تأثير تغير المناخ على الكاربون العضوي في البيئة المائية

الكربون العضوي الكلي Total organic carbon هو كمية الكربون الموجودة في مركب عضوي وتستخدم غالبًا كمؤشر غير محدد لجودة الماء .

يمكن أن يشير الكربون العضوي الكلي أيضًا إلى كمية الكربون العضوي في التربة، أو في تكوين جيولوجي، وخاصة في صخر المصدر لحقول النفط الطبيعية؛ الحد الأدنى التقريبي هو 2% من مكونات التربة.

محتوى الكربون العضوي الكلي للرواسب السطحية البحرية يقدر بنسبة 0.5% في عمق المحيط.

ويعتبر الكربون عنصرًا أساسيًا في أجسام الكائنات الحية. يصنع من ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي عن طريق الكائنات الحية التي تعتمد على التركيب الضوئي والتي تستخدمه لتكوين الجزيئات العضوية التي تنتقل عبر سلاسل الغذاء لينطلق ثاني أكسيد الكربون في النهاية خلال عملية التنفس، وهي جزء من دورة الكربون في الطبيعة.

تكوين المنحدرات البيضاء

البناء الضوئي

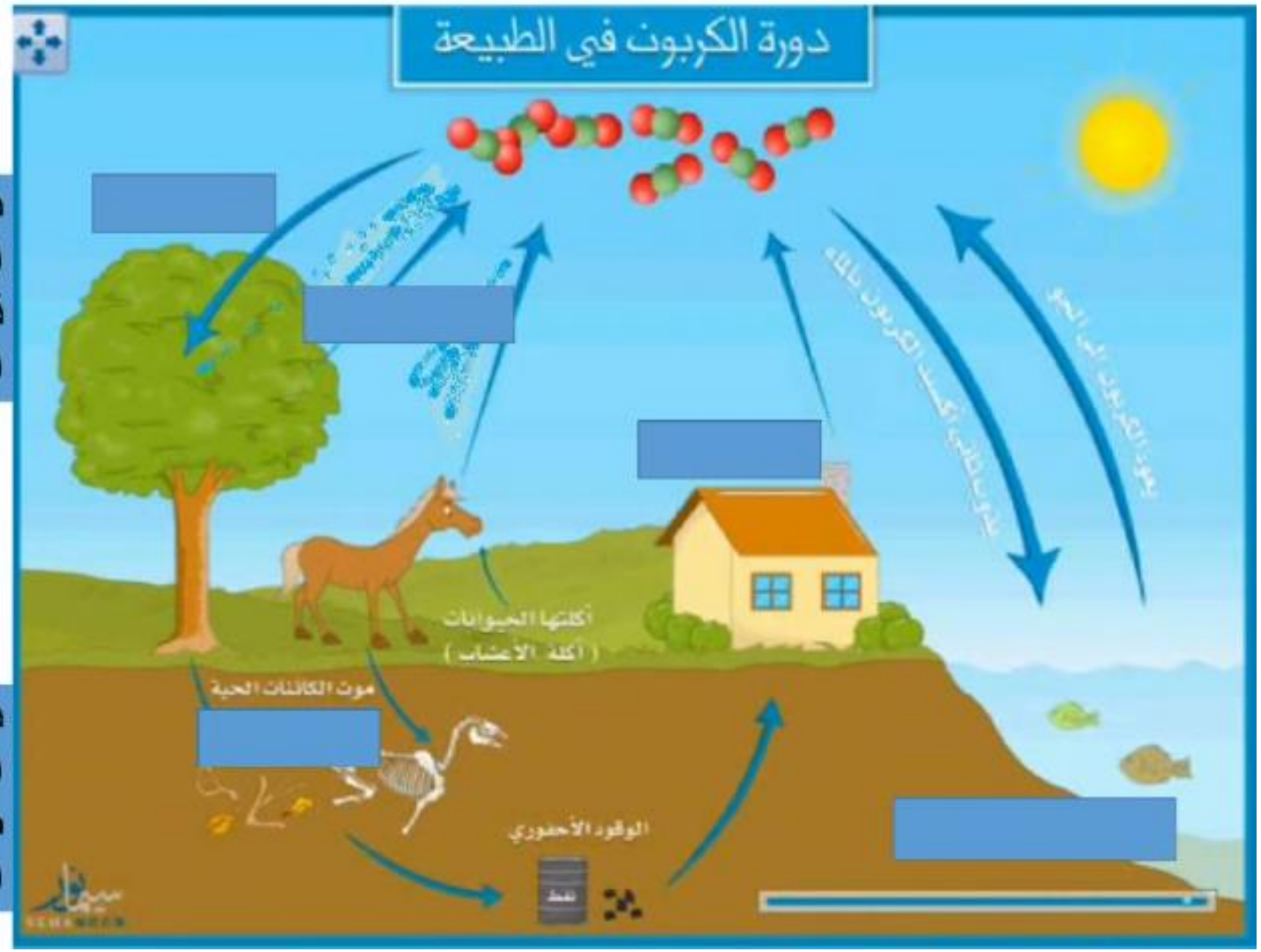
الإحتراق

التنفس الخلوي

التحلل

دورة الكربون قصيرة المدى

دورة الكربون طويلة المدى

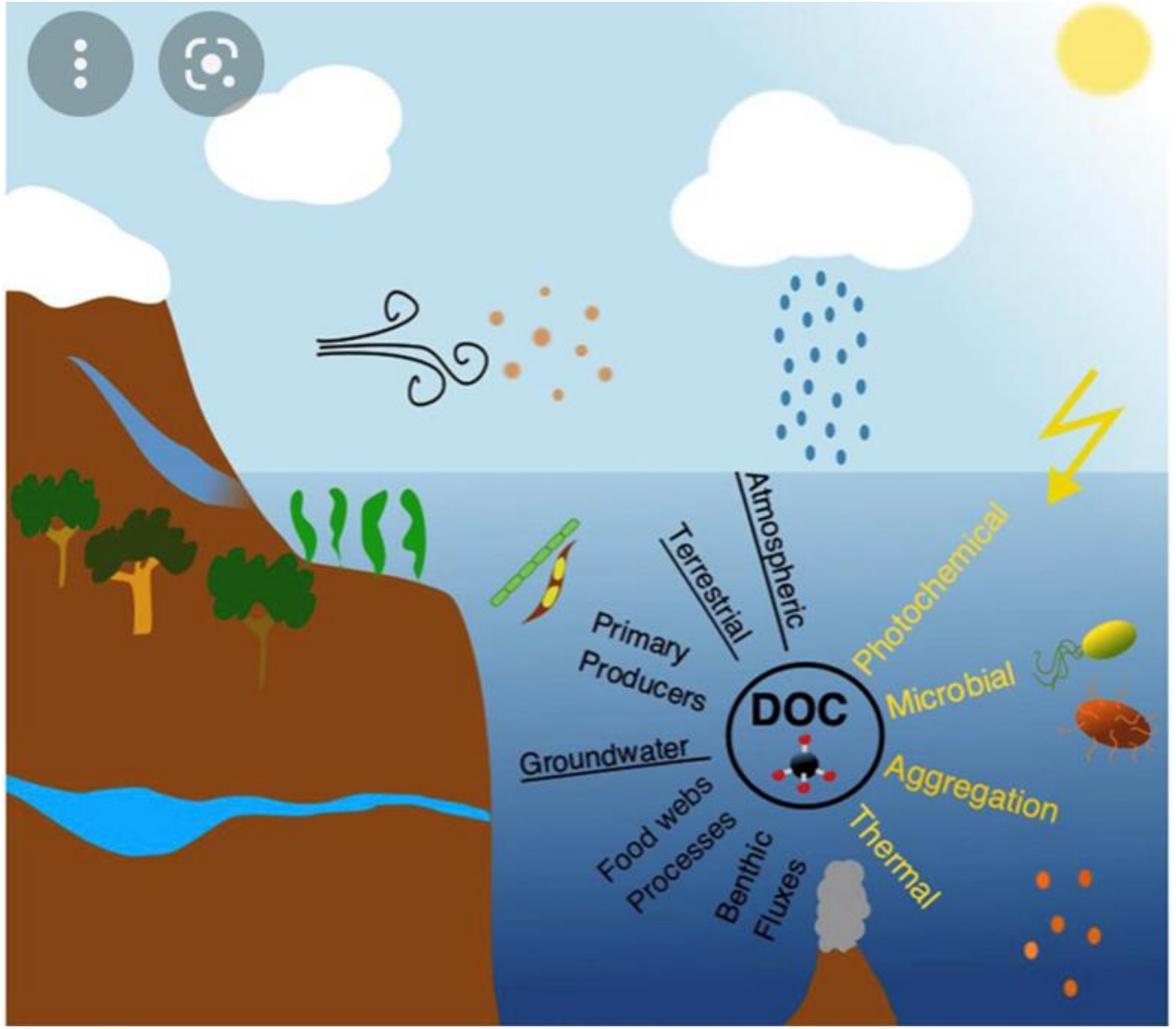


اكتشاف الكاربون العضوي:

رغم ان اكتشاف الكربون قد تم في عصور بعيدة منذ ان كان القدماء يحصلون عليه بحرق المواد العضوية بمعزل عن الأكسجين لتصنيع الفحم، الا انه لم يصنف كعنصر حتى عام ١٧٨٩م

و كلمة كربون ("كربو" تعني باللغة اللاتينية "فحم), وبالعودة الى الحاضر فان أولى التحليلات المتعمقة للكربون العضوي الذائب (DOC) اختصار لكلمة (Dissolved organic carbon) الذي يدور في البيئة المائية تشير إلى أهمية دور أسراب الأسماك المهاجرة في دعم الكائنات الدقيقة في قاع البحار، وربما في دورة الكربون العالمية، وهي العملية التي ينتقل فيها الكربون من الغلاف الجوي إلى الكائنات الحية، في الأرض والبحار ثم يعود مرة أخرى للغلاف الجوي.

وتُعد "مضخة الكربون البيولوجية" (العملية التي يتحوَّل بها ثاني أكسيد الكربون إلى كربون عضوي عن طريق البناء الضوئي، ثم يُصَدَّر من خلال الجسيمات الغارقة، ويتراكم أخيرًا في أعماق البيئة المائية) عملية دورية يجري فيها إصلاح الكربون غير العضوي الموجود في الغلاف الجوي بواسطة أشكال الحياة البحرية، ونقله عبر طبقات المحيط إلى الأعماق والرواسب المحيطية. وكان يُعتقد أن الأسماك التي تتغذى قرب سطح الماء في أثناء الليل ثم تعود في النهار إلى المياه متوسطة العمق (على عمق ٢٠٠ إلى ١٠٠٠ متر تحت سطح الماء) تؤثر في دورة الكربون، لكن لم يُدرَس قط مدى إسهامها في هذه العملية.



أخيرًا تم اثبات تأثير هذه الهجرة اليومية على الحركة الرأسية للكربون في البيئة المائية، وكيف أنها توفّر الوقود اللازم لعمليات الاستقلاب (المسؤولة عن إنتاج الطّاقة داخل خلايا الكائنات الحية) في الكائنات غير ذاتية التغذية التي تتألّف من خلية واحدة بدائية النواة، وتنتمي إلى نوع البكتيريا والبكتيريا القديمة.

انتاج الكاربون العضوي

إنتاج الكربون العضوي الذائب في البيئة من خلال خلايا الطحالب. ومن أسباب إنتاج العوائق النباتية للكربون العضوي الذائب ما يسمى "النمو غير المتوازن"، والذي يحدث عندما تكون المغذيات الأساسية (مثل النيتروجين والفسفور) محدودة. ولذلك، لا يستخدم الكربون الناتج عن عملية البناء الضوئي في بناء البروتينات (ونمو الخلية التالي)، ولكنه محدود بسبب نقص المغذيات اللازمة للجزيئات الضخمة.

ثم تُطلَق نواتج البناء الضوئية الزائدة أو الكربون العضوي الذائب، أو يتم ترشيحها.
يشير مصطلح الحلقة الميكروبية إلى المسار الموجود في الشبكة الغذائية الميكروبية، والذي يعود فيه الكربون العضوي المُذاب إلى مستويات غذائية أعلى عن طريق الاندماج في الكتلة الحيوية البكتيرية.

مصادر الكاربون في البيئة المائية

1- الكاربون المصدر من خارج النظام المائي Allochthonous carbon

ويشمل المواد العضوية التي يتم نقلها نتيجة ضروف مختلفة من نظام البيئة اليابسة المحيط الى البيئة المائية. وهذه المواد العضوية تلعب دور كبير في تغيير مواصفات البيئة المائية كيميائيا وفيزيائيا مثل لون المياه ونفاذ الضوء وتراكيز المغذيات وثاني اوكسيد الكاربون. وتؤثر ايضا على التقلبات الحرارية داخل عمود الماء في النظام البيئي. وبالتالي تلعب دور كبير في انتاجية النظام البيئي.

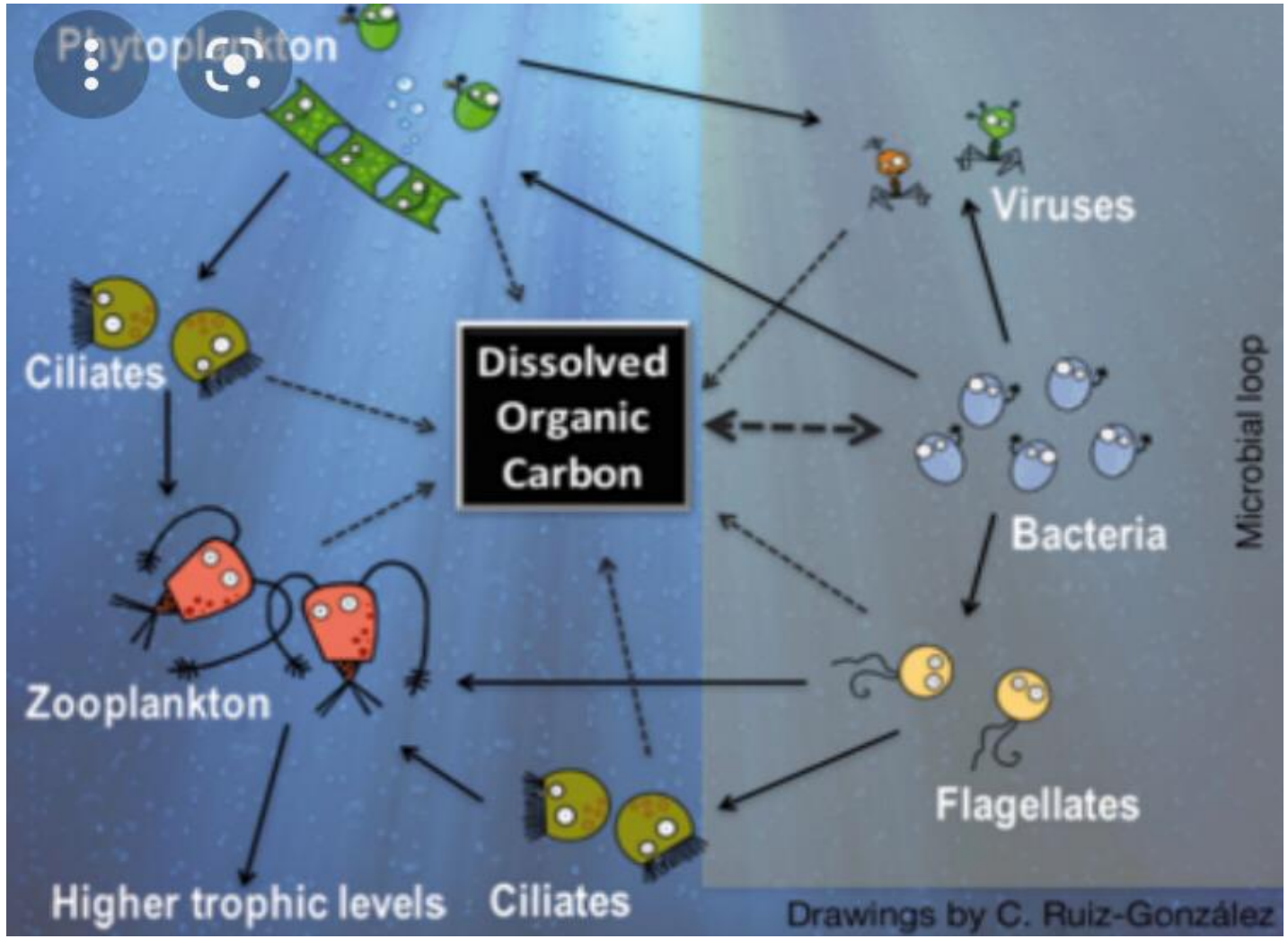
2- الكاربون المنتج داخل النظام المائي Autochthonous carbon

ويشمل المواد العضوية التي يتم انتاجها داخل النظام البيئي المائي من قبل بعض الاحياء او نتيجة تحلل بقايا الكائنات الميتة. وهذه المواد الكاربونية تشكل مصدر عضوي للبكتريا وبالتالي انتاج ثاني اوكسيد الكاربون من قبل البكتريا. وهذا يشكل مصدر مهم للطاقة داخل النظام البيئي حيث يتم استخدامها كمصدر لثاني اوكسيد الكاربون في عملية البناء الضوئي وبالتالي تلعب دور كبير في كون المسطحات المائية مصدر لانبعاث ثاني اوكسيد الكاربون.

تأثير الكاربون العضوي على البكتريا

تدفق الكربون عبر مجتمعات الكائنات الدقيقة عند ثلاث طبقات محدَّدة في عمود الماء خلال النهار(عمود الماء هو مصطلح مفاهيمي لعمود ممتد من السطح حتى القاع ينقسم إلى خمس طبقات ويستخدم في الدراسات البيئية التي تقيّم طبقات الماء). وعلى مدار ثمانية أيام، راقب الفريق بعض السمات، مثل استهلاك الكربون العضوي الذائب، ونمو البكترية المائية ، وتركيب مجتمع الكائنات الحية في عينات المياه الطبيعية المأخوذة من المياه السطحية، وطبقة المياه العميقة حيث تستريح الأسماك في أثناء النهار، والطبقة المتوسطة على عمق ٢٧٥ مترًا.

كانت كفاءة النمو البكتيري في أعماق الطبقات الثلاث أعلى كثيرًا مما كان مقدرًا في السابق، وتوضح كاليخا ان هذا يشير إلى وجود مصدر للكربون العضوي الذائب سهل الاستغلال -أي مصدر مستساغ، وسهل التكسير بواسطة البكتيريا- يساعد على تكوّن الخلايا الكبيرة. ووُجد أيضًا أن مجتمعات البكتيريا غير ذاتية التغذية في طبقة المياه متوسطة العمق أكثر نشاطًا من نظيرتها الموجودة في المياه السطحية.


Phytoplankton
Viruses
Ciliates
Dissolved Organic Carbon
Bacteria
Microbial loop
Zooplankton
Flagellates
Higher trophic levels
Ciliates
Drawings by C. Ruiz-González

حصول البكتريا على الكربون العضوي

البكتريا تحصل على الكربون إما من CO_2أو من مواد معدنية أو من مواد عضوية وبناء على ذلك تقسم البكتريا بالنسبة لمصدر الكربون والطاقة إلى :

- البكتريا الممثلة للضوء وهى البكتريا التى تحصل على الكربون من ثانى أكسيد الكربون كمصدر وحيد للكربون وهى بكتريا قادرة على القيام بعملية التمثيل الضوئى وتشابه النباتات فى هذه الخاصيه ، وهذه البكتريا تحتوى على كلوروفيل ولكنه موزع بإنتظام فى السيتوبلازم وليس فى بلاستيدات خضراء

- البكتريا الممثلة للمواد الكيماوية

أولاً البكتريا الممثلة للمواد الكيماوية المعدنية وهى التى تحصل على الكربون اللازم لها من CO_2 وتحصل على الطاقة من أكسدة المواد الكيماوية البسيطة القابلة للأكسدة .

ثانياً البكتريا الممثلة للمواد الكيماوية العضوية وهى بكتريا معقدة التغذية تحصل على الكربون والطاقة من مواد عضوية معقدة وهى تمثل أغلب أنواع البكتريا وتحصل هذه الميكروبات علي الطاقة اللازمة لها من أكسدة هذه المواد العضوية سواء تحت الظروف الهوائية أو اللاهوائية حسب نوع الميكروب وبذلك تنفرد الطاقة اللازمة لها.