**النص الصوتي**

**1 - الجزء الأول  
مرحبا بكم جميعا أنا سهام البو شاجع معلمة الأحياء في مدرسة الثانوية الثانية القديح في محافظة القطيف ، المملكة العربية السعودية. "**

**"هناك أكثر من000، 10نوع مختلف من الطيور في العالم. إنها مثال للحياة البريئة الحالمة والمسالمة ، والتي تتجسد في البلابل المغردة ، الغربان الكادحة، الحمام المسالم، الطواويس الجميلة، وطيور النورس الصيادة. الطيور مخلوقات لطيفة، و لديها أيضا" فخر الصقور و مجد النسور ".  
  
"هذا الدرس يركز على الجهاز التنفسي في الطيور، وسوف نقوم بدراسة تركيب الرئتين في الطيور، واستكشاف أوجه الاختلاف بين التنفس في الطيور وبقية المخلوقات الأخرى، فلنتابع هذا المشهد، وسأعود قريبا. "  
  
" عندما يبذل البشر كثيراً من الجهد أثناء سباق الماراثون على سبيل المثال، فإنهم يفرزون العرق بغزارة، لا سيما في فصل الصيف وفي درجات الحرارة المرتفعة، و المجهود يجعلهم يشعرون بالعطش لأنهم يحتاجون لتعويض السوائل المفقودة عن طريق شرب كميات كافية من المياه تسد احتياجاتهم، و لتبريد أجسادهم أيضاً.**

**إن الغدد العرقية تلعب دوراً مهما جدا في تنظيم الحرارة في الجسم البشري، لأنها الوسيلة الرئيسة لتبريد الجسم عندما يسخن،حيث يتبخر العرق من الجلد آخذاً معه بعض الطاقة الحرارية، و تبلغ الغدد العرقية لدى البشر نحو 3 ملايين غدة.  
ومع أن الطيور ليس لديها غدد عرقية، إلا أننا نراها تحلق في السماء لمسافات بعيدة وهي تبذل الكثير من الطاقة في هذه العملية، دون حصول أدنى ضرر لأجسادها.**

**نشاط رقم 1: أريدكم أن تناقشوا هذه الأسئلة مع زملائكم الطلاب.**

**كيف يمكن للطيور الحفاظ على درجة حرارة أجسامها خلال الرحلات القصيرة والبعيدة منها خصوصاً بدون الغدد العرقية ؟**

**و لماذا لا تحترق أجسادها أو تتضرر بفعل الحرارة المنبعثة منها أثناء نشاطها المتواصل؟   
  
الجزء الثاني:  
"مرحباً بكم ثإنية. أرجو أن تكونوا قد استمتعتم بمناقشة هذه الأسئلة، و توصلتم لبعض الافكار الجيدة، وسوف نعود إلى هذه الأسئلة في وقت لاحق من الدرس "  
  
"إن الجهاز التنفسي البشري يتكون من الآتي: الأنف، الحنجرة ، القصبة الهوائية - والتي تنقسم الى فرعين من الشعيبات الهوائية الأساسية - والرئتين اللتين تحويان العديد من الحويصلات أو الأكياس الهوائية.  
يتكون الجهاز التنفسي للطيور مما يلي:  
تشكل الرئتان جزءاًصغيراً نسبياً يصل لحوالي 12٪ فقط من حجم الجهاز التنفسي في الطيور، وعوضاً عن ذلك يتم تنظيم تدفق الهواء عن طريق تغيير الضغط في الحويصلات الهوائية، وهناك 9 من هذه الحويصلات أو الأكياس وهي: زوج من الحويصلات الهوائية العنقية، حويصلة واحدة بين الترقوتين، زوج من الأكياس الهوائية الأمامية الصدرية، زوج من الأكياس الهوائية الصدرية الخلفية، وأخيراً زوج منها في منطقة البطن.  
تقود الممرات التنفسية الهواء إلى الرئتين، و تشمل تلك الممرات الأنف والبلعوم والقصبة الهوائية، والحنجرة، كما تعد القصيبات الهوائية من الممرات التنفسية أيضا.  
وترتبط العظام التنفسية بالجهاز لتقديم الدعم وضمان القيام بعملية التنفس، وهي عظام مجوفة مليئة بالهواء وتضم عظام: الجمجمة، والعضد، عظمة الترقوة وعظاماً أخرى.  
  
نشاط رقم 2: وكما رأيتم، يختلف تكوين الجهاز التنفسي لطائر تماماً عن نظيره للإنسإن. ناقشوا مع زملائكم الطلاب ولبضع دقائق هذه المسألة: لماذا خلق الله جهاز التنفس للطيور على هذا الشكل؟ وكيف يكون ذا فائدة للطيور؟  
  
  
الجزء الثالث :  
  
" مرحبا بكم مرة أخرى، أتمنى أن تكونوا قد توصلتم لبعض الأفكار الجيدة مع زملائكم حول سبب تصميم جهاز التنفس للطيور بهذا الشكل.  
إن تشريح الطيور- خصوصاً عندما يتعلق الأمر بالأجهزة التنفسية - يبدو أكثر تعقيداً من نظيره في الثدييات، فعلى سبيل المثال، يعد الجهاز التنفسي في الطائر أكبر نسبيا وأكثر كفاءة بكثير مما لدينا - و هذا أمر متوقع، حيث أن الطيران نشاط أكثر تطلباً من المشي أو الركض. يشكل الجهاز التنفسي للطائر حوالي خمس حجم جسمه في المتوسط ، في حين أنه يبلغ حوالي جزءاً من عشرين في الثدييات.  
كلا الجهازين التنفسيين يحتويان على رئتين قابلتين للتوسع، ولكن الطيور لديها 9 من الحويصلات الهوائية الرقيقة الجدران المتصلة بالرئتين وهذه الحويصلات الهوائية تشغل معظم المساحة في تجويف جسم الطائر. معظم الطيور لديها 9 من الحويصلات الهوائية، والتي ترتبط بتجاويف العظام مما يجعلها أخف وزناً وخصوصاً خلال رحلاتها الجوية.  
إن الأجهزة التنفسية للطيور تعمل بشكل مختلف عن نظيرتها في الثدييات لعدة أسباب: أولاً، تحتاج الطيور إلى كميات كبيرة من الأكسجين، فعلى سبيل المثال، تستهلك الطيور عادة كمية من الأكسجين تزيدعشرين مرة عما يستهلكه البشر، ولايمكن للرئتين في الثدييات أن تزود الجسم بكمية كبيرة من الأكسجين، وبالتالي الرئتان في الطيور لها شكل مختلف.  
لو تتبعنا مسار الهواء من خلال الجهاز التنفسي لحيوان ثديي ، لوجدنا حركة ثنائية الإتجاه، فعندما تستنشق الثدييات الهواء في عملية الشهيق، ينتقل الهواء من خلال شبكة من الممرات التنفسية ليتوقف في الحويصلات الهوائية الصغيرة، حيث يتم تبادل غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. وعندما تخرج الثدييات الهواء في عملية الزفير، يأخذ الهواء مساراً معاكساً مغادراً الرئتين نحو القصبة الهوائية ومنها إلى خارج الجسم.  
إن هذه العملية مختلفة في الطيور لأنها أحادية الإتجاه، حيث تسيرعلى النحو التالي: تبدأ دورة التنفس عندما تستنشق الطيورالهواء من خلال تجاويف الأنف التي تقع فوق المنقار في الجزء الأمامي من الرأس، في هذه المرحلة، يتدفق الهواء عبر ممرات الجهاز التنفسي مثلما هو الحال في الثدييات، ثم ينتقل إلى القصبة الهوائية، وقبل أن يعبر من خلال القصبة الهوائية، يمر الهواء بالحنجرة السفلية - مستودع الصوت في الطيور- و التي تقسم تدفق الهواء إلى مسارين يذهب كل واحد منها بإتجاه إحدى القصبات الهوائية، ولا يصل الهواء إلى الرئتين مباشرة، ولكنه يمر عبر كيس الهواء الصدري الخلفي، والذي بدوره يمرر بعض الهواء إلى الحويصلات الهوائية في الرئتين حيث تتفرع الشعيرات الهوائية  
وتتناهى في الصغر ، مما يؤدي في نهاية المطاف الى الشعيرات الدموية الدقيقة. هناك نوعان مختلفان من انتقال الهواء في تلك الشعيرات الدموية ويجري كلاهما في إتجاهين معاكسين. تدفق الهواء من الأكياس الهوائية الخلفية للجمجمة ، و من الجمجمة إلى الحويصلات الهوائية الخلفية للطرف الآخر، و تسمى هذه الآلية بتبادل الغازات لأن تبادل غازَي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون يحدث خلالها.  
عندما يستنشق الطير الهواء مرة أخرى، يتحرك الهواء إلى الشعيرات الهوائية الأقرب إلى الجمجمة، وتحدث المرحلة الثانية عندما يتحرك الهواء من الشعيرات الهوائية بالقرب من الجمجمة من خلال الحنجرة السفلية والقصبة الهوائية ثم إلى الخارج حيث يخرج الهواء في نهاية المطاف من خلال تجويف الأنف.  
وأثناء تدفق الهواء عبرالأكياس الهوائية والرئتين، لايحدث خلط للهواء الغني بالأكسجين مع نظيره الفقيرفي محتوى الأكسجين ، والغني بثاني أكسيد الكربون ، كما هو الحال في الرئتين للثدييات. ولهذا، فإن الضغط الجزئي للأكسجين في رئتي الطائر يماثل نظيره في البيئة المحيطة، ولذا فإن تبادل الغازات لكل من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الطيور أكثر فعالية مما لدى الثدييات.  
ولتلخيص ما سبق، تجدر الإشارة الى أن الطيور تستنشق الهواء وتخرجه في الوقت نفسه – تستطيع القول أنها تتنفس مرتين في نفس واحد - وهذا أمر لاغنى لهاعنه في الرحلات الطويلة، خاصة وأنه يوفر لها الكثير من الطاقة والجهد.  
  
نشاط رقم 3 : وكما ترون، فإن الحويصلات الهوائية تمكن الطيور من التنفس بكفاءة أكبر بكثير مما نفعل - والتي تحتاجها كجزء من متطلبات رحلات الطيران. لديكم الآن بعض الوقت لتحاولوا مع زملائكم التوصل إلى طرق أخرى يمكن للأكياس الهوائية أن تساعد فيها الطيور. ناقشوا هذا الأمر مع زملائكم.  
  
  
الجزء الرابع:  
" أهلا بكم من جديد، وآمل أن تكون نقاشاتكم مثمرة. هل توصلتم لإجابة السؤال الذي طرحناه في الجزءالأول حول كيفية تبريد الطيورلأجسامها دون وجود غدد عرقية ؟ إن تدفق الهواء من خلال الأكياس الهوائية التسع يلعب دوراً هاماً في عدم ارتفاع حرارة أجساد الطيور أو احتراقها عندما تكون في أوج نشاطها، و ذلك خلال رحلات الهجرة الطويلة على سبيل المثال، فيلتقط الطائرمن خلال الحويصلات الهوائية معظم حرارة العضلات التي يقوم بتوليدها أثناء الرحلة ويدفعها خارجاً أثناء الزفير.**

**" برزت الحاجة لدى البشر لتصميم نظام تبريد مشابه منذ الثورة الصناعية، لقد بنى البشر مصانع وآلات تعمل بشكل مستمر لساعات طويلة، وكان من الضروري الحفاظ عليها في درجات حرارة معينة لتفادي احتراقها، مما أدى إلى تركيب مراوح التبريد، ونحن نعلم أن الحرارة تتولد من الحركة والعمل البدني، والتي يمكن أن تؤدي إلى إلحاق أضرار بتلك الآلات نظراً لارتفاع درجة الحرارة.**

**الجهاز التنفسي - مع الحويصلات الهوائية التسع – عموماً هو المسؤول عن تبريد جسم الطائر، ولكن هناك فوائد أخرى للحويصلات الهوائية. هل تمكنتم من الوصول لبعض الفوائد الأخرى؟ فلنتابع المشاهد التالية لاستكشاف بعض المزايا الإضافية:  
" الحويصلات الهوائية توفر الوسادة الملائمة لهبوط الطيور خاصةً أثناء الغوص في الماء للحصول على الغذاء.  
  
" توفر الحويصلات الهوائية للطيور القدرة على تغيير قابلية الطفو لمساعدتها على الطفو أثناء السباحة.  
  
" الحويصلات الهوائية تساعد الطيور أيضا" على الطيران،فعندما تطير الطيور، تعمل الحويصلات الهوائية كمنفاخ، يضخ الهواء عبر الجهاز التنفسي بأكمله.  
رحلة الطيران شاقة وتتطلب قدراً هائلاً من الطاقة، فلا عجب أن يكون   
لدى الطيور مظاهر متنوعة من التكيف لعمليات الأيض (الاستقلاب) النشطة للغاية. ونحن نوشك على الوصول إلى نهاية نقاشنا حول تنفس الطيور، نذكر لكم بعض الحقائق الأخرى المثيرة للاهتمام:  
• قلوب الطيور أكبر بخمس مرات من قلوبنا كنسبة مئوية من وزن الجسم، ويمكنها ضخ الدم بشكل أسرع من قلوبنا بعشر مرات أو أكثر.  
• لدى الطيور عدد أكبر من خلايا الدم الحمراء القادرة على حمل الأكسجين في الأوقية الواحدة مقارنة بغيرها من الحيوانات التي تفتقد القدرة على الطيران .    
• للطيور القدرة على الحفاظ على درجة حرارة الجسم العالية أثناء نشاطها.  
• تتكيف أجزاء الجهاز الهضمي للطيور للتعامل السريع مع كميات كبيرة من الأطعمة الغنية بالطاقة العالية.  
  
  
نشاط رقم 4 :قبل ختام هذا الدرس، أود استكشاف موضوع عن الطيور طالما أثار دهشتي:  
ولكن أولاً، أريد منكم أن تفكروا في السؤال التالي وتناقشوه مع زملائكم.  
تعود الطيور المهاجرة غالباً إلى نفس المكان الذي غادرته، بل وأحيانا إلى العش نفسه. كيف يتسنى لها تحديد وجهتها والعودة إلى أماكن انطلاقها؟ ناقشوا هذا الأمر مع زملائكم وسأعود بعد ذلك.**

**الجزء الخامس:**

**" أهلا" بكم ثانية. أود الآن وضع اللمسات الأخيرة على نقاشنا حول الطيور وقدرتها المدهشة على الصمود في وجه الظروف القاسية التي تواجهها في الطبيعة.  
تهاجر الطيور عادةً في نهاية الصيف أو الخريف، مسافرةً لمسافات طويلة تزيد على آلاف الكيلومترات لقضاء فصل الشتاء في المناطق الأكثر دفئاً، وتهاجرعائدةً لمواطنها مرة أخرى في الربيع. معظم الطيور تهاجر جنوباً، عابرةً خط الاستواء لقضاء فصل الشتاء في جنوب أفريقيا، أمريكا الجنوبية، أو جنوب شرق آسيا. لاحظوا أن بعض الطيور تهاجر وحدها أو في مجموعات صغيرة، والبعض الآخر يهاجر في مجموعات كبيرة للغاية.  
تعود كثيرمن الطيور إلى أماكنها الأصلية التي انطلقت منها، و بعضها يعود بالضبط لنفس العش الذي غادره للهجرة. كيف يتسنى لها تحديد وجهتها والعودة إلى أماكن إنطلاقها؟ هناك الكثير من الأبحاث التي أجريت والعديد من النظريات التي قدمت فيما يتعلق بهذه المسألة. أحد هذه التفسيرات هو أن الطيور تعتمد على ضوء الشمس والنجوم في الملاحة الجوية، كما وضعت نظرية تفيد أن الطيور تعتمد على التضاريس الجغرافية مثل الجبال والخلجان والأنهار، وما إلى ذلك. و هناك أيضا نظريات حول استخدام الطيور للرائحة كوسيلة للاستدلال ،أو الاستشعار عن بعد عن طريق الأشعة تحت الحمراء أو الموجات فوق الصوتية للمساعدة على توجيه مسارها، فيما يعتقد البعض الآخر أنها تستعين بالضغط الجوي أو إتجاه الرياح، وهناك من يظن أن الطيور لديها ذاكرة قوية، تساعدها على تذكر معالم طريق السفر، ولكن لم تثبت صحة أي من تلك النظريات حتى الآن، و مؤخراً أعلن فريق بحث ألماني أن عيون الطيور تحتوي على بوصلة مغناطيسية تساعدها على تحديد مسارها والطيران بإتجاه الشرق أثناء غروب الشمس، والعكس بالعكس. لدى الطيور نوعا " من البروتين في شبكية العين يسمح لها باستشعار الضوء الأزرق، مما يساعدها على الملاحة المغناطيسية.  
ومهما كانت الأسباب المؤدية إلى هجرة الطيور والعودة إلى نفس البقعة بالضبط، فإنه من المدهش تمكنها من قطع مسافات - يستحيل على الإنسان مجاراتها والسفرمثلها وفقاً للمعايير البشرية بالنظر إلى بنيته الفسيولوجية، ويبدو أن الطيور قد تفوقت بمراحل على البشر في هذا المجال.  
وفي حين أن العديد من أنواع الأسماك والثدييات و حتى الحشرات تقوم برحلات هجرة مدهشة، فإن الطيور كمجموعة، هي أكثر الكائنات الحية قدرةً على الحركة على وجه الأرض. و حتى مع ما لدينا من قطارات وأساطيل من الطائرات، والدراجات ، والعديد العديد من السيارات، فلا يمكن للبشر مجاراة قدرة بعض الطيور على الحركة ، فعلى سبيل المثال، لا توجد هجرة بشرية تستطيع اجتياز مسافات كبيرة كما يفعل طائر الخرشنة البحري القطبي الشمالي ، حيث يطير من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي مرتين كل عام.**

**الآن ونحن نختتم نقاشنا حول عالم الطيور الجميل والمدهش ، أود أن أترككم مع بعض الحقائق الأكثر روعة عنها، وآمل أن تواصلوا أبحاثكم عن هذه المخلوقات الفاتنة.**

**هل تعلم أن:  
• قلب الطائر يدق 400 مرة في الدقيقة الواحدة في أوقات الراحة، بينما تصل دقاته إلى 1000 مرة في الدقيقة أثناء الطيران؟  
• ريش الطائر يزن أكثر من هيكله العظمي ؟  
• الطائرالوحيد في العالم عديم الأجنحة هو الكيوي من نيوزيلندا؟  
• الغربان لديها أكبر نصف كرة مخي (دماغ) بالنسبة لحجم الجسم مقارنة بأي فرد من عائلة الطيور؟  
• يمكن لصقر الشاهين الغوص بسرعة 200 ميل في الساعة؟**