משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף א' מדעים
הפיקוח על מדעי הסביבה

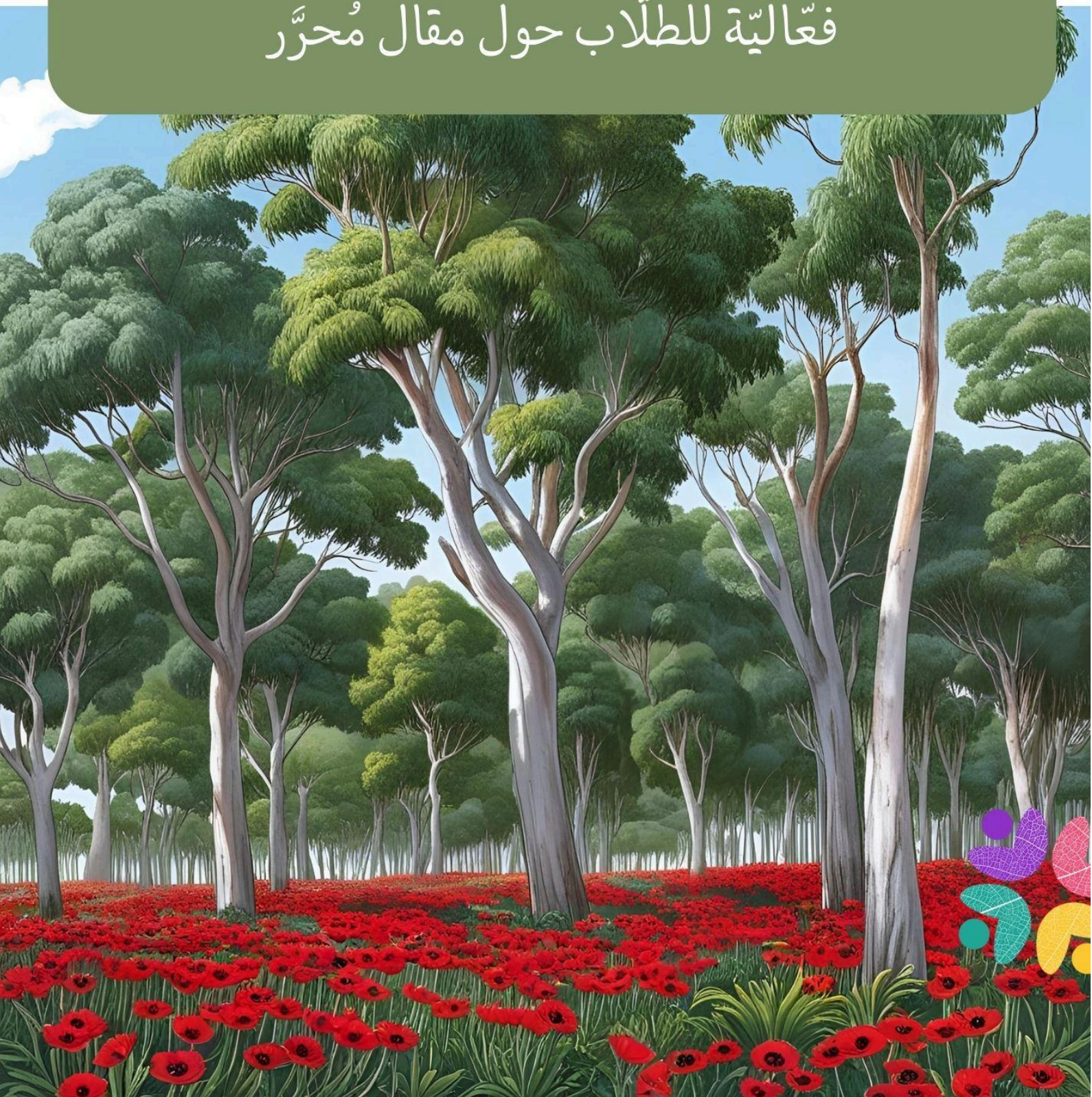
הטכניון
מכון טכנולוגי
לישראל

מינהלת מל"מ המרכז הישראלי לחינוך
מדעי טכנולוגי ע"ש עמוס דה שליט

בידינו
מרכז המורים הארצי
לחינוך סביבתי ולקיימות

تأثير أشجار الكينا على النباتات في النقب الغربي- انعكاسات (آثار) الترميم

فعّاليّة للطلّاب حول مقال مُحرَّر



تأثير أشجار الأوكالبتوس على النباتات في النقب الغربي – انعكاسات على الترميم

تمّ إعداد المقال من: נוימן י, דה-מלאך נ (2024). השפעת איקליפטוסים על הצומח בנגב המערבי – השלכות לשיקום. *אקולוגיה וסביבה* 15(1).

تلخيص

في مناطق واسعة من النقب الغربي، زُرِعت أشجار الأوكالبتوس. يُعدّ الأوكالبتوس نوعًا دخيلًا غير أصيل في إسرائيل، ويتميّز بظاهرة "الأليلوباثية" – أي تثبيط نمو نباتات أخرى من خلال إفراز مواد كيميائية. رغم قلّة المعلومات حول تأثير الأوكالبتوس على الغطاء النباتي في إسرائيل، إلا أن هناك جدلًا حول زراعته في البلاد. هذا البحث الذي أُجري في ربيع عام 2023 في غابة بئيري وبالقرب من كيبوتس ريم، فحص تأثير ثلاثة أنواع من الأوكالبتوس على مجتمع النباتات العشبية التي توفّر خدمات النظام البيئي. وقد تبيّن أن الكتلة الحيوية للعشب كانت أقل في محيط الأوكالبتوس مقارنة بالمناطق المفتوحة، غير أن التظليل الناتج عن الأشجار كان له تأثير ضئيل على هذه الكتلة، مما يشير إلى تأثير أليلوباثي. بالإضافة إلى ذلك، تبيّن أن كثافة شقائق النعمان قد انخفضت في محيط الأوكالبتوس، لكن تَنوُّع الأنواع تضرّر فقط قرب نوع واحد من الأوكالبتوس. يُظهر البحث أنه رغم فوائد الأوكالبتوس، إلا أنه قد يؤثر سلبًا على خدمات النظام البيئي. لذلك، في عملية الترميم بعد مأساة تشرين الأول 2023، في المناطق التي تحتوي على أنواع متوطنة أو نادرة، ينبغي إعطاء أولوية لزراعة أنواع من الأوكالبتوس ذات تأثير بيئي ضئيل.

قبل أن نبدأ

أ. ما هو الأوكالبتوس؟

نتعرّف أولًا على نبتة الأوكالبتوس، حسناتها وفوائدها للإنسان، وكذلك على السلبيات المرتبطة بزراعتها وانتشارها.

1. أُخرجوا إلى ساحة خارج الصف أو خارج منازلكم وحاولوا إيجاد أشجار من نوع الأوكالبتوس (إذا كنتم لا تعرفون شكل الشجرة، استعينوا بشبكة الإنترنت).
   أ. صوّروا الأشجار وأزهارها أو ثمارها إنْ وُجدت.
   ب. حمّلوا الصور في ألبوم صفي. احتفظوا بالألبوم، تحتاجونه لاحقًا في النشاط.

في إسرائيل، زُرِعت عدة أنواع من الأوكالبتوس. أكثرها شيوعًا هو "أوكالبتوس كامالدولينسيس (الكينا)".
استعينوا بمصادر المعلومات التالية وأجيبوا عن الأسئلة التي تليها:

- אקליפטוס המקור - כתבה מאתר קק"ל
- על מיתוס ואקליפטוס - גיבור ישראלי או פולש מסוכן? האקליפטוס מלמד אותנו שיעור במורכבות - כתבה מאתר רמת הנדיב
- מדיניות כריתת עצי אקליפטוס בשמורות טבע ובגנים הלאומיים בישראל - כתבה מאתר רשות הטבע והגנים

2. ما هي القارة الأصلية للأوكالبتوس؟ متى أُدخِل لأول مرة إلى البلاد ولأي غرض؟
3. ما هي خصائص الأوكالبتوس التي مكّنته من الاستقرار في إسرائيل؟

ما هي الأليلوباثية؟

هي علاقات متبادلة، حيث يُشارك فيها كائن حي يُنتج مواد كيميائية تُفرز في البيئة المحيطة، وتُعيق نمو وتطور كائن حي آخر.

مثال على علاقة أليلوباثية هو فطريات تفرز مادة مضادة حيوية تؤدي إلى موت البكتيريا من حولها. مثال شائع آخر هو بعض النباتات التي تُفرز مواد أليلوباثية في بيئتها تمنع إنبات نباتات أخرى.

إفراز المواد الأليلوباثية يمنع التنافس مع نباتات أخرى، ويمنح أفضلية للنباتات التي تُفرز هذه المواد.

من بين النباتات التي تنمو في البلاد وتُعرف بإفرازها لمواد أليلوباثية هي: الأوكالبتوس، الآس، الميرمية العطرية، والأثل.

(من كتاب: أمير، ر. فصول في علم البيئة)

الرسم 1: مثال على تأثير إفراز مواد أليلوباثية من الأوكالبتوس على النباتات التي تنمو في جواره.
مصدر الصورة: أمير، ر. "فصول في علم البيئة")

(

تحتوي أوراق الأوكاليبتوس على زيت عطري له خصائص أليلوباثية. الأوراق التي تسقط على التربة تُطلق زيت يؤثر على بيئتها.

من خلال تجربة بسيطة نَستطيع فحص التأثير الأليلوباثي للأوكاليبتوس على إنبات البذور.

المعدات والمواد المطلوبة للتجربة (رسم توضيحي 2):

- 5 أطباق بتري مبطّنة بالقطن
- 5 قِطَع من ورق الترشيح
- 50 بذرة فول
- زيت أوكاليبتوس (يمكن شراؤه من الصيدلية أو من متاجر المنتجات الطبيعية)
- مخبار مدرّج
- ماء حنفية
- شريط لاصق

رسم توضيحي 2: مثال على المواد وطريقة إحدى المعالجات في التجربة.
نَلصق ورق الترشيح بالجهة الداخلية من غطاء الطبق.
(تم إنشاء الصورة باستخدام برنامج ذكاء اصطناعي)

سير التجربة:

- سَجّلوا على أسفل كل طبق عدد قطرات زيت الأوكاليبتوس التي تُقطّر (0، 2، 4، 6، 8).
- بطّنوا كل طبق بالقطن ورطّبوه بكمية 15 مليلتر من الماء.
- ثبّتوا بواسطة الشريط اللاصق ورقة ترشيح على الجهة الداخلية من غطاء كل طبق، وقطّروا عليها عدد القطرات المكتوب في أسفل الطبق.
- وزّعوا على القطن في كل طبق 10 بذور فول.
- أغلقوا الأطباق وضعوها في مكان مظلّل لمدة 3 أيام.

- عدوا عدد البذور التي نبتت في كل طبق في نهاية التجربة.

4. ما هي المجموعة الضابطة في التجربة، ولماذا نُفّذت؟

5. ما هي العوامل الثابتة التي حرصتم على ضبطها خلال التجربة، وما أهميتها؟

6. اعرضوا نتائج التجربة في جدول و/أو رسم بياني. ماذا يمكن أن نستنتج من نتائج التجربة؟

7. "أوكالبتوس كامالدولينسيس (الكينا) هو نوع دخيل في إسرائيل، وقد أُعلن عنه كنبات غازي في البيئات الرطبة وعلى ضفاف الأنهار (أُدرج في الكتاب الأحمر للأنواع الغازية، 2011).
(1) وفقًا لأي معايير يتم تحديد ما إذا كان نوع معين غازيًا؟ برأيكم، كيف تمنح خاصية الأليلوباثية الأوكاليبتوس أفضلية كنبات غازي في إسرائيل؟
(2) ما هي الصفات الإضافية لأوكاليبتوس كامالدولينسيس (الكينا) (استعينوا بالصفات التي ذكرتموها في البند 3) التي قد تدعم الادعاء بأنه نوع غازي؟ فسّروا إجابتكم.

ب. أهمية التنوّع البيولوجي في توفير خدمات النظام البيئي

(1) .8 فسّروا ما المقصود بالتنوع البيولوجي.
(2) ما العلاقة بين التنوع البيولوجي العالي في بيئة معينة وبين خدمات النظام البيئي التي توفّرها؟

9. يوفّر أوكاليبتوس كامالدولينسيس (الكينا) خدمات متنوعة للإنسان. عودوا إلى المقالات التي قرأتموها في بداية النشاط (تحت السؤال 1)، وحدّدوا خدمات النظام البيئي التي توفّرها أشجار الأوكاليبتوس.

صنّفوا الخدمات المذكورة بحسب نوع خدمة النظام البيئي: خدمات التزويد، خدمات التنظيم والمراقبة وخدمات ثقافية ترفيهية وسياحية.

خدمات التزويد	خدمات التنظيم والمراقبة	خدمات ثقافية، ترفيهية وسياحية

10. ما هم التأثير المحتمل لوجود أشجار الأوكاليبتوس في بيئة معيّنة على توفير خدمات النظام البيئي بشكل عام؟

11. في قلب السهل الساحلي تقع محمية فريدة، تُشكّل موطنًا لنباتات الرمال والكركار. في السنوات الأخيرة، تواجه هذه المحمية خطرًا متزايدًا – التوسع العمراني والزراعة يزاحمان النباتات المحلية، وفي الوقت نفسه تنتشر أشجار أوكاليبتوس

كامالدولينسيس في أراضيها، وقد تستبدل الأنواع الطبيعية. يجب اتخاذ قرار بشأن ما إذا كان ينبغي تقليل عدد أشجار الأوكاليبتوس أم الحفاظ عليها.

استعينوا بالمقالات الواردة في السؤال 1 وبالمقال 'المعركة على الأوكاليبتوس' في موقع "זוויות"، ونفّذوا في الصف تمثيل أدوار حول هذه المشكلة. استندوا في النقاش، من بين أمور أخرى، إلى السؤال: هل يُعتبر أوكاليبتوس كامالدولينسيس (الكينا) نوعًا غازيًا؟
يجب على كل مجموعة أن تكتب تعليلها وأن تعرض موقفها أمام الصف. حاولوا في النقاش الجماعي الصفي التوصل إلى قرار مشترك بشأن الطريقة التي ينبغي التصرف بها، وفكّروا في خطة عمل.

أصحاب الأدوار في اللعبة:
- مندوب سلطة الطبيعة والمتنزهات
- مزارع محلي
- عالم بيئة (إيكولوجي)
- مواطن محلي

مقدّمة
في العقود الأخيرة، يواجه النقب الغربي تحديات أمنية متواصلة، ومع ذلك تتميّز هذه المنطقة بازدهار طبيعي يجذب عددًا كبيرًا من المتنزهين. يشمل التنوّع البيولوجي الفريد في المنطقة أنواعًا نادرة وأنواعًا مهدّدة بالانقراض من النباتات والحيوانات.
بالإضافة إلى ذلك، توجد في المنطقة غابات مزروعة كثيرة، ومعظمها من أشجار الأوكاليبتوس.
يُستخدم نوع الأوكاليبتوس، الذي يعود أصله إلى أستراليا، لأغراض التحريج (تشجير) في أنحاء مختلفة من العالم. تساهم أشجار الأوكاليبتوس في توفير الظل في المناطق الحارة، وكثير منها قادر على تحمّل ظروف الجفاف، ولهذا فهي تنجح في النمو في أماكن صعبة للمعيشة.
ومن حسناته الأخرى سرعة نموّها، مما يتيح استخدامها لأغراض أمنية (مثل إخفاء المستوطنات). كما أن للأوكاليبتوس أهمية كبيرة في توفير الرحيق لنحل العسل خلال فصول الجفاف التي تكون فيها الأزهار نادرة.

على الرغم من حسناته، تثير زراعة الأوكاليبتوس معارضة في إسرائيل وفي العالم. في منطقة النقب الغربي، ترتبط بعض أشكال المعارضة بالحفاظ على الطبيعة، إذ يُدَّعى أن أعمال التحريج في المنطقة تُلحق الضرر بالتنوّع البيولوجي.
تُظلّل أشجار الأوكاليبتوس النباتات العشبية، مما قد يضر بعملية التركيب الضوئي والنمو. بالإضافة إلى ذلك، فإن بعض أنواع الأوكاليبتوس تمتلك خاصية أليلوباثية (إفراز مواد كيميائية من الأوراق اليابسة إلى التربة تؤدي إلى تثبيط نمو نباتات أخرى).
هذه الخصائص، إلى جانب نتائج مسوح أُجريت في المنطقة، أثارت القلق من تأثير الأوكاليبتوس السلبي على التنوّع البيولوجي وعلى الأنواع المهدّدة بالانقراض.
وقد يؤثر الضرر الذي يُصيب الكتلة الحيوية العشبية على مراعي الأبقار والأغنام، مما قد يسبب خسائر اقتصادية.
كذلك، قد تضرّ الأليلوباثية بشقائق النعمان التي توفّر خدمات نظام بيئي ثقافية لآلاف الزائرين في مهرجان "الجنوب الأحمر"، مما قد يؤثر سلبًا على اقتصاد المنطقة.

هدف البحث هو قياس التأثيرات البيئية لمختلف أنواع الأوكاليبتوس على النباتات العشبية، مع التركيز على التنوّع البيولوجي وخدمات النظام البيئي.

أسئلة

12. بالاعتماد على المعلومات الواردة في المقدّمة، وضّحوا:
(أ) ما هي الحسنات الرئيسية لاستخدام أشجار الأوكاليبتوس في التحريج (التشجير)؟
(ب) ما هي التأثيرات السلبية المحتملة لزراعتها في منطقة النقب الغربي على تنوّع الأنواع؟

13. فسّروا العلاقة بين الإضرار بالتنوّع البيولوجي في النقب الغربي والإضرار باقتصاد المنطقة.

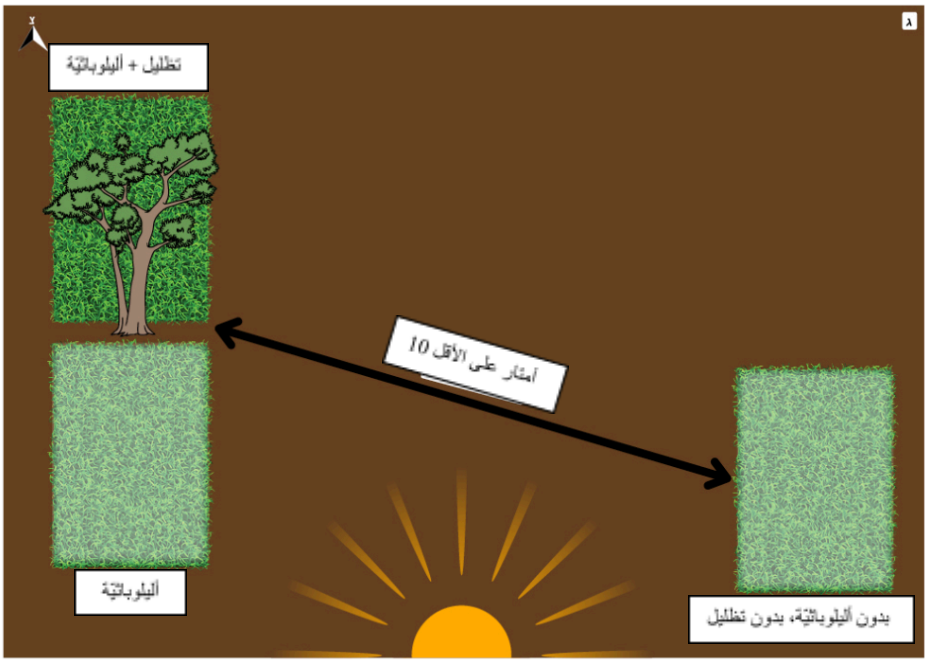
14. برأيكم، لماذا تمّ اختيار إجراء هذا البحث تحديدًا في منطقة النقب الغربي؟

الطرق والمواد

أُجري البحث في السنوات 2022/2023 في موقعين: "غابة بئيري" و"رعيم" (رسم توضيحي 3)، حيث يبلغ معدّل الأمطار السنوي فيهما حوالي 350 ملم. لأغراض البحث، تم اختيار أشجار أوكاليبتوس زُرعت في تسعينيات القرن الماضي وتتمتع بمظهر خارجي جيد، وتقع في تربة مستوية ومتوازنة بهدف منع التباين بين قِطع البحث، وقريبة من موطن "مفتوح" (دون أشجار)، وبعيدة قدر الإمكان عن مصادر تشويش محتملة مثل مسارات الدراجات الهوائية.

تم اختيار ثلاثة أنواع من الأشجار للبحث: أوكاليبتوس كامالدولينسيس(E. camaldulensis) ، أوكاليبتوس لوكسوفليبا (E. loxophleba) وأوكاليبتوس توركواتا (E. torquata).
كل شجرة في البحث شملت ثلاثة "مواطن نمو": شمال الشجرة (لفحص تأثير التظليل + الأليلوباثيّة)، جنوب الشجرة (لفحص تأثير الأليلوباثيّة)، وموطن نمو مفتوح مجاور لها بالكبر نفسه ومع نفس شروط التربة (دون تظليل ودون أليلوباثيّة) (انظر الرسم التوضيحي 4). في شهر نيسان، في ذروة الكتلة الحيوية العشبية، جُمعت من كل موطن نمو عينة كتلة حيوية لنباتات عشبية بدون مادة عضوية أخرى، وأُدخلت إلى كيس ورقي. نُقلت العينات إلى المختبر، حيث جُمعت أنواع النباتات، وجُففت في فرن، ووُزنت.
عينة شقائق النعمان أُجريت في بداية شهر آذار، قبل نهاية موسم الإزهار. في كل موطن نمو، جُمعت عينة من مساحة 2×3 متر بواسطة مستطيل معدني، وتم عدّ أزهار شقائق النعمان داخله. كما تمّ قياس رطوبة التربة في المواطن المختلفة.

الرسم التوضيحي 3: على اليمين – خريطة مناطق التجربة، مواقع البحث مميزة بدبوس أحمر. أُنشئت الخريطة باستخدام برنامج arcGIS Pro.
على اليسار – خريطة منطقة قطاع غزة وبلدات غلاف غزة، مع تمييز منطقة البحث (محاطة بدائرة زرقاء). تصوير: شاؤول أريئيلي.



الرسم التوضيحي 4: وحدة التجربة (شجرة أوكاليبتوس) تظهر في يسار الصورة. في الأعلى، باللون الأخضر الداكن: موطن النمو الشمالي للشجرة، تحته باللون الأخضر الفاتح: موطن النمو الجنوبي للشجرة، على اليمين باللون الأخضر الفاتح: موطن نمو مفتوح.

توسع

خلال القرن العشرين، أصبح الأوكاليبتوس نوع الشجرة الثاني من حيث عدد الزراعة في إسرائيل (بعد الصنوبر).
أكثر من 100 نوع مختلف من الأوكاليبتوس ينمو اليوم في إسرائيل، وتختلف هذه الأنواع عن بعضها البعض في خصائص متنوعة.

الأنواع التي شملها هذا البحث:

أوكاليبتوس توركواتا **(E. torquata)**
شجرة دائمة الخضرة ذات قمة عريضة، يصل ارتفاعها إلى 11 مترًا.
قشرة جذع الشجرة البالغة خشنة، ولونها بني حتى رمادي داكن.
قشرة الشجرة الفتية (الصغيرة) والأغصان الفتية (الصغيرة) في الشجرة البالغة تتقشر، ولونها مائل إلى الأحمر.
أوراقها البالغة طويلة ولونها أخضر رمادي.
تُزهر الأشجار من هذا النوع في إسرائيل في أواخر الشتاء والربيع.
الأزهار تحتوي على العديد من الأسدية ولونها وردي-أحمر.
تُنْتِج كمية كبيرة من اللقاح والرحيق وتُعتبر مصدر غذاء جيد للنحل.
ثمار الشجرة هي كبسولات كبيرة (بحجم سنتيمتر تقريبًا) ذات قاعدة متعددة الأضلاع. الأزهار والثمار متدلية نحو الأسفل.

الرسم التوضيحي 5: إزهار أوكاليبتوس توركواتا . تصوير:

Eucalyptus torquata Flowers, Flickr, Sydney Oats expom2uk

أوكاليبتوس كامالدولينسيس **(E. camaldulensis)**

شجرة دائمة الخضرة قد يصل ارتفاعها إلى 35 مترًا وأكثر.
جذعها يزداد سُمكًا مع السنين ويصل إلى أبعاد مدهشة.
لون قشرة الشجرة بني فاتح. تتقشر على شكل قِطَع تنفصل عن الجذع، وتحتها تنكشف قشرة ناعمة وفاتحة اللون.
الأوراق طويلة وتنتهي بطرف مدبب، ولونها أخضر فاتح.
عند فرك الأوراق تنبعث منها رائحة مميزة مصدرها الزيت العطري الموجود فيها. تزهر الشجرة تقريبًا طوال السنة.
أسدية الأزهار بيضاء مائلة إلى الصفرة. تبعث الأزهار رائحة قوية تجذب النحل إليها. الثمرة كبسولة.
الرسم التوضيحي 6: إزهار أوكاليبتوس كامالدولينسيس .تصوير:
Eucalyptus camaldulensis, Flickr, Jesús Cabrera, jccsvq

أوكاليبتوس لوكسوفليبا **(E. loxophleba)**

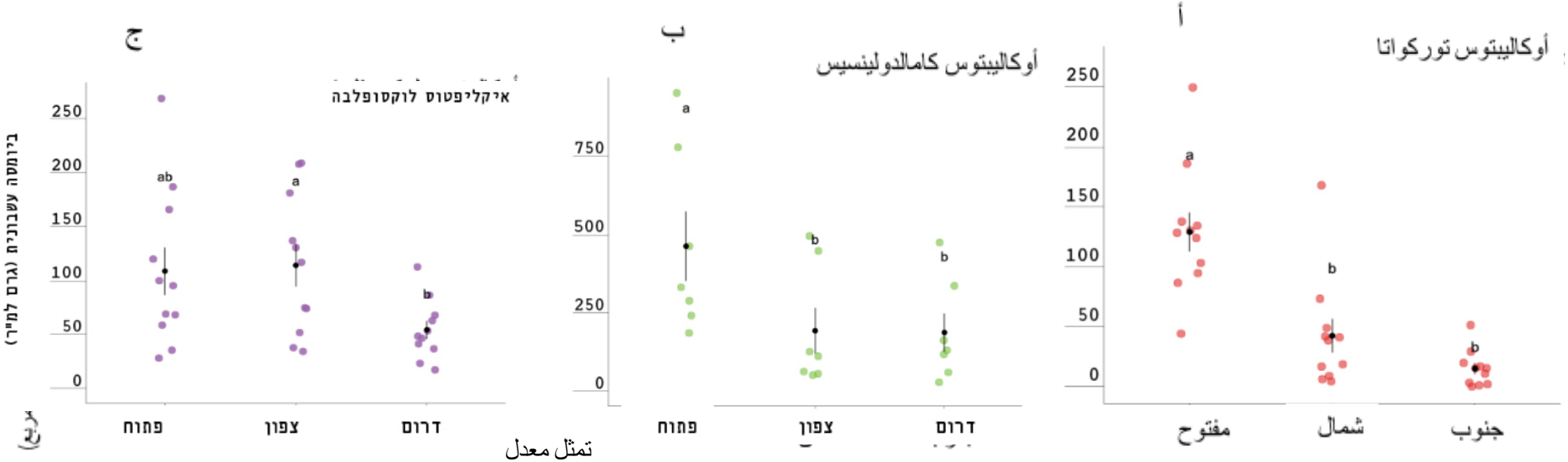
شجرة يصل ارتفاعها إلى 17 مترًا وأكثر.
الأوراق موجودة فقط في الجزء العلوي من قمة الشجرة.
الأزهار تحتوي على العديد من الأسدية ولونها أبيض.
في إسرائيل، تُزهر الشجرة في أشهر نيسان حتى حزيران.
الأزهار غنية جدّا بالرحيق واللقاح.
الثمار دائرية وصغيرة، وشكلها يشبه الجرس.
هذا النوع يُعتبر شجرة جيدة لإنتاج عسل النحل.
مصدر المعلومات: https://www.wildflowers.co.il/hebrew/
الرسم التوضيحي 7: إزهار أوكاليبتوس لوكسوفليبا. تصوير:
Eucalyptus loxophleba_flors_fulles i fruits_P2020050, Flickr, Teresa Grau Ros

أسئلة

15. ركّز البحث الحالي على ثلاثة أنواع من الأوكاليبتوس (انظروا التوسع أعلاه). انظروا إلى ألبوم الصف الذي أنشأتموه مع صور أشجار الأوكاليبتوس التي التقطتموها. أي من الأنواع المذكورة في هذا البحث تميزونها في الصور التي التقطتموها؟
16. ما هي العوامل الثابتة في هذا البحث، ولماذا برأيكم كان من المهم الحفاظ على كل واحد منها؟
17. انظروا إلى الرسم التوضيحي 4.
(أ) لماذا أُختير فحص مساحة فيها تأثير كل من الأليلوباثية والتظليل معًا، ومساحة أخرى فيها تأثير الأليلوباثية فقط؟
(ب) ما أهمية موطن النمو المفتوح في البحث؟ وما السبب في تحديد مسافة العينة في هذا الموطن على بُعد لا يقل عن 10 م؟
18. الإطار المستطيل أو المربّع هو أداة تُستخدم أحيانًا في أبحاث ميدانية من أجل تحديد المساحة التي نرغب في عدّ المكونات فيها. ما هو برأيكم أفضلية استخدام هذه الأداة في هذا البحث؟
19. لماذا برأيكم تم فحص رطوبة التربة في المواطن المختلفة؟

نتائج

نتائج البحث، المعروضة في الرسوم البيانية التالية، تتطرق إلى المقارنة بين الأنواع الثلاثة من الأوكاليبتوس ومدى تأثيرها على الكتلة الحيوية العشبية، عدد شقائق النعمان وغنى الأنواع.
أظهر البحث أن الكتلة الحيوية العشبية حول الأنواع الثلاثة من الأوكاليبتوس كانت أقل بعشرات النسب المئوية مقارنة بموطن النمو المفتوح (الرسم 8). لم تُسجّل فروق ذات دلالة إحصائية بين الجهة الشمالية من الشجرة (المظلّلة) والجهة الجنوبية منها (المعرّضة للشمس)، باستثناء لوكسوفليبا (الرسم 8). كما تبين أن كثافة شقائق النعمان المُزهرة بوجود أوكاليبتوس من نوع لوكسوفليبا وأوكاليبتوس من نوع توركواتا كانت أقل مقارنة بالمنطقة المفتوحة (الرسم 9). بالنسبة لأوكاليبتوس كامالدولينسيس، لم يُسجّل تأثير واضح، لكن بودنا أن نذكر أن قطعة أوكاليبتوس كامالدولينسيس تقع في منطقة لم تُرصد فيها شقائق نعمان تقريبًا، حتى في المناطق المفتوحة. جميع أنواع النباتات العشبية التي جُمعت كانت أنواعًا محلية ومميزة للمنطقة. وُجدت بعض الأنواع فقط في المناطق المفتوحة، وأخرى فقط تحت أشجار الأوكاليبتوس. لم يُسجَّل تأثير واضح لأوكاليبتوس كامالدولينسيس أو لوكسوفليبا على غنى الأنواع (الرسم 10)، لكن تحت أوكاليبتوس توركواتا، كان غنى الأنواع في المناطق الشمالية والجنوبية من الشجرة أقل بكثير من غناه في المنطقة المفتوحة. بالإضافة إلى ذلك، لم تُسجَّل فروق بين المواطن المختلفة في نسب رطوبة التربة.



العيّنات لكل بيئة نمو (جنوب الشجرة، شمالها، وبيئة نمو مفتوحة). الخطوط السوداء تُمثل أخطاء المعيار (خطأ المعيار يُبيّن لنا مدى قرب نتائج عيّنة محددة من النتائج الحقيقية لجميع الأفراد الذين تم فحصهم). الأحرف الصغيرة بالإنجليزية تُمثل مستوى الدلالة، أي مدى تأكُّدنا من أن النتائج التي حصلنا عليها موثوقة وذات معنى. مثلًا، عندما تظهر في الرسم أ الأحرف b في الشمال والجنوب، فإن المعنى هو أنه لا يوجد فرق واضح بين معدلات المنطقتين، لكن يوجد فرق واضح بينهما وبين المنطقة المفتوحة التي أُشير إليها بـ a .
في الرسم ج، يوجد فرق واضح في المعدل بين الجنوب الذي أُشير إليه بـ b ، والشمال الذي أُشير إليه بـ a ، لكن لا يوجد فرق واضح بين المنطقة المفتوحة التي أُشير إليها ab وبين كل منهما.

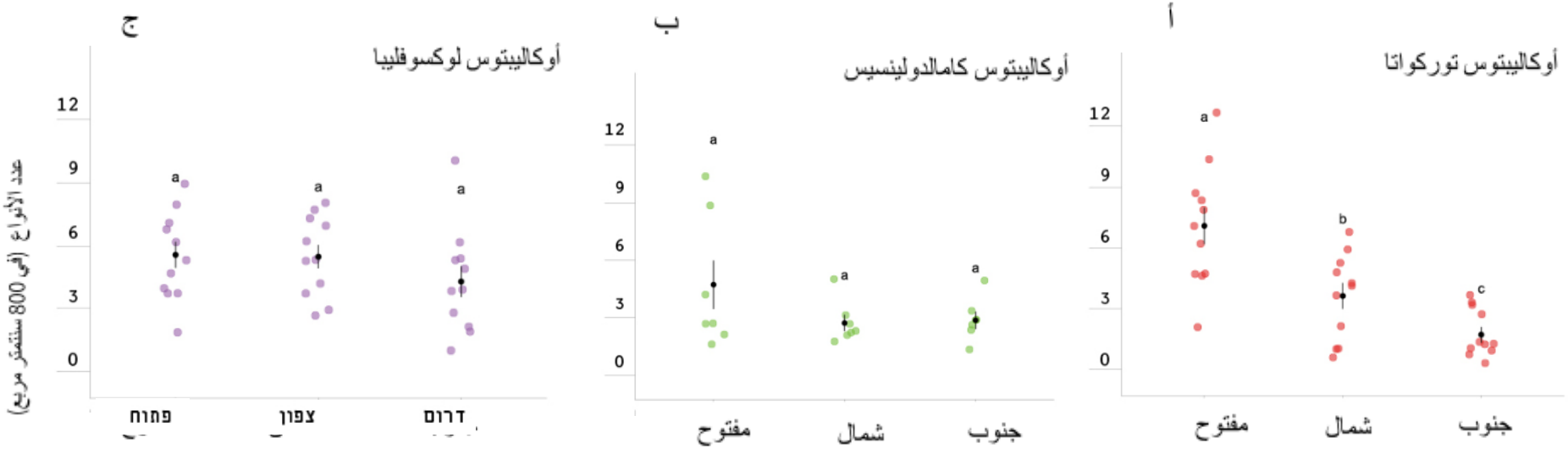
20. اختاروا صحيح أو خطأ بالنسبة للرسوم البيانية في الرسم 8:

- لا يوجد فرق في معدل الكتلة الحيوية العشبية بين المنطقة المفتوحة لأوكالبتوس كامالدولينسيس والمنطقة المفتوحة لأوكالبتوس توركواتا (صحيح / خطأ)
- الكتلة الحيوية العشبية في المناطق المفتوحة للأنواع الثلاثة من الأوكالبتوس كانت أعلى مقارنةً بالمناطق الواقعة جنوب الأشجار (صحيح / خطأ)
- معدل الكتلة الحيوية العشبية (موضح بنقطة سوداء) في مناطق الشمال والجنوب لأوكالبتوس لوكسوفليبا متماثل (صحيح / خطأ)
- هناك تباين كبير بين عيّنات الكتلة الحيوية العشبية في المنطقة المفتوحة لأوكالبتوس توركواتا مقارنةً بعيّنات الكتلة الحيوية في المنطقة الواقعة جنوبه (صحيح / خطأ)

21. أشيروا إلى الكلمة المناسبة بالنسبة للرسوم البيانية في الرسم 9:

- معدل عدد أزهار شقائق النعمان في المنطقة المفتوحة لأوكالبتوس توركواتا أقل / أكثر من معدل عدد أزهار شقائق النعمان جنوب الشجرة.
- يوجد / لا يوجد فرق واضح بين معدل عدد أزهار شقائق النعمان في مناطق المشاهدة التابعة لأوكالبتوس كامالدولينسيس.
- معدل عدد أزهار شقائق النعمان في المنطقة المفتوحة لأوكالبتوس لوكسوفليبا أعلى / أقل مقارنةً بمعدل عدد الأزهار في المناطق المفتوحة الأخرى.

22. ماذا يمكن أن نتعلم من الرسم البياني في الرسم 9؟



الرسم 10: تأثير أشجار الأوكالبتوس على الغنى (عدد الأنواع). كل نقطة ملوّنة تُمثّل عدد الأنواع المختلفة التي وُجدت في المنطقة التي تمت مشاهدتها. النقاط السوداء تُمثل معدل العيّنات لكل بيئة نمو. الخطوط السوداء تُمثل أخطاء المعيار. الأحرف الصغيرة بالإنجليزية تُمثل مستوى الدلالة (الاختلاف بين الأحرف يدلّ على فروق ذات أهمية في عدد الأنواع بين بيئات النمو).

23. بحسب نتائج البحث، أي من أنواع الأوكالبتوس يبدو أنّ له تأثيرًا واضحًا على العدد الكلي للأنواع؟ كيف حدّدتم ذلك؟

24. استنادًا إلى النتائج المعروضة في الرسوم البيانية، ماذا يمكن أن نقول عن تأثير التظليل الذي تُحدثه أشجار الأوكالبتوس، في النقب، على النباتات العشبية؟ هل هو تأثير إيجابي أم سلبي؟ فسّروا إجابتكم.

نقاش واستنتاجات

تحمّل أشجار الأوكالبتوس للجفاف، إلى جانب نموّها السريع وقمتها الكثيفة الدائمة الخضرة، يجعلها مرشّحة طبيعية للزراعة في منطقة النقب الغربي كجزء من إدارة المناطق المفتوحة.

زراعتها تهدف إلى توفير الظل لأغراض التنزّه والاستجمام، وكذلك لتوفير الحماية من خلال حجب الرؤية عن التجمعات السكنية القريبة من السياج. أظهر هذا البحث أنه كما هو الحال في مناطق أخرى في العالم وفي البلاد، فإن أشجار الأوكالبتوس في النقب الغربي تؤدي أيضًا إلى انخفاض في الكتلة الحيوية العشبية. لهذا الاكتشاف آثار سلبية على خدمات التنزّه والاستجمام، وكذلك على استخدام المنطقة للرعي.

في هذا البحث، تمّ عزل تأثير التظليل عن باقي تأثيرات الشجرة من خلال المقارنة بين المنطقة الواقعة جنوب الشجرة (دون تظليل) والمنطقة الواقعة شمالها. وقد تبيّن أن انخفاض الكتلة الحيوية النباتية يرتبط بشكل أساسي بالأليلوباثيا، إذ إنه حدث أيضًا جنوب الشجرة. كما أن قياس نسبة الرطوبة في التربة، والذي لم يُظهر فروقًا بين بيئات النمو المختلفة، يدعم هو الآخر الفرضية بأن الآلية الرئيسية التي يؤثر بها الأوكالبتوس على النباتات العشبية هي الأليلوباثيا. ومع ذلك، لا يمكن استبعاد وجود آليات إضافية بشكل قاطع. بالإضافة إلى ذلك، تبيّن أن تظليل الأوكالبتوس من نوع لوكسوفليبا يُقلل من التأثير السلبي للأليلوباثيا. يمكن استنتاج ذلك من الحقيقة أن المنطقة الواقعة شمال الشجرة (التي تتأثر بالأليلوباثيا + التظليل) تحتوي على كتلة حيوية عشبية أكبر مقارنة بالمنطقة الواقعة جنوبها (التي تتأثر فقط بالأليلوباثيا). والسبب المحتمل لذلك هو أن قمة أوراق الأوكالبتوس من هذا النوع أقل كثافة نسبيًا، ولذلك فإن التأثيرات الإيجابية للتظليل – مثل خفض درجة الحرارة وتقليل فقدان الماء – تفوق التأثيرات السلبية له مثل إعاقة عملية التركيب الضوئي.

من الشائع الاعتقاد أن أشجار الأوكالبتوس تضرّ بنباتات الحبوبيات، التي تُعدّ المنافس الرئيسي لأزهار شقائق النعمان، وبالتالي تُشجّع بشكل غير مباشر على تفتّح أزهار شقائق النعمان. ومع ذلك، فقد أظهر البحث الحالي تأثيرًا سلبيًا لأوكالبتوس لوكسوفليبا وأوكالبتوس توركواتا على تفتّح أزهار شقائق النعمان. أما بالنسبة لأوكالبتوس كامالدولينسيس، فلم يكن بالإمكان فحص الفرضية، لأنه في مناطق البحث نَمَا في مناطق لا توجد فيها شقائق النعمان حتى في المناطق المفتوحة (الرسم 9).

استنادًا إلى هذه النتائج، نوصي بتقليل زراعة الأوكالبتوس في مناطق وجود أزهار شقائق النعمان في النقب، بشرط ألا يؤثر نقص الظل سلبًا على الزوّار أكثر من فقدان أزهار شقائق النعمان نفسها. رغم أن العديد من الأبحاث حول العالم، وبعضها في البلاد، أظهرت تأثيرات سلبية لأشجار الأوكالبتوس على تنوّع الأنواع النباتية، لم نجد في هذا البحث أدلّة على انخفاض في تنوّع الأنواع بالنسبة لأوكالبتوس كامالدولينسيس وأوكالبتوس لوكسوفليبا. وبخلاف أبحاث سابقة في المنطقة المتوسطية، لم يظهر أن الأوكالبتوس يُشجّع على نموّ أنواع نباتية غازية، إذ إن جميع الأنواع التي تمّت مشاهدتها كانت أنواعًا محلية.

من بين أنواع الأوكالبتوس التي فُحصت، كان لأوكالبتوس توركواتا التأثير السلبي الأكبر على الكتلة الحيوية النباتية وعلى أزهار شقائق النعمان، كما أدّى وجوده إلى تقليل تنوّع الأنواع. ويُعتبر هذا النوع على الأرجح صاحب أقوى تأثير أليلوباثي. تُظهر أبحاث أن مستخلص أوكالبتوس توركواتا يؤثّر سلبًا على البكتيريا والفطريات، بل وله تأثير أيضًا على الخلايا السرطانية. ورغم أن لأوكالبتوس توركواتا ميزة كبيرة في تحمّل الجفاف وككونه نبات رحيق، إلا أنه استنادًا إلى نتائج هذا البحث، نوصي بحصر زراعته في مناطق صغيرة لتقليل تأثيراته البيئية السلبية، وتفضيل أنواع أخرى إنْ أمكن.

إضافةً إلى الإضرار بالحياة، والجسد، والنفس، والممتلكات، فإن للحرب في منطقة النقب الغربي ثمنًا بيئيًا باهظًا أيضًا. فإلى جانب الأضرار المحتملة التي قد تُصيب الحيوانات والنباتات بسبب الحرائق، وإطلاق النار وحركة المدرعات، فإن الضرر الذي يلحق بالتربة – والذي يؤدي بدوره إلى الإضرار بالنباتات – هو ضرر لا مفرّ منه. تأثير بعض أنواع الأوكالبتوس السلبي على أزهار شقائق النعمان، والتي يُقام حولها مهرجان سنوي يُشكّل ركيزة اقتصادية مهمة لسكان المنطقة، قد يُصبح إشكاليًا أكثر بعد الضرر الذي طال مساحات واسعة من المناطق الطبيعية المفتوحة خلال الهجوم الإرهابي وفي فترة الحرب.

الافتراض هو أنّ زراعة أشجار الأوكالبتوس تكون جزءًا من خطوات إعادة تأهيل المنطقة، ومن المرجّح أن تستمر في إثارة الجدل. يكون من الأفضل أن تُتخذ قرارات الزراعة والحفاظ على الطبيعة من منظور شامل، بحيث يشمل اعتبارات اجتماعية مرتبطة بشكل مباشر بخدمات النظام البيئي التي تمّت دراستها.

نأمل جميعًا أن نرى من جديد غابة بئيري، ومفرق رعيم، وكل النقب الغربي مغطّاة ببُسط حمراء وبعشرات آلاف الزوّار والمتنزّهين.

أسئلة

25. نستفيد من البحث أن إحدى الآليات الرئيسية التي تؤثر بها أشجار الأوكالبتوس على الكتلة الحيوية النباتية في محيطها هي الأليلوباثيا. اقترحوا آليات إضافية (عدا التظليل الذي تمّ فحصه أيضًا في البحث) يمكن من خلالها أن يؤثّر الأوكالبتوس على النباتات العشبية.

26. في مناطق البحث التي نَمَا فيها أوكالبتوس كامالدولينسيس، بما في ذلك المنطقة المفتوحة، لم تُرَ أزهار شقائق النعمان إطلاقًا (الرسم 9). استندوا إلى النتائج في الرسوم البيانية الثلاثة وافترضوا ماذا يمكن أن يكون سبب ذلك.

27. زراعة الأوكالبتوس في منطقة النقب الغربي قد تُساهم في عمليات إعادة التأهيل، لكنها في الوقت نفسه تُثير جدلًا وهناك حجج مؤيدة ومعارضة للزراعة.
(أ) ما المعطيات التي تقومون بجمعها لحسم القرار بشأن الاستمرار في زراعة الأوكالبتوس في منطقة معيّنة؟
(ب) نظّموا في الصف مناظرة بين مجموعتين – إحداهما تؤيّد زراعة الأوكالبتوس كجزء من ترميم المناطق المفتوحة في النقب الغربي، والأخرى تعارض ذلك. تُعرض ادعاءات كل مجموعة من خلال ممثّل واحد بعد أن تُبلور المجموعة موقفها. في بناء الحجج، استندوا إلى المعلومات الواردة في المقال وأضيفوا اعتبارات أخرى (بيئية / اقتصادية / اجتماعية وثقافية / أمنية / تخطيطية).

28. خطّطوا لبحث آخر يفحص تأثير الأوكالبتوس على تنوّع الأنواع النباتية في بيئات نمو مختلفة في منطقة النقب الغربي.
(أ) صوغوا سؤال البحث.
(ب) ما هو المتغيّر المستقل؟
(ج) ما هو المتغيّر التابع؟ كيف تقومون بفحصه؟
(د) اذكروا ثلاثة عوامل تحرصون عليها خلال البحث واذكروا ما هي أهميتها.

29. حالات الحرب تفرض ثمنًا باهظًا على الجسد والنفس، لكن للحرب أيضًا ثمنًا بيئيًا ثقيلًا. اقرؤوا المقال "تأثيرات حرب 7 أكتوبر على الطبيعة في إسرائيل"، השפעות מלחמת 7 באוקטובר על הטבע בישראל وشاهدوا الفيديو الوثائقي دوكو طبيعة. تأثيرات الحرب على الطبيعة דוקו טבע: השפעות המלחמה על הטבע من موقع سلطة الطبيعة والمتنزهات.

(أ) سجّلوا في جدول الأنشطة التي تُمارَس في الميدان خلال الحرب والتي قد تؤثّر على البيئة، وحدّدوا لكل نشاط ما هي تأثيراته على البيئة.

تأثير / **النشاط**	تدمير بيئات النمو	ضرر مباشر بالحيوان والنباتات	تلوّث ضوضاء	تلوّث ضوئي	تلوّث التربة والمياه	تفشّي أنواع	غزو أنواع دخيلة	انتشار أمراض

(ب) العمل في مجموعات: استنادًا إلى المعلومات التي جمعتموها في الجدول، حضّروا مستندًا قصيرًا يقترح حلولًا على المستوى الوطني لتقليل الضرر البيئي في حالات الحرب، ولإعادة الترميم بعد انتهاء الحرب.