**الجهاز التنفسي**

 يزود خلايا [جسم الإنسان](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D8%B3%D9%85_%D8%A7%D9%84%D8%A5%D9%86%D8%B3%D8%A7%D9%86) [بالأكسجين](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A3%D9%83%D8%B3%D8%AC%D9%8A%D9%86) الضروري لأنشطتها، ويخلصها من [ثاني أكسيد الكربون](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AB%D8%A7%D9%86%D9%8A_%D8%A3%D9%83%D8%B3%D9%8A%D8%AF_%D8%A7%D9%84%D9%83%D8%B1%D8%A8%D9%88%D9%86) (نتاج عملية الأكسدة فيها). يمر هواء [الشهيق](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B4%D9%87%D9%8A%D9%82) عبر الرغامى والقصبتين (شعبتيه الأضيق اللَّتَين تتفرعان منه قبل الدخول للرئتين) إلى الرئتين. وتشمل كل رئةٍ كثيراً من [القصيبات](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D9%82%D8%B5%D9%8A%D8%A8%D8%A7%D8%AA) ,والتي تتفرع إلى شُعيبات تنتهي بعددٍ لا يحصى من [الحويصلات الهوائية](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%AD%D9%88%D9%8A%D8%B5%D9%84%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%88%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9) (أو الاسناخ) المبطنة باغشيةٍ رقيقةٍ جداً يجري عبرها تبادل الغازات بينها وبين الشعيرات الدموية التي تحيط بالأسناخ. وتعمل العضلات الوربية (بين [الضلوع](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%B6%D9%84%D9%88%D8%B9)) [والحجاب الحاجز](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D8%AD%D8%AC%D8%A7%D8%A8_%D8%A7%D9%84%D8%AD%D8%A7%D8%AC%D8%B2) (تحت الرئتين) على تشغيل الرئتين تسحب [الهواء](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%88%D8%A7%D8%A1) إليهما ثم تدفعه خارجهما في فتراتٍ منتظمة.

يتم الحصول على [الأكسجين](https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%A3%D9%83%D8%B3%D8%AC%D9%8A%D9%86) بواسطة عملية التنفس التي يقوم بها الجهاز التنفسي



**شكل (1)يبين الجهاز التنفسي عند الانسان**

**المجاري التنفسية**

المجاري التنفسية وتشتمل على سلسلة من الأعضاء تنقل الهواء إلى الرئتين وهذه الأعضاء هي كل من:

1. الأنف

الأنف هو جهاز غضروفي تتصلان مع الخارج بالأنفين وهما مبطنان بغشاء مخاطي مهدب يرطب ويسخن الهواء وينقيه. يقوم الأنف بدور أساسي في عملية التنفس وكذلك الشم وهو يقع في مقدمة الوجه ويتكون من هيكل عظمي وغضروفي مغطى بالجلد، ويغطي سطح التجويف الأنفي مادة مخاطية وشعيرات دموية وشعر الصغير ليحمي الأنف من كل أشياء غريبة تدخل إليه.

1. البلعوم

البلعوم هو الممر المباشر والممتد من ممر الانف من الخلف، الجزء الامامي منه مبطن بغشاء مخاطي والجزء الخلفي عبارة عن ممر مشترك للغذاء والهواء معا، تتصل به من الامام القصبة الهوائية ومن الخلف المريء، ويمر من البلعوم خلال فتحة المزمار إلى الحنجرة.

1. الحنجرة

وهو عضو غضروفي تمتد في داخله ثنيات غشائية عضلية تكون الحبال الصوتية، فتهتز هذه الحبال بتأثير الهواء الصاعد من الرئتين فتنشأ عنهما الأصوات، فالحنجرة هي عضو الصوت، تفتح الحنجرة بفتحة المزمار، ويسدها عند البلع غضروف لسان المزمار.

1. القصبة الهوائية

وهي أنبوب يتكون من غضاريف شبه دائرية تدعم الناحية الأمامية بينما يوجد في الناحية الخلفية التي يستند إليها المريء عضلات ملساء وأربطة ليفية مارنة (fibroelastic ligaments) تصل نهايات الغضاريف ببعضها؛ فتكون وظيفة الغضاريف منع توسع تجويف الرغامى فوق المطلوب، كما أن العضلات والأربطة تحافظ على قطر مناسب لتجويف الرغامى .تتفرع الرغامي بعد مسافة من الحنجرة الى فصيصات اصغر كأغصان الشجرة ويشكل مجموعها الشجرة القصبية. تسمى الشعب الهوائية .

1. الرئتان

 وتوجد الرئتان في الفراغ الصدري محاطتين بالغشاء البلوري الحشوي داخل حجرة جدارها من الضلوع والقص والعمود الفقري ودعامتهما الحجاب الحاجز. وهما عضوان إسفنجيان مرنان يشتملان على الشجرة القصيبية التي نتجت عن الحويصلات الرئوية. وينقسم جوف كل حويصلة إلى عدد من التحدبات هي الاسناخ الهوائية التي تزيد من سعة السطح الداخلي للهواء. تجتمع الاسناخ لتشكل حويصلات، وتجتمع الحويصلات لتشكل كتلا هرمية الشكل تدعى الفصيصات الرئوية. وتجتمع الفصوص الرئوية وعددها ثلاثة في الرئة اليمنى وفصّان فقط في الرئة اليسرى.

1. الغشاء الجنبي (pleural membrane)

يحيط بكل رئة غشاء ذو ورقتين يدعى الغشاء الجنبي، تلتصق الوريقة الداخلية بالرئة بينما تلتصق الوريقة الخارجية بالوجه الداخلي للقفص الصدري ويفصلها تتصل الرئتان بالقفص الصدري.

1. الأوعية الدموية الرئوية

 يخرج الشريان الرئوي من البطين الأيمن فينقسم إلى قسمين ينفذ كل منهما إلى رئة ويسير محاذيا للقصبة الهوائية ويتفرع مثل تفرعها حتى ينتهي في محيط الأسناخ. فيتشكل حولها شبكات شعرية غزيرة، وينتج عن اجتماع الشعيرات فروع وريدية تتلاقى فتشكل وريدين في كل رئة وتخرج الأوردة الرئوية الأربعة وتصب في القلب في الأذين الأيسر وبما أن جدران الاسناخ الرئوية رقيقة جدا فيكون الدم فيها وهواء الاسناخ على اتصال مباشر بسطح واسع جدا وتتم عندها التبادل الغازي الرئوي.

**وظائف التنفس**

يقوم التنفس بالوظائف التالية:

1.تزويد الجسم بالأكسجين من الجو إلى الرئتين، ثم أكسدته في الرئتين، بفضل الضغط الجزيئي للأكسجين في الأسناخ والأوعية الدموية.

2.طرح ثاني أكسيد الكربون: وذلك بفضل فرق الضغط الجزيئي له في الخلايا والأوردة والاسناخ.

3.المحافظة على التوازن الحامضي \_القاعدي أو الرقم الهيدروجيني.

4.المحافظة على حرارة الجسم: نتيجة لعمليات الاحتراق والهدم والبناء داخل الجسم ترتفع درجة حرارة الجسم الداخلية فيعمل بعدة طرق للتخلص من الحرارة الزائدة وهذه الطرق والوسائل هي: الجهاز العصبي، الغدد الصماء، الرئتان.

**الية التنفس**

يتم تجديد الهواء داخل الرئتين بواسطة ظواهر ميكانيكية، أولها حركة العضلات التنفسية التي تعمل على تغيير حجم القفص الصدري أثناء الشهيق والزفير ،والتغلب على مقاومة الممرات الهوائية والجنبة الرئوية. وتنقسم عملية التنفس إلى مرحلتين متتابعتين بشكل متلاحق ومستمر هما الشهيق والزفير:

اولا :الشهيق (بالإنجليزية: Inspiration): وهو عملية فاعلة، تتطلب جهدا من أعضاء الجهاز التنفسي، وخاصة العضلات لإدخال الهواء إلى الرئتين .

1.الحجاب الحاجز :تتقلص عضلة الحجاب الحاجز فتهبط للأسفل فيتسع القفص الصدري عمودياً أو طولياً ويقل الضغط داخل الرئتين إلى أن يصبح اقل من الضغط الجوي فيندفع الهواء داخلهما.

2.العضلات الوربية الخارجية: وتعمل على رفع القص ودفعه للأمام مما يزيد من حجم القفص الصدري من الأمام للخلف وجانبياً.

ثانيا : الزفير (بالإنجليزية: Expiration):وهو عملية سلبية أو تلقائية لا تتطلب جهدا لإخراج الهواء خارج الجسم، وإنما تأتي كنتيجة حتمية لعملية الشهيق ولكن في الحالات الاضطرارية ،تتدخل عضلات البطن والعضلات الوربية الداخلية لتضيق القفص الصدري، فيرتفع الضغط داخل الرئتين فيطرد الهواء منهما عبر الممرات الهوائية خارج الجسم.

معدّل التنفس: يكون وقت الشهيق أطول من وقت الزفير, كما نلاحظ لحظة توقف عند نهاية الشهيق. ويتراوح معدل التنفس عند الرجل السوي بين 13- 18 دورة في الدقيقة وفي المتوسط 16 دورة في الدقيقة ويزداد هذا المعدل في حالات الحرارة والعمل، وهو عند المرأة أكثر منه عند الرجل بدورتين.

**دور الممرات الهوائية في التنفس**

 دور الممرات الهوائية في التنفس ليست الممرات الهوائية مجرد قنوات صافية، وإنما تلعب دوراً في عمليتي الشهيق والزفير ،فأثناء الشهيق تتطاول وتتسع إلى أقصى حد لتسهّل مرور الهواء، بينما وقت الزفير يقل طولها وقطرها بفعل ارتفاع الضغط داخل القفص الصدري للإسراع في طرح الهواء وكذلك تقوم بطرح وإخراج الإفرازات التي يبلغ حجمها الطبيعي 150 مللتر يومياً ويزداد في الحالات المرضية.

**دور الجنبة (pleura) في التنفس**

تعمل بورقتيها الجدارية والحشوية على دعم الرئتين والجدار الصدري وهي تسمح للرئتين بالتمدد الأعظمي، كما تسمح لها بالحركة التي تنقلها لهما من جدار القفص الصدري وبناء على ذلك فإن الضغط داخل الفجوة بين ورقتي الجنبة أثناء الزفير يستخدم سلبياً وهو يساوي –3 ضغط جوي ويزداد سلبية أثناء الشهيق إذ يتراوح ما بين 6-10، أما في حالة الزفير الإجباري قد يصل إلى +4 بينما ينخفض أثناء الشهيق الإجباري إلى 30 ضغط جوي.

دور الأسناخ في آلية التنفس تلعب الأسناخ دوراً هاماً وذلك بفضل مطاطية جدرانها والألياف العضلية بين الأسناخ وخاصة بفعل تأثير "فاعل السطح" (اوالسيرفاكتانت) surfactant هو سائل يحتوي على مواد مختلفة من ليبيدات مفسفرة وبروتينات وأيونات، وتفرزه خلايا خاصة في الأسناخ، وهو السبب في عدم انكماش الأسناخ عند الزفير؛ فلو أغلقت الأسناخ يصعب فتحها من جديد بطرق عادية)، ومن أهم وظائف الأسناخ أنها مكان تبادل الغازات بين الرئتين والدم لنقله لباقي أعضاء الجسم.

**التبادل الغازي**

 تشكل الأسناخ أو الحويصلات الرئوية المكان الذي يتم فيه تبادل الغازات بين الهواء الجوي والأوعية الدموية، والطبيعة الفسيولوجية والتشريحية للأسناخ تسمح بهذا التبادل ذلك أن الأسناخ ذات جدار رقيق جداً، ومحاطة بشبكة من الشعيرات الدموية مساحتها حوالي 70 م2 تحتوي خلايا تفرز مادة خاصة وهي "فاعل السطح" أو surfactant (تحافظ على مطاطية الرئة واتساعها)، وخلايا بالعة، وأنسجة خاصة، وثقوب لكل هذه العوامل تعمل على تسهيل مرور الهواء من وإلى الأسناخ وتمر عملية التبادل الغازي بأربع مراحل هي:

1.تبادل الغازات بين هواء الجو والأسناخ، وتدعى التهوية الرئوية.

2.تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الأسناخ والشعيرات الدموية.

3.نقل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الدم.

4.تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الشعيرات الدموية والخلايا.

**تأثير ثاني أكسيد الكربون الموجود في هواء الجو:**

1.عندما تكون نسبة CO2 في الهواء المستنشق طبيعية 0.05% لا يحصل أي تغيير على تنفس الشخص .

2.إذا ارتفعت نسبة CO2 في هواء التنفس إلى 3% يزداد عمق التنفس وتبقى سرعته بطيئة ويدعى ذلك فرط التهوية.

3.إذا ارتفعت إلى حوالي 5% تزداد سرعة التنفس وعمقه.

4.إذا ارتفعت إلى حوالي 6% تباطأت الوظائف الدورانية والتنفسية وأصابهما الخمول والهمود ويصاب الشخص بالصداع والدوار والإغماء.