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

آثار الجفاف واستخدام الأسمدة: ضربة مزدوجة للحياة في التربة؟

Marie Sünnemann[1,2], Julia Siebert[1,2] and Nico Eisenhauer[1,2]

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

على مدى القرنين الماضيين، غير البشر الأرض من خلال أسلوب حياتهم، أعمالهم لا تتسبب فقط في تغير المناخ وتؤدي إلى فترات طويلة من الجفاف بل إنها تؤدي أيضًا إلى زيادة تراكم المغذيات في التربة، بسبب حرق الوقود الأحفوري وتخصيب الحقول الزراعية بالأسمدة. كلا العاملين يهددان العالم تحت أقدامنا: قد تبدو التربة مملة إلى حد ما وبلا حياة، ولكنها في الواقع موطن لكثير من الكائنات الحية كالبكتيريا الصغيرة إلى الديدان الألفية الرشيقة وديدان الأرض اللزجة - وكلها تساهم في العمليات التي لا غنى عنها للحياة على الأرض. مثال ذلك فإن نشاط هذه الكائنات يعزز تحلل المواد النباتية، مما يضمن بقاء الأراضي الزراعية خصبة التي نزرع فيها طعامنا.

المراجعون

JEDIDIHA

AGE: 14

الأنشطة البشرية تغير النظم البيئية

على مدى 200 عام الماضية غيرت الأنشطة البشرية العالم بشكل هائل في ارتفاع درجة حرارة كوكب الأرض مما تسبب بتغير المناخ بفعل الإنسان، إلى جانب فترات الجفاف الطويلة (فترات طويلة مع قلة هطول الأمطار) في بعض المناطق. كما تغيرت زراعة الحقول والمروج بشكل كبير في العقود الأخيرة بتزايد عدد سكان العالم بشكل مطرد، وبحاجة إلى تناول الطعام. لذلك يتم استخدام كميات كبيرة من الأسمدة في الحقول الزراعية حاليا، مما ادى إلى إنتاج محاصيل أعلى بكثير [1]. قد توفر ما يكفي من الغذاء لعدة مليارات من الناس، فإن هذه الممارسات تأتي مع مشكلة كبيرة: على غرار الجفاف، لا يؤثر التسميد الزائد على النباتات الظاهرة فوق الأرض فحسب، بل يؤثر أيضًا على **النظام البيئي** المعقد تحت الأرض - التربة والكائنات الحية التي تعيش فيها.

اهمية النظام البيئي للتربة

التربة جزء مهم من النظم البيئية الأرضية على الرغم من أننا غالبًا ما لا ندركها، إلا أن التربة تعج بالكائنات الحية هناك كائنات دقيقة، مثل البكتيريا والفطريات ، صغيرة جدًا بحيث لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة. ومع ذلك ، فإن ما ينقصهم الحجم يعوضونه في العدد: ملعقة صغيرة واحدة فقط من التربة يمكن أن تحتوي على عدة ملايين من الكائنات الحية الدقيقة في التربة حتى العديد من المخلوقات الأكبر إلى حد ما ، مثل العث وحشرة ذيل الزنبرك ، لا يمكن رؤيتها إلا بعدسة مكبرة. من بين أكبر حيوانات التربة هي قمل الخشب، ومئويات ، وديدان الأرض. تتحد جميع كائنات التربة الأكبر حجمًا إلى حد ما من خلال حقيقة أنها لا تمتلك عمودًا فقريًا، ولهذا السبب يشار إليها باسم **اللافقاريات** تعيش هذه المخلوقات معًا في التربة وتتفاعل بطرق مختلفة يتغذى بعضها على بعضها البعض ، بينما يعمل البعض الآخر معًا.

تؤدي اللافقاريات الموجودة في التربة العديد من المهام الضرورية لوجودنا واحدة من أهم **وظائف النظام البيئي** هو **التحلل**، الأمر الذي يتطلب تعاون العديد من كائنات التربة مسؤولة عن تكسير المواد النباتية الميتة والأوراق الذابلة والجذور الميتة والبذور هي مواردهم الغذائية يكسرون هذه المواد النباتية الميتة إلى قطع أصغر وأصغر توفر المركبات الدقيقة الناتجة بدورها، مصدرًا غذائيًا ممتازًا لكائنات التربة الدقيقة مثل البكتيريا والفطريات في نهاية المطاف، يتم تحويل هذه الموارد مرة أخرى إلى شكل يمكن للنباتات استخدامه لنموها، وهو ثاني أكسيد الكربون والمغذيات.

تعتمد كل كائنات التربة مثلها مثل جميع الكائنات الحية على الأرض، اعتمادًا كبيرًا على الماء للشرب أو للتنفس أو حتى كوسيلة للنقل لذلك فإن فترات الجفاف الطويلة والمتكررة بشكل متزايد تمثل مشكلة للعديد من الكائنات الحية الصغيرة والأسوأ من ذلك ، ماذا يحدث إذا حدثت عوامل ضارة أخرى في نفس الوقت؟ الاستخدام المفرط للأسمدة ، على سبيل المثال ، يمكن أن يضر بكائنات التربة، لأنه يغير **قيمة pH** الرقم الهيدروجيني التربة لجعلها أكثر حمضية لا تستطيع العديد من الكائنات الحية في التربة تحمل ظروف التربة الحمضية قد يضيف التسميد عامل إجهاد إضافي، مما يجعل من الصعب على كائنات التربة أن تتحمل الظروف الجافة؟ وكيف يمكننا معرفة ما إذا كان الجفاف والتخصيب ضاران بكائنات التربة ويتداخلان مع وظائفها؟

كيف درسنا الكائنات الحية الدقيقة في التربة؟

لفهم آثار الجفاف والتخصيب على كائنات التربة، بدأنا تجربة تحاكي هذين العاملين المشتركين اللذين يغيرهما البشر [2] اخترنا مرجًا في وسط ألمانيا حيث اخترنا مناطق صغيرة تسمى قطع الأراضي التجريبية وعالجنا العوامل بطرق مختلفة تمت معالجة ربع قطع الأراضي التجريبية بالجفاف باستخدام الأسطح (الشكل 1)، وعولج ربع آخر بالأسمدة ، وعولج ربع آخر بمزيج من التجفيف والأسمدة اما الرابعة الأخيرة لم تتم معالجتها على الإطلاق كمعاملة سيطرة حيث تعد مخططات التحكم مهمة لأنها تسمح لنا بمقارنة العلاجات او المعاملات بالظروف العادية.

النظام البيئي

مجتمع من النباتات والبكتيريا والحيوانات والفطريات في مكان معين ، جنبًا إلى جنب مع المكونات غير الحية لتلك البيئة.

اللافقاريات

الحيوانات التي تفتقر إلى العمود الفقري ، مثل مئويات ، وقمل الخشب ، وديدان الأرض.

وظائف النظام البيئي

العمليات الطبيعية التي تحدث في النظام البيئي.

التحلل

تتحلل او تنقسم الكائنات الحية إلى أجزاء أصغر وأصغر بعد الموت ،.هذا يطلق العناصر الغذائية ، والتي بدورها ضرورية لنمو النبات.

PH قيمة

مقياس يشير إلى ما إذا كان المحلول له صفة حمضية أو أساسية كلما انخفضت القيمة ، كان المحلول أكثر حمضية.

الشكل 1

في نصف قطع الأراضي التجريبية في دراستنا، استخدمنا الأسطح لمحاكاة الجفاف حصل النصف الآخر من قطع الأرض على أسقف "مزيفة" بألواح المطر مقلوبة رأساً على عقب لمراعاة الآثار الجانبية المحتملة لهياكل السقف هذه (مثل التغيرات في سرعة الرياح والضوء) جوليا)سيبرت

الشكل 1

الشكل 2

لتحديد نشاط لافقاريات التربة في قطعنا التجريبية، استخدمنا شرائح الصفيحة الطعمية. تم إدخال الشرائط بالكامل في الأرض لتتغذى اللافقاريات في التربة بعد 3 أسابيع، تحققنا من عدد الثقوب الصغيرة التي تحتوي على الطُعم كانت ممتلئة أو فارغة أو نصف فارغة وكلما كانت لافقاريات التربة أكثر نشاطًا وجوعًا، زاد تناول الطُعم. © Gottschall Siebert.

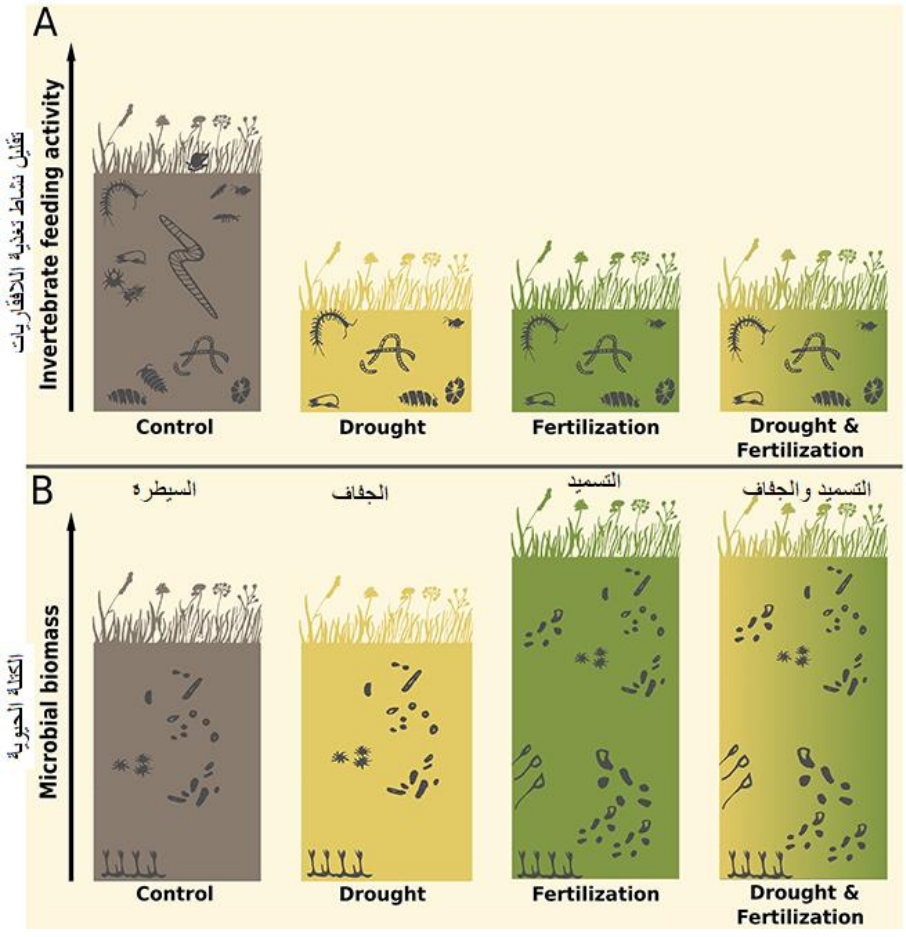
الشكل 2

لفهم كيفية تأثير الجفاف والتخصيب على كائنات التربة، نظرنا إلى اللافقاريات في التربة والكائنات الدقيقة في التربة بشكل منفصل قمنا بفحص نشاط اللافقاريات في التربة في كل قطعة أرض لدينا، استخدمنا شرائط بلاستيكية ضيقة بها عدة ثقوب صغيرة، تسمى شرائط اختبار الطعم ع شكل صفيحة كل حفرة كانت مملوءة بخليط من الطُعم، والذي تحب اللافقاريات أن تأكله في التربة - تخيل الحبوب اللافقارية لقد علقنا بعض شرائط اختبار الصفيحة الطعمية تمامًا في أرض قطعنا (الشكل 2) بعد 3 أسابيع، لاحظنا كمية الطُعم التي أكلتها حيوانات التربة يستخدم علماء بيئة التربة هذه الطريقة لتقييم مقدار ما تأكله اللافقاريات في التربة، وهو مؤشر جيد جدًا على نشاطهم بشكل عام.

لفحص الكائنات الحية الدقيقة في التربة عن كثب، أخذنا كمية صغيرة من التربة من كل قطعة أرض لدينا إلى المختبر حددنا النشاط الجرثومي في هذه العينات عن طريق قياس التنفس تمامًا مثل البشر، تتنفس الكائنات الحية في التربة الأكسجين (O_2) وتخرج ثاني أكسيد الكربون (CO_2) ، لذلك كلما زاد التنفس الذي يحدث في العينة، زادت نشاط الكائنات الحية الدقيقة (فكر كما تمارس الرياضة) لقياس التنفس الميكروبي، استخدمنا جهازًا به مستشعر خاص يمكنه قياس كمية الأكسجين التي تستخدمها الكائنات الحية الدقيقة، ثم تم نقل هذه البيانات إلى جهاز كمبيوتر للتخزين من خلال معرفة نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة، تمكنا بعد ذلك من حساب كتلتها الحيوية تعرف كمقياس لكمية جميع الميكروبات التي تعيش في كمية محددة من التربة، على سبيل المثال في ملعقة صغيرة.

يمكن أن يؤثر الجفاف والتخصيب على اللافقاريات في التربة

استخدمنا الاختبارات الإحصائية على بياناتنا لمعرفة كيف تفاعلت مجتمعات التربة الميكروبية واللافقارية مع الجفاف والتسميد وجدنا أن كلاً من الجفاف والتسميد يعرقلان بشدة نشاط لافقاريات الترب، على الرغم من أن العوامل من تلقاء نفسها لها تأثيرات سلبية قوية، إلا أن الجمع بينها لم يقلل من نشاط اللافقاريات (الشكل 3 أ) ومع ذلك، فقد تفاعلت ميكروبات التربة بشكل مختلف تمامًا لا يمكن للجفاف أن يؤذيهم، بل إن الإخصاب او التسميد الإضافي زاد من كتلتهم الحيوية (الشكل 3 ب).



الشكل 3

الشكل 3

ماذا وجدنا؟ (أ) أدى الجفاف والتخصيب وكلاهما معًا إلى تقليل نشاط تغذية اللافقاريات في التربة. (ب) لم تتأثر الكائنات الحية الدقيقة في التربة بمعالجة الجفاف، تسبب التسميد في زيادة **الكتلة الحيوية** الميكروبية للتربة.

الكتلة الحيوية

قم بقياس كمية جميع الميكروبات التي تعيش في كمية محددة من التربة.

لماذا الجفاف والتخصيب يضر اللافقاريات أكثر بكثير من الكائنات الحية الدقيقة؟ عادة، تعتمد كلتا المجموعتين بشكل كبير على رطوبة التربة وتواجهان صعوبة في التأقلم مع الجفاف. من بين أمور أخرى، يصبح طعامهم جافًا جدًا بحيث يواجهون صعوبة في هضمه [3] تخيل أنك تأكل الخبز المحمص القديم بدون مربى طوال اليوم، دون شرب أي شيء معه لتجنب ظروف الجفاف، قد تنتقل اللافقاريات إلى طبقات التربة الأعمق والرطبة التي لم نصل إليها في اختباراتنا ومع ذلك، لماذا قلل التسميد من نشاطهم أيضًا؟ والسبب هو أن التسميد يؤدي إلى تحمض التربة، مما يعني أن قيمة الأس الهيدروجيني أقل من خمسة لا تحب ديدان الأرض والعديد من اللافقاريات الأخرى في التربة العيش في ظروف منخفضة الأس الهيدروجيني، والتي يمكن أن تلحق الضرر بجلدها الحساس ، على سبيل المثال، له قيمة pH 2 هل سبق لك أن تعرضت لجرح في إصبعك ثم وقع عليه عصير الليمون؟ ليس لطيفا جدا.

لم تؤذي معالجة الجفاف الكائنات الحية الدقيقة في التربة لقد فاجأنا ذلك، لأن علاجنا قلل من معدل هطول الأمطار السنوي بمقدار النصف، مما أدى بطبيعة الحال إلى تربة شديدة الجفاف ومع ذلك، نعتقد أنه من الممكن أن البكتيريا والفطريات التي تعيش عادة في الطبقة العليا من التربة تتعرض باستمرار لدورات درجة الحرارة والرطوبة في المواسم لهذا السبب، يجب أن يكونوا قادرين على البقاء على قيد الحياة حتى في أشد الفترات جفافاً [4] إحدى الطرق للقيام بذلك هي بناء غلاف حماية سكري لأنفسهم يمنع أسطحهم من الجفاف بدلاً من ذلك، يمكنهم إنشاء شكل شديد المقاومة يسمح لهم بالبقاء على قيد الحياة ، يسمى الجراثيم او الابواغ تكون الأبواغ في حالة نائمة ويمكن أن تعيش أكثر من الحرارة الشديدة والجفاف لمدة تصل إلى 1000 عام هذا هو السبب في أننا نعتقد أن ظروف الجفاف في تجربتنا لم تضر بالكائنات الحية الدقيقة في التربة ولكن من الممكن أيضًا أن تكون تجربتنا أقصر من أن ترى أي آثار سلبية للجفاف.

من ناحية أخرى ، كان التسميد مفيدًا للكائنات الحية الدقيقة وذلك لأن العناصر الغذائية الإضافية من الأسمدة عززت نمو النبات بقوة لم يقتصر الأمر على استجابة النباتات من خلال براعم أطول وأزهار أكبر وأوراق أكثر، بل إنها أطلقت أيضًا المزيد من الموارد في التربة عبر جذورها ويمكن للكائنات الحية الدقيقة أن تتغذى على كل هذه المصادر الغذائية الإضافية.

كان من دواعي سرورنا أن نجد أن الجفاف والأسمدة لا يعززان تأثيرات بعضهما البعض، مما يعني أن كلا العاملين معًا لا يبدو أنهما يسببان ضررًا أكثر من أي منهما بمفرده قد يعني هذا أن النظم البيئية لديها بعض آليات التكيف الرائعة لاستخدامها ضد الهجمات البيئية الضارة لكن في هذه الدراسة ، قمنا بقياس نشاط كائنات التربة فقط بعد عام واحد يجب أن نفحص التربة بعد سنوات عديدة من الجفاف والتسميد، لنرى ما إذا كانت النتائج لا تزال كما هي.

ما الذي يحمله المستقبل لتربتنا؟

باختصار، يبدو أن اللافقاريات الكبيرة في التربة أقل استعدادًا للتغيرات البيئية المستقبلية من الكائنات الحية الدقيقة ، ماذا يعني هذا بالنسبة للتربة في المستقبل؟ الانخفاض في نشاط حيوانات التربة له عواقب عديدة على النظم البيئية وبالتالي على البشر كما تعلمنا بالفعل، فإن جميع الكائنات الحية في التربة ضرورية للحفاظ على استمرار عملية التحلل حيث تنقسم عملية التحلل إلى عدة خطوات لا غنى عنها لبعضها البعض في حين أن اللافقاريات هي المسؤولة في الغالب عن تحطيم القطع الكبيرة من الحيوانات والنباتات الميتة، فإن الكائنات الحية الدقيقة تهضم القطع الأصغر في الخطوة التالية وتطلق مجموعة من العناصر الغذائية معًا، تشكل الكائنات الحية في التربة مجتمعًا غذائيًا كبيرًا، حيث يكون لكل نوع مكانه الخاص، مما يؤدي إلى مهامه المحددة [5] قد يعني هذا أن التربة يمكن أن تفقد خصوبتها على المدى الطويل ستكون النتيجة أنه ليس فقط الحشائش ولكن أيضًا القمح والذرة في حقولنا لم يعد ينمو بغزارة ، وسوف نواجه في النهاية مشاكل في إطعام جميع الناس على الأرض. لذلك نحن نعتمد على رفاهية جميع كائنات التربة ويجب أن نضع أهميتها في الاعتبار أثناء اتخاذ قرارات مستقبلية يمكن أن تؤثر على تربتنا.

شكر وتقدير

We thank the staff of the Bad Lauchstädt Experimental Research Station for their help in maintaining the experimental site, and Alla Kavtea, Tom Künne, and Ulrich Pruschitzki for their support with lab and field work. Furthermore, we thank the coordination of the International Drought-Net Experiment for providing protocols and support. We acknowledge editorial help by Susan Debad.

الاقتباس

Siebert, J., Sünnemann, M., Auge, H., Berger, S., Cesarz, S., Ciobanu, M., et al. 2019. The effects of drought and nutrient addition on soil organisms vary across taxonomic groups, but are constant across seasons. Sci. Rep. 9:639. doi: 10.1038/s41598-018-36777-3

المراجع

[1] Galloway, J. N., Townsend, A. R., Erisman, J. W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J. R., et al. 2008. Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. Science 320:889–92. doi: 10.1126/science.1136674

[2] Siebert, J., Sünnemann, M., Auge, H., Berger, S., Cesarz, S., Ciobanu, M., et al. 2019. The effects of drought and nutrient addition on soil organisms vary across taxonomic groups, but are constant across seasons. Sci. Rep. 9:639. doi: 10.1038/s41598-018-36777-3

[3] Thakur, M. P., Reich, P. B., Hobbie, S. E., Stefanski, A., Rich, R., Rice, K. E., et al. 2018. Reduced feeding activity of soil detritivores under warmer and drier conditions. Nat. Clim. Change 8:75–8. doi: 10.1038/s41558-017-0032-6

[4] Tonkin, J. D., Bogan, M. T., Bonada, N., Rios-Touma, B., and Lytle, D. A. 2017. Seasonality and predictability shape temporal species diversity. Ecology 98:1201–16. doi: 10.1002/ecy.1761

[5] Simpson, J. E., Slade, E., Riutta, T., and Taylor, M. E. 2012. Factors affecting soil fauna feeding activity in a fragmented lowland temperate deciduous woodland. PLoS ONE7:e29616. doi: 10.1371/journal.pone.0029616

EDITED BY: Helen Phillips, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

CITATION: Sünnemann M, Siebert J and Eisenhauer N (2020) Double Whammy for Life in Soil? The Effects of Drought and Fertilizer Use. Front. Young Minds. 8:547630. doi: 10.3389/frym.2020.547630

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 Sünnemann, Siebert 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

JEDIDIAH, AGE: 14

Jedidiah is interested in science and math, particularly in how the environment impacts his daily life. He spends time working in the family garden, making money by selling eggs and vegetables he helps produce. In his spare time, Jed likes to play baseball and play video games.

المؤلفون

MARIE SÜNNEMANN

When she was 6 years old, her best friend challenged her to a dare: to eat an earthworm. Even though she would not do that today, her curiosity about everything that creeps and crawls belowground has never waned. Today, as a doctoral student, she studies the reactions of soil organisms to climate change in meadows and agricultural fields. In her free time, she does combat sports and enjoys being outside. *marie.suennemann@idiv.de

JULIA SIEBERT

Julia has been fascinated by nature since she was a child. She spent as much time as possible outdoors, built moss houses in the forest, and searched for all kinds of animals. She followed this passion by studying biology and communication science and was always keen on finding ways to transfer knowledge to different audiences. Her scientific studies focused on how changing climate conditions affect soil organisms and the ecosystem functions they drive. Furthermore, she explored ways to engage school students in biodiversity science. In her free time, she enjoys horse-riding, traveling, birdwatching, mountain biking, and all sorts of outdoor sports.

NICO EISENHAUER

Nico has been interested in nature since his 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 in one place, but not in another. During his study of biology, he discovered his interest in soil animals and their important activities that are crucial for the functioning of ecosystems. When not at work, Nico likes playing soccer and badminton, running, and spending timewith his family and friends.

المترجمون

RAGHAD S MOUHAMAD

SALLY S SOUD