

الفصل التاسع عشر

في الحواس الظاهرة

الحس عبارة عن قبول العقل معرفة صفات او كيفيات اعصاب الحس نفسها لا الاجسام الخارجة ويتم ذلك بواسطة المجموع العصبي ويكون عادة نتيجة عمل سبب خارجي . وتختلف صفات اعصاب الحس بعضها عن بعض على شكل ان لكل عصب منها صفة خاصة به

يقسم الحس الى نوعين رئيسيين العام والخاص . فالْحس العام حادث عن الحس الاعتيادي الذي تشترك فيه اكثر اجزاء الجسد ويظهر عند اللمس وعند التنبيه فيشعر العقل بالحرارة او البرد او الالم او كون الجسم صلباً اوليناً او املساً او خشناً او غير ذلك بحسب نوع المنبه . ومن هذا الباب ايضاً شعور العقل في الاحوال المرضية بالحكّ واللدغ والالم وغير ذلك من الاحساسات . واذا كان الحس العام على اعلی درجة من الكمال فهو اللمس على ان اللمس يُعدّ غالباً من الحواس الخمس الخاصة مع انه يختلف عنها بانه صفة مشتركة بين اعصاب كثيرة وهي جميع الاعصاب الحاسة الشوكية والرئوي المعدي واللساني البلعومي والمجهمي الخامس

ويقسم الحس الخاص الى خمس حواس وهي حاسة البصر والسمع والشم والذوق واللمس . وظهور الثلاث الاول موقوف على عصب خاص بكل منها وهو البصري لحاسة البصر والسمعي للسمع والشهي للشم . واما حاسة الذوق فمشتركة بين فرعين احدهما من العصب الخامس والاخر من اللساني البلعومي

تُعلمنا الحواس بواسطة خصائص اعصابها بحالات اجسادنا وعلى هذه
الكيفية نعلمنا بصفات الاجسام وتغيراتها التي تحدث تغيرات في حالة الاعصاب.
فان الذي يدركه العقل بواسطة الحواس انما هو صفة او تغير في حالة
الاعصاب على ان العقل قد تعود ان ينسب تنوع حالة الاعصاب الناشئ عن
تأثيرات خارجية الى الاجسام الخارجة نفسها . واعتبار المحسوسات على الوجه
المذكور عادي في الحواس التي يندر تأثير الاسباب الباطنة فيها بحيث لا نشعر
بالخطأ الا عند التأمل . خلافاً للحاسة الشعور حيث تنبه كثير من احساسات
الاعصاب بواسطة الاسباب الباطنة والظاهرة فان ادراك الصواب سهل .
لأننا تصور بسهولة ان الشعور بالالم او اللذة مثلاً عائد الى حالة الاعصاب
وانه ليس صفة الاشياء التي تنبهه . ويصدق هذا الامر على بقية الاحساسات
فان العقل يدرك حالات العصب البصري والشمي وغيرها التي تختلف اختلافاً
جوهرياً عن حالتها مدة السكون سواء كانت ناشئة عن ملامسة اجسام خارجة
او عن تغيرات باطنة فان كانت ناشئة عن السبب الاول عرفها العقل بداهة
او تعلمها بواسطة التغيرات التي تحدثها في حالة الاعصاب

قبول اعصاب الحس الخاص لتأثيرات معلومة كالعصب البصري للنور
والعصب السمعي لاهتزازات الهواء لا ينبغي امكان تنبيهها بواسطة تأثيرات اخر.
لانه ولأن كان العصب البصري يتنبه عادة بواسطة النور والسمعي بواسطة
اهتزاز الهواء والشمي بواسطة دقائق ذات رائحة فقد تنبه صفة كل من هذه
الاعصاب بواسطة اسباب اخرى . غير انه كيفما تنبه عصب الحس الخاص ومهما
كانت درجة التنبيه كان الحس الحادث واحداً في الجوهر بحيث اذا تنبه
العصب البصري مثلاً لم يحدث من ذلك الا حس النور . ولذلك ينسب
هذا الحدوث لصفة متميزة في كل من اعصاب الحس الخاص . وقد اثبتت
تجارب ماجندي ان ليس لاحد هذه الاعصاب حس عام لانه كشف العصبيين
الشميين في كلب ووكرها فلم يظهر شي من الدلالة على حدوث الالم وكذلك

في العصب البصري والشبكية

كل ما يحدث من الحس بواسطة التأثيرات الظاهرة في عصب معلوم قد يحدث أيضاً بواسطة اسباب باطنة تفعل في حالة ذلك العصب . فان احساسات اعصاب اللمس او الحس العام مثلاً المنبهة بواسطة اسباب من الخارج كالبرد والحرارة والالم واللذة تحدث بواسطة اسباب باطنة على الدوام في جميع اجزاء الجسد التي لها اعصاب حاسة . فينتج من ذلك ان احساسات اعصاب اللمس كصفات او صفات خاصة بها تظهر عند وجود الاسباب المنبهة لها سواء كانت هذه الاسباب ظاهرة او باطنة . وكذلك حاسة الشم قد تحدث بواسطة كيفية عصب الشم الباطنة بدون وجود جوهر ذي رائحة في الخارج . وهكذا قد نقب حاسة البصر من حيث النور والظلمة واللون بلا وجود اسباب منبهة ظاهرة وقد يتهمج العصب السمي بواسطة اسباب باطنة فيشعر الانسان بطنين ودوي لا وجود لها في الخارج

ويهمج السبب الواحد باطناً كان او ظاهراً الصفات المميزة لكل من اعصاب الحس الخاص . ومن جملة الاسباب الباطنة التي تفعل في جميع اعصاب الحس الخاص على كيفية واحدة اجتماع الدم في الاوعية الشعرية كما يحدث في الاحقان والالتهاب . فهذا السبب الواحد يهمج في الشبكية بينما تكون العينان مطبوقتين بصر النور وشبهاً ضيائية وفي العصب السمي اصوات دوي وطنين وفي العصب الشمي حساً بالروائح وفي اعصاب الحس العام حاسة الالم . واذا دخل جوهر مخدر في الدم تهيجت في اعصاب كل من الحواس الصفات المميزة لها كالشهب الضيائية وطنين الاذنين وحاسة الدبدبة على سطح الجسد . واما الاسباب الظاهرة كتنبه الكهربية واللطام والتهزاز الدماغ والضغط فتحدث في العين حاسة النور والالوان وفي الاذن اصواتاً قوية وفي اللسان طعماً حامضاً او ملحاً وفي غير اجزاء من الجسد صدمة ارتجاجية

ومع ان الاحساسات المذكورة تنشأ عادة عن كفيات خصوصية في

اعصاب المحس سواء كان السبب ظاهراً او باطناً قد يشعر العقل بها بدون تغيير في حالة الاعصاب ولو بعد الانفصال بين الاعصاب واعضاء المحوس الظاهرة. وذلك لان مجلس اسباب هذه الاحساسات في اجزاء الدماغ التي تنتهي فيها اعصاب المحس. فانه قد شوهد ان ضغط الدماغ مثلاً يحدث المحس بالنور كالاشباح المنيرة التي تنهيج بواسطة اسباب باطنة بعد فالح الشبكية التام. ويُعلل عن اكثر الاحساسات المرضية التي ترافق امراض الدماغ كروية الاشباح وغيرها على الوجه المذكور

نقدم ان المدركات التي نشعر بها بواسطة المحوس ليست الا كيفيات خصوصية محدثة في الاعصاب ويشعر بها على هيئة احساسات غيراته لما كانت اعصاب المحوس اجساماً هيولية مشاركة للهولي في صفاته العامة كاشغال الخلاء وقبول الحركة الاهتزازية وقبول التغيرات الحادثة من العمل الكيماوي وعمل الحرارة والكهربائية اعلمت العقل بواسطة التغيرات المذكورة الناشئة عن اسباب خارجة بمجالها الخصوصية وبصفات الاجسام الخارجة وانتقال كيفيتها كالحركة الانتقالية والاهتزازية والتغير الكيماوي الى غير ذلك. وبمختلف الخبر الحاصل بواسطة المحوس بحال الطبيعة الخارجة في كل حس بمفرده بحسب الصفات المميزة للعصب

اما الاحساس بالحركة فعلى نوعين كالحركة نفسها اي سار واهتزازي. ومعظم قوة ادراك الحركة السارية خاص بحاسة البصر والذوق واللمس. فانه يشعر مثلاً بتأثير ينتقل من جزء واحد من الشبكية الى جزء اخر فيفهم العقل من حركة الصورة حركة الجسم. وكذلك في امر اللمس والذوق اذ ينتقل الاحساس من جزء الى اخر على سطح العضو ويشعر بالحركة الاهتزازية بواسطة جملة من المحوس ولا سيما السمع واللمس. فان الاهتزاز هو المنبه الاعتيادي لحاسة السمع بحيث يدرك الصوت. ويدرك الاهتزاز بواسطة حاسة اللمس على هيئة ارتجافات قد يرافقها تأثير دغدغي

واما الاعمال الكيماوية فتدرك خصوصاً بواسطة الذوق والشم واللمس على الكيفية المميزة لكل منها . واعظم تاثير الاجسام الطيارة التي تغير كيفية الاعصاب بواسطة العمل الكيماوي يحدث في عضو الشم وبعض المواد تعمل في هذا المحس ولا تعمل في الذوق واللمس كبخار الرصاص وبعض المعادن الاخرى . وتدرك بعض المواد الطيارة بواسطة حاسة الشم وحاسي اللمس والذوق ايضاً كبخار الخردل والغازات الحريفة التي تنبه حاسة الشم والذوق ونهيج في ملتحمة العين وغشاء الرتيبن المخاطي نوعاً من المحس العام

وتنسب الاحساسات لا الى مجلسها الحقيقي الباطني بل الى الظاهر والسبب في ذلك لا كيفية الاعصاب نفسها بل الصورة العقلية المرافقة للاحساس والناشئة من الاخبار . لانه في ادراك الاحساسات عمل مركب مشترك بين العقل واعصاب المحس فيتعوّد العقل بواسطة التعلم او الاخبار ان ينسب الاحساسات التي يقبلها الى الاجسام الخارجة عن الجسد ولو كانت اسبابها باطنية . وعلى ذلك يظهر للانسان ان النور الذي يشعر به مدة احتقان الشبكية آت من الخارج وان طنين الاذنين في المرض كانه صوت آت من مكان بعيد فان العقل ينسبها الى العالم الخارجي من حيث قد تعود قبول الاحساسات المشابهة لها

وفضلاً عن ان العقل يدرك الاحساسات وينسبها الى المصادر التي قد تعود ان ينسبها اليها يؤثر فيها راساً فيزيديها قوة بواسطة انتباهه . فان ادراك المحسوسات يكون ضعيفاً او مفقوداً اذا لم يرافقه الانتباه لانه اذا كان العقل عديم العمل من الكسل او كان الانتباه مشغولاً عن اعصاب المحس بواسطة التأمل العقلي غائصاً في لجة الافكار او ملتصقاً بالانفعالات النفسانية الشديدة لم تحدث احساسات الاعصاب تأثيراً في العقل فلا تدرك اي لا يوصل بها الى الذات الشاعرة او اذا وصلت كان عملها ضعيفاً ينسأها العقل بسرعة واذا ذكرها فلا يكون ذلك الا بعد زوال ما اشغله عنها مدة حدوثها

وقد نكون قوة الانتباه الى الاحساسات الناشئة من احد اعضاء الحواس محصورة في قسم واحد منه فيتمكن العقل من التمييز بين اجزاء الحس الواحد . فاذا وجه الانسان ذهنه مثلاً الى كل صفحة البصر في آن واحد لم ير شيئاً واضحاً خلافاً لما اذا وجهه الى جزء بعد جزء على حدته فانه يراه جلياً لسبب تحليل الاجزاء التي يتألف منها الحس الواحد . وهكذا في التمييز بين اصوات الآلات الكثيرة في دائرة الموسيقى

في حاسة الشم

ينبغي لاجل تنبيه حاسة الشم عادةً عمل مواد خارجة يحدث تغيرات خصوصية في العصب الشهي . وهذا العصب يقبل تغيرات كثيرة جداً تابعة لانواع المنبهات الخارجة

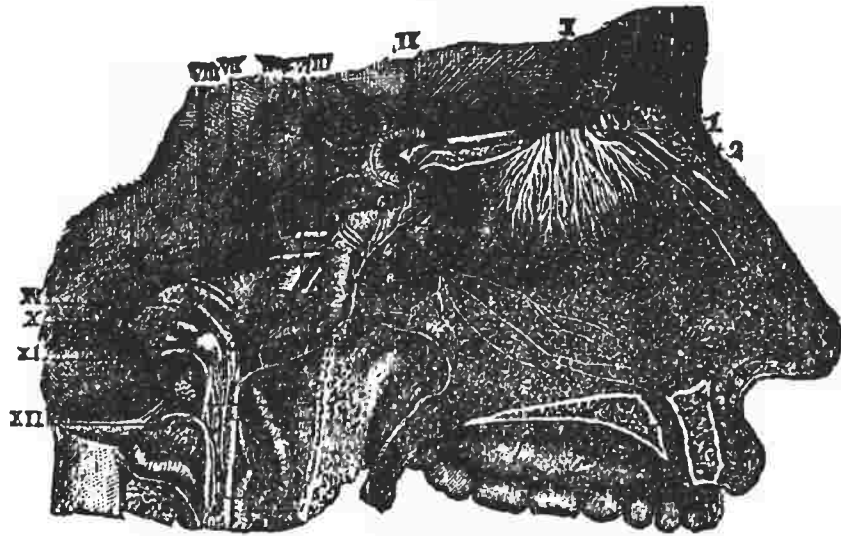
الشرط الاول في حاسة الشم وجود عصب خاص اذا حصلت تغيرات في كينونته وادركها العقل كانت الاحساس بالروائح ولا يوجد عصب اخر غير العصب الشهي منتهي لهذا الانفعال ولو كانت الاسباب الفاعلة فيها واحدة . والجوهر الواحد الذي ينبه حاسة الشم في العصبين الشهيين قد ينبه حاسة الذوق بواسطة عصبي الذوق وحاسة اللذع والاحتراق في اعصاب اللس غير ان حاسة الشم منفردة ومتميزة عنهما مع انها تدرك في الزمن الواحد . والشرط الثاني حالة خصوصية في عصبه او تغير خصوصي يحدثه المنبه اي الجوهر ذو الرائحة

الاسباب المادية في الروائح هي غالباً في الحيوانات التي تعيش في الهواء اما جوامد محمولة في الهواء الكروي بحالة التجزئة الدقيقة جداً او بخرة غازية كثيراً ما تكون خفية الكيفية لا يكشفها عامل الا حاسة الشم . ولا بد من كون جميع المواد المشمومة على الاطلاق محلولة في مخاط الغشاء المبطن للأنف قبل امكان وصولها الى العصب الشهي وعملها فيه . ولذلك يضاف الى الشرطين

السابقين في الشعور بالروائح شرط آخر وهو ان يكون غشاء الحفرة الانفية المخاطي رطباً . فاذا كان جافاً تعطلت حاسة الشم او بطلت بالكليّة كما يشاهد في الدور الاول من الزكام اذ تعطل او تبطل قوة الشعور بالروائح لسبب نقص الافراز المخاطي الانفي

وبشروط ايضا في الحيوانات التي تعيش في الهواء ان تنقل المادة المشمومة على هيئة سيل بواسطة المخربين . ويتم ذلك بحركة شبيهة بينما يكون الفم مطبوقاً ولذلك لنا سلطة اختيارية على حاسة الشم لاننا اذا وقفنا التنفس منعنا الشعور بالروائح واذا شمهنا شمهات سريعة متكررة واعان في ذلك عمل المخربين كان التأثير اشد (انظر صفحة ٢٦٧)

شكل ١٧٦

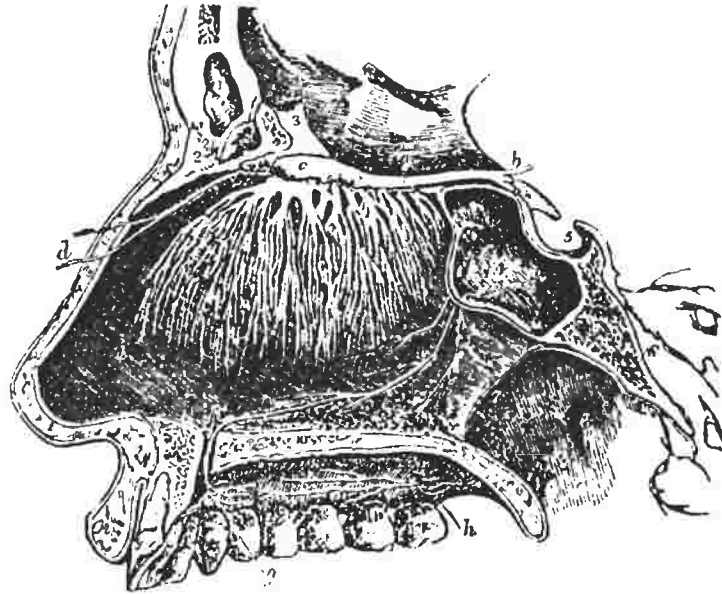


الاجزاء الجوهرية التي يتكوّن منها عضو الشم هي خيوط العصبين الشميين التي تتوزع في الغشاء المخاطي الذي يغطي الثلث العلوي للفواصل الانفي والقريبي العلوي والقسم العلوي من القريبي المتوسط وسقف الحفرتين الانفيتين اسفل

شكل ١٧٦ . اعصاب الفاصل الانفي على الجانب الايمن . ١ البصلة الشمية . ٧ الاعصاب الشمية نازلة من ثقب الصفيحة الغربالية ومتوزعة على الفاصل . ٢ الفرع الانفي من العصب الخامس من العصب الانفي المحنكي وفروعه . الارقام الرومانية تشير الى الاعصاب المعجمية الاثني عشر بحسب ترتيبها

الصفحة الغربية من العظم المصفوي . هذه الجهة الشمية مغطاة بايثيليوم عمودي غير هدي تحالطة كريات مغزلية الشكل لها زوائد دقيقة يقال لها الكريات الشمية ويظن انها متصلة بخيوط العصب الشبي الانتهائية . واما النسم السفلي من الحفرتين الانفيتين ويقال له التنفسي فبطن بايثيليوم عمودي هدي الأ عند المنخرين فانه هناك قشري

شكل ١٧٢



وقلما تتغير فروع العصبين الشبيين عن الصفات المميزة للجزءين الاصليين وهما في باطن الجمجمة اي ان نسيجهما لين ولونهما يميل الى السنجابي وهي اكثر مشابة للعصب السمباتوي من مشابة بقية الاعصاب الجمجمية لانهما خالية من جوهر شوان الابيض الظاهر ولانها حبيبية البناء نووية . وتوزع الفروع على هيئة ضفائر حشكة غير ان كيفية انتهاء الخيوط لا تزال مبهمة

حاسة الشم محصورة في اجزاء الحفرتين الانفيتين التي يتوزع فيها العصبان

شكل ١٧٢ . « العصب الشبي . b اصوله المنشائية . c بصلته . d العصب الانفي من العيني . e العصب الانفي الحنكي من عقدة ميكل . f الثقب الحنكي المقدم الذي ينفذ منه العصب السابق . g فروع حنكية من العصب المذكور . h العصب الحنكي الخلفي . واما الارقام فتشير الى اجزاء عظمية (انظر شكل ٢١١ من التوضيح في اصول التشريح)

الشميان . واما الحفر او الجيوب المستطرفة الى المنخرين فلا يظهر انها تتعلق بها لان المعلم ديشان حفن الهواء المشبع ببخار الكافور في الجيب الجبهي بواسطة فتحة ناسورية وحفن ريشيران مواد ذات رائحة في كهف هيمور وهو الجيب الفكي فلم تحدث حاسة الشم في احدى المحالتين . ويظهر ان فائدة الجيوب المذكورة تخفيف ثقل عظام الوجه وتوسيع المساحة لاجل صدء الهواء عند التصويت . فانه عوض اشغال تجاوبها بالدهن كبقية العظام قد اُسْغِلَتْ بالهواء كما يشاهد في كثير من عظام الطيور

ولجميع اجزاء التجاوبف الانفية سواء كانت مجلس حاسة الشم اولا الحس العام الذي تكتسبه من الفروع الانفية للقسم الاول من العصب الخامس ومن فروع عفة ميكل المتصلة بالقسم الثاني من العصب المذكور ولذلك يُشعر في باطن الانف بالبرد والحرارة والحكاك والدغدة والالم . غير ان هذه الاعصاب لا تعمل العمل الخاص بالعصيين الشميين بدليل حوادث المرض التي تبطل فيها حاسة الشم وتدوم انواع الحس العام او اللمس في الغشاء المخاطي الانفي . على انه كثيراً ما يتعسر التمييز بين حاسة الشم والحس العام ومعرفة ما هو خاص بكل منهما على حدته ولا سيما اذا كان المنبه بخاراً حريفاً كالامونيا والخردل وغيرها فان الحس الناشئ عنها لا يختلف كثيراً عن حس اعصاب اللمس وبكاد يكون عملها في الانف كعملها في غشاء الجفنين المخاطي . ونوه ما جندي النيسيو اوجي الشهير انه ربما كان للعصب الخامس حاسة الشم من دوام الاحساس العام بالمواد الحريفة المذكورة في الانف بعد اهلاك العصيين الشميين

تختلف الحيوانات في درجة ادراك الروائح الواحدة فان للحيوانات التي تاكل اللحوم قوة عظيمة في شم الروائح الخاصة بالمواد الحيوانية وفي تتبع حيوانات اخر بواسطة رائحتها ويظهر انه فلما لها من الاحساس بروائح النباتات والزهور خلافاً للحيوانات التي تاكل النبات فان قوة شمها تتعلق خاصة بالنبات وقلماً تفعل في الروائح الحيوانية ولا سيما اذا كانت ناشئة عن حيوانات من غير نوعها .

والانسان اضعف شئاً من حيوانات كثيرة من الرتبين المذكورين غير انه يفوقها في كثرة انواع الروائح التي يستطيع ان يدركها ويميز بينها . وربما كان سبب هذا الاختلاف عائداً الى اختلاف في صفات اقسام الدماغ التي تتعلق بالجهاز الشهي ثم ان الروائح اما طيبة او كريهة فاذا كانت كريهة كانت مقابلة للالم وبهر الالوان وعدم اتفاق الاصوات في الحواس الاخر . ولا يعلم سبب هذا الاختلاف في النتائج الحادثة من اختلاف الروائح غير انه من المحقق ان طيب الروائح وكراهتها امر نسبي لان حيوانات كثيرة تعيش في وسط الروائح التي لا يطيئها الانسان . ويشاهد اختلاف عظيم من هذا القبيل بين البشر فان الرائحة الطيبة للبعض قد تكون كريهة لغيرهم . ومن الناس من لا يشم بعض الروائح كما ان بعضهم لا يدرك بعض الالوان . ويختلف افراد البشر في قوة هذه الحاسة كما يختلفون في قوة البصر وربما يُعلل عن ذلك بانه يوجد اتفاق بين بعض الروائح وعدم اتفاق في غيرها كما هو المعلوم في امر الالوان والاصوات والطعام فانه كما لا يجد البعض لذة في الموسيقى كذلك لا يدرك غيرهم نسبة الروائح فلا يجدون لذة عظيمة فيها

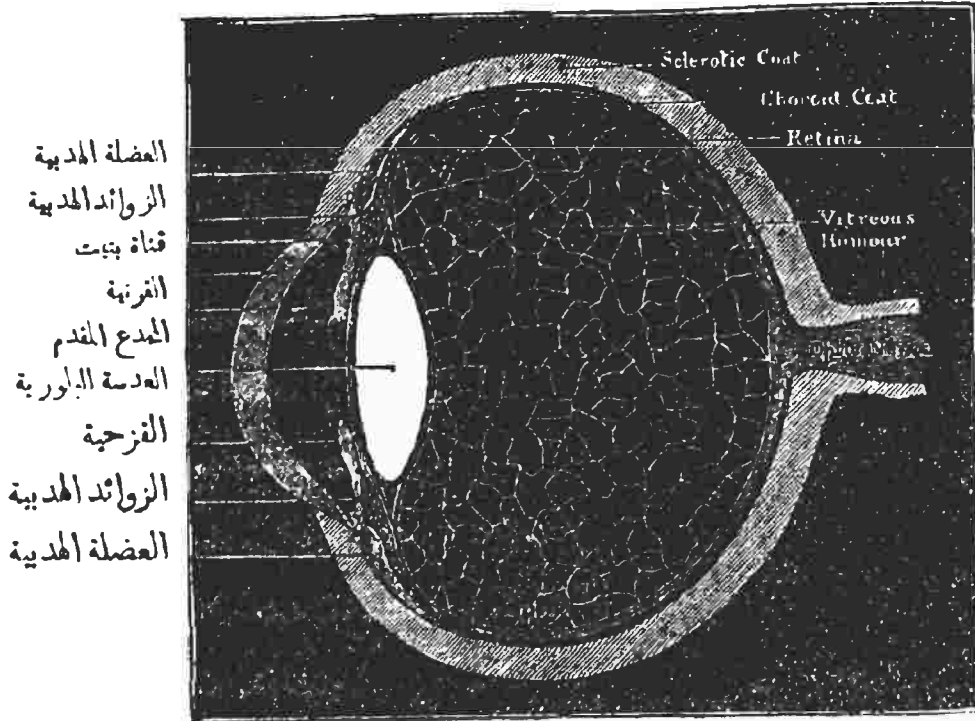
ولم تُستقص الى الآن دراسة عمل العصب الشهي في الجواهر عديمة الرائحة غير انه شوهد بالامتحان انه اذا حنت مادة لرائحة لها كالاملاح الى باطن الانف لم تحدث حاسة الشم ولكن احتكاك الآلة الكهربائية يسبب رائحة شبيهة برائحة النصفور . وقال رثر انه اذا أُطلق سيل كلواني على عضو الشم حدثت دغدة في خيوط العصب الخامس ربما أدت الى العطاس وتنبهت رائحة كرائحة الامونيا من القطب السلي ورائحة حامضة من القطب الايجابي . وقد يشم الانسان رائحة ليس لها وجود ولا يشمها الغير وهذا كثيراً ما يحدث في الذين مزاجهم عصبي وبصيب كل واحد احبباً . وشوهد بعد الموت في انسان كان يشم دائماً رائحة ردية ان العنكبوتية مشحونة برواسب عظيمة وكان في منتصف النصفين الكرويين الخيين اكياس منجية . وشاهد دويو رجلاً وقع عن فرسه

فكان يشم رائحة رديّة الى زمن موته بعد وقوعه بسنين كثيرة

في حاسة البصر

المقلة عضو البصر واما الابنية التي تتألف منها فهي : الصلبة التي تكون
الطبقة الظاهرة من طبقات المقلة وتحيط بنحو خمسة اسداسها . والقرنية الممتدة

شكل ١٧٨



من الصلبة الى المقدم فتشغل السدس الباقي . والمتمم وهو غشاء مخاطي مغطى
للقرنية ومقدم الصلبة وما يغطي منه مقدم القرنية مؤلف من ايتيليوم قشري
فقط . والمشيحية طبقة موضوعة الى باطن الصلبة . والشبكية طبقة اخرى موضوعة
الى باطن المشيحية . واما باطن المقلة فتشغل بثلاث رطوبات تعد من المقدم
الى المؤخر وهي المائية والعدسة البلورية والزجاجية . والقرنية شفة ممتدة من
المشيحية مدلاة عمودياً في القسم المقدم من باطن المقلة مثقوبة في مركزها يقال
للثقب المذكور المحدث . والعضلة الهدبية موضوعة وراء اتصال الصلبة بالقرنية

شكل ١٧٨ . Sclerotic Coat . الطبقة الصلبة . Choroid Coat . الطبقة المشيحية . Retina .

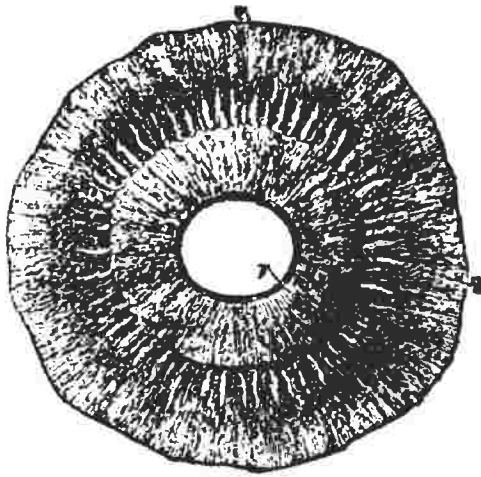
الشبكية . Vitreous Humour . الجسم الزجاجي . Optic Nerve . العصب البصري

وظائفها تحكم العين للبصر على مسافات مختلفة من البعد

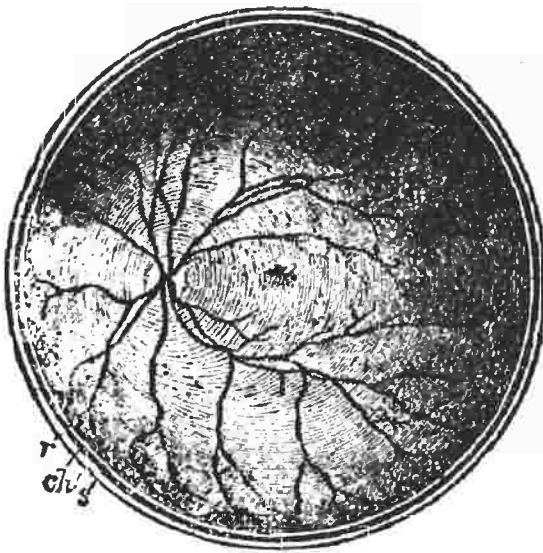
شكل ١٧٩



شكل ١٨٠



شكل ١٨١



شكل ١٧٩. بناء القرنية المكروسكري. a قطعة عمودية من القرنية. b ايبيليوم ممتد من المنعرج. c الصفيحة اللدنة المقدمة. d الباف ممتدة من الصفيحة المذكورة في بعض القسم المركزي من القرنية. e الصفيحة الخلفية ويقال لها غشاء ديمور. f الايبيليوم الباطن الذي يغطي الصفيحة المذكورة. g الايبيليوم المذكور مكبر $\frac{1}{2}$. h مقطع عرضاً للحدقة. i مؤخر الزوائد الهدبية مكبرة $\frac{1}{2}$. j مؤخر القرنية والعضلة العاصرة. شكل ١٨٠. k مقدم المشيمية. l احد الزوائد الهدبية. شكل ١٨١. النصف الخلفي من الشبكية اليسرى على ما يشاهد من المقدم. m الصلبة.

اما الصلبة فطبقة متينة مظلمة قليلة المرونة مكونة من نسج ليفي موصل على هيئة طبقات متواصلة بعضها ببعض

والقرنية مكونة من بناء ليفي كالصلبة الممتدة هي منها غير ان الالياف مرتبة على شكل انه يتكون منها غشاء شفاف لاجل نفوذ مرور النور . والى مقدمها ومؤخرها غشاء مرن منجناس البناء مغطى بايبثيليوم

والمشيمية هي الطبقة الثانية من طبقات المقلة وضعها متوسط بين الصلبة الى الظاهر والشبكية الى الباطن . وهي مولدة من غشاء رقيق كثير الاوعية على سطح الباطن طبقة من الكريات الملونة سوداء اللون . معظم فائدة المشيمية انها تمتص بواسطة صباغها الاسود اشعة النور التي تمر من القرنية الشفافة فتمنع انعكاسها على الشبكية والتشويش الذي يحدث من ذلك لوضوح الصور المرسومة هناك . ولذلك نُجهر الحيوانات التي مشيمتها خالية من الصباغ المذكور والجهر في البشر من نور النهار . وتنتهي المشيمية من المقدم بالزوائد الهدبية (شكل ١٨٠)

والشبكية غشاء لطيف منفر تعبيرة مُتجه نحو المقدم تنتهي من الامام بقرب الجزء الظاهر من الزوائد الهدبية بحافة مفلجة فلو جاً دقيقة يقال لها الحافة المستننة . الشبكية نصف شفافة اذا كانت حديثة العهد تميل الى الحمرة ثم تظلم ويميل لونها الى السنجابي . وهي مكونة من انبساط العصب البصري وبنائها الجوهري من الياقوت الانتهاية التي تفقد المادة البيضاء الظاهرة ومن كريات عصبية

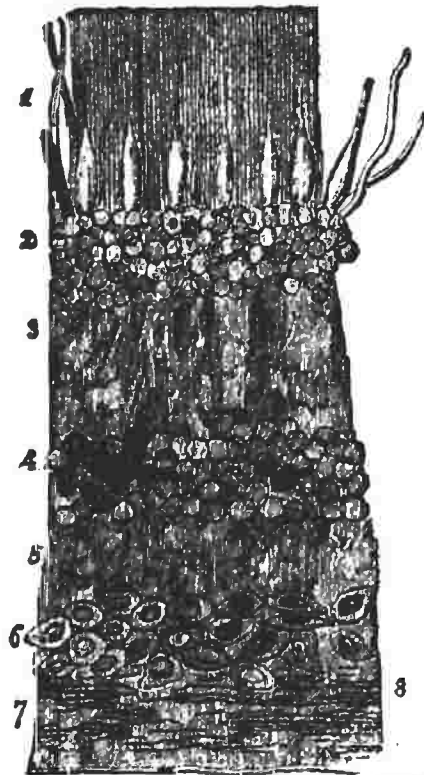
ويشاهد في مركز الشبكية اي عند نقطة محور العين حيث تقناهي حاسة البصر في الكمال بقعة مرفعة مستديرة مصفرة اللون قطرها نحو $\frac{1}{24}$ من القطر

المشيمية . *ch* الشبكية . تشاهد البقعة الصفراء في مركز الرسم . والى اليسار منها مدخل العصب البصري الذي ينفذ منه الشريان المركزي ويتفرع في الشبكية وقلماً تذهب فروعه نحو البقعة الصفراء

عند قمتها ثقب دقيق يقال لها بقعة سويرين الصفراء . وإلى الانسية بنحو $\frac{1}{10}$ فيراط من البقعة المذكورة أي من محور العين نقطة انبساط الياف العصب البصري لتكوين الشبكية . والنقطة المذكورة وحدها عديمة قوة البصر دون جميع اجزاء الشبكية

إذا قُطعت الشبكية قطعاً عمودياً شوهد بالمكروكوب انها مولفة من ثلاث طبقات رئيسية مختلفة البناء تختلف فيها الياف يقال لها الياف مولار . الطبقة الاولى الظاهرة هي غشاء يعقوب ويقال لها الطبقة العمودية . والثانية المتوسطة هي الطبقة الحبيبية . والثالثة الباطنة هي الطبقة العصبية . ويحد الطبقات المذكورة من الظاهر المشيمية ومن الباطن الغشاء الحاد

شكل ١٨٢



اما الطبقة العمودية (غشاء يعقوب) فمولفة من اجسام اسطوانية او عصبية

شكل ١٨٢ . قطع الشبكية قطعاً عمودياً . ١ الطبقة العمودية أي غشاء يعقوب . ٢ و ٣ و ٤ الطبقة الحبيبية . ٥ طبقة سنجابية متوسطة بين السابقة والطبقة العصبية . ٦ طبقة من المحسبات العصبية . ٧ و ٨ طبقة من الالياف العصبية . ٩ الغشاء الحاد

الشكل شفاقة شديدة القوة في كسر الاشعة موضوعة وضعاً عمودياً بالنسبة الى سطح الشبكية واطرافها الظاهرة غائصة في صباغ المشيمية . ويظهر ان هذه الاجسام العصبوية متصلة بواسطة الياف دقيقة خارجة منها بالحوصلات العصبية التي تدخل في تكوين الطبقة الباطنة من الشبكية وهذا يؤيد قول كوليكر وموللربان وظيفتها الخاصة ببول تاثيرات النور وحملها الى النسم الحساس من الشبكية

والطبقة الحبيبية مولفة من طبقتين من النوى ظاهرة وباطنة تتوسط بينهما طبقة ثالثة يقال لها الطبقة بين النوى

والطبقة العصبية مكونة من جسيمات او حوصلات عصبية والياف عصبية . فالجسيمات العصبية موضوعة الى الظاهر وهي كثيرة العدد على البقعة الصفراء ومفقودة بالكلية عند نقطة مدخل العصب البصري . والالياف العصبية متشعبة من نقطة مدخل العصب البصري وممتدة منه على هيئة شبكة غشائية دقيقة وتنتهي على الارحج في الجسيمات العصبية وهي مفقودة في البقعة الصفراء . معظم توزع الاوعية الدموية في الطبقة العصبية

تتمكن الياف العصب البصري الانتهائية بواسطة الشبكية والاجزاء الاخرى المذكورة آنفاً من قبول تاثير اشعة النور وايصالها الى الدماغ حيث ينبه حاسة البصر . غير ان النور لا يحدث في الشبكية صور الاجسام الا اني هو منها الا اذا كان عند اندفاعه من اجزاء معلومة من الجسم الظاهر ينبه اجزاء تقابلها في الشبكية . لانه لما كان النور يتشعع من جسم منير الى جميع الجهات كانت النقطة المنيرة نضي على كل سطح الشبكية لانقطة واحدة فقط منها ما لم يكن هناك اوساط تعارض مروره . ولذلك كان لابد من ان الشبكية تحتاج الى جهاز بصري موضوع الى مقدمها ليفصل نور الاجسام المختلفة بعضها عن بعض والا لما ابصرت شيئاً واضحاً غير التمييز بين نور النهار وظلام الليل . فبناءً على ما تقدم نجد في الانسان وفي جميع الحيوانات ذوات الفترات اوساطاً شفاقة كاسرة

موضوعة الى مقدم الشبكية لكي تجمع في نقطة واحدة الاشعة الكثيرة المنفرجة من كل نقطة في الجسم الظاهر وتوجهها بحيث تسقط على نقط تقابل النقط المذكورة في الشبكية فتحدث صورة تامة للجسم الذي صدرت منه . والواسط الكاسرة المذكورة هي بحسب وضعها من المندم الى الخلف القرنية والرطوبة المائية والعدسة البلورية والجسم الزجاجي (شكل ١٧٨)

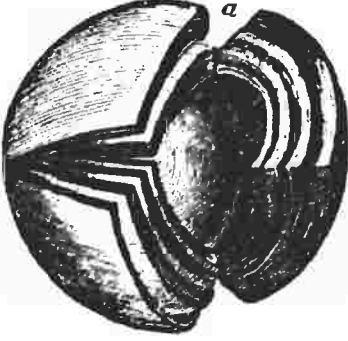
اما القرنية التي سبقت الاشارة الى بنائها (صفحة ٤٢٧) فتكسر اشعة النور التي تسقط عليها وتخرقها ونسبب اجتماعها على طرفتين . الاولى بواسطة كثافتها لانه من جملة نواميس البصريات انه اذا مرّت اشعة النور من وسط اللطف الى وسط اكثف ووقعت على السطح على خطوط مائلة عن الخط العمودي لذلك السطح عدلت عن سيرها المستقيم ومالت نحو الخط العمودي . والطريقة الثانية بواسطة تحدبها لانه من جملة نواميس البصريات ايضاً انه اذا وقعت اشعة النور على سطح محدب شفاف انكسرت نحو المركز واكثر الاشعة انكساراً هي ما كانت ابعد عن مركز السطح المحدب

ووراء القرنية خلافاً لشغلة الرطوبة المائية مقسوم الى عقد عين مقدم وخلفي تفصلها القرنية وهي شفة غشائية سيأتي الكلام عليها . ولم يعرف بعد بالتحقيق عمل الرطوبة المائية في اشعة النور التي تخرقها وانما يرجح ان معظم فائدتها انها تعين في املاء المقلة بحيث تكون على الدرجة الواجبة من التحدب وانها وسط مناسب لاجل حركات القرنية فيه

ووراء الرطوبة المائية والقرنية جسم محدب الوجهين هو العدسة البلورية الغائصة في مقدم الرطوبة الزجاجية التي سيأتي الكلام عليها . والعدسة اهم الابنية الكاسرة في العين . وبنائها كثير التشوش غير انه يقال على الجملة انها مكونة من الياف متحدة من جوانبها بعضها ببعض وموضوعة معاً على هيئة طبقات عديدة الواحدة فوق الاخرى فاذا انصابت في الكحول انشقت الى ثلاثة اقسام كل قسم منها مكون من طبقات متراكمة موضوعة بعضها فوق بعض . وتشتد

العدسة كثافة وقوة في كسر الاشعة من الظاهر الى الباطن بحيث يكون قسمها المركزي الذي يقال له النواة اشد ها كثافة. وتزداد العدسة كثافة مع تقدم

شكل ١٨٣



السن فهي لبنة في الطنولية صلبة في الشينوخة وهي أكثر استدارة في اوائل الحيوة منها في الشينوخة والرطوبة الزجاجية تكون نحو اربعة اخماس كرة العين وتشغل كل الخلاء الواقع بين الشبكية والعدسة. وهي لبنة هلامية القوام ومعظم ثاليفها من طبقات عديدة مكونة من غشاء لطيف بسيط

يشغل الخلايا الواقعة بينها سائل مائي صافٍ. ويرجح ان لها مشاركة في كسر الاشعة الذاهبة الى الشبكية غير انه بظهران اخص فائدتها املاء باطن المقلة وحفظ الشبكية على بعد مناسب من العدسة

والقزحية حجاب غشائي عمودي الوضع فاصل الخلاء المشغول بالرطوبة المائية الى مخدعين كما تقدم. والحدقة ثقب مركزي في القزحية لاجل مرور النور منه. بناء القزحية من الياف عضلية آلية غائصة في نسج ليفي خلوي. واكثر الالياف المذكورة منشعة من المحيط نحو الحدقة وبعضها حلقي الشكل موضوع بقرب حافة الحدقة بحيث يكون عند الحافة نفسها حافة نامة. فاذا انقبضت الالياف المنشعة اتسع حجم الحدقة واذا انقبضت الحلقية التي هي بمنزلة عضلة عاصرة ضاقت الحدقة. والفائدة الحاصلة من حركات القزحية تعين كمية النور النافذة الى الشبكية والعائدة الى حجم الثقب الحدقي. ووجه القزحية الخلفي مغطى بصباغ اسود فلا يمر شيء من اشعة النور الى الشبكية الا ما نفذ من ثقب الحدقة

والعضلة الهدبية مكونة من الياف عضلية آلية على هيئة منطقة ضيقة حول

شكل ١٨٣. بناء العدسة البلورية. مكبرة $\frac{1}{2}$. انشفاق طبقاتها بعد التصليب بالكحول. وبشاهد في الباطن قسمها المركزي وهو النواة

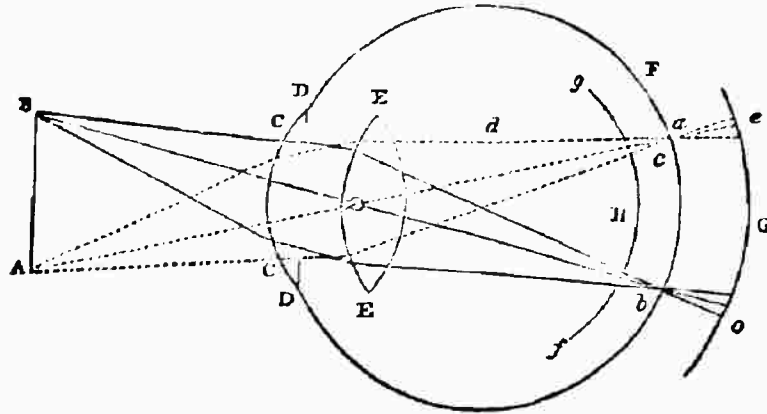
باطن المقلة قرب خط اتصال القرنية بالصلبة وراء حافة الفرجة الوحشية (شكل ١٧٨). اليافها التي نحو الظاهر مرتبطة من المقدم بالوجه الباطن لخط اتصال الصلبة بالقرنية ثم تنفرج قليلاً نحو الخلف وترتبط بالزوائد الهدبية وبقسم صغير من المشيمية الى الوراء من الزوائد. واليافها الباطنة واقعة الى باطن سابقنها وهي على هيئة منطقة حلقة حول باطن المقلة الى الظاهر من الزوائد الهدبية. وكان يقال سابقاً للحلقة المذكورة الرباط الهدبي. وظيفة هذه العضلة تحريك العين لاجل رؤية الاجسام على مسافات مختلفة من البعد كما سيأتي القرنية والصلبة بمنزلة محفظة للاجزاء الواقعة في باطن المقلة. وقد سبق الكلام على العضلات المرتبطة بالصلبة لاجل تحريك المقلة وعلى اعصابها (صفحة ٢٦٠)

في وظيفة البصر واحكامه

الاجزاء الجوهرية التي يتألف منها جهاز العين البصري اولاً بناء عصبي يقبل تاثيرات النور وينقلها الى الدماغ. ثانياً اوساط كاسرة توجه اشعة النور التي تخترقها على شكل انحدار يحدث منها صورة الجسم الخارج اي الشئ مرسوماً رسماً ناماً على الشبكية. ثالثاً حجاب فيه ثقب مركزي قابل الانقباض لاجل تعيين كمية النور التي تدخل العين. رابعاً بناء انقباضي متسلط على اخص الاوساط الكاسرة لكي يتمكن العين من بصر الاجسام على مسافات مختلفة وتضع كيفية العمل في ذلك من الرسم التابع (شكل ١٨٤) وهو عبارة عن قطع عمودي للعين من الامام الى الخلف. فان اشعة مخاريط النور الصادرة من نقطتي BA ومن جميع نقط جسم موضوع امام العين تنكسر اولاً اي تنحرف نحو محور المخروط بواسطة القرنية CC والرطوبة المائية الواقعة بينها وبين العدسة ثم تنكسر مرة اخرى عند نفوذها في العدسة EE الى الرطوبة الزجاجية لان للعدسة المحدبة الوجهين خاصة كسر اشعة النور وجمعها عند نفوذها من وسط الطيف في وجهها المقدم المحدب اولاً ثم عند خروجها من وجهها الخلفي المحدب

الى وسط الطف . ولذلك تجتمع اشعة مخروط A ومخروط B مرة اخرى عند نقطتي a و b واذا كانت الشبكية F موضوعة عند a و b ارسيت عليها نقطتا

شكل ١٨٤



صورة الشئ $B A$ ارساماً واضحاً ولكن مقلوبين لان نقطة a تكون عند a ونقطة B عند b . فاذا لم تكن الشبكية عند a و b بل الى الامام او الى الخلف كما اذا كانت عند II و G فلا تشاهد نقط عند g و o و b بل يقع مستديرة منيرة لان عند II لا تكون الاشعة قد اجتمعت وعند G تكون قد اجتمعت وثقاطعت وانفرجت . فلا بد اذا من كون الشبكية على بعد معلوم من العدسة موافق لوقوع نقطة الاحتراق عليها والّا فلا ترسم عليها صورة واضحة اي لا تجتمع الاشعة الصادرة من نقطة مفروضة في نقطة الاحتراق على نفس الشبكية

اما الوسائط التي تؤدي الى وضوح ودقة الصور المرسومة على الشبكية باعتبار نسبة كفيات العين الى الاجسام الخارجة فتقسم الى ثلاثة اقسام وهي اولاً الوسائط التي تمنع عدم وضوح الصورة لسبب خطاء الاشعة . ثانياً الوسائط التي تمنع ذلك عند بصر الاجسام على مسافات مختلفة . ثالثاً الوسائط التي بها يدرك العقل استقامة الاجسام التي صورها في الشبكية مقاوبة

١ . لما كانت الشبكية مقعرة وكانت تتقارب شيئاً فشيئاً من مركزها الى حافتها نحو العدسة لزم ان لا تكون صور الاجسام المرسومة على الجوانب واضحة بقدر وضوح الاجسام المرسومة بقرب مركز فسمحة البصر التي تتكوّن صورها على

بعد وراء العدسة مطابق لوضع الشبكية . وفضلاً عن ذلك لا تجتمع جميع اشعة مخروط النور الوارد من جسم موضوع الى جانب فسمحة البصر في نقطة واحدة لسبب عدم مساواة انكسارها لان انكسار الاشعة التي تنفذ من محيط العدسة اعظم من انكسار الاشعة التي تنفذ من قسمها المركزي . فبناءً على السببين المذكورين كان يحدث عدم وضوح في البصر لو لم تكن هناك وسيلة لاجل اصلاح الخلل . وهذا الاصلاح يتم في كلا الامرين بواسطة الفرجية التي تكون حجاباً حلقياً يغطي محيط العدسة ويمنع نفوذ النور الا من المحدقة

معظم انضاح صورة الجسم يحصل متى كانت المحدقة ضيقة والجسم على بعد مناسب للبصر والنور كثيراً بحيث اذا دخل عدد كافٍ من الاشعة منع تضيق المحدقة تشويش الصورة لسبب الخطاء الكروي اي عدم مساواة الانكسار المذكور آنفاً

غير ان الصورة المكوّنة من الاشعة النافذة من محيط العدسة قد تكون واضحة اذا كانت المحدقة كثيرة الانساع كما يحدث في الظلام او اذا كان النور ضعيفاً واما الصورة المكوّنة من الاشعة المركزية فتكون حينئذٍ غير واضحة او غير منظورة لسبب ان محترق هذه الاشعة لا يصيب الشبكية

وما يعين ايضاً في وضوح البصر وجه المشيمية الباطن الموضوع الى ظاهر الشبكية ووجه الفرجية الخلفي والزوائد الهدبية فانها جميعها مغطاة بصباغ اسود يمتص الاشعة التي قد تنعكس في باطن العين ويمنعها من الوقوع مرة اخرى على الشبكية ومعارضة الصور المرسومة هناك . وتتم هذه الفائدة بواسطة صباغ المشيمية خصوصاً فان الشبكية شفافة جداً واذا لم يكن لون السطح الذي ورائها قائماً يمتص الاشعة كانت الاشعة التي علمت في الشبكية تنعكس وتخترقها وتقع مرة ثانية على اجزاء اخرى من هذا الغشاء فتسبب الجهر من زيادة النور وعدم وضوح الصور

عند نفوذ النور من عدسة محدبة ينحل غالباً كل من الاشعة الى الوان

الاصلية فتظهر حافة ماونة حول الصورة لسبب عدم مساواة الانكسار في الالوان
الاصلية . ويقال لهذا الخلل الخطاء اللوني ويُصلح في الآلات البصرية بواسطة
استعمال عدستين او اكثر تختلفان في الشكل والكثافة فان الثانية منها تديم
او تزيد انكسار الاشعة الحادث عن الاولى غير انها تركب الالوان الاصلية
المخاصة بكل من الاشعة مرة ثانية وتعيدها الى نورها الابيض الاصلي فتصلح
الخطاء اللوني الحاصل من العدسة الاولى . وربما كانت فائدة اختلاف القوة
الكاسرة في الاوساط الشفافة الموضوعة الى مقدم الشبكية اصلاح الخلل المذكور
غير ان الاصلاح لا يتم في العين البشرية الا اذا كان محترق الصورة واقعا على
الشبكية او اذا تحكمت العين لبصر الاجسام على مسافات مختلفة . فاذا بطل
احد هذين الشرطين ظهرت الالوان كثيرا او قليلا

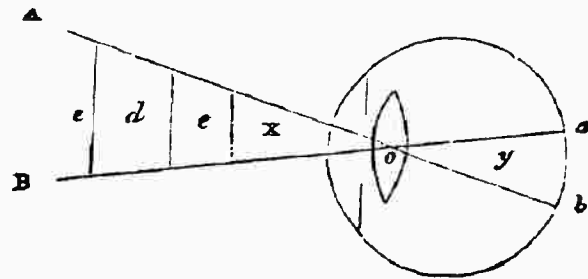
٢ . وضوح الصورة المرسومة على الشبكية موقوف خصوصا على اجتماع
الاشعة الصادرة من جميع نقط الجسم المنيرة في المحترق على نفس الشبكية . فاذا
كان المحترق الى مقدم الشبكية او الى ورائها لم يكن البصر واضحا . والبعد الاحترافي
اي بعد النقطة التي تجتمع فيها الاشعة النافذة من عدسة عائد الى درجة
تحدب العدسة وكثافتها والى بعد الجسم عن العدسة فاذا كان قليلا كان
البعد الاحترافي كثيرا وبالعكس . وبناء على ذلك لما كانت الاجسام الموضوعة
على مسافات مختلفة تشاهد بوضوح يكاد يكون متساويا اذا كان المجال محصورا
على انه يختلف في الافراد كان لا بد من جهاز في العين يمكنها من تحكيم نفسها
لبعد الشئ حتى انه كيفما كان البعد الاحترافي يكون المحترق واقعا دائما على
نفس الشبكية

واختلفوا في التعليل عن القوة المذكورة اي تحكيم العين للبصر على مسافات
مختلفة . غير انه من الظاهر انه ينتج ولا بد من احد سببين الاول تغيير درجة
تحدب القرنية او العدسة او كثافتها بحيث تتغير قوتها الكاسرة . والثاني تغيير
وضع الشبكية او العدسة حتى تكون نقطة الاحتراق التي تجتمع فيها الاشعة

بواسطة العدسة واقعة دائماً في الموضع الذي تشغله الشبكية سواء كان الجسم قريباً أو بعيداً وزاد البعد الاختراقي أو نقص . وقد وافق عامة الفيسبولوجيين هلمهلتز على مذهبه في هذا الشأن وهو ان السبب الرئيسي في تحكيم العين لبصر الاشباح على مسافات مختلفة هو تغيير في شكل العدسة يزيد او ينقص تحدب وجهها المقدم تبعاً لبعد الشئ فانه كلما كان قريباً زاد تحدب وجهها المقدم وكلما كان بعيداً نقص . ولما كانت العدسة خالية من قوة الانقباض كان العامل في تغيير شكلها العضلة الهدبية على ان كيفية عملها مجهولة . وربما كان الصواب في ذلك انه عند توجيه البصر الى الاجسام القريبة تنقبض العضلة المذكورة فتتقصر عمل الرباط المعلق المرن في تسطح العدسة وذلك ان العدسة مائلة دائماً الى التسطح . من عمل الرباط المعلق فيها فاذا انقبضت العضلة الهدبية نقصت شد الرباط وتسطح العدسة الناشي عن الشد المذكور فيزيد تحدبها . وعند النظر الى الاجسام القريبة تنقبض الفرجية فتنبه حافتها المحدفة قليلاً جداً نحو المقدم وتضيق المحدفة وهذا العمل عكس ما يحدث في النظر الى الاجسام البعيدة

وتختلف في الأشخاص قوة تحكيم البصر لمجال المسافات ويكاد بعضهم يكون فاقداً هذه القوة بالكلية . ويشاهد من هذا الخلل في البصر نوعان . الاول وضوح البصر اذا كانت الاشباح قريبة للعين وعكس ذلك اذا كانت بعيدة ويقال لهذا النوع ميوبيا اي قصر البصر وهو مسبب عن كل ما يزيد قوة العين الكاسرة كزيادة تحدب العدسة بحيث تتكون صور الاشباح الى مقدم الشبكية . ويصلح الخلل المذكور بواسطة زجاجات مقعرة . والنوع الثاني وضوح البصر اذا كانت الاجسام بعيدة بحيث لا يشاهد الجسم الصغير الا اذا كان مبعداً عن العين ويقال لهذا النوع پرسبيوبيا اي بصر الشيوخ وهو مسبب عن احوال معاكسة لاحوال قصر البصر ويصلح بواسطة الزجاجات المحدبة التي تنقص البعد الاختراقي للصورة المرسومة في العين

٢. اتجاه سبيل الاشعة المكسورة تابع لسبيل الشعاع المركزي اي محور المخروط الذي تنكسر الاشعة نحوه . ولذلك ترسم دائماً صورة كل نقطة من الجسم على خط هو نفس محور المخروط كما يشاهد في خط aB او bA من شكل ١٨٥ فان شكل ١٨٥



bA محور مخروط النور الصادر من A اي هو شعاعه المركزي و aB محور مخروط النور الصادر من B فترسم صورة A عند b وصورة B عند a . ولذلك ما كان في الجسم الى الاعلى يصير في الصورة الى الاسفل وبالعكس وكذلك ما كان في يمين الجسم يصير في يسار الصورة وما كان في يساره يصير في يمينها . وقد يتخيل ذلك بعل فتحة في اعلى العين بحيث تشاهد الشبكية من الرطوبة الزجاجية فتري صور الاجسام المنيرة كنوافذ البيت مقلوبة عند قاع العين . ويتم المطلوب ايضاً اذا سلخت طبقات العين عند مؤخرها مع ابقاء الشبكية سليمة

ولم يمكن الى الآن التعليل الكافي عن ان العقل يدرك الاجسام مستقيمة مع ان صورها على الشبكية مقلوبة . فذهب مولر وفولكان الى ان العقل يشعر بالجسم مقلوباً خفية وان ذلك لا يحتاج الى اصلاح لان جميع ما يرى انما يرى مقلوباً فلا تتغير اوضاع الاجسام من حيث نسبتها بعضها الى بعض ولذلك لا يمكن البرهان على انقلاب الصور الا بواسطة التجربة ودرس نواميس البصريات . ومثال ذلك انقلاب الاجسام اليومي الحادث من دوران الارض الذي لا نعلمه الا بمراقبة النجوم على انه من الخفق ان في اربع وعشرين ساعة ما يكون اسفل بالنسبة الى النجوم يصير اعلى . ولهذا السبب لا تقع مخالفة بين الاحساس بالبصر المقلوب وبين حاسة اللمس التي نشعر بالاجسام على وضعها المستقيم لان

صور جميع الاجسام ومن الجملة صور اعضائنا منلوقة في الشبكية على حدٍ سوى
ولذلك بينى وضعها النسبي واحداً . حتى ان صورة البد عند استعمال اللس
تشاهد منلوقة ولذلك نسي الوضع الذي نشاهد الاجسام فيه الوضع المستقيم
على اننا عند النظر في المرآة قلماً نفطن بان بين الجسد يكون في يسار الصورة
وقلماً نتع مخالفة بين احساس اللس في توجيه الحركة وبين حاسة البصر كرى بط
مند بل العنى مثلاً امام المرآة

وبناء على ما تقدم يظهر ان ادراك استقامة وضع الاجسام ناتج عن عمل
عقلي ومكتسب من الخبرة . وللعقل ايضاً مشاركة في غير ذلك من عمل البصر
كحاسة البصر نفسها وادراك التغيرات الحادثة في الشبكية من حيث النور
والالوان وايضاً كتحويل الصور المرسومة على الشبكية الى صورة عقلية من حيث
اتساع فسحة البصر وكالفرب والبعد وشكل الاجسام وحجمها والتاثير المتبادل
بين اجزاء الشبكية وعمل كلنا العينين في زمن واحد وغير ذلك مما يشترك فيه
عمل العقل وحاسة البصر

اما الصورة العقلية من حيث حجم فسحة البصر فان الحجم المرسوم عائد
الى سعة الشبكية اذ لا يشاهد من الصور الا ما امكن رسمه عليها في زمن واحد .
فتكون من هذا القبيل الشبكية نفسها التي يدرك العقل التاثيرات الحادثة فيها
هي فسحة البصر . ولكن بالنسبة الى العقل ليس لها حدود معلومة لاننا اذا نظرنا
الى باطن جسم اجوف صغير الحجم موضوع امام العينين كانت فسحة البصر
صغيرة جداً واذا نظرنا الى الفلاة من ثقب صغير كانت كبيرة واذا
نظرنا اليه من نافذة كانت اوسع وتتناهى في الاتساع اذا كان النظر مطلقاً غير
محصور بحجم قريب . فان الصورة العقلية من حيث فسحة البصر في جميع ما ذكر
تختلف كثيراً مع ان الحجم المطلق المرسوم في الشبكية يكاد يكون واحداً فيها
جميعاً . فنتج من ذلك ان العقل مشارك لعمال البصر دائماً حتى انه بتعمير
اخيراً تعين ما لجرّد الاحساس وما لتاثير العقل في البصر

ومن هذا القليل ايضا ادراك حجم الاجسام ادراكا صحيحا كما يظهر من مراجعة الشكل السابق (١٨٥) فان زاوية x الواقعة عند تقاطع الشعاعين المركزيين الصادرين من نقطتين مختلفتين من جسم واحد يقال لها الزاوية البصرية. وهذه الزاوية تتسع كلما اتسعت المسافة الواقعة بين نقطتي A و B وبما ان زاويتي x و y متساويتين اتسعت المسافة الواقعة بين A و B في الصورة المرسومة على الشبكية تبعاً لانساع زاوية x . والاجسام الموضوعة على مسافات مختلفة من العين مثل $و$ و $هـ$ اذا كانت زاويتيها البصرية x واحدة لا بد من ان يكون حجم صورها المرسومة في الشبكية واحداً ايضاً واذا كانت شاغلة لزاوية واحدة من فتحة البصر كانت صورها ايضاً شاغلة للموضع الواحد في الشبكية

غير ان العقل يرى اختلافاً عظيماً بين حجم هذه الصور لسبب تصور امر البعد والقرب لانه يدرك من صورة $و$ مسافة بصرية ممتدة الى $هـ$ او $ا$ بحيث ربما تصور قطعة ارض مرسومة على الشبكية مثل $و$ ومنظورة على زاوية x ميلين في المساحة بشرط ان يكون قد عرف ان مساحتها كذلك واستنتج هذه المساحة من عدد الاجسام المعروفة التي يشاهدها في ذلك الوقت. وكما يظهر للعقل اختلاف حجم الاجسام في فتحة البصر التي زاويتيها البصرية واحدة وحجم صورتها في الشبكية واحد كذلك يظهر له كل فتحة البصر مختلفة في الحجم ولو كان حجمها المطلق في الشبكية واحداً

ولذلك تختلف حاسة البصر من هذا القليل عن حاسة اللمس التي تدرك حجم الاجسام بواسطة اللمس. لان ما تمسه اليد من الجسم يظهر عظيمًا بقدر اليد التي تمسه والجزء المماس من الجسم هو القياس لحجم الجسم الممسوس خلافاً لحاسة البصر التي تكون فيها صور الاجسام المطبوعة على الشبكية جزءاً صغيراً جداً من حجمها الحقيقي الذي تدركه الخيلة كما هو اذ نحل احساسات البصر ونميز بين حجم الاجسام وكل فتحة البصر على ان حجم الصور بالنسبة الى كل فتحة البصر

وقسم الشبكية المتأثر بالنسبة الى كل الشبكية لا يتغيران

يقال لخط الاتجاه الذي يشاهد فيه الجسم الاتجاه البصري وهو موقوف على قسم الشبكية الذي ترسم عليه الصورة وعلى بعد ذلك القسم من نقطة الشبكية المركزية ونسبته اليها. وبناءً على ذلك تكون الاشباح التي تصيب القسم الواحد من الشبكية واقعة في الاتجاه البصري الواحد واذ ينسب العقل الصور المرسومة على الشبكية الى العالم الخارج لم تتغير نسبة الصور بعضها الى بعض واما معرفة شكل الاجسام من البصر فينتج بعضها من مجرد المحس والبعض الاخر من اتمتلاف المعقولات. فانه يتميز بين الاشكال السطحية للاجسام بواسطة المحس فقط كالتمييز بين الدائرة والمربع واما تمييز الاشباح المجسمة كالكرة والمكعب فلا يتم الا بواسطة عمل العقل الذي يركب الشكل الخاص بالشئ المجسم من الصور السطحية التي تراها العين عند تغيير وضعها بالنسبة الى ذلك الجسم. ولذلك كان الذين ولدوا عمياً واسترجعوا قوة البصر بعد البلوغ يشاهدون جميع الاجسام مسطحة ولا يميزون المجسمة منها الا بعد تمرين حاسة البصر وتركيبها مع حاسة اللمس

وتعرف حركة الشئ من حركة الصورة على سطح الشبكية ومن حركة العين التابعة لحركته. فاذا تحركت الصورة على الشبكية مدة سكون العينين والجسد حكماً بان حركة الشئ هي تغيير وضعه بالنسبة الينا. وقد تكون حركته في ما فرضناه بحسب الظاهر فقط كما اذا كنا واقفين على جسم متحرك كالسفينة ونرى الجرا والارض متحركة. ولكن اذا كانت الصورة لا تتحرك بالنسبة الى الشبكية بل بنيت ثابتة على موضع واحد فيها وكانت عيوننا تابعة للجسم المتحرك حكماً على حركته من المحس بالعضلات العاملة في تحريك العين. واذا تحركت الصورة على سطح الشبكية وكانت عضلات العين عاملة حينئذ على نوع يقابل الحركة المذكورة كما في القراءة فتحكم بان الشئ ثابت ونعلم اننا نقدر وضع العينين بالنسبة اليه. ويظهر احياناً ان الشئ متحرك مع انه والعين ثابتان كما يحدث في

دوار الرأس

قد ينجم نشاط الذهن بواسطة قوة الانتباه الى احدى الحواس دون
الآخرى بحيث اذا كان مشغولاً بواحدة منها لم يشعر بالآخرى . واذا كان
مشتغلاً بامور عقلية اشتغالا تاماً لم يشعر بحاسة البصر او غيرها فقد لا يبصر
الانسان شيئاً او يسمع او يلمس وهو في لجة الافكار . ولذلك ما هو ضروري من
الانتباه لحاسة البصر ضروري لتحليل ما يشاهد في فسيحة البصر لان الذهن
لا يدركها جميعاً دفعة واحدة بل يحتاج الى الانتباه اليها شيئاً بعد شيء . ومن
جملة الادلة على ذلك انه اذا نظر الى شكل هندسي مركب احدث ذلك تأثيراً

مختلفاً بحسب اتجاه الانتباه الى بعضه دون البعض الآخر كما اذا



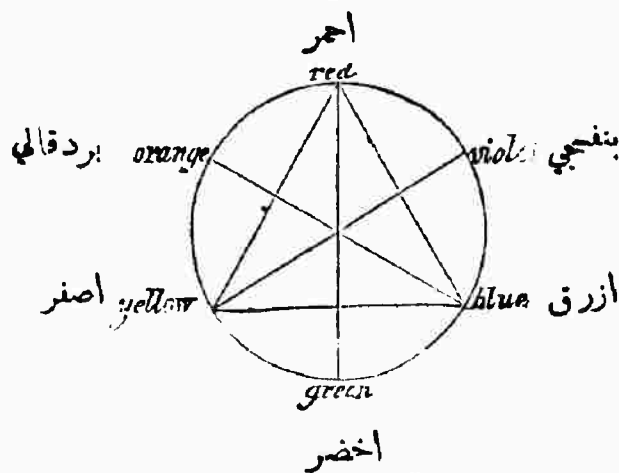
نظر الى شكل ١٨٦ فقد يدرك الجميع او بعضه فقط ادراكاً
واضحاً كالمثلثات الستة التي عند الدائرة او الشكل المستدس
الذي في الوسط او المثلثين الكبيرين . وكلما كانت اجزاء الشكل

كثيرة ومختلفة دعى ذلك الى قوة الانتباه . وبناءً على ذلك يحدث انشراح
لحاسة البصر عند النظر الى زخرفة البناء . لان العقل يرى فيها اشكالاً جديدة
على الدوام بتسلي بها

مدة دوام المحس الحادث من نايير جسم منبر في الشبكية تكون دائماً
اطول من النايير الذي احدثه لانه مما كان النايير قصير المدة تدوم النتيجة
الحادثة منه لا محالة نحو ثمن ثانية . فانه اذا ظهر شبح متحرك كالفرس في ليلة
مظلمة بواسطة لمعة برق شوهد مدة ثمن ثانية ولكنه غير متحرك لانه مع ان الصورة
تبقي على الشبكية المدة المذكورة لم تظهر بالحقيقة الا مدة لمعة البرق اي لحظة قصيرة
جداً بحيث لم يمكن الشعور بحركة الفرس مدة الاضاءة وظهور الشبح في شبكية
الناظر . ويبرهن ايضاً على ذلك على سبيل العكس فان عوارض الدولاب
السريع الدوران لا تشاهد كأنها اجسام متميزة لانه قبل ان يزول نايير الواحدة
منها يعقبها نايير عارضة اخرى ولذلك يظهر ان جميع باطن الدولاب مشغولاً

ويقال للصورة الباقية في الشبكية بعد زوال الشئ الخيال ونطول مدته كلما طال التأثير الذي أحدثه. ولذلك بطول ادراك صورة شئ منير كالنافذة التي يمتاز النور فيها اذا كانت قد تمكنت العين من النظر اليه مدة طويلة. ويختلف لون الخيال بحسب لون الشئ فيكون غالباً ابيض او منيراً اذا كانت صورة الشئ بيضاء او منيرة ومظلماً اذا كانت مظلمة. وقد تنعكس النسبة في بعض الكيفيات فما كان نيراً بصير مظلماً وما كان مظلماً بصير نيراً وذلك حينما لا تنطبق العين بل تتحول من جسم منير الى جسم اخر ابيض او نير كالحائط الابيض او القرطاس. ولذلك يظهر الخيال الشمسي منيراً اذا انطبقت العين ومظلماً اذا تحولت منه الى سطح ابيض. ويعمل عن ذلك بان قسم الشبكية الذي يقبل الصورة المنيرة يبقى مدة معينة قليل الحس خلافاً لما اذا كانت الصورة مظلمة. والخيالات العينية التي تبقى على الشبكية بعد غيبوبة الاشباح الملونة تكون دائماً ملونة غير ان لونها لا يكون كلون الشئ بل اللون المخالف له. فيكون خيال الشئ الاحمر اخضر والشئ الاخضر احمر والبنفسجي اصفر والاصفر بنفسجياً كما يرى في شكل ١٨٧. والسبب في ذلك ظاهر وهو ان قسم الشبكية

شكل ١٨٧



الذي يقبل صورة حمراء مثلاً يعيا من ذلك اللون ولكنه يبقى حاساً ببقية الاشعة التي اذا اشتركت مع الشعاع الاحمر كوّنت النور الابيض ولذلك اذا انفصلت الاشعة المذكورة عن الاحمر وانعكست من شئ ابيض احدث اللون

الاخضر. وبالعكس اذا كان الشبح المنظور اولاً اخضر اعيأت الشبكية من الاشعة الخضراء وقبلت صورة حمراء عند توجيه العين الى شبح ابيض. وقس على ذلك بقية الالوان التي تختلف على ما ترى في الشكل السابق

ثم ان الشبكية عند نقطة مدخل العصب البصري فاقدة الحس بتأثيرات النور فحداً تاماً. ويمتنع ذلك بطبق العين اليسرى مثلاً وتوجيه محور العين اليمنى بثبات نحو البقعة المستديرة المرسومة هنا ثم اذا كانت الصفحة على بعد

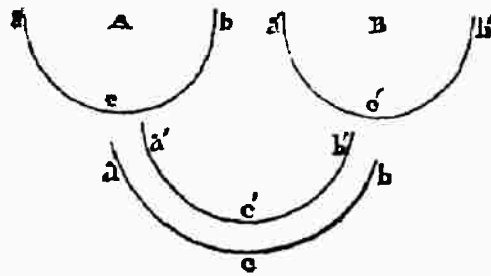
نحو ستة قراريط من العين كانت البقعة والصليب ظاهرين ولكن اذا زدنا المسافة بين العين والشبح بواسطة تباعد الكتاب شيئاً فشيئاً عن الوجه مع ابقاء العين اليمنى متجهة بثبات الى البقعة غاب الصليب عن النظر فجأة. ثم اذا ابعدنا الكتاب الى اكثر من ذلك رجع ظهوره فجأة ايضاً. والسبب في ذلك ان قسم الشبكية المشغول بدخل العصب البصري فاقد البصر ولذلك متى كان وحده شاغلاً فسمحة البصر ووقعت صورة الشبح عليه لم يشعر بها
في همل كلنا العينين في زمن واحد

تأثير الشبح المحول الى العقل واحد مع ان حاسة البصر ثم بواسطة عضوين. وقد اختلفوا على التعليل عن ذلك. فذهب المعلم كال الى ان الانسان لا يستعمل العينين في زمن واحد في البصر بل عيناً واحدة فقط وهذا القول صحيح في الذين عينا هم مختلفان في البعد الاحترافي واما في اكثر البشر فيدرك الشبح بواسطة عمل كلنا العينين في زمن واحد. لانه اذا وضع اصبعان الواحد الى مقدم الاخر امام العينين ثم اتجه البصر الى ابعدهما بحيث يشاهد مفرداً اظهر الاقرب مزدوجاً واذا نظرت الى اقربهما اظهر الابعد مزدوجاً وفي كلا الحالين يكون فرد الصورة المزدوجة خاصاً بعين واحدة والاخر بالآخرى

ولا يتم البصر المفرد الا اذا تأثرت اجزاء معلومة من الشبكتين في زمن واحد فاذا كانت اجزاء الشبكتين في قبول صورة الشبح مختلفة كان البصر

مزدوجاً . والجزاء المتقابلة في الشبكتين التي ينشأ منها تأثير واحد من صورتين هي الاجزاء التي تناس عند وضع الشبكة الواحدة الى مقدم الاخرى (شكل ١٨٨) وعلى ذلك يكون القسم الجانبي الوحشي من العين الواحدة

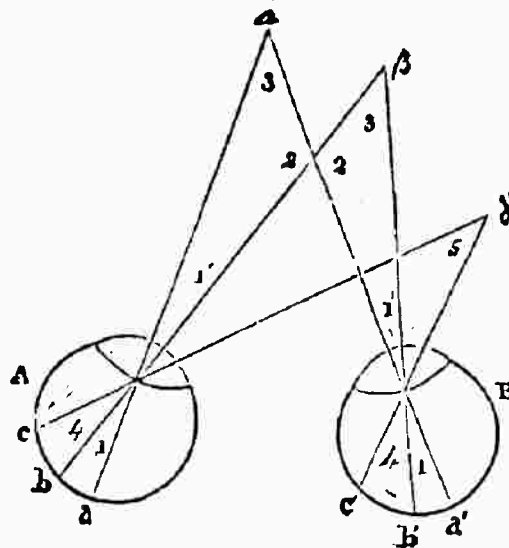
شكل ١٨٨



مطابقاً للقسم الانسي من العين الاخرى اي a من العين A مطابق a من العين B والقسم العلوي من الشبكة الواحدة مطابقاً ايضاً للقسم العلوي من الشبكة الاخرى وكذلك القسمان السفليان متطابقان . وقد يمتحن ذلك بهذه التجربة وهي انه اذا ضغطت اي جزء كان من المفلة بحيث نشأ التأثير الشبكية شوهدت حلقة منيرة الى الجانب المخالف من فصحة البصر للجانب الذي ضغط . واذا ضغطت اعلى المفلة الواحدة واسفل الاخرى بالاصبع في غرفة مظلمة شوهدت حلقتان منيرتان الواحدة فوق الاخرى . وكذلك يشاهد شجبان اذا ضغطت وحشي المفلتين او انسيهما في زمن واحد . ولذلك يكون من المحقق ان اعلى المفلة الواحدة واسفل الاخرى غير متطابقتين وكذلك قسم الشبكتين الجانبيان الوحشيان وقسماهما الجانبيان الانسيان . ولكن اذا كان الضغط على اعلاهما او اسفلها في زمن واحد شوهدت حلقة واحدة منيرة . وكذلك لو كان الضغط على a وحشي المفلة a وعلى a انسي المفلة B شوهد خيال واحد الى يمين فصحة البصر واذا كان الضغط عند b و b من المفلتين كان الشج واحدًا الى اليسار ولذلك يصح ان نعتبر كرتي الشبكتين موضوعتين الواحدة فوق الاخرى (كما في شكل ١٨٨) بحيث يكون القسم الايسر من العين الواحدة موضوعاً على القسم الايسر الذي يقابله في العين الاخرى وكذلك الايمن على الايمن و a على a

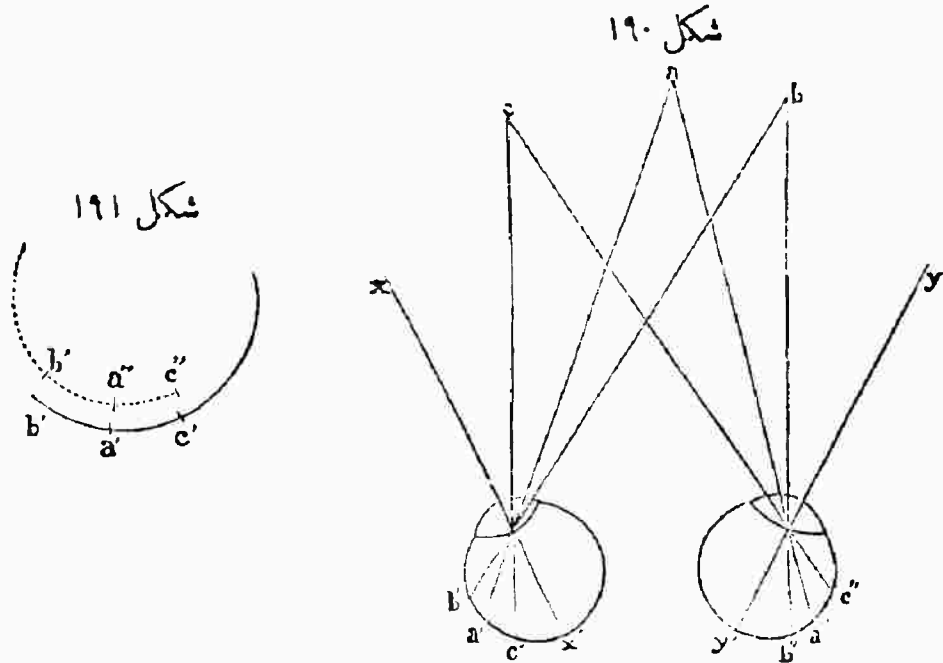
و b على k و c على c وما كان متوسطاً بين a و c في الشبكة الواحدة مطابق لما يتوسط بين a و c في الشبكة الاخرى وما بين b و c لما بين b و c . واما ما بقي من الاجزاء فغير متطابق بحيث يكون البصر مزدوجاً عند رؤية الشج الواحد خلافاً لما اذا كانت الصورتان مرسومتين على اجزاء متقابلة في الشبكتين وبناءً على ما تقدم اذا كان وضع كلتا العينين بالنسبة الى شج منبر على كيفية ان صورتي الشج ترسمان على اجزاء متقابلة او متطابقة في الشبكتين كما يحدث اذا التقى محور العينين في نقطة واحدة شوهد الشج مفرداً والا كان مزدوجاً كما في الحول. لانه اذا كان محورا العينين A و B (شكل ١٨٩) متجهين بحيث يلتقيان عند a شوهد الشج الموضوع عند a مفرداً لان نقطة a في الشبكة الواحدة و a في الاخرى متقابلتان. وكذلك اذا كان الشج عند β موضوعاً بحيث تقع صورته في كلتا العينين على بعد متساوٍ من نقطة الشبكة المركزية اي عند b في العين الواحدة و b في الاخرى شوهد مفرداً لانه يصيب قسيتين متقابلين في كلتا الشبكتين. وكذلك اذا كان الشج عند γ

شكل ١٨٩



واما في ذوات الاربع فتختلف الاقسام المتقابلة في الشبكتين عما هي في الانسان لان محور عيونها منفرج غالباً فلا يمكن التقاء المحورين في نقطة واحدة من الشج. فاذا نظر الحيوان الى شج موضوع امامه رأساً اصابت صورته في كلتا

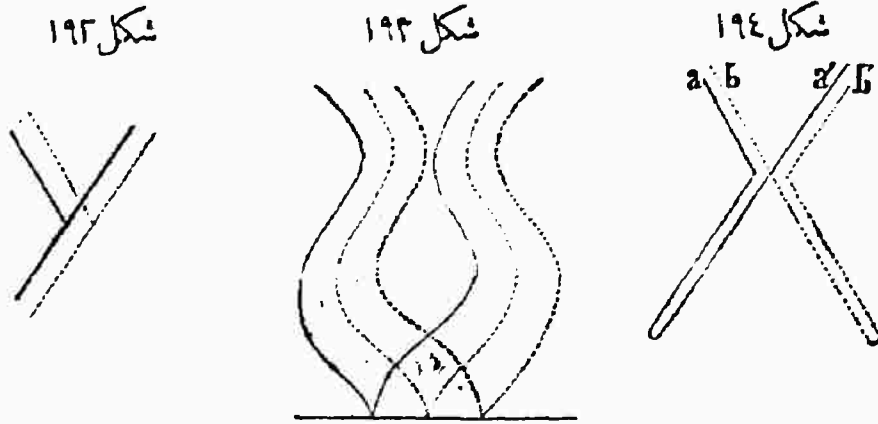
العينين القسم الوحشي من الشبكتين وعلى ذلك تقع صورة a (شكل ١٩٠)
عند $\bar{a}$ في الشبكية الواحدة وعند $\bar{a}$ في الثانية فيكون $\bar{a}$ و $\bar{a}$ نقطتين متقابلتين.
وفس على ذلك b و c . وربما كانت نسبة الشبكتين فيها حسب الرسم في
شكل ١٩١



واما السبب في ان الصورتين المرئيتين على اجزاء متطابقة في الشبكتين
لا يحدث منهما الأحس واحد وإدراك صورة واحدة فلا بد من انه يكون ناتجا
من كيفية بناء القسم الدماغى للجهاز البصري او عن عمل عقلي لانه ليس من
خصائص اعصاب شطري الجسد المتقابلة ان يكون حسها واحداً منسوبا الى
موضع واحد الا في العصيين البصريين

وقد حاول كثيرون التعليل عن ذلك بناء على النسبة التشريحية الكائنة
بين العصيين البصريين وقالوا ان تتقاطع بعض الياقها في الجمع البصري
وسيرها الى عين الجهة المخالفة وسير الالياف الاخرى الى العين التي الى جهتها
بحيث يتكوّن جانب الشبكتين الايسر من جذر واحد من العصب وجانها
الايمن من الجذر الاخر يحمل الى هذا التعليل . وقال مولران هذا المذهب
لا يصح الا اذا فرضنا ان كل ليفة في القسم الدماغى من العصيين البصريين

تنقسم في الجمع الى فرعين يذهبان الى نقطتين متقابلتين في الشبكتين كما
يشاهد في شكل ١٩٣ وليس لهذا الزعم برهان



وذهب اخرون الى ان كلاً من العصبين البصريين يتضمن نفس ما يتضمنه
العصب الاخر من عدد الالياف وان الالياف المتقابلة في العصبين تتحد في
العقد الحسية كما يشاهد في شكل ١٩٣ . غير انه لم يُعلل في هذا المذهب عن
تقاطع بعض الياف العصبين في الجمع

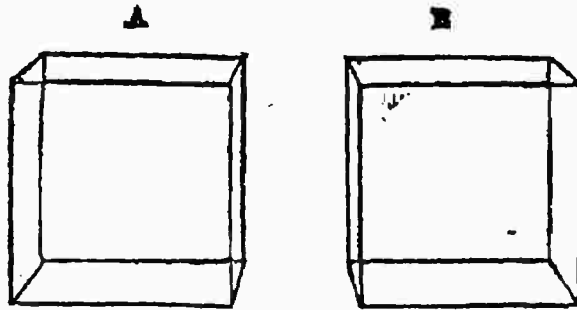
وقال غيرهم ان الالياف الآتية من نقط متقابلة في الشبكتين (a و a شكل
١٩٤) تجتمع في الجمع البصري في عصب واحد من العصبين البصريين ثم اذا
صارت الى الدماغ اتحدت بعروة او نشأت من نقطة واحدة . وكذلك b و b .
وعلى هذا المذهب يكون مقر الياف النصف الايسر من كل من الشبكتين في
النصف الكروي الايسر من الدماغ والنصف الايمن من الشبكتين في النصف
الكروي الايمن

ومن جملة هذه الاقوال انه عند مقدم الجمع البصري تتقاطع الالياف
العصبية من الشبكية الواحدة الى الاخرى فكانتها الياف مجمعة بين الشبكتين
توصل الاجزاء المتقابلة منها وتعلل عن اتحاد علمها كما يعلل عن اتحاد عمل
النصفين الكرويين بواسطة مجموعهما المستعرض اي الجسم الصلب

غير ان القول المرجح على الجملة هو ان الصورة العقلية المفردة الناشئة عن
التأثيرين الحادثين في الشبكتين من عمل العقل . وما يسند ذلك ما ذكره

العلامة هو يتستون من ان القوة العاقلة عاملة في ادراك الاشباح المجسمة او البارزة . فانه اذا وُضع شمع بقرب العينين بحيث لا يمكن بصره الا اذا اجتمع المحوران البصريان اختلفت كيفية بروزه النظري في كل من العينين واشتد الاختلاف كلما اشتد اجتماع المحورين البصريين . فاذا وضع شكل ذو ثلاثة ابعاد كرم المكعب مثلاً على مسافة معتدلة امام العينين ثم نظر اليه بكل من العينين على التعاقب بينما يكون الراس مثبتاً شوهدت صورته في العين اليمنى على هيئة ^A (شكل ١٩٥) وفي العين اليسرى على هيئة ^B . وقد اثبت المعلم

شكل ١٩٥



المذكوران معرفتنا بتجسم الاشباح او بروزها موقوفة على هذا الامر . واذا وُضعت امام الاجزاء المتقابلة من الشبكتين صورتنا شمع مجسم احداها الصورة التي تشاهدها العين اليمنى والاخرى ما تشاهدها العين اليسرى (مثلاً ^A و ^B شكل ١٩٥) ادرك العقل صورة مفردة بارزة مجسمة هي نفس صورة الشمع الذي رُسمت منه الصورتان . وقد اخترع آلة لاجل توضيح ذلك شهيرة عند العامة معروفة بالسندريوسكوب

في حاسة السمع

تشرح عضوا السمع

الاذن عضوا السمع وهي مقسومة الى اذن ظاهرة ومتوسطة وباطنة . والفسمان الاولان اضافيان للاذن الباطنة التي تتضمن اجزاء عضوا السمع الجوهرية

اما الاذن الظاهرة فتؤلفه من الصيوان والصاخر السمعي الظاهر . الصيوان

مؤلف من حافتين بارزتين الواحدة منها محيطة بالآخرى هما الهيلىكس

شكل ١٩٦



والانتيهيلكس المحيطان بانخفاض مركزي يقال له الصدفة . والى مقدم الصدفة بروز منجه نحو الخلف هو التراكوس مقابلة بروز اخر منجه نحو المقدم هو الاتينراكوس . والصماخ السمعي قناة ممتدة من الصدفة ومنقوسة قليلاً نحو الاعلى تسير نحو الباطن وقليلاً نحو المقدم الى الغشاء الطلي فتعمل الاهتزازات الهوائية اليه . قسمه الظاهر مكوّن من جوهر غضروفي لبني ممتد من الصدفة وقسمه الباطن من عظم وكلاهما

مبطنان بجلد ممتد من الصيوان يغطي الوجه الظاهر للغشاء الطلي . وعند القسم الظاهر من القناة شعر دقيق وغدد شمعية وفي القسم الغائر منها غدد صغيرة تشبه الغدد العرقية في البناء تفرز مادة شمعية صفراء

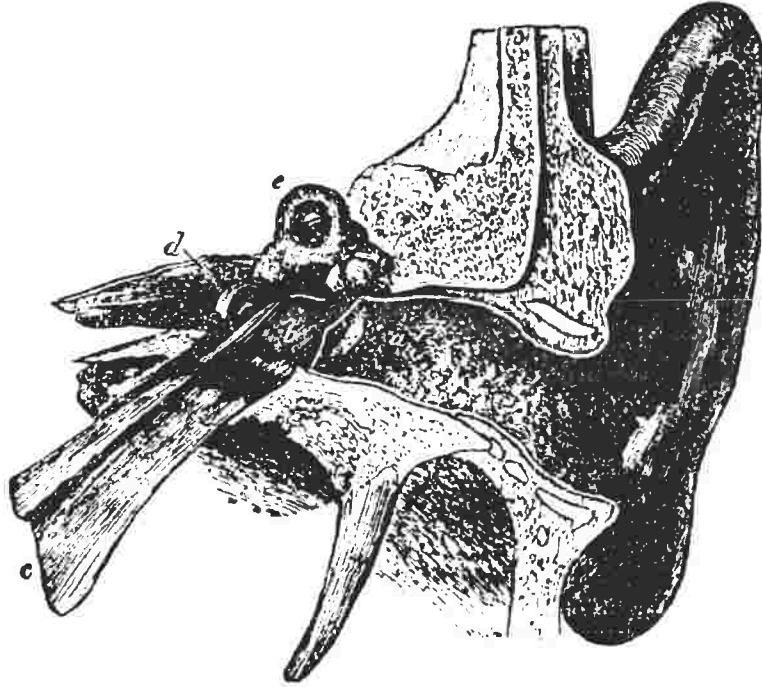
والاذن المتوسطة ويقال لها الطبلية منفصلة عن الصماخ السمعي الظاهر بواسطة الغشاء الطلي . وهي تجويف في العظم الصدغي مستطرق من الجدار المقدم والانسي الى بوق اوستاكبوس . والبوق المذكور قناة اسطوانية مسطحة ممتدة عند طرفيها بعضها مكوّن من عظم وبعضها من غضروف وهي مبطنة بغشاء مخاطي وتستطرق بين الطبلية والبلعوم حيث تكون فتحتها فيه وراء الفتحة الانفية الخلفية . ويستطرق تجويف الطبلية من الخلف الى تجاويف هوائية هي الخلايا الحليمية الواقعة في التواء الحلبي من العظم الصدغي غير ان استطرافه الوحيد الى الهواء الظاهر انما هو بواسطة بوق اوستاكبوس . واما جدران الطبلية فعظمية الا فتحاتها المسدودة بغشاء كالكرة المستديرة والكرة البيضية وفتحتها الظاهرة المسدودة بالغشاء الطلي . والتجويف الطلي مبطن بغشاء مخاطي عليه ايثيليوم

شكل ١٩٦ . الوجه الظاهر لصيوان الاذن البني . ١ الهيلىكس . ٢ حفرة الهيلىكس .

٣ الانتيهيلكس . ٤ حفرة . ٥ الاتينراكوس . ٦ التراكوس . ٧ الصدفة . ٨ النصيص

مدي ممد من البلعوم ويتضمن سلسلة عظمية ممتدة من الغشاء الطبلي الى الكوة البيضة

شكل ١٩٢



والغشاء الطبلي موضوع وضعاً منحرفاً عند قاع الصماخ السمي الظاهر بحيث يكون سطحه المائل مع جدار القناة السفلي زاوية تقرب من ٤٥°. تكويته من غشاء متين منوترابي محبطة مرتكز في ميزاب عظمي ووجهه الظاهر مغطي ببطانة جلدية ممتدة من الصماخ السمي ووجهه الباطن ببعض الغشاء المخاطي الهدي المبطن للتجويف الطبلي

والعظمت الاذنية ثلاث وهي المطرقي والسندان والركابي. اما المطرقي فمرتبط بالغشاء الطبلي بواسطة تنوويل منحن انحناء خفيفاً يقال له قبضة المطرقي وخط الارتباط عمودي ممد من حافة الغشاء العليا الى مركزه. ورأس المطرقي مستدير استدارة غير منتظمة. وعنقه وهو الحد الفاصل بين الرأس والقبضة عليه وان احدهما قصير مخروطي الشكل تندغم به العضلة الشادة المطيلة

شكل ١٩٢. الاذن اليسرى. a الصماخ السمي الظاهر. b الاذن المتوسطة. c بوق اوستاكوس. d الفوقعة. e الفتوات المملالية

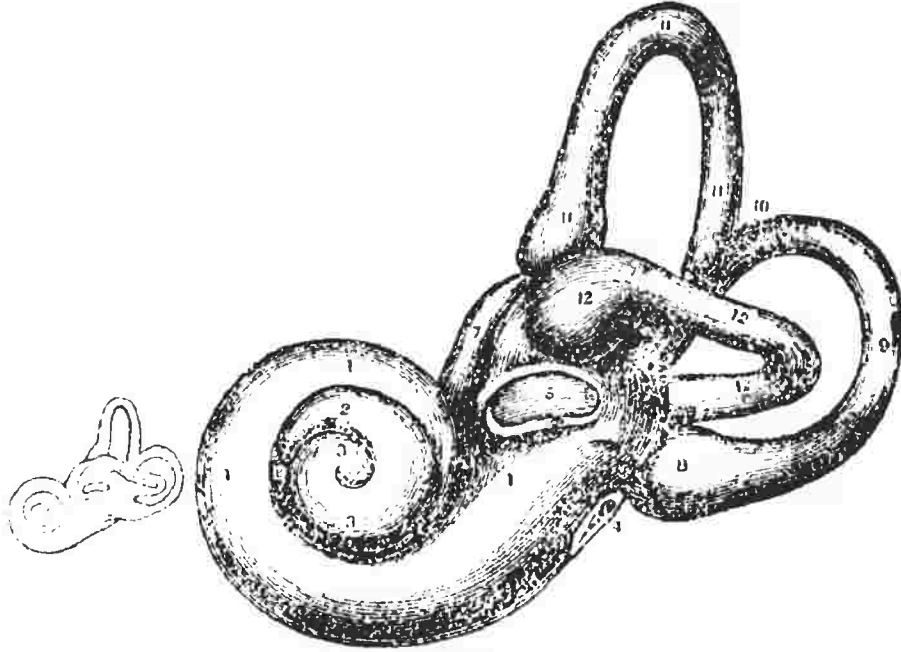
والاخر دقيق يمتد نحو المقدم وترتبط به الراحية للطلبة . والسندانى على هيئة
ضرس ذي حدين ويتصل من قسمه الواسع الذي يقابل تاج الضرس
بالمطرقى . وله نتوان يقابلان جذري الضرس احدهما منجه نحو الخلف له طرف
سائب والاخر منحن نحو الاسفل مستدق يتصل بالركابي بواسطة حديبة
مستديرة كان يقال لها سابقاً العظم العدسي . والركابي عظم صغير على هيئة
الركاب الا فرنجي قاعدته موضوعة في الكوة البيضية . وعنق الركابي تتودق
بقابل عروة الركاب وترتبط به العضلة الركابية

عظيمات الاذن مغطاة بغشاء مخاطي منعكس عليها من جدار الطلبة ولها
حركتان حركة مشتركة بينها جميعاً وحركة خاصة بكل منها على الاخر . ويتحرك
ويهتز المطرقى كلما تحرك واهتز الغشاء الطبلي فتتدحركاته اولاً الى السندانى
ثم الى الركابي ثم الى الغشاء الساذل للكوة البيضية . والمطرقى ايضاً حركة ناشئة
عن اتصاله بالسندانى واذا تحرك الغشاء الطبلي معه تغيرت درجة توتره بواسطة
عمل الشادة والراحية للطلبة . وللاركابي حركة على تنو السندانى عند جذب
العضلة الركابية له نحو الخلف

والاذن الباطنة ويقال لها التيه تجاوبف واقعة في باطن القسم المحجري
من العظم الصدغي يتوزع فيها العصب السمعي فهي العضو الخاص بالسمع .
والعظم الذي تكون منه جدران التجاوبف المذكورة اكد من بقية العظم
الذي حوله ويقال له التيه العظمي . ويقال للغشاء الذي في باطن التجاوبف
التيه الغشائي . ويتضمن التيه الغشائي سائلاً هو اللعفا الباطنة والى الظاهر منه
اي بينه وبين التيه العظمي سائل اخر هو اللعفا الظاهرة

التيه العظمي مؤلف من ثلاثة اقسام رئيسية وهي الدهليز والفوقية والفنات
الهلالية . اما الدهليز فهو التجويف المتوسط من تجاوبف التيه والعضو المركزي
في الجهاز السمعي . على جداره الباطن حلة فتحات تدخل منها فروع العصب
السمعي . وفي جداره الظاهر الكوة البيضية (شكل ١٩٨) وهي فتحة مسدودة

بقاعدة الركابي . وفي جداريه العلوي والخلفي خمس فتحات مستطرفة بينة وبين
القنوات الهلالية . وفي جداره المذم فتحة مستطرفة الى القوقعة . وفي القسم
شكل ١٩٨

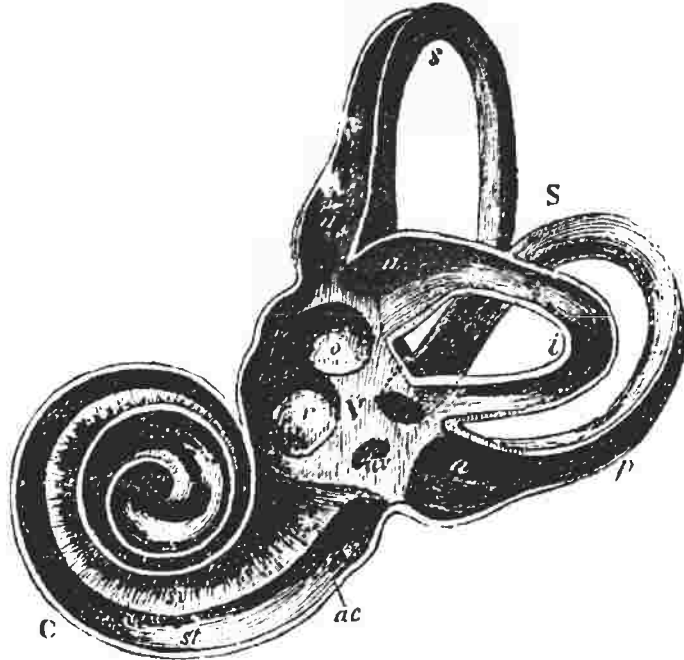


الخلفي من جدار الدهليز الباطن فتحة قناة الدهليز وهي قناة سائرة الى الحافة
الخلفية من العظم الحجري وما في باطنها غير معلوم ومجهول الفائدة
والقنوات الهلالية ثلاث قنوات متفوسة اسطوانية الشكل عظمية البناء
موضوعة في جوهر العظم الحجري وهي جميعها مستطرفة عند اطرافها الى الدهليز
وطرفا كل منها ممتدان عند اتصالها بالدهليز الا ان الطرف الواحد ممتد
اكثر من الاخر فينال الى الانتفاخ . ومن القنوات المذكورة ثنتان موضوعتان
وضعا بقرب من العمودي العليا منها الى المقدم والسفلى الى الخلف . والقناة
الثالثة افقية الوضع وهي اقصر واكثر انخفاضا من الاخرين

شكل ١٩٨ . التيه العظمي اليسر على ما يشاهد من الوجه الظاهر . مكبر ضعيف
ونصف . ١ الدور الاول من القوقعة . ٢ الثاني . ٣ رأسها . ٤ الكوة المستديرة . ٥ الكوة البيضاوية
٦ قاعدة الركابي . ٧ الدهليز . ٨ القناة الهلالية الخلفية . ٩ انتفاخها . ١٠ اتصالها بالقناة العليا .
١١ القناة الهلالية العليا . ١٢ القناة الافقية الظاهرة . الرسم الصغير يدل على الحجم الطبيعي

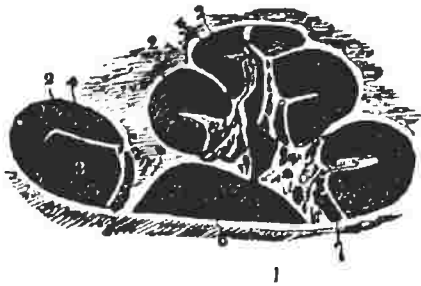
والقوقعة عضو صغير يشبه المحزون موضوعة الى مندم الدهليز وقاعدتها مستقرة على قعر الصماخ الباطن من حيث تنفذ اليها الخيوط القوقعية من

شكل ١٩٩



العصب السمع بواسطة ثقب في العظم . ويخترق القوقعة على مسير محورها عمود مخروطي الشكل تدور حوله قناة لولبية نحو دورين ونصف من القاعدة الى

شكل ٢٠٠



الراس . والقناة المذكورة مسدودة عند راس القوقعة واما عند القاعدة ففيها ثلاث فتحات الاولى مستطرفة الى الدهليز وقد سبقت الاشارة اليها والثانية منفصلة عن التجويف الطبلي بواسطة

شكل ١٩٩ . باطن التيه الابسر وقد نزع جداره العظمي من الاعلى والظاهر . s القناة الهلالية العليا . p الخلفية . i الظاهرة . a و a و a انتفاخاتها . v الدهليز وقرب المحرف النخلة المشتركة بين القناة العليا والخلفية . av فتحة قناة الدهليز . o المحفرة الاهليلجية النصف . r المحفرة الكروية النصف . c القوقعة . st السلم الطبلي . sv السلم الدهليزي . ac فتحة قناة القوقعة شكل ٢٠٠ . القوقعة مقطوعة المنتصف . مكبرة ١ . القناة المركزية للعمود . ٢ الصنجة اللولبية . ٣ السلم الطبلي . ٤ السلم الدهليزي . ٥ الجوهرا الاستغني للعمود

غشاء يقال لها الكوة المستديرة . والثالثة فتحة القناة القوقعية الممتدة الى الحفرة الوداجية في العظم الحجري وهي مجهولة الاصل والفائدة كقناة الدهليز . والقناة اللولبية مقسومة الى مسلكين او سلين بواسطة حاجز بعضه عظمي وبعضه غشائي هو الصفيحة اللولبية . ويتصل القسم العظمي وهو منطقة الصفيحة بالعمود ويتصل القسم الغشائي بجدار القناة الوحشي . وتبدأ الصفيحة اللولبية المولفة من القسمين المذكورين عند قاعدة القوقعة بين فتحيها الدهليزية والبطبية فتكون حاجزاً بينهما ولذلك يقال للمسلكين السلم الدهليزي والسلم الطبلي . ويستطرق السلطان احدهما الى الاخر عند راس القوقعة بواسطة ثقب صغير بينهما عند منتهى الصفيحة اللولبية وليس لها استطراق اخر في جميع سبيلها

وما عدا خلاه السلمين المذكورين يوجد خلافاً ثالث بينهما موضوع في جوهر الصفيحة اللولبية يقال له السلم المتوسط ويشاهد فيه جسبات نبوتية الشكل يقال لها عصي كورني رؤوسها المدملكة نحو الاعلى . والى ظاهر العصي خلافاً كثيرة مختلفة الشكل تنفذ اليها والى العصي خيوط من العصب السمعي

والتيه الغشائي على هيئة التيه العظمي من حيث الدهليز والقنوات الهلالية ولكنه منفصل عن جدرانها بواسطة اللها الظاهرة الا عند نفوذ الاعصاب الى باطنه . واما في القوقعة فيكمل التيه الغشائي الحاجز بين السلمين ويتضمن قناة لولبية قائمة بنفسها يقال لها القناة الغشائية . وقد تقدم ان التيه الغشائي يتضمن اللها الباطنة وان اللها الظاهرة شاغلة الخلاء الذي بين سطحي الظاهر وسطح جدران الدهليز والقنوات الهلالية الباطن بحيث تحل جميع الاهتزازات الصوتية التي تؤثر في الاعصاب السمعية الواقعة في الاجزاء المذكورة من الاذن الباطنة بواسطة سائل الى غشاء ساج فيه يتضمن سائلاً . والسائل الكائن في سبي القوقعة مختلط باللها الظاهرة الموجودة في الدهليز والقنوات الهلالية ولا يوجد سائل الى ظاهر غشائها المبطن

والقسم الدهليزي من التيه الغشائي يتضمن نجوفين يستطرق احدهما الى

الاخر يقال للعاوي منها وهو الاكبر الجراب والمسنلي الكيس . ونستطرق الى الاول فتحات القنوات الهلالية والى الثاني القناة الغشائية من القوقعة . والتهب الغشائي شفاف كثير الاوعية ومبطن بكريات نووية ما كان منها في انتفاخات القنوات الهلالية مستطيلة شعربة الشكل . وفي تجويفي الجراب والكيس كتل ترابية يقال لها الحصى الاذنية منها كميات دقيقة في ما بقي من التيب الغشائي والعصب السمعي الذي تنوزع خيوطه في جميع الاعضاء المذكورة لاجل قبول الاهتزازات الصوتية لبن التوام ولذلك يقال له الجزء اللين من الزوج السابع دقيق الالياف المكوّن هو منها . بدخل تيب الاذن على هيئة فسمين احدهما للدهليز والقنوات الهلالية والآخر للقوقعة . اما الفروع الدهليزية فتنشر وتشتع على وجه التيب الغشائي الباطن غير ان كيفية انتهائها مجهولة . والفروع التي تدخل القنوات الهلالية تسير الى الانتفاخات وتكوّن في باطن كل منها بروزاً مفروضاً على المحاجر الذي في باطن الانتفاخ . وفروع القوقعة تدخلها من الثقوب الكائنة عند قاعدة العمود ثم تصعد فيه ثم تسير الى قنوات في القسم العظمي من الصفيحة اللولبية وتقاطع هناك على هيئة ضفيرة تتضمن كريات عقدية . ولا يعلم كيفية انتهائها بالتخفيق الا ان بعضها ينتهي بلاريب في عصي كورتي وربما انتهت في الكريات

وظيفة السمع

جميع اجزاء الجهاز السمعي وسائط لاجل ابصال الصوت كما ان الجهاز البصري مؤلف من اوساط لاجل ابصال النور . غير انه في العين يقتضي الامر جهازاً لاجل توجيه اشعة النور اي توجيهه حتى تقع على العصب البصري بحسب الوضع النسبي الذي صدرت فيه من الشبكية . واما في حاسة السمع فذلك غير ضروري لانه لما كانت جميع انواع المهوى تنوزع الاهتزازات الصوتية كانت الاهتزازات المذكورة سبباً لاحداث حاسة السمع كيفما اصابته عضو السمع

والاعصاب السمعية . ولذلك كانت فائدة جميع اجزاء العضو السمعي ترقية توزيع الاهتزازات الصوتية الى درجة اتم ومضاعفتها بواسطة الإصداء . وقد يبرهن ان فائدة كل الجهاز السمعي عائد الى الامرين المذكورين وظائف الاذن الظاهرة

عمل الصماخ السمعي الظاهر في اقبال الصوت الى الطبلة على ثلاث طرق . الاولى انه يجمع التموجات الصوتية الداخلة فيه من الهواء الجوي ويوصلها رأساً بواسطة الهواء الذي في مسلكه الى الغشاء الطبلي ويمنع تبددها . الثانية انه يحمل التموجات الصوتية التي تصيب الاذن الظاهرة بواسطة جدرانها الى موضع ارتباط الغشاء الطبلي ثم الى الغشاء نفسه . الثالثة اصداء عمود الهواء الكائن في باطن مسلكه .

اما عمله الاول فهو اقبال تموجات الهواء الكروي الى الغشاء الطبلي . فما دخله منها على خط مواز لمحوره كان اشد تأثيراً واما التموجات التي تدخله بانحراف فتنعكس من جدرانها وتصل الى الغشاء الطبلي . وعلى هذه الكيفية ايضاً اي بالانعكاس يقبل الصماخ الظاهر التموجات التي تنع على الصدفة اذا كانت زاوية انعكاسها نحو التراكوس . واما التموجات التي لا تدخل الصماخ رأساً او انعكاساً كالتي سيرها مثلاً على خط مواز لمحور الراس الطويل وتسير على سطح الاذن فتنعكس نحو الباطن بواسطة حافاتها . غير ان التموجات التي تدخل الصماخ رأساً اشدّها عملاً كما يظهر من المحكم على الناحية التي ياتي منها الصوت بواسطة تحويل الاذن او الراس اليها حتى تدخل التموجات الصماخ رأساً وتعمل اشد عملها

وعمله الثاني هو اقبال التموجات بواسطة جدرانها الجامدة . فان التموجات التي تصيب غضروف الاذن الظاهرة ولا تنعكس منه تصل الى الغشاء الطبلي بواسطة جدران المسلك الصماخي . ولذلك عند سد الاذنين يُسمع صوت الصافورة اذا نطقت طرفها السنلي بغشاء ووضع على الاذن الظاهرة على نوع

اوضح ما لو وضع على جزء اخر من سطح الراس
وعلمه الثالث ان الهواء الذي يتضمنه الصماخ كجميع الاهوية المحصورة يزيد
شدة الاصوات بواسطة الصدى كما هو المشهور في الحمامات والكهف. وقد يمتحن
ذلك بوضع انبوبة في الصماخ بحيث تطول مسافة المسلك السمي فيشعر حينئذ
بزيادة واضحة في قوة الاصوات

واما عمل غضروف الاذن الظاهرة في التموجات الصوتية فانه يعكس
بعضها ويوصل البعض الآخر الى جدران الصماخ. والصدفة هي العامل الرئيسي
في توجيه التموجات المنعكسة نحو التراكوس من حيث تنعكس مرة ثانية الى
باطن المسلك السمي. واما عمل ما بقي من اجزاء الاذن الظاهرة كالارتفاعات
والانخفاضات التي على سطحها المتسع فانها تحمل التموجات وتوصلها الى نقطة
اتصالها حول فتحة الصماخ. ولما كان اتصال جدران المسلك السمي بعظام
الرأس كان يخشى من تبدد بعض التموجات لولا ان نقطة اتصال الغشاء الطلي
بالمسلك هي اقصر مسافة من غيرها فتقبلها وتوصلها الى الغشاء المذكور كما ان
جوانب الطبل الجامدة توصل التموجات الصوتية الى الغشاء المتمد عليه

ولذلك ما كان غير مفيد من ارتفاعات وانخفاضات الاذن الظاهرة في
عكس التموجات الصوتية هو في غاية الفائدة من وجه اخر وهو ان جميع
التي نسفط عليها التموجات عموديا تتأثر تأثراً شديداً ولما كانت هي على
اشكال واوضاع مختلفة كان لابد من سقوط التموجات على بعضها عمودياً.
وعلى ذلك بعال عن شكل الاذن الظاهرة من حيث فائدة عدم استواء
سطحها

وظائف الاذن المتوسطة

الواسط التي تحمل التموجات الصوتية الى العصب السمي في الحيوانات
التي تعيش في الهواء ثلاثة وهي اولاً الهواء ثم الاجزاء الجامدة من جسد الحيوان
وجهازه السمي ثم سائل التيه

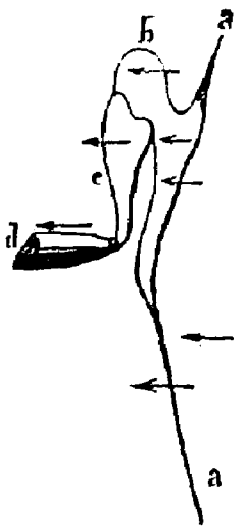
إذا جازت الاهتزازات الصوتية من الهواء الى الاجسام الجامدة لم يكن ذلك كافياً لاجل احداث الصوت في الاذن الباطنة كما ينبغي على انه قد سبق مثال على ما يحصل من الفائدة على الوجه المذكور في الكلام على وظائف الاذن الظاهرة . وإذا جازت الاهتزازات من الهواء الى الماء رأساً نقص جانب عظيم من قوتها ولكن اذا توسط غشاء متوتر بين الهواء والماء اشددت جداً كما ظهر من تجارب مولر فيعمل بذلك عن فائدة الكوة المستديرة والغشاء الساد لها الذي ينقل اهتزازات الهواء من باطن الطبلة الى سائل التيه بقوة عظيمة . وتنقل ايضاً بلا نقص عظيم في قوتها من الهواء الى الماء اذا ارتبط بالغشاء الموصل بينهما جسم جامد قصير يشغل معظم مساحة الغشاء وكان الجسم المذكور وحده ملائماً للماء . فينتفع من ذلك عمل الكوة البيضية وقاعدة الركابي التي تشغلها وإذا اضفنا اليه عمل الكوة المستديرة المسدودة بعشاء فقط عرفنا كيف تنقل الاهتزازات الصوتية من الهواء الى سائل التيه بقوة عظيمة

إذا ثبت جسم صغير صلب في فتحة بواسطة حافة غشاء وكان منحرفاً اوصل الاهتزازات الصوتية من الهواء الى الجانب الواحد الى الماء اي سائل التيه على الجانب الآخر على نوع افضل مما لو كان وضعه على خلاف الكيفية المذكورة . ويكون ابصال الصوت على نوع اتم اذا كان الموصل الصلب الشاغل للفتحة اي الكوة البيضية مثبتاً من طرفي الآخر بمقتصف غشاء متوتر الى كل من جانبيه هواء كروي . والغشاء المتوتر افضل الاجسام الصلبة في ابصال الصوت وينتشر الصوت منه الى الاجسام الصلبة الملاصقة له بكل سهولة . وبناء على ذلك كان الغشاء الطيلي في غاية الموافقة لنقل الصوت من الهواء الى سلسلة العظيمات الاذنية فانه لما كان مرتبطاً بمحلقته العظمية وشديد التوتر اهتز عند اهتزاز الهواء الذي في باطن المسلك السمعي وامتد اهتزازُه الى العظيمات ومنها الى الكوة البيضية ومنها الى سائل التيه . وما يعين في كون السلسلة العظمية موصلاً جيداً انها منفصلة عن عظام الراس بواسطة الهواء الجوي

فلا تبدد الاهتزازات فيها لان كل جسم صلب محاط بوسط مختلف عنه في الجوهر يرسل الاهتزازات في جوهره باشد مما يرسلها في الوسط المحيط

ووجود الهواء الى الباطن من الغشاء الطبلي ضروري لاجل اتمام وظيفته ووظيفة السلسلة العظمية على ما ذكر آنفاً. لانه لولا هذه الوسيلة لما امكن اهتزاز الغشاء ولما انفصلت اهتزازات العظميات السمعية عن عظام الراس بحيث يمكن ايصالها بكل قوتها الى الاذن الباطنة من غير ان تبدد قبل وصولها الى الكوة البيضبة. وكذلك استطرق الهواء الذي في باطن الطبلة بالهواء الظاهر بواسطة بوق اوسناكيوس ضروري ايضاً لاجل حفظ الموازنة في كمية الضغط ودرجة

شكل ٢٠١



الحرارة بينهما اي بين الهواء الذي داخل الطبلة وخارجها

وتتم انتشار الصوت الى التيه بواسطة عظيمات الطبلة

اما بتذبذب العظميات او باهتزاز الدقائق المولدة هي منها والاصح انه يتم بواسطة النوعين المذكورين من الحركة^(١).

وكيفية ذلك ان تتوالمطرق في الطويل يقبل تموجات الغشاء

الطبلي (a و a شكل ٢٠١) والهواء على خطوط عمودية

بالنسبة الى وضعه. ثم تنتشر من التتوالمذكور الى راس

المطرق (b) ثم منه الى السندان (c) الذي تتو الطويل

مواز لتتو المطرق الطويل ثم منه الى الركابي (d) الذي يتصل بالسندان على

زاوية قائمة. وعلى ذلك لا يتغير اتجاه التموجات العمودي في سيرها في العظميات

الى الكوة البيضبة عما كانت عليه وهي في الصماخ السمعي الظاهر وتتو المطرق في

الطويل كما يظهر من السهام في شكل ٢٠١

اذا اشتد نوتر الغشاء الطبلي ضعف انتقال التموجات الصوتية من الهواء

(١) قد اظهر ادوارد فبران الغشاء الذي يغطي الكوة المستديرة سبب لتقريب

الركابي من التيه وتبعيد عنه. وذلك انه اذا دفع الركابي غشاء الكوة البيضبة فندفع

غشاء الكوة المستديرة بواسطة سائل التيه نحو التجويف الطبلي

اليه وتنقص السمع . وقد امنحن ذلك سافارت في الاغشية الطبلية الجافة وقال انه اذا وُضع على سطحها حبيبات رملية وقُرب اليها جسم ذو صوت عظيم كان اندفاع الحبيبات اشد اذا كانت الاغشية مرتخية ما لو كانت متوترة . واعاد مولر التجارب في اغشية صغيرة شبيهة بغشاء الاذن فكانت النتيجة كما ذكر . وقد يمنح الانسان ذلك في نفسه اذا زفر او شفق زفيراً او شقيقاً غائراً طويلاً وكان الانف والفم مسدودين فانه يتوتر الغشاء الطبلي في كلا الحالين . لانه عند الزفير يدفع الهواء المحصور الى التجويف الطبلي من بوق اوستاكوس فيتوتر الغشاء الطبلي ويتعذب نحو الظاهر ويتشوش السمع في الحال . وتحصل هذه النتيجة ايضاً عند المجهود الشهيقي اذ يتوتر الغشاء الطبلي ويتعذب نحو الباطن اذا هبطت جدران بوق اوستاكوس لعاء ما وكان ضغط الهواء الظاهر اى الجوي عظيماً جداً لم يكن ضغط الهواء الذي في باطن الطبلية مساوياً له فيندفع الغشاء الطبلي نحو الباطن وينقص السمع . وقد اثبت الدكتور واستون انه اذا اشتد توتر الغشاء الطبلي من نقص الهواء في التجويف الطبلي حدث الصم من حيث الابراج الواطئة فقط . وقال المعلم مولر ان معظم فائدة بوق اوستاكوس هو منع زيادة توتر الغشاء الطبلي لانه اذا كان مفتوحاً حوافظ على الموازنة بين الهواء الذي في باطن الطبلية والهواء الظاهر بحيث يمتنع زيادة توتر الغشاء خلافاً لما اذا كان الضغط كثيراً او قليلاً على احد الجانبين . وقال هنلي ان من فوائده ايضاً انه يوضح الاصوات كما توضحها ثقوب انواع الرباب والكنجا وانه منفذ للمخاط الذي يفرز في باطن الطبلية فاذا عورضت هذه الوظائف وقع خلل في حاسة السمع

ويظهر ان عمل العضلة الشادة للطبلية متعلق بتنويع السمع بواسطة تغيير درجة توتر الغشاء الطبلي . لانه اذا امكن تهيج انقباضها من الاصوات الشديدة جداً بواسطة العمل العصبي المنعكس كما تنقبض الفرجية والعضلة المحيطة الجفنية من النور الشديد حدث من ذلك ضرورة صم في السمع ناشى عن شدة توتر

الغشاء من شدة عمل العضلة المذكورة . وما يثبت هذا القول ان الاصوات القوية تحدث عملاً عصبياً منعكساً بسبب طبق الجفنين وقد يسبب في الذين مزاجهم عصبي انقباضاً فجائياً في عضلات كبيرة

واما عمل العضلة الركابية في السمع فمجهول وغاية ما يعلم من هذا القبيل هو انها تعمل في العظم الركابي اذ تنخفض جانبه الواحد فترفع الآخر بحيث يصير وضعه منحرفاً في الكوة البيضاء

فبناءً على ما تقدم من وجود الكوة البيضاء والكوة المستديرة والطبلة يكون انتقال الصوت الى سائل الاذن الباطنة على طريقتين اي بواسطة اجسام صلبة وبواسطة غشاء وفي الحالين يكون انتقال الاهتزازات الصوتية منها الى السائل بقوة عظيمة . ولما كان الانتقال الصوتي الى التيه على طريقتين كان شديداً التأثير لان التموجات في سائله تحدث من نقطتين مختلفتين . وقد ظهر من تجارب موللر ان الاهتزازات الهوائية العاملة في سائل التيه بواسطة سلسلة العظام السمعية والكوة البيضاء اشد من الاهتزازات العاملة بواسطة هواء التجويف الطبلي والغشاء الساد للكوة المستديرة غير انه قد شوهد ان فند العظام من المرض لا يوجب فقد السمع فنتج من ذلك ان الصوت يحمل بواسطة هواء الطبلة وغشاء الكوة المستديرة كما يحمل بواسطة السلسلة العظمية وغشاء الكوة البيضاء

وظائف التيه

وجود سائل التيه في جميع انواع اعضاء السمع من الحيوانات دليل واضح على كونه الوسط الذي يحمل الاهتزازات الصوتية الى العصب السمعي قبل ان وظيفة القنوات الهلالية جمع التموجات الصوتية من عظام الخوذة في السائل الذي في باطنها . وربما وجهت سير الاصوات بحسب اتجاه نجاريتها المنحنية وما نعت تبددها في الاجزاء الصلبة المحيطة بها اذا كان سيرها الاصلي متجهاً الى الاجزاء المذكورة . واذا كان الامر كما ذكر كانت مفيدة في ابصال

الاهتزازات الصوتية الى العصب السمعي الذي ينتشر انتشاراً متسعاً في انتفاخات
 القنوات وفي الجراب ولا بد من كون العمل المذكور اشد حيث تلامس القنوات
 الغشائية جدران القنوات الصلبة الموضوعة في باطنها
 ووظيفة الكتل التراية الباورية الموضوعة في باطن التيه (انظر صفحة ٤٥٥)
 انها تزيد الاهتزازات الصوتية قوة بواسطة صداها. ولما كانت ملازمة للاجزاء
 الغشائية من التيه وكانت الياف الاعصاب الدهليزية غائصة فيها أدت الى
 زيادة الاندفاعات الاهتزازية في الاغشية والاعصاب

ووظيفة القوقعة انها بناء لاجل انتشار الالياف العصبية على مساحة متسعة
 ووضعها على صفحة صلبة متصلة بجدران التيه والخوذة وملازمة لسائل التيه.
 وعلى ذلك تكون الصفحة اللولبية وسيلة لتعريض الالياف العصبية لتأثير
 التموجات الصوتية الآتية بواسطة جدران التيه الصلبة وبواسطة سائله. لانه لما
 كانت الصفحة المذكورة متصلة بجدران الصلبة كانت القوقعة في غاية الموافقة
 لقبول التموجات الصوتية الآتية من جدران وعظام الراس. وبما ان التيه الغشائي
 الواقع في باطن الدهليز والقنوات الهلالية سائب ساج في اللها الظاهرة كانت
 معظم فائدت قبول الاصوات بواسطة السائل المذكور سواء كانت التموجات
 الواصلة الى اللها من الكونين او من عظام الراس. واما الصفحة اللولبية التي
 تنتشر عليها الالياف العصبية في القوقعة فتتصل بجدران التيه الصلبة وتقبل
 الاندفاعات منها رأساً ثم توصلها الى الاعصاب ولا يخفى ما في ذلك من زيادة
 الفائدة لان الاندفاعات التي ترسل بواسطة الاجسام الصلبة اشد من التي
 ترسل بواسطة الماء. فهذه هي الفائدة الاولى العظيمة للقوقعة. والفائدة الثانية ان
 الصفحة اللولبية تقبل الاندفاعات الصوتية من شيوخ الدهليز ومن الكوة
 المستدبرة بواسطة سائل التيه كما يقبلها التيه الغشائي بل الصفحة اللولبية اقل
 من التيه الغشائي في اقبال الاندفاعات الصوتية الى العصب السمعي لانها لما
 كانت جسماً صلباً يحيط بها وسط جوهره مختلف عن جوهرها كانت قابلة

للصدى اي رجع الصوت

ووظيفة عصي كورني انما تملق على ما يظن بايصال الانغام الموسيقية الى الدماغ وذلك على شكل ان كل واحد منها يهتز بحسب البرج المسموع فيوصل التأثير الى الخيط العصبي المتصل هو به . وربما كانت وظيفة بقية اجزاء العضو السمعي التمييز بين الاصوات المختلفة من حيث القوة لا من حيث الكيفية

عمل العصب السمعي

تحدث تاثيرات الصوت غالباً من اندفاعات او موجات كثيرة واصلة الى العصب السمعي . فاذا كانت الاندفاعات سريعة متوالية والفترات التي بينها غير متساوية كان الصوت الحادث منها على هيئة طقطة واذا كانت الفترات متساوية كان موسيقياً وعلوه موقوفاً على عدد الاندفاعات في وقت مفروض بحيث كلما كانت كثيرة كان الصوت عالياً او حاداً وبالعكس وتُدرك الناحية التي تاتي منها الاصوات لا بواسطة قوى حاسة السمع نفسها بل بواسطة عمل عقلي مبني على اختبار سابق . فان العقل يحكم على موضع الجسم المصوت من تنوعات الاحساس بالصوت حسب الناحية التي ياتي منها . والدليل الوحيد لهذا الحكم هو زيادة عمل الصوت في الاذن الواحدة اكثر من عمله في الاخرى . غير انه كثيراً ما يقع الخطاء في الحكم من هذا القبيل لسبب انعكاس الصوت او الصدى او لسبب انتشار الصوت من بعد بلا نقص في القوة بواسطة انابيب منحنية مشغولة بالهواء فانه يظهر حينئذ ان الصوت آت من غير موضعه الحقيقي

وقد يحكم على ناحية الصوت بواسطة الاذن الواحدة دون الاخرى وذلك بان يتغير وضع الاذن والراس لكي تنفع التموجات الصوتية على الاذن نارة وقوعاً عمودياً واخرى منحرفاً . فاذا لم يكن احد هذين الشرطين لم يمكن معرفة

الناحية الآتي الصوت منها كما اذا وقعت التموجات على كلتا الاذنين على حدٍ
سوى وكان مصدرها مثلاً الى المقدم او الى الخلف على خط مستقيم
واما الفنتريلو كيزم فمن باب الشعبة المبنية على ايهام السامع من حيث
الناحية التي ياتي الصوت منها لان اهل هذه الصناعة يوجهون اصواتهم الى
ناحية معلومة ويدعون انهم يسمعونها من تلك الناحية فيوقعون السامع في
الغلط

ويدرك بعد مصدر الاصوات لا بواسطة الحاسة نفسها بل بالاستدلال
من قوة الاصوات . فان مجلس الصوت نفسه لا بد من ان يكون دائماً محصوراً
في موضع واحد وهو الاذن غير ان العقل يفهم انه آت من جسم مصوت في
الخارج . فاذا تنوعت قوة الصوت بحيث تشبه صوت جسم بعيد او همت بعد
مصدره وهو ما يجنال به جماعة الفنتريلو كيزم

وقد ظهر من تجارب سافارت ان عمل التموجات الصوتية في العصب
السمعي يدوم برهة اطول من مدة سيرها في الاذن . واذا طالّت جداً مدة تاثير
الصوت الواحد دام المحس به زمناً طويلاً وربما امتد الى اربع وعشرين ساعة
بعد زوال سبب الصوت الاصيل كما هو المشهور في الذين سافروا اياماً في
السفن البخارية والسكك الحديدية وغيرها . ولنا في ذلك برهان على ان ادراك
الصوت من حيث هو لا يتعلق بضرورة بوجود اندفاعات تموجية وان حاسة
السمع حالة خاصة بالعصب السمعي تحدث عادة من تموجات في الخارج وقد
تحدث من اسباب اخرى

وكما نشاهد احياناً صورة مزدوجة للشبح الواحد بالعينين كذلك قد يسمع
صوت مزدوج بالاذنين . وكما يشاهد بالعين الواحدة صورة مزدوجة لسبب
عدم مساواة انكسار الاشعة كذلك يُسمع صوت مزدوج بالاذن الواحدة
لسبب سير الصوت في اوساط قوتها الموصلة غير متساوية . فالنوع الاول
نادر جداً وقد ذكر بعض الفيسيولوجيين امثلة له . ويظهر النوع الثاني الموقوف

على اختلاف قوة وسطين موصلين بهذه التجربة وهي انه اذا سُدَّت الاذنان
وقُرِع جرس صغير في الماء وتوسط موصل صلب بين الماء والاذن سُمِع
صوتان مختلفان يصل احدهما الى الاذن بواسطة الهواء والاخر بواسطة الموصل
الصلب

وتختلف درجة كمال الحاسة البصرية من حيث تحكيها لمسافات مختلفة
البعد وادراك انواع الالوان وغير ذلك خلافاً لحاسة السمع الخالية من القوة
المذكورة . غير انه كما تختلف الافراد في قوة البصر بحسب كمية النور اذ يبصر
الواحد جلياً اذا كان النور ساطعاً والاخر اذا كان النور خفيفاً كذلك يختلفون
في كمال السمع من حيث درجة ارتفاع الصوت وانخفاضه . وكما ان بصر البعض
حاد من حيث شكل الاجسام ضعيف من حيث الالوان كذلك سمع البعض
حاد من حيث الاصوات الخفيفة ضعيف من حيث التمييز بين الاصوات
الموسيقية . والعلة في كل ذلك مجهولة

الطين اصوات يسمها الانسان في الداخل لا وجود لها في الخارج وهي
ناشئة عن تهيج العصب السمعي الحادث من اسباب غير الاندفاعات الصوتية .
ومن ذلك طنين الاذنين ودويهما في الذين مزاجهم عصبي وفي امراض الدماغ
والعصب السمعي وبعد السفر الطويل . وقال رتران الطنين يحدث من
الكهربائية ايضاً . غير انه يجب التمييز بين ما سبق من الصوت الداخلي حقيقة
والصوت الناشئ لاعن حالة العصب نفسه بل عن الاسباب الداخلية المهيجة له
كالاختقان الدموي في الراس والاذن وتكد الاوعية الانفرزي . ومن هذا القبيل
ايضاً الدوي الذي يسمع عند انقباض العضلات الهوية مدة التثاؤب وعند
غصب الهواء الى باطن الطلبة اذ يتوتر الغشاء الطلي وعند تخطيط الانف وغير ذلك
قد يحدث من تهيج العصب السمعي حركات في الجسد واحساسات في
غيره من اعضاء الحس وربما كان ذلك ناشئاً عن العمل المتعكس في الدماغ .
فان الصوت الشديد الفجائي بسبب طبق الجفنين او انتفاضاً في جميع الجسد .

وبعض الاصوات تحدث في بعض الناس حاسة كريهة في الاسنان او حاسة برد تدب في الجسد. وقد تنثر حاسة السمع نفسها ايضاً من التأثيرات المحاصلة في اجزاء اخر من الجسد ولا سيما في امراض الاحشاء البطنية والحجيمات وربما كان ذلك ناشئاً ايضاً عن العمل المنعكس بواسطة الدماغ

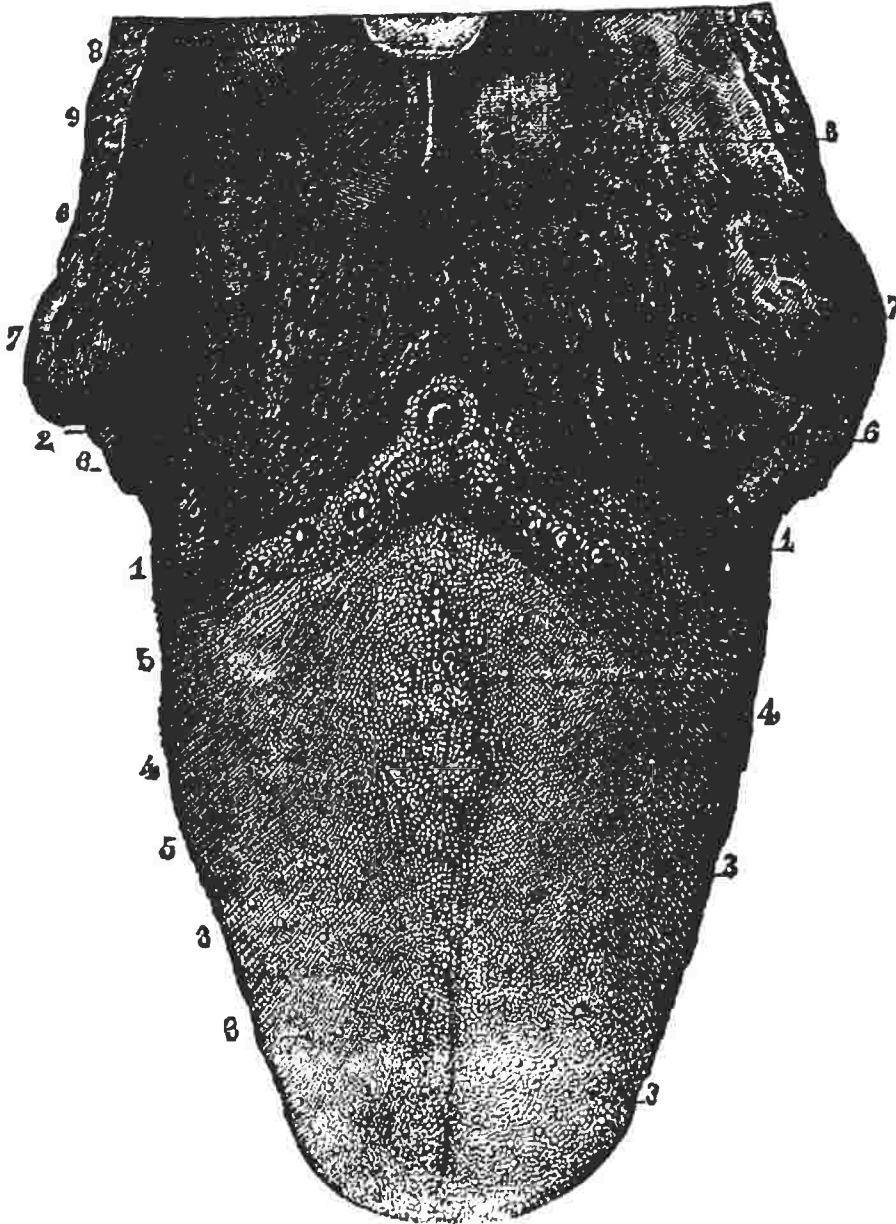
في حاسة الذوق

لحاسة الذوق ثلاثة شروط الاول وجود عصب له وظيفة خاصة به الثاني تهيج العصب المذكور بواسطة مواد ذات طعم الثالث ذوبان المواد المذكورة في افرازات عضو الذوق. وقد تقدم الكلام على العصيين اللذين يتعلقان بحاسة الذوق (صفحة ٢٦٤ و ٢٦٩)

يظهر ان عمل المواد التي تنبه حاسة الذوق قائم باحداث تغيير في حالة العصيين الذوقيين فينشأ من ذلك انواع كثيرة من الطعم حسب انواع المواد التي تدخل الفم. غير انه قد تنبه هذه الحاسة في العصيين الخاصين بها بواسطة منبهات اخرى غير المواد ذات الطعم كالكهربائية والتاثيرات الميكانيكية وذلك كما تنبه بقية اعصاب الحس الخاص بمواد غريبة عن جوهرها. لانه اذا دخل مجرى صغير من الهواء على اللسان احدث طعماً بارداً ملحاً كطعم ملح البارود وقال بالي اذا قُرِعت حليمات اللسان شعر بطعم واضح كالطعم المحاصل من الكهربائية. واذا نُبِهت اللهاة او اعلى البلعوم تنبهاً ميكانيكياً حدث غثيان وهو ربما نوع من حاسة الذوق

ولا بد من كون المواد المذوقة محلولة في الرطوبة التي تغطي اللسان او قابلة للانحلال فيها فاذا لم تكن كذلك كانت فاقدة الطعم ولم يحدث منها الا الاحساس باللمس. وكذلك لا بد من كون سطح العضو الذي هو مجلس الذوق رطباً وهو من شروط الشم ايضاً فاذا كان اللسان والمحلل جافين لم يحدث ذوق من المواد ذات الطعم ولو كانت مذاقة كما هو المشهور في الزكام

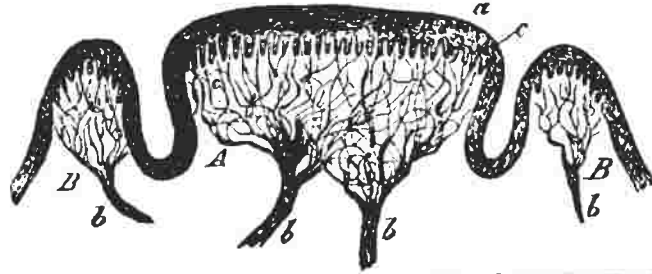
مجلس الذوق الرئيسي هو الحلق واللسان. اما اللسان فعضو عضلي مغطى
بغشاء مخاطي لا يختلف عن بقية الاغشية المخاطية الا من حيث وجود حليمات
فيه متميزة عن غيرها في تفاصيل البناء وهو مشحون باجربة وغدد مخاطية كثيرة
شكل ٢٠٢



شكل ٢٠٢. سطح اللسان الحليمي مع الحلق واللوزين. ١ والحليمات الغندقة
الموضوعة الى مقدم الثقب الاعور (٢). ٣ الحليمات الفطرية. ٤ الحليمات الخيطية.
٥ جهداث مستعرضة ومنخرقة. ٦ غدد مخاطية عند قاعدة اللسان وفي الحلق. ٧ اللوزتان.
٨ قسم من لسان الزمار. ٩ الثنية اللسانية المزمارية المتوسعة وهي قيد لسان الزمار

وقد سبق الكلام على عمل في المضغ والازدرد (صفحة ١٧٩). ومن جملة وظائف غشاء المخاطي انه مجلس الاوعية الدموية والاعصاب الكثيرة التي تنوزع فيه وانه تندغم فيه اطراف الالياف العضلية التي يتكوّن منها معظم جوهر اللسان اعظم الحليمات اللسانية موضوع وضعاً حشكاً على الثلثين المقدمين من سطح اللسان اي ظهره. وهي على ثلاثة انواع المندقة او الكاسية والفطرية والخطية غير ان بناءها الجوهري واحد. تالفها من بروز الغشاء المخاطي على هيئة زوائد تتضمن فروعاً خاصة من الاوعية الدموية والاعصاب. وقد اظهر بومان وطود ان سطح الحليمات مغطى بحليمات ثانوية وهي زوائد مخروطية دقيقة من الغشاء المخاطي شاغلة معظم اجزاء اللسان التي لا توجد فيها الحليمات المركبة وتند مسافة وراء الحليمات المندقة

شكل ٢٠٢



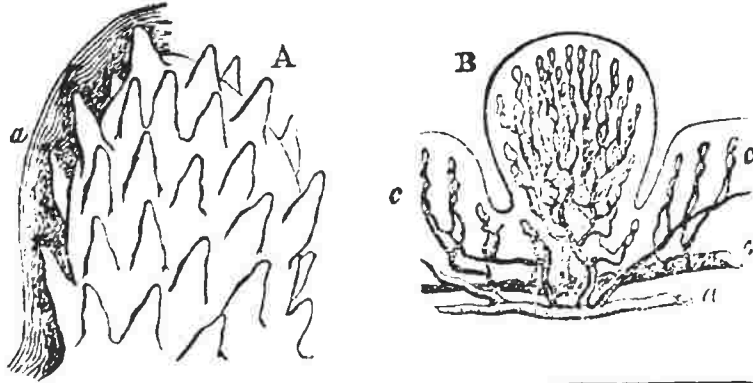
اما الحليمات المندقة او الكاسية (شكل ٢٠٢) فعددها من ثمان الى عشر موضوعة عند قاعدة اللسان على شكل خطين يلتقيان من الخلف كرقم ٨. وهي ارتفاعات مستديرة عرضها من $\frac{1}{3}$ الى $\frac{1}{2}$ من القيراط على كل منها انخفاض مركزي ومحيط بها فرجة مستديرة. والى ظاهر الفرجة حلقة خفيفة الارتفاع وكل من الارتفاع المركزي والحلقة مكوّن من حليمات بسيطة حشكة الوضع

والحليمات الفطرية (شكل ٢٠٤) منفردة على جانبي اللسان وقليل على

شكل ٢٠٢. قطع حلقة مندقة قطعاً عمودياً. مكبر $\frac{1}{4}$. A الحليمة. B الجدار المحيط. a الطبقة الايشيلية. b اعصاب الحليمة. c الحليمات الثانوية

منتصف ظهره . سُميت بهذا الاسم لانها ضيقة عند قواعدها منفرجة قليلاً عند قممها . وهي مَوْلَفة كسابقتها من حلقات بسيطة في باطن كلٍ منها عروة من الاوعية الدموية وليفة عصبية

شكل ٢٠٤



والحلقات الخيطية اكثرها عدداً وهي متفرقة على كل سطح اللسان ولا سيما على منتصف الظهر . وتختلف قليلاً في الشكل الا ان اكثرها مخروطي او خيطي مغطى بطبقة سميكة من البشرة قد تمتد منها زوائد دقيقة طويلة كالشعر ويظهر من بنائها الخاص ان وظيفتها ميكانيكية تتعلق بحاسة اللمس لا بحاسة الذوق التي ربما كان مجلسها على الخصوص في النوعين الاخرين اي الحلقات المخندقة والفطرية

وايشيليوم اللسان من النوع القشري او الرصيفي كالبشرة (صفحة ٢٢) ويغطي كل سطحه الا انه رقيق على الحلقات الفطرية خشك سميك على الخيطية وبارز من جوانبها وقممها على هيئة زوائد طويلة منتصبة شعرية الشكل . والوعية الدموية والاعصاب كثيرة في الحلقات وتكون الاعصاب في الحلقات الفطرية والمخندقة ضفائر منتشرة (شكل ٢٠٢) غير ان كيفية انتهاء الخيوط العصبية مجهولة

شكل ٢٠٤ . حلقة فطرية . A سطحها وقد عُزّي بعضه من الايشيليوم . مكبر ٢٠ .
تشاهد عليه الحلقات الثانوية . a الايشيليوم . B قطع حلقة فطرية بعد حنن الاوعية الدموية . u شريان . v وريد . c ضفائر شعرية

لا ينحصر مجلس حاسة الذوق في اللسان بل يمتد الى اللهاة واقواسها والغلصمة واللوزتين واعلى البلعوم . وقد سبق ان هذه حاسة في الاجزاء

شكل ٢٠٥



المذكورة مع قاعدة اللسان ومؤخره موقوفة على فروع من العصب اللساني البلعومي (صفحة ٢٦٩). وتمتد في اكثر البشر الى مقدم اللسان ولا سيما حافته وراسه وهي ضعيفة في منتصف ظهره لسبب سماكة الايثيليوم الذي يغطي الحليمات المخيطية هناك فان السماكة المذكورة تمنع نفوذ المواد ذات

شكل ٢٠٥. Λ قطعة من غشاء اللسان المخاطي. a حليمات فطرية. b حليمات خيطية. c حليمات بسيطة. B حليمة خيطية. a شريان. v وريد. c صفائر شعرية. d انقسام الحليمة الى حليمات ثانوية. e ايثيليوم يمتد على هيئة زوائد شعرية (f). g كريات قشرية. ١ - ٥ انواع الزوائد الشعرية الشكل

الطعم الى الاجزاء الحاسة . وقد تقدم ان حاسة الذوق في مقدم اللسان عائدة الى الفرع اللساني من العصب الخامس (صفحة ٢٧٠)

وللسان ايضا حاسة اللمس بواسطة حليته ولا سيما عند جانبيه ورأسه وذلك على غاية ما يكون من الدقة واللفظ فيحس بتأثيرات الحرارة والبرد والام والضغط الميكانيكي . وقد يفقد الحس العام وتدوم فيه حاسة الذوق او يفقد الذوق ويدوم فيه الحس العام فيظهر من ذلك ان الاعصاب الموصلة لذين الحسین متميزة كما تتميز اعصاب الشم عن اعصاب الحس العام في الانف ولو كانت جميعها في الحليته فان الاعصاب الواحدة قد تتضمن اليافا مختلفة الوظيفة فيكون بعضها للحس العام والبعض الآخر للذوق . وقد ظهر من التجارب ان لكلا العصبيين الذوقيين اي فرع الخامس وفرع اللساني البلعومي وظيفة الذوق والحس العام . ومن اجتماع الحسین المذكورين قد يتعسر احيانا التمييز بين التأثير الناشئ عن حاسة الذوق والتأثير الناشئ عن الحس العام كما ينفق في المواد المحرّفة

العقل يدرك حاسة الذوق من التغيرات الحادثة في الكيفية الباطنة للاعصاب عند ملامسة المواد ذات الطعم لفروعها المنتشرة في الحليته . واما اختلاف الذوق الناشئ عن اختلاف المادة ذات الطعم فامر مجهول التعليل . فانه قد علم في حاسة السمع ان بعض الاصوات يختلف عن البعض الآخر بحسب اختلاف عدد الت موجات التي تسببها وان اختلاف الالوان في حاسة البصر عائد الى اختلاف عدد موجات النور او الى سرعة سيره وقد عجز عن التعليل في حاستي الذوق والشم . غير انه قد ظهر من تجارب هورن ان طعم بعض المواد واحد في جميع جهات سطح اللسان وان طعم البعض الآخر يختلف بحسب الحليته التي يمسها فاذا ثبت ذلك ظهر منه ان الالياف المختلفة تقبل تأثيرات مختلفة من المادة الواحدة اي ان بعض الالياف خاص بنوع واحد من الذوق وغيرها بغيره

وكثيراً ما يتوقف كمال حاسة الذوق على كون المادة ذات رائحة ايضاً فتنبه المحاسنين في زمن واحد كما يظهر من عدم كمال الذوق عند مناولة المواد المذكورة اذا بطل عملها في العصبين الشمين بواسطة سد المخربين . وكثيراً ما تدوم حاسة الذوق مدةً بعد زوال المادة العاملة في اعصابها وقد تنوع طعم المواد الواصلة الى اللسان بعد ذلك لان طعم المواد الحلوة يفسد طعم الخمر وطعم الجبن يصلح . فيظهر من ذلك ان النسبة بين انواع الطعم كالنسبة بين الالوان التي يزيد بعضها بعضها اذا كانت متخالفة . وبناءً على ذلك يُنبه في صناعة الطبخ الى اتفاق انواع الطعم ومعاقبة بعضها لبعض كما ينبه في التصوير والموسيقى الى مبادئ الاتفاق بين الالوان والاصوات . واذا تكرّر ذوق الشيء الواحد مراراً كثيرة ضعف ادراكه شيئاً فشيئاً كما يبهت اللون كلما طال نحدق النظر اليه . فانه اذا امتحن طعم نوع من الخمر ثم طعم نوع اخر منه مراراً متوالية لم يمكن التمييز اخيراً بينهما . ويندر حدوث الذوق من مجرد ملامسة المادة ذات الطعم لسطح اللسان بل لابد من ضغطها وتحريكها بين اللسان والحنك الى ان تنتشر على كل سطح الاجزاء الحاسة

وقد تنبه حاسة الذوق بواسطة اسباب باطنة كالتغيرات الحاصلة في الاعصاب او المراكز العصبية من الاحتقان الدموي واسباب اخر . غير ان احكام الاحساسات الداخلة من حيث الذوق مجهولة لانه يعسر التمييز بينها وبين ما يحدث من اسباب خارجة كتغير كيفية افرازات الغية

في حاسة اللمس

لا تقتصر حاسة اللمس في اجزاء خصوصية من الجسد كبنية الحواس بل تمتد على جانب عظيم الى جميع الاجزاء التي لها خاصية الحس العام . وبناءً على ذلك تكون اعصاب حاسة اللمس نفس اعصاب الحس العام وهي الاعصاب الناشئة من الجذور الخلفية من الحبل الشوكي والاعصاب الدماغية الحاسة . غير

ان حاسة اللمس لا تصل الى درجة الكمال الا في الاجزاء التي حسها العام على غاية ما يكون من الدقة واللفظ وهي الجلد واللسان والشفتان التي حلماها كثيرة كما تقدم في الكلام على الجلد والذوق

للاحساسات الحاصلة من اعصاب الحس العام صفات مميزة لها كما تتميز صفات باقي الحواس . فانه يعرف بواسطة حاسة اللمس وجود المنبهات التي يختلف عملها من ادنى الى اعلى درجة بحسب اتساع الجزء المنبه . فالوكر مثلاً عبارة عن تنبيه شديد حاصل في الدقائق الحاسة على مساحة صغيرة والضغط تنبيه اخف في مساحة اوسع الا انه يمتد الى مسافة اكثر غوراً فيتميز بذلك عن مجرد المس . وذهب شيف وبرون سيكار الى ان الياف الحس العام العصبية هي غير الياف حاسة اللمس وتابعهما في ذلك سيفكين بناء على ما شاهده في الكيفيات المرضية

ويتوصل العقل بواسطة حاسة اللمس الى معرفة حجم الاجسام وشكلها وبنية صفاتها الظاهرة ولذلك يشاهد انها تبلغ اشد الكمال في الاجزاء التي يمكن تحريكها بسهولة على سطوح الاجسام . فان اللمس يحد من المعنى اي استعمال الجسم باللمس عبارة عن استعمال هذه الحاسة بالارادة مع استعمال الحركة فهو كطلب الروائح وتبعتها وامتثالها في حاسة الشم . وبناء على ذلك جميع اجزاء الجسم الحاسة التي يمكن تحريكها بحيث تتغير نسبة ملامستها للاجسام الخارجية هي اعضاء اللمس غير ان اليد اكثرها موافقة لذلك لسبب البناء الخاص بها الذي يمكنها من حركتي الكب والبطح فتتحرك حركة رحوية لاجل استعمال جميع محيط الجسم واسيب خاصتها في مقاومة الابهام لبنية اليد والحركة النسيجية في الاصابع . وفضلاً عن ذلك الحليمات والجسيمات اللمسية (صفحة ٢٨٢) كثيرة الوجود في اليد ولا سيما في الاصابع وهي في غاية الضرورة لاجل كمال وظيفة اللمس . فاذا اراد العقل ان يتصور شكل السطح ومساحته ضرب حجم اليد او الاصابع التي يستعملها في الاستعلام في عدد المرات التي تسير فيها اليد على السطح وعرف كمية المساحة

وإذا كرّر العمل بالنظر الى ابعاد جسم مجسم عرف ما فيه من المساحة المكعبة
 يختلف كمال حاسة اللمس على سطح الجسد بحسب استطاعة الجزء في التمييز
 والفصل بين احساسين حادثين من نقطتين متقاربتين الوضع. وهذا الاختلاف
 عائد الى عدد الالياف العصبية الاصلية التي تتوزع في الجزء لانها اذا كانت
 قليلة ربما انحصر في ليفة واحدة عمل الناثيرات في نقط مختلفة فينشوش التأثير
 ويحدث حساً واحداً فقط . وقد امتحن قبر خاصة اللمس في اقسام مختلفة من
 الجلد بواسطة بركار على راسيه قطعتان من الفلين فكان يمس الجلد به والعينان
 مغضتان ليستعلم درجة قرب نقطتي البركار مع الحس المتميز بانها جسمان
 منفصلان وامتحن كل سطح الجسد على الكيفية المذكورة . واعاد فلتين هذه
 التجارب فظهر منها ان طرف البصر ورأس اللسان اشد الاجزاء حساً لانه يتميز
 بين نقطتي البركار على بعد نصف خط فقط . وبغنيها في شدة الحس غشاء
 الشفتين المخاطي الذي يميز بين نقطتي البركار اذا تباعدنا خطاً ونصفاً ثم ظهر
 اللسان اذا تباعدنا خطين . واضعف الاجزاء حساً العنق ومتصف الظهر
 ومتصف العضد ومتصف الفخذ حيث لا يشعر بالنقطتين على حدتها الا على
 بعد ثلاثين خطاً . وما بقي من سطح الجسد متوسط في درجة الحس بين ما
 ذكر من الشدة والضعف

ويظهر الحس للعقل اشد كلما اتسعت مساحة السطح المعرض . فان
 قبر غمس يده في ماء حار فشعر بحرارة اكثر من حرارة ماء اخر لم يغمس فيه الا
 اصبعه فقط على ان الماء الثاني كان اشد حرارة في الحقيقة من الماء الاول . وكل
 الذين يستحمون في الماء الحار او البارد يعرفون هذا الامر من التجربة

تتوصل الى معرفة كمية القوة في مقاومة الضغط ورفع الاثقال من الحس
 الخاص بالعضلات اي الحس الذي تكتسب منه معرفة وضعها ودرجة انقباضها .
 وقال قبران نقد بر الثقل بواسطة المجهود العضلي اصح من نقد بره بواسطة
 الضغط على الجلد وانه يمكن بالواسطة الاولى التمييز بين ثقلين لا يختلف احدهما

عن الآخر بأكثر من جزء من عشرين أو خمسة عشر جزءاً . ولذلك ينحصر الإدراك في معرفة كمية اختلاف الثقل النسبي لا المطلق . وفضلاً عن المعرفة المذكورة يمكننا تعيين كمية القوة العصبية المطلوبة في أحداث حركة معلومة بواسطة حساب عقلي سابق . فأننا إذا رفعنا وعاء ما في باطنه مجهول لنا إنما نستعمل قوة تابعة لما قد تصورناه من ثقل بحيث إذا كان متضمناً مادة ثقيلة كالزئبق ربما سقط من أيدينا لأن كمية العمل العضلي أو القوة العصبية لم تكن كافية . وكذلك قد يتفق في نزول الدرج في الظلام اختلاف بين المجهود العضلي وعلو الدرجة

ولا بد من عمل متبادل بين العقل وحاسة اللمس في إدراك التأثير الحادث على سطح حاس لأنه إذا لم يكن للعقل مشاركة في ذلك قد تكون الشروط المادية للأحاساس تامة بدون أن ينفع الشعور به . وكذلك تتوقف معظم درجة الأحساس في أعصاب اللمس على درجة مشاركة العقل في الإدراك فإن الحس المولم يشتد كلما إذا كان العقل متنبهاً إليه خلافاً لما إذا كان مشغولاً بامر آخر كل إحساس مصحوب بصورة عقلية تبقى في العقل بعد زوال المحسوس حتى أنه يمكن مقابلتها بإحساس آخر حاضر كما تقابل ثقل جسم بثقل جسم آخر أطلعنا عليه في زمن سابق وبقيت صورته في العقل . وامنحن فبرذلك في الماء الحار وقال أنه استطاع أن يميز بين اختلاف درجات الحرارة إذا غمس يده في ماءين في الواحد بعد الآخر بسهولة أكثر مما لو غمس اليدين في الماءين في زمن واحد . غير أن قوة مقابلة الأحساسات الحاضرة بالماضية تتناقض كلما طالت المدة بينها

الأحاسسات التي تبقى بعد التأثيرات الحادثة في أعصاب الحس العام أو اللمس شديدة وطويلة المدة . لأنه ما دامت حالة الأعصاب باقية من جرى تأثير المنبه دام الأحساس أيضاً على أن السبب المنبه قد زال . ومن أمثلة ذلك الأحساسات اللذيذة والمؤلمة

واما ناموس المخالفة الذي تقدم انه ينوع احساسات البصر فينوع احساسات
اللمس ايضا . لانه اذا تعرض الجسد لهواء حار ثم لهواء اقل حرارة منه قليلاً
جداً شعر بالبرد على ان الاختلاف بينهما كان جزيئاً جداً . وكذلك الانتقال
الفجائي من البرد الى ما هو ادفى منه بدرجات قليلة يحدث الشعور بالحرارة .
ولذلك كان الحرارة والبرد اصطلاحين نسبيين لان البرد الذي يشعر به في
حالة خصوصية من الاعضاء الحاسة يصير حاراً في غيرها . وهكذا اذا انفص
الم شديد طويل المدة شعر المريض براحة ولذة على ان درجة الالم الباقية تكون
غير محتملة في حال الصحة

والاحساسات الداخلية ويقال لها العقلية الناشئة عن اسباب باطنة كثيرة
الوجود في حاسة اللمس لان جميع انواع الحس من لذة وحرارة وبرد وخفة
وثقل ونعيب الى غير ذلك قد تكون حادثة عن اسباب باطنة ومن امثلة ذلك
الآلام العصبية والفشعرية واللدغ السملي المعروف عند العامة بالتعقيص
وحالات اعضاء التناسل مدة النوم . وللعقل ايضاً قوة غريبة في تنبيه الاحساس
في اعصاب الحس العام فانه كما ان الغثيان قد يحدث عن مجرد التفكير بالمواد
التي تنبئه كذلك قد يحدث الالم في الجزء المستعملة من مجرد التصور العقلي
وقد يشعر الانسان من مجرد التفكير بامر كرهه او مخيف وبحس بالدغدغة اذا
كان شديد القابلية لها عندما يتهدده احد بها . وهذه الاحساسات الناشئة
من اسباب باطنة كثيرة في الاشخاص الذين مزاجهم عصبي كاصحاب الما ليغوليا
والاستيريا الذين يقال ان اكثر اوجاعهم وهمية والمراد بذلك ان اسبابها
باطنة لا ظاهرة تفعل فيها الخيلة وتزيد لها قدراً وشأناً على انها

حقيقية ولو كانت الخيلة تزيد الالم الموجود وتنبيهه

اذا وجد الاستعداد