Translated by Raghad S. Mouhamad and Sally S. Soud.

كيف تغيير ديدان الأرض النظام البيئي

Malte Jochum [1,2]*, Nico Eisenhauer [1,2]

[1] Experimental Interaction Ecology, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Halle-Jena-Leipzig, Leipzig, Germany

[2] Institute of Biology, Leipzig University, Leipzig, Germany

كلنا نعلم أن ديدان الأرض أصدقاء مهمون في حديقتنا: فهي تساعد النباتات على النمو بشكل أفضل من خلال توفير العناصر الغذائية والمياه والهواء في التربة. غير ان في بعض الحالات يكون لديدان الأرض آثار سلبية أكثر من الايجابية وذلك لحاجتها الى الكائنات الحية الأخرى في أنشطتها. لأكثر من آلاف السنين تطورت بعض مناطق العالم بدون ديدان الأرض فمثلا في شمال أمريكا الشمالية كانت ديدان الأرض غائبة لأكثر من 10000 عام ولم يتم إدخالها إلا قبل 400 عام الماضية. في الاغلب تجد ديدان الأرض التي تم إدخالها بيئة قادرة على استخدام الموارد المتوفرة لذا تسمى مهندسو النظام البيئي لانها تغير بشكل كبير العديد من خصائص النظام البيئي كما ستوضح هذه المقالة .

المراجعون

LILU
AGE: 10

MICHELLE
AGE: 16

تقاعل الكائنات الحية يساعد النظم البيئية على تقديم الخدمات للبشر

في النظام البيئي تتفاعل الأنواع الحية المختلفة عن طريق إطعام بعضها البعض أو توفير الموائل. كل نوع يستهلك موارده الخاصة، يلعب كل منهم دورًا فريدًا في الطبيعة بعض الأنواع لها دورًا مهمًا في النظام البيئي بشكل خاص لأنها تأكل الأوراق الميتة أو الحيوانات وبالتالي تقوم بإعادة تدوير المواد وإعادتها إلى النظام البيئي. تساعد الكائنات الحية الأخرى ايضا النباتات على إنتاج الزهور والبذور. تؤدي جميع الكائنات الحية **وظيفة النظام البيئي**، بوجود او عدم وجود النشاط البيولوجي. فمثلا تحلل المواد العضوية، دورة المغذيات، أو التلقيح ، إلخ. نعتمد نحن البشر على الوظائف والخدمات التي تقدمها النظم البيئية الصحية. ومع ذلك ، فإن هذه الخدمات تعتمد على تنوع وتفاعلات الأنواع الموجودة. واي خلل يؤدي الى **اضطرابًا** في التوازن البيولوجي أو التنظيم على أي مستوى (فرد، كان، مجتمع، نظام بيئي).

الأنواع الكائنات الحية الغازية تغير النظم البيئية

الأنواع الغازية هي نوع يصل إلى بيئة جديدة، ويستوطن، ويزاد بشكل كبير في العدد والنشاط، وبالتالي يغير النظام البيئي بشكل كبير. يعد غزو الأنواع أحد أهم أسباب تغير التنوع البيولوجي العالمي حيث تغيير النظم البيئية ايضا، فمثلا تكوين علاقات تغذية جديدة ، أو استبدال الغطاء النباتي الطبيعي عن طريق التحكم في النباتات الغازية، أو فقدان الأنواع الموجودة سابقًا، أو تسهيل المزيد من الاستيطان. يكون تأثير غزو الأنواع أقوى إذا كانت الأنواع الغازية مختلفة بشكل كبير عن تلك التي تعيش بالفعل في النظام البيئي [1]. قد تشمل الاختلافات استخدام الموارد المتاحة، أو تحمل الإجهاد، أو معدل النمو، أو القدرة على تناول الغذاء الذي لا تستطيع الأنواع الأخرى هضمه. بعض الأنواع الغازية لها تأثيرات قوية بشكل خاص لأنها تغير البيئة بفعالية عن طريق خلق أو تغيير الموائل. تُعرف هذه الأنواع باسم **مهندسي النظام الإيكولوجي**. تقوم الكائنات الحية بتعديل بيئتها عن طريق إعادة توزيع المادة والطاقة من خلال التفاعلات غير الغذائية مع المكونات الحية والميتة لأنظمتها البيئية . ومن الأمثلة القنادس، التي تبني السدود وتحول مؤقتًا الموائل الأرضية إلى موائل المياه العذبة، وديدان الأرض التي تغير التربة عن طريق **الحفر** بنشاط وبناء الانفاق، وبناء أكوام صغيرة من فضلاتها على التربة وداخلها و**الصب** إعادة توزيعها في أجزاء مختلفة من التربة مع المواد العضوية من سطح التربة [2].

ديدان الأرض مهمة جدًا للنظم البيئية للتربة - للأفضل ام للأسوأ؟

توجد ديدان الأرض بشكل طبيعي في معظم النظم البيئية الأرضية حول العالم حيث تقوم بتكييف التربة التي تعيش فيها، تحسن تدفق الهواء والماء تحت السطح، تعيد توزيع العناصر الغذائية في جميع أنحاء التربة عن طريق تناول المواد العضوية الميتة من سطح التربة وهضمها ، ثم ترك فضلاتها ورائها. تؤثر هذه الأنشطة على الحياة داخل التربة حيث تؤدي الى تغيير توافر الهواء والماء والمغذيات إلى واستخدام الكائنات الحية الأخرى لمواردها، وأين يمكن أن تعيش وقدرتها على النمو والتكاثر. من خلال هذه الأنشطة ، تؤثر ديدان الأرض على البكتيريا والفطريات والمفصليات (ذيل الربيع) والعث والخنافس والنباتات وحتى الحيوانات التي تعيش فوق سطح التربة ، مثل حشرات المن. لذلك في المناطق التي اعتادت فيها الكائنات الأخرى على وجود ديدان الأرض حولها تكون مسالة ايجابية، ولكن يمكن أن تصبح مشكلة إذا لم تتاقلم معها جيرانها من الكائنات الاخرى.

ديدان الأرض الغازية مشكلة عالمية

في كثير من الاراضي، تعتبر ديدان الأرض "أفضل صديق" للبستاني، غالبًا ما يحسن جودة التربة في الحدائق والحقول والمروج والغابات. تشترك الكائنات الحية الأخرى في هذه النظم البيئية مع ديدان الأرض لفترة طويلة وهي معتادة على وجودها وأنشطتها. يمكن العثور على المئات من ديدان الأرض وما يصل إلى اثني عشر نوعًا لكل متر مربع في هذه النظم البيئية، ولكن هذا ليس هو الحال في أي مكان في العالم حيث يوجد في بعض الاراضي عدد قليل جدًا من ديدان الأرض، وفي بعض الأراضي لا توجد ديدان الأرض على الإطلاق [3]. في المناطق التي تكون فيها ديدان الأرض نادرة بشكل طبيعي أو غير موجودة، يمكن أن تصبح أنواع ديدان الأرض التي تم إدخالها او الغازية مشكلة كبيرة [4]. وذلك لأن

وظيفة النظام الإيكولوجي

Ecosystem Function: عملية تحدث في نظام إيكولوجي وتمثل نشاط الكائنات الحية أو حركتها. مثلا تحلل المواد العضوية ، دورة المغذيات ، أو احتباس الماء.

اضطراب

Perturbation: اضطراب او اخلالا في علم البيئة في حالة التوازن أو أي مستوى من التنظيم البيولوجي (فرد ، سكان ، مجتمع ، نظام بيئي).

التنوع البيولوجي

Biodiversity: تنوع الحياة على الأرض، يتم قياسه كتنوع على المستوى الجيني أو الأنواع أو النظام البيئي.

مهندسي النظام البيئي

Ecosystem Engineer : كائنات حية تقوم بتعديل بيئتها عن طريق إعادة توزيع المواد والطاقة عبر التفاعلات غير المغذية مع المكونات الحية والميتة في نظامها البيئي.

الحفر

Burrowing: نشاط بناء الأنفاق لديدان الأرض.

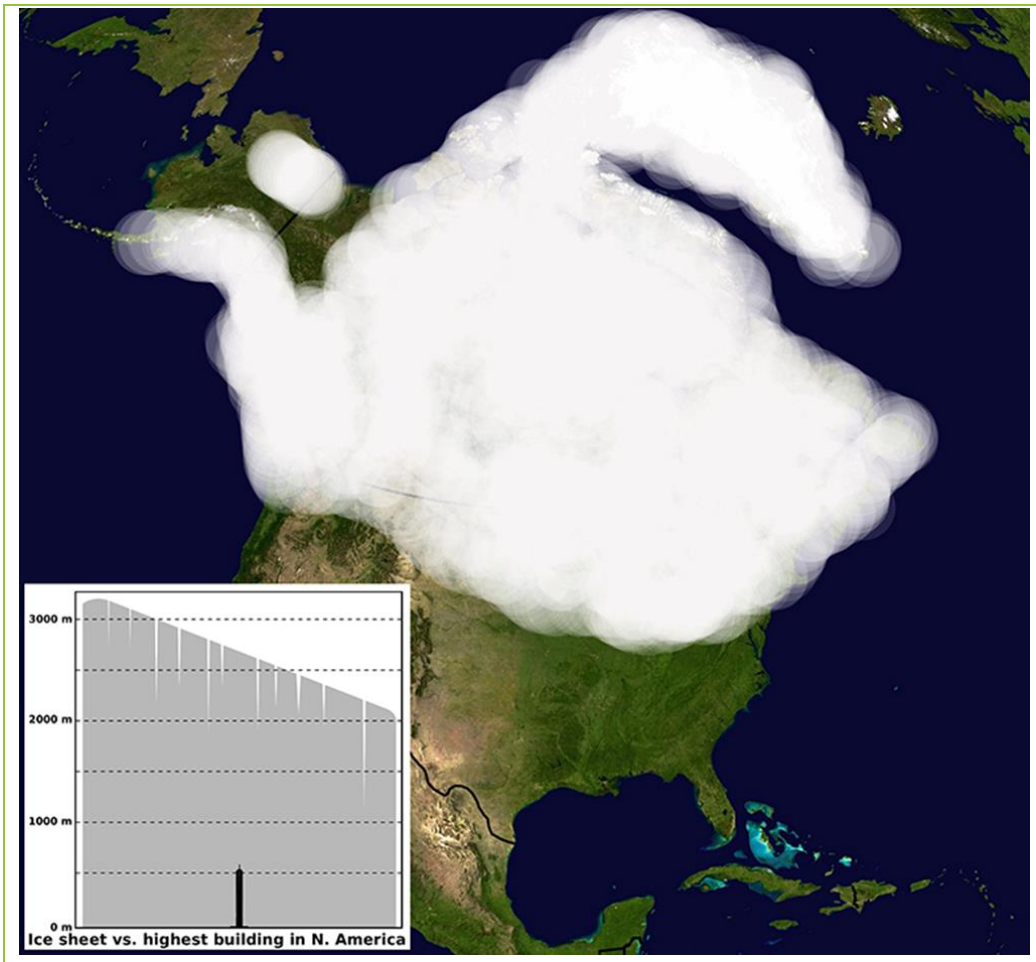
الصب

Casting : بناء أكوام صغيرة من فضلات ديدان الأرض على سطح التربة وفي داخل التربة.

الخلط

إعادة توزيع أجزاء :Mixing مختلفة من التربة مع بعضها البعض مع المواد العضوية من سطح التربة.

الأنواع الميكروبية والنباتية والحيوانية في هذه الأماكن لم تكن معتادة على وجود ديدان الأرض حولها في نظامها البيئي قد لا تكون الأنواع الأصلية قادرة على التوازن مع تأثير ديدان الأرض على رطوبة التربة وتوافر الهواء والمغذيات لذا من المهم دراسة آثار غزو ديدان الأرض على النظم البيئية والتنبؤ بتأثيرها المستقبلي لأنه من المستحيل إزالة او التخلص من ديدان الأرض من المناطق التي عزتها دون قتل الحيوانات والنباتات الأخرى.



الشكل 1

الشكل 1

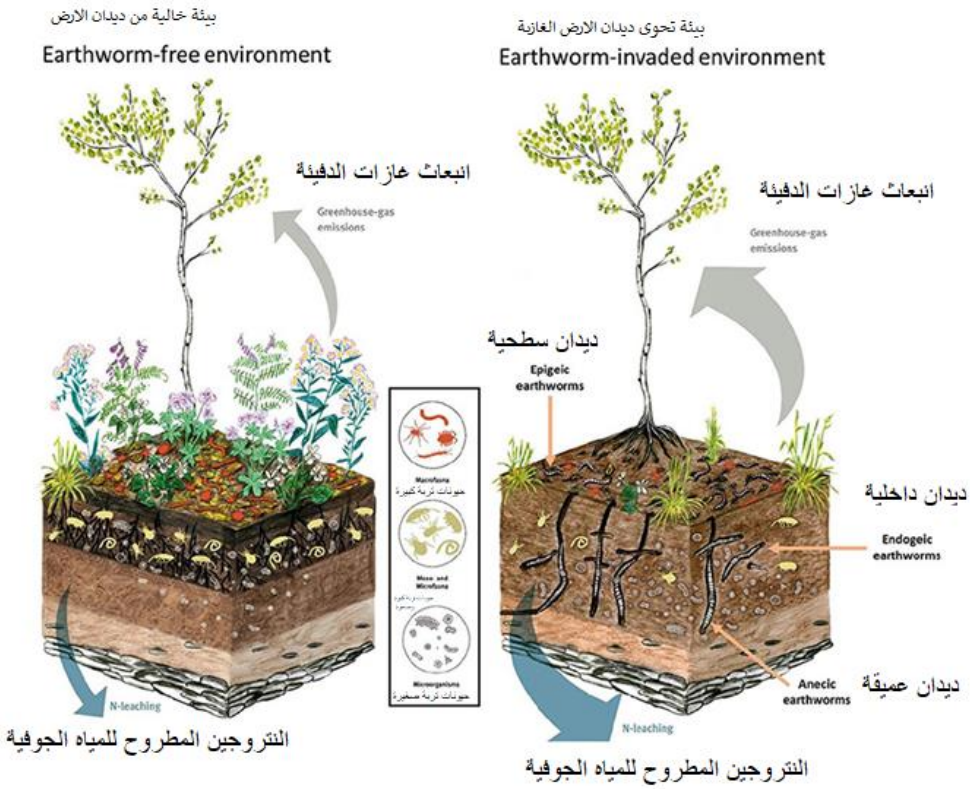
المدى التقريبي للدرع الجليدي في شمال أمريكا الشمالية خلال فترة الأنهار الجليدية الأخيرة، يوضح الرسم البياني الموجود أسفل اليسار أقصى سمك تقريبي للغطاء الجليدي مقارنة بأعلى مبنى في أمريكا الشمالية (546 مترًا ، مركز التجارة العالمي ، مدينة نيويورك ، الولايات المتحدة الأمريكية). تباين سمك الغطاء الجليدي عبر الزمان والمكان أثناء التجلد. صورة القمر الصناعي الأصلية بواسطة وكالة ناسا ، من wikipedia.org.

تتعرض أمريكا الشمالية للغزو من قبل ديدان الأرض

خلال فترة التجلد الأخيرة تمت تغطية أجزاء كبيرة من شمال الولايات المتحدة الأمريكية وكندا بصفائح جليدية شاسعة (الشكل 1)، تحت هذه الصفائح الجليدية، لم تستطع ديدان الأرض البقاء على قيد الحياة. ومنذ اختفاء الجليد منذ حوالي 12000 عام، كانت معظم أمريكا الشمالية خالية من ديدان الأرض بشكل طبيعي. استغرق إعادة التكاثر الطبيعي لديدان الأرض وقتًا طويلاً، لأنها تنتشر ببطء في موائل جديدة (أقل من 10 أمتار في السنة). لكن عندما وصل المستوطنون الأوروبيون إلى أمريكا الشمالية، جلبوا معهم عن طريق الخطأ و / أو عن قصد ديدان الأرض[2] . بمجرد غزوها أحببت ديدان الأرض العديد من هذه المناطق كثيرًا. كانت الغابات تحتوي على طبقات سميكة من المواد العضوية غير المتحللة بعد، والتي كانت وليمة رائعة لديدان الأرض (الشكل 2). لقد توطنت في الموطن الجديد ونمت أعدادهم بسرعة من خلال بناء الطرق، وتحريك التربة، وتحريك النباتات، والأنشطة المشابهة الاخرى، وزع المستوطنون ديدان الأرض بغزارة في جميع أنحاء الجزء الشمالي من القارة بشكل أسرع بكثير من ديدان الأرض التي يمكن أن تنتقل بمفردها في بعض المناطق، من المحتمل أن يكون الصيادون هم من أدخلوا ديدان الأرض، الذين ربما ألقوا طعمهم غير المستخدم بالقرب من البحيرات أو الجداول أو كبائن الصيد. نتيجة لذلك انشر البشر ديدان الأرض الذين لم يعرفوا أو لم يهتموا بتأثيراتها على النظام البيئي في المستقبل.

يدرس الباحثون كيف تغير ديدان الأرض النظم البيئية

يدرس العلماء غزوات ديدان الأرض لعقود، مستخدمين ثلاثة مناهج مختلفة: أولاً ، دراسات المراقبة الميدانية ، يقارن الباحثون النظم البيئية غير المغطاة بالنظم البيئية المماثلة التي تم غزوها بديدان الارض. ثانيًا ، التجارب الميدانية ، يقارن الباحثون مناطق صغيرة خالية من ديدان الأرض بالمناطق اخرى قريبة يطلقون ديدان الأرض بشكل تجريبي. قبل ذلك يقومون أولاً بقياس خصائص النظام البيئي، ثم إطلاق ديدان الأرض ثم قياس الخصائص نفسها مرة أخرى. نهج آخر هو الحفاظ على رقع او مساجة صغيرة من التربة والنباتات في المختبرات تحت ظروف مسيطر عليها، من الضوء والماء ودرجة الحرارة، ثم تتلقى بعض ديدان الأرض والبعض وتترك الآخر يمكن مقارنتها مباشرة. في كل هذه الأساليب، يمكن للباحثين تقييم الطرق التي تغير بها ديدان الأرض النظم البيئية من الناحية القيزيائية، خصائص التربة الكيميائية والخصائص البيولوجية ووظائف النظام البيئي المختلفة. تساعدنا كل هذه الأساليب والقياسات المختلفة على فهم أفضل لكيفية تغيير ديدان الأرض الغازية لمواطناها الجديدة.



الشكل 2

ماذا نعرف بالفعل؟

نحن نعلم بالفعل الكثير عن كيفية تغيير ديدان الأرض **للخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة.** تخلق ديدان الأرض تربة أكثر دفئًا وجفافًا وأقل حمضية ، وتغير من توافر النيتروجين والكربون في التربة ، وهما عنصران كيميائيان مهمان للغاية. بالإضافة إلى ذلك ، غالبًا ما يقلل غزو ديدان الأرض من عدد كائنات التربة الأخرى وعدد الأنواع الحيوانية والنباتية المختلفة (الأشكال 2 ، 3). ومع ذلك ، لا تتأثر جميع الكائنات الحية سلبًا. على سبيل المثال ، غالبًا ما يتم تقليل سوس الأوريباتيد وقافزات ذيل الربيع ، لكن العث البروستاتي يزداد حيث غزت ديدان الأرض. أيضًا ، تختفي بعض الأنواع المحليَّة، لكن الأنواع الأخرى ، خاصة تلك التي اعتادت على وجود ديدان الأرض ، قد تتبع نشاط ديدان الأرض وتصبح غازية. يمكن أن يتسبب غزو ديدان الأرض في سلسلة من عواقب النظام البيئي التي لها صلة أيضًا بالبشر ، مثل تغير جودة المياه واحتمال اندلاع حرائق الغابات [6]. نحن نعلم أن

الشكل 2

رسم توضيحي لكيفية تغيير ديدان الأرض الغازية للنظم البيئية الخالية من ديدان الأرض سابقًا او ديدان الارض الغازية من خلال الحفر والتغذية على فضلات الأوراق وخلط التربة ، تؤثر ديدان الأرض على خصائص التربة مسببة تغيرات في طبقات التربة والغطاء النباتي وكائنات التربة. هذه التغييرات تؤثر على عمليات النظام البيئي ، مثل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري او غازات الدفيئة وفقدان النيتروجين (ترشيح او طرح النيتروجين) من التربة الى المياه الجوفية. زيادة مستويات غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي ، مثل ثاني أكسيد الكربون أو أكسيد النيتروز ، هي مشكلة بيئية. مجموعات وظيفية مختلفة لحيوانات التربة ، موضحة في المربع الأسود المركزي (مجموعات الحجم من الكبيرة إلى الصغيرة: الحيوانات الكبيرة - على سبيل المثال ، العناكب وقمل الخشب ؛ الحيوانات المتوسطة - على سبيل المثال ، قفازات او مفصليات ذيل الربيع والعث ؛ الحيوانات الدقيقة - على سبيل المثال ، الديدان الخيطية ، والكائنات الحية الدقيقة - على سبيل المثال ، البكتيريا و بعض الفطريات) ، تتأثر بالمجموعات البيئية الثلاث لديدان الأرض تعيش في فضلات - epigeic) الأوراق وعلى سطح التربة ، الداخلية تبني في – endogeic الغالب جحورًا أفقية في طبقات بناء - anecic التربة العليا ، و جحور عميقة عمودية ؛ انظر ما هي التغييرات .(اللوحة اليمنى التي يمكنك رصدها؟ نُشر في الأصل في فيرلين واخرون [5] ، مستنسخة بإذن من الناشر .الأصلي

ديدان الأرض الغازية تقلل من عدد الأنواع النباتية ، لكنها تزيد من أهمية النباتات الشبيهة بالعشب وعدد النباتات غير الأصلية. تؤثر ديدان الأرض أيضًا على الحيوانات الكبيرة ، مثل السمندل والطيور التي تعشش على سطح التربة. في حين أن بعض السمندل يمكن أن يستخدم جحور ديدان الأرض للاختباء والتغذى على ديدان الأرض ، يمكن تدمير أعشاش الطيور التي تعشش على الأرض بواسطة ديدان الأرض التي تدفن فضلات الأوراق ، وهي المادة الأساسية لبناء الأعشاش.

تتواصل أبحاث غزو دودة الأرض

لدراسة استجابات النظام البيئي للاضطرابات التي تحدثها ديدان الارض الغازية يستغرق الأمر وقتًا - غالبًا ما تحتاج الدراسات إلى سنوات عديدة. لهذا السبب ، على الرغم من عقود من البحث حول تأثيرات ديدان الأرض الغازية على موطنها الجديد، لا يزال هناك الكثير مما لا نعرفه [7] [3]. مازالت الدراسات قليلة عن كيفية تأثير غزو ديدان الأرض على البنية الفيزيائية والكائنات الحية الأخرى ووظائف النظام البيئي تحت الأرض أكثر من أعلاه. كما لا نعرف الكثير عن كيفية تغيير غزو ديدان الأرض للطريقة التي تتفاعل بها الأنظمة فوق وتحت الأرض ، أو كيف تتدفق الطاقة عبر شبكات الكائنات الحية التي تأكل بعضها البعض. بينما نعلم كيف يغير غزو ديدان الأرض المجتمع النباتي ككل ، ايضا لا نعرف الكثير عن كيفية تأثيره على خصائص النباتات الفردية ، مثل حجم أوراقها ، وهو أمر مهم جدًا لحياة النبات ووظيفته (كالتمثيل الضوئي). تعتمد معظم معرفتنا على الدراسات القائمة على الملاحظة والتجارب المعملية لأن التجارب الميدانية غالبًا ما يكون من الصعب إجراؤها وتتطلب ظروف خاصة للتأكد من أن الديدان لا تستطيع الهروب وغزو المناطق التي لم يتم غزوها من قبل. أخيراً، نحن نعلم أن مناخ كوكبنا يتغير بسرعة، يمكن أن تتفاعل درجات الحرارة المرتفعة وتغير شدة المطر مع غزوات ديدان الأرض. لذلك من المهم دراسة ما يحدث عندما يتعين على الكائنات الحية في نظام بيئي أن تتعامل في وقت واحد مع مزيج من درجات الحرارة المرتفعة، وأنماط هطول الأمطار المتغيرة، والمستوطنين الجدد (ديدان الارض). يمكن للعقول الشابة الفضوليّة مثلك المساعدة في الإجابة عن هذه الأسئلة والكشف عن التفاصيل المخبئة للحياة تحت الأرض، خاصةً في الاستجابة لغزو الأنواع وتأثيراتها على النظم البيئية لكوكبنا المتغير باستمرار.

الشكل 3

خواص التربة الكيميائية

Chemical Soil Property: خصائص التربة المتعلقة بعناصرومركبات الذرات مثلا، .والجزيئات والأيونات توافر مختلف المغذيات .والعناصر ، أو الحموضة

خاصية التربة الفيزيائية

Physical Soil Property: خصائص التربة المتعلقة بالمادة أو الطاقة أو القوة. مثلا، محتوى الماء أو .الهواء

خاصية التربة البيولوجية

Biological Soil Property: خصائص التربة المتعلقة بالكائنات الحية. مثلا، عدد الأنواع الموجودة أو كتلتها .الحيوية أو تفاعلاتها

الشكل 3

مثال واضح للعواقب المحتملة لغزو دودة الأرض في غابة القيقب في مينيسوتا ، الولايات المتحدة الأمريكية. تُظهر اللوحة العلوية منطقة غابات غير مغطاة ، بينما تُظهر اللوحة السفلية منطقة غابة غزت من قبل ديدان الأرض الأوروبية. مصدر الصورة: Ulrich Olga (أعلى) و Pruschitzki (أسفل) ، تم Ferlian .[6] تحديثها من قبل

الكتاب المشاركون

MJ drafted the text and figures and NE contributed to the writing and discussion of the content.

شكر وتقدير

امتنانا للتعليقات البناءة من الموجهين العلميين والمراجعين الشباب والمحرر المساعد ناثان م.
نعترف بتمويل مجلس البحوث الأوروبي في إطار برنامج الأبحاث والابتكار في الاتحاد
المنحة رقم 677232 إلى نيكو أيزنهاور والمركز الألماني لبحوث التنوع Horizon 2020الأوروبي
. (FZT 118) ، بتمويل من مؤسسة الأبحاث الألمانية Halle-Jena-Leipzig البيولوجي التكاملي في

المراجع

1. Wardle, D. A., Bardgett, R. D., Callaway, R. M., and Van der Putten, W. H. 2011. Terrestrial ecosystem responses to species gains and losses. Science 332:1273–7. doi: 10.1126/science.1197479

2. Eisenhauer, N., and Eisenhauer, E. 2020. The “intestines of the soil”: the taxonomic and functional diversity of earthworms–a review for young ecologists. EcoEvoRxiv. doi: 10.32942/osf.io/tfm5y

3. Phillips, H. R. P., Guerra, C. A., Bartz, M. L. C., Briones, M. J. I., Brown, G., Crowther, T. W., et al. 2019. Global distribution of earthworm diversity. Science 366:480–5. doi: 10.1101/587394

4. Hendrix, P. F., Callaham, M. A. Jr., Drake, J. M., Huang, C. Y., James, S. W., Snyder, B. A., et al. 2008. Pandora’s box contained bait: the global problem of introduced earthworms. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 39:593–613. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173426

5. Ferlian, O., Eisenhauer, N., Aguirrebengoa, M., Camara, M., Ramirez-Rojas, I., Santos, F., et al. 2018. Invasive earthworms erode soil biodiversity: a meta-analysis. J. Anim. Ecol. 87:162–72. doi: 10.1111/1365-2656.12746

6. Frelich, L. E., Blossey, B., Cameron, E. K., Dávalos, A., Eisenhauer, N., Fahey, T., et al. 2019. Side-swiped: ecological cascades emanating from earthworm invasions. Front. Ecol. Environ. 17:502–10. doi: 10.1002/fee.2099

7. Eisenhauer, N., Ferlian, O., Craven, D., Hines, J., and Jochum, M. 2019. Ecosystem responses to exotic earthworm invasion in northern North American forests. Res. Ideas Outcomes 5:e34564. doi: 10.3897/rio.5.e34564

الهوامش

1. Knete Video von Maxwell Helmberger (Englisch): https://www.youtube.com/watch?v=3a7lFGOYL7s&list=PLB9tSz89_6_qBS8RRF0h5YzhyC31KJHoc&index=5

2. MinuteEarth Video (Englisch): https://www.youtube.com/watch?v=icGV8bJRkkg

3. EcoWorm Projektvorstellung (Englisch): https://www.youtube.com/watch?v=Au_-VYDUhAw&list=PLJFvA_Py3UkyUbNO48W7bY2KoVuSYIIec&index=10&t=0s

EDITED BY: Nathan M. Good, University of California, Berkeley, United States

الاقتباس:
Jochum M and Eisenhauer N (2020) How Introduced Earthworms Alter Ecosystems. Front. Young Minds 8:534345. doi: 10.3389/frym.2020.534345

تضارب المصالح :يعلن المؤلفون أن البحث تم إجراؤه في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2020 Jochum and Eisenhauer. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

المراجعون الشباب

LILU, ALTER: 10
I love polar bears and I am fighting against Climate Change to save them! I love guinea pigs too.

MICHELLE, ALTER: 16
I am a Spanish girl who wants to be a pilot. At school, my favorite subjects are Biology and Math. My hobbies are aviation and playing tennis.

المولفان

MALTE JOCHUM

Malte studied biology because, as a teenager, he built a small pond in his parents' garden and realized that this subject would never cease to amaze him. As a community ecologist, he is very interested in how human activities affect plant and animal communities and their functioning. His work has focused on aquatic and terrestrial ecosystems across temperate and tropical areas and mainly involves macroinvertebrates. When not at work, he likes to explore nature with his two daughters, do rock climbing, cycling, or canoeing, and more recently, has discovered an interest in beginner-level triathlon.
*malte.jochum@idiv.de

NICO EISENHAUER

Nico has been interested in nature since early childhood. He dug for earthworms, caught frogs and fish, and helped lizards survive the winter months. He has always been fascinated by the beauty of nature and driven by the question of why a specific plant or animal species occurs at one place, but not at another place. During his study of biology, he discovered his interest in the distribution of biological diversity, particularly in the soil, and how it affects the functioning of ecosystems. When not at work, Nico likes soccer, badminton, running, and spending time with his family and friends.

المترجمون

RAGHAD S. MOUHAMAD

SALLY S SAUD