وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة تكريت

كلية العلوم

قسم علوم الحياة

محاضرات بيئة الاحياء المجهرية

لطلبة الدراسات الاولية – المرحلة الثالثة – الدرسة الصباحية للعام الدرسي 2024 – 2025

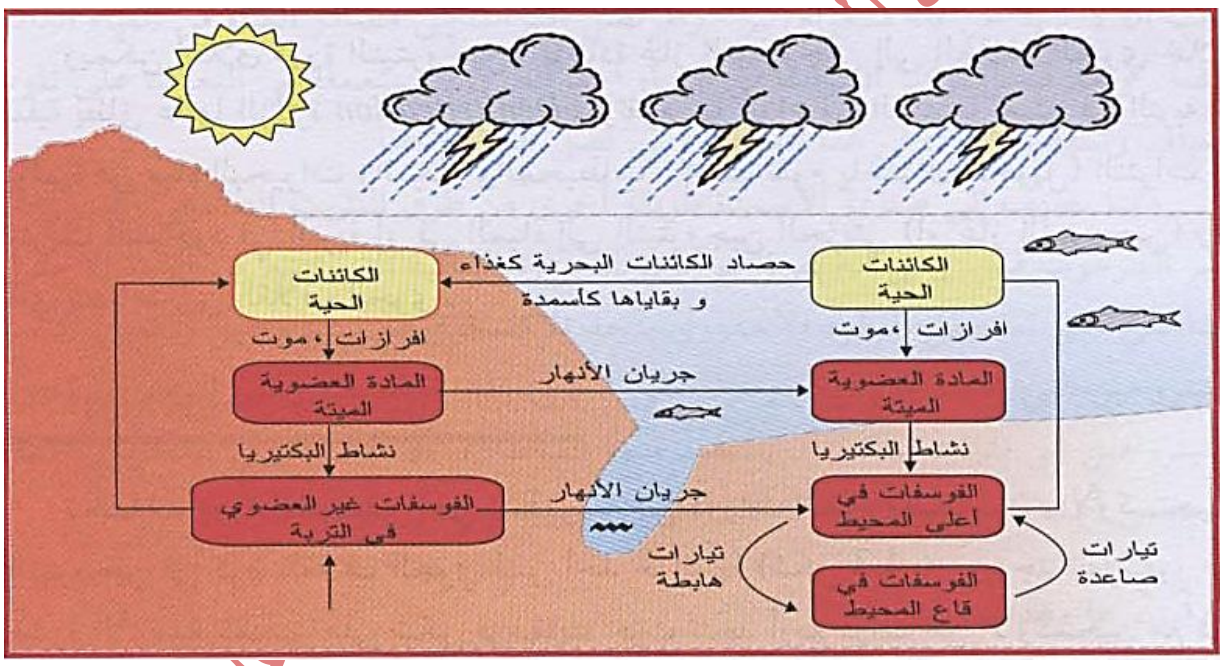
أ.م. د. بشرى علي كاظم

busraa.ali@tu.edu.iq

المحاضرة العاشرة

دورة الفوسفور

يعتبر الفوسفور من العناصر الأساسية المهمة للكائنات الحية ، يوجد الفوسفور في التربة وفي الصخور والنباتات والحيوانات والأحياء الدقيقة على شكل مركبات عضوية وغير عضوية . تلعب الأحياء الدقيقة دوراً مهماً في التحولات التي تجري على مركبات هذا العنصر وتشمل هذه التحولات إذابة مركبات الفوسفور غير العضوي ومعدنة المركبات العضوية للفوسفور مع إنتاج الفوسفات غير اتلعضوية وتمثيل الفوسفور من قبل النباتات والحيوانات والأحياء الدقيقة وعمليات الأكسدة والاختزال ويمكن توضيح دورة الفوسفور بالمخطط التالي :



يعتبر معدن الأباتايت Apatite مصدر الفوسفور المعدني في التربة ويتواجد على شكل كلور وفلور وهيدروكسي أباتايت $Ca_5(PO_4).Cl.F.OH$ يشكل الفوسفور العضوي في التربة نسبة 15 – 85 % من الفوسفور الكلي فيها ، تحتوي أنسجة المحاصيل على نسبة 0.5 – 0.05 % فوسفور عضوي والذي يتواجد على صور مركبات عديدة منها الفايتين phytin الذي يمثل ملح الكالسيوم أو المغنيسيوم لحامض الفايتك phytic acid والفوسفولبيدات ، وأحماض نووية وسكريات مفسفرة ومرافقات الانزيمات كما يمكن أن يتواجد الفوسفور داخل الفجوات الخلوية على شكل فوسفات غير عضوية .

تتم عملية إذابة الابتايت أو المركبات غير الذائبة بواسطة مجموعة من الأحماض العضوية التي تنتجها الأحياء المجهرية وتشمل تلك الأحماض الستريك واللاكتيك والأوكساليك كما تستطيع بعض الأحياء التي تعمل على أكسدة الكبريت والنتروجين إنتاج أحماض الكبريتيك والنتريك التي تساعد في زيادة ذوبان الفوسفور والمعادلة الكيميائية التالية توضح تحول الفوسفور غير الذائب الى فوسفور ذائب:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2CO_2 + 2H_2O \longrightarrow 2CaHPO_4 + Ca(HCO_3)_2$$

فوسفات أحادي الكالسيوم (مركب ذائب)

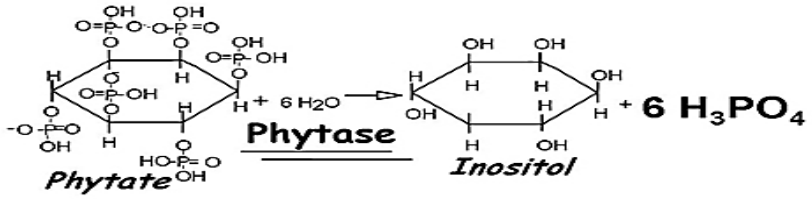
فوسفات ثلاثي الكالسيوم مركب غير ذائب

تستطيع العديد من الأحياء المجهرية سواء كانت ذاتية أو غير ذاتية التغذية الاشتراك في عملية إذابة الفوسفور غير الذائب ويمكن التأكد من قدرة تلك الميكروبات على إذابة المركبات غير الذائبة بتنميتها على أوساط غذائية تحتوي على $Ca_3(PO_4)_2$ أو مسحوق معدن الاباتايت كمصدر وحيد للفوسفور ومن أشهر الأحياء الدقيقة التي لها القدرة على إذابة المركبات غير الذائبة للفوسفور *Bacillus* و *Micrococcus* و *Pseudomonas* و *Mycobacterium* و *Aspergillus* و *Penicillium* و *Fusarium* .

معدنة الفوسفور :

يقصد بها تحول الفوسفور الموجود في المركبات العضوية الى مركبات معدنية وتتم بفعل إنزيمات خارجية تعرف بـ phosphatase فوسفاتيز حيث تقوم بفصل الفوسفور من المركبات العضوية.

هذه الانزيمات بعضها يستطيع العمل ضمن الوسط القاعدي والبعض الآخر ضمن الوسط الحامضي وتستطيع العمل على عدة أنواع من المركبات . بالنسبة الى حامض الفايتك phytic acid فان إنزيم الفايتيز phytase يعمل على تحليله كما في المعادلة التالية :



محاضرات بيئة الأحياء المجهرية- أ.د. بشرى علي كاظم

على عكس الكربون والنتروجين، لا يوجد الفُسفور في الجوّ، لكنّه ينشأُ عن جُسيمات الصُّخور الممتزجة في التربة. النباتات تَمتصُّ الفُسفور بواسطةِ جُذورها والحيوانات تَحصُل عليه عندما تأكل النبات أو حيواناتٍ أخرى وعندما تَموتُ الكائنات الحيَّة، يَعود فسفورها إلى التربة. يتحلَّل الفسفور بسهولة، واغتسالُ التربة بالماء يتسبَّب بانجرافه إلى البحر باستمرار، فيتحوّل من جديد بعد ملايين السنين إلى صُخور فُسفوريّة.

المبيدات

المبيدات أصطلاح يطلق على كل مادة كيميائية تستعمل لمقاومة الآفات الحشرية أو الفطرية أو العشبيه وآيه آفه أخرى تلتهم المزروعات اللازمة للأنسان فى غذائه وكسائه. إن ألاستعمال الخاطئ للمبيدات بأنواعها قد خلف كميات هائلة من هذه المبيدات في التربة ذلك ان نباتات والمحاصيل عامة لا تمتص من المبيدات ألا الكمية التي تتناسب وقدرتها ومعلوم ان المبيدات مع هطول ألأمطار أو الري تتسرب إلى طبقات الأرض مسببة بذلك تلوث للمياه السطحية والجوفية ويمكن أن تتبخر بفعل حرارة الشمس وتسبب تلوث الهواء المحيط.علاوة على ذلك فان هذه المبيدات تقتل الكائنات الحية الدقيقة النافعة في التربة مخلة بذلك التوازن الدقيق والهام في بيئة التربة كما تحدث المبيدات تغيرا في الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة وتؤثر بذلك على ألإنتاجية الزراعية وبدلا من تحسين الزراعة وتطوير المنتجات الزراعية ينقلب الحال الى إضعافها ورداءه منتجاتها كي تساهم المبيدات في تحويل الآفات الثانوية إلى آفات رئيسية وتعاني العديد من دول العالم الثالث من مشكلة الاستعمال الخاطئ للمبيدات حيث يضن الكثير من المزارعين انه بزيادة استعمال المبيدات يمكن القضاء على ألآفات الزراعية بشكل أفضل وبالتالي زيادة الإنتاجية ،فضلا عن أن بعض المبيدات تبقى في التربة لمدة طويلة قد تزيد على عشرين عاما ولنا هنا أن نتخيل تأثيرات هذه المبيدات على التربة نفسها وعلى ما ينمو فيها من نباتات فالمركبات العضوية للمبيدات تستطيع البقاء سنوات عديدة في الأراضي بسبب ثباتها البيولوجي وتنتقل المبيدات عاليه الثبات من مكان إلى أخر من خلال الماء والرياح.

وتشير العديد من البحوث إلى انه عند إضافة المبيد إلى التربة فان هنالك العديد من التحولات البيولوجية والبيئية التي تسهم بشكل كبير في تغيير خاصية ذلك المبيد اعتمادا على تركيزة وتركيبة الكيميائي وتلعب الكائنات الحية الدقيقة دورا فعالا في التحولات المختلفة لذلك المبيد فتحوله إلى مركب ذي خصائص يختلف تماما عن خصائصه الأولية ثم تعمل على تفكيكه وتحليله إلى جزيئات تستطيع غرويات التربة ادمصاصها او تتحلل هذه الجزيئات مائيا لتنطلق منها العناصر المعدنية التي تدخل في تركيب المبيد لتقوم كائنات حية دقيقة أخرى بالتحولات المختلفة لها والتي تشمل المعدنة والتمثيل والثبوت والذوبان.

ومن أكثر أجناس الكائنات الحية الدقيقة القادرة على تحليل المبيدات وتفككها مثل :- *Pscudamonas ,Bacillus, Clostridum* .

والفطريات *Calodosporium, Alternaria spp , Aspergillus.*

محاضرات بيئة الاحياء المجهرية- ا.م.د بشرى علي كاظم

ولان اغلب المبيدات تدخل في تركيبها كل من المركبات الحلقية والهالوجينيات والكبريت والفوسفور والنتروجينات فان هنالك علاقات وطيدة بين المبيدات التي تضاف للتربة والكائنات الحية الدقيقة فقد تعمل المبيدات على احداث العديد من الأضرار المختلفة على الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة نتيجة لزيادة تراكيز بعض تلك المركبات السابق ذكرها على حاجة الكائن الحي الدقيق.

وعموما فان الكائنات الحية الدقيقة قد تعمل على التخلص من المبيد بواسطة التحلل (Degradation) وقد تعمل على إزالة سميته (Detoxification) كما قد تعمل على تنشيطه (Activation) وأيضا قد تسهم في إحداث تفاعلات إضافية.

التلوث بالمخصبات(الأسمدة)

المخصبات الزراعية Fertilizers المقصود بها هي تلك المركبات الكيمياوية (غير العضوية) وبالتحديد الأسمدة الفوسفاتية التي تستخدم لزيادة خصوبة التربة الزراعية وغني عن القول إن استخدام المخصبات الزراعية ضمن الحدود المدروسة قد يكون آثار ايجابية ويعود على الإنسان بالخير إلا إن الإسراف في استخدامها وسوء استخدامها كما ونوعا ومكانا وزمانا هو الذي يخل بمعادلة التوازن بينما يحتاجه النبات من هذه المخصبات وما يضاف منها إلى التربة الزراعية ذلك ان الكميات الزائدة عن حاجة النبات من هذه المخصبات تحدث إضرارا بالغة في عناصر البيئة المحيطة بهذه التربة فعلاوة على إن هذا الجزيء المتبقي من المخصبات في التربة يعد إسرافا ليس له مسوغا من الناحية الاقتصادية فهو أيضا يعتبر من عوامل تلوث التربة ويسبب كثير من الأضرار للبيئة المحيطة بهذه التربة وذلك ان ري التربة الزراعية المحتوية على قدر زائد من المخصبات الزراعية يجعل جزءا من هذه المخصبات يذوب في مياه الري ويتم غسله من التربة بمرور الزمن حتى يصل في نهاية الأمر إلى المياه الجوفية في باطن الأرض ويرفع بذلك نسبة كل من المركبات الفوسفات والنترات في هذه المياه كما وتقوم مياه الأمطار بدور هام في هذه العملية فهي تحمل معها أيضا بعض ما تبقى في التربة من هذه المركبات ويشترك بذلك كل من مياه الصرف الزراعي والمياه الجوفية ومياه الأمطار في نقل هذه المخصبات التي بقيت في التربة إلى المجاري المائية المجاورة للأرض الزراعية كالأنهار والبحيرات وغيرها

إن الأسمدة المستخدمة في الزراعة تنقسم إلى نوعين

1.الأسمدة العضوية

وهي تلك الناتجة من مخلفات الحيوانات والطيور والإنسان وكما هو معروف علميا ان هذه الأسمدة تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء.

2.الأسمدة غير العضوية

وهي تلك التي يصنعها الإنسان من مركبات كيميائيه وهي تؤدي إلى تلوث التربة بالرغم من إن الغرض منها هو زيادة إنتاج الراضي الزراعية ولقد وجد المهتمون بالزراعة في بريطانيا إن زيادة محصول الفدان الواحد في السنوات

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية- أ.د. بشرى علي كاظم

الأخيرة لا تزيد على الرغم من الزيادة الكبيرة في استعمال الأسمدة الكيميائية إذ إن الاستعمال الواسع للأسمدة الكيميائية يؤدي إلى تغطية التربة بطبقه لامساميه أثناء سقوط الأمطار الغزيرة بينما تقل احتمالات تكون هذه الطبقة في حالة الأسمدة العضوية.

وتقوم العديد من الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة بالتحولات الكيميائية المختلفة للعناصر المعدنية الموجودة في المخصبات الزراعية عن طريق المعدنة أو التمثيل المعدني أو الثبوت وقد استعاض في الوقت الحاضر عن تلك المركبات باستخدام الأسمدة العضوية من مخلفات الصرف الصحي ومخلفات الحيوانات والطيور لان لها العديد من الخصائص الجيدة التي تتفوق بها عن تلك المصنعة فإنها تتحلل في التربة تدريجيا كما تحتفظ بدرجة حرارة التربة وتلائم النشاط المكروبي وتسهم في احتفاظ التربة بقوامها ورطوبتها و تلائم نمو العديد من الخضروات و الفواكه .

الخلل الذي يصيب التربة جراء التلوث الكيميائي

التلوث الكيميائي يقصد به كل أشكال التغيرات الكمية أو الكيفية في مكونات التربة من حيث صفاتها الكيميائية أو الفيزيائية أو الحيوية والتي تنتج بسبب استخدام بعض المواد الكيميائية سواء بقصد أم بغير قصد وبالتالي إفساد مكونات التربة ألأساسية وتغير تركيبها بحيث لم تعد تصلح للزراعة أو إن إنتاجها قد قل أو إنها تنتج غذاءا ملوثا ضارا بالإنسان أما مصادر التلوث الكيميائي فهمي كثيرة ومن أهما التلوث بالمبيدات والمخصبات الزراعية والتلوث بالمنظفات الصناعية والتلوث بالمركبات العضوية الهالوجينية والتلوث بالأسلحة الكيماوية والتلوث الناتج عن الحوادث الصناعية .

ويمكن تصنيف أنواع الخلل التي تصيب التربة جراء التلوث الكيميائي إلى:-

أولا:- خلل فيزيائي ويشمل

1- بناء التربة

2- إزالة مواد غروية.

3- تكوين طبقة غير نفاذة للجذور.

4- صرف الماء الزائد.

ثانيا :- خلل كيميائي

1- تغيير الأس الهيدروجيني PH بشكل متطرف .

2- تغير ملوحة التربة (قابلية التوصيل الكهربائي) .

3- تجوية كيميائية لمعادن الطين .

4- وجود معادن ثقيلة

5- نقص الأوكسجين .

ثالثا :- خلل حيوي

1- انخفاض أعداد حيوانات التربة . 2- وجود مسببات مرضية.

محاضرات بيئة الأحياء المجهرية ا.م.د. بشرى علي كاظم

ويمكن تقسيم ملوثات التربة الكيميائية إلى

أولا:- ملوثات عضوية Organic Pollutants

1-هيدرو كاربونات عطرية حلقية Aromatic Polycyclic Hydrocarbons

ومصادرها (احتراق الفحم والبترول والخشب ،إسفلت ،قطران الفحم ،انبعاثات عوادم السيارات-الشحوم)

2-النترو العطرية Nitro Aromatic ومصادرها (القنابل-المبيد الحشري-المبيد البكتيري)

3-الفينولات والانيلينات Anilines ,Phenols ومصادرها:- (المبيدات البكتيرية،مياه الصرف للمصانع،مواد الصباغة،مبيدات الادغال)

4-الهالوجينات العطرية Halogenated Aromatic ومصادرها :--(مبيدات الحشائش،حرق المخلفات الطبية والمخلفات الصلبة ، احتراق البترول والفحم وألأطارات،مناجم الرصاص) .

5 -الهالوجينات الأليفاتية Halogenated Aliphatic ومصادرها :- صناعة البلاستك.

6-المبيدات Pesticides ومصادرها :- (الزراعة،صناعة المبيدات) .

7- منتجات البترول ومصادرها :- (صناعة تكرير البترول،السيارات ووسائل النقل،الصناعة)

ان من بين الستراتيجيات لازالة وتخليص النفط الخام من الملوثات هي الطريقة الكيميائية التي تستخدم لفعاليتها في مثل هذه العمليات ، تشتمل الطرق الكيميائية على ازالة المعادن بالمذيبات لكن هذه العمليات مكلفة اقتصاديا ، كما انها تضيف ملوثات ثانوية للبيئة ، ولهذا السبب اتجهت البحوث والدراسات العلمية الى استخدام الطرق الحيوية وخاصة المايكروبية ، وهي في تزايد مستمر ، واضافت ان العملية الحيوية والتفكك الحيوي تتصف بانها صديقة للبيئة ، كونها قليلة الكلفة، و ذات كفاءة عالية تفوق وتعوض عن الاساليب الكيميائية، واوضحت ان العديد من الاحياء المجهرية لها امكانية تفكيك المركبات الهيدروكربونية كالبكتريا والخمائر والفطريات ، وتمتلك هذه الكائنات الانظمة الانزيمية الفعالة ولكنها تختلف في طرحها لنوعية الناتج النهائي للتفاعل ، وقد اتجهت البحوث لتطوير قابليات هذه الكائنات من خلال التحوير الجيني.

بينت الدراسات والابحاث التي اجريت وجود انواع متعددة ومختلفة تابعة لاجناس مختلفة من الاحياء الدقيقة قادرة على تفكيك المركبات النفطية بأعتبارها مصدرا للكاربون والطاقة ، اعتمادا على انزيمات (مؤكسدة – مرجعة) يتم بواسطتها تفكيك مختلف المركبات الاروماتية الضارة (بنزين ، تولوين ، نفتالين ، فينول ...) كما ان بعضها يملك مورثات متمركزة في البلاسميدات ذات البنية الحلقية من (DNA) والتي تحدد انتاج مختلف الانزيمات المستخدمة في تفكيك المركبات النفطية فمثلا بعض السلالات التابعة لـ (Pseudomonas)تملك انزيم (Oxygenase) الذي يستطيع في حال وجوده في الخلايا اكسدة (CO2 ,CO) الموجودة في مركبات مثل التولوين ، دي كلوروفينول اندوفينول وذلك في الشروط اللاهوائية وتشكيل مركبات ذات اهمية اقتصادية مثل التولوين كما يعتبر انزيم Dioxygenaseمفتاح التفكك الحيوي للمركبات النفطية وهو من اهم الانزيمات التي تقوم بالاكسدة ان النتائج المذكورة يمكن الاستفادة منها في التطبيقات البيوتكنولوجية للصناعات النفطية وفي البحوث اللاحقة لتطوير واستغلال قابلية هذه العزلات البكتيرية مستقبلا.

محاضرات بيئة الاحياء المجهرية- ا.م.د بشرى علي كاظم

ثانيا:- ملوثات غير عضوية Inorganic Pollutants وتشمل

1-العناصر الثقيلة والنادرة. 2-النتروجين. 3- النظائر المشعة.

الواجب البيتي :

س1/ تكلم بإيجاز عن دورة الفسفور في الطبيعة مع الرسم .

س2/ تكلم عن دور الاحياء المجهرية في تحليل المركبات النفطية مع ذكر امثلة.

محاضرات بيئة الاحياء المجهرية- أ.م.د. بشرى علي كاظم