

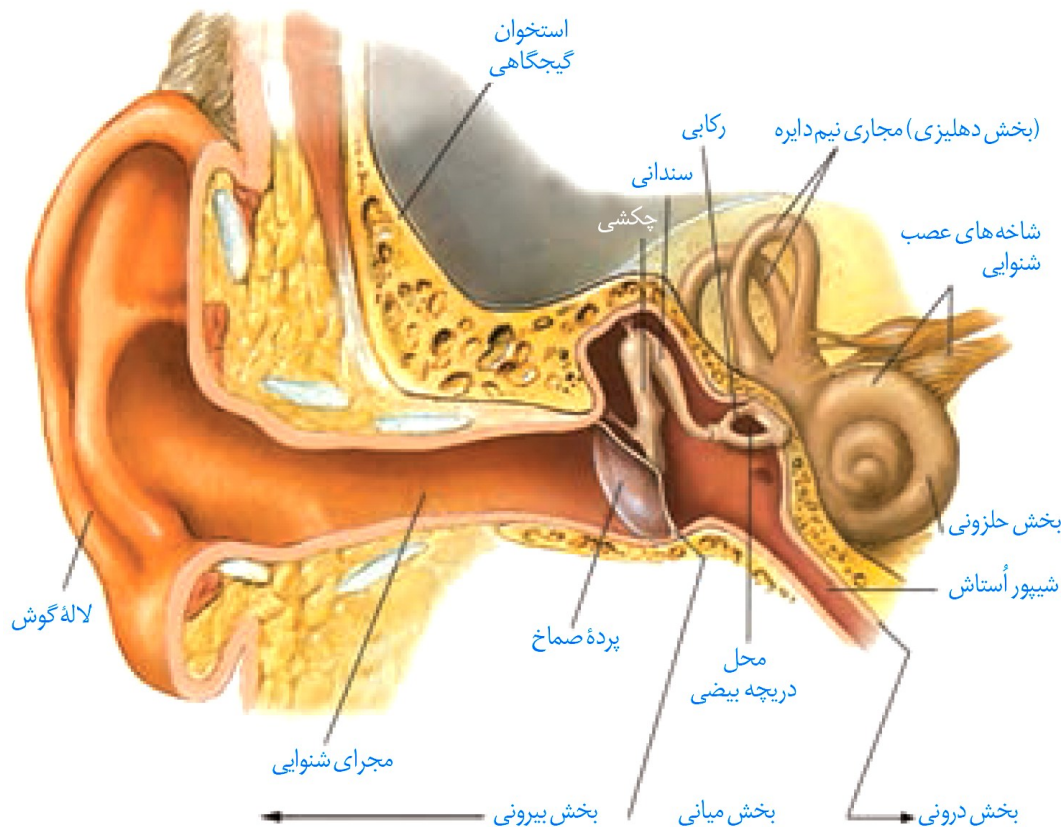
# شنوایی و تعادل

## ۱- گوش بیرونی:

گوش از سه بخش بیرونی، میانی و درونی تشکیل شده است. لاله گوش و مجرای شنوایی، بخش بیرونی گوش را تشکیل می‌دهند. بافت پوششی لاله گوش، سنگ فرشی چند لایه است. لاله گوش امواج صوتی را جمع‌آوری و مجرای شنوایی آن‌ها را به بخش میانی منتقل می‌کند. موهای کرک مانند و موادی که غده‌های برون‌ریز درون مجرا ترشح می‌کنند، نقش حفاظتی دارند. در مجرای گوش پروتئین دفاعی خط اول (لیزوزیم) وجود دارد. در زیر پوست بافت چربی یافت می‌شود.

**نکته ۱:** پرده صماخ در انتهای مجرای شنوایی و بین گوش بیرونی و میانی قرار دارد. بخش‌های میانی و درونی گوش و انتهای مجرا گوش توسط استخوان گیجگاهی (پهن) حفاظت می‌شود. توجه کنید که ابتدای مجرای گوش غضروفی است و فاقد استخوان است.

**نکته ۲:** مجرای شنوایی برخلاف مجرای حلزونی جزء گوش بیرونی است و درون آن مایع و گیرنده مژکدار وجود ندارد. استخوانی که از گوش میانی و داخلی محافظت می‌کند، استخوان محوری و پهن است.



شکل ۹- بخش‌های تشکیل‌دهنده گوش

## ۲- گوش میانی و استخوان‌های گوش میانی:

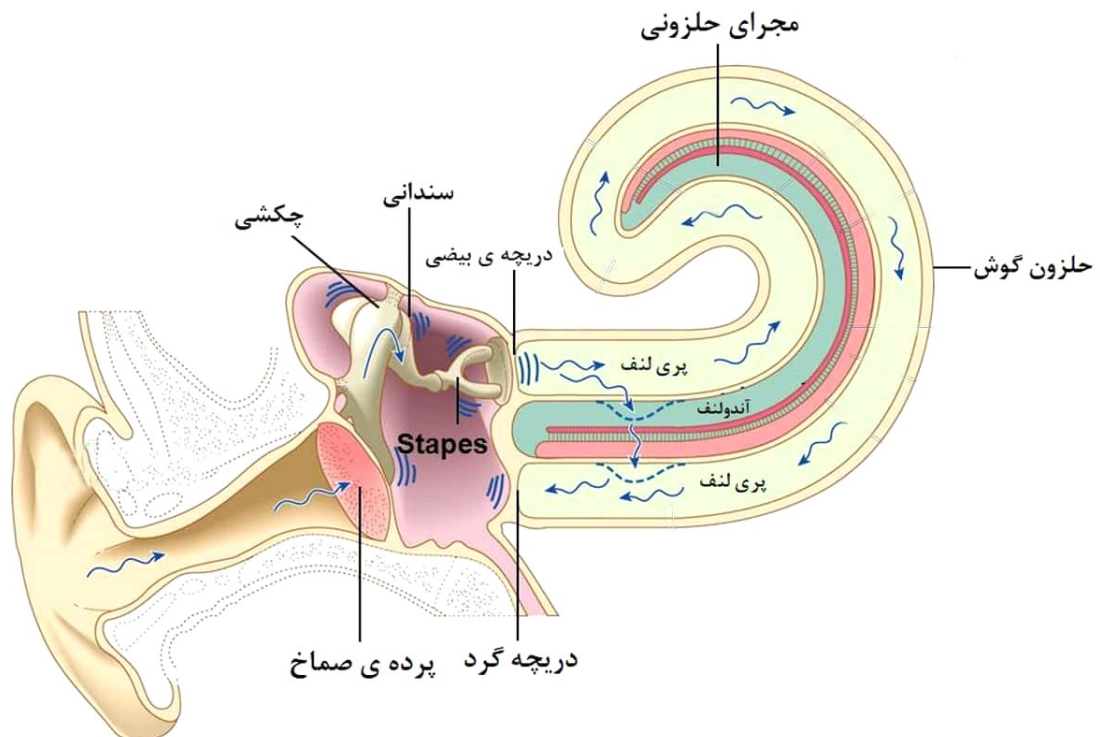


گوش میانی محفظه‌ای از استخوان گیجگاهی (نوعی استخوان پهن) است که پر از هواست (نه مایع).

✓ **نکته ۱:** درون گوش میانی و پشت پرده صماخ به ترتیب از خارج به داخل سه استخوان کوچک چکشی، سندان و رکابی قرار دارند که به هم مفصل شده‌اند. **(۱) چکشی:** بزرگ‌ترین استخوان گوش میانی است که توسط رباطی به دیواره گوش میانی متصل شده است، دسته چکشی روی پرده صماخ قرار دارد بنابراین دسته چکشی به مجرای گوش نزدیک تر است. انتهای پهن چکشی با سر پهن استخوان سندان مفصل می‌شود. **(۲) سندان:** سر آن پهن تر است و با انتهای پهن استخوان چکشی مفصل شده و انتهای سندان باریک تر است و با رکابی مفصل می‌شود. در یک فرد ایستاده، مفصل چکشی با سندان نسبت به مفصل رکابی با سندان بالاتر قرار دارد و از شیپور استاش دورتر است. **(۳) رکابی:** کوچک‌ترین استخوان گوش میانی است کف استخوان رکابی روی پرده بیضی قرار دارد. استخوان رکابی نسبت به بخش حلزونی بالاتر و نسبت به مجاری نیم‌دایره پایین تر است.

✓ **نکته ۲:** شیپور استاش، مجرای است که حلق را به گوش میانی (نه گوش داخلی) مرتبط می‌کند. هوا از راه این مجرا به گوش میانی منتقل می‌شود تا فشار آن در دوطرف پرده صماخ (نه پرده بیضی) یکسان شود تا پرده صماخ به درستی بلرزد. شیپور استاش به طور طبیعی می‌تواند باز و بسته شده و با عبور دادن هوا، فشار هوا را در دو طرف پرده صماخ متعادل می‌کند. در عفونت‌های گوش میانی این فشار متعادل نمی‌شود، فشار زیاد هوای بیرون، پرده صماخ را به طرف داخل فشار داده و سبب گرفتگی گوش می‌شود و پرده انتهای مجرای شنوایی نمی‌تواند به درستی بلرزد. در این حالت صداها را به وضوح نمی‌شنویم.

✓ **نکته ۳:** قطر مجرای شنوایی از قطر شیپور استاش بیشتر است. قطر پرده صماخ از پرده بیضی بیشتر است.



## ۳- بخش داخلی گوش:



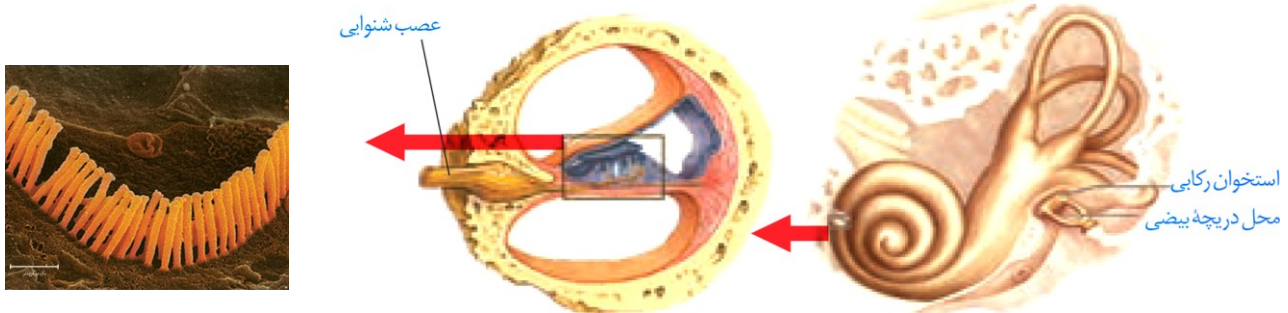
**نکته ۱:** حلزون گوش، درون استخوان گیجگاهی قرار دارد، گوش داخلی از **دو بخش حلزونی (شنوایی) و بخش دهلیزی (تعادلی)** تشکیل شده است. حلزون یک لوله‌ی مارپیچ شبیه صدف حلزون است (که حدود ۲/۵ دور پیچ خورده است). در برش عرضی حلزون گوش سه مجرا پر از مایع دیده می‌شود دقت کنید که **گیرنده‌ها شنوایی مژکدار فقط درون مجرای وسطی (مجرای کوچک‌تر) قرار دارند**. یعنی فقط در یکی از مجاری درون بخش حلزونی، گیرنده‌های شنوایی یافت می‌شوند.

**نکته ۲:** پرده صماخ در طرف خارج با مجرای شنوایی و در سمت داخل با محفظه استخوانی پر از هوا (گوش میانی) در ارتباط است. یعنی در دو طرف آن هوا وجود دارد و امواج صوتی را از مجرای شنوایی به محفظه استخوانی پر از هوا (گوش میانی) منتقل می‌کند.

**نکته ۳:** پرده بیضی، پرده نازکی است که بین گوش میانی و گوش داخلی قرار دارد. کف استخوان رکابی روی درپچه بیضی قرار گرفته است، لرزش درپچه بیضی، مایع درون حلزون (نه مایع بخش دهلیزی) را به لرزش در می‌آورد. پرده بیضی از یک طرف با محفظه پر از هوا (گوش میانی) و در پشت آن بخش حلزونی (نه بخش دهلیزی) با مجرای پر از مایع در تماس است. پرده صماخ و پرده بیضی توسط استخوان گیجگاهی محافظت می‌شوند نقش مؤثری در تحریک فقط یاخته‌های مژکدار حلزون گوش (نه مجاری نیم‌دایره) دارند.

**نکته ۴:** گیرنده‌های درون مجرای میانی حلزون نوعی **یاخته‌های پوششی مژک‌دار** هستند. این گیرنده‌ها مکانیکی هستند و در اثر ارتعاش تحریک می‌شوند. گیرنده‌ها در چهار ردیف در لابه‌لای یاخته‌های پوششی قرار دارند و فاصله یکی از گیرنده‌ها از سه گیرنده دیگر بیشتر است بنابراین **به طور یکنواخت توزیع نشده‌اند**. شکل زیر تصویر مژک‌های یاخته گیرنده شنوایی با میکروسکوپ الکترونی را نشان می‌دهد.

**نکته ۵:** در مجرای میانی حلزون یاخته‌هایی که اثر محرک را به پیام عصبی تبدیل می‌کند یاخته پوششی مژک‌دار هستند. و پس از تحریک در مجرای میانی حلزون پیک شیمیایی کوتاه‌برد با آگروسیتوز آزاد می‌کنند این یاخته‌های پوششی با دندریت نوروهای پس‌سیناپسی از کنار یاخته‌های پوششی مجاور گیرنده‌ها عبور می‌کنند و از مجرای میانی حلزون خارج شده، **جسم سلولی این نوروها در داخل استخوان گیجگاهی و خارج از مجرای میانی قرار دارد** و آکسون بلند این نوروهای پس‌سیناپسی، تشکیل شاخه شنوایی عصب گوش را می‌دهد

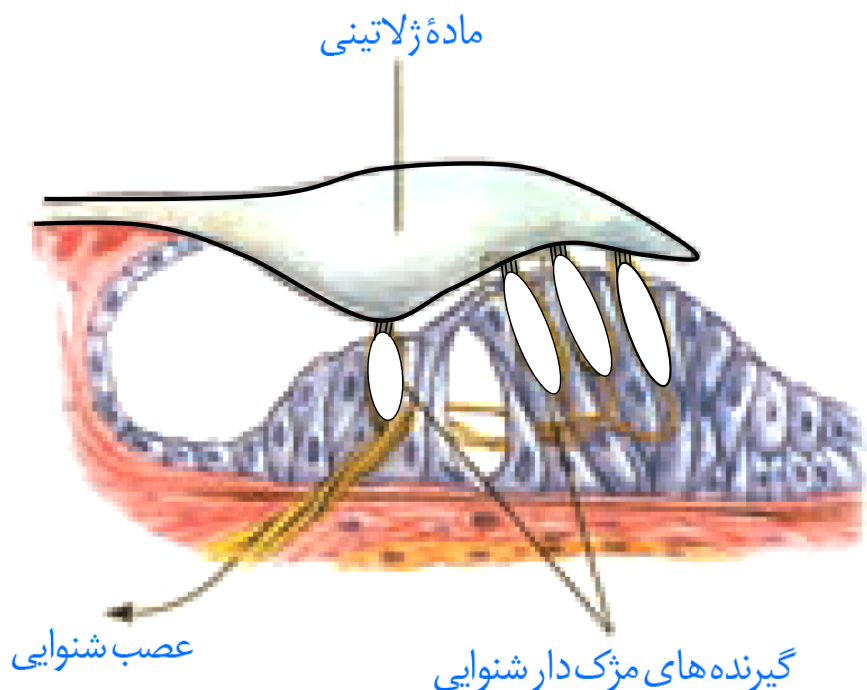


شکل ۱۰- یاخته‌های مژک‌دار حلزون گوش

## ۳- الف) بخش حلزونی گوش:



(۱) امواج صوتی پس از عبور از مجرای شنوایی، به **پرده صماخ**، برخورد می‌کنند و آن می‌لرزاند. (۲) دسته استخوان **چکشی** روی پرده صماخ چسبیده و با لرزش آن می‌لرزد. و استخوان‌های **سندانی** و **رکابی** را نیز می‌لرزاند. (۳) کف استخوان رکابی طوری روی دریچه‌ای به نام **دریچه بیضی** قرار گرفته است که لرزش آن، دریچه را می‌لرزاند. این **دریچه پرده‌ای نازک** است که در پشت آن بخش حلزونی گوش (نه بخش دهلیزی) قرار دارد. درون بخش حلزونی از مایعی پر شده است (نه هوا). (۴) لرزش دریچه بیضی، **مایع درون حلزون** (نه مایع بخش دهلیزی) را به لرزش در می‌آورد. (۵) با لرزش مایع مجرای میانی بخش حلزونی، **مژک‌های گیرنده‌ها خم می‌شوند این گیرنده‌های مکانیکی و نوعی یاخته‌های پوششی** (نه یاخته‌های عصبی) **که در اثر ارتعاش تحریک می‌شوند...** (۶) در پی خم شدن مژک‌ها، **کانال‌های دریچه‌دار واقع غشاء گیرنده‌ها باز** می‌شوند. و پتانسیل غشای گیرنده‌های مژک‌دار تغییر می‌کند و گیرنده‌ها تحریک می‌شوند. (۷) پس از تحریک گیرنده‌ها، در **مجرای میانی حلزون پیک شیمیایی کوتاه برد** با **اگزوسیتوز آزاد** می‌شود. (۸) در مجرای میانی حلزون، گیرنده‌ها (یاخته‌های پوششی مژک‌دار) با دندریت رشته‌های عصبی سیناپس برقرار می‌کنند. (۹) دندریت نورون‌های پس‌سیناپسی از کنار یاخته‌های پوششی مجاور گیرنده‌ها عبور می‌کنند و از مجرای میانی حلزون خارج شده، جسم سلولی این نورون‌ها در داخل استخوان گیجگاهی و خارج از مجرای میانی قرار دارد و آکسون بلند این نورون‌های پس‌سیناپسی، تشکیل شاخه شنوایی عصب گوش را می‌دهد (۱۰) آکسون نورون‌های حسی شاخه شنوایی، پیام عصبی را ابتدا به تالاموس می‌برند در تالاموس پیام‌های شنوایی پردازش اولیه و تقویت می‌شوند. سپس پیام شنوایی توسط نورون‌های دیگر به قشر مخ (لوب گیجگاهی مغز) ارسال می‌شود که جایگاه پردازش نهایی اطلاعات است.



## (ب) بخش دهلیزی (حفظ تعادل)

بخش دهلیزی گوش داخلی سه مجرای نیم دایره‌ای شکل عمود برهم (در سه جهت فضا) تشکیل شده است. مجاری نیم دایره با پنج عدد پايك به بخشی به نام اوتریکول متصل هستند. انتهای قطور مجرای نیم دایره به محل دریچه بیضی و استخوان رکابی نزدیک است. در انتهای هر یک از مجراهای نیم دایره یک برآمدگی قطور وجود دارد. در این انتهاهای قطور، (نه در سراسر مجاری نیم دایره) و همچنین در قسمت‌های دیگری از بخش دهلیزی (اوتریکول و ساکول) یاخته‌های مژک دار حس تعادل قرار گرفته‌اند. این گیرنده‌ها جزء حواس ویژه هستند. حرکت سر در جهت‌های گوناگون این یاخته‌ها را تحریک می‌کند. درون مجاری نیم دایره از مایعی پر شده است و مژک‌های یاخته‌های گیرنده درون ماده‌ای ژلاتینی قرار دارند.

### حفظ تعادل:

۱) با چرخش سر، مایع درون مجرا به حرکت در می‌آید (۲) حرکت مایع، ابتدا ماده ژلاتینی را به یک طرف خم می‌کند (جهت حرکت مایع با جهت حرکت ماده ژلاتینی یکسان است) (۳) خم شدن ماده ژلاتینی باعث حرکت مژک‌های یاخته‌های گیرنده می‌شوند. (۴) در پی خم شدن مژک‌ها کانال‌های یونی که دریچه‌دار هستند باز می‌شوند (نه کانال‌های نشستی) (۵) در پی باز شدن کانال‌های دریچه‌دار، پتانسیل غشای گیرنده‌های مکانیکی مژک دار تغییر می‌کند و گیرنده‌ها که نوعی یاخته غیر عصبی مژک دار هستند تحریک می‌شوند. (۶) پس از تحریک گیرنده‌ها، پیک شیمیایی کوتاه‌برد از گیرنده‌ها با آگروسیتوز آزاد می‌شود. (۷) پیک شیمیایی آزاد شده باعث تحریک و ایجاد پیام عصبی در نورون‌های پس سیناپسی می‌شود. (۸) پیک شیمیایی آزاد شده باعث تحریک دندریت نورون‌های حسی و ایجاد پیام عصبی در نورون پس سیناپسی می‌شود. (۹) دندریت‌ها در خارج از مجاری نیم دایره به جسم سلولی متصل می‌شود و سپس اکسون یاخته‌های عصبی حسی تشکیل شاخه دهلیزی (تعادلی) عصب گوش را می‌دهند، و اکسون پیام را به مغز به ویژه مخچه می‌برد و آن را از موقعیت سر آگاه می‌کنند. برای حفظ تعادل بدن مغز باید از گیرنده‌های دیگر مانند گیرنده‌های وضعیت نیز پیام دریافت کند.



✓ **نکته ۱:** هر گیرنده‌های داخل گوش درونی (بخش حلزون، و مجاری نیم‌دایره) نوعی گیرنده مکانیکی است که نوعی یاخته پوششی مژکدار هستند. این گیرنده‌ها جزء حواس ویژه هستند. و در غشای خود کانال‌های یونی دریاچه‌دار و نشستی و پمپ سدیم - پتاسیم دارند. و چون یاخته غیرعصبی هستند، فاقد آکسون و دندریت هستند. این گیرنده‌ها پیام عصبی را دریافت نمی‌کنند بلکه اثر محرک را به پیام عصبی تبدیل می‌کنند، و پس از تحریک با آزاد کردن نوعی پیک شیمیایی فعالیت نورون پس سیناپسی خود را تغییر می‌دهند و در ارسال پیام عصبی به سمت بخش اصلی مغز دخالت دارد.

✓ **نکته ۲:** هر عصب گوش از دو شاخه تشکیل شده است، هر دو شاخه محتوی آکسون بلند نورون‌های حسی هستند. هر دو شاخه عصب گوش از یاخته‌های غیرعصبی (گیرنده‌های مکانیکی مژکدار حواس ویژه)، دریافت می‌کنند. و در ارسال پیام عصبی به سمت بخش اصلی مغز دخالت دارد. شاخه‌ی دهلیزی (تعادلی) از گیرنده‌های قاعده قطور مجاری نیم‌دایره و اوتریکول و ساکول پیام دریافت و پیام را به مغز به ویژه مخچه می‌برد و شاخه‌ی شنوایی از بخش حلزونی گوش پیام دریافت و پیام آن ابتدا به تالاموس سپس به قشر مخ ارسال می‌شود.

✓ **نکته ۳:** در بخش دهلیزی (مجاری نیم‌دایره) گوش، مژک گیرنده‌ها طول متفاوت دارد و درون ماده ژلاتینی قرار دارند. مژک‌های این گیرنده‌ها در تماس مستقیم با ماده ژلاتینی قرار دارند و با مایع درون بخش دهلیزی تماس مستقیم ندارند. مژک‌ها در یک طرف گیرنده‌ها قرار دارند و این گیرنده‌ها جزء گیرنده‌های حس وضعیت نیستند. مخچه برای تنظیم تعادل هم از گیرنده‌ها مکانیکی حواس ویژه (بخش دهلیزی گوش) و هم گیرنده‌های مکانیکی حواس پیکری (گیرنده‌های حس وضعیت در ماهیچه‌های اسکلتی و زردپی‌ها و کیسول دور مفصل) پیام دریافت می‌کند.

✓ **نکته ۴:** در بخش حلزونی گوش، گیرنده‌ها درون ماده‌ی ژلاتینی قرار ندارند. مژک‌ها با مایع درون حلزون تماس دارند. انتهای مژک‌ها درون ماده ژلاتینی قرار ندارند، فقط با پوشش ماده ژلاتینی در تماس است.

✓ **نکته ۵:** درون حلزون و مجاری نیم‌دایره گوش گوش بیشتر سلول‌ها بافت پوششی هستند ولی فقط برخی از این سلول‌های پوششی به عنوان گیرنده عمل می‌کنند و مژک‌دار هستند. و بیشتر سلول‌های پوششی به عنوان گیرنده عمل نمی‌کنند و توانایی تولید پیام عصبی را ندارند و فاقد مژک هستند.

✓ **نکته ۶:** هر یاخته مژکدار داخل گوش درونی قطعاً یک گیرنده مکانیکی است که جزء حواس ویژه محسوب می‌شود. همه این گیرنده‌ها در مجاور یاخته‌های پوششی دیگر که فاقد مژک هستند، قرار دارند و با آن‌ها در تماس هستند. مثلاً در حلزون گوش در اطراف گیرنده‌ها چندین ردیف یاخته پوششی با فضای بین سلولی اندک وجود دارد، که آخرین ردیف این یاخته‌های پوششی بر روی غشاء پایه مستقر هستند یعنی بر روی شبکه‌ای از پروتئین و گلیکوپروتئین قرار گرفته‌اند. و در بخش‌هایی این یاخته‌های پوششی به صورت یک ردیف قرار گرفته و با ماده ژلاتینی در تماس هستند.

✓ **نکته ۷:** انسان در حالت طبیعی ۶ استخوان گوش میانی و ۶ مجاری نیم‌دایره دارد (در هر طرف ۳ عدد) انتهای قطور مجرای نیم‌دایره به محل دریاچه بیضی نزدیک است.

**۱۰۳. کدام مورد، درباره گیرنده‌های شنوایی گوش انسان، نادرست است؟ (تیر ۱۴۰۴)**

- (۱) به طور یکنواخت در لابه‌لای یاخته‌های پوششی توزیع شده‌اند.
- (۲) ناقلین عصبی را در مجرای میانی بخش حلزونی آزاد می‌کنند.
- (۳) همانند نوعی گیرنده حواس پیکری در اثر ارتعاش تحریک می‌شوند.
- (۴) رشته‌های عصبی مرتبط با آن‌ها، از کنار یاخته‌های پوششی عبور می‌کند.

**۱۰۴. هر پرده موجود در گوش انسان که استخوان کوچکی بر روی آن تکیه دارد، کدام مورد یا موارد زیر را می‌توان بیان نمود؟**

- (الف) در مجاورت مجرای شنوایی قرار دارد. (ب) امواج صوتی را به محفظه‌ای استخوانی و پر از هوا منتقل می‌کند. (ج) توسط استخوان گیجگاهی محافظت می‌شود. (د) نقش مؤثری در تحریک همه یاخته‌های مؤکدار گوش درونی دارد.

(۱) «الف»، «ج» و «د» (۲) «ب»، «ج» و «د» (۳) «الف» (۴) «ج»

**۱۰۵. در ارتباط با بخش‌های تشکیل دهنده گوش انسان، کدام مورد نادرست است؟ (تیر ۱۴۰۳)**

- (۱) در یکی از مجاری درون بخش حلزونی، گیرنده‌های شنوایی یافت می‌شوند.
- (۲) استخوان چکشی در نواحی مشخصی به دیواره گوش میانی متصل شده است.
- (۳) سر استخوان سندان با انتهای باریک استخوان چکشی مفصل شده است.
- (۴) انتهای قطور مجرای نیم‌دایره به محل دریچه بیضی نزدیک است.

**۱۰۶. با هجوم نوعی باکتری به بدن و ورود آن‌ها از راه حلق به گوش میانی کدام اتفاق ممکن است رخ دهد؟ (اردیبهشت ۱۴۰۳)**

- (۱) پرده انتهای مجرای شنوایی نمی‌تواند به درستی بلرزد.
- (۲) دریچه بیضی دیگر نمی‌تواند مایع درون مجاری نیم‌دایره‌ای را به حرکت درآورد.
- (۳) اختلاف بار الکتریکی نمی‌تواند در دو سوی غشای گیرنده‌های بخش حلزونی برقرار باشد.
- (۴) استخوان رکابی نمی‌تواند ارتعاشات را به میزان کافی به پرده ضخیم مجاور خود منتقل کند.

**۱۰۷. کدام مورد برای تکمیل عبارت زیر مناسب است؟ «در انسان سالم، ..... حسی موجود در گوش درونی، .....» (سراسری ۱۴۰۱)**

- (۱) هر گیرنده - می‌تواند در پی لرزش دریچه بیضی تحریک شود.
- (۲) هر گیرنده - در ارسال پیام عصبی به سمت بخش اصلی مغز دخالت دارد.
- (۳) فقط بعضی از گیرنده‌های - نوعی گیرنده حس وضعیت محسوب می‌شوند.
- (۴) فقط بعضی از گیرنده‌های - به دنبال حرکت مایع درون مجرای شنوایی تحریک می‌شوند.

**۱۰۸. کدام گزینه، در ارتباط با گیرنده‌های تعادلی گوش انسان صحیح است؟**

- (۱) پیام‌های عصبی را پس از دریافت، به بخشی در پشت ساقه‌ی مغز ارسال می‌نمایند.
- (۲) کانال‌های یونی غشای آن‌ها، پس از حرکت پوشش ژلاتینی باز می‌شود.
- (۳) از طریق مؤک‌های خود با مایع محیط اطراف خود تماس دارند.
- (۴) جزء گیرنده‌های حواس پیکری محسوب می‌شوند.

**۱۰۹. کدام گزینه در مورد گوش انسان به درستی بیان شده است؟**

- (۱) با ارتعاش استخوان رکابی، پیام عصبی به گوش داخلی منتقل می‌شود.
- (۲) کانال‌های نشتی غشای آن‌ها، بلافاصله پس از حرکت پوشش ژلاتینی باز می‌شود.
- (۳) عصب خارج شده از آن شامل آکسون‌های گیرنده‌های مکانیکی بخش حلزونی و دهلیزی گوش هستند.
- (۴) تمام بخش‌های میانی و درونی آن توسط استخوانی که دارای بافت استخوانی متراکم محافظت می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴

**۱۱۰. کدام گزینه جمله مقابل را بطور نادرست تکمیل می‌کند؟ «در گوش انسان ..... نسبت به .....»**

- (۱) قطر شیپور استاش - قطر مجرای شنوایی کمتر است و حلق را به گوش داخلی مرتبط می‌کند.
- (۲) مفصل بین سندان با چکشی - مفصل سندان با رکابی بالاتر و از شیپور استاش فاصله بیشتری دارد.
- (۳) پرده بیضی - پرده صماخ قطر کم‌تری دارد و به حلزون گوش نزدیک‌تر است.
- (۴) کوچک‌ترین استخوان گوش - بخش حلزونی بالاتر از نسبت به بخش دهلیزی پایین‌تر است.

پاسخ: گزینه ۱