

نظام التغذية الراجعة السلبية
اعمل المطوية الآتية لتساعدك على
تسجيل ما تعلمته حول الدور الذي
تؤديته الهرمونات الأربعة في نظام
التغذية الراجعة السلبية.

المطويات منظمات الأفكار

الخطوة 1: اثنِ ورقة بعرض 5 cm عرضياً كما في
الشكل الآتي:



الخطوة 2: اثنِ الورقة نفسها طولياً إلى أربعة أجزاء
متساوية لعمل لوحة من أربعة أسطر أفقية، كما في
الشكل الآتي:



الخطوة 3: ارسم خطوطاً على طول الانثناءات كما في
الشكل الآتي:



الخطوة 4: عنون الأعمدة على النحو الآتي:
الهرمون الجاردرقي، الهرمون المانع لإدرار البول،
هرمون النمو، ثم اختر هـ م تاً آخر لتضعه في المخطط.

تجربة استهلاكية

كيف يساعد إنزيم الببسين في عملية الهضم؟

تحتوي عصارات الهضم الحمضية في المعدة على إنزيم
الببسين. وسوف تستقصي في هذه التجربة دور الببسين في
عملية الهضم.

خطوات العمل

1. املأ بطاقة السلامة في دليل التجارب العملية.
2. حضّر ثلاثة أنابيب اختبار، وعتّن كلّاً منها على النحو الآتي:
A: 15 mL ماء.
B: 10 mL ماء، 5 mL محلول حمض الهيدروكلوريك.
C: 5 mL ماء، 5 mL محلول حمض الهيدروكلوريك،
5 mL محلول الببسين أو مشروبات غازية.
3. قطع بياض بيضة مسلوقة جيداً بالسكين قطعاً صغيرة
بحجم حبة البازلاء.
4. أضف كميات متساوية من قطع بياض البيضة إلى كل
أنبوب. توقع مقدار الهضم النسبي في كل أنبوب اختبار.
5. ضع أنابيب الاختبار في حاضنة درجة حرارتها 37 °C
طوال الليل، وسجّل ملاحظاتك في اليوم التالي.

التحليل

قوم. رتب أنابيب الاختبار اعتماداً على كمية الهضم التي
حدثت. بناءً على نتائجك صف دور كل من الببسين والرقم
الهيدروجيني (pH) في هضم البروتينات.

أظهرت أنبوبة الاختبار التي تحوي الببسين أعلى نسبة هضم، أما أنبوبة الاختبار
التي تحتوي على الماء فقط فقد أظهرت أقل نسبة هضم وفي الوقت الذي يهضم
فيه كل من حمض الهيدروكلوريك والببسين البروتينات في المعدة؛ فإن الببسين
يسرع من عملية هضم البروتين

الجهاز الهضمي

The Digestive System

المقدمة الرئيسية يحلل الجهاز الهضمي الطعام إلى جزيئات صغيرة، ليتمكن الجسم من امتصاص المواد المغذية.

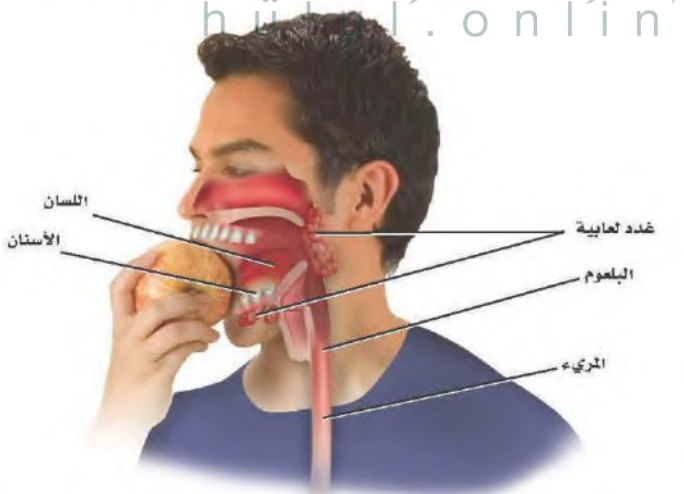
الربط مع الحياة في أثناء حياة الإنسان يمر 45000 kg تقريباً من الغذاء عبر جهازه الهضمي. ويتنقل هذا الغذاء مسافة 3 m تقريباً في القناة الهضمية. ماذا يحدث في أثناء مرور الطعام في هذا الأنبوب الطويل؟

وظائف الجهاز الهضمي

Functions of the Digestive System

للجهاز الهضمي في الإنسان ثلاث وظائف رئيسية؛ حيث يقوم جهازه الهضمي بتقطيع الطعام وطحنه إلى قطع صغيرة ويحلله إلى مواد مغذية يسهل امتصاصها، ثم يتخلص من المواد التي لا يمكن هضمها. انظر إلى الشكلين 1-7 و 2-7 في أثناء دراستك تركيب الجهاز الهضمي ووظيفته.

الهضم Mouth عندما تتناول وجبة غذائية تمضغ كل لقمة تتناولها. لماذا تحتاج إلى مضغ كل لقمة؟ يبدأ الهضم الميكانيكي في الفم، ويتضمن **الهضم الميكانيكي** mechanical digestion مضغ الطعام وتقطيعه قطعاً صغيرة. كما يشمل الهضم الميكانيكي عمل العضلات الملساء في المعدة والأمعاء الدقيقة التي تحرك الطعام.



تتخصص الوظائف الرئيسية الثلاث للجهاز الهضمي.

تحدد تركيب أجزاء الجهاز الهضمي ووظائفها.

تصف عملية الهضم الكيميائي.

مراجعة المفردات

المادة المغذية Nutrient، مكوّن حيوي في الطعام ضروري لتزويد الجسم بالطاقة والمواد اللازمة لنموه وأداء وظائفه.

المفردات الجديدة

- الهضم الميكانيكي
- إنزيم الأميليز
- الهضم الكيميائي
- المريء
- الحركة الدودية
- البسین
- الأمعاء الدقيقة
- الكبد
- الخصلات المعوية
- الأمعاء الغليظة

■ الشكل 1-7 يبدأ الهضم الميكانيكي في الفم، حيث تطلب إفرازات الغدة اللعابية الطعام، ثم تبدأ عملية الهضم الكيميائي، فينتقل الطعام عبر البلعوم إلى المريء.

وبمجرد مضغ قطعة من الطعام وتقطيعها قطعاً صغيرة يبدأ عمل إنزيم الهضم في اللعاب بتحليل الكربوهيدرات وجزيئات النشا المعقدة التركيب إلى سكريات بسيطة يسهل على الخلايا امتصاصها؛ وذلك بفعل إنزيم **الأميليز** amylase الموجود في اللعاب، وعندها تبدأ عملية **الهضم الكيميائي** chemical digestion الذي هو نتيجة نشاط الإنزيمات في تحليل جزيئات الغذاء الكبيرة إلى جزيئات صغيرة لتسهيل عملية الامتصاص في الخلايا.

المريء Esophagus يتم دفع الطعام - بفعل حركة اللسان - إلى الجزء العلوي من **المريء** esophagus، وهو أنبوب عضلي يربط البلعوم بالمعدة، الشكل 2-7. تنقبض العضلات الملساء المبطنة لجدار المريء بتتابع لدفع الطعام عبر الجهاز الهضمي من خلال عملية تسمى **الحركة الدودية** peristalsis تستمر على طول القناة الهضمية. ويستمر الطعام في الاندفاع نحو المعدة، حتى لو وقف الإنسان رأساً على عقب.

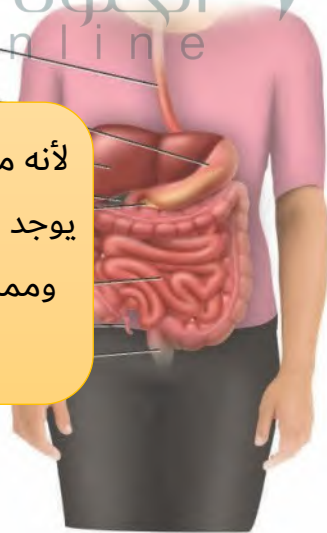
عندما يتلع الإنسان الطعام يعمل لسان المزمار - وهو صفيحة غضروفية صغيرة - على تغطية القصبة الهوائية. فإذا لم يتم إغلاق القصبة فقد يدخل الطعام إليها، مما يسبب الغصة للإنسان. ويستجيب الجسم لهذا الفعل ببدء السعال بوصفه رد فعل منعكس، في محاولة لدفع الطعام خارج القصبة، ومنعه من دخول الرئتين.

المعدة Stomach عندما يغادر الطعام المريء، يمر عبر عضلة دائرية عاصرة، ثم ينتقل إلى المعدة. وتوجد عضلة عاصرة في الجزء العلوي من المعدة تسمى العضلة العاصرة الفؤادية. تتكون جدران المعدة من ثلاث طبقات متداخلة من العضلات الملساء تدخل في عملية الهضم الميكانيكي.

الشكل 2-7 يمتد المريء من البلعوم إلى المعدة، ويبلغ طوله 25 cm تقريباً.

صف: لماذا يصنف الإنسان على أنه حقيقي التجويف الجسمي؟

المريء
المعدة



لأنه من المخلوقات التي تمتلك تجويفاً جسمىاً يوجد بين القناة الهضمية وجدار الجسم الداخلي؛ ومملوء بسائل ومحاط كلياً بالطبقة الوسطى التي تبطن الأعضاء وتغلفها

كيف تهضم البروتين؟

الرجع لدليل التجارب العملية على منصة عين

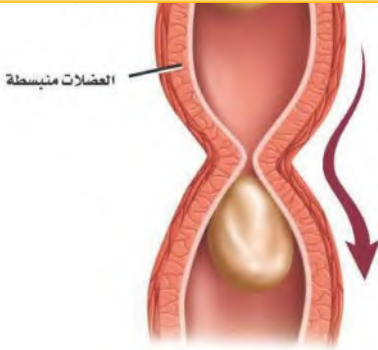
فعندما تنقبض العضلات يتفتت الطعام ويختلط بإفرازات الغدد التي تبطن الجدار الداخلي للمعدة. ويتغير الطعام في المعدة ليصبح سائلاً كثيفاً يشبه معجون الطماطم يسمى الكيموس Chyme يتحرك ببطء خارج المعدة عبر عضلة عاصرة في الجزء السفلي من المعدة تسمى العضلة العاصرة البوابية إلى الأمعاء الدقيقة.

الربط الكيميائي يستعمل الرقم الهيدروجيني pH لقياس درجة حموضة المحاليل. ويمتاز الوسط الداخلي للمعدة بأنه شديد الحموضة؛ وذلك لأن الغدد المعدية التي تفرز محلولاً حمضياً يقلل الرقم الهيدروجيني في المعدة، لتصل درجة الحموضة إلى 2، وهي تعادل حموضة عصير الليمون. فإذا سمحت العضلة العاصرة الفؤادية في الجزء العلوي من المعدة بأي تسرب فسيعود بعض هذا الحمض إلى المريء مسبباً ما يُعرف بالحموضة. الوسط الحمضي للمعدة ضروري لعمل إنزيم الببسين pepsin، وهو الإنزيم الذي يدخل في عملية هضم البروتينات، كما تفرز الخلايا المبطنّة للمعدة المخاط لمنع الضرر الذي قد يسببه الببسين والوسط الحمضي. وعلى الرغم من أن معظم عملية امتصاص المواد المغذية تحدث في الأمعاء الدقيقة إلا أن بعض المواد - ومنها مادة الأسبرين والكحول المحرم - يتم امتصاصها بوساطة الخلايا المبطنّة للمعدة. وتبلغ سعة المعدة الفارغة 50 mL، وعندما تكون ممتلئة فقد تتمدد لتسع 2-4 L.

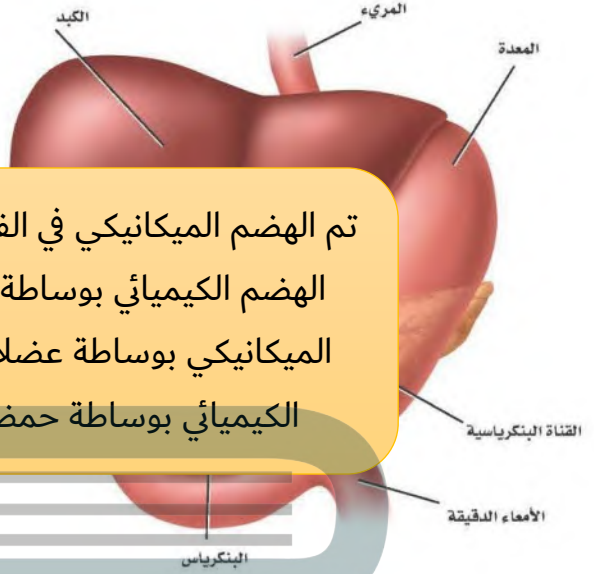
✓ **ماذا قرأت؟** قارن بين عملية الهضم في الفم والمعدة.

■ الشكل 3-7 تنقبض
المساء في جدران القناة
الحركة الدودية.

تم الهضم الميكانيكي في الفم؛ بوساطة مضغ الطعام؛ في حين يتم الهضم الكيميائي بوساطة اللعاب، أما في المعدة؛ فيتم الهضم الميكانيكي بوساطة عضلات جدار المعدة؛ في حين يتم الهضم الكيميائي بوساطة حمض الهيدروكلوريك وإنزيم الببسين



■ الشكل 4-7 يعتمد الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على نشاط كل من الكبد والبنكرياس والحوصلة الصفراوية. ناقش. أهمية هذه الأعضاء في عملية الهضم الكيميائي.



تم الهضم الميكانيكي في الفم؛ بوساطة مضغ الطعام؛ في حين يتم الهضم الكيميائي بوساطة اللعاب، أما في المعدة؛ فيتم الهضم الميكانيكي بوساطة عضلات جدار المعدة؛ في حين يتم الهضم الكيميائي بوساطة حمض الهيدروكلوريك وإنزيم الببسين

إرشادات الدراسة

التسلسل والترتيب استعمل ملاحظاتك، وتعاون مع زميلك على مراجعة تسلسل الأعضاء في الجهاز الهضمي، ثم تدرب على إعادة تسلسلها دون الاعتماد على هذه الملاحظات. وتبادل طرح الأسئلة مع زميلك لزيادة فهم ما تعلمته.

الأمعاء الدقيقة Small Intestine يبلغ طول الأمعاء الدقيقة small intestine حوالي 6 m، وهي أطول جزء في القناة الهضمية، وتسمى الأمعاء الدقيقة؛ لأن قطرها يبلغ 2.5 cm، مقارنة بقطر الأمعاء الغليظة الذي يبلغ 6.5 cm. تكمل العضلات الملساء المبطنية لجدار الأمعاء الدقيقة عملية الهضم الميكانيكي ودفع الطعام عبر القناة الهضمية بوساطة الحركة الدودية، الموضحة بالشكل 3-7.

يعتمد إتمام الهضم الكيميائي في الأمعاء الدقيقة على ثلاثة أعضاء ملحقة بالجهاز الهضمي، هي البنكرياس والكبد والحوصلة الصفراوية، الشكل 4-7. يؤدي البنكرياس وظيفتين، هما إفراز إنزيمات لهضم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون، وإنتاج الهرمونات التي سيتم مناقشتها لاحقاً في هذا الفصل. كما يفرز البنكرياس سائلاً قلوياً (قاعدياً) لرفع الرقم الهيدروجيني (pH) في الأمعاء الدقيقة ليصل إلى أكثر من 7، مما يوفر وسطاً مناسباً لعمل الإنزيمات المعوية.

يعد **الكبد liver** من أكبر الأعضاء الداخلية في الجسم، ويعمل على إنتاج المادة الصفراء التي تساعد على تحليل الدهون. يتم إنتاج حوالي لتر من هذه المادة يومياً، ويخزن الزائد منها في الحوصلة الصفراوية (المرارة) إلى أن تحتاج إليها الأمعاء الدقيقة. ويبين الشكل 5-7 حصي الحوصلة الصفراوية (المرارة)، وهي بلورات من الكوليسترول يمكن أن تتكون داخلها.

حصى الحوصلة الصفراوية (المراة)



■ الشكل 5-7 تعيق حصى الصفراء تدفق المادة الصفراء من الحوصلة الصفراوية. لاحظ الحصى التي تظهر في صورة الحوصلة الصفراوية.

تجربة 1-7

استقص هضم الدهون

5. كيف تؤثر أملاح الصفراء ومحلل البنكرياس في عملية الهضم؟
6. أنبوب الاختبار A: 5 mL من الماء المقطر، ومقدار ضئيل من الشحوم أو الدهون مواد لا تذوب في الماء، لذلك يقوم الجسم بإنتاج المادة الصفراء، وهي مادة كيميائية تعمل على تحليل الدهون وتساعد على امتصاصها في الدم.
7. أنبوب الاختبار B: 5 mL من محلول البنكرياس، ومقدار ضئيل من أملاح الصفراء. تحقق.
8. أنبوب الاختبار C: 5 mL من محلول البنكرياس.
9. حرك الأنابيب جيداً لخلط المحتويات، وضعها مهدوء داخل الكأس، ثم سجل ملاحظاتك.
10. تخأص من محتويات الأنابيب الاختبار في الوعاء المخصص لذلك.

التحليل

1. حلل. إلام يشير تغير اللون في أنبوب الاختبار؟ ما سبب ذلك؟
2. استخلص النتائج. بناءً على نتائجك، صف دور المادة الصفراء ومحلل البنكرياس في عملية الهضم.

ج ١: يبين تغير اللون أن المحلول

أصبح حمضياً بسبب إنتاج

الأحماض الدهنية تقل درجة

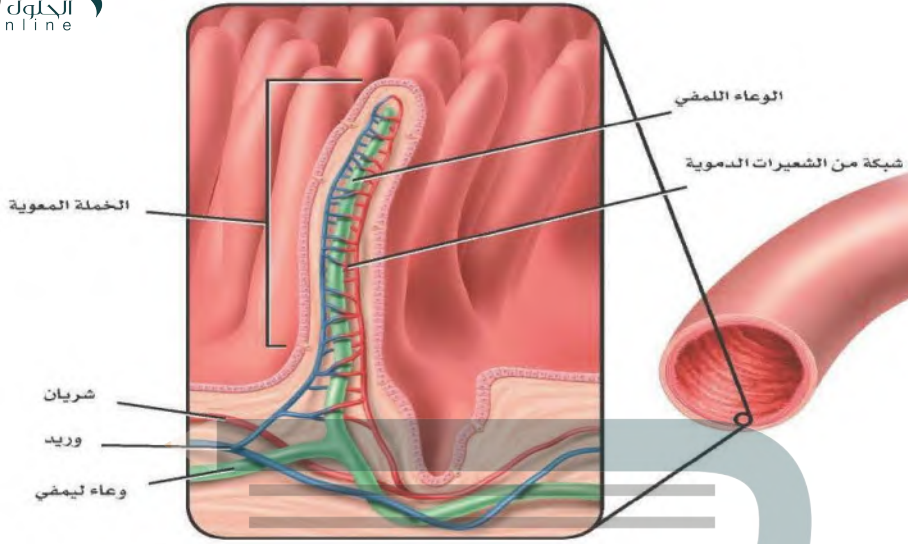
حموضة المحلول في أثناء عملية

هضم الدهون

ج ٢: تحلل العصارة الصفراء

والمحلل البنكرياسي الدهون؛ مثل

الزيت النباتي في التجربة



■ الشكل 6-7 الخملات بروزات

تشبه الأصابع في بطانة الأمعاء الدقيقة. تنشر المواد المغذية إلى الشعيرات الدموية الموجودة داخل هذه الخملات لتصل إلى خلايا الجسم بواسطة الدم.

بعد إتمام عملية الهضم الكيميائي يتم امتصاص معظم المواد المغذية من الأمعاء الدقيقة إلى مجرى الدم عبر بروزات إصبعية الشكل تُسمى **الخملات المعوية villi**، الشكل 6-7، حيث تعمل هذه الخملات على زيادة مساحة سطح الأمعاء الدقيقة، لتصبح بمساحة ملعب تنس تقريباً. كما تساعد الأوعية الليمفية الموجودة في الخملات على امتصاص الدهون المهضومة، والفيتامينات الدهنية الذائبة، لنقلها إلى الأوعية الدموية (الأوردة)، وبالتالي توزيعها إلى جميع أجزاء الجسم عبر القلب. ارجع إلى الشكلين 1 و 2-7 لتتابع حركة الطعام المهضوم عبر الجهاز الهضمي؛ إذ بمجرد انتهاء عملية الهضم ينتج الطعام المتبقي - الذي يُسمى الكيموس (وهو كتلة شبه سائلة من الغذاء المهضوم جزئياً) - إلى الأمعاء الغليظة. ويتكون الكيموس من الطعام الذي لم يتم هضمه والطعام الذي لم يُمتص من الخملات المعوية في الأمعاء الدقيقة.

■ الأمعاء الغليظة Large Intestine يصل طول الأمعاء الغليظة

large intestine إلى 1.5 m، وهي آخر جزء من القناة الهضمية، وتشمل القولون والمستقيم والزائدة الدودية. ويمكن إزالة الزائدة الدودية جراحياً إذا تعرضت للالتهاب أو التضخم. ويُعد وجود بعض أنواع البكتيريا أمراً طبيعياً داخل القولون؛ فهي تنتج فيتامين (K)، وبعض فيتامينات (B) اللازمة للجسم.

يمتص القولون الماء من ما تبقى من الكيموس، فيصبح صلب القوام، ويسمى البراز. وتستمر الحركة الدودية في دفع البراز نحو المستقيم، فتسبب تمدد جدرانه، مما يكون رد فعل يؤدي إلى ارتخاء العضلة العاصرة في نهاية المستقيم؛ للتخلص من البراز عبر فتحة الشرج.

ج١: يبدأ الهضم في الفم؛ ويستمر في المعدة وينتهي في الأمعاء الدقيقة حيث يتم امتصاص المواد الغذائية

ج٢: الهضم الميكانيكي مثل المضغ في الفم وتقطيع الطعام إلى قطع صغيرة. أما الهضم الكيميائي فيتم بوساطة الأحماض والإنزيمات التي تغير الطعام كيميائياً مثل تحليل البروتينات إلى أحماض أمينية ويمكن الهضم الكيميائي الخلايا من امتصاص المواد الغذائية

ج٣: تناول الطعام؛ يساعد على تحليله حتى يسهل امتصاص المواد الغذائية والتخلص من المواد التي لم يتم هضمها

ج٤: لا تسمح مساحة السطح الصغيرة بامتصاص كمية كبيرة من المواد الغذائية

ج٥: أضف كمية متساوية من الأطعمة الغنية بالكربوهيدرات إلى ثلاث كؤوس زجاجية تحتوي على محاليل بدرجات حموضة مختلفة وأعد التجربة مع أطعمة غنية بالبروتينات والدهون

ج٦: حجم المعدة الفارغة = ٥٠ مل نسبة حجم العلبة إلى حجم المعدة = ١:٧

ج٧: تخفض الغدد المعدية درجة الحموضة إلى ٢ مما يساعد إنزيم الببسين على هضم البروتينات كيميائياً، يفرز البنكرياس سائلاً قاعدياً يزيد درجة الحموضة في الأمعاء الدقيقة إلى ٧ مما يساعد الإنزيمات المعوية على أداء عملها

الخلاصة

- للجهاز الهضمي ثلاث وظائف رئيسة.
- الهضم نوعان: ميكانيكي وكيميائي.
- يتم امتصاص معظم المواد الغذائية في الأمعاء الدقيقة.
- تفرز الأعضاء الملحقة بالجهاز الهضمي إنزيمات ومادة صفراء تساعد على الهضم.
- يتم امتصاص الماء من الكيموس في الأمعاء الغليظة (القولون).

فهم الأفكار الرئيسية

1. المقارنة بين الطبيعة العملية التي تحليل الطعام لتسهيل امتصاص المواد الغذائية في الجسم.
2. حلل الفرق بين الهضم الميكانيكي والهضم الكيميائي، ووضح أهمية الهضم الكيميائي للجسم.
3. لخص الوظائف الرئيسة الثلاث للجهاز الهضمي.
4. حلل ما النتيجة المتوقعة إذا وجدت طبقة ملساء مبطنة للأمعاء الدقيقة بدلاً من الخملات؟

التفكير الناقد

5. صمم تجربة لجمع بيانات حول أثر الرقم الهيدروجيني (pH) في هضم أنواع الطعام المختلفة.
6. الرياضيات في علم الأحياء
تسع علبة لتحو 354 mL من السائل. قارن هذه الكمية بسعة المعدة الفارغة، ثم أوجد النسبة.
7. هسر. يختلف الرقم الهيدروجيني (pH) في أجزاء الجهاز الهضمي. أعط أمثلة على ذلك، ووضح أهمية هذه الاختلافات.