. In this case, driving a car yields the largest carbon emissions, followed by taking the bus, and the most environmentally friendly method is walking or cycling (Neves & Brand, 2019). Walking/cycling has the least carbon footprint, which means it is a good thing as it releases no/little carbon. Similarly, the smaller the carbon footprint of a person, the better and more environmentally friendly that person is.

### Carbon Footprint Calculator

It is virtually impossible to exactly calculate your footprint, but you can approximately measure it by using a carbon footprint calculator. Carbon Footprint calculators allow you to input your lifestyle (such as eating habits, transportation, living conditions, etc.) and it will calculate the carbon emissions produced by you. Obviously, it is not 100% accurate, but it takes a few minutes and can guide you to a better lifestyle. The following 2 calculators can help you understand your footprint:

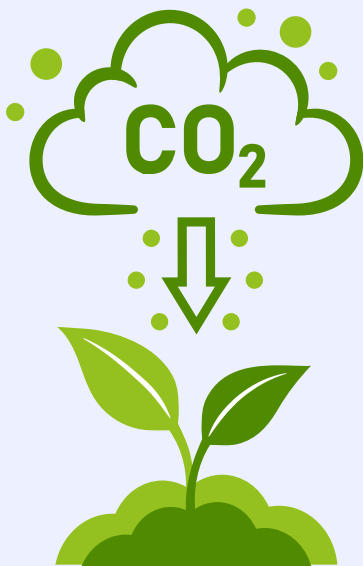
- 1) UN carbon footprint calculator: a short, simple calculator that shows the average carbon footprint in your country and the world.
- 2) Ecological Footprint: longer/in-depth calculator with more facts, figures and how many Earths are needed to sustain your lifestyle.

We recommend calculating your footprint and evaluating your lifestyle in order to decrease your carbon footprint and promote a sustainable lifestyle.



### Carbon Footprint in Agriculture

In 2017, agriculture caused around 17% of all global GHGs emissions (FAO, 2020). Actually, this is a decrease compared to the year 2000, where agriculture contributed to 24%. The most common GHGs in agriculture were nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), methane (CH<sub>4</sub>) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) with the respective share of each gas being 78%, 53% and 21% of global emissions. A significant portion of GHGs emissions in agriculture stems from energy inputs such as machinery, electricity usage, livestock management, fertilizers, and the use of fossil fuels. While all these operations are needed in agriculture, many other alternatives can be implemented to decrease emissions produced in agriculture. After all, plants absorb carbon during the photosynthesis process, but many other methods can decrease emissions.



## Reducing GHGs Emissions in Agriculture



(Image 2: Corn growing in no-till soil)

### 1) Land Preparation

Conventional tillage is often used in agriculture, but better alternatives such as minimum tillage or no-till should be considered as well. Minimum tillage and no-till (shown in Image 2) were shown to emit significantly less carbon compared to conventional tillage (Lal, 2004a). Additionally, no-till is considered more environmentally friendly as it does not disturb the soil fauna and promote microbial processes.

### 2) Irrigation

Surface irrigation is commonly used in Egypt; however, its efficiency is quite low and its emissions are higher than other forms of irrigation. Modern irrigation systems, such as sprinkler and drip irrigations (shown in Image 3), not only are more efficient and save more water, but also reduce GHGs emissions (Sapkota et al., 2020). While their cost is higher up front, modern irrigation systems can optimize water usage and decrease GHGs emissions.



(Image 3: Drip irrigation on pepper)



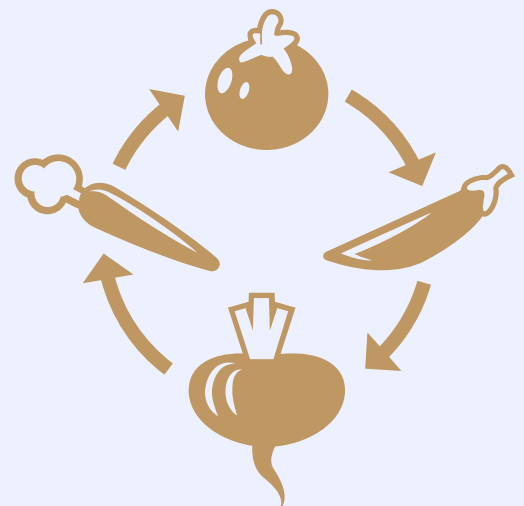
(Image 4: NovaPlus is a biofertilizer that promotes plants growth)

### 3) Fertilization

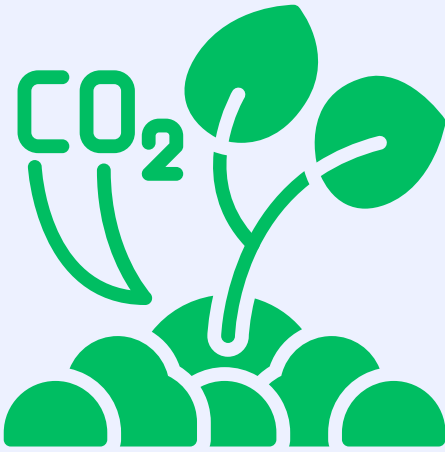
Mineral fertilizers are used to supply crops with essential nutrients, but they are also the main contributor to N<sub>2</sub>O emissions. Optimizing and reducing fertilization can reduce N<sub>2</sub>O emissions. Furthermore, integrated nutrient management and organic agriculture can close the nutrient cycle and prevent emissions (Mahmud et al., 2021). Strategies to reduce emissions include application of carbon rich material (biochar and compost), inoculating plant growth promoting rhizobacteria (Such as biofertilizers shown in Image 4), planting nitrogen fixing crops and limiting external inputs.

### 4) Cropping System

Monoculture is the dominant cropping system in agriculture, yet a well-planned crop rotation system significantly reduces GHGs emissions (Gan et al., 2011). Crop rotations ensure natural nutrient and pest management, which reduce pesticide and fertilizer inputs. A well-planned cropping system should consist of oilseeds, cereals, and nitrogen fixing crops. Additionally, intercropping also has the potential to decrease GHGs emissions (Hu et al., 2015), while increasing productivity.







### 5) Soil Carbon Sequestration

Soil acts as a sink and sequesters carbon, the most common GHG. In fact, it is one of the largest carbon sinks known, even when more than 50% of soil carbon has been degraded (Lal, 2004b). Luckily, certain agricultural practices have the potential to sequester carbon and mitigate climate change. Such practices include reduced tillage, avoiding summer fallow, including forage crops in rotations, using organic residues and manure, cover crops and crop diversification (Hutchinson et al., 2007). Maintaining and increasing soil organic matter is a suitable strategy to decrease carbon emissions.

### Climate-Smart Agriculture

In recent years, a new approach to agriculture, called climate-smart agriculture (CSA), has emerged. This sustainable approach aims to adapt current agricultural practices to reduce GHGs emissions and mitigate climate change. A major, upcoming challenge is to feed the estimated 9.7 billion humans by 2050, while also adapting to the climate crisis. CSA aims to tackle this challenge by applying agro-ecological practices to sustain and enhance present farmlands (FAO, 2024). There are no universal solutions, farms should adapt and utilize their surrounding environmental conditions rather than being at odds with them. Farms in Egypt will require vastly different management systems compared to farms in Canada, for example. According to the FAO, CSA has three objectives: "sustainably increasing agricultural productivity and incomes; adapting and building resilience to climate change; and reducing and/or removing greenhouse gas emissions". The above practices can help in building healthy agro-ecosystems for present and future demand.



(Integrated management is essential to sustain agro-ecosystems)



## References

EESI. (2021, July 22). Fossil Fuels. <https://www.Eesi.Org/Topics/Fossil-Fuels/Description#:~:Text=Fossil%20fuels%E2%80%94including%20coal%2C%20oil,Percent%20of%20the%20world's%20energy.>

FAO. (2020). Emissions due to agriculture. Global, regional and country trends 2000-2018. <https://www.fao.org/3/cb3808en/cb3808en.pdf>

FAO. (2024). Climate-smart agriculture. [https://www.Fao.Org/Climate-Smart-Agriculture/Overview/En/.](https://www.Fao.Org/Climate-Smart-Agriculture/Overview/En/)

Gan, Y., Liang, C., Wang, X., & McConkey, B. (2011). Lowering carbon footprint of durum wheat by diversifying cropping systems. *Field Crops Research*, 122(3), 199–206. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.03.020>

Hu, F., Chai, Q., Yu, A., Yin, W., Cui, H., & Gan, Y. (2015). Less carbon emissions of wheat–maize intercropping under reduced tillage in arid areas. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 701–711. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0257-y>

Hutchinson, J. J., Campbell, C. A., & Desjardins, R. L. (2007). Some perspectives on carbon sequestration in agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142(2–4), 288–302. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.03.030>

Lal, R. (2004a). Carbon emission from farm operations. *Environment International*, 30(7), 981–990. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.03.005>

Lal, R. (2004b). Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science*, 304(5677), 1623–1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>

Mahmud, K., Panday, D., Mergoum, A., & Missaoui, A. (2021). Nitrogen Losses and Potential Mitigation Strategies for a Sustainable Agroecosystem. *Sustainability*, 13(4), 2400. <https://doi.org/10.3390/su13042400>

Neves, A., & Brand, C. (2019). Assessing the potential for carbon emissions savings from replacing short car trips with walking and cycling using a mixed GPS-travel diary approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 123, 130–146. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.022>

OECD/ITF. (2008). Greenhouse Gas reduction strategies in the transport sector Preliminary report. <https://www.economicwebinstitute.org/essays/strategiesemissiontransp01.pdf>

Sapkota, A., Haghverdi, A., Avila, C. C. E., & Ying, S. C. (2020). Irrigation and Greenhouse Gas Emissions: A Review of Field-Based Studies. *Soil Systems*, 4(2), 20. <https://doi.org/10.3390/soilsystems4020020>

Prepared by Research and Development Team at BioPyramids Biotech and Royal Green Technologies:  
Eng./Ali Motaz  
Eng./Fares Khaled  
Eng./Somaya Elsayed  
Under the Supervision of Professor Mohammed Fathey Salem



# البصمة الكربونية

CARBON FREE

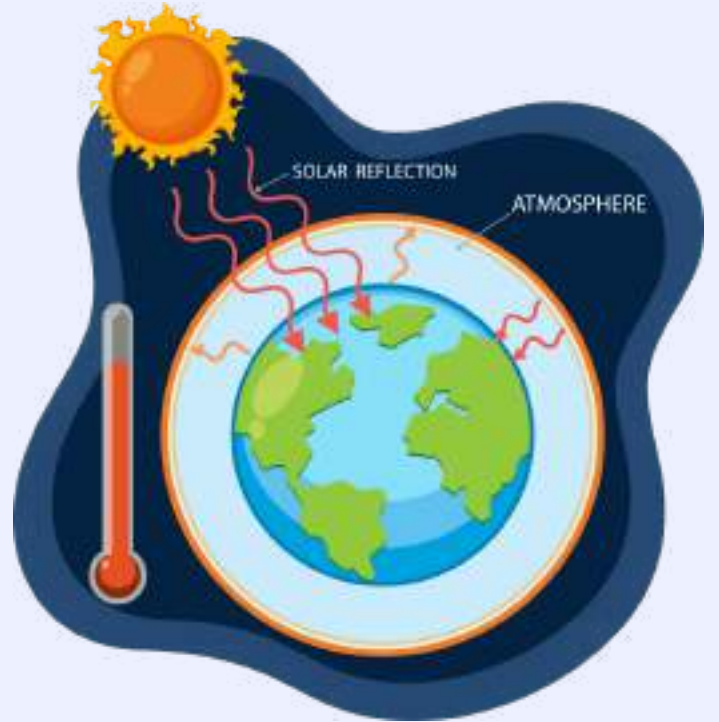


التوازن ضروري للحفاظ على كوكبنا ونظامه. وللأسف، أخلت الأنشطة البشرية بهذا التوازن. فكل نشاط يقوم به البشر له تأثير على كوكبنا، مثل البناء، والأكل، والتدفئة، والسفر، والنقل، والكهرباء، وما إلى ذلك. ومن هذا المنظور، ينبغي تقييم أنشطتنا اليومية والنظر فيها من أجل تقليل العواقب السلبية لأفعالنا. ولكن كيف يمكنك قياس أو حساب التأثير الضار لأنشطتك؟ الحل البسيط والفعال في نفس الوقت هو البصمة الكربونية، ولكن ماذا تعني البصمة الكربونية وكيف تعمل؟

## الإنبعاثات الكربونية

عندما يتنفس البشر للحصول على الطاقة، فإنهم يطلقون ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي. وعلى نحو مماثل، يؤدي حرق الغاز والفحم للحصول على الطاقة إلى إطلاق الكربون. لكن الكربون يعتبر من غازات الاحتباس الحراري (GHG)، وهو ما يمثل مشكلة لأن غازات الاحتباس الحراري يمكن أن تمتص الحرارة والإشعاعات من أشعة الشمس، مما يزيد من درجة حرارة الغلاف الجوي وكوكبنا. وتسمى هذه الظاهرة "تأثير الاحتباس الحراري"، وهي السبب الرئيسي لتغير المناخ. تشمل غازات الاحتباس الحراري بالإضافة إلى الكربون الميثان والأوزون وأكسيد النيتروز ومركبات الكلوروفلوروكربون وبخار الماء، لكن الكربون هو الوحدة القياسية الشائعة. ويؤدي حرق الوقود - بما في ذلك الفحم والنفط والغاز الطبيعي - إلى إطلاق الكربون في الغلاف الجوي ويساهم في انبعاثات الكربون. ولسوء الحظ، فإن أكثر من 80% من طاقتنا تأتي من الوقود (EESI، 2021).

ومع ذلك، فهو ليس المصدر الوحيد للطاقة حيث أن الطاقة المتجددة، بما في ذلك الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، لا تطلق الكربون. إن التحويل من الوقود إلى مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة يمكن أن يقلل بشكل كبير من انبعاثات الكربون، ولكنها ليست الطريقة الوحيدة. فمن خلال تغيير نمط حياتنا وعملياتنا التجارية، يمكننا أيضًا تقليل انبعاثات الكربون بشكل كبير.



(تمتلك غازات الاحتباس الحراري داخل الغلاف الجوي القدرة على امتصاص أشعة الشمس، مما يؤدي في النهاية إلى زيادة درجة حرارة الكوكب).



## البصمة الكربونية

إن قياس كمية الكربون المنبعثة من نمط حياتنا وكل نشاط نقوم به يمكن من خلالهم تقدير البصمة الكربونية . لكل شخص او أسرة بصمة كربونية مختلفة، ويعتمد ذلك على نمط الحياة أو الخيارات الخاصة بهم . على سبيل المثال، وسائل النقل مسؤولة عن حوالي 23% من انبعاثات الكربون العالمية (OECD/ITF, 2008)، واختيار وسيلة نقل صديقة للبيئة هو المفتاح لتقليل هذه الانبعاثات. على سبيل المثال، للذهاب إلى السوق المحلي، لديك العديد من الخيارات للاختيار من بينها. يمكنك قيادة السيارة أو ركوب الحافلة أو المشي وركوب الدراجات، ولكن لكل من هذه الإجراءات مستويات مختلفة من انبعاثات الكربون. فقيادة السيارة تطلق معظم انبعاثات الكربون حيث تحرق السيارة الديزل للحصول على الطاقة؛ بينما تطلق الحافلات أيضاً الكربون بنفس الطريقة، إلا أنها تقوم بنقل عدد كبير من الأشخاص وليس أنت فقط. لا ينتج عن المشي او ركوب الدراجات أي انبعاثات كربونية تقريباً. في هذه الحالة، ينتج عن قيادة السيارة أكبر انبعاثات كربونية، يليها ركوب الحافلة، والطريقة الأكثر صداقة للبيئة هي المشي أو ركوب الدراجات (Neves & Brand, 2019).

إن المشي وركوب الدراجات الهوائية له أقل بصمة كربونية، كلما قلت البصمة الكربونية، كلما كانت البصمة الكربونية للشخص أفضل وأكثر صداقة للبيئة.

## حساب البصمة الكربونية

من المستحيل عملياً حساب بصمتك الكربونية بشكل دقيق، ولكن يمكنك قياسها تقريباً باستخدام حاسبة البصمة الكربونية. تسمح لك حاسبات البصمة الكربونية بإدخال نمط حياتك (مثل عادات الأكل، ووسائل النقل، وظروف المعيشة، وما إلى ذلك) وستقوم بحساب انبعاثات الكربون التي تنتجها. ليست دقيقة بنسبة 100%، ولكنها تستغرق بضع دقائق ويمكن أن ترشدك إلى نمط حياة أفضل.

يمكن أن تساعدك الآلتان الحاسبتان التاليتان على فهم بصمتك:

1) حاسبة الأمم المتحدة للبصمة الكربونية: آلة حاسبة قصيرة وبسيطة تُظهر متوسط البصمة الكربونية في بلدك والعالم.

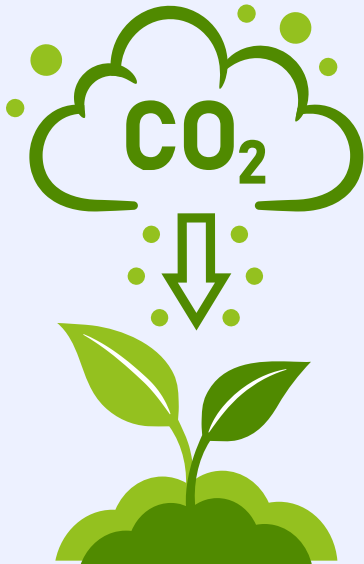
2) البصمة البيئية: آلة حاسبة متعمقة تحتوي على المزيد من الحقائق والأرقام وعدد كرات الأرض اللازمة للحفاظ على نمط حياتك.

نوصي بحساب بصمتك البيئية وتقييم نمط حياتك من أجل تقليل بصمتك الكربونية وتعزيز نمط حياة مستدام.



## البصمة الكربونية في الزراعة

في عام 2017، تسببت الزراعة في حوالي 17% من إجمالي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمية (FAO, 2020). في الواقع، يمثل هذا انخفاضاً مقارنة بعام 2000، حيث ساهمت الزراعة بنسبة 24% من الانبعاثات. وكانت أكثر غازات الاحتباس الحراري شيوعاً في الزراعة هي أكسيد النيتروز والميثان وثنائي أكسيد الكربون حيث بلغت حصة كل غاز 78% و53% و21% على التوالي من الانبعاثات العالمية. وينبع جزء كبير من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في الزراعة من مدخلات الطاقة مثل الآلات واستخدام الكهرباء وإدارة الثروة الحيوانية والأسمدة واستخدام الوقود. وفي حين أن كل هذه العمليات ضرورية في الزراعة، يمكن استخدام العديد من البدائل الأخرى لتقليل الانبعاثات الناتجة عن الزراعة. ففي نهاية المطاف، تمتص النباتات الكربون أثناء عملية التمثيل الضوئي، ولكن هناك العديد من الطرق الأخرى التي يمكن من خلالها تقليل هذه الانبعاثات.



## تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في الزراعة



(ذرة تنمو في تربة غير محروثة)

### 1) تجهيز وتهيئة الأرض

غالباً ما تستخدم الحراثة التقليدية في الزراعة، ولكن ينبغي النظر في بدائل أفضل مثل الحراثة السطحية للأرض أو عدم الحراثة. وقد تبين أن الحراثة السطحية وعدم الحراثة ينبعث منها كربون أقل بكثير مقارنة بالحراثة التقليدية (Lal, 2004a). وبالإضافة إلى ذلك، يعتبر عدم الحراثة أكثر ملاءمة للبيئة لأنه لا يزعج الكائنات الحية الموجودة في التربة ويعزز العمليات الميكروبية.

### 2) الري

يشاع استخدام الري بالغمر في مصر؛ ومع ذلك، فإن كفاءته منخفضة للغاية وانبعاثاته أعلى من أشكال الري الأخرى. أنظمة الري الحديثة، مثل الري بالرش والري بالتنقيط، ليست فقط أكثر كفاءة وتوفيراً للمياه فحسب، بل تقلل أيضاً من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (Sapkota et al., 2020). على الرغم من أن تكلفتها أعلى في البداية، إلا أن أنظمة الري الحديثة يمكنها توفير استخدام المياه وتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.



(الري بالتنقيط على الفلفل)

### 3) التسميد

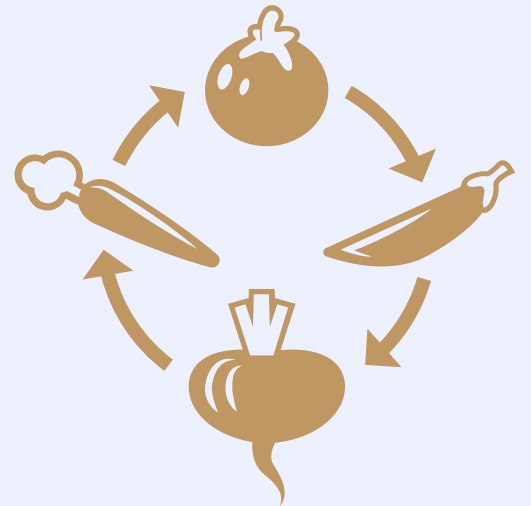
تُستخدم الأسمدة الكيماوية لتزويد المحاصيل بالعناصر الأساسية، ولكنها أيضاً المساهم الرئيسي في انبعاثات أكسيد النيتروز. يمكن أن يؤدي توفير وتقليل التسميد الكيماوي إلى تقليل انبعاثات أكسيد النيتروز. وعلاوة على ذلك، يمكن للزراعة العضوية الحفاظ على محتوى التربة من العناصر ومنع الانبعاثات (Mahmud et al., 2021). تشمل استراتيجيات الحد من الانبعاثات استخدام المواد الغنية بالكربون (الفحم الحيوي والسماذ العضوي)، وتلقيح البكتيريا المعززة لنمو النبات، وزراعة محاصيل تثبيت النيتروجين والحد من المدخلات الخارجية.



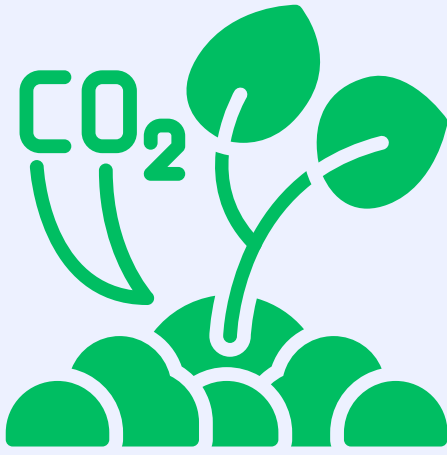
(نوفاف بلس هو سماء حيوي يعزز نمو النباتات)

### 4) نظام الزراعة

إن الزراعة المتكررة لمحصول واحد هو النظام الزراعي السائد، ومع ذلك فإن نظام الدورة الزراعية المخطط له جيداً يقلل بشكل كبير من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (Gan et al., 2011). وتضمن الدورة الزراعية الحفاظ على التوازن الغذائي في التربة وتمنع خلو الأرض من العناصر الغذائية وتقليل إنتشار الآفات والأمراض، مما يقلل من مدخلات مبيدات الآفات والأسمدة. وينبغي أن يحتوي نظام الدورة الزراعية المخطط له جيداً من البذور الزيتية والحبوب والمحاصيل المثبتة للنيتروجين. بالإضافة إلى ذلك، فإن تحميل المحاصيل لديه أيضاً القدرة على تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (Hu et al., 2015)، بالإضافة إلى زيادة الإنتاجية.







## 5 عزل الكربون في التربة

تعمل التربة كحوض امتصاص وتقوم بتخزين الكربون، وهو أكثر غازات الاحتباس الحراري شيوعاً. وهي في الواقع واحدة من أكبر أحواض الكربون المعروفة، حتى عندما يتدهور أكثر من 50% من كربون التربة (Lal, 2004b). ولحسن الحظ، فإن بعض الممارسات الزراعية لديها القدرة على عزل الكربون والتخفيف من تغير المناخ. وتشمل هذه الممارسات تقليل الحراثة، وإدخال المحاصيل العلفية في الدورات الزراعية، واستخدام المخلفات العضوية والسماد الطبيعي، ومحاصيل التغطية، وتنويع المحاصيل (Hutchinson et al., 2007). ويعتبر الحفاظ على المواد العضوية في التربة وزيادتها استراتيجية مناسبة لخفض انبعاثات الكربون.

## الزراعة الذكية مناخياً

وفي السنوات الأخيرة، ظهر نهج جديد للزراعة يسمى الزراعة الذكية مناخياً (CSA). يهدف هذا النهج المستدام إلى تشجيع الممارسات الزراعية الحالية للحد من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري والتخفيف من تغير المناخ. ويتمثل التحدي الرئيسي القادم في إطعام ما يقدر بنحو 9.7 مليار إنسان بحلول عام 2050، مع التكيف في الوقت نفسه مع أزمة المناخ. وتهدف الزراعة المستدامة للأراضي الزراعية إلى مواجهة هذا التحدي من خلال تطبيق الممارسات الزراعية الإيكولوجية للحفاظ على الأراضي الزراعية الحالية وتعزيزها (FAO, 2024). لا توجد حلول شاملة، يجب على المزارع أن تتكيف وتستفيد من الظروف البيئية المحيطة بها بدلاً من أن تكون على خلاف معها. ستتطلب المزارع في مصر أنظمة إدارة مختلفة إلى حد كبير مقارنة بالمزارع في كندا، على سبيل المثال. ووفقاً لمنظمة الأغذية والزراعة، فإن الزراعة المستدامة للأراضي الزراعية لها ثلاثة أهداف "زيادة الإنتاجية الزراعية والدخل الزراعي على نحو مستدام؛ والتكيف مع تغير المناخ و الصمود في وجه تغير المناخ؛ وخفض أو إزالة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري". ويمكن للممارسات المذكورة أعلاه أن تساعد في بناء نظم زراعية إيكولوجية صحية لتلبية الطلب الحالي والمستقبلي.



(الإدارة المتكاملة ضرورية لاستدامة النظم الإيكولوجية الزراعية)



## المراجع

- EESI. (2021, July 22). Fossil Fuels. <https://www.Eesi.Org/Topics/Fossil-Fuels/Description#:~:Text=Fossil%20fuels%E2%80%94including%20coal%2C%20oil,Percent%20of%20the%20world's%20energy.>
- FAO. (2020). Emissions due to agriculture. Global, regional and country trends 2000-2018. <https://www.fao.org/3/cb3808en/cb3808en.pdf>
- FAO. (2024). Climate-smart agriculture. [https://www.Fao.Org/Climate-Smart-Agriculture/Overview/En/.](https://www.Fao.Org/Climate-Smart-Agriculture/Overview/En/)
- Gan, Y., Liang, C., Wang, X., & McConkey, B. (2011). Lowering carbon footprint of durum wheat by diversifying cropping systems. *Field Crops Research*, 122(3), 199–206. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.03.020>
- Hu, F., Chai, Q., Yu, A., Yin, W., Cui, H., & Gan, Y. (2015). Less carbon emissions of wheat–maize intercropping under reduced tillage in arid areas. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 701–711. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0257-y>
- Hutchinson, J. J., Campbell, C. A., & Desjardins, R. L. (2007). Some perspectives on carbon sequestration in agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142(2–4), 288–302. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.03.030>
- Lal, R. (2004a). Carbon emission from farm operations. *Environment International*, 30(7), 981–990. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.03.005>
- Lal, R. (2004b). Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science*, 304(5677), 1623–1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>
- Mahmud, K., Panday, D., Mergoum, A., & Missaoui, A. (2021). Nitrogen Losses and Potential Mitigation Strategies for a Sustainable Agroecosystem. *Sustainability*, 13(4), 2400. <https://doi.org/10.3390/su13042400>
- Neves, A., & Brand, C. (2019). Assessing the potential for carbon emissions savings from replacing short car trips with walking and cycling using a mixed GPS-travel diary approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 123, 130–146. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.08.022>
- OECD/ITF. (2008). Greenhouse Gas reduction strategies in the transport sector Preliminary report. <https://www.economicwebinstitute.org/essays/strategiesemissiontransp01.pdf>
- Sapkota, A., Haghverdi, A., Avila, C. C. E., & Ying, S. C. (2020). Irrigation and Greenhouse Gas Emissions: A Review of Field-Based Studies. *Soil Systems*, 4(2), 20. <https://doi.org/10.3390/soilsystems4020020>

من إعداد فريق البحث والتطوير بشركة بيوبيراميدز بيوتك رويال جرين تكنولوجيز:  
م/ فارس خالد  
م/ علي معتز  
م/ سمية السيد  
تحت إشراف أ.د/ محمد فتحي سالم