علم الأحياء المجهرية في التربة Soil Microbiology

يهدف هذا العلم إلى الكشف عن التحولات المرتبطة بنشاطات هذه الأحياء ونتائجها المتبادلة من جهة وإلى دراسة تأثيراتها في النباتات والوسط الذي تعيش فيه من جهة أخرى.

تعرف التربة من قبل المختصين في بيولوجيا التربة بأنها الجزء العلوي للقشرة الأرضية والذي تكون بفعل مجموعة من العوامل والعمليات الخاصة أطلق عليها عوامل وعمليات تكوين التربة.

مكونات التربة

1- المادة المعدنية: الحبيبات الصخرية المفتتة بالإضافة الى العناصر المعدنية مثل الكربون والبوتاسيوم والفوسفور والحديد وغيرها.

2- المادة العضوية: الناتجة من تحلل المواد العضوية.

3- هواء التربة: الفراغات البينية بين حبيبات التربة.

4- مياه التربة بأنواعها.

5- الأحياء الدقيقة: يزيد في الأراضي الزراعية مقارنة بالأراضي البور لأنها تحتوي على نسب عالية من المواد العضوية ومن أمثلة الكائنات الحية الدقيقة الفطريات والبكتيريا والنيماتودا.

تحتوي التربة على أعداد كبيرة من الكائنات الحية المتباينة في حجمها الذي يراوح بين خلايا مجهرية مفردة يقل قطرها عن ميكرون واحد، وحيوانات صغيرة، كما تختلف هذه الأحياء في أشكالها وأنواعها وتبعيتها التصنيفية، ويحوي المتر المكعب الواحد من تربة خصبة نحو 10^{12} كائن حي لكل غرام.

أهمية أحياء التربة

تقوم أحياء التربة بتفكيك المواد العضوية الطبيعية جميعها، وتحسين خصوبة التربة بتحطيم أنسجة النباتات والحيوانات فيها، ودمج النواتج والمعادن المحررة مع التربة، كما أن لبعض أنواعها قدرة على حلّ بعض المنتوجات المصنعة من الإنسان. تحوّل أحياء التربة بشقيها الفلورا النباتية والفونا الحيوانية المواد المتحللة إلى معقد عضوي مهم في التربة يسمى الدبال Humus يتركب من نحو 60٪ كربون ونحو 6٪ من الآزوت إضافة إلى مركبات فينولية وفسفاتية عضوية وسكريات معقدة وغيرها. تمزج حيوانات التربة بحركتها الدبال مع التربة، مما يساعد على تحسين خواص التربة بتفتيت حبيباتها وتهويتها وحركة الماء فيها وتجعل الدبال المتكون في متناول الأحياء المجهرية.

تقوم الأحياء المجهرية بهدم الدبال وحلّه، ويتم هذا التحلل بصورة بطيئة محررة منه المغذيات النباتية بعد موت هذه الأحياء.

العوامل المؤثرة في أنواع الأحياء المجهرية وتوزعها في التربة.

اولا: عوامل غير حياتية Abiotic Factors منها:-

1ـ نوع التربة: تختلف أحياء التربة وأشكالها وأعدادها بحسب تركيب التربة الميكانيكي، وتكون الترب المتوسطة القوام أغنى بالأحياء المجهرية من الترب الرملية أو الطينية الثقيلة.

2ـ الضوء: يفضل معظم أحياء التربة الابتعاد عن الضوء ماعدا بعض الطحالب والأشنيات التي تفضل العيش على سطح التربة أو قربه.

3 ـ التهوية: معظم أحياء التربة من الأنواع الهوائية التي لا تنمو إلا بوجود الهواء Aerobic وبعضها لاهوائي Anaerobic يتوقف نموه بتوافر الهواء، وبعضها الآخر اختياري ينمو بوجود الهواء أو غيابه. وتختلف أعداد هذه الأحياء وأشكالها وتوزعها في الترب تبعاً لدرجة تهويتها.

4 ـ الرطوبة: يعد وجود الرطوبة ضرورياً لأحياء التربة، إلا أنها تختلف في مدى تحملها للجفاف. وتوجد علاقة وطيدة بين رطوبة التربة ودرجة تهويتها وتأثيرهما المشترك في الأحياء جميعاً.

5ـ الحرارة: توجد أحياء التربة وخاصة المجهرية منها في جميع ترب العالم، ويعد معظمها محباً للحرارة المنخفضة أو المتوسطة إلا أن الأنواع المحبة للحرارة العالية متوافرة في بعض الترب الغنية بالمواد العضوية، ويزداد دورها الفعّال بعد التعقيم الحراري الجزئي للترب.

6 ـ درجة الحموضة: إن الترب ذات pH المتعادل هي الأغنى بالأحياء من حيث العدد والتنوع. وتختلف أنواع الأحياء المجهرية في التربة بحسب درجة حموضتها.

7 ـ نوع المغذيات وكميتها: تكون أحياء التربة إما مفترسة وإما متطفلة وإ ما رمّية ومتعايشة. وتوجد أنواع تكون تغذيتها الذاتية ضوئية أو كيمياوية أو متباينة الضوئية وترتبط كثافتها بمدى توافر غذائها الخاص بها.

ثانيا: عوامل حياتية Biotic Factors

العلاقات المشتركة بين أحياء التربة

1. افتراس حيوانات التربة بعضها بعضاً وافتراس جذور النبات، وافتراس الحشرات لحيوانات التربة ولبعضها بعضاً وافتراسها لجذور النبات وافتراس الأوليات للبكتريا وغيرها.
2. تطفل الفطريات بعضها على بعض وعلى جذور النباتات كما تتطفل الأوليات والبكتريا والفطريات على حيوانات التربة.
3. تعايش تكافلي لبعض الأحياء المجهرية مع بعضها الآخر أو مع جذور النبات في المحيط الجذري مكونة العقد الجذرية على البقوليات، وتعايش تكافلي لفطريات الميكوريزا Micorrhizae مع جذور الأشجار المختلفة والنباتات الحولية، وكذلك تعايش الأوليات في أمعاء النمل، وتعايش سرخس فيرن Fern والبكتريا الخضراء المزرقة مثل Anabaena.

التوزع في التربة:

يشمل التوزعين الرأسي والأفقي

1 ـ **التوزع الرأسي**: تتوزع أحياء التربة بصورة غير متجانسة في قطاع التربة الرأسي نحو الأعلى والأسفل، إذ يتركز معظمها في طبقة البقايا العضوية، وهي السنتمترات الخمسة العلوية في أراضي الغابات أو الطبقة التي تلي السطح مباشرة في الأراضي الأخرى. وقد قدر أن نحو 90٪ منها تنتشر في الطبقة العلوية.

2 ـ **التـوزع الأفقـي**: يختلـف هـذا التـوزع تبعـاً لاخـتلاف محتـوى التربـة مـن المـواد العضـوية ولمسـتوى جفـاف التربـة أو غمرهـا بالمـاء كمـا يـؤثر وجـود النبـات أو المحصـول فـي أعـداد الأحيـاء وأنواعهـا المنتشرة في المحيط الجذري rizosphere.

دور الأحياء المجهرية فى التربة

❖ التأثيرات النافعة

تحطـم الأحيـاء المجهريـة البقايـا العضـوية النباتيـة والحيوانيـة وتسـاعد علـى تحلّلهـا وتحويلهـا إلـى الصـيغة المفيـدة فـي تغذيـة النباتـات. تكـون هـذه الأحيـاء المجهريـة أكثـر عـدداً ونشـاطاً فـي تـرب الغابـات منهـا فـي تـرب المـروج والتـرب المفلوحـة. وعمومـاً تتحقـق الأدوار المفيـدة للأحيـاء المجهريـة فـي التربـة عـن طريـق الـدورات البايوجيوكيمياويـة: دورة الكربـون ودورة الآزوت تثبيتـه مـن الجـو ودورة الكبريـت والفسـفور والحديد وغيرها.

❖ التأثيرات الضارة للأحياء المجهرية في التربة

فـي التربـة بعـض الأحيـاء المجهريـة التـي يمكـن أن تسـبب أمراضـاً للإنسـان والحيـوان، وتصـل الجـراثيم إلـى التربـة عـن طريـق ميـاه الـري أو جثـث الحيوانـات المصـابة، ومـن أمثلتهـا البكتريـا المسـببة لمـرض الجمـرة الخبيثـة والكـزاز وغيرهمـا، ويسـبب بعضـها الآخـر الأمـراض النباتيـة، ومـن أمثلتهـا البكتريـا المسـببة للتـدرن التـاجي *Agrobacterium tumefaciens* وجـرب البطاطـا *Streptomyces scabis* وعـدد كبيـر مـن الفطريـات التـي تسـبب تعفـن الجـذور وتتبـع أجنـاس Fusarium و Rhizoctonia pythium وغيرهمـا. كمـا يمكـن أن تقـوم أحيـاء بقضـم جـذور النباتـات أو بالتطفـل علـى جـذور النباتـات مسـببة أضـراراً كبيـرة للمحصـول. وقـد يفـرز بعضـها الآخـر بعـض المـواد السـامة للنباتـات أو لأحيـاء أخـرى، وتظهـر أهميـة هـذه الإفـرازات فـي الظـروف غيـر الهوائيـة ومـن أمثلـة هـذه المـواد الميثـان وكبريـت الهدروجين وغيرهما.

مجاميع الأحياء المجهرية وتوزيعها فى التربة:

1- -البروتوزوا (الابتدائيات) Protozoa :

البروتـوزوا هـي أبسـط الحيوانـات التـي تتميـز بكونهـا حيوانـات بدائيـة وحيـدة الخليـة يتـراوح حجـم العديـد مـن أنواعهـا بـين عـدة ميكرومتـرات الـى سـنتمتر أو أكثـر وبصـورة عامـة الأنـواع التـي تعـيش فـي التربـة أصـغر حجمـاً مـن الأنـواع المنتشـرة فـي الميـاه . تعتبـر هـذه الحيوانـات حقيقيـة النـواة Eukaryote ، أمـا بالنسـبة الـى تغـذيتها فهـي متغـايرة التغذيـة الكيميائيـة Chemoheterotrophes باسـتثناء بعـض الاجنـاس الحاويـة علـى الكلوروفيـل ، تتضـمن دورة حيـاة العديـد مـن البروتـوزوا مـرحلتين نشـطة Trophozoite حيـث تتغـذى وتتكـاثر أثنائهـا ومرحلـة سـكون Cyst يتكـون فيهـا غـلاف سـميك يحـيط بخلاياهـا ، الطـور السـاكن يـتمكن مـن مقاومـة الظـروف البيئيـة غيـر المناسـبة لسـنوات فـي بعـض الاحيـان . تتكـاثر البروتـوزوا عـادةً لاجنسـياً بانقسـام الخليـة الأم طوليـاً أو عرضـياً الـى خليتـين متشـابهتين وتتبـادل الصـفات الوراثيـة وفـي النهايـة تتكـون خليتـان جديـدتان ، تنتشـر هـذه الحيوانـات فـي جميـع التـرب . **تعتبـر البروتـوزوا مهمـة** للحفـاظ علـى التـوازن الميكروبـي والتقليـل مـن أعـداد البكتريـا السـائدة وبـذلك تعطـي فرصـة أفضـل للبكتريـا الأقـل قـدرة علـى التنـافس ، كمـا تمتـاز بعـض الأجنـاس بـأن لهـا القـدرة علـى إحـداث

إصابات مرضية للنبات والحيوان والانسان .تؤدي دوراً رئيسياً في التحولات البيوكيمياوية وتسهم في تحطيم المواد العضوية وإعادة العناصر المعدنية.

2. الأكتينومايستات Actinomycetes

بالرغم من فصل هذه المجموعة فى قسم مستقل عند دراستها إلا أنه يجب أن نعرف أن هذا الفصل ليس له أساس فى علم التقسيم فهذه المجموعة تتبع البكتيريا ولكنها تدرس لأهميتها الخاصة وسعة انتشارها ودورها الهام فى التربة، فهذه المجموعة من الكائنات قد تظهر تشابه بينها وبين الفطريات من حيث تكوين ميسيليوم حقيقى وتفرعه وطريقة تكوين الجراثيم مما جعل بعض العلماء ينسبونها للفطريات **ولكن التقسيم الحديث يضمها الى البكتيريا للأسباب الآتية:**

1- قطر الهيفا مساوى تقريباً لقطر خلية البكتيريا
2- -تركيب الجدار الخلوى مشابه لحد كبير لتركيب جدار الخلية البكتيرية
3- تركيبها الخلوى مشابه للبكتيريا من حيث إن خلاياها من نوع بدائيات النواة Prokaryotes
4- عدم احتوائها على غشاء نووى وكذلك ميتوكوندريا.
5- تركيب الأسواط إن وجدت مشابه لأسواط البكتيريا.
6- بعض أنواعها تكون جراثيم داخلية مقاومة للحرارة مثل البكتيريا.
7- حساسة لإنزيم الـ . Lyosozyme
8- -بعض أنواعها لها القدرة على تثبيت النتروجين الجوى تكافلياً مع جذور بعض النباتات غير البقولية وهذه صفة لا توجد إلا فى الخلايا بدائية النواة. وطبقاً لتقسيم Bergey 1984 وضعت هذه المجموعة فى المجلد الرابع الذى يضم البكتيريا الموجبة الخيطية ذات الشكل المعقد.

وهى تنقسم الى أربعة أقسام رئيسية:

1- **البكتيريا الخيطية التى تنقسم فى أكثر من مستوى واحد:** يكون الانقسام فى الأجناس التابعة لهذه المجموعة طولياً وعرضها مكونة كتلة من الخلايا كروية أو مكعبة الشكل وهى تضم ثلاثة أجناس من بينهم جنس **Geodermatophilus** وهو من ميكروبات التربة ولكن دوره فيها غير واضح وجنس Frankia وهو يمثل البكتيريا المكونة للعقد الجذرية المثبتة للنتروجين الجوى فى النباتات غير البقولية لذلك فله دور هام فى خصوبة التربة خصوصاً فى أراضى الغابات.
2- **البكتيريا الخيطية التى تكون حافظة جرثومية حقيقة**: والأجناس الهامة التابعة لهذه المجموعة جنس **Actinoplanes** الذى يتميز بقدرته على بلمرة الأحماض الأمينية مكونة مضادات حيوية عديدة الببتيدات كما أن منها من أنواع تكون مضادات حيوية.
3- **الاستربتوميسيس Streptomyces والأجناس الشبيهة**: هى أكثر مجاميع الأكتينوميسيتات أهمية وانتشاراً فى الطبيعة فهى قادرة على تكوين ميسليوم حقيقى يحمل جراثيم كونيدية والتى عادة تحمل على هيفات هوائية أهم الأجناس **Streptomyces** الذى يضم 240 نوعاً و39 تحت نوع وهى منتشرة فى التربة والكثير منها يستطيع تحليل المواد المعقدة وله دور هام فى عمليات المعدنة وفى اتزان التربة وذلك لقدرتها على إفراز المضادات الحيوية.
4- **البكتيريا الخيطية الأخرى غير المستقرة تقسيماً**: وهى تضم سبعة أجناس لم يستقر وضعها التقسيمى بعد والكثير من أنواعها يعيش فى التربة ومنها أنواع تحلل أكوام السماد العضوى وأنواع محبة للحرارة وأنواع محبة للإوزموزية. كما يوجد أيضاً بعض الأجناس الأخرى التى كانت تتبع

الأكتينوميستيات حسب تقسيم بيرجى 1974 والآن وضعت مع البكتيريا العادية حسب تقسيم 1984 م

وعموماً يمكن تلخيص الدور الذى تلعبه هذه المجموعة فى التربة كالآتى:

1- تحليل المواد العضوية المعقدة مثل السليولوز والنشا والكيتين وبعضها قادر على تحليل المبيدات وتستخدم مصادر نتروجينية متعددة منها الأمونيا والنترات والأحماض الأمينية والبروتينات وتستخدم أيضاً مصادر كربون وطاقة مثل تحلل الأحماض العضوية والسكريات البسيطة والمعقدة والليبدات والهيدروكربونات والمواد الأكثر تعقيد السابقة الذكر. ناتج تحليل المواد المعقدة فى البقايا النباتية والحيوانية ويحويلها لصورة صالحة لتغذية النبات.

2- تلعب دوراً فى تكوين الدبال Humus عن طريق أحداث تحولات فى المواد العضوية المضافة للتربة فبعض أجناسها تكون جزئيات حلقية لها دور فى تكوين الدبال فى الأراضى.

3- تقوم بدور هام فى التحولات التى تحدث فى درجات الحرارة المرتفعة مثل التى تحدث فى أكوام السماد العضوى النباتى والحيوانى.

4- بعضها يسبب أمراض نباتية مثل الجرب العادى فى البطاطس الذى يسببه *Streptomyces Scabies*

5- تستطيع تجميع حبيبات التربة عن طريق هيفاتها مما يزيد عن خصوبة التربة عن طريق تحسين تهويتها.

6- إعطاء التربة الرائحة الخاصة بها نتيجة إفرازها لمركب يسمى Geosmin

7- قد يكون للمضادات الحيوية التى تفرزها دوراً هاماً فى التوازن الميكروبى فى التربة.

8- كون جنس Frankia عقد جذرية على النباتات غير البقولية تثبت النتروجين الجوى مما يمد هذه النباتات باحتياجاتها من هذا العنصر ويزيد من خصوبة التربة.

9- كثير من أفراد هذه المجموعة قادرة على إنتاج المضادات الحيوية وقد أظهرت الدراسات أن عزلات جنس Streptomyces تفرز مواد تؤثر على نمو الكائنات الأخرى.

3- الفيروسات Virus:

تنتشر الفيروسات في التربة ولكنها سرعان ما تفقد قدرتها على الحياة بسبب توافر شروط غير مناسبة لها في التربة كغياب المضيف وكونها إجبارية التطفل.

4- الطحالب Algae

أما الطحالب فتوجد في التربة على شكل خلايا مفردة أو مستعمرات أو تكون خيطية الشكل، وهي إما متحركة أو غير متحركة تحوي صبغات التمثيل الضوئي، وهي أكثر انتشاراً قرب سطح التربة. ويمكنها أن تعيش رمية عند توافر الطاقة المناسبة. تسود عادة الطحالب الخضر والدايتومات على باقي الطحالب الأخرى في ترب المناطق المعتدلة بينما تسود الطحالب الخضر المزرقة في ترب المناطق الحارة . تمتاز الطحالب بقدرتها على التغذية الذاتية التي تعود لامتلاكها صبغة الكلوروفيل وتحتاج الى النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكبريت والحديد وبعض العناصر النادرة ، أما الكاربون فتحصل عليه من الجو على صورة CO_2 ، بعض الطحالب تمتلك القدرة على التغذية غير الذاتية عندما تعيش تحت سطح التربة بعيداً عن الضوء حيث تلجأ الى تحليل المواد العضوية ولكن حتى هذه الطحالب يكون نشاطها قليل في غياب الضوء ويزداد نشاطها بوجود الضوء

وتعود للتغذية الذاتية تنتشر الطحالب في الطبقة السطحية للتربة والصخور على الرغم من وجود طحالب تستطيع التواجد على أعماق 50 – 100 سم تحت سطح التربة ، تتأثر أعداد الطحالب في التربة بدرجة كبيرة برطوبة التربة حيث يمكن مشاهدتها بأعداد كبيرة في الترب الرطبة والغدقة ، تتأثر بعض مجاميع الطحالب بدرجة كبيرة بـ pH التربة فمثلاً الدايتومات يقل وجودها في الترب الحامضية في حين تزداد في الترب المتعادلة والقاعدية ، يعتبر pH 6 تقريباً عاملاً محدداً لانتشارها أما الطحالب الخضر المزرقة فيعتبر pH 7 – 10 أفضل مدى لنموها ، أما الطحالب الخضر فاقل تأثراً بـ pH التربة . تعتبر درجات الحرارة المعتدلة أفضل درجة حرارة ملائمة لنمو الطحالب لذلك تزداد أعدادها في الربيع بالدرجة الاساسية ، ويحد التجمد من نمو هذه الأحياء ، تتأثر الطحالب بالمبيدات التي تستخدم لقتل الحشائش ، كما يمكن أن تهاجم الطحالب من قبل البكتريا والفطريات والأكتينومايسيتات والبروتوزوا والنيماتودا وديدان الأرض.

مجموعات الطحالب الرئيسية المنتشرة في التربة تشمل:-

الطحالب الخضر Chlorophyta :

تمتاز الطحالب الخضر بالمميزات التالية :

1- تحتوي حوامل الصبغات التي تعرف بـ Chromatophores التي تحمل اللون الأخضر المميز .
2- تحتوي على صبغة الزانثوفيل والكاروتين .
3- تتواجد على شكل كائنات وحيدة الخلية أو خيطية بسيطة التركيب .
4- تعتبر أكثر مجاميع الطحالب إنتشاراً في التربة .
5- بعضها يمتلك تراكيب حركية كالأسواط كما في الكلاميدوموناس .
6- بعض الأجناس الموجودة في التربة تستطيع التكاثر بالانشطار أو بطريقة جنسية .

الدايتومات Diatoms (Bacillariophyta) :

1- توجد بشكل كائنات وحيدة الخلية أو في مستعمرات .
2- تحاط بطبقة خارجية من السليكا والبكتين وجدرانها تتكون من مصراعين .
3- يكثر وجودها في الترب المتعادلة والقلوية في المناطق معتدلة الحرارة .
4- يمكن أن تتكاثر لاجنسياً وجنسياً .
5- معظمها غير متحرك .

الطحالب الخضر المصفرة :

1- تعتبر أقل مجاميع الطحالب أهمية في التربة وأقلها تواجداً .
2- تحتوي خلاياها على تراكيب حاملة للصبغات عدسية أو قرصية الشكل .
3- التكاثر الجنسي نادر الحدوث في هذه الطحالب .

الطحالب الخضر المزرقة Cyanophyta :

تعتبر الطحالب الخضر المزرقة حلقة الوصل بين البكتريا والنباتات الخضر وتصنف ضمن البكتريا ذاتية التغذية الضوئية حيث حسب تصنيف Bergey ضمن البكتريا الممثلة للضوء المنتجة للأوكسجين Oxygenic phototrophic Bacteria ، يوجد منها حوالي 2000 نوع منها ماهو وحيد الخلية ومنها الذي يعيش على شكل مستعمرات خيطية غالباً ، بعض أنواعها يتميز بقدرته على تثبيت النتروجين الجوي ، الطحالب الخضر المزرقة أكبر حجماً من البكتريا وهي هوائية وبعضها يستطيع تحمل ظروف لاهوائية .

أهم ما تمتاز به الطحالب الخضر المزرقة

1. تعتبر غير حقيقية النواة .
2. خلوها من الأسواط وحركتها إنزلاقية .
3. إحتوائها على صبغة Phycocyanin الزرقاء إضافة الى صبغة كلوروفيل أ وصبغات أخرى مثل Phycoerythrin إضافة الى صبغة الكاروتين والزانثوفيل .
4. وجود مواد غذائية مخزنة على شكل بروتين تعرف بـ Cyanophycin .
5. تستطيع التكاثر بعدة طرق خضرية ولاجنسية وجنسية .
6. أشهر الاجناس الشائعة في التربة Anabaena و Nostoc و Calothrix .

أهمية الطحالب :

1. تلعب الطحالب دوراً مهماً في عملية التجوية الحيوية للصخور فهي أول أنواع النباتات التي تستطيع النمو على الصخور وعند موتها وتحللها من قبل البكتريا والفطريات فان الأحماض الناتجة يمكن أن تساهم في تجوية الصخور وكذلك فان حامض الكاربونيك الناتج عن ثاني أوكسيد الكاربون بفعل تنفسها يمكن أن يساهم في تحلل الصخور .
2. تساهم في زيادة محتوى التربة من المادة العضوية فهي تستطيع تحويل المركبات غير العضوية الى مركبات عضوية .
3. يمكن أن تساهم في تثبيت مجاميع التربة السطحية وتقلل من إحتمالات تعرية التربة .
4. تساهم الطحالب الخضر المزرقة المنتشرة في حقول الرز بدرجة كبيرة في توفير الأوكسجين اللازم لتنفس نبات الرز .
5. تساهم بعض أجناس الطحالب الخضر المزرقة في تثبيت النتروجين الجوي خصوصاً في مزارع الرز حيث يتم تلقيح مزارع الرز في كثير من بلادان جنوب شرق آسيا ببعض أجناس تلك الطحالب فعلى سبيل المثال أمكن زيادة إنتاج الرز في العديد من تلك البلدان بنسب تتراوح بين 14 – 20 % بعد تلقيح مزارع الرز ببعض أجناس الطحالب الخضر المزرقة .
6. تعتبر الطحالب غذاء للعديد من الأحياء مثل البكتريا والفطريات والنيماتودا وديدان الأرض.