القسم الأول

« أجهزة الجسم .. والضوضاء »

الفصل الأول : الصوت .

الفصل الثانى : الأذن (عضو السمع) .

الفصل الثالث : الجهاز العصبى .

ترابط أعضاء الجسم :

ترتبط أعضاء الجسم الواحد - فيما بينها - ارتباطًا وثيقًا ، وتتصل بعضها ببعض اتصالاً مباشرًا وغير مباشر ، وذلك من خلال الأوتار والأعصاب والشرايين والأوردة وغيرها من النهايات الحسية .

ويحضرنى هنا ذلك الحديث النبوى الشريف الذى يصور المسلمين المؤمنين فى اتصالهم بعضهم ببعض وتراحمهم - فيما بينهم - كأنهم أعضاء جسد واحد ، إذا اشتكى منه عضو - من الأعضاء - تجد أن باقى أعضاء الجسم تشارك هذا العضو آلامه ومعاناته . . فترى العين وقد خاصمت النوم وانسابت منها الدموع ، وترى اللسان يعف عن الكلام على غير عادته وأحواله ، وترى الأذن وقد أصبحت مرهفة الحس ، وتجد المعدة وقد أصبحت ممتلئة - بالطعام - على خلوها ، وتجد الجسم وقد سادته حالة من السخونة الشديدة وكأنها الحمى أصابته ، فترى الجسم وقد خارت قواه وضعفت عزيمته وأصبح فى حالة يرثى لها .

وهذه الصورة الرائعة لترابط أعضاء الجسد الواحد ، تجدها متمثلة فى قول الرسول ﷺ : (مثل المؤمنين فى توادهم وتراحمهم وتعاطفهم مثل الجسد الواحد ، إذا اشتكى منه عضو تداعى له سائر الجسد بالسهر والحمى) . [1]

ولذلك كان من الضرورى عند تناولنا لموضوع الضوضاء ، أن نعرض لبعض أجهزة الجسم ذات الاتصال المباشر ، والتى تتأثر بصورة مباشرة بالضوضاء ، ويتأثر بها بقية أعضاء الجسم المختلفة .

---

(١) رواه النعمان بن بشير رضى الله عنهما ، متفق عليه .

فكان من الضرورى دراسة الأذن ، وهو العضو الخارجى الذى يتأثر بالضوضاء ، وينقلها إلى أعضاء الجسم المختلفة . كذلك دراسة الجهاز العصبى وارتباطه بأجهزة الجسم المختلفة من خلال الأوتار والأعصاب .

كما أنه من الضرورى أيضًا دراسة المصدر المسبب للضوضاء، وهو الصوت بصفة عامة .

***

الفصـل الأول

« الصـــوت »

« .. ويعرّف الصوت بأنه : مؤثر خارجى يؤثر على الأذن فيسبب الإحساس بالسمع . ويمكن القول بأن كل جسم مهتز يشكل مصدرًا للصوت ؛ لأن اهتزاز الجسم يؤدى إلى اهتزاز جزيئات الهواء من حوله على شكل موجات تنتشر فى جميع الاتجاهات . وتعرف هذه الموجات بالموجات الصوتية . وينقطع الصوت تمامًا عند توقف الجسم المهتز عن الاهتزاز » .

المؤلف

كيفية حدوث الصوت :

يعدّ الصوت أحد مظاهر الحياة . والأصوات التى نسمعها كثيرة ، ومختلفة ، ومتعددة . وبعضها ترتاح الأذن لسماعها ، مثل : صوت الموسيقى وبعضها يكون مصدر إزعاج وضوضاء ، مثل : آلات التنبيه فى السيارات ، ومكبرات الصوت وغيرها . ومنها ما قد يكون مصدرًا للخوف والرهبة ، مثل : صفير الرياح ، وصوت الرعد .

ويعرّف الصوت بأنه : مؤثر خارجى يؤثر على الأذن فيسبب الإحساس بالسمع . ويمكن القول بأن كل جسم مهتز يشكل مصدرًا للصوت ؛ لأن اهتزاز الجسم يؤدى إلى اهتزاز جزيئات الهواء من حوله على شكل موجات تنتشر فى جميع الاتجاهات ، وتعرف هذه الموجات بالموجات الصوتية . وينقطع الصوت تماما عند توقف الجسم المهتز عن الاهتزاز .

ولا يعدّ كل صوت ضوضاء . فالصوت له صفة الانتظام والتناسق . أما الضوضاء فهى تداخل مجموعة أصوات عالية وحادة وغير مرغوبة . وتصبح هذه الضوضاء مادة للتلوث ، ويطلق عليها التلوث الضوضائى عندما ترتفع شدة الضوضاء إلى درجة إزعاج الإنسان والتشويش على تفكيره ، بل والتأثير على صحته سلبا ، فيصاب بالتوتر والأمراض النفسية والعضوية وغيرها ، كما سيرد - إن شاء الله - بالتفصيل فى الفصول التالية .

والصوت لا ينتقل فى الفراغ ، بل لابد من وجود وسط مادى (صلب أو سائل أو

غاز كالهواء) ينتقل من خلاله . وكما ذكرنا ، يحدث الصوت نتيجة لاهتزاز الأجسام ، فيحدث اضطرابًا ينتشر فى الوسط الذى ينتقل من خلاله فى الاتجاهات المختلفة .

وينتقل الصوت فى الفراغ على شكل موجات متتالية ، حيث تهتز جزيئات الهواء فى حركة موجية على شكل تضاغطات وتخلخلات لجزيئات الهواء ؛ أى تكون هناك مناطق ذات ضغط مرتفع وأخرى ذات ضغط منخفض . ويعرف طول الموجة بأنه المسافة بين تضاغطين (قمتين) متتاليين أو بين تخلخلين (قاعين) متتاليين ، كما هو موضح بالشكل (١ - ١) .

وفى الحقيقة ، فإننا نسمع الصوت من جميع الجهات المحيطة بمصدره . وهذا يفسر لنا أن الصوت ينتقل فى الهواء على شكل كرات من التضاغطات والتخلخلات مركزها مصدر الصوت . انظر الشكل (١ - ٢) .

ومن المعروف أن انتقال الصوت خلال المواد الصلبة يكون أسرع من انتقاله خلال السوائل ، كما أن انتقاله من خلال السوائل يكون أسرع من انتقاله خلال الغازات .

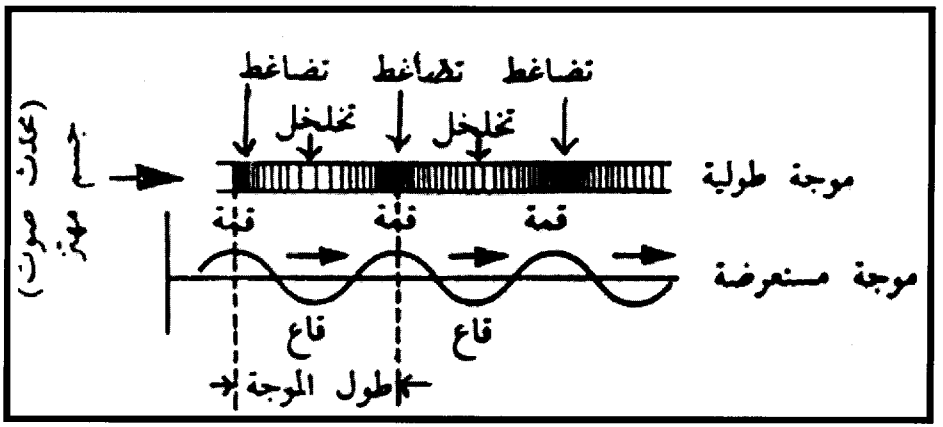
الحركة الاهتزازية :

من الملاحظ أن الجسم المهتز يحدث حركة على جانبى موضع سكونه . راقب حركة البندول كما هو موضح بالشكل (١ - ٣) ، حيث تقل سرعته كلما بعد عن موضع سكونه ، فى حين تزداد وتكون أكبر ما يمكن عند مروره بموضع السكون . ويطلق على هذه الحركة اسم الحركة الاهتزازية . وهكذا ، تعرّف الحركة الاهتزازية بأنها : حركة يحدثها الجسم المهتز على جانبى موضع سكونه بحيث تقل سرعته كلما بعد عن موضع سكونه ، وتكون أكبر ما يمكن عند مروره بموضع السكون فى أثناء حركته .

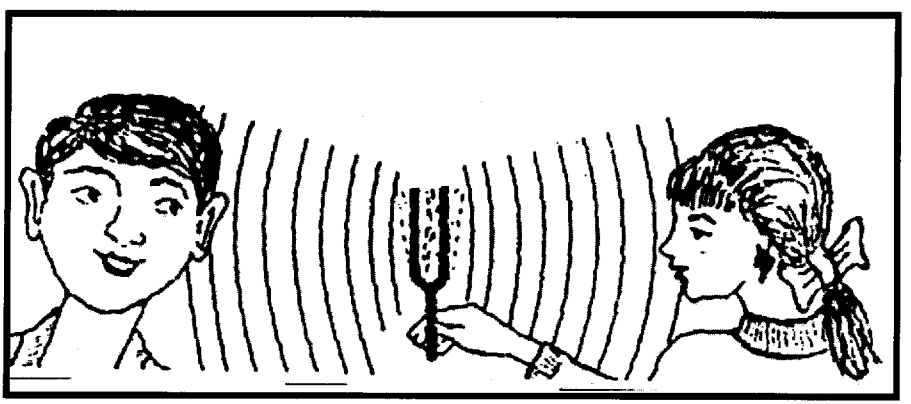
ومن أمثلة الأجسام التى تتحرك حركة اهتزازية ، انظر الشكل (١ - ٤) ، ما يأتى :

١ - سلك حلزونى معلق به ثقل عند جذبه لأسفل .

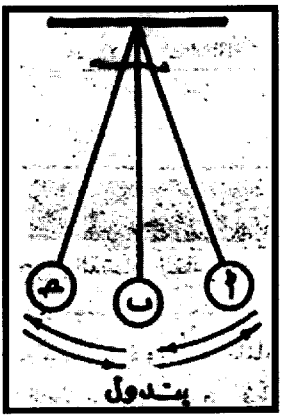
٢ - شوكة رنانة عند طرفها .



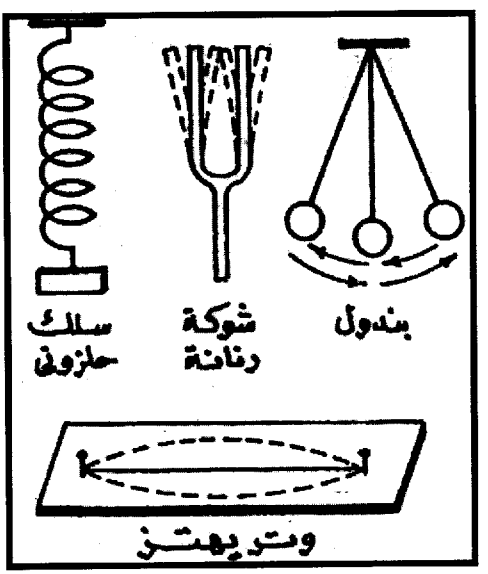
شكل (١-١) : طول موجة الصوت



شكل (١-٢) : الصوت ينتقل فى الهواء على شكل كرات
من التضاغطات التخلخلات مركزها
مصدر الصوت .



شكل (١-٣): البندول البسيط



شكل (١-٤) : أجسام تتحرك حركة اهتزازية

٣ - البندول البسيط .

٤ - وتر مشدود بين مسمارين عند جذبه من وسطه .

الاهتزازة الكاملة :

هى الحركة التى يحدثها الجسم المهتز فى الفترة الزمنية التى تمضى بين مروره بنقطة ما (فى مسار حركته) مرتين متتاليتين بنفس السرعة (مقدارًا واتجاهًا) ، كما هو واضح فى الشكل (١ - ٣) . ويمكن التعبير عن الاهتزازة الكاملة كتابةً بالصورة :

أ ← ب ← ب ← ج ← ب ← أ

الحركة الموجية :

هى حركة دقائق الوسط فى لحظة ما وباتجاه معين ، حيث تتحرك دقائق الوسط على هيئة موجات .

وتعرّف الموجة بأنها : اضطراب فى الوسط ينتقل باتجاه معين ، وبسرعة معينة ، ويقوم بنقل الطاقة فى اتجاه انتشار الموجة .

موجات الصوت :

هى عبارة عن موجات طولية ، تنتشر فى الوسط المادى على شكل نبضات من التضاغطات والتخلخلات ، تهتز فيها دقائق الوسط فى نفس اتجاه انتشار الموجة (دون أن تنتقل من مكانها) ، وتقوم بنقل الطاقة الصوتية من المصدر المهتز إلى دقائق الوسط ، فى اتجاه انتشارها .

وتقسم الموجات الصوتية إلى ثلاثة أقسام ، هى :

١ - الموجات السمعية .

٢ - الموجات فوق السمعية .

٣ - الموجات تحت (دون) السمعية .

وسوف نتناول هذه الأقسام بشيء من التفصيل :

١ - الموجات السمعية :

تعرّف الموجات السمعية بأنها : الموجات الصوتية الصادرة عن مصدر مهتز بتردد يتراوح ما بين ٢٠ ذبذبة/ ث إلى ٢٠ ألف ذبذبة / ثانية .

ولا تستطيع أذن الإنسان سماع جميع الأصوات الصادرة من حولها ، ولكنها تتأثر بالموجات الصوتية الصادرة عن أجسام مهتزة بتردد يتراوح ما بين ٢٠ إلى ٢٠٠٠٠ ذبذبة/ ثانية .

وعندما تصل الموجات الصوتية إلى الأذن ، ويكون تردد هذه الموجات مؤثرًا فيها ، فإن الأعصاب تنقل تأثيرات هذه الموجات إلى الدماغ ، حيث تتم ترجمتها إلى أصوات ونغمات معروفة . وتعزى قدرة الدماغ على التمييز بين الأصوات المختلفة إلى اختلاف التأثيرات التى تتركها هذه الأصوات على الجهاز السمعى .وهذا يعود بدوره إلى خصائص طبيعية تتمتع بها الموجات السمعية . وأهم هذه الخصائص اثنتان ، هما : شدة الصوت ، ودرجة الصوت . وهناك خاصية ثالثة تعتمد على مصدر الصوت أكثر مما تعتمد على الصوت نفسه . وتعرف هذه الخاصية بنوع الصوت .

وسوف نتناول هذه الخصائص بالتفصيل عند حديثنا عن عوامل التمييز بين الأصوات فى الصفحات التالية .

٢ - الموجات فوق السمعية :

هى الموجات الصوتية ذات التردد العالى التى يزيد ترددها عن ٢٠ ألف ذبذبة / ثانية . وهذه الموجات يتعذر على أذن الإنسان سماعها . ولكن بعض الحيوانات تستطيع سماعها وإدراكها ، فمثلا : الكلاب ، تستطيع سماع ذبذبات حتى ٤٠ ألف ذبذبة / ثانية .

لذلك ، فإنه يمكن لهذه الحيوانات الإحساس بالزلازل قرب حدوثها [1] .

وللموجات فوق السمعية أهمية كبيرة وتطبيقات عديدة فى نواحى الحياة المختلفة . ومن أهم هذه التطبيقات ، ما يلى :

١ - تقدير أعماق البحار، وتحديد بعد الأجسام فى مياه البحار .

٢ - فحص لحام المعادن والمسبوكات .

٣ - تعقيم المواد الغذائية .

٤ - تستخدم فى المجال الطبى ؛ حيث يتم استخدامها فى جميع الفحوص الطبية ، كما أنها تستخدم لتفتيت حصوات الكلى والحالب .

٣ - الموجات تحت (دون) السمعية :

هى الموجات الصوتية ذات التردد المنخفض التى يقل ترددها عن ٢٠ ذبذبة / ثانية . وهذه الموجات يتعذر على أذن الإنسان سماعها أو إدراكها أو التأثر بها ، ومن أمثلة ذلك : عدم قدرة الإنسان على سماع دقات قلبه فى الأحوال العادية .

عوامل التمييز بين الأصوات :

توجد ثلاثة عوامل متباينة، عن طريقها تستطيع الأذن أن تميز بين الأصوات المختلفة، وأن تتعرف عليها . وهذه العوامل هى :

١ - درجة الصوت .

٢ - شدة الصوت .

٣ - نوع الصوت .

---

(١) لقد أثبتت الدراسات الحديثة أن بعض أنواع الحيوانات ، مثل : الكلاب والقطط تحس وتشعر بالتصدعات التى تحدث بالقشرة الأرضية قبل حدوث الزلازل ، فتنتابها حالة من الفزع والحركة السريعة .

وسوف نتناول هذه العوامل الثلاثة بشيء من التفصيل :

١ - درجة الصوت :

يمكن أن تصف صوتًا ما بأنه رفيع أو حاد ، وصوتًا آخر بأنه غليظ . وصوت المرأة عادة ما يكون حادًا ، فى حين - غالبا - ما يكون صوت الرجل غليظًا . ويقال : إن صوت الرجل منخفض الدرجة ، وصوت المرأة عالى الدرجة .

وتعرف درجة الصوت بأنها : الخاصية التى تتمكن الأذن بواسطتها من التمييز بين الصوت الحاد والصوت الغليظ .

ونطلق على الصوت الحاد صفة مرتفع الدرجة ، وعلى الصوت الغليظ صفة منخفض الدرجة .

وهناك علاقة بين درجة الصوت وتردد الجسم المهتز المسبب للصوت . فكلما زاد تردد المصدر المحدث للصوت ، زادت حدة الصوت .

فالترددات العالية تعطى نغمات حادة ، فى حين تعطى الترددات المنخفضة نغمات غليظة .

٢ - شدة الصوت :

تختلف الأصوات عن بعضها من حيث تأثيرها على طبلة الأذن قوةً أو ضعفًا ، تبعًا لمقدار الطاقة الصوتية التى تسقط على طبلة الأذن ، وتسبب اهتزازها .

وتعرّف شدة الصوت بأنها : الخاصية التى تتمكن بها الأذن من التمييز بين الأصوات ، من حيث القوة والضعف (تميز بين الصوت القوى والصوت الضعيف) .

فإذا انطلقا من الموقع نفسه بالنسبة للسامع ، فأيهما هو الأقوى : صوت المدفع أم صوت البندقية ؟

وإجابة عن هذا التساؤل نقول : كلنا يعرف أن صوت المدفع أقوى من صوت

البندقية . والسبب فى ذلك هو أنه كلما كبرت مساحة الجسم المهتز ،كبرت المنطقة الهوائية المتأثرة بهذا الاهتزاز ، فيزداد الصوت الصادر شدةً ووضوحًا . وتعتمد شدة الصوت أيضًا على المسافة التى تفصل بين مصدر الصوت والمستمع .

وتقاس شدة الصوت عند نقطة ما بمقدار الطاقة الصوتية الساقطة عموديّا على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة فى الثانية الواحدة .

العوامل التى تؤثر على شدة الصوت :

تتوقف شدة الصوت – من حيث القوة أو الضعف – على العوامل التالية :

أ – المسافة بين الأذن ومصدر الصوت :

من المعروف أن شدة الصوت تزداد كلما اقتربنا من مصدر الصوت ، وتضعف كلما ابتعدنا عنه . وهناك علاقة بين شدة الصوت وبعده (المسافة التى تفصله) عن مصدر الصوت . وهى علاقة عكسية ؛ وتعرف بقانون التربيع العكسى ، الذى ينص على :

« شدة الصوت عند نقطة ما تتناسب عكسيّا مع مربع بعد هذه النقطة عن مصدر الصوت » .

ويعبر عن هذا القانون رياضيّا بالصيغة :

$$ش \propto \frac{١}{ف^{٢}}$$

حيث : ش هى شدة الصوت .

ف المسافة بين مصدر الصوت والأذن .

ب – سعة الاهتزازة (الذبذبة) لمصدر الصوت :

تعرّف سعة الاهتزازية بأنها : أقصى إزاحة يصنعها الجسم المهتز بعيدًا عن موضع سكونه .

ومن خلال التجارب العملية ، اتضح أن اهتزاز الجسم بسعة اهتزازة صغيرة

يصاحبه صوت ضعيف . أما إذا كانت سعة الاهتزازة أكبر ، كان الصوت أكثر وضوحًا . وهكذا ، نجد أن شدة الصوت تزداد بزيادة سعة الاهتزازة .

ج- كثافة الوسط الذى ينتقل الصوت من خلاله :

تتناسب شدة الصوت طرديًا مع كثافة مادة الوسط . أى أنه كلما زادت كثافة مادة الوسط ،ازدادت شدة الصوت . فشدة الصوت فى حالة وجود غاز ثانى أكسيد الكربون - كوسط ينتقل خلاله الصوت - أكبر منه فى حالة الهواء .

د - ملامسة مصدر الصوت لجسم رنان :

تزداد شدة الصوت بملامسة مصدر الصوت لجسم رنان .

فإذا تمحصنا الآلات الموسيقية ، مثل : العود والكمان ، نلاحظ أن الأوتار مثبتة فوق صناديق رنانة ، مما يقوى الصوت ويوضحه . ويفسر ذلك بأن الصناديق الرنانة تهتز تأثير اهتزاز الأجسام المهتزة المثبتة عليها ، وتزداد تبعًا لذلك مساحة السطح المهتز، وبالتالى تزداد شدة الصوت ؛ أى أن شدة الصوت تزداد بملامسة مصدر الصوت لجسم رنان .

هـ - العلاقة بين شدة الصوت واتجاه الرياح :

تؤثر الرياح واتجاهها على شدة الصوت ؛ فنجد أن شدة الصوت تزداد مع اتجاه الرياح ، فى حين تضعف فى عكسها . ومما يؤكد ذلك أن الصوت الواصل مع اتجاه الرياح يكون دائمًا قويًا ،على حين أن الصوت الواصل فى اتجاه عكس اتجاه الرياح يكون ضعيفًا .

وحدات قياس شدة الصوت :

تقاس شدة الصوت بعدة وحدات ، منها : الملى وات أو الداين على السنتيمتر المربع (داين / سم٢) ، أو الديسيبل .

وفى الحقيقة ، فإن الديسيبل هو أشهرها جميعًا من حيث الاستخدام . ويعرّف الديسيبل بأنه : أدنى فرق بين صوت وآخر تستطيع الأذن البشرية أن تحسه وتدركه .

وتعرّف ذبذبة الصوت بأنها : عدد موجاته أو ترددات فى الثانية الواحدة . وكلما كان الصوت قليل التردد كان خشنًا أجش ، مثل : صوت شخير النائم . ولكن ، إذا ارتفعت ذبذبته زادت حدته ، وأصبح رفيعًا حادًا ، مثل : الرنين .

وتتراوح ذبذبة صوت الإنسان ما بين ٨٣ إلى ٢٠٠٠ ذبذبة فى الثانية الواحدة ، فى حين أن الآلات الموسيقية يمكن أن تعطى ذبذبة تتراوح ما بين ٣٢ إلى ٨٠٠٠ ذبذبة فى الثانية الواحدة . وكثيرٌ من الطيور والحيوانات قد ترتفع حدة أصواتها إلى أعلى من ذلك بكثير ، فقد تصل إلى ١٠٠ ألف ذبذبة فى الثانية الواحدة .

٣ - نوع الصوت :

إن الأذن البشرية مهيأة - بقدرة الله سبحانه وتعالى - للتمييز بين الأصوات المتساوية فى الشدة والدرجة ، ولكنها مختلفة المصدر . فيمكن للسامع أن يميز بين صوتى الرجل والمرأة ، وإن تساويا فى الدرجة والشدة . ويرجع ذلك إلى نغمات وأصوات أخرى تصاحب النغمة الأساسية المنبعثة من الجسم المسبب للصوت ، مما يساعد على التعرف على مصدر النغمة ، وتمييز صوت صاحبه دون رؤيته .

فمصادر الصوت المختلفة عندما تهتز لا تعطى نغمتها الأساسية التى تعتمد على طبيعة المصدر المهتز فقط ، بل تكون تلك النغمة الأساسية مصحوبة بعدة نغمات ؛ أقل منها فى الشدة وأعلى منها فى الدرجة (التردد) ، وتسمى بالنغمات التوافقية . وهذه النغمات التوافقية المصاحبة للنغمات الأساسية هى التى تؤدى إلى الاختلاف بين النغمات الأساسية المتماثلة فى الدرجة أو التردد .

ظاهرة صدى الصوت

من الظواهر المألوفة فى حالة حدوث صوت عالٍ على بعد مناسب من سطح كبير ،

مثل : حائط أو جبل ، أن الصوت يتكرر سماعه . والصوت المسموع يشبه الصوت الأصلى ، وينشأ عن ارتداده أو انعكاسه عن السطح الكبير للحائط أو الجبل ، ويبدو وكأنه صادر من نقطة خلف هذا السطح . وتعرف هذه الظاهرة باسم (الصدى) "Echo" . وهكذا يمكن تعريف الصدى بأنه : تكرار الصوت الناشىء عن الانعكاس نتيجة الاصطدام بسطح صلب .

فموجات الصوت التى تنتشر فى الهواء على شكل كرات متحدة المركز من التضاغطات والتخلخلات المتعاقبة - مركزها هو مصدر الصوت - إذا صادفت حاجزًا مستويًا كبيرًا ، فإنها تنعكس على شكل كرات متحدة المركز أيضًا من التضاغطات والتخلخلات ، إلا أن مركز هذه الكرات المنعكسة يقع خلف السطح العاكس وعلى بعد منه يساوى بعد المصدر الصوتى عنه .

تطبيقات على انعكاس الصوت :

توجد العديد من التطبيقات العملية التى تستفيد من خاصية انعكاس الصوت فى نواحى متعددة ومجالات مختلفة ، ومن أهم هذه التطبيقات ما يلى :

أ - تقدير عمق البحار :

تستخدم الموجات فوق السمعية ، (أى ذات التردد العالى الذى يزيد عن ٢٠ ألف ذبذبة / ثانية) ، فى أغراض متعددة فى نطاق البحار والمحيطات . فهى تستخدم فى تقدير أعماق البحار والمحيطات ، كما تستخدم فى الكشف عن أماكن الغواصات .

كذلك تستخدم فى الكشف عن الجبال الجليدية فى البحار والمحيطات . وبالإضافة إلى ذلك ، فهى تستخدم فى الكشف عن أسراب السمك فى مياه البحار والمحيطات .

ب - فحص لحام المعادن والمسبوكات :

تسلط الموجات فوق السمعية بواسطة أجهزة خاصة على سطح السبيكة ، حيث تقاس شدة الموجات المنعكسة عليها .

ولمعرفة العيوب فى السبيكة ، فإنه يتم تحريك السبيكة أمام مصدر الصوت حتى يمكن تحديد المناطق التى تحتوى على فقاعات من الهواء ، والتى لم يكتمل لحامها جيدًا . ويتم التعرف على أماكن العيوب بواسطة الاختلاف فى شدة الموجات المنعكسة من تلك المناطق عن غيرها من المناطق جيدة اللحام .

ج - تسليط الصوت (تركيز الصوت) :

عندما ينعكس الصوت على سطح مقعر ، فإنه يتجمع فى نقطة تعرف ببؤرة ذلك السطح . وبعد إجراء حسابات دقيقة لأماكن وأبعاد السطوح المقعرة ، أمكن تسليط الأمواج الصوتية المنعكسة على اتجاهات معينة ، بحيث تزيد وضوح الصوت وشدته .

ولقد استفاد علماء المسلمين من خاصية انعكاس الصوت عن السطوح المقعرة ، وذلك فى نقل وتقوية صوت الخطيب فى المساجد الكبيرة .

خاصية انعكاس الصوت فى حياة بعض الحيوانات :

تستفيد بعض الحيوانات من هذه الخاصية فى صيد فريستها ، وفى تفادى الاصطدام بالأشياء فى الظلام .

ونعطى مثالاً لذلك بالحيوان المعروف «الخفاش » [1] الذى يستطيع الطيران فى الظلام ليلاً دون أن يصطدم بأى شىء . ويرجع ذلك إلى أنه يصدر موجات فوق سمعية تنعكس على الأسطح والحواجز ، فيستقبلها الخفاش ، وبذلك يستطيع تحديد مواقعها ، ويعمل على تفادى الاصطدام بها .

لقد خلق الله - سبحانه وتعالى - الخفاش وجعله يستغنى بحاسة السمع القوية عن بصره الضعيف للغاية . فالخفاش يصدر من جوفه الأنفى أصواتًا عالية النغمة لا تميزها الأذن العادية . ومن خلال ظاهرة صدى الصوت يتمكن (الخفاش) من الطيران فى الظلام الحالك ، فإذا اصطدمت الموجات الصوتية الصادرة عنه بعائق أو

(١) الخفاش هو الحيوان الطائر الوحيد الذى ينتمى لفصيلة الثدييات ، فهو من الحيوانات التى تلد .

فريسة ، فإنها ترتد ثانية وتصل إلى أذن الخفاش ذات الشكل الخاص الذى يجعلها تستقبل هذه الأصوات مهما كانت ضعيفة ، فيدرك الخفاش أن ثمة عائقًا أو فريسة أمامه . فإذا كان عائقًا يتجنبه ويطير من حوله ، وإذا كانت فريسة اقتنصها مهما كانت صغيرة أو متحركة بسرعة كبيرة ، انظر شكل (١ -٥) .

إن قدرة الله - سبحانه وتعالى - تجعل الخفاش يميز[1] - فى سرعة خاطفة - كنه الشىء الذى اصطدمت به الموجات الصوتية ، ثم يتصرف فى ذكاء شديد ، وسرعة مناسبة .

أهمية الصوت :

الأصوات تفيد الإنسان والحيوان ، وهى ضرورية حتى تستقيم حياتهما ، والحياة بصفة عامة من حولهما .

فأصوات الطبيعة تسهل للإنسان التعرف عليها، والاستئناس والتمتع بجمالها ، واكتشاف تقلباتها وتجنبها ، والحذر من مصائبها .

وأصوات الكائنات الحية تساعدها فى التعرف على بعضها ببعض، والالتقاء والتكاثر، بما يضمن استمرارها وبقاءها وحفظها من الانقراض .

كذلك تساعد الأصوات الكائنات الحية فى البحث عن غذائها والتجمع والهجرة فى جماعات ، كما تساعدها فى الدفاع عن نفسها بإحداث أصوات مخيفة ترهب المعتدى عليها، وهى تساعدها فى أثناء الهجوم على فريستها .

وقديمًا ، كانت تستخدم أصوات الطبول للإعلان عن بدء الحروب . وحاليًا تستخدم - من خلال صفارات الإنذار - لتحذير الناس من الخطر .

والصوت ضرورى جدًا للإنسان ، فهو وسيلة الاتصال بين الناس ، والتفاهم فيما بينهم ، وتبادل الأفكار وغيرها .

---

(١) بواسطة حاسة الشم .

شكل (١-٥) : خفاش يصطاد فريسة

الصوت .. والطيور :

بعد دراسة حياة الطيور وطبائعها دراسة شاملة [1] ، لاحظ المشتغلون بدراسة الطيور أن كل ذكر منها يستقر فى إحدى المقاطعات التى يختارها لنفسه ، ثم يبدأ فى الإعلان عن امتلاكه لهذه المقاطعة حتى لا تقترب منها الطيور الأخرى . ويكون هذا الإعلان إما بالتغريد المستمر أو القيام بنوع خاص من الاستعراض ، أو بالاثنين معًا ؛ فتدرك الذكور الأخرى أن هناك مالكًا لهذه المقاطعة . ويكون التغريد أو الاستعراض تحذيرًا لها من الاقتراب .

وقد لاحظ المهتمون بدراسة مثل هذه الظواهر السلوكية أن الطيور المغردة لا تقوم الذكور منها بالتغريد فى أى مكان داخل مقاطعتها الخاصة ، بل يختار كل منها للتغريد موضعًا استراتيجيًا خاصًا عند حدود المقاطعة ، ثم يأخذ بعد ذلك فى التغريد المستمر معلنًا لجيرانه من الذكور الأخرى امتلاكه لهذه المقاطعة .

كما تستخدم الطيور الصوت لجذب انتباه الإناث وإثارتها . فيعتمد الغزل فى معظم الطيور على الشدو بأعذب الألحان أو القيام باستعراضات للرشاقة والجمال ، أو بالاثنين معًا . فنجد أن الطيور المغردة ؛ ذات الصوت الجميل والحسن ، مثل : البلبل والكروان والعندليب ، تكون الأنشودة التى تشدو بها هذه الطيور هى الوسيلة الفعالة لاجتذاب الإناث .

كما تقوم الطيور غير المغردة بعمل استعراضات بديلة تعتمد أيضًا على الصوت . فنجد أن ناقرات الأخشاب تضرب بمناقيرها القوية على السيقان والأعواد النباتية المجوفة محدثة بذلك أصواتًا تشبه قرع الطبول . وفى « القطا المخطط » ، يرتقى الذكر أحد فروع الأشجار ، ويرفرف بجناحيه فى حركات بطيئة فى بادىء الأمر ، ثم تزداد سرعة الأجنحة تدريجيًا حتى تحدث أصواتًا تشبه صفير الريح .

---

(١) د . محمد رشاد الطوبى - حياة الطيور - سلسلة كتابك (١٦٦) - دار المعارف - ١٩٨٤م .

الصوت .. والحيوان :

تؤدى حاسة السمع والتعرف على الأصوات عند كثير من الحيوانات - وبخاصة الحيوانات الفقارية - دورًا رئيسًا فى عملية الاجتذاب الجنسى ، ويكون ذلك عادة فى الأنواع الأرضية التى تتنفس الهواء الجوى حيث يرتبط إحداث الأصوات بالجهاز التنفسى والأحبال الصوتية .

ففى الضفادع الأرضية ، وضفادع الأشجار - مثلاً - تكون للذكور أصوات مرتفعة ، ولا تحدث الإناث سوى أصوات خافتة .

ومما تجدر الإشارة إليه أن نقيق الضفادع الذى يسمع كثيرًا فى موسم التكاثر ما هو إلا نداء من الذكور إلى الإناث . وقد ثبت بالتجارب العملية أن الإناث تستجيب لتلك النداءات المتكررة ، وتتجه نحو مصادر الصوت للاجتماع بالذكور [1] .

* * *

(١) د . محمد رشاد الطوبى ـ عالم الحيوان ـ سلسلة كتابك (٥) ـ دار المعارف ـ ١٩٧٧ م .

الفصل الثانى

الأذن « عضو السمع »

« ينتقل الصوت على هيئة موجات صوتية خلال الهواء فى جميع الاتجاهات . وخلال جزء من الثانية تصل الموجات الصوتية إلى الأذن حيث يتم تجميعها بواسطة صيوان الأذن إلى داخل قناة الأذن الخارجية ، حيث يمر منها إلى طبلة الأذن التى تصطدم بها فتهتز عظيمات الأذن الثلاث للخلف وللأمام ، فيهتز الغشاء الذى يغطى الكوة البيضية . ويسبب اهتزاز هذا الغشاء حركة السائل فى القوقعة مما يحث الخلايا الحسية فترسل نبضات عصبية عبر العصب السمعى إلى المخ ، حيث تتم عملية ترجمة هذه الاهتزازات وتمييزها إلى أصوات معروفة ومحددة » .

المؤلف

أهمية الأذن :

الأذن هى عضو السمع فى الإنسان ،وهى أحد الأجهزة الدقيقة التى زود الله - سبحانه وتعالى - الإنسان بها لتعينه وتساعده فى أداء المهمة التى استخلفه على الأرض من أجلها . قال تعالى : ﴿ قُلْ هُوَ ٱلَّذِىٓ أَنشَأَكُمْ وَجَعَلَ لَكُمُ ٱلسَّمْعَ وَٱلْأَبْصَٰرَ وَٱلْأَفْـِٔدَةَ ۖ قَلِيلًا مَّا تَشْكُرُونَ ﴾ (١).

ولا يعرف قيمة نعمة السمع إلا من فقد حاسة السمع . قال تعالى : ﴿ قُلْ أَرَءَيْتُمْ إِنْ أَخَذَ ٱللَّهُ سَمْعَكُمْ وَأَبْصَٰرَكُمْ وَخَتَمَ عَلَىٰ قُلُوبِكُم مَّنْ إِلَٰهٌ غَيْرُ ٱللَّهِ يَأْتِيكُم بِهِ ۗ ٱنظُرْ كَيْفَ نُصَرِّفُ ٱلْءَايَٰتِ ثُمَّ هُمْ يَصْدِفُونَ ﴾ (٢).

وبواسطة الأذن يستمع الإنسان إلى أحاديث الناس من حوله، ويستطيع أن يتبادل معهم الحديث والحوار .

وعن طريق الأذن يستمع الإنسان إلى أصوات التنبيه والتحذير فيتجنب الوقوع فى المكروه ، أو مصدر خطر قد يصيبه بالأذى والضرر .

وبالأذن يستمع الإنسان إلى أصوات الطبيعة ، حيث يمكنه الاستمتاع بها من

(١) سورة الملك ، الآية ٢٣ .

(٢) سورة الأنعام ، الآيه ٤٦ .

خلال تغريد الطيور ، وحفيف أوراق الشجر ، وصوت خرير الماء المنساب ، وغير ذلك .

كذلك ، فإنه بواسطة الأذن يمكن الاستمتاع بالموسيقى الهادئة ، التى تريح الأعصاب وتلعب دورًا مهمًا فى تجديد نشاط الإنسان وحيويته .

تركيب الأذن :

تتكون الأذن من ثلاثة أقسام ، وهى :

١ - الأذن الخارجية .

٢ - الأذن الوسطى .

٣ - الأذن الداخلية . انظر الشكل (٢ - ١) .

وسوف نستعرض بالتفصيل هذه الأقسام الثلاثة :

أولاً : الأذن الخارجية :

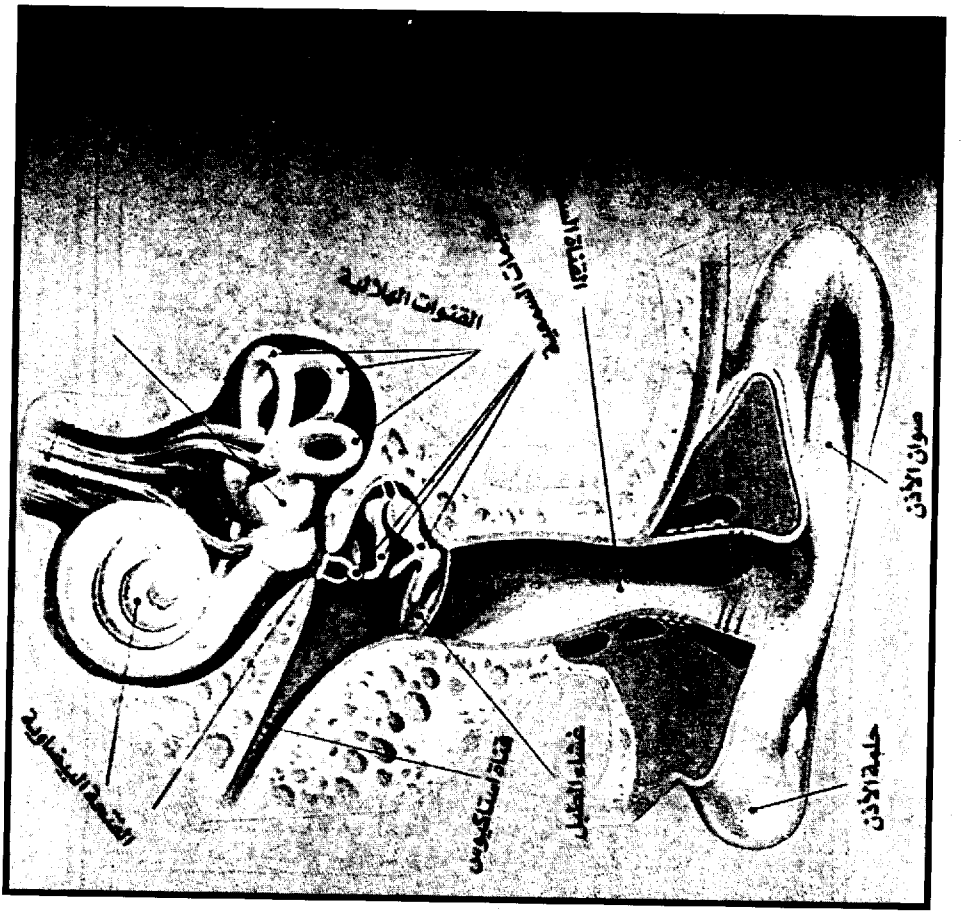
تتكون الأذن الخارجية من الأجزاء التالية :

١ - صيوان الأذن :

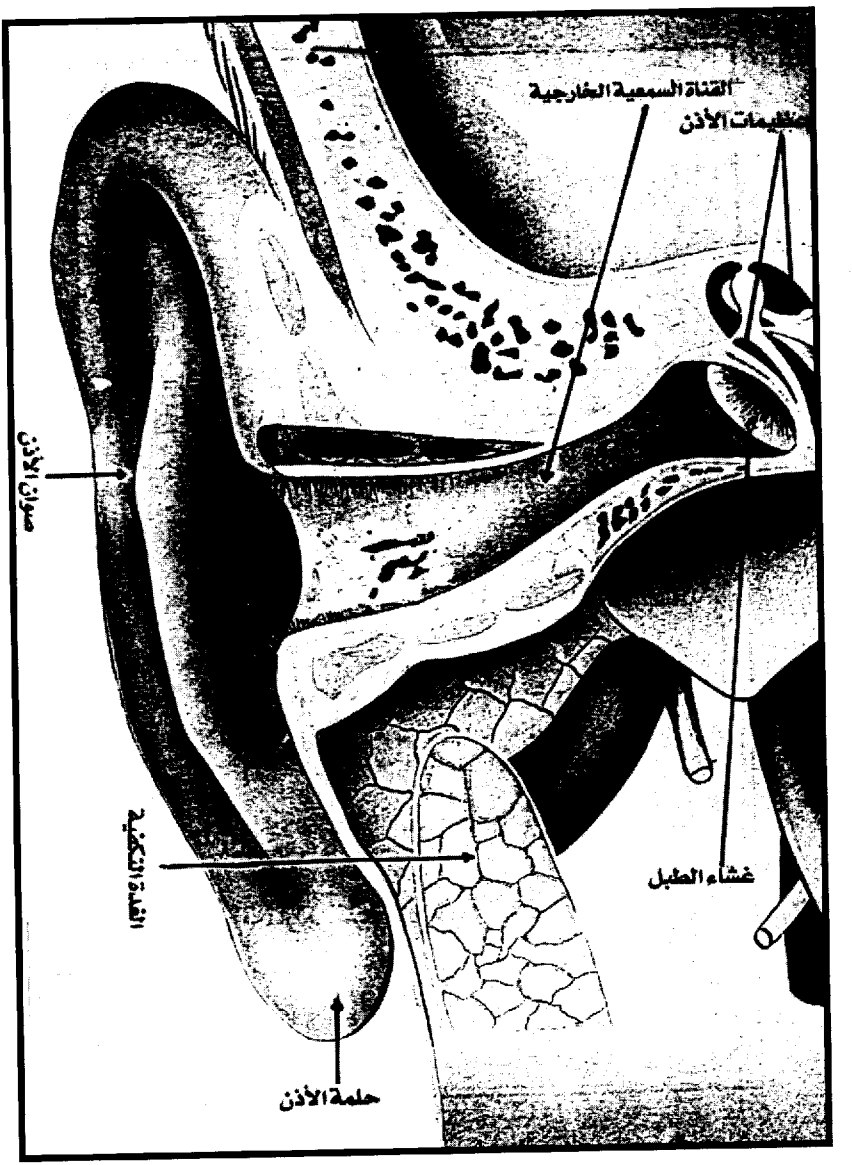
وهو الشكل الخارجى الذى نراه لأذن أى إنسان . وهو بداية الأذن ؛ حيث يعمل كبوابة تجمع الأصوات وتجعلها تمر إلى داخل الأذن .

وفى الحقيقة فإن صيوان الأذن بحجمه وشكله وتركيبته والانحناءات الموجودة به ، والتجويفات التى يحتويها ، يلائم وظيفته تمامًا وهى تجميع الأصوات من مختلف الاتجاهات وتوجيهها إلى القناة السمعية الخارجية ، انظر الشكل (٢ - ٢) .

ويقع صيوان الأذن على جانب الرأس ، وهو مجرد وسيلة لالتقاط الأصوات وتوجيهها إلى قناة الأذن الخارجية (وهى ما تعرف بالقناة السمعية) .



شكل (٢-١) : تركيب الأذن



شكل (٢ ـ ٢) : تركيب الأذن الخارجية

٢ - قناة الأذن الخارجية (القناة السمعية الخارجية) :

وهى قناة ذات مسار متعرج ؛ الثلث الخارجى منها غضروفى يحتوى على جلد به غدد تفرز مادة شمعية تمثل الحارس الذى وظفه الله - سبحانه وتعالى - لحماية أذن الإنسان ؛ فهذا الحارس يقتل البكتيريا والحشرات التى قد تدخل إلى الأذن ، وينظف الأذن ويحميها من ذرات الغبار . فهذه المادة الشمعية تمسك بالأتربة والجراثيم وتمنعها من الدخول إلى داخل الأذن . أما الثلثان الداخليان منها فهما عظميان .

٣ - غشاء الطبلة :

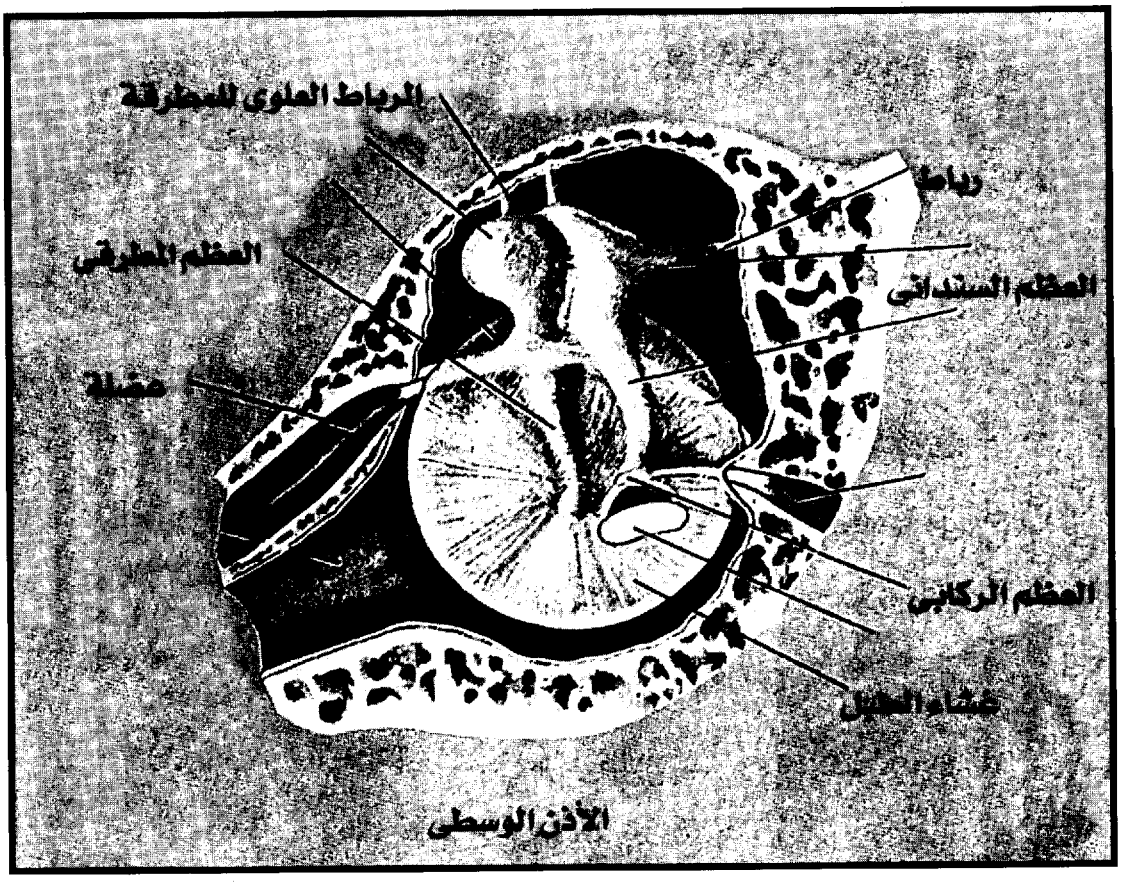
هو غشاء يمتد عبر النهاية الداخلية للقناة السمعية . وهو غشاء بيضاوى الشكل ، لونه رمادى ، ويتكون من غشاء مخاطى يعلوه غشاء ليفى ، ثم طبقة من الجلد . وهو يفصل بين الأذن الخارجية والأذن الوسطى . وهو يتحرك حركات خاصة عندما يستقبل الموجات الصوتية . فلقد أعده الله لينقل هذه الموجات الصوتية بعد تكبيرها إلى الأذن الوسطى .

وهذا الغشاء يكون مرتخيًا عندما لا يتقبل موجات صوتية ، فإذا مرت موجات صوتية إلى داخل الأذن ، فإنه ينتبه وتنقبض إحدى العضلات فتشد الغشاء ، وبذلك يتهيأ للقيام بوظيفته المهمة .

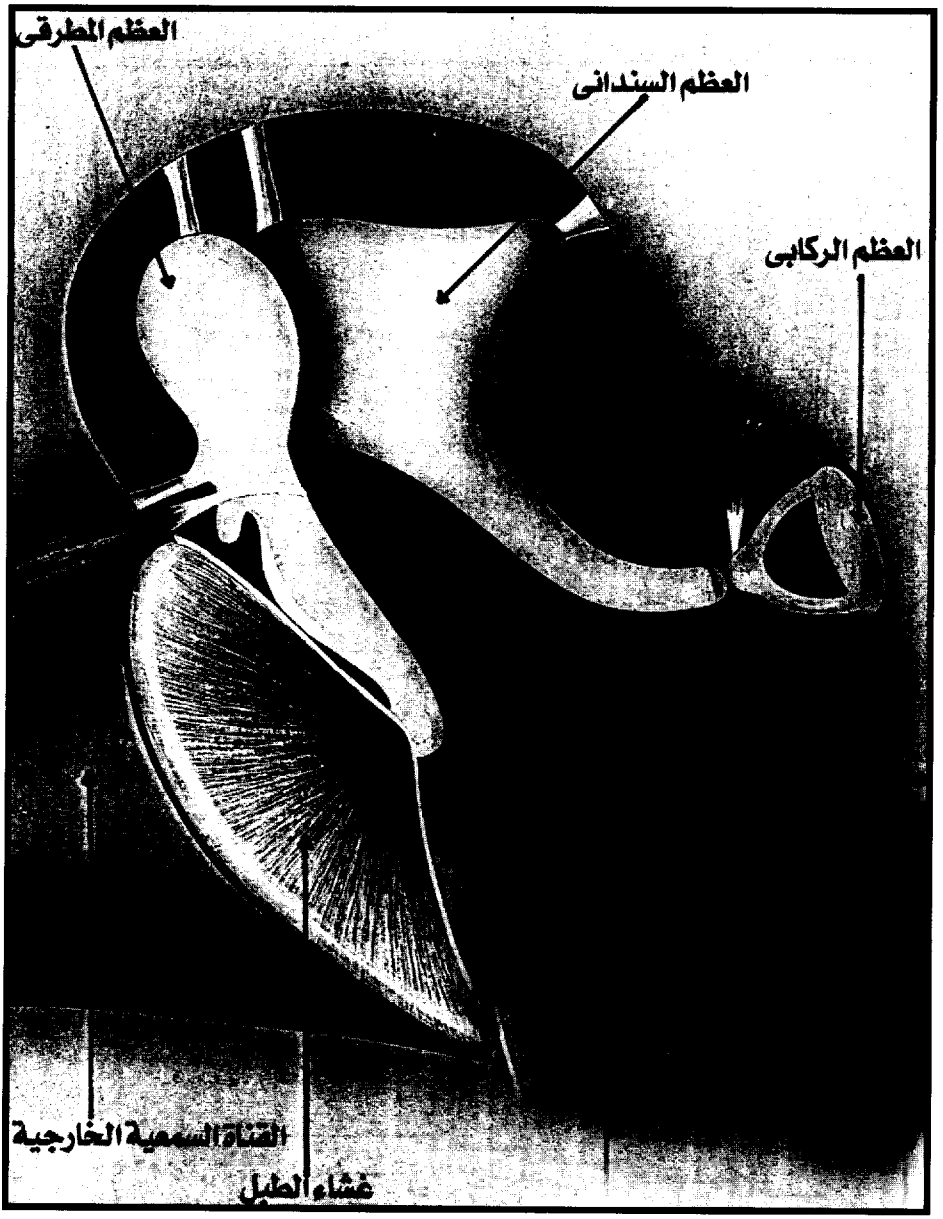
ثانيًا : الأذن الوسطى :

تبدأ الأذن الوسطى (الشكل ٢ - ٣) من الجهة الأخرى لغشاء الطبلة . وهى عبارة عن غرفة بها ثلاث عظيمات رقيقة تسمى عظيمات الأذن الثلاثة . وتسمى حسب أشكالها : المطرقة ، والسندان ، والركاب ، كما هو مبين بالشكل (٢ - ٤) . ويوجد ثقب صغير فى نهاية الأذن الوسطى يغطيه غشاء الكوة البيضية ؛ الذى يؤدى إلى الأذن الداخلية .

وتتصل الأذن الوسطى بالبلعوم عن طريق قناة تسمى « قناة استاكيوس » ، وتعمل هذه القناة على معادلة الضغط على جانبى الطبلة .



شكل (٢-٣) : تركيب الأذن الوسطى



شكل (٢-٤) عظيمات الأذن وغشاء الطبلة

وفى الحقيقة فإن العظيمات الثلاثة تبدأ عند غشاء الطبلة، وتنتهى عند النافذة البيضاوية (الكوة البيضية) التى تطل على الأذن الداخلية . وهى تنقل الموجات الصوتية بصورة متقنة تدل على قدرة الخالق العظيم الذى أحسن صنع كل شىء ، (الشكل ٢ - ٤) .

وإذا ما قارنا بين طبلة الأذن والكوة البيضية ، نجد أن طبلة الأذن أكبر من الكوة البيضية بمقدار (٢٢) مرة . وهنا تتجلى آية أخرى من آيات الله - سبحانه وتعالى - التى لا تعدّ ولا تحصى ، والتى تدل على عظمة الخالق وعلمه الدقيق بما خلق ، مصداقًا لقوله تعالى : ﴿ أَلَا يَعْلَمُ مَنْ خَلَقَ وَهُوَ اللَّطِيفُ الْخَبِيرُ ﴾[1] ، وهذه الآية الإعجازية تشير إلى : أن الاختلاف فى الحجم يجعل الصوت يصل مبكرًا إلى الأذن الداخلية بمقدار (٢٢) مرة أكثر من الصوت الأصلى . وهكذا يمكن القول بأن هذه العظيمات الثلاث تزيد من كفاءة وقوة الموجات الصوتية .

وتتصل بالطبلة عضلة تسمى « العضلة الشادة للطبلة » . وهذه العضلة وظيفتها هى حماية الأذن من خطر الأصوات شديدة الارتفاع التى قد تحدث ضررًا بتركيبات الأذن الدقيقة . ففى حالة الأصوات المرتفعة تنقبض هذه العضلة فتقلل بانقباضها من حركة غشاء الطبلة، فتخف حدة الأصوات ، وتنقذ الأذن من الأضرار التى قد تلحق بها . ومن آيات الله أن هذه العضلة تؤدى دورًا مهمًا فى حالة الأصوات الضعيفة الخافتة . . فنجد أن هذه العضلة ترتخى لتزيد من اهتزازات غشاء الطبلة ، مما يزيد قوة الصوت الضعيف ، وبالتالى يمكن للأذن أن تسمعه وتدركه وتميزه .

كذلك توجد عضلة أخرى تعرف بـ « العضلة الركابية » . وتعدّ هذه العضلة خط الدفاع الثانى لحماية الأذن من خطر الأصوات العالية والمرتفعة . ففى حالة الأصوات المرتفعة قد يدخل الجزء الأخير من خلال العظم الركابى ، لأن الجزء الأخير منه يتصل بالكوة البيضية ، مما يؤدى إلى فقد حاسة السمع . ولكن هذه العضلة تحمى الأذن من الخطر بانقباضها فى حالة الأصوات المرتفعة .

(١) سورة الملك ، الآية ١٤

وكما ذكرنا فإن « قناة استاكيوس » تعمل على معادلة ضغط الهواء على جانبى الطبلة . فكما أنه يوجد هواء خارج الأذن يضغط على غشاء الطبلة من الخارج ، فلابد أن يكون هناك هواء بالداخل (من خلال قناة استاكيوس)، ليحدث اتزان لضغط الهواء على جانبى غشاء الطبلة . لأنه لو زاد الضغط على أحد الجانبين فإنه يؤدى إلى حدوث أضرار لغشاء الطبلة ، كأن يتمزق أو يحدث فيه ثقب ؛ مما يؤدى إلى فقد حاسة السمع أو ضعفها. وتعادل الضغط الذى تقوم به قناة استاكيوس يسمح لغشاء الطبلة أن يتحول فى حرية وسهولة مما يزيد من كفاءته وفاعليته .

وهذه القناة مغلقة دائمًا ، ولكنها تفتح فقط فى أثناء عمليتى البلع والتثاؤب . فإذا افترضنا أن هذه القناة مغلقة دائمًا، كما يحدث فى حالة الأشخاص المصابين بالأنفلونزا ، فإن هذا يؤدى إلى امتصاص الهواء داخل الأذن الوسطى ، فيقل الضغط داخلها ، فى حين يزيد على الجانب الآخر من الغشاء (ناحية الأذن الخارجية) . وحيث إن الضغط فى إحدى الجهتين أقوى من الأخرى ، فيدفع الهواء إلى الأذن الخارجية غشاء الطبلةإلى الوسطى ، فتقل حاسة السمع بصورة كبيرة[1] . فى حين أنه لو ظلت القناة مفتوحة على الدوام لسمعنا صوت تنفسنا ، وتداخل هذا الصوت مع الأصوات الأخرى ، فتحدث ضوضاء شديدة تحول دون إدراكنا للأصوات المسموعة من حولنا .

ثالثًا : الأذن الداخلية :

تتكون الأذن الداخلية من جزئين ، كما هو واضح فى الشكل (٢ - ٥) ، وهما :

- الجزء الأول :

وهو عبارة عن جهاز السمع . وهو يتكون من أنبوبة تلتف حلزونيًا مكونة ما يسمى «القوقعة » ، ويوجد بداخلها خلايا حسية تتصل بالمخ عن طريق العصب السمْعى ،

(١) الذين يصابون بالأنفلونزا ، يعانون دائمًا من ضعف شديد فى حاسة السمع .

شكل (٢-٥) : تركيب الأذن الداخلية

حيث يوجد بها مستقبلات السمع [1] المسئولة عن نقل الصوت عبر حزمة من الألياف العصبية إلى المخ .

- الجزء الثانى :

وهو عبارة عن جهاز التوازن . وهو يتكون من ثلاث قنوات هلالية تتصل كل منها بالأخرى بزاوية قائمة . وهذا الجزء يعدّ مسئولاً عن حفظ جسم الإنسان بمساعدة العين والمخ .

إن الاهتزازات التى تحدثها عظيمات الأذن الثلاث تنتقل إلى السائل الخاص داخل الأذن الداخلية فيهتز بدوره ،ويستقبل هذه الاهتزازات مستقبلات الصوت ، حيث تصل إلى الألياف العصبية التى تنقله إلى المخ ، حيث يتم ترجمة هذه الاهتزازات إلى أصوات محددة ومميزة فى خلال جزء صغير جدّا من الثانية .

كيفية أداء الأذن لمهمتها :

ينتقل الصوت على هيئة موجات صوتية خلال الهواء فى جميع الاتجاهات . وخلال جزء من الثانية تصل الموجات الصوتية إلى الأذن حيث يمر منها إلى طبلة الأذن التى تصطدم بها ، فتهتز عظيمات الأذن الثلاث للخلف وللأمام ، فيهتز الغشاء الذى يغطى الكوة البيضية .

ويسبب اهتزاز هذا الغشاء حركة السائل فى القوقعة مما يحث الخلايا الحسية فترسل نبضات عصبية عبر العصب السمعى إلى المخ ، حيث تتم عملية ترجمة هذه الاهتزازات وتمييزها إلى أصوات معروفة ومحددة .

* * *

(١) تسمى عضو «كورتى » وهو شديد الحساسية . هذا العضو به (٣٠) ألف خلية عصبية لنقل كل أنواع الأصوات إلى المخ

الفصل الثالث

«الجهاز العصبى »

« يتأثر الجهاز العصبى بالضوضاء فى صورة تنبيهات كهربية تعبر الألياف العصبية حتى تصل إلى أرقى منطقة وظيفية بالمخ ، وهى لحاء المخ ، فتهيج خلايا هذه المنطقة التى تسعى إلى التعرف على الخواص المختلفة للضوضاء . وتثير التنبيهات الكهربية مناطق تحت لحاء المخ ؛ ولا سيما تلك التى تعرف بالتكوين الشبكى . وينجم عن هذه الإثارة تهيج فى الجهاز العصبى اللاإرادى ؛ خاصة الجهاز السمبثاوى ، الذى يؤثر بالتالى على الكثير من أعضاء الجسم » .

المؤلف

الجهاز العصبى :

يدرك الإنسان عناصر البيئة من حوله ويتأثر بها ويتفاعل معها. فهو يرى بعينيه بعض عناصرها [١]، ويسمع أصواتها بأذنيه [٢]، ويدرك الكثير منها بحواسه المختلفة، مثل: اللمس ، والشم ، والتذوق . فالإنسان يدرك عناصر البيئة ، ويتبع هذا الإدراك التأثر بها والاستجابة لها . فهو يحرك يديه ورجليه ، ويمسك بالأشياء من حوله، ويحس بالبرودة والحرارة ، ويجنب نفسه الإصابة بأضرارها .

ويتم الإدراك والتأثر بواسطة جهاز يسمى « الجهاز العصبى » . وفى الحقيقة ، فإن الجهاز العصبى يسيطر على أجهزة الجسم المختلفة ، يسيطر على أدائها ، ويهيمن على قدرتها على الاستمرار فى أداء وظائفها على النحو الطبيعى . وقد تكون هذه السيطرة إما بصورة إرادية ، مثل : الإمساك بالأشياء ، أو السير فى اتجاه معين، أو أداء بعض التمرينات الرياضية والحركات الجسمانية . وإما بصورة لا إرادية ، مثل : دقات القلب، وعمليتى الشهيق والزفير ، وهضم الطعام وغيرها من الوظائف المختلفة التى تقوم بها أجهزة الجسم .

فمم يتركب الجهاز العصبى ؟

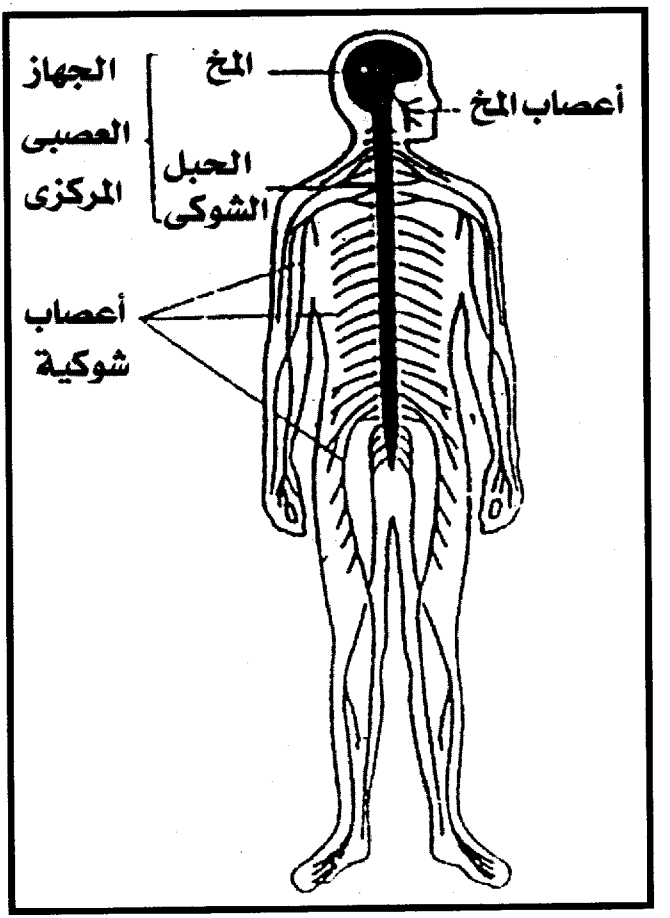
تركيب الجهاز العصبى :

يتركب الجهاز العصبى من قسمين رئيسيين ، هما : الجهاز العصبى المركزى ، والجهاز العصبى الطرفى (شكل ٣ - ١) .

---

(١) فهو يرى بعينيه المياه المتدفقة ، والنباتات الجميلة ، والحيوانات المختلفة .

(٢) وهو يسمع أصوات الرياح .



شكل (٣-١) : تركيب الجهاز العصبى للإنسان

أولاً : الجهاز العصبى المركزى :

يتكون الجهاز العصبى المركزى من المخ والحبل الشوكى .

ويقع المخ داخل علبة عظمية تسمى الجمجمة ، ويمتد الحبل الشوكى من المخ خلال العمود الفقارى ، مما يوفر الحماية للجهاز العصبى داخل العظام .

١- المخ :

يعدّ المخ إحدى المعجزات والآيات التى يحتويها جسم الإنسان ، والتى أشار الله - سبحانه وتعالى - إليها فى كتابه المعجز ، بقوله تعالى : ﴿ وَفِيٓ أَنفُسِكُمۡۚ أَفَلَا تُبۡصِرُونَ ﴾[1] .

ويمكن تمثيل المخ على أنه أكثر من حاسب آلى (كومبيوتر) معقد به آلاف الرسائل الكهربية . ويحتوى المخ على ملايين من الخلايا الحسية ؛ وكل خلية حسية منها تتصل بآلاف الخلايا العصبية الأخرى ، انظر شكل (٣ ـ ٢) .

ويحاط المخ بثلاثة أغشية لحمايته وتغذيته ، وهى من الداخل إلى الخارج : الأم الحنونة ، والأم العنكبوتية ، والأم الجافية .

ويتكون المخ من ثلاثة أجزاء ، هى : النصفان الكرويان ، والمخيخ ، والنخاع المستطيل ، كما هو مبين بالشكل (٣ - ٣) .

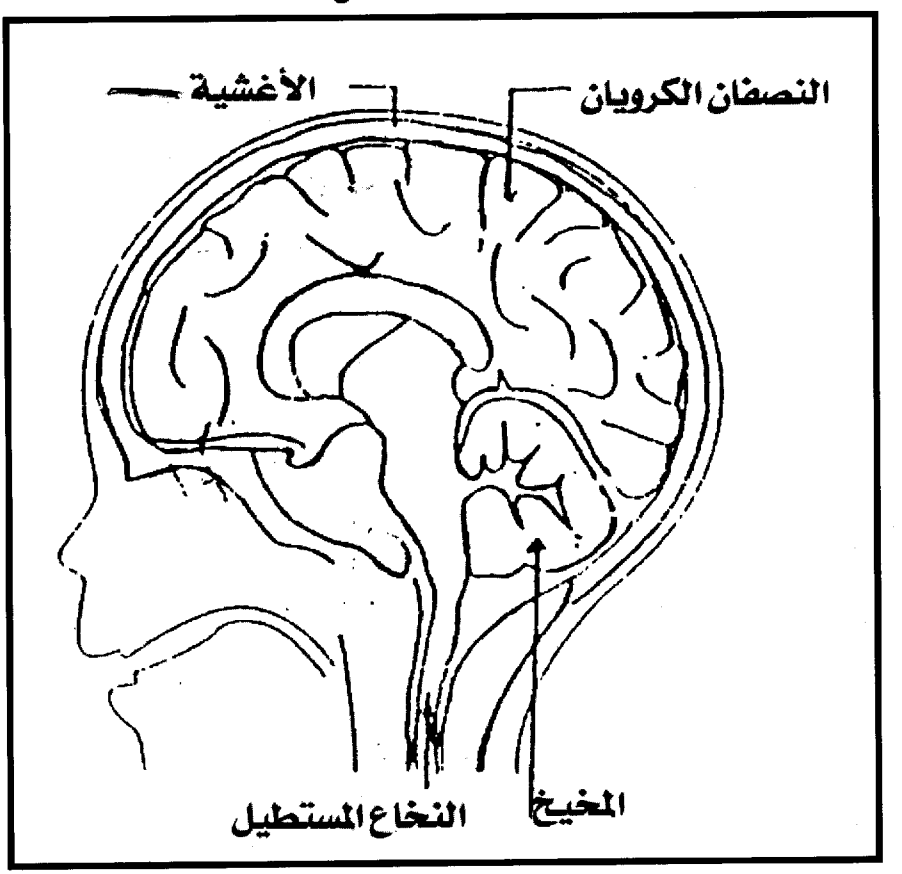
أ - النصفان الكرويان :

النصفان الكرويان يفصلهما شق وسطى ، ويربطهما ألياف عصبية مسئولة عن الاتصالات بينهما . ويقع فيهما أغلب الخلايا العصبية التى تتركز فى طبقة سميكة تجاه السطح ،تسمى « القشرة الرمادية»، وهى ما تعرف بالمادة الرمادية. وينتشر بها تجعيدات تزيد من مساحة السطح لتستوعب أعدادًا هائلة من الخلايا .

---

(١) سورة الذاريات ، الآية ٢١ .

شكل (٣-٢) : المخ



شكل (٣-٣) تركيب المخ

ويشمل النصفان الكرويان مراكز الحس الخمسة ، وهى : مراكز الشم والتذوق واللمس والرؤية والسمع ، بجانب مراكز التفكير والتذكر والذاكرة ، حيث تستقبل النبضات العصبية من أعضاء الحس وينطلق منها الاستجابات المناسبة .

ب - المخيخ :

يقع المخيخ أسفل النصفين الكرويين فى الجهة الخلفية للمخ .

وهو يتركب من فصين : أيمن وأيسر ، يصل بينهما فصّ ثالث . ويعدّ المخيخ هو المسئول عن توازن الجسم .

ج - النخاع المستطيل :

يعدّ النخاع المستطيل هو أداة الوصل بين المخ والحبل الشوكى . وهو المسئول عن العمليات اللاإرادية التى تتم دون تفكير أو دون سيطرة أو تحكم من الإنسان، مثل : التنفس ، وضربات القلب ، وحركة الأمعاء وغيرها .

٢ - الحبل الشوكى :

يمتد الحبل الشوكى داخل قناة فقارية وتحميه أغشية ، مثل : الأغشية التى تحمى المخ . ويظهر فى القطاع العرضى مكونًا من مادة رمادية داخلية على شكل حرف (H)، يحيط بها مادة بيضاء .

وتنحصر وظيفة الحبل الشوكى فى نقل الرسائل العصبية من أجزاء الجسم المختلفة إلى المخ وبالعكس ، إلى جانب مراكز عصبية خاصة مسئولة عن الأفعال المنعكسة ، مثل : سحب اليد بسرعة عند ملامسة جسم ساخن .

● الفعل المنعكس :

يعرّف الفعل المنعكس بأنه : استجابة تلقائية من الجسم نحو المؤثرات المختلفة ، مثل : سحب اليد بسرعة عند ملامسة جسم ساخن، أو ضيق واتساع عين الإنسان نتيجة زيادة أو نقص شدة الضوء .

ويعدّ الفعل المنعكس أحد الأفعال اللاإرادية التى تصدر عن الإنسان سواء فى يقظته، أو فى أثناء نومه .

● **تفسير حدوث الفعل المنعكس :**

تتأثر النهايات العصبية - الموجودة بالأصابع - بالحرارة ، مما يسبب نبضات تمر خلال العصب من الذراع إلى الحبل الشوكى ، ثم إلى المخ . والإحساس الحقيقى بالسخونة أو الألم يدركه المخ عندما تصل إليه النبضات . ونبضات أ خرى تعود من النخاع الشوكى إلى عضلات الذراع ، مما يؤدى إلى سحب اليد بعيدًا عن الجسم الساخن .

ومن أمثلة الأفعال المنعكسة ، ما يلى :

- حركة الرموش عند اقتراب شىء من العين بطريقة مفاجئة .
- إفرازات العصارات الهاضمة لدى رؤية الطعام .

وتتوقف حدة الأفعال المنعكسة على الحالة العامة للجسم . كما أنها تتأثر بالعقاقير، فتشتد فى وجود بعض السموم ، وتضعف مع تأثير بعض المواد المهدئة ، وقد تتوقف كلية فى حالات التخدير الشديد .

ثانيًا : الجهاز العصبى الطرفى :

الجهاز العصبى الطرفى يقع خارج الجهاز العصبى المركزى . وهو يتكون من الأعصاب المتصلة بالمخ والحبل الشوكى . وهو يقوم بتوصيل المعلومات الحسية والاستجابات الحركية بين المخ وجميع أجزاء الجسم .

وتقسم هذه الأعصاب إلى نوعين من الأعصاب ، وهما :

● **أعصاب حسية :**

وهى التى تحمل إشارات من المستقبلات ، مثل : الجلد ، والعين ، والأذن ، والأنف ، واللسان ، إلى الجهاز العصبى المركزى .

● **أعصاب حركية :**

وهى تشمل الأعصاب التى تحمل النبضات العصبية من الجهاز العصبى المركزى (المخ والحبل الشوكى) إلى جميع أجزاء الجسم .

ويوجد على طول جانبى العمود الفقرى خارج الفقرات الأعصاب الذاتية التى تتحكم فى الوظائف اللاإرادية ، والتى لا تخضع مباشرة لسيطرة المخ ، مثل : تنظيم ضربات القلب ، والحركة الدودية للأمعاء .

والوظيفة الرئيسية للجهاز العصبى هى حمل الرسائل من إحدى مناطق الجسم إلى منطقة أخرى به . وقد اكتشف العلماء أن هذه الرسائل تتكون من نبضات كهربية دقيقة تنتقل بسرعة خلال الجهاز العصبى عبر الأعصاب .

كيفية تأثير الضوضاء على الجهاز العصبى :

يتأثر الجهاز العصبى بالضوضاء فى صورة تنبيهات كهربية تَعْبُر الألياف العصبية حتى تصل إلى أرقى منطقة وظيفية بالمخ - وهى لحاء المخ - فتهيج خلايا هذه المنطقة التى تسعى إلى التعرف على الخواص المختلفة للضوضاء ، وتثير التنبيهات الكهربية مناطق تحت لحاء المخ ، ولا سيما تلك التى تعرف بالتكوين الشبكى . وينجم عن هذه الإثارة تهيج فى الجهاز العصبى اللاإرادى ؛ خاصة الجهاز السمبثاوى ، الذى يؤثر بالتالى على الكثير من أعضاء الجسم ، فيسرع القلب فى دقاته مما يسبب زيادة فى النبض ، كما يرتفع ضغط الدم ، وتتقلص بعض عضلات الجهاز الهضمى .

وتتأثر إفرازات المعدة وغيرها من إفرازات أخرى . فنجد أن إفرازات الغدد الصماء[1]، مثل : الإدرينالين ، فإنها ترتفع فى الدم لتصل إلى أعضاء الجسم المختلفة لتسهم بدورها فى التأثير عليها ، ومؤازرة فعل الجهاز السمبثاوى . وهكذا ، فإن ا

(١) الغدد الصماء هى غدد تصب إفرازاتها فى الدم مباشرة (دون قناة) . وتعرف إفرازاتها باسم « الهرمونات » . ومن أمثلة الغدد الصماء : الغدة الدرقية ، والغدة النخامية ، والبنكرياس .

لتغيرات التى تحدث فى الجسم بفعل الجهاز الهضمى، والهرمونات تحدث الضرر البالغ بالصحة إذا ما طال مداها .

ولعل أحدث الأبحاث الطبية كان على التأثير المباشر للضوضاء على ضغط الدم ؛ وذلك لأن تأثيرها يؤدى إلى ارتفاع الضغط مباشرة . وبالعكس ، فإن الهدوء والسكينة يؤديان إلى انخفاض الضغط ، حتى فى حالة المصابين بمرض ارتفاع الضغط . وبالتالى ، فإن مضاعفات ارتفاع الضغط قابلة للحدوث وبنسبة أكبر بكثير فى الأشخاص الذين يتعرضون لانفعال مفاجىء ، أو لصوت مرتفع ، أو ضوضاء فجائية .

وتؤكد كل الإحصاءات الطبية أن نسبة الإصابة بأمراض الشرايين والجهاز الدورى والقلب - بما فى ذلك ضغط الدم - أكبر بين قائدى السيارات ؛ والسبب يرجع إلى الانفعالات الكثيرة التى يتعرضون لها ، مثل : الضوضاء ، وغيرها .

ولقد أوضحت الدراسات التى قامت بها كلية طب جامعة « ميامى » الأمريكية بالتعاون مع وكالة حماية البيئة ، أن هناك علاقة وثيقة بين زيادة الضوضاء وارتفاع درجاتها ، ونسبة الإصابة بأمراض القلب . وقد أثبتت الإحصائيات أن الزيادة فى الإصابة بجلطة القلب والسكتة القلبية - وخاصة فى السن المبكرة - تستمر مع التغيرات البيئية المعقدة ، مثل : الازدحام ، والضوضاء وما يصاحبهما من توتر عصبى ، وعدم استقرار نفسى .

وتؤكد الأبحاث وجود تغيرات فى مكونات الدم لدى الأشخاص الذين يعانون من توتر عصبى شديد وقلق نفسى . وتتمثل هذه التغيرات فيما يلى :

١ - زيادة نسبة دهنيات الدم .

٢ - زيادة نسبة كل من الكولسترول والأنسولين .

٣ - زيادة قابلية صفائح الدم إلى الالتصاق بعضها ببعض ؛ مما يساعد على تكوين الجلطة .

٤ -زيادة نسبة إفراز الهرمون المنشط لإفراز هرمون الكورتيزون ، الذى يسبب نقص مادة البوتاسيوم فى عضلة القلب ، فضلاً عن إمكانية حدوث السكتة القلبية .

وقد أجرت وكالة حماية البيئة فى أمريكا بحثًا كانت نتيجته أن ثلاثة ملايين من الأمريكيين يعانون من فقدان السمع بالتأثير. وقررت مصلحة العمل قواعد معينة بموجبها يسمح بالعمل فقط لمدة ثمانى ساعات يوميّا للعاملين الذين يتعرضون للضوضاء ذات الشدة (٩٥) ديسيبل . ويسمح بالعمل فقط لمدة ساعتين يوميّا لمن يتعرضون للضوضاء التى شدتها (١٠٠) ديسيبل ، وهكذا .

كما ثبت علميّا أن الإصابة بالأمراض ذات الصلة بالتوتر ، مثل : الضغط العالى والقرحة ، قد تزيد بالتعرض للضوضاء المزعجة .

وتضيف الدراسة أن الضوضاء مسئولة عن الكثير من شكوى الناس كبيرهم وصغيرهم . فإذا كنت تشكو من ضعف السمع أو الإبصار ، أو تشكو من الصداع أو عدم القدرة على التركيز ، أو من الانفعال الزائد والعصبية فى تعاملك مع الناس ، أو لاحظت على ابنك عدم توفيقه فى الدراسة ، أو لاحظت على طفلك الرضيع قصورًا فى انتباهه ودرجة تركيزه أو غير ذلك ، فاعلم أن الضوضاء مكانها قفص الاتهام .

وتنصح تلك الدراسة بالسعى إلى التخلص من الضوضاء قبل أن تفعل بك ما فعلته بغيرك ، مؤكدة أن الوقاية خير من العلاج .

وأكثر من ذلك أنه إذا كانت الضوضاء لا يصل تأثيرها إلى حد الإضرار الجسدى ، فإن هناك موجات صوتيه تستطيع إحداث ذلك الضرر . وقد وجد أن الواقعين تحت تأثير الضوضاء قد فقدوا اتزانهم الانفعالى ، وأصبحوا أكثر عصبية وأشد ميلاً للعدوانية فى معاملاتهم . وليت الأمر ينتهى بانتهاء الضوضاء ، وإنما تأثيرها يستمر على الشخص فترة قد تطول ، فيظل ينفعل ويثور ويتهجم لأتفه الأسباب ؛ حتى يبدو هذا الشخص وكأن به مسّا من جنون أو به سفهًا . فإذا كان الحال كذلك ، فلا عجب من

أن تسوء العلاقات بين الناس ويكثر الشجار ، ويسود العدوان ؛ ولا سيما عندما تنتشر الضوضاء فى كل مكان ولا تنقطع بل تتزايد وتعلو وتستمر .

وعندما نتعرض إلى سماع أصوات عالية بصفة مستمرة ، فإننا ندرك ذلك ولكن بعد مرور الوقت . وباستمرار ذلك نتأقلم على سماع هذه الأصوات . وهذا يؤثر على العصب السمعى مما يسبب ضعف حاسة السمع .

ولذلك ، فالتلوث الضوضائى يؤثر على حياة الإنسان مما يسبب التوتر العصبى ، وفقد القدرة على الاستيعاب ، وارتفاع ضغط الدم .

كيفية حماية الجهاز العصبى :

وفر الله - سبحانه وتعالى - للجهاز العصبى حماية طبيعية حيث يسكن داخل عظام الجمجمة والعمود الفقارى . وكلٌ منا مطالب بحماية جهازه العصبى باتباع سلوكيات معينة ، أهمها :

١ -الخلود إلى الراحة والنوم الطبيعى فترة كافية (من ٦ إلى ٨ ساعات يوميّا) .

٢ - عدم إرهاق أعضاء الحس الشعورى (العين والأذن) ، وذلك بالمشاهدة المعتدلة للتليفزيون ، والجلوس على بعد مناسب منه (حوالى ثلاثة أمتار) ، وتوفر الإضاءة المناسبة فى الحجرة فى أثناء مشاهدته .

٣ - العمل المعتدل لفترة زمنية محدودة أمام جهاز الحاسب الآلى(الكومبيوتر) ، ويفضل وضع الشاشة الواقية أمام شاشته .

٤ - عدم الإسراف فى تناول المواد المنبهة ، مثل : الشاى والقهوة ؛ حيث إن الإسراف فى تناولهما يؤدى إلى تقليل عدد ساعات النوم ، وزيادة عدد ضربات القلب ، وزيادة القلق والتوتر العصبى .

٥- عدم تناول أى حبوب مهدئة أو منومة أو منشطة ؛ لما لها من تأثيرات على الجهاز العصبى .

٦ - تجنب المواقف التى تؤدى إلى الانفعال الشديد .

٧ - عدم حمل أشياء ثقيلة بصورة خاطئة ، وضرورة اتخاذ الوضع السليم عند الجلوس ، وعند القراءة .

٨ - ممارسة الرياضة البدنية والتمرينات الرياضية ، ومزاولة رياضة المشى يوميّا .

٩ - البعدعن مصادر تلوث البيئة . فقد وجد أن التلوث يؤثر على الجهاز العصبى ، وعلى سبيل المثال : التلوث ببخار الرصاص يسبب ارتخاء الأطراف والرعشة .

١٠ - البعد عن أماكن الضوضاء ، كلما أمكن ذلك .

* * *