# الفصل الثامن عشر

## في الصوت والتكلم

لجميع الحيوانات ذوات الفقرات التي تتنفس الهواء الأما ندر آلات لاجل احداث الصوت موضوعة في بعض الجهاز التنفسي. ويحتمل الصوت في حيوانات كثيرة التغيير والتنويع مدة حدوثهِ وبعدهُ ومن التنويعات المذكورة التكلم الخاص بالانسان

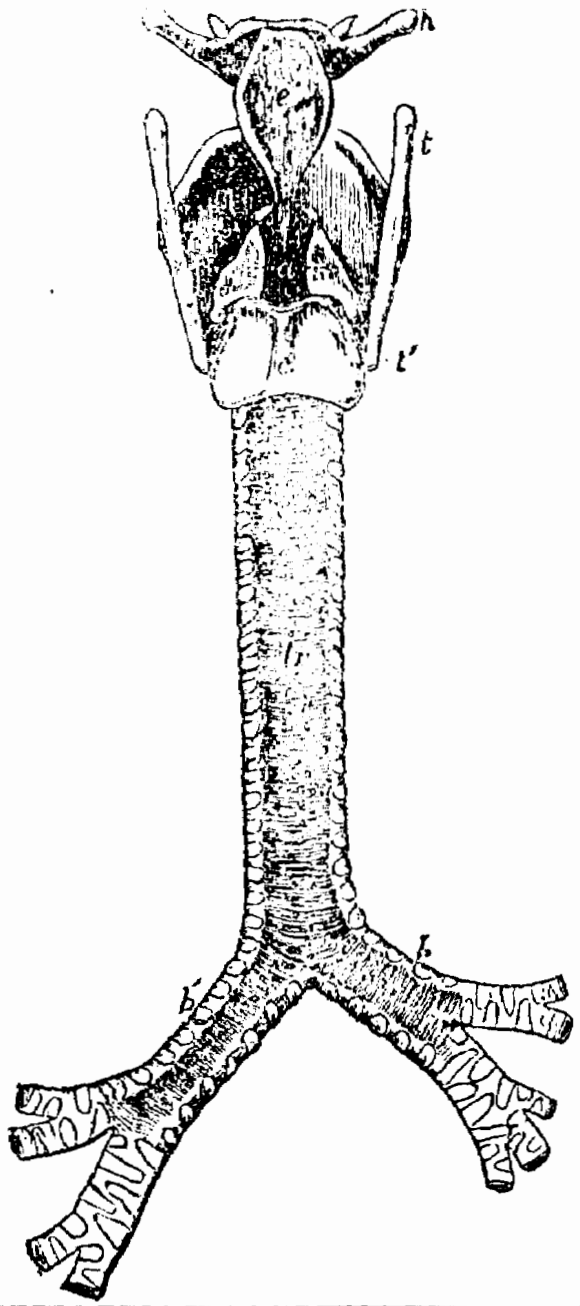
### كيفية احداث الصوت الانساني

قد ثبت من المشاهدات في الجسد الحي بواسطة المنظار الحنجري وبواسطة التجارب في الحنجرة المقطوعة من الجسد الميت ان الصوت البشري ناتج عن الرباطين الحنجريين السفليين اي الحبلين الصوتيين الصحيحين (cvA شكل ١٧٢) اللذين يحدان المزمار وذلك بواسطة الاهتزاز الحادث فيهما من مجاري الهواء التي تندفع على حافتيهما عند الزفير. ولذلك اذا فُتحت القصبة بطل الصوت ثم يعود اذا سدت الفتحة واما اذا كانت الفتحة اعلى المزمار لم يمنع ذلك احداثهُ. واذا عرضت افة للاعصاب الحنجرية التي تتوزع في العضلات المحركة للحبلين الصوتيين انقطع احداث الصوت. واذا دُفع سيل من الهواء في الحنجرة من الاسفل في الجسد الميت حدثت اصوات واضحة ولو قطع لسان المزمار والحبلان الصوتيان الكاذبان والبطينان الحنجريان بشرط ابقاء الحبلين الصوتيين الصحيحين سليمين متوترين متقاربين بحيث تكون فتحة المزمار ضيقة

وبناء على ذلك يُعدّ الحبلان الصوتيان الصحيحان آلة الصوت الخاصة غير ان تنوعات الصوت تتم بواسطتهما وبواسطة اعضاء اخر سياتي الكلام عليها.

بناء الحبلين المذكورين من النسيج اللدن فهما في غاية المناسبة للاهتزاز كالاغشية المتوترة. وهما مرتبطان بالاجزاء الغضروفية من الحنجرة على شكل انهُ يمكن تغيير وضعهما وتوترهما بواسطة انقباض العضلات التي تعمل في الاجزاء المذكورة

شكل ١٦٨




ش ١٦٨. رسم يدل على مؤخر الحنجرة والقصبة والشعب. مصغَّر $\frac{1}{2}$. $h$ القرن العظيم للعظم اللامي. $e$ لسان المزمار. $t$ القرن العلوي للغضروف الدرقي. $\bar{t}$ قرنهُ السفلي. $c$ منتصف الغضروف الحلقي. $tr$ القصبة. يشاهد فيها ست عشرة حلقة غضروفية. $b$ الشعبة اليمنى. $\bar{b}$ الشعبة اليسرى. $a$ الغضروفان الطرجهاليان

# في الحنجرة

الحنجرة آلة الصوت واجزاؤها الجوهرية شفتان لدنتان يقال لها الحبلان الصوتيان . وهذان الحبلان مرتبطان بغضاريف الحنجرة وخاضعان لعمل عضلاتها فقد يسدّانها ويمنعان عبور الهواء الى الرئتين او منهما وقد يتوتران او يرتخيان اي يطولان او يقصران لاجل احداث اصوات مختلفة عند اهتزازها بواسطة الهواء المارّ عليها . وقد سبق الكلام على عملها مدّة التنفس الاعتيادي (صفحة ١٢١) وبقية الاعمال التنفسية (صفحة ١٤٤) وفي هذا الفصل نقتصر على عملها في احداث الصوت

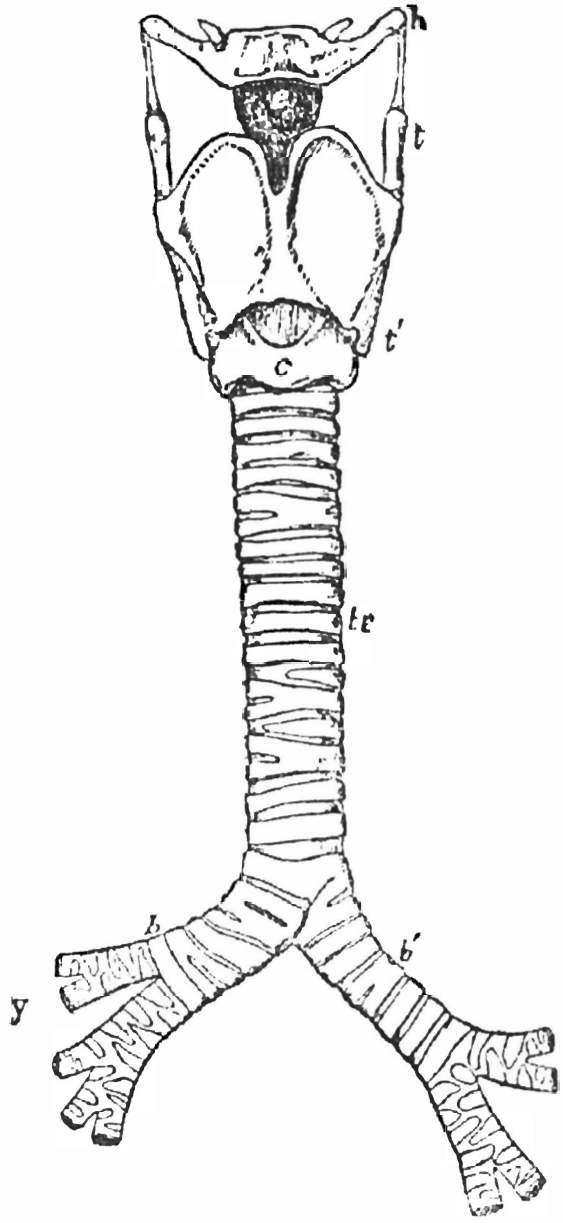
واما الاجزاء الرئيسية الاخر التي تدخل في تكوين الحنجرة (شكل ١٦٩ و١٧٠) فهي الغضروف الدرقي (*t*) والغضروف الحلقي (*c*) والغضروفان الطرجهاليان (*a*) ولسان المزمار (*e*) . غير ان عمل لسان المزمار قليل جدًّا في الصوت ومعظم فائدته انهُ يقدر على الجزء العلوي من الحنجرة فيمنع الطعام والشراب من السقوط فيها عند الازدراد . واما الحبلان الصوتيان الكاذبان (*cvsA* شكل ١٧٣) والبطينان الحنجريان الواقعان بينها وبين الحبلين الصحيحين فليس لها دخل عظيم في امر الصوت

الغضروف الدرقي (١ — ٤ شكل ١٧٠) على هيئة حلقة غير كاملة لا تحيط بالحنجرة الاَّ من المقدم . واما الغضروف الحلقي فحلقة كاملة جزءها الخلفي اعرض من جزئها المقدم . والغضروفان الطرجهاليان موضوعان على الحافة العليا للقسم العريض اي المؤخر من الغضروف الحلقي (*a* شكل ١٦٨) ولها حركتان احداها خاصة بها تتم بواسطة المفصل الذي يوصلها بالغضروف الحلقي والثانية تابعة لحركة الغضروف المذكور الذي يستقران عليهِ وذلك كحركة الراس وحدهُ على العمود ثم حركتهِ التابعة لحركة العمود

ويتصل الغضروف الدرقي بالحلقي بواسطة قرنيهِ السفليين فيتكوّن من

ذلك مفصلان لهما اربطة وغشاء زلالي ( $\bar{t}$ شكل ١٦٨ و١٦٩ ) تمكّناهُ من الحركة وبرتبط الحبلان الصوتيان من الخلف بمقدم قاعدة الغضروفين الطرجهاليين

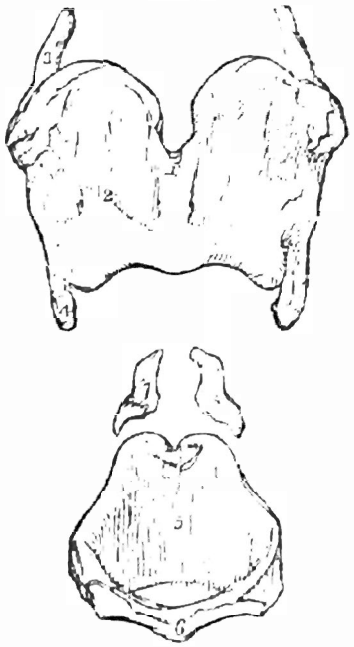
شكل ١٦٩



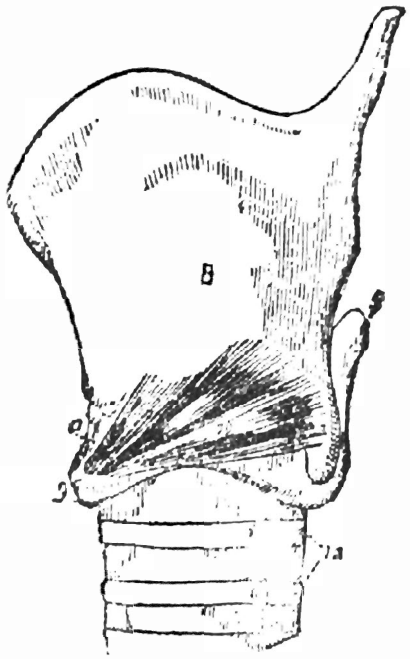

ش ١٦٨ . رسم يدل على مقدّم الحنجرة والقصبة والشعب . مصغّر $\frac{1}{2}$ . $h$ القرن العظيم للعظم اللامي . $c$ لسان المزمار . $t$ القرن العلوي للغضروف الدرقي . $\bar{t}$ قرنهُ السفلي . $c$ منتصف الغضروف الحلقي . $tr$ القصبة . يشاهد فيها ست عشرة حلقة غضروفية . $b$ الشعبة اليمنى . $\bar{b}$ الشعبة اليسرى . $a$ الغضروفان الطرجهاليان . $y$ تشعب القصبة

ومن المقدم بالزاوية الموضوعة عند مقدم الغضروف الدرقي . وعلى ذلك كلما تحرك احد هذه الغضاريف احدثت الحركة تاثيرًا في الحبلين . ولما كان الغضروفان الطرجهاليان مستقرين على مؤخر الغضروف الحلقي ( a شكل ١٦٨ ) ومتصلين به بواسطة اربطة كان لابد من حركتهما وتاثُّر الحبلين الصوتيين عند حركة الغضروف الحلقي

شكل ١٧٠



شكل ١٧١



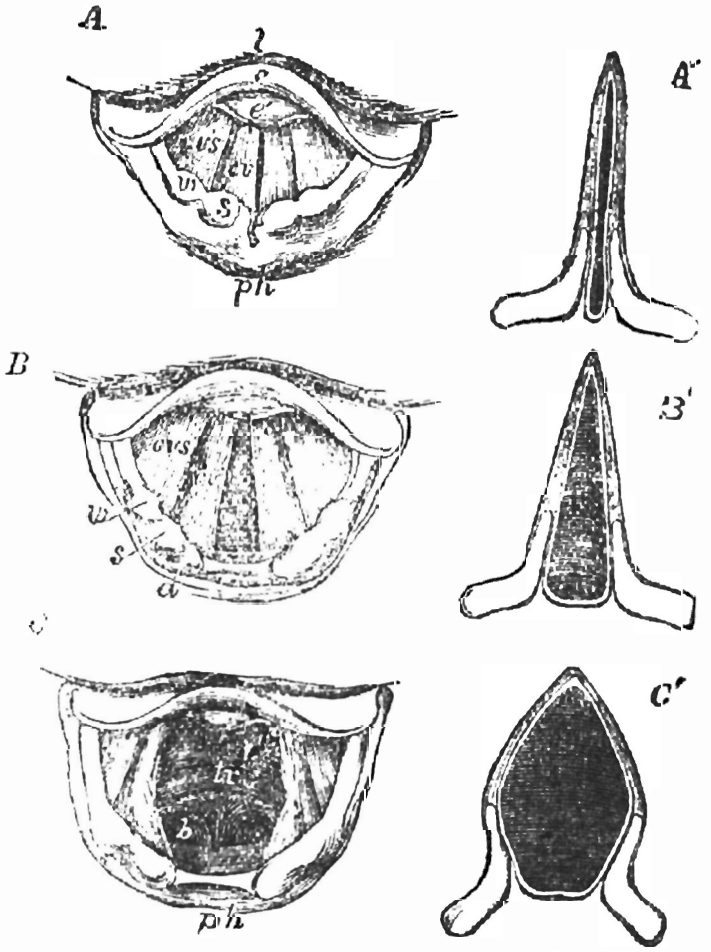
واما العضلات الخاصة بالحنجرة اي التي لها عمل راسًا في الحبلين الصوتيين فتسع اربع منها ازواج وواحدة مفردة وهي الحلقيتان الدرقيتان والدرقيتان الطرجهاليتان والحلقيتان الطرجهاليتان الخلفيتان والحلقيتان الطرجهاليتان الجانبيتان والعضلة الطرجهالية . واما عملها فالحلقيتان الدرقيتان ( 10 شكل

ش ١٧٠ . غضاريف الحنجرة من المقدم . 1 — 4 الغضروف الدرقي . 1 خط عمودي هو تفاحة آدم . 2 الجناح الايمن . 3 القرن العلوي من الجانب الايمن . 4 القرن السفلي . 5 و 6 الغضروف الحلقي . 5 باطن القسم الخلفي . 6 قسمة المقدم الضيق . 7 الغضروفان الطرجهاليان

ش ١٧١ . ظاهر الحنجرة من الجانب . 8 الغضروف الدرقي . 9 الغضروف الحلقي . 10 العضلة الحلقية الدرقية . 11 الرباط الحلقي الدرقي . 12 حلقات القصبة العليا

١٧١) اذا انقبضنا ادارتا الغضروف الحلقي على الدرقي فينجذب الى الخلف القسم العلوي والمؤخر من الغضروف الحلقي والغضروفان الطرجهاليان المستقران عليهِ ويميل الغضروف الدرقي الى الامام ولذلك يتوتر الحبلان الصوتيان لانهما مرتبطان من المقدم بالدرقي ومن الخلف بالطرجهاليين المستقرين على الحلقي . وعمل الدرقيتين الطرجهاليتين (ر شكل ١٧٤) عكس عمل سابقتيهما فانهما تجذبان الدرقي الى الخلف والطرجهاليين واعلى الحلقي ومؤخره الى الامام فترخيان الحبلين

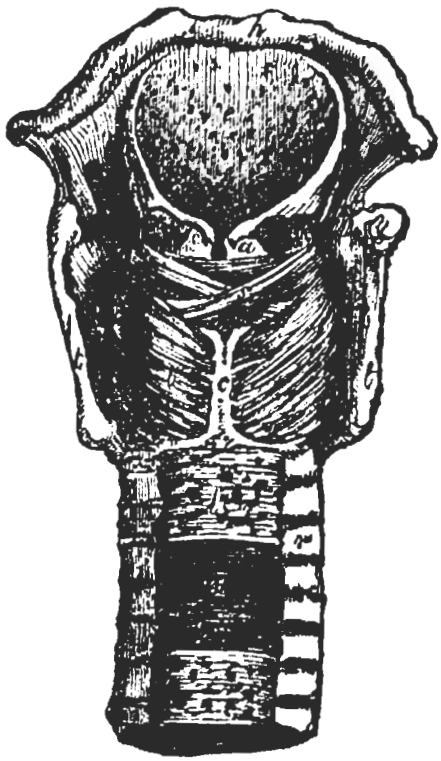
شكل ١٧٢




ش ١٧٢ . اختلاف حالة المزمار على ما يشاهد بالمنظار الحنجري . $A$ حالة الحنجرة عند احداث برج عال في الغناء . $B$ عند الشهيق الهادي . $C$ توسيعها غاية ما يمكن في الشهيق الغائر . $\bar{A}$ و $\bar{B}$ و $\bar{C}$ وضع الحبلين الصوتيين والغضروفين الطرجهاليين باعتبار حالات المزمار السابقة . $l$ قاعدة اللسان . $e$ القسم العلوي السائب من لسان المزمار . $\bar{e}$ مقر لسان

والحلقيتان الطرجهاليتان الخلفيتان (b شكل ١٧٣) توسعان فتحة المزمار وتبعدان الحبل الواحد عن الآخر. وذلك لانهما اذا انقبضتا جذبتا زاويتي الطرجهاليين الوحشيتين نحو الخلف بحيث تتباعد زاويتاهما المقدمتان اللتان يرتبط بهما الحبلان كما يظهر عند التامل برسم B و C (شكل ١٧٢). وعمل الحلقيتين الطرجهاليتين الجانبيتين عكس عمل سابقتيهما فانهما تجذبان الغضروفين الطرجهاليين الى الجهة المخالفة فتسدان المزمار (c شكل ١٧٤). والعضلة

شكل ١٧٣



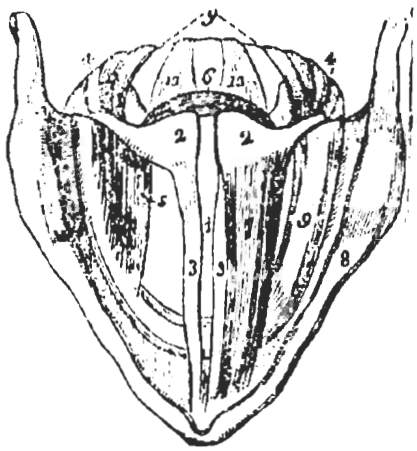
المزمار. ph قسم من الجدار المقدم للبلعوم وراء الحنجرة. r و s الغضروف الاسفيني الموضوع في باطن ثنية مخاطية ممتدة من راس الغضروف الطرجهالي (a) الى لسان المزمار. co الحبلان الصوتيان الصحيحان وهما شفتا فتحة المزمار. cus الحبلان الصوتيان الكاذبان وبينهما والصحيحين بطين الحنجرة

ش ١٧٣. مؤخر الحنجرة وبعض القصبة. h جسم العظم اللامي. e لسان المزمار. i الحافتان الخلفيتان للغضروف الدرقي. c الخط المتوسط للغضروف الحلقي. a القسم العلوي من الغضروف الطرجهالي. g العضلة الطرجهالية. b الحلقية الطرجهالية الخلفية اليسرى. l الغشاء الليفي الواقع في مؤخر القصبة وقد كُشِفت بعض الياقو العضلية عند n

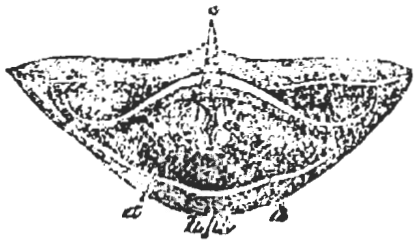
الطرجهالية تضيّق فتحة المزمار فانها اذا انقبضت قرّبت القسم العلوي من الطرجهالي الواحد الى الاخر لانها ممتدة بينهما (a شكل ١٧٣ و6 شكل ١٧٤)

ويتم وضع الحبلين الصوتيين على شكل ان الواحد منهما يكون موازيًا للآخر بواسطة عمل العضلات المذكورة وليس للدرقيتين الطرجهاليتين عمل في ذلك اكثر من غيرها كما زعم البعض . غير ان وضع الحبلين يختلف بحسب اختلاف الكيفيات فتكون فتحة المزمار واسعة مثلثة الشكل مدة التنفس الاعتيادي

شكل ١٧٤



شكل ١٧٥



الهادي الاّ انها تتسع قليلاً مدة الشهيق وتضيق قليلاً عند الزفير . وتتسع كثيرًا اذا كان الشهيق سريعًا غائرًا (C شكل ١٧٣) . وتضيق عند احداث الصوت اذ تتماسّ حافتا الغضروفين الطرجهاليين وتتقارب وتتوازى حافتا الحبلين ويشتد جدًا توترهما . وكلما كان عاليًا اشتد توتر الحبلين (A شكل ١٧٣) ولذلك

---

ش ١٧٤ . باطن الحنجرة من اعلى . 1 فتحة المزمار . 2 الغضروفان الطرجهاليان . 3 الحبلان الصوتيان . 4 العضلتان الحلفيتان الطرجهاليتان الخلفيتان . 5 الحلقية الطرجهالية الجانبية اليمنى واما اليسرى فممتزوعة . 6 الطرجهالية . 7 الدرقية الطرجهالية اليسرى واما اليمنى فممتزوعة . 8 الغضروف الدرقي . 9 الغضروف الحلقي . 13 الرباط الحلقي الطرجهالي الخلفي

ش ١٧٥ . اعلى الحنجرة على ما يشاهد بالمنظار مدة احداث برج واطي . c لسان المزمار . a الغضروف الاسفيني . a الغضروفان الطرجهاليان . 2 قاعدة اللسان . ph الجدار الخلفي للبلعوم

يتوقف مجال الصوت على درجة امكان التوتر. ويظهر التوتر المذكور بواسطة المنظار الحنجري مدة احدات الابراج العالية خلافًا للابراج الواطئة اذ ينخفض لسان المزمار ويحجبها عن النظر. ويعين انخفاض لسان المزمار في جعل الابراج غائرة اي واطئة النَّغَم مع شيء من الصمم ولا يظهر ان له فائدة اخرى في تنويع الاصوات

درجة تقارب الحبلين الصوتيين متقابلة غالبًا لارتفاع البرج غير ان ليس لاتساع الفتحة تاثير عظيم في ارتفاع البرج بل العمل في ذلك لدرجة توتر الحبلين. وقد ظهر من تجارب المعلم مولر انهُ لا يحصل صوت حقيقي عند مؤخر فتحة المزمار اي بين الغضروفين الطرجهاليين وانهُ لا فرق في درجة البرج بين ان يكون مؤخر فتحة المزمار مسدودًا او مفتوحًا بل ذلك موقوف على درجة توتر الحبلين

في الصوت باعتبار الغناء والتكلم

تتبع ابراج الصوت بعضها بعضًا على ثلاث طرق. الاولى اذا كادت جميع الابراج تكون على نَغَم واحد بلا تغيير كما في التكلم الاعتيادي على انهُ يرتفع برج بعض اقسام الكلمات لاجل الاطناب. والثانية الانتقال المتعاقب من الابراج العالية الى الواطئة او من الواطئة الى العالية بدون فترات كالبكاء في البشر والنبح في الكلاب. والثالثة هي الموسيقية التي فيها لكل صوتٍ عدد معين من الاهتزازات. وعدد اهتزازات الاصوات المتتابعة كعدد اهتزازات ابراج السلَّم الموسيقي

---

ويختلف مجال الصوت في افراد البشر من ديوان واحد الى ثلاثة ويمتد في الذين يحسنون الغناء الى ديوانين او ثلاثة. غير ان اصوات الذكور والاناث تبتدئ وتنتهي على ابراج مختلفة من السلم الموسيقي وعبارة هذا الاختلاف ديوان واحد فان برج صوت الانثى الاوطى اعلى من برج صوت الذكر الاوطى بديوان واحد وهكذا في العلو. ولذلك يكون معظم الاختلاف بين صوت الذكر وصوت الانثى من حيث النَغَم ويختلفان ايضًا في الصفة فان صوت الانثى الين

من صوت الذكر. واذا نظرا الى مجال الصوت في الذكور والاناث معًا كان نحو اربعة سلالم

ويتوقف الاختلاف المذكور بين صوت الذكور والاناث من حيث النغمة على اختلاف طول الحبلين الصوتيين في الجنسين فان طولها النسبي في الرجال والنساء كنسبة ثلاثة الى اثنين. واما اختلافهما في الصفة فلسبب اختلاف بناء جدران الحنجرة وشكلها في الجنسين فانها اوسع في الذكور وزاويتها المقدمة احدّ. وللذكور نوعان من الصوت يُميَّزان في صناعة الغناء ويعرفان بالقرار والجواب. وللاناث ايضًا نوعان من الصوت هما الثاني والثالث والفرق الجوهري فيها جميعًا هو في الصفة التي تميّزها ولو كان البرج واحدًا. وربما كان الاختلاف المذكور عائدًا الى نوع الاربطة واجزاء الحنجرة الغشائية والغضروفية كما ان الآلات الموسيقية المصطنعة من مواد مختلفة تختلف في صفة الصوت ولو كان البرج التي تُعزَف به واحدًا

تشبه حنجرة الصبيان حنجرة الانثى لان الحبلين الصوتيين فيهم قبل الادراك لا يبلغان ثلثي طول ما يبلغانه بعد المدة المذكورة وزاوية الغضروف الدرقي قليلة البروز فيهم كما في النساء. ولذلك كانت اصواتهم كاصوات النساء في النغم والديوان الاّ انها اقوى وتختلف عنها قليلاً في الصفة. ثم اذا حصل في الحنجرة التغيير الذي يحدث مدة النمو عند البلوغ صار صوت الصبي كصوت الرجل. غير انهُ بينما يكون التغيير في الشكل آخذًا في الحدوث يتعطل الصوت وقد يصير ابحّ فلا يصلح للغناء الى ان يتمكن من الصفة الجديدة بواسطة التمرين ولا يحدث التغيير المذكور في الخصيان اللذين سُلّت منهم الخصيتان قبل البلوغ. وصوت اكثر المتقدمين في السن ضعيف الصفة لسبب تعظم غضاريف الحنجرة وتغير حالة الحبل الصوتي ومرتجف لسبب فقد القوة العصبية والتسلط على العضلات

واما قوة الصوت فعائدة اولاً الى درجة الاهتزاز التي يقبلها الحبلان

الصوتيان وثانيًا الى صلاحية اغشية الحنجرة وغضاريفها وجدران الصدر وتجاويف الفم والانف للصَدَى اي رجع الصوت حتى انهُ كل ما يعارض خاصة الاهتزاز يضعف قوة الصوت

وتنقبض اقواس اللهاة والغلصمة من احداث الابراج العالية وربما كان ذلك ناشئًا فقط عن عمل عصبي غير اختياري ينبهُ انقباض عضلات الحنجرة المفرط الاختياري وليس لهُ فائدة من هذا القبيل الاَّ اذا كان توترها عند الانقباض معينًا في الصدى . واما وظيفة بطيني الحنجرة فتوسيع الخلاء لاجل اهتزاز شفتي المزمار الموضوع فيهما الحبلان الصوتيان

## التكلم

ما عدا الالحان الموسيقية تتكوَّن في الحنجرة اصوات اخرى كثيرة في البوق الصوتي بين المزمار وفتحات المسالك الهوائية الظاهرة فيتالف من الاصوات المذكورة الكلمات التي تدل على الاجسام وصفاتها واعمالها وتتركب اللغة من الكلمات. وتقسم اصوات التكلم اي الاصوات الملفوظة الى حروف علة وحروف صحة والفرق بينهما ان حروف العلة تتولد في الحنجرة وحروف الصحة تتكون بواسطة تقطع مجرى الهواء في بعض مسير المسالك الهوائية اعلى الحنجرة . ولا يمكن لفظ اكثر حروف الصحة الاَّ اذا صاحبها حروف علة كالباء والتاء والثاء. واما لفظ حروف العلة فيكون قائمًا بنفسهِ وقد يمتدُّ طويلاً . وما هو خاص بكل منها دون الاخر عائد الى درجة فتحة الفم وقد حسب المعلم كمبلين هذه الدرجة في لفظ حروف العلة بنسبة بعضها الى بعض فكانت ٥ للالف و٣ للياء و٢ للواو

وكثيرًا ما يُنسَب التكلم للسان . وكذلك تُسمَّى اللغة لسانًا على ان عملهُ ثانوي ولو كان معتبرًا . لانهُ شوهد في بعض المرضى الذين قُطِعت السنتهم لمرضٍ خبيث انهم يستطيعون التكلم على نوع غير تام ويتغير صوتهم وانما ما يفقدون لفظهُ من الحروف فهو ما للسان مشاركة فيهِ

واما نوع التكلم المعروف بالفنتريلوكزم اي التكلم البطني فالظاهر انهُ تنويع الاصوات الحادثة في الحنجرة بحيث انها تشابه ما يعرض للصوت من التنويع بسبب البعد وغيرهِ . وقد ظهر من مشاهدات موللر وكولومبات ان الامر الجوهري في ذلك هو ان يشهق الانسان شهقة تامة ثم يثبت عضلات الصدر والعنق ويتكلم اذ يكاد يكون الفم مطبوقًا والشفتان والفك السفلي بلا حركة ما امكن والهواء مزفورًا من الفم لا من الانف بكل بطوء مع تضييق المزمار غير ان معظم مماثلة الاصوات الآتية من جهات مختلفة انما يتم بخداع حواس اخر ما عدا حاسة السمع وكيفية ذلك اننا لا نستطيع ان نميز بسهولة جهة الاصوات التي تصل الينا فاذا وُجّه الذهن الى ناحيةٍ ما توهمنا الصوت آتٍ منها خلافًا للحقيقة

اخص فوائد الصوت في الحيوانات الدنية دوام الجنس لانهُ تتم بهِ المواصلة بين الذكور والاناث وبين الامهات والصغار . واما في الانسان فالتكلم هو الاساس العظيم الذي تبنى عليهِ جميع المعاملات البشرية وترقيتهم في سلم العقل واتساع المعارف . واختراع صناعة الكتابة كانَ الفاعل الاعظم بين جميع الوسائط التي رقت الجنس البشري في العلوم والصنائع والتمدن والديانة . فان الكتابة اشارات طبيعية تامة للكلام فتجمع

ما توصل اليهِ جيل من المعارف والخبرة

وتسلمهُ للجيل التابع لكي يضيف اليهِ

ما يحصلهُ وهكذا على تعاقب

الازمان