

الكائنات الحية الدقيقة ودورات العناصر

مقدمة

تقوم الكائنات الحية الدقيقة بعمليات حيوية في التربة والهواء والماء. وتلعب دوراً أساسياً في دورات العناصر مثل الكربون والنيتروجين والفسفور والكبريت والحديد وغيرها. وعموماً تنقسم الكائنات الحية إلى منتجة (Producers) و محللة (Decomposers) ومستهلكة (Consumers). وتحلل هذه الكائنات المادة العضوية في مختلف صورها لتنتج مركبات بسيطة وغازات. تقوم الكائنات الحية الدقيقة في التربة بعمليات حيوية كثيرة تؤدي إلى تحولات في دورات العناصر في حالاتها العضوية وغير العضوية وفي حالات الصلابة والسيولة والغازية، ومن أهمها: المعدنة (Mineralization)، والتمثيل (Immobilization)، والأكسدة (Oxidation)، والاختزال (Reduction)، والتثبيت (Fixation)، والإذابة (Solubilization)، والتطاير (Volatilization)، والنشدة (Ammonification)، والنترتة (Nitrification)، وعكس النترتة (Denitrification). ومن خلال هذه العمليات الحيوية و دورات العناصر تتوفر العناصر الغذائية للنباتات، والأكسجين لتنفس الإنسان والحيوان وجذور النباتات والكائنات الحية الدقيقة، كما تتحلل المادة العضوية، ويتم حفظ التوازن البيئي تبعاً لقوله تعالى: "وكل شيء خلقناه بقدر".

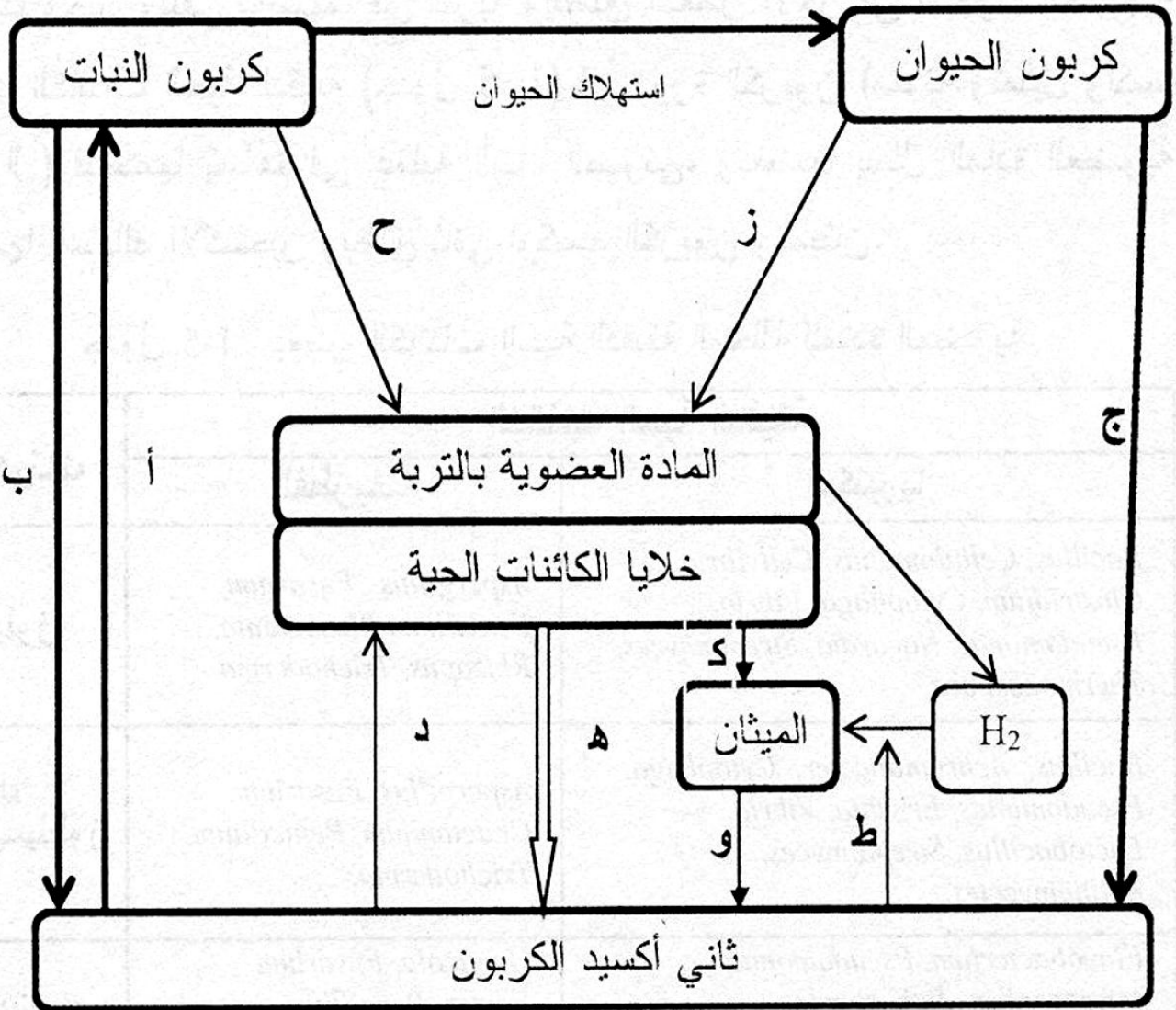
دورة الكربون

يتم تدوير الكربون في الهواء والتربة والماء ويطلق على هذه العملية مصطلح دورة الكربون (Carbon cycle) (شكل 5-1). يوجد الكربون في حالته الصافية الأصلية كالماس أو الغرافيت. ويكون الكربون عند امتزاجه والتحامه مع الأوكسجين والهيدروجين وذرات كربونية أخرى، مركبات أخرى مهمة وأساسية كالسكريات والدهنيات التي تمد النباتات والكائنات الحية بالطاقة، بالإضافة إلى النفط والفحم والغاز الطبيعي التي تزود النشاط الإنساني بالطاقة، ويكون أيضاً ثاني أوكسيد الكربون

والميثان وبعض الغازات الأخرى. وتستطيع النباتات والطحالب وبعض الكائنات الحية الدقيقة مثل البكتيريا أن تستخدم ثاني أوكسيد الكربون وتمتصه من الجو أو المحيطات ثم تحوله إلى سكريات في عملية تعرف بعملية البناء الضوئي. وتستهلك الكائنات الحية من الإنسان والحيوان السكر كمصدر للطاقة وتطلق ثاني أوكسيد الكربون في عملية التنفس.

تحلل الكائنات الحية الدقيقة الحيوانات والنباتات التي تدفن في الأرض والتي تشكل مصدراً للطاقة لهذه الكائنات التي تتغذى على بقايا ومخلفات النباتات والحيوانات. كما تحلل الميكروبات المواد العضوية غير النيتروجينية (السكر والنشا) إلى مواد أساسية

(ثاني أكسيد الكربون و الماء) وإلى مواد ثانوية (الكحول والأحماض العضوية) في التربة جيدة التهوية، أما في التربة سيئة التهوية (المغدقة) فتتحلل إلى غاز الميثان أو الهيدروجين ويبقى بعضهما في التربة وينطلق البعض الآخر في الأجواء الخارجية. تُشارك الكائنات الحية الدقيقة (جدول 5-1) في دورة الكربون (معدنة وتمثيل وأكسدة واختزال) فبعضها يُساهم في عملية البناء الضوئي، وبعضها يحلل المادة العضوية، وبعضها يستهلك الأكسجين ويطلق ثاني أكسيد الكربون والميثان.



- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| ب= تنفس النبات (معدنة) | ا= البناء الضوئي (تمثيل) |
| د= كائنات ذاتية التغذية (تمثيل) | ج= تنفس الحيوان (معدنة) |
| و= أكسدة الميثان (أكسدة) | هـ= تنفس الكائنات الحية (معدنة) |
| ح= موت وتحلل النبات (معدنة) | ز= موت وتحلل الحيوان (معدنة) |
| ك= استهلاك الميثان (تمثيل) | ط= إختزال ثاني أكسيد الكربون |

شكل 5-1: دورة الكربون

جدول 5-1: بعض الكائنات الحية الدقيقة المحللة للمادة العضوية

| الكائنات الحية الدقيقة | | المكونات |
|--|--|---------------|
| البكتيريا | الفطريات | |
| <i>Bacillus, Cellulomonas, Cellvibrio, Clostridium, Cytophaga, Vibrio, Pseudomonas, Nocardia, Streptomyces, Thermonospora.</i> | <i>Aspergillus, Fusarium, Pencillium Rhizoctonia, Rhizopus, Trichoderma.</i> | السيليلوز |
| <i>Bacillus, Achromobacter, Cytophaga, Pseudomonas, Erwinia, Vibrio, Lactobacillus, Streptomyces, Actinomycetes.</i> | <i>Aspergillus, Fusarium, Chaetomium, Penicillium, Trichoderma.</i> | الهيميسيليلوز |
| <i>Flavobacterium, Pseudomonas, Micrococcus, Arthorbacter, Xanthomonas, Streptomyces, Nocardia.</i> | <i>Humicola, Fusarium Fames, Pencillium, Aspergillus, Ganoderma.</i> | اللجنين |
| <i>Bacillus, Clostridium, Achromobacter, Micromonospora, Nocardia, Streptomyces.</i> | <i>Fusarium, Fomes, Aspergillus, Rhizopus.</i> | النشا |
| <i>Bacillus, Clostridium, Pseudomonas.</i> | <i>Ftisarium, Verticillum.</i> | البكتين |
| <i>Bacillus, Achromobacter, Cytophaga, Pseudomonas, Streptomyces, Nocardia, Micromanospora .</i> | <i>Mucor, Fusarium, Aspergillus, Trichoderma.</i> | الكيتين |

ومن أهم ما تقوم به هذه الكائنات: (أ) المعدنة حيث تحلل الكائنات المواد العضوية المعقدة إلى مركبات بسيطة مثل الأمونيا والماء وثاني أكسيد الكربون والأملاح البسيطة الأخرى ، (ب) التمثيل حيث يتم امتصاص المادة العضوية ويتم تمثيلها وتصبح مكونا للمواد العضوية الجديدة لأجسام الأحياء الميكروبية (ج) تكوين المادة الدبال من النواتج الوسيطة لعمليات المسخ (Denaturation) .

المادة العضوية :

تشمل المادة العضوية في التربة كلاً من الجزء المتحلل الكبير الحجم نسبياً والجزء الغروي الذي بلغ مرحلة كبيرة من التحلل وأصبح يساهم في خواص التربة الفيزيائية والكيميائية وبالتالي في إنتاج المحاصيل. تتركب المادة العضوية من مادة جافة وماء؛ يكون الماء حوالي 75% أو أكثر من تركيب الأنسجة، وتتكون المادة الجافة من كربون وأوكسجين وهايروجين ونيروجين وعناصر معدنية أخرى (شكل 5-2). وتشمل المادة العضوية كل المكونات الموجودة بالتربة، وتتوزع كالآتي: 10% مادة عضوية غضة؛ و40% مادة عضوية حديثة التخمر ؛ و25% مادة عضوية متخمرة شبه دبالية ؛ و20% دبال ؛ و5% أحماض عضوية. أما في النبات فتتوزع المادة العضوية كالآتي: البروتينات 1-15%؛ والدهون والزيوت 1-8%؛ والسكريات 1-5%؛ والهيميسيليلوز 10-28%؛ والسيليلوز 20-50%؛ واللجنين 10-30%.

الدبال هو تعبير عن مركب معقد ينشأ من التحلل التدريجي للمواد العضوية بفضل الميكروبات المختلفة ويتصف الدبال بصفات عامة أهمها:

- لونه الأسمر الداكن أو الأسود.
- لا يذوب في الماء وإنما يكون معه محلول غروي. و يذوب لدرجة كبيرة في المحاليل القلوية المخففة وخاصة بالغلجان.
- يحتوي على نسبة كبيرة من البروتين قد تصل لأكثر من 17%.
- يحتوي على نسبة عالية من الكربون، وتبلغ هذه النسبة عادة ما بين 55-58% ويرجع ذلك إلى ارتفاع نسبة اللجنين.
- تقل نسبة الكربون إلى النيتروجين حتى تصل نحو 10:1.

العوامل المؤثرة على كمية المادة العضوية وتحللها :

تؤثر عوامل عديدة على كمية المادة العضوية بالتربة منها: نوع المادة العضوية، ونوع النباتات الموجودة، ونوع التربة، وطبيعة الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة، وحالة الصرف والتهوية بالتربة، وكميات الأمطار، ودرجة الحرارة، ورقم الأس الهيدروجيني، ونوع وطبيعة العمليات الفلاحية. كما تتأثر كمية المادة العضوية بكمية الأملاح، وكمية العناصر الثقيلة، وأنواع السموم وكميتها، وضوء الشمس.

تتباين المادة العضوية في سرعة تحللها على حسب مصدرها وتوافر الكائنات الحية الدقيقة المناسبة بالإضافة إلى العوامل البيئية المحيطة (جدول 5-2). من أهم الظروف التي تحدد عدد ونوع الكائنات الحية الدقيقة الموجودة التي تقوم بعملية تحليل المادة العضوية في التربة هي:

- 1- درجة الحرارة: تحدد درجة الحرارة سرعة التفاعلات الكيميائية والحيوية التي تحدث في التربة. ورغم أن أنسب درجات الحرارة للكائنات الحية الدقيقة حوالي 20-35 م° فإن معظم هذه الكائنات تعيش في مدى واسع من الحرارة.
- 2- الرطوبة: إن أنسب كمية من الماء لمعظم الميكروبات تقع بين 50-75% من السعة الحقلية أي في الحدود التي تتطلبها النباتات.
- 3- رقم الأس الهيدروجيني: تتباين الكائنات الحية الدقيقة التي تحلل المادة العضوية في رقم pH الأمثل حيث تفضل البكتيريا الشعية أن يكون رقم الأس الهيدروجيني في الوسط الذي تعيش فيه بين 7-7.5. بينما تفضل أجناس البكتيريا الأخرى والبروتوزوا أن يكون الوسط بين 6-8 وحدات، أما الفطريات فإنها تفضل أن يكون وسط التفاعل في حدود 4-5.
- 4- التهوية: تقوم الكائنات الحية الدقيقة بعملية تحليل المادة العضوية في حالة وجود الأكسجين وعدمه، ولكن تتغير أنواع وأجناس الكائنات التي تقوم بهذه العملية حسب تهوية التربة. وتتأثر تهوية التربة بدرجة الرطوبة وكمية الماء بها مما يؤثر أيضا في أنواع وأجناس الكائنات الحية الدقيقة.

5- نسبة الكربون إلى النيتروجين (C/N ratio): تتضح أهمية نسبة الكربون إلى النيتروجين في المادة العضوية في التربة في حالة المنافسة على النيتروجين بين النباتات والكائنات الحية الدقيقة وعند إضافة مواد عضوية ذات نسبة عالية من الكربون إلى النيتروجين في التربة . ويبين الجدول (3-5) جودة المادة العضوية ونسبة الكربون إلى النيتروجين في بعض مكوناته .

جدول 2-5 : خصائص المركبات العضوية في التربة

| 1. خصائص مركبات خلايا النبات الطازجة | |
|--|---|
| تتحلل بسهولة | تتحلل بصعوبة |
| السييلوز والنشويات والسكريات والبروتينات | اللجنين والدهون والزيوت والأصماغ |
| 2. النواتج المعقدة الوسيطة للتحلل | |
| مركبات التحلل | مركبات مقاومة |
| الأحماض الأمينية والألدهيدات الأيميدات و الكحوليات | الأصماغ والشمع و الزيوت والدهون و اللجنين |
| 3 . نواتج عمليات التحلل في التربة | |
| نواتج بسيطة | معقدات مقاومة |
| ثاني أكسيد الكربون والماء والميثان والنترات والكبريتات والفوسفات ومركبات الكالسيوم | الدبال - معقد غروي |

جدول 3-5: جودة المادة العضوية في بعض مكوناتها

| N/C | %N | %C | مكون المادة العضوية |
|------|------|----|------------------------|
| 10 | 5 | 50 | المادة العضوية بالتربة |
| 10-5 | 10-5 | 50 | الكائنات الحية بالتربة |
| 13 | 3 | 40 | البرسيم |
| 20 | 2.1 | 41 | السماذ الخليط |
| 57 | 0.7 | 40 | سيقان الذرة الشامي |
| 80 | 0.5 | 38 | سيقان القمح |
| 1000 | 0.05 | 50 | خشب الأشجار |