משרד החינוך
מינהל חדשנות וטכנולוגיה

הטכניון
מכון טכנולוגי לישראל

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

בידינו
מרכז המורים הארצי לחינוך סביבתי ולקיימות

فحص تأثير التغليف بواسطة البلاستيك على تقليل هدر المُنتَجَات الزراعية في إسرائيل باستخدام تحليل دورة الحياة

نشاط لِلتلاميذ حول مقال مُعالَج

فَحص تأثير التغليف بواسطة البلاستيك على تقليل هدر المُنتَجَات الزراعية في إسرائيل باستخدام تحليل دورة الحياة

تمّ إعداد المقال من: أولانوفسكي ح، عتير ف، شموشكو أ وآخرون. 2025. فحص تأثير التغليف بواسطة البلاستيك على تقليل هدر المنتجات الزراعية في إسرائيل باستخدام تحليل دورة الحياة إيكولوجيا وبيئة 16(2): 59–66.

تلخيص

يساعد تقليل فقدان وهدر الطعام على مواجهة موضوعين مهمّين: الأوّل، ضمان توفير ما يكفي من المنتجَات الزراعية المحلية لسكان إسرائيل؛ والثاني، تقليل النفايات العضوية التي تُطمر معظمها حاليًّا، والتي تؤدّي إلى انبعاث غازات الدفيئة. وُجِد في أبحاث سابقة فحصت خضروات تُسوَّق في إسرائيل أنّ تغليف المنتجات بأكياس بلاستيك أو بصواني بلاستيك يُطيل مدّة صلاحيتها، ويقلّل من كمية الخضروات التي تُرمى. من جهة أخرى، لهذا الأمر أيضًا سلبيّات؛ فالبلاستيك يُستعمل مرّة واحدة، ولا توجد في إسرائيل حاليًّا عمليّة ناجعة لإعادة تدوير هذه العبوات، كما أنّ لإنتاج البلاستيك تكاليف بيئية عديدة.

يهدف هذا البحث إلى فحص التأثيرات البيئية لإضافة عبوات بلاستيك من أجل تقليل فقدان الطعام أثناء تسويق الخيار في إسرائيل. ولفحص ذلك، تمّت المُقارنة بين مدّة صلاحية الخيار الذي يُباع مُغلَّفًا بمدّة صلاحية الخيار الذي يُباع دون تغليف. نُفِّذت التجربة في ظروف تحاكي المسار الذي يمرّ به الخيار: من الحقل، مرورًا بمرحلة التسويق، وصولًا إلى التخزين في بيت المُستهلك. استخدم الباحثون طريقة تُسمّى تحليل دورة الحياة، وهي طريقة تفحص التأثيرات البيئية عبر جميع مراحل حياة المُنْتَج.

أظهرت النتائج أنّ الضرر البيئيّ الأساسيّ ينجم عن فقدان الخيار الذي لا يُقطف أو لا يُسوَّق. كذلك تبيّن وجود تأثيرات بيئية سلبية ناتجة عن استخدام المياه، والوقود، والأسمدة، وموادّ المكافحة خلال مرحلة الزراعة. وجد البحث أفضلية بيئية لاستخدام عبوات بلاستيك عندما يُحفَظ الخيار بهذه الطريقة في الثلّاجة المنزلية؛ لأنّ العبوة تُطيل مدّة الصلاحية وتمنع رمي الطعام. وتفوق هذه الفائدة الضررَ البيئيّ الناتج عن إضافة عبوة البلاستيك. ويتوافق هذا الاستنتاج مع أبحاث مشابهة أُجريت في العالم.

مع ذلك، يوصي الباحثون بتغليف الخيار فقط بالقرب من مرحلة شراء المُستهلك، وليس قبل ذلك، وذلك لمنع شراء كميات زائدة من المنتَجات. وتشير نتائج البحث إلى أنّه من أجل تحسين الأمن الغذائي في إسرائيل، ينبغي على الدولة أن تستثمر في منع فقدان الطعام منذ مرحلة الزراعة، وفي زيادة كمية المنتَجات التي تُسوَّق.

فقدان الطعام وهدر الطعام

يُعرَّف فقدان الطعام بأنّه انخفاض في كمية الطعام الصالح للأكل على طول سلسلة التزويد المخصّصة لاستهلاك الإنسان، أي كلّ فقدان يحدث في الطريق إلى المتجر أو السوق. ويحدث فقدان الطعام في مراحل الإنتاج، وبعد القطف، وخلال عمليات المعالجة والإنتاج الصناعي.

أمّا هدر الطعام فهو رمي طعام صالح للأكل. ويحدث ذلك في نهاية السلسلة، أي في مراكز التسويق، وفي المؤسّسات، وفي بيوت المستهلكين.

يُعتبر فقدان الطعام وهدر الطعام تحدّيًا عالميًّا مركزيًّا في القرن الحادي والعشرين. ووفقًا لمعطيات منظّمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO) ، يُفقد أو يُهدر حوالي ثُلث الغذاء المُنتَج في العالم. لهذه الظاهرة تكلفة اقتصادية هائلة، وهي ترتبط أيضًا بهدر موارد غالية الثمن، مثل: المياه، والأراضي، والطاقة، والمواد الخام وقوّة العمل. ويُضاف إلى ذلك تكاليف مرتفعة لمعالجة النفايات العضوية التي تُرمى. علاوة على ذلك، يُساهم فقدان الطعام وهدره في حوالي 8%–10% من انبعاث غازات الدفيئة عالميًّا. (المصدر: البرنامج الوطني لتقليل فقدان وهدر الطعام , أيلول 2025، صادر عن وزارة حماية البيئة، إسرائيل).

قبل أن نبدأ

أ. فقدان الطعام وهدر الطعام

1. أمامكم جُمل تصف حالات من فقدان الطعام أو هدر الطعام. حدّدوا التعريف الصحيح لكلّ حالة:

- جزء من حبّات البندورة التي قُطفت في الحقل وصل إلى السوبرماركت وعليه علامات تعفّن، وأُزيل من الرفوف قبل أن يُباع.
فقدان طعام / هدر طعام

- أُقيم احتفال في مطعم كبير، ولم يُنهِ الضيوف الوجبات التي قُدّمت لهم. أُلقيت البقايا في سلّة المهملات.
فقدان طعام / هدر طعام

- حضّر تلاميذ سندويشات للمدرسة، لكنّ معظمها بقي في الحقائب وأُلقيت في نهاية اليوم، في سلة المهملات.
فقدان طعام / هدر طعام

- وصلت عبوات حليب إلى المتجر قبل وقت قصير جدًّا من تاريخ انتهاء الصلاحية، وأُلقي معظمها في سلة المهملات بعد أن لم تُشترَ في الوقت المناسب.
فقدان طعام / هدر طعام

- بقي جزء من الكعك والحلويّات التي اشتُريت لحفلة عيد ميلاد على الطاولة طوال الليل، ففسد.
فقدان طعام / هدر طعام

- انقلبت حاوية شاحنة كانت تنقل خضروات وفواكه، فانسكب محتواها على جانب الطريق.
فقدان طعام / هدر طعام

2. اكتبوا ثلاث تأثيرات على البيئة لفقدان الطعام أو هدره.

3. اقترحوا تصميم تجربة أو مشاهدة تفحص هدر الطعام في بيتكم:
أ. ما هو مُنتَج الطعام (أو مُنتَجات الطعام) الذي تختارونه لفحصه في التجربة/المشاهدة؟
ب. صيغوا سؤال بحث تريدون فحصه.
ج. صِفوا باختصار مراحلَ التجربة/ المشاهدة وطريقة القياس.

4. إضافةً إلى التأثيرات البيئيّة والاقتصاديّة لهدر الطعام، توجد هنا أيضًا قضيّة اجتماعيّة-أخلاقيّة. ما هي؟

ب. تحليل دورة الحياة

تحليل دورة الحياة هو أداة لتقييم التأثيرات على البيئة على طول حياة منتَج، منذ لحظة استخراج المادة الخام وحتى مرحلة نهاية حياته (أي اللحظة التي يتحوّل فيها إلى نفايات). ومن خلال هذا التحليل يمكن جمع ومعالجة معطيات حول الموارد اللازمة لإنتاج المنتَج في كلّ مرحلة من مراحل حياته، وقياس تأثيراتها على البيئة في جوانب مختلفة.

5. العمل في مجموعات:
أمامكم جدول يحتوي على أعمدة، يُشير كلّ عمود منها إلى مرحلة مختلفة في دورة حياة منتَج غذائي.

اسم المنتَج:					
موارد طبيعية	**الزراعة والإنتاج**	**تغليف المنتَج**	**النقل والتسويق**	**التخزين والاستهلاك المنزلي**	**النفايات**

أ. اختاروا منتجًا غذائيًّا واحدًا تستهلكونه في بيتكم، واكتبوا اسمه.

ب. في العمود الأيمن اكتبوا جميع الموارد الطبيعية التي تعتقدون أنّها مطلوبة في المراحل المختلفة من دورة حياة المنتَج، مثل: المياه، ضوء الشمس، موادّ التسميد وموادّ لمكافحة الآفات الزراعية.

ج. اكتبوا إشارة (X) تحت كلّ مرحلة من مراحل دورة حياة المنتَج للإشارة إلى الموارد التي تعتقدون أنّها مطلوبة.

د. استنادًا إلى الإشارات التي كتبتموها في بند ج، حدّدوا ما هي التأثيرات المباشرة وغير المباشرة على البيئة، التي قد تنتُج في أعقاب استهلاك المنتَج الغذائي الذي اخترتموه.

مقدّمة

يُعتبر تقليل فقدان الطعام وهدره خطوةً مهمّة في طريق تحقيق الأمن الغذائي، الذي يُعرَّف بأنّه وجود الغذاء بالكمية والجودة اللازمتين للحفاظ على حياة صحّية في كلّ وقت، وكذلك في تقليل الأضرار البيئية.

تُعتبر هذه التحدّيات ذات أهمية خاصّة في إسرائيل. ووفقًا لتقرير "ليكت يسرائيل" דו"ח לקט ישראל، يُهدر سنويًّا حوالي 2.6 مليون طنّ من الغذاء، أي ما يقارب 38% من الإنتاج المحلي. لذلك هناك أيضًا تكلفة اقتصادية غالية الثمن.

تُطمر معظم النفايات العضوية في إسرائيل كنفايات مختلطة مع نفايات غير عضوية، ولا يُستفاد منها في إنتاج سماد عضوي (كومبوست). ويؤدّي هذا الطمر إلى انبعاث كميات كبيرة من غاز الميثان.

وجدت الأبحاث التي فحصت تسويق الخيار في إسرائيل أنّ تغليفه بالبلاستيك قبل التسويق يمكن أن يُطيل مدّة الصلاحيّة ويزيد من كمية المنتجات التي تُستهلك. مع ذلك، لتغليف البلاستيك أيضًا تكلفة بيئية؛ إذ يشمل إنتاج البلاستيك تكرير المواد الخام من النفط واستهلاك طاقة، كما أنّ معالجة العبوات بعد استعمالها، سواء بالطمر أو بإعادة التدوير أو بالحرق لإنتاج الطاقة، تؤدّي هي أيضًا إلى انبعاثات وتلوّث. إضافةً إلى ذلك، فإنّ صواني "الفلّين" المستخدمة لتغليف الخضروات في إسرائيل مصنوعة من بوليستيرين خفيفًا ومليئًا بالفراغات الهوائيّة، وهو مادّة يصعب إعادة تدويرها وتكون مكلفة، وقد تُلوِّث البيئة بموادّ سامة.

من أجل تقييم مُجمل التأثيرات على البيئة، استُخدمت أداة علمية تُسمّى تحليل دورة الحياة (LCA – Life Cycle Assessment). تفحص هذه الطريقة التأثيرات البيئية لمنتج ما على طول حياته كلّها، بدءًا من مرحلة استخراج المواد الخام، مرورًا بالإنتاج والتسويق، وصولًا إلى مرحلة نهاية حياته.

كان هدف البحث فحص الجدوى البيئية لتغليف الخيار بالبلاستيك في مرحلة البيع للمستهلك (مرحلة البيع المباشر للمستهلكين)، وذلك من خلال بحث تأثير العبوات البلاستيكية على البيئة في مرحلتَي التسويق والتخزين في بيت المُستهلك.

وكان سؤال البحث: هل التكلفة البيئية لتغليف الخيار بالبلاستيك أقلّ من الفائدة البيئية المتوقّعة الناتجة عن إطالة مدّة الصلاحية وتقليل فقدان الخيار وهدره في إسرائيل؟

6. في أيٍّ من الدول المعروضة في البنود أ–د يمكن القول إنّ هناك أمنًا غذائيًّا؟ (اختاروا إجابة واحدة فقط)

- الدولة أ: يوجد فيها غذاء كافٍ، جودته عالية، لكنّ سعره مرتفع.
- الدولة ب: يوجد فيها إنتاج زراعي واسع، وتُصدَّر معظم المنتَجات إلى دول أخرى.
- الدولة ج: يوجد فيها غذاء متنوّع، متاح، ذو جودة عالية وبسعر في متناول جميع السكان.
- الدولة د: يوجد فيها غذاء كافٍ، لكنّ معظمه مُستورَد وتركيبه غير معروف دائمًا.

7. اشرحوا العلاقة بين تقليل فقدان الطعام وهدره وبين الأمن الغذائي.

8. لماذا يُعتبر تقليل فقدان الطعام وهدره في إسرائيل ذا أهمية كبيرة في سياق تقليل الضرر البيئي؟

9. "وجدت أبحاث فحصت تسويق الخيار في إسرائيل أنّ تغليفه بالبلاستيك قبل التسويق يمكن أن يُطيل مدّة الصلاحية ويزيد من كمية المنتَجات التي تُستهلك". اقترحوا تفسيرًا لهذه النتيجة.

10. من أجل فحص الجدوى البيئية لتغليف الخيار بالبلاستيك في مرحلة البيع للمستهلك، يجب فحص الفائدة البيئية إلى جانب التكلفة البيئية.

أ. املؤوا الجدول التالي استنادًا إلى المعطيات الواردة في قسم المقدّمة، وإلى معرفتكم السابقة:

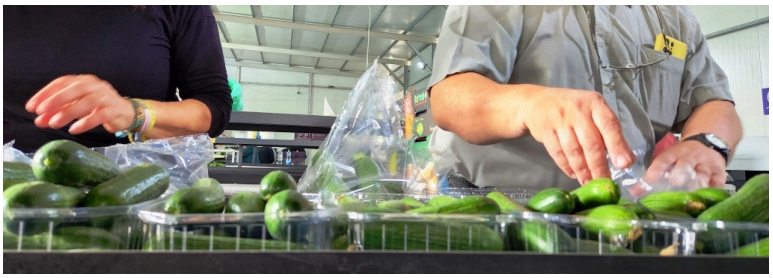
الفوائد البيئية لتغليف الخيار بالبلاستيك	**التكاليف البيئية لتغليف الخيار بالبلاستيك**

ب. استنادًا إلى الجدول الذي ملأتموه في البند أ، حاولوا أن تتوقّعوا الإجابة عن سؤال البحث المعروض في المقدّمة: "هل التكلفة البيئية لتغليف الخيار بالبلاستيك أقلّ من الفائدة البيئية المتوقّعة الناتجة عن إطالة مدّة الصلاحية وتقليل فقدان الخيار وهدره في إسرائيل؟". علّلوا إجابتكم.

الطُّرق والموادّ

المرحلة 1: تجربة تمهيديّة لفحص مدّة الصلاحيّة

- في هذه المرحلة تمّ فحص تأثير التغليف على مدّة صلاحيّة الخيار. قارن الباحثون بين خيار حُفظ في عبوات بلاستيك وبين خيار تمّ بيعه دون تغليف (من دون عبوة).
- مثّلت ظروف الفحص مراحل التسويق، والبيع، والتخزين في الثلّاجة المنزليّة.



تغليف خيار طازج في أكياس من أنواع مختلفة لأغراض البحث | تصوير: رون بورات

المرحلة 2: حساب الاستهلاك والفقدان

- تمّ تحديد متوسّط الاستهلاك للعائلة: 50 كغم من الخيار في السنة (استند هذا التقدير إلى معطيات وزارة الزراعة ومراكز التسويق).
- حُسبت كمية الخيار التي يجب على العائلة شراؤها فعليًّا للوصول إلى هذا الهدف، مع حِساب كمية الفقدان التي تحدث خلال التخزين في البيت (مع التغليف وبدونه).

المرحلة 3: تحليل دورة الحياة (LCA)

- باستخدام تحليل دورة الحياة، تمّ تقييم تأثيرات استهلاك 50 كغم من الخيار، سنويًّا لعائلة إسرائيليّة، على البيئة.
- تمّ التحليل حسب 24 سيناريو مختلفًا، شمل كلّ واحد منها دمجًا مختلفًا للمتغيّرات التالية:

- طريقة التخزين في الثلّاجة المنزليّة: كيس بولي بروبيلين (PP)، كيس بولي إيثيلين (PE)، صينيّة بوليستيرين (PS) مغطّاة بطبقة PVC، أو تخزين دون تغليف (انظروا الصورة 1).
- أنماط الاستهلاك: عائلة موفرة (لا ترمي إطلاقًا خيارًا في سلّة المهملات)، عائلة متوسّطة، أو عائلة مُبذِّرة (ترمي نِصف كمية الخيار التي تشتريها) (انظروا الرسم 2).
- طريقة معالجة النفايات في إسرائيل: الوضع الحالي الذي يُطمر فيه 95% من النفايات، أو الوضع المستقبليّ وفق خطّة وزارة حماية البيئة، حيث يُطمر فقط 55% من النفايات.

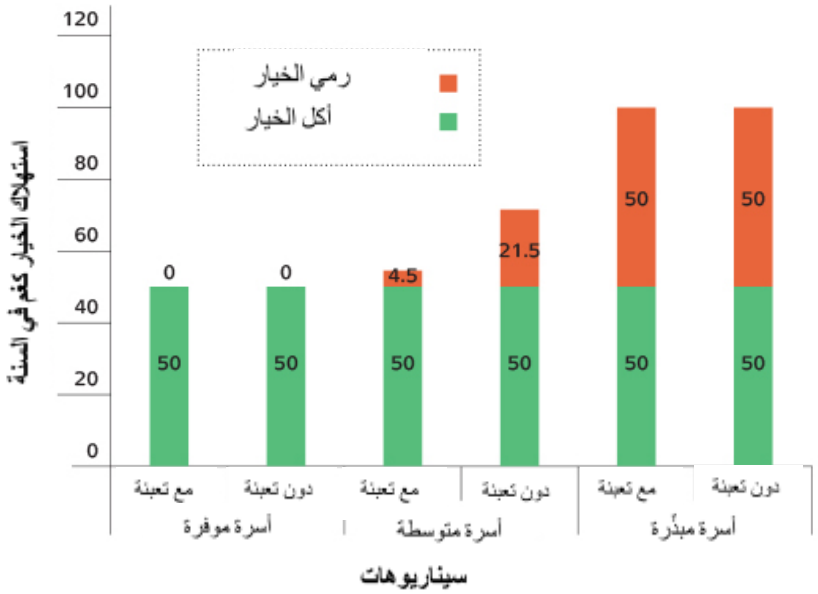
طُبّقت هذه السيناريوهات أيضًا على النفايات العضويّة وعلى عبوات البلاستيك الصغيرة التي فُحصت في البحث.

الصورة 1: أنواع عبوات البلاستيك التي فُحِصَت في البحث. من اليمين إلى اليسار:
أ. كيس بولي إيثيلين (PE، "كيس سوبر ماركت) – يُوزَّع مجّانًا بهدف تعبئة الخضروات في أماكن التسويق. يُتيح استعمال كيس كهذا للمستهلك شراء كمية دقيقة من الخيار وفقًا لاحتياجاته.

ب. كيس بولي بروبيلين – (PP) يُستعمل لتعبئة الخضروات في مركز التعبئة قبل مرحلة التسويق. هذه عبوة مغلقة تُلزم المستهلك بشراء كمية محددة مسبقًا من الخيار، لذلك قد تؤدي إلى شراء زائد، خصوصًا في البيوت الصغيرة.

ج. صينية بوليسترين (PS، "كلكر" وغلاف لاصق PVC، "بلاستيك لاصق" – (هي العبوة الأكثر شيوعًا اليوم لتسويق الخضروات والفواكه المعبأة في مراكز التسويق. ومثل كيس بولي بروبيلين، فهي أيضًا عبوة مغلقة قد تؤدي إلى شراء زائد.

د. خيار معروض دون تعبئة (مجموعة ضابطة) – استُعملت صناديق البلاستيك للفصل بين مجموعات التجربة بعضها عن بعض، ولا تؤثر على مدّة صلاحية الخيار.



الرسم 2: سيناريوهات استهلاك الخيار لدى عائلات إسرائيلية بهدف تحليل دورة الحياة (LCA)

تَعرِض السيناريوهات في الرسم 2 الفروق في كمية الخيار المُستهلكة وكمية الخيار المرمية (كغم في السنة) بين أسرة موفرة، وأسرة متوسطة وأسرة مبذّرة، وذلك عندما يُحفَظ الخيار في عبوات بلاستيك أو عندما يكون معروضًا دون تعبئة.
تجدر الإشارة إلى أنّ هذه السيناريوهات لا تمثّل نتائج التجربة، بل تُعَدّ مرحلة تمهيدية لتحليل دورة الحياة الذي أُجري لاحقًا.
يُمكن أن نرى في السيناريوهات أنّ المعدّل السنوي لاستهلاك الخيار لدى الأسرة يبلغ 50 كغم في السنة.

تأكل الأسرة الموفرة جميع الخيار الذي تشتريه ولا ترمي شيئًا. ترمي الأسرة المتوسطة جزءًا من الخيار الذي تشتريه.
وعندما تخزّن هذه الأسرة الخيار دون تعبئة، فإنّها ترمي حوالي ضعفَي الكمية مقارنةً بالتخزين في عبوة.

ترمي الأسرة المبذّرة حوالي نِصف كمية الخيار التي تشتريها، دون ارتباط بطريقة التعبئة.

11. ما هدف المرحلة الأولى في التجربة؟
12. ما مجموعة المراقبة (الضابطة) في هذه التجربة، ولماذا من المهم أن تكون هناك مجموعة مراقبة؟

13. لماذا، برأيكم، كان يجب أن يشمل تحليل دورة الحياة الذي نُفِّذ عددًا كبيرًا من السيناريوهات المختلفة؟

14. أنتم أسرة متوسطة ترغب في تقليل هدر الطعام. استنادًا إلى المعلومات الواردة في الرسم 1، أي نوع من التعبئة (أم دون تعبئة) تختارون شراء الخيار في السوبرماركت؟ علّلوا إجابتكم.

النتائج

أدّت جميع أنواع العبوات التي فُحِصَت (أكياس PP وَPE وصينية PS مغطّاة بـ PVC) إلى إطالة مدة صلاحية الخيار مقارنةً بالتخزين دون تعبئة.

ولا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين أنواع العبوات من حيث مدّة صلاحية الخيار.

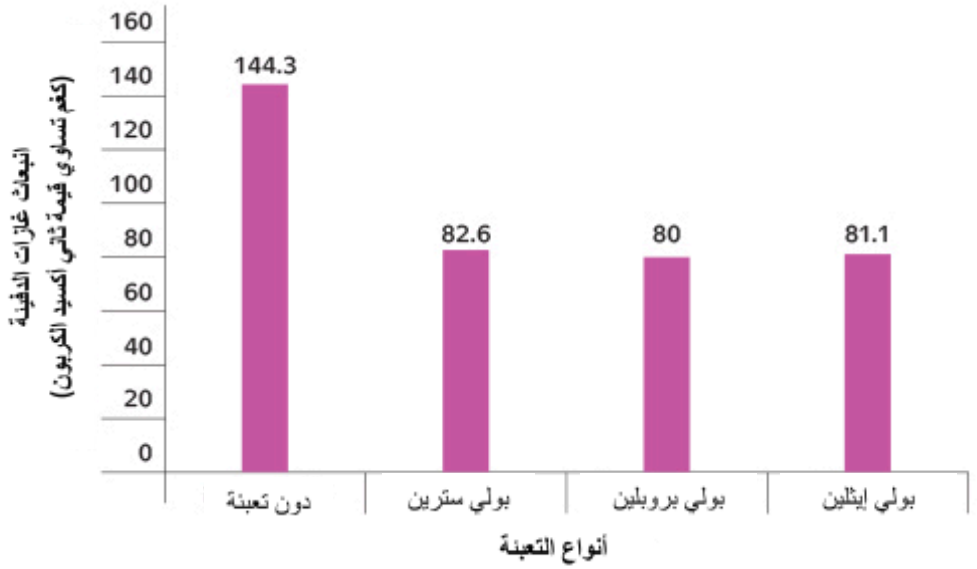
بَعد يومين في الثلاجة، وُجد أنّ حوالي 90% من الخيار المعبّأ كان صالحًا للاستهلاك، مقابل حوالي 75% فقط من الخيار المخزَّن دون تعبئة. وبعد أربعة أيام في الثلاجة، بقي حوالي 60% من الخيار المعبّأ صالحًا للاستهلاك، في حين أنّ أقلّ من 16% من الخيار دون تعبئة بقي صالحًا للاستهلاك. أظهرت نتائج البحث أنّ التعبئة بالبلاستيك تُقلّل من كمية الخيار التي تُرمى في بيت المُستهلك، ولذلك تُقلّل أيضًا التكلفة البيئية لاستهلاكه. العائلات التي تُخزّن الخيار في عبوة تشتري كمية أقلّ، وهكذا تكون كمية الخيار المهدورة أقلّ.

15. أ. استنادًا إلى نتائج الكمية المعروضة، ابنوا رسمًا بيانيًّا يُقارن بين نسبة الخيار المعبّأ ونسبة الخيار دون تعبئة الصالح للاستهلاك بعد يومين في الثلاجة وبعد أربعة أيام في الثلاجة.

ب. ماذا يمكن أن نتعلّم من الرسم البياني الذي بنيتموه في البند أ بشأن نجاعة تعبئة الخيار بالبلاستيك في إطالة مدة صلاحيته؟

ج. هل تؤثر النتائج التي عرضتموها في الرسم البياني على فقدان الغذاء أم على هدر الطعام؟ علّلوا إجابتكم، واشرحوا كيف تؤثر هذه النتائج؟

تبيّن أيضًا أنّ الفائدة البيئية الناتجة عن منع هدر الطعام أكبر من الضرر الناتج عن إنتاج العبوات، واستعمالها، ومعالجتها بَعد ذلك. على سبيل المثال، تكون انبعاثات غازات الدفيئة عند تخزين الخيار دون تعبئة أعلى بنسبة 75%–78% مقارنةً بتخزينه في عبوة، وذلك حتى بعد حِساب الانبعاثات المرتبطة بإنتاج العبوة، وعملية التعبئة، ومعالجتها بَعد رميها في القمامة (الرسم البياني 3).



الرسم البياني 3: مقارنة البصمة الكربونية للعبوات التي فُحِصَت، في سيناريو استهلاك لأسرة إسرائيلية متوسطة، ومعالجة نهاية الحياة (مرحلة معالجة النفايات) المتّبعة حاليًّا في إسرائيل. في تحليل دورة الحياة يُعتبَر الفرق ذا دلالة إحصائية إذا بلغ 30% فأكثر. لذلك لا يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين أنواع العبوات، لكن يوجد فرق ذو دلالة إحصائية بين التخزين في أي عبوة والتخزين دون تعبئة (العمود الأيسر).

16. من أجل التذكّر بمصطلح "البصمة الكربونية"، شاهدوا الفيديو الآتي:
https://www.youtube.com/watch?v=KWhn8LlEa6U

أ. سجّلوا المكونات التي تؤثر على البصمة الكربونية للخيار المخزَّن دون تعبئة.

ب. سجّلوا المكونات التي تؤثر على البصمة الكربونية للخيار المعبّأ بالبلاستيك.

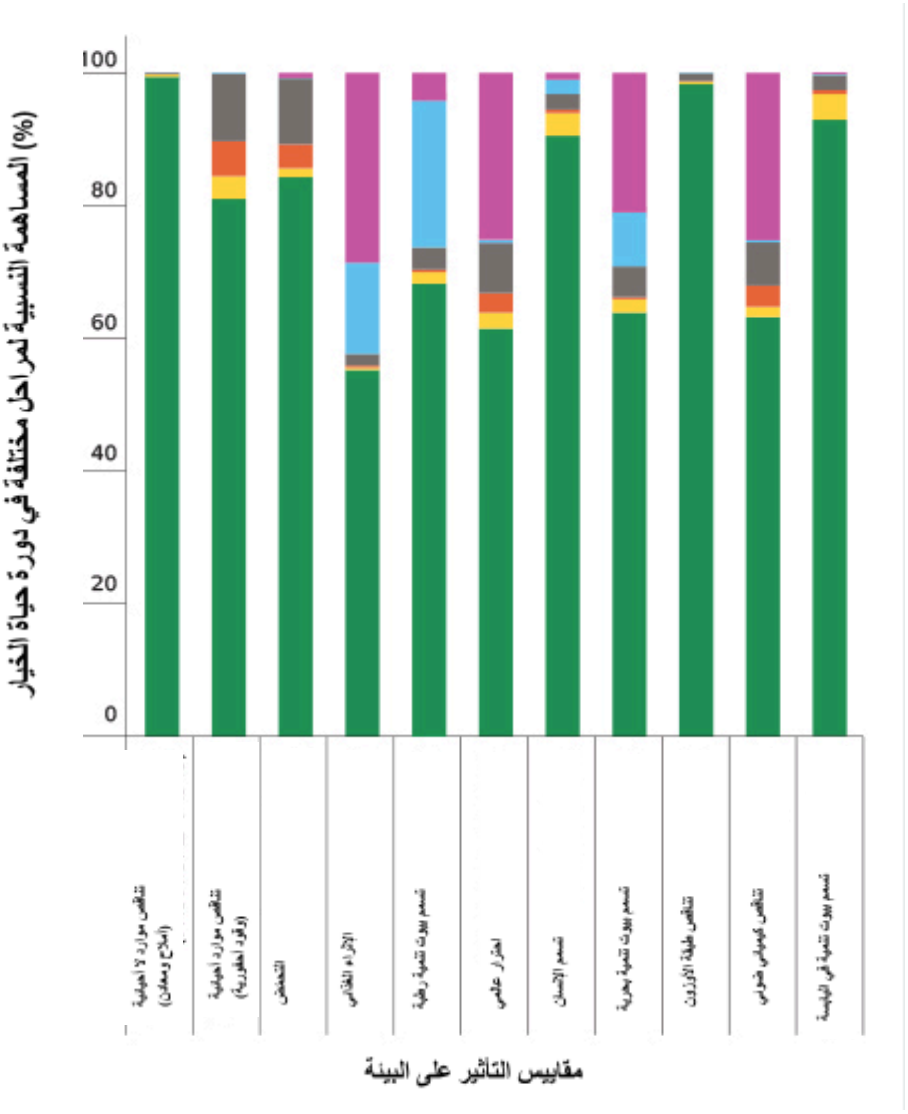
17. ماذا يمكن أن نفهم من الرسم البياني 3: مقارنة البصمة الكربونية للخيار المعبّأ مقابل الخيار المخزَّن دون تعبئة؟ حاولوا شرح هذه النتيجة.

18. في البحث فُحِصَ سيناريو استهلاك لأسرة إسرائيلية متوسطة. هل تعتقدون أنّ النتائج كانت تختلف في حالة أسرة "موفرة" وفي حالة أسرة "مبذّرة"؟ اشرحوا إجابتكم.

شمل البحث أيضًا مقارنة بين عائلات "موفرة" وَ "متوسطة" وَ "مبذّرة".
من حيث انبعاث غازات الدفيئة، من الواضح أنّ الأسرة "المبذّرة" تؤدي إلى انبعاثات أكبر. كلّما زادت كمية الخيار التي تُرمى في القمامة، ازداد الضرر البيئي. ومع ذلك، فإنّ الفرق بين التخزين دون تعبئة والتخزين في عبوة متشابه في جميع أنواع العائلات.
ومن مقارنة سيناريو معالجة النفايات الحالي (95% طمر) بسيناريو المعالجة المستقبلي الذي تخطّط له وزارة حماية البيئة (55% طمر)، يتبيّن أنّه في الوضع المستقبلي يُتوقَّع انخفاض بحوالي 10% في الانبعاثات لدى أسرة متوسطة تخزّن في عبوة، وحوالي 13.5% لدى أسرة متوسطة تخزّن دون تعبئة.

19. أ. لماذا يؤدّي تحسين معالجة النفايات (وفق السيناريو المستقبلي) إلى تقليل انبعاثات غازات الدفيئة لدى العائلات التي تستهلك الخيار؟
ب. لماذا يكون التأثير أكبر لدى أسرة تخزّن الخيار دون تعبئة مقارنةً بأسرة تخزّنه في عبوة؟

الرسم البياني 4 يَعرض المساهمة النسبية لمراحل مختلفة في دورة حياة الخيار (المعروضة بألوان مختلفة) مقارنة بمقاييس مختلفة للتأثير على البيئة (المعروضة على محور X).



المراحل المختلفة لدورة حياة الخيار

الرسم البياني 4: مساهمة المراحل المختلفة في دورة حياة الخيار في مجموعة من مقاييس التأثير على البيئة.

السيناريو المعروض في الرسم البياني هو: أسرة إسرائيلية متوسطة، تعبئة في صينية ("كلِكر") وغلاف PVC ("نايلون لاصق")، ونهاية دورة حياة الخيار وفق الوضع القائم في إسرائيل.

20. أمامكم قائمتان:

القائمة أ: مقاييس التأثير على البيئة التي فُحِصَت في البحث الحالي.

القائمة ب: شرح المقاييس المختلفة.

لائِموا بين كلّ مقياس من القائمة أ والشرح المناسب له في القائمة ب.

القائمة أ: مقاييس التأثير على البيئة	**القائمة ب:** شرح مقاييس التأثير على البيئة
أ. تناقص الموارد اللا أحيائية	1. مقياس يفحص الزيادة في كمية المواد الغذائية في المياه (خصوصًا النيتروجين والفوسفور)، التي قد تؤدي إلى ظاهرة "ازدهار الطحالب"، وإلى نقص الأكسجين في المياه، وإلى الإضرار بالكائنات الحيّة.
ب. التحمّض	2. مقياس يصف الخطر على صحة الإنسان نتيجة التعرّض لمواد ملوِّثة قد تسبب أمراضًا، أو أضرارًا في أجهزة الجسم، أو تأثيرات صحية طويلة المدى.
ج. الإثراء الغذائي	3. مقياس يقيّم الضرر الذي يلحق بالكائنات الحيّة في الأنظمة المائية، مثل: الأنهار والبحيرات والبحر، نتيجة التعرّض لمواد سامة مصدرها نشاط الإنسان.
د. تسمم بيوت التنمية الرطبة	4. مقياس يصف إنتاج ملوِّثات هواء ثانوية، مثل الأوزون القريب من سطح الأرض، الناتج عن تفاعل أشعة الشمس مع أكاسيد النيتروجين والمركّبات العضوية المتطايرة. تؤدي هذه الظاهرة إلى إنتاج الضباب الدخاني، وتضرّ بالكائنات الحيّة والنباتات.
هـ. الاحترار العالمي	5. مدى استعمال الإنسان للموارد الطبيعية غير الحيّة.
و. تسمم للإنسان	6. مقياس يفحص مساهمة مواد مختلفة في الإضرار بطبقة الأوزون في الستراتوسفير، التي تتمثّل وظيفتها في حماية الكرة الأرضية من الأشعة فوق البنفسجية.

ز. تناقص طبقة الأوزون	7. مقياس يقيّم تأثير الملوِّثات في الكائنات الحيّة في البيئات البرّية، وفي أداء الأنظمة البيئية البرّية.
ح. تأكسد كيميائي ضوئي	8. مقياس يصف مساهمة مواد مختلفة (مثل: ثاني أكسيد الكربون، وأكاسيد الكبريت، وأكاسيد النيتروجين) في خفض قيمة الـ pH (مستوى الحموضة) في المياه أو في التربة.
ط. تسمم بيوت التنمية البرّية	9. مقياس يتطرق إلى انبعاث غازات الدفيئة التي تساهم في ارتفاع متوسط درجة حرارة الكرة الأرضية، وفي تغيّر المناخ، وفي الإضرار بالأنظمة الطبيعية والبشرية.
ي. تسمم بيوت التنمية البحرية	10. مقياس يفحص إلى أيّ مدى يسبّب نشاط معيّن ضررًا للكائنات الحيّة في الأنظمة البيئية البحرية.

21. لماذا برأيكم اختار الباحثون فحص مقاييس مختلفة للتأثير على البيئة، ولم يكتفوا بفحص مقياس واحد؟

22. انظروا إلى المراحل المختلفة لدورة حياة الخيار (المعروضة بألوان مختلفة في المستطيل، في أسفل الرسم البياني 4).

أ. أيّ من المراحل الظاهرة في الرسم البياني تمثّل مرحلة نهاية حياة الخيار؟

ب. استنادًا إلى النتائج المعروضة في الرسم البياني، أيّ من مراحل نهاية دورة حياة الخيار التي ذكرتموها في البند أ لها التأثير البيئي الأكبر وفق المقاييس التي فُحِصَت؟ ولماذا؟

23. أ. استنادًا إلى النتائج المعروضة في الرسم البياني 4، أيّ من مراحل دورة حياة الخيار لها المساهمة الأكبر في مقاييس التأثير البيئي التي فُحِصَت؟

ب. اقترحوا شرحًا لكون المرحلة التي ذكرتموها في البند أ ذات تأثير بيئي كبير إلى هذا الحدّ.

في جميع السيناريوهات الأربعة والعشرين تبيّن أنّ الجزء الأكبر من التأثير البيئي ناتج عن مرحلة زراعة الخيار، وليس عن التعبئة نفسها. تشمل هذه المرحلة استعمال المياه، والأسمدة، وموادّ مكافحة الآفات، والوقود، إضافةً إلى تحلّل المواد العضوية المتبقية في الحقل، الذي يؤدّي إلى انبعاث غاز الميثان (الرسم البياني 4).

24. أيّ من مقاييس التأثير على البيئة الآتية يتأثّر بانبعاث غاز الميثان؟ (أشيروا إلى الإجابة الصحيحة)

أ. تناقص طبقة الأوزون
ب. التحمّض
ج. الاحترار العالمي
د. الأكسدة الكيميائية الضوئية

تخزين الخيار في عبوات مختلفة داخل ثلاجة منزلية، بهدف فحص مدة صلاحيته | تصوير: رون بورات

نقاش واستنتاجات

في هذا البحث فُحِصَ التأثير البيئي لاستخدام عبوات بلاستيك من أنواع مختلفة لتخزين الخيار، وذلك بواسطة تحليل دورة حياة الخيار (LCA) في أربعة وعشرين سيناريو. تبيّن أنّ تخزين الخيار في الثلاجة المنزلية في جميع أنواع العبوات التي فُحِصَت يُطيل مدة صلاحيته، ويُقلّل من هدر الخيار، وبذلك يُخفّف التأثير البيئي الإجمالي.

تمّ تحقيق تقليل هدر الخيار لأنّ التعبئة تجعل الخيار أكثر تحمّلًا، وبذلك تُشترى كمية أقلّ منه بهدف الأكل. لكي تستهلك الأسرة 50 كغم من الخيار في السنة، تحتاج الأسرة التي تخزّنه في عبوة إلى شراء حوالي 54.5 كغم فقط، بينما تحتاج الأسرة التي تخزّنه دون تعبئة إلى شراء 71.5 كغم. والفرق البالغ 17 كغم من الخيار الذي يُرمى في القمامة هو العامل الذي يسبّب الضرر البيئي.

الأفضلية البيئية لاستخدام عبوات البلاستيك تبقى قائمة حتى بَعد حساب التأثيرات السلبية الناتجة عن إنتاج العبوات، واستعمالها، ومعالجتها في نهاية الاستخدام. ومع ذلك، فإنّ الفائدة تعتمد على سلوك المستهلكين؛ إذ إنّ تخزين الخيار في عبوة داخل الثلاجة يُعدّ شرطًا أساسيًّا. شراء الخيار في عبوة ثمّ تخزينه دون تعبئة يُلغي الأفضلية البيئية. لذلك، هناك أهمية لتوعية المستهلكين بأهمية التخزين الصحيح للخيار في الثلاجة المنزلية.

25. أ. ما العلاقة التي وُجِدَت في البحث بين طريقة تخزين الخيار في بيت المُستهلك وبين هدر الطعام؟

ب. ما الشرح للعلاقة التي ذكرتموها في البند أ؟

أبرز نتيجة مفاجئة ومهمّة في البحث هي أنّ الجزء الأكبر من الضرر البيئي يحدث في مرحلة زراعة الخيار، وذلك نتيجة الريّ، واستعمال الأسمدة وموادّ مكافحة الآفات، وانبعاث غاز الميثان من المواد العضوية المتبقية في البيوت البلاستيكية. وتُشير معطيات وزارة الزراعة والأمن الغذائي إلى أنّ حوالي ثُلث الخيار المنتَج في إسرائيل لا يُقطَف أو لا يُسوَّق. لذلك تشير نتائج البحث إلى أهمية زيادة نسبة المنتَجات التي يتمّ تسويقها. الفائدة البيئية الممكنة الناتجة عن منع فقدان الغذاء لدى المزارع وزيادة نسبة الخيار المُسوَّق أكبر بكثير من الفائدة الناتجة عن إضافة عبوة بلاستيك في مراحل متأخرة من سلسلة التزويد والتخزين في بيت المُستهلك.

في التجربة تمّ فحص تأثير سلوك المستهلكين على الضرر البيئي الناتج عن شراء الخيار وتخزينه واستهلاكه. ولأجل ذلك تمّت مقارنة بين سيناريوهين متطرّفين: أسرة "موفرة" لا ترمي أيّ كمية من الخيار، وأسرة "مبذّرة" ترمي نِصف الكمية. وبما أنّ النتائج كانت مشابهة لسلوك الأسرة المتوسطة، تمّ استخلاص استنتاجات عامة: **كلّما زادت كمية الخيار التي تُرمى، ازداد الضرر البيئي. ولتقليل هذا الضرر، يجب تعزيز التوعية والتثقيف لدى المستهلكين بشأن التخزين الصحيح، وشراء الكمية المناسبة لاستهلاك أفراد البيت.**

26. لماذا برأيكم لا يُقطَف أو لا يُسوَّق جزء كبير من محصول الخيار في إسرائيل؟

27. وفق نتائج البحث، في أيّ مراحل من دورة حياة الخيار يجب استثمار معظم الجهود من أجل تقليل الضرر البيئي؟ (استعينوا بمراحل دورة حياة منتَج غذائي الواردة في السؤال 5). اشرحوا إجابتكم.

28. اقترحوا حلًّا تطبيقيًّا للحدّ من ظاهرة المحصول الذي لا يُقطَف أو لا يُسوَّق.

تحدّيات وقيود في استخدام عبوات البلاستيك في مرحلة التسويق

على الرغم من الحسنات البيئية لتخزين الخيار في عبوة بلاستيك داخل الثلاجة المنزلية، فإنّ إضافة العبوة في مركز التعبئة قبل مرحلة التسويق قد تؤدي إلى شراء زائد وإلى هدر الطعام. في المقابل، فإنّ تعبئة الخيار بصورة ذاتية من قبل المُستهلك في مكان البيع، باستعمال كيس أحادي الاستعمال عادي (كما هو معروض اليوم في قسم الخضروات والفواكه)، تُتيح شراء كمية دقيقة وفقًا لاحتياجات الأسرة، وقد تساهم في تقليل هدر الطعام. يجب معالجة نهاية دورة حياة أنواع مختلفة من عبوات البلاستيك في إسرائيل، من أجل التوصية بنوع المادة الخام وبخصائص العبوة المثلى. ومن الناحية الصحية، تُعتبَر جميع أنواع البلاستيك التي فُحِصَت آمنة لملامسة الغذاء.

تطبيقات على مستوى السياسات

توفّر نتائج البحث أساسًا لوضع سياسة حكومية تهدف إلى تقليل فقدان وهدر المنتَجات الزراعية. وعلى الرغم من أنّ إضافة عبوة بلاستيك تبدو متعارضة مع جهود وزارة حماية البيئة للحدّ من استخدام العبوات عمومًا والبلاستيك خصوصًا، فقد تبيّن أنّ لذلك في حالات معيّنة حسنة بيئية مثبتة. لذلك نوصي ببناء السياسة على معطيات علمية، على غرار النهج الأوروبي الذي يسمح باستخدام عبوات البلاستيك فقط عندما تُثبَت فائدة بيئية واضحة لكلّ نوع من الفواكه أو الخضروات.

وتعتمد الفائدة البيئية القصوى ليس على التعبئة فحسب، بل أيضًا على سلوك المُستهلكين. لذلك من المهم توعية الجمهور بأهمية التخزين الصحيح للفواكه والخضروات. إضافةً إلى ذلك، يجب التوضيح أنّه لا يُنصَح باستعمال أكياس التخزين أكثر من مرة، خشية تراكم بكتيريا مسبّبة للأمراض.

وتُشير نتائج البحث إلى أنّ تقليل فقدان المنتَجات قبل مرحلة التسويق يساهم في تعزيز الأمن الغذائي في إسرائيل، وفي تقليل الأضرار البيئية، كما يشجّع على تسويق واستهلاك منتَجات زراعية غير مطابقة للمعايير الشكلية المعتادة، مثل الخيار الصغير أو النحيف، إلى جانب تنفيذ حملات توعية ملائمة.

29. يميّز المقال بين التعبئة في "مركز التعبئة" وبين التعبئة الذاتية من قبل المستهلك في "مكان البيع". اذكروا في الجدول أمامكم حسنات وسيئات كلّ طريقة من حيث هدر الطعام:

	تعبئة في "مركز التعبئة"	تعبئة ذاتية في "مكان البيع"
حسنات		
سيئات		

30. بما أنّ البحث لم يجد فرقًا بين أنواع عبوات البلاستيك من حيث إطالة مدة صلاحية الخيار، ولأنّ جميع أنواع البلاستيك التي فُحِصَت تُعتبَر آمنة لملامسة الغذاء، فقد تمّت التوصية بأخذ "معالجات نهاية الحياة" للعبوات بعين الاعتبار عند التوصية على نوع العبوة الأمثل.

أ. ما إمكانيات معالجات نهاية الحياة لعبوات البلاستيك التي تعرفونها؟ أُذكروا ثلاث إمكانيات مختلفة على الأقلّ.

ب. أيّ من معالجات نهاية الحياة التي ذكرتموها في البند أ من المتوقع أن تكون الأقلّ ضررًا بيئيًّا؟ علّلوا إجابتكم.

31. وفق نتائج البحث، أيّ من الجمل الآتية تصف بأدقّ صورة العلاقة بين سلوك المُستهلكين وبين الفائدة البيئية القصوى لإضافة عبوة بلاستيك إلى الخيار؟

أ. إضافة عبوة بلاستيك تُقلّل الضرر البيئي، بغضّ النظر عن طريقة تخزين المستهلكين للخيار أو استهلاكه.

ب. الفائدة البيئية لتعبئة الخيار بالبلاستيك تعتمد أساسًا على نوع البلاستيك، ولذلك لا يكون لسلوك المستهلكين تأثير كبير على النتيجة.

ج. الفائدة البيئية لتعبئة الخيار بالبلاستيك تتحقّق فقط عندما يُخزّن المستهلكون الخيار في العبوة داخل الثلاجة المنزلية، ويشترون كمية مناسبة لاستهلاكهم.

د. كلّما اشترى المستهلكون الخيار في عبوات بلاستيك أكبر، قلّ هدر الطعام وانخفض التأثير على البيئة.

32. هل يمكن، استنادًا إلى نتائج البحث، بلورة توصية لسياسة تعبئة تشمل جميع الخضروات والفواكه في إسرائيل؟ علّلوا إجابتكم.

33. العمل في مجموعات. تُحضِّر كلّ مجموعة إعلان يهدف إلى شرح فائدة تعبئة الخيار في أكياس بلاستيك داخل الثلاجة المنزلية، وتوضيح العلاقة بين ذلك وبين هدر الطعام.

أفكار لأنواع الإعلانات:

- ملصق توعوي للمُستهلكين – يُعلَّق في السوبرماركت، قرب قسم الخضروات.
- منشور قصير للمُستهلك – ورقة معلومات تُوزَّع على المستهلكين عند مدخل السوبرماركت.
- منشور يُنشَر على شبكات التواصل الاجتماعي.
- ملصق صغير يُثبَّت على عبوة الخيار.

في ختام الفعالية، تعرض كلّ مجموعة المنتَج الذي أعدّته، تتطرق إلى الجمهور الذي توجّهت إليه، وإلى الرسالة المركزية التي اختارت نقلها من خلاله.

استنتاجات وتوصيات لمواصلة البحث

تبيّن أنّ تحليل دورة الحياة أداة ناجعة لتقييم التأثيرات البيئية لزراعة المنتَجات الزراعية وتسويقها واستهلاكها. ومع ذلك، فإنّ نتائج هذا البحث تنطبق على الخيار في إسرائيل فقط، ومن الضروري إجراء تحليل مماثل لكلّ نوع من أنواع الفواكه والخضروات استنادًا إلى معطيات محلية.

وخلاصة القول، ينبغي تعزيز اتّخاذ قرارات مبنية على معطيات علمية فيما يتعلّق باستخدام عبوات البلاستيك في تخزين الخضروات والفواكه الطازجة، وتوسيع استعمال تحليل دورة الحياة ليشمل منتجات أخرى، مع التركيز على مرحلتي الزراعة والقطف، إذ تكمن فيهما الإمكانية الكبرى لتقليل فقدان الغذاء والضرر البيئي.

إضافةً إلى ذلك، ننصح بالاستثمار في أبحاث تفحص الفائدة البيئية والاقتصادية لإنقاذ منتَجات زراعية محلية لا تُسوَّق حاليًّا.

34. استنادًا إلى نتائج البحث وإلى تحليل دورة حياة المنتَجات الزراعية، ناقشوا السؤال الآتي:

على من تقع المسؤولية الأساسية عن تقليل فقدان وهدر الطعام – على المزارعين، أم على مراكز التسويق، أم على المستهلكين، أم على الدولة؟ علّلوا موقفكم.