

سلول‌های غده  
تیروئید در حال  
ترشح هورمون

## هورمون‌ها و دستگاه درون‌ریز

رشد، تنظیم سوخت و ساز بدن، تنظیم قند خون و واکنش در برابر ترس، فعالیت‌هایی از بدن هستند که هورمون‌ها آنها را تنظیم می‌کنند. هورمون‌ها موادی هستند که سلول‌های خاصی آنها را به درون خون ترشح می‌کنند، تا فعالیت سلول‌های دیگری را در بدن تنظیم کنند. سلول‌هایی که تحت تأثیر هورمون قرار می‌گیرند، سلول‌های هدف نامیده می‌شوند.

برای اینکه بدن بتواند عملکرد مناسب داشته باشد، همواره بافت‌ها و اندام‌های گوناگون آن باید در حال فعالیت و هماهنگی با یکدیگر باشد. کار هورمون‌ها هماهنگ کردن این فعالیت‌ها با یکدیگر است. چهار عمل اصلی هورمون‌ها عبارت‌اند از:

- ۱- تنظیم فرایندهای مختلف، از قبیل رشد، نمو، رفتار و تولیدمثل،
- ۲- ایجاد هماهنگی بین تولید، مصرف و ذخیره انرژی،
- ۳- حفظ حالت پایدار بدن، مانند ثابت نگه داشتن مقدار آب و نمک‌های مختلف درون بدن،

۴- وادار کردن بدن به انجام واکنش در برابر محرک‌ها، مانند ستیز و گریز.



شکل ۱-۴- هورمون‌ها و تنظیم. کارهای پیچیده‌ای، مانند تنظیم آب و دمای بدن، به هماهنگی نیاز دارد. بخش مهمی از این هماهنگی بر عهده هورمون‌هاست.

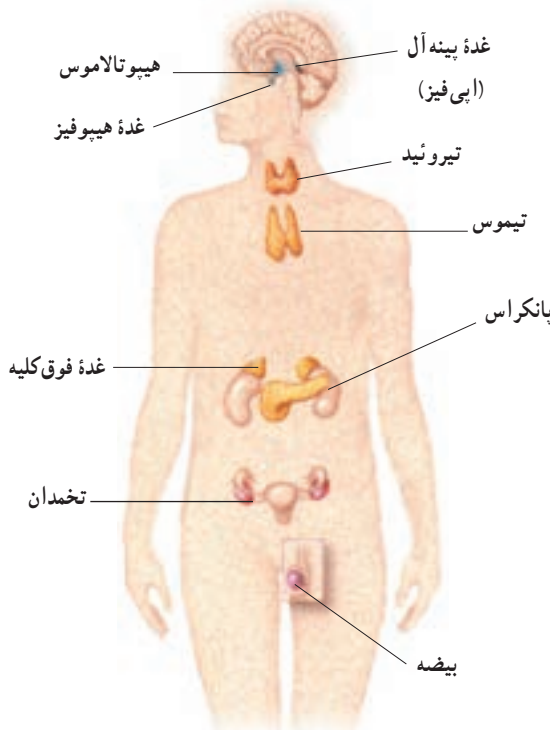
هورمون‌ها بعد از آنکه ترشح می‌شوند، از طریق جریان خون خود را به سلول‌های هدف می‌رسانند. امروزه موادی یافت شده‌اند که بدون ورود به جریان خون، روی سلول‌های مجاور خود اثر می‌کنند. هر چند این مواد هم به عنوان پیک شیمیایی عمل می‌کنند و بر عملکرد سلول‌ها تأثیر می‌گذارند، اما معمولاً به آنها هورمون گفته نمی‌شود، انتقال دهنده‌های عصبی از این نوع‌اند.

دستوری که هورمون به سلول هدف می‌دهد، هم بستگی به نوع هورمون و هم بستگی به سلول هدف دارد. مثلاً، ممکن است یک هورمون بر سلول خاصی اثر کند و آن را وا دارد پروتئینی ویژه را بسازد و یا آنزیم خاصی را فعال کند. همان هورمون ممکن است بر سلول دیگری اثر کند و سبب تغییر نفوذپذیری غشای آن سلول شود، یا سلول را به ترشح هورمون دیگری وادار کند. بعضی هورمون‌ها می‌توانند سبب تحریک سلول‌های عصبی یا ماهیچه‌ای شوند.

# ۱ هورمون‌ها در اندام‌ها و بافت‌های خاصی ساخته می‌شوند.

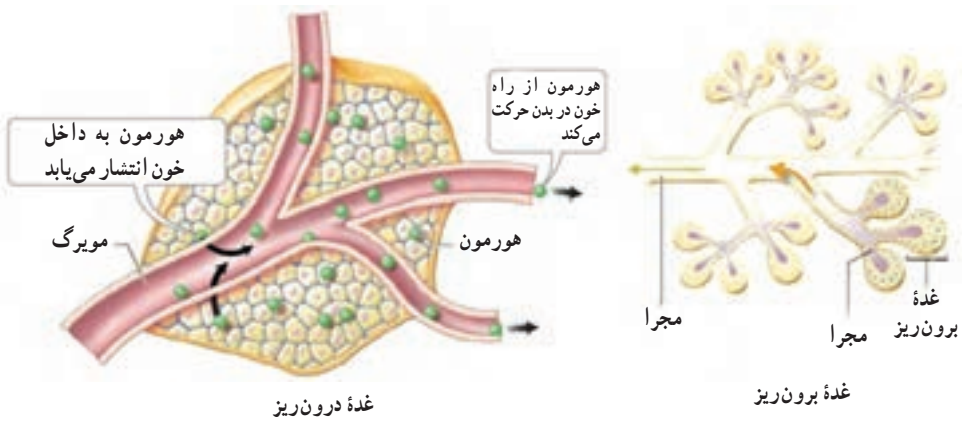
غده، اندامی است که سلول‌های آن موادی از خود ترشح می‌کنند. غده درون ریز اندامی است که کار اصلی آن ترشح هورمون است. علاوه بر غده‌های درون ریز، بعضی دیگر از اندام‌های بدن ضمن انجام کارهای خاص خود، ترشح هورمون را نیز به عنوان یکی از وظایف فرعی، انجام می‌دهند. نمونه این اندام‌ها عبارت‌اند از: مغز، معده، روده باریک و کلیه. در این اندام‌ها، ترشح هورمون به عهده سلول‌های خاصی (سلول‌های درون ریز) است. پژوهش‌های جدید ممکن است سلول‌های درون ریز جدیدی را در اندام‌های مختلف بدن آشکار کنند.

به مجموعه غده‌ها و سلول‌های درون ریز بدن، دستگاه درون ریز گفته می‌شود. قسمت‌های اصلی دستگاه درون ریز در شکل ۲-۴ نشان داده شده است. دستگاه درون ریز، با آزاد کردن هورمون‌های مختلف به صورت هماهنگ، تنظیم بسیاری از اعمال بدن را به عهده دارد.



شکل ۲-۴- غده‌های درون ریز بدن

غدهٔ برون ریز، به غده‌ای گفته می‌شود که مواد خاصی به درون ساختارهای لوله مانند خود که مجرا نامیده می‌شوند، ترشح می‌کند. مجرا، مادهٔ ترشح شده را به قسمت‌های خاصی از درون یا بیرون بدن هدایت می‌کند (شکل ۳-۴). غده‌های عرق، غده‌های بزاقی و غده‌های ترشح‌کنندهٔ آنزیم‌های گوارشی نمونه‌هایی از غده‌های برون ریز هستند. پانکراس، غده‌ای است که هم قسمت درون ریز دارد و هم دارای قسمت برون ریز است. قسمت برون ریز پانکراس، بیکرينات و آنزیم‌های گوارشی را می‌سازد و از طریق مجراهای خاصی آنها را به رودهٔ باریک می‌رساند. قسمت درون ریز پانکراس دو هورمون به نام انسولین و گلوکاگون می‌سازد که هر دو در تنظیم مقدار قند خون دخالت دارند.



شکل ۳-۴- غدهٔ درون ریز و برون ریز

هورمون‌ها و انتقال‌دهنده‌های عصبی، پیک‌های شیمیایی هستند: می‌دانیم که علاوه بر دستگاه درون ریز، دستگاه عصبی هم وظیفهٔ هماهنگی فعالیت‌های بدن را به عهده دارد. این دو دستگاه پیک‌های شیمیایی متفاوتی دارند. پیک‌های شیمیایی دستگاه عصبی، انتقال‌دهندهٔ عصبی نامیده می‌شوند، در حالی که به پیک‌های شیمیایی دستگاه درون ریز، هورمون گفته می‌شود. باید دانست بعضی از سلول‌های عصبی می‌توانند برخی هورمون‌ها را نیز تولید کنند؛ و نیز بعضی از مواد شیمیایی، هم به عنوان هورمون در دستگاه درون ریز و هم به عنوان انتقال‌دهندهٔ عصبی در دستگاه عصبی فعالیت دارند. مثلاً، اپی‌نفرین در بعضی جاها نقش هورمونی دارد و در برخی موارد به عنوان انتقال‌دهندهٔ عصبی عمل می‌کند. وقتی این ماده از یک سلول عصبی ترشح می‌شود، سبب انتقال پیام عصبی بین نورون‌ها می‌شود و هنگامی که از غدهٔ فوق کلیه ترشح می‌شود، به عنوان یک هورمون عمل می‌کند و فرد را برای حالت سستیز یا گریز آماده می‌کند.

تفاوت دیگر میان دستگاه درون ریز و دستگاه عصبی در این مورد، آن است که انتقال دهنده های عصبی، پیک هایی هستند که عمل سریع و عمر کوتاه دارند؛ در حالی که هورمون ها معمولاً اثرات کندتر و طولانی تری ایجاد می کنند.

انتقال دهنده های عصبی از نورون ها آزاد می شوند و پس از عبور از فضای سیناپسی به سلول های پس سیناپسی مجاور می رسند؛ در حالی که هورمون ها از سلول های درون ریز به مایع میان بافتی می ریزند و به دنبال آن وارد جریان خون می شوند تا سرانجام خود را به سلول های هدف برسانند.



### مواد شبیه هورمونی

در بدن انسان علاوه بر هورمون ها مواد دیگری موجودند که فعالیت های سلولی را تنظیم می کنند. این مواد جزء هورمون ها محسوب نمی شوند، زیرا وارد جریان خون نمی شوند. اما از نظر عملکرد شبیه هورمون ها هستند. دو دسته مهم از این مواد عبارتند از: الف - موادی که ساختار پپتیدی دارند و از مغز و اعصاب ترشح می شوند و به پپتید عصبی معروف اند و ب - موادی به نام پروستاگلاندین که از اکثر سلول ها ترشح می شوند.

پپتیدهای عصبی شامل چند گروه هستند. اینکفالین ها گروهی از پپتیدهای عصبی هستند که پیام درد را قبل از رسیدن به مغز مهار می کنند. اندورفین ها گروه دیگری از پپتیدهای عصبی هستند که به نظر می رسد در تنظیم احساسات دخالت دارند و نیز سبب کاهش درد و تأثیر بر رفتار تولیدمثلی می شوند. پپتیدهای عصبی بر بسیاری از سلول هایی که مجاور سلول عصبی ترشح کننده آن قرار دارند، تأثیر می گذارند.

پروستاگلاندین ها که از نظر ساختاری شبیه اسیدهای چرب هستند، اعمال مختلفی بر عهده دارند. این مواد در بافت های آسیب دیده تجمع می یابند. بیش از ده نوع پروستاگلاندین شناسایی شده است. بعضی از آنها سبب انقباض ماهیچه های صاف دیواره رگ ها و در نتیجه تنگی رگ می شوند و تنگی رگ به نوبه خود سبب افزایش فشار خون می شود. بعضی دیگر از پروستاگلاندین ها سبب گشاد شدن رگ ها و ایجاد التهاب می شوند. بعضی از سردردها ممکن است در اثر گشاد شدن رگ ها و فشار دیواره آنها به اعصاب موجود در مغز ایجاد شوند. داروهایی مانند آسپیرین، با مهار تولید پروستاگلاندین سبب کاهش التهاب و کاهش سردرد می شوند.

۱ - Enkephalins

۲ - Endorphins



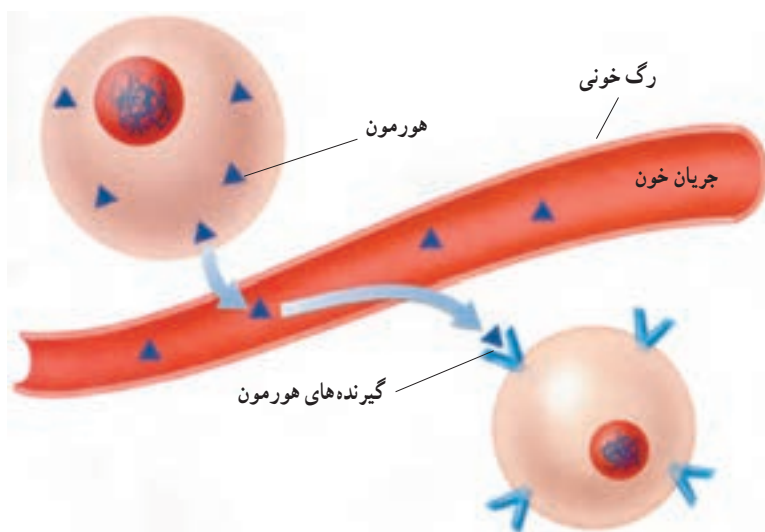
## خودآزمایی ۱-۴

- ۱- چهار عمل اصلی هورمون‌ها را در هماهنگی فعالیت‌های بدن، شرح دهید.
- ۲- کارهای پیک‌های شیمیایی غده‌های درون‌ریز و پیک‌های شیمیایی دستگاه عصبی را با یکدیگر مقایسه کنید.

## ۲ هورمون‌ها چگونه کار می‌کنند؟

هورمون‌ها بعد از اینکه از سلول‌های سازندهٔ خود رها می‌شوند، فقط به سلول‌های هدف متصل می‌شوند و بر آنها اثر می‌کنند. به عبارت دیگر هورمون‌ها اختصاصی عمل می‌کنند. تصور کنید اگر هورمونی به صورت اختصاصی عمل نمی‌کرد، چه اتفاقی می‌افتاد: با آزاد شدن این هورمون، همهٔ سلول‌های بدن تحت تأثیر قرار می‌گرفتند و فعالیت‌های نامنظمی ایجاد می‌شد.

هورمون، سلول هدف را از روی گیرندهٔ آن می‌شناسد. گیرنده، مولکولی است که روی سلول و یا درون سلول (درون سیتوپلاسم یا هسته) قرار دارد و از نظر شکل سه بعدی به گونه‌ای است که با مادهٔ شیمیایی (هورمون) جفت و جور می‌شود؛ درست همان‌طور که کلید با قفل مربوط به خود جفت می‌شود. به این ترتیب یک هورمون فقط بر سلول‌هایی اثر دارد که مولکول گیرندهٔ مخصوص آن هورمون را داشته باشند (شکل ۴-۴). گیرنده‌ها معمولاً ساختار پروتئینی دارند.

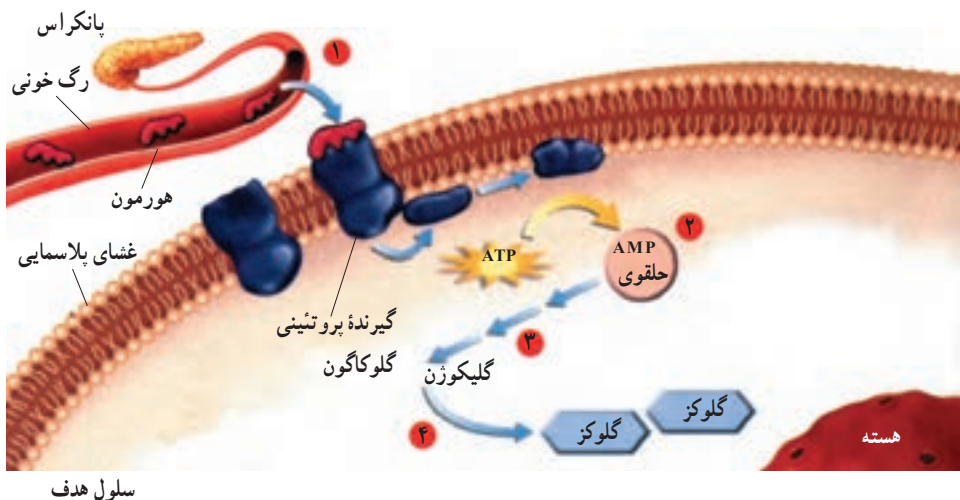


شکل ۴-۴ - تأثیر هورمون‌ها بر سلول‌های هدف - هورمون‌ها از مایعات بدن عبور می‌کنند و به سلول‌های هدف می‌رسند. جور شدن هورمون با گیرنده‌های سلول‌های هدف فعالیت آن سلول‌ها را تغییر می‌دهد.

انواع هورمون‌ها: اغلب هورمون‌ها را می‌توان در یکی از این دو گروه جای داد: الف) هورمون‌های آمینواسیدی؛ این هورمون‌ها از یک آمینواسید تغییر شکل یافته، یا تعدادی آمینواسید که با هم پیوند پپتیدی تشکیل داده‌اند، ساخته شده‌اند. ب) هورمون‌های استروئیدی؛ این هورمون‌ها دارای ساختار لیپیدی هستند و از کلسترول ساخته می‌شوند.

چگونه سلول هدف متوجه پیام هورمون می‌شود و چگونه تحت تأثیر هورمون قرار می‌گیرد؟ پاسخ این سؤال بستگی به نوع هورمون دارد:

هورمون‌های آمینواسیدی: چون این هورمون‌ها (به استثنای هورمون‌های تیروئیدی  $T_3$  و  $T_4$ ) که بعداً به آن خواهیم پرداخت) در چربی حل نمی‌شوند و نمی‌توانند از غشای سلول عبور کنند، گیرنده‌های اکثر آنها روی غشای سلول قرار دارد.



شکل ۴-۵- چگونه عمل یک هورمون آمینواسیدی

مراحل عمل این هورمون‌ها با توجه به شکل ۴-۵، به شرح زیر است: مرحله اول: با اتصال هورمون به گیرنده، شکل مولکول گیرنده تغییر می‌کند. مثلاً وقتی گلوکاگون که یک هورمون آمینواسیدی پانکراس است به گیرنده خود در سطح سلول جگر، متصل می‌شود، شکل گیرنده تغییر می‌کند.



**مرحله دوم :** این تغییر شکل سبب ایجاد ماده‌ای در درون سلول می‌شود. چون این ماده انجام مراحل بعدی را پایه‌ریزی می‌کند، به آن پیک دومین می‌گویند (در واقع هورمون، پیک نخستین نامیده می‌شود. این ماده که به دنبال پیک نخستین به میدان می‌آید، پیک دومین نام گرفته است). مثلاً هنگامی که گلوکاگون به گیرنده ویژه خود متصل می‌شود، آنزیمی فعال می‌شود که آدنوزین تری فسفات داخل سلول را به آدنوزین مونوفسفات حلقوی که یک پیک دومین است، تبدیل می‌کند.

**مرحله سوم :** پیک دومین سبب فعال یا غیرفعال شدن یک آنزیم یا زنجیره‌ای از آنزیم‌ها می‌شود، یعنی پیک دومین، آنزیم نخست را فعال می‌کند و آن آنزیم به نوبه خود آنزیم دوم را فعال یا غیرفعال می‌کند و به همین ترتیب فعالیت تعدادی از آنزیم‌ها تغییر می‌کند.

**مرحله چهارم :** سرانجام فعالیت سلول هدف در اثر تغییر عملکرد آنزیم یا آنزیم‌هایی که ذکر شد، تغییر می‌کند. در مثال گلوکاگون، سرانجام گلیکوژن به تعدادی مولکول گلوکز تجزیه می‌شود.

**هورمون‌های استروئیدی :** هورمون‌های استروئیدی در لیپید حل می‌شوند و از غشاهای سلولی می‌گذرند. هورمون‌های استروئیدی به گیرنده‌هایی که در سیتوپلاسم یا هسته سلول هدف قرار دارند، متصل می‌شوند و فعالیت سلول را تغییر می‌دهند. گیرنده‌های هورمون‌های تیروئیدی ( $T_3$  و  $T_4$ ) نیز در داخل هسته قرار دارند.

## خودآزمایی ۲-۴

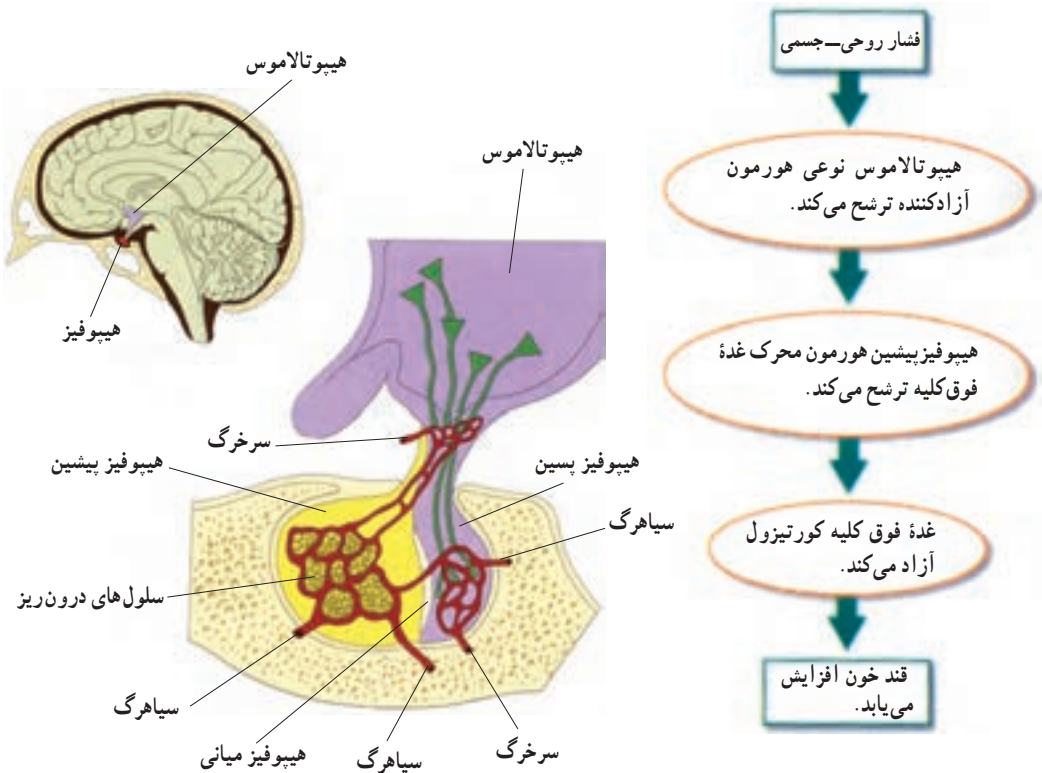


۱- هورمون‌های آمینواسیدی چگونه فعالیت سلول‌ها را تغییر می‌دهند؟

۲- هورمون‌های استروئیدی چگونه بر فعالیت سلول‌ها اثر می‌گذارند؟

### ۳ غده‌های درون ریز اصلی بدن

دو غده درون ریز، ترشح اولیه بسیاری از هورمون‌ها را کنترل می‌کنند. این دو غده، هیپوتالاموس و هیپوفیز هستند. این دو به‌عنوان مرکز اصلی کنترل برای سایر غده‌های درون ریز عمل می‌کنند (شکل ۴-۶).



شکل ۴-۶- غده‌های هیپوتالاموس و هیپوفیز و رابطه بین آنها

## غده هیپوتالاموس

هیپوتالاموس، مرکزی در مغز است که فعالیت‌های دستگاه‌های عصبی و درون‌ریز را هماهنگ می‌کند و نیز بسیاری از اعمال بدن، مانند دمای بدن، فشارخون و احساسات را تنظیم می‌کند. هیپوتالاموس از قسمت‌های دیگر مغز، اطلاعاتی درباره شرایط درونی و بیرونی بدن به دست می‌آورد. سپس به این اطلاعات و نیز به غلظت هورمون‌ها در خون پاسخ می‌دهد. در واقع پاسخ هیپوتالاموس، صادر کردن دستورهایی به غده هیپوفیز است. این دستورها همان هورمون‌هایی هستند که از هیپوتالاموس ترشح می‌شوند و سرانجام به هیپوفیز می‌رسند و بر آن تأثیر می‌گذارند.

## غده هیپوفیز

همان‌طور که در شکل ۶-۴ مشاهده می‌کنید هیپوفیز یک غده درون‌ریز است که توسط ساقه کوتاه، از هیپوتالاموس آویزان به نظر می‌رسد. غده هیپوفیز هورمون‌های فراوانی ترشح می‌کند که بعضی از آنها فعالیت برخی از غده‌های درون‌ریز بدن را تنظیم می‌کنند. این غده از سه بخش پیشین، پسین و میانی تشکیل شده است.

**هیپوفیز پیشین:** بیشترین تعداد هورمون‌های هیپوفیز از بخش پیشین آن ترشح می‌شوند. سلول‌های هیپوتالاموس تعدادی هورمون می‌سازند و آنها را به داخل رگ‌های خونی که بین هیپوتالاموس و هیپوفیز قرار دارند، آزاد می‌کنند. بعضی از این هورمون‌ها «هورمون آزادکننده» نامیده می‌شوند و هر یک سبب می‌شوند قسمت جلویی غده هیپوفیز (هیپوفیز پیشین) هورمون خاصی را بسازد و سپس آن را ترشح کند. برخی دیگر از هورمون‌های هیپوتالاموس، «مهارکننده» هستند و سبب می‌شوند هیپوفیز پیشین ترشح یکی از هورمون‌های خود را کاهش دهد. بعضی از هورمون‌های هیپوفیز به سمت غده‌های درون‌ریز دیگر برده می‌شوند و در آنجا موجب آغاز تولید هورمون خاص آن غده می‌شوند. یک نمونه از این واکنش‌های زنجیره‌ای در شکل ۶-۴ نشان داده شده است. سایر هورمون‌های غده هیپوفیز مستقیماً روی سلول‌های هدف اثر می‌کنند. این هورمون‌ها در جدول ۱-۴ آورده شده‌اند.

جدول ۱-۴- هورمون های غده هیپوفیز

هورمون	بافت هدف	اثر
تحریک کننده غده فوق کلیه	قشر فوق کلیه	تحریک ترشح کورتیزول و هورمون های استروئیدی دیگر
FSH	تخمدان ها و بیضه ها	تنظیم رشد سلول های جنسی نر و ماده
LH	تخمدان ها و بیضه ها	تحریک تخمک گذاری در تخمدان ها و آزاد شدن هورمون های جنسی (نر و ماده)
پرولاکتین	غده های شیری	تحریک تولید شیر در پستان ها
هورمون رشد	تمام بافت ها	تحریک ساخت پروتئین و استخوان و رشد ماهیچه
هورمون تحریک کننده تیروئید	غده تیروئید	تحریک ساخت و آزادسازی هورمون تیروئید
هورمون ضد ادراری (ADH)	کلیه ها و رگ های خونی	تحریک باز جذب آب از کلیه، تنگ کردن رگ ها
اُکسی توسین	غدد شیری، رحم	تحریک انقباض های رحم و غدد شیری

هیپوفیز  
پیشین

هیپوفیز پسین

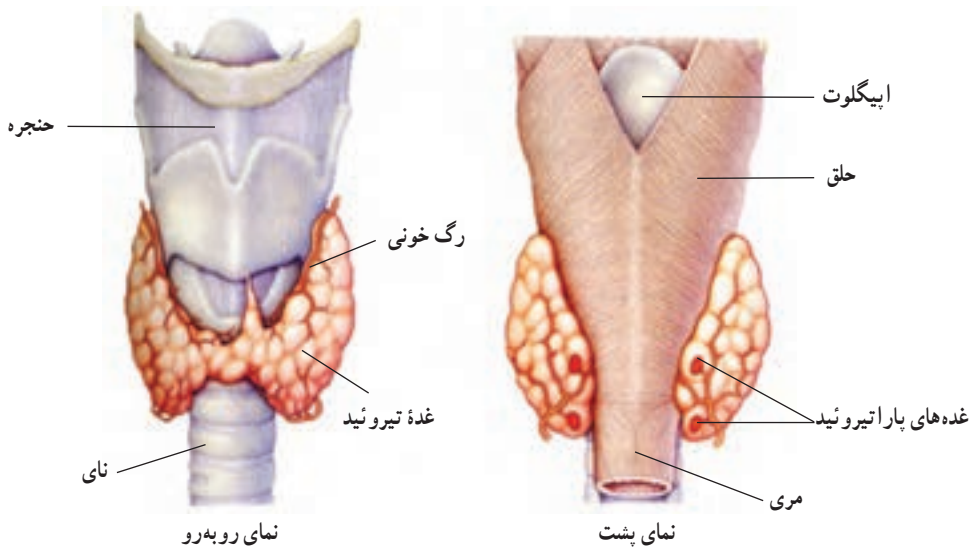
**هیپوفیز پسین :** سلول های عصبی هیپوتالاموس دارای آکسون هایی هستند که تا قسمت پشتی غده هیپوفیز یعنی هیپوفیز پسین ادامه می یابند. سلول های عصبی هیپوتالاموس دو هورمون می سازند که در هیپوفیز پسین ذخیره و در هنگام لزوم آزاد می شوند. این دو هورمون عبارت اند از : اُکسی توسین و هورمون ضد ادراری. اُکسی توسین سبب خروج شیر از غده های پستانی مادر و نیز سبب انقباضات رَجِم در هنگام زایمان می شود. هورمون ضد ادراری سبب می شود در مواقع لزوم، ادرار غلیظ شود و در نتیجه آب در بدن حفظ شود.

**بخش میانی هیپوفیز :** مانند بخش پیشین ساختار غده ای دارد. هنوز کار مشخصی برای این بخش هیپوفیز در انسان شناخته نشده است.

### غده تیروئید

همان طور که در شکل ۷-۴ مشاهده می کنید، غده تیروئید غده درون ریز سپری شکلی است که

در جلوی گلو قرار گرفته است. کلمه تیروئید از کلمه یونانی «تیروس» به معنی «سپر» گرفته شده است. غده تیروئید هورمون های تیروئیدی ( $T_4$  و  $T_3$ ) و هورمون کلسی تونین را تولید و ترشح می کند.



شکل ۷-۴- غده های تیروئید و پاراتیروئید

**تنظیم سوخت و ساز و نمو:** هورمون های تیروئیدی میزان سوخت و ساز را در بدن تنظیم می کنند و نیز رشد طبیعی مغز، استخوان ها و ماهیچه ها را طی دوران کودکی افزایش می دهند. هورمون های تیروئیدی در افراد بزرگسال سبب افزایش هوشیاری می شوند. هورمون های تیروئیدی آمینواسیدهای تغییر یافته ای هستند که از افزوده شدن ید به آمینواسید



تیروزین ایجاد می شوند. اگر نمک های ید در غذا کم باشند، غده تیروئید در نتیجه تلاش بیشتر برای ساختن هورمون های تیروئیدی، بزرگ می شود. به غده تیروئید بزرگ گواتر گفته می شود (شکل ۸-۴). گواتر ناشی از کمبود ید، با افزودن ید به نمک خوراکی قابل پیشگیری است. به همین علت در حال حاضر به اکثر بسته های نمک خوراکی، ید اضافه می کنند.

شکل ۸-۴- گواتر. این کودک به کمبود ید مبتلا شده است.

اگر میزان تولید هورمون‌های تیروئیدی در بدن شخصی کمتر از مقدار طبیعی باشد، اصطلاحاً گفته می‌شود او مبتلا به کم‌کاری تیروئید (هیپوتیروئیدیسم) است. کم‌کاری تیروئید کودکان، ممکن است کاهش رشد، عقب‌افتادگی ذهنی و یا هر دو را به دنبال داشته باشد. هیپوتیروئیدیسم در افراد بالغ ممکن است سبب کمبود انرژی، خشکی پوست و افزایش وزن شود. افزایش تولید هورمون‌های تیروئیدی که پرکاری تیروئید (هیپرتیروئیدیسم) نامیده می‌شود، سبب بی‌قراری، اختلالات خواب، افزایش تعداد ضربان قلب و کاهش وزن می‌شود.

**تنظیم مقدار کلسیم:** بالا بودن مقدار کلسیم در خون، سبب تحریک ترشح هورمونی پلی‌پپتیدی به نام کلسی‌تونین<sup>۱</sup> از غده تیروئید می‌شود. کلسی‌تونین سبب افزایش رسوب کلسیم در بافت استخوان می‌شود و در نتیجه کلسیم خون را کاهش می‌دهد. کلسیم برای منظوره‌های مختلفی در بدن استفاده می‌شود، مثلاً، یون کلسیم برای انقباض ماهیچه‌ها و نیز برای ترشح بعضی مواد از سلول‌ها لازم است.

## غده‌های پاراتیروئید

چهار غده پاراتیروئید به پشت غده تیروئید چسبیده‌اند و هورمونی ترشح می‌کنند که مقدار کلسیم خون را افزایش می‌دهد (شکل ۷-۴). این هورمون سلول‌های استخوانی را وادار می‌کند که بافت استخوانی را تجزیه کنند و کلسیم را به جریان خون بریزند. همچنین هورمون غده پاراتیروئید در کلیه سبب افزایش بازجذب کلسیم از ادرار می‌شود. این هورمون سبب فعال شدن ویتامین D نیز می‌شود که آن هم در روده‌ها سبب افزایش جذب کلسیم خواهد شد.



بیشتر بدانید

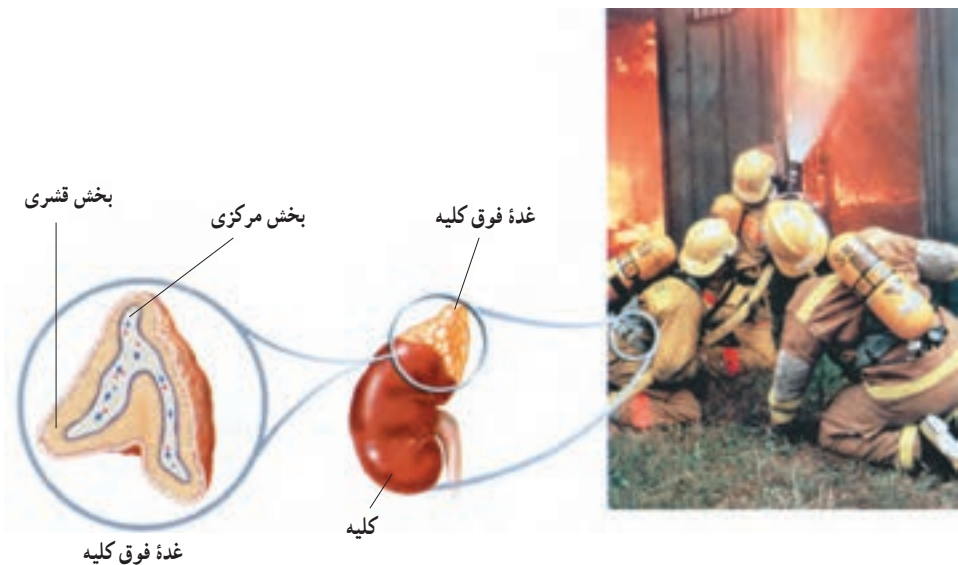
### استفاده از ید رادیواکتیو در درمان پرکاری تیروئید

یکی از روش‌های درمان پرکاری تیروئید (هیپرتیروئیدیسم)، استفاده از ید رادیواکتیو است. این رادیو دارو را به صورت کپسول و یا نوشیدنی به بیمار می‌دهند و پس از مصرف آن بیمار نباید تا چند روز با افراد دیگر به خصوص کودکان و زنان باردار تماس داشته باشد. سلول‌های غده تیروئید، ید رادیواکتیو را از خون جذب می‌کنند تا  $T_4$  و  $T_3$  بسازند. پرتوهای رادیواکتیو دارو، سلول‌های غده تیروئید را از بین می‌برند و یا از تقسیم آنها جلوگیری می‌کنند. در نتیجه

پس از مدتی غدهٔ تیروئید کوچک می‌شود و مقدار هورمون آن نیز به حالت طبیعی بازمی‌گردد. بخشی از رادیو دارو که سلول‌های تیروئیدی آن را جذب نکرده‌اند، از طریق ادرار دفع می‌شود.

## غدد فوق کلیه

در بدن انسان دو غدهٔ فوق کلیه وجود دارد که جزء غده‌های درون ریز هستند و روی کلیه‌ها قرار گرفته‌اند. هر غدهٔ فوق کلیه که به اندازهٔ یک بادام است، در واقع خود از دو غده تشکیل شده است: قسمت داخلی‌تر یا بخش مرکزی فوق کلیه و قسمت خارجی‌تر یا بخش قشری فوق کلیه. پاسخ آنی به فشار روحی — جسمی: قسمت مرکزی فوق کلیه در مواقع فشار روحی — جسمی مانند یک دستگاه هشداردهنده عمل می‌کند و هورمون‌های «ستیز و گریز» را آزاد می‌کند. این هورمون‌ها عبارت‌اند از اپی نفرین و نوراپی نفرین (که قبلاً به ترتیب آدرنالین و نور آدرنالین نامیده می‌شدند). اثر این هورمون‌ها، آماده کردن بدن برای مواقع اضطراری است. دستگاه عصبی سمپاتیک نیز در پاسخ به یک موقعیت تنش‌زا همین پاسخ را ایجاد می‌کند، اما مدت اثر هورمون‌های قسمت مرکزی فوق کلیه طولانی‌تر است. هنگام فشارهای روحی — جسمی مانند حالتی که در شکل ۹-۴ می‌بینید، هورمون‌های ستیز و گریز سبب افزایش ضربان قلب، افزایش فشار خون، افزایش قند خون و افزایش جریان خون به قلب و شش‌ها می‌شوند.



شکل ۹-۴ هورمون‌های ستیز و گریز در حال عمل در بدن آتش نشانان

پاسخ دیرپا به فشارهای روحی — جسمی : قسمت قشری فوق کلیه چندین هورمون تولید می کند که دوتای آنها عبارتند از : کورتیزول و آلدوسترون. هورمون های قسمت قشری فوق کلیه در مقایسه با اپی نفرین و نوراپی نفرین پاسخ های آهسته تر اما دیرپاتری در برابر موقعیت های تنش زا ایجاد می کنند. کورتیزول مقدار انرژی در دسترس بدن را زیاد می کند. مثلاً کورتیزول سبب می شود بدن مقدار گلوکز خون را افزایش دهد و پروتئین ها را برای مصرف انرژی بشکند. وجود مقادیر زیاد کورتیزول (مانند آنچه در هنگامی که شخص برای مدت طولانی در تنش و فشار روحی است رخ می دهد)، سبب سرکوب سیستم ایمنی بدن می شود.

آلدوسترون باعث می شود کلیه دفع یون های سدیم را از طریق ادرار، کم کند. در نتیجه غلظت سدیم خون افزایش می یابد و فشار خون بالا می رود و به این ترتیب بدن برای مقابله با فشار روحی آماده تر می شود. از طرف دیگر آلدوسترون باعث می شود کلیه ها پتاسیم را به داخل ادرار دفع کنند. هنگامی که مقدار آلدوسترون بسیار کم باشد، مقدار پتاسیم خون ممکن است زیاد شود و به مقادیر خطرناک و حتی کشنده برسد.



### چند توصیه برای جلوگیری از فشارهای روحی

- ۱- از پذیرش هم زمان مسئولیت ها و کارهای متعدد خودداری کنید؛ زیرا ممکن است دچار کمبود وقت و خستگی فکری و بدنی شوید. و این منشأ بیشتر فشارهای روحی است.
- ۲- وقت خود را به درستی تنظیم کنید. اطمینان حاصل کنید که برای انجام کارها و نیز تفریح سالم وقت کافی دارید. یاد بگیرید که چگونه می توانید از وقتی که دارید به صورت مفید استفاده کنید و نیز از میان روش های موجود برای استراحت کدام یک برای شما مفیدتر است. مثلاً: ورزش کردن، صحبت با دوستان و آشنایان، مطالعه کتاب یا بازی های فکری و سرگرمی های سالم.
- ۳- به میزان کافی بخوابید و استراحت کنید و نیز ورزش را فراموش نکنید. با این کارها به مغز و جسم خود اجازه می دهید تا قوای از دست داده را باز یابند.
- ۴- سعی کنید در حین انجام کارهایتان دچار فشار روحی نشوید، چون فشارهای روحی انرژی شما را تحلیل می برد. در اوقات فراغت به کارهایی مشغول شوید که موجب سرگرمی و لذت شما می شود.
- ۵- از مصرف انواع داروها، بدون تجویز پزشک، اجتناب کنید. موادی مانند توتون، چای و قهوه ممکن است به صورت موقتی از فشار روحی بکاهند، اما عامل به وجود آورنده آن را درمان نمی کنند. به علاوه بسیاری از این مواد دارای اثرات جانبی و زیان آور هستند.

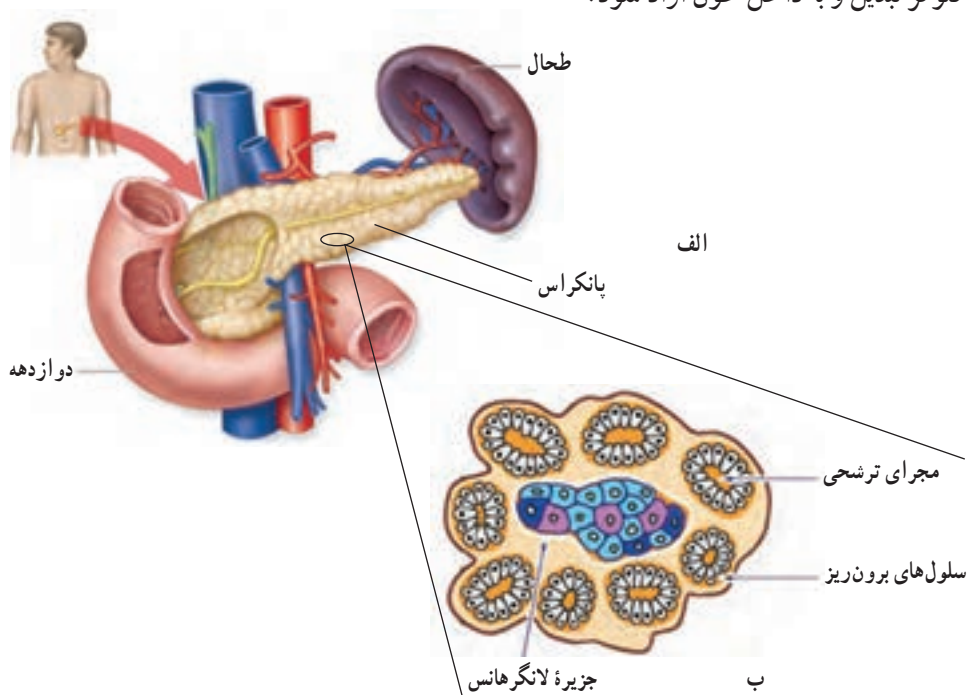


۶- مسائلی را که موجب ناراحتی روحی شما می‌شوند، با کسی که به او اطمینان دارید، در میان بگذارید. والدین، یک دوست خوب یا مشاور مدرسه‌تان ممکن است بتوانند به شما کمک کنند.

۷- اگر احساس می‌کنید که عامل به‌وجود آورنده ناراحتی روحی در شما مصرف نوع خاصی داروست، حتماً موضوع را با پزشک یا مربی بهداشت مدرسه در میان بگذارید.

## پانکراس

**تنظیم مقدار قند خون:** پانکراس از دو بخش درون‌ریز و برون‌ریز تشکیل شده است (شکل ۱۰-۴). بخش درون‌ریز شامل مجموعه‌هایی از سلول‌هاست که جزایر لانگرهانس نامیده می‌شوند. دو هورمون که توسط این جزایر ساخته می‌شوند در کنترل قندخون دخالت دارند: انسولین هورمونی است که با افزایش تولید و تجمع گلیکوژن در کبد، قند خون را کاهش می‌دهد. انسولین همچنین با اثر بر غشای سلول‌های ماهیچه‌ای سبب می‌شود آنها گلوکز بیشتری جذب کنند. سلول‌های ماهیچه‌ای گلوکز را به گلیکوژن تبدیل و آن را ذخیره می‌کنند. اثر گلوکاگون عکس عمل انسولین است؛ یعنی قند خون را افزایش می‌دهد. گلوکاگون سبب می‌شود گلیکوژنی که قبلاً در کبد ذخیره شده است به گلوکز تبدیل و به داخل خون آزاد شود.



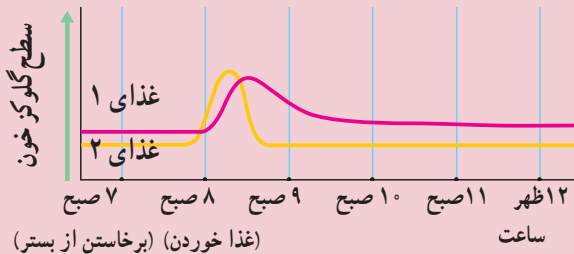
شکل ۱۰-۴ الف- موقعیت پانکراس در بدن، ب- ساختار درونی پانکراس



## فعالیت ۱-۴

### تحلیل تنظیم قند خون بعد از خوردن غذاهای مختلف

خوردن غذاهایی که دارای قندهای ساده هستند، سریع‌تر از غذاهایی که دارای کربوهیدرات‌های پیچیده‌تر یا پروتئین هستند، قند خون را بالا می‌برد. افزایش قند خون سبب تولید انسولین می‌شود که خود سبب کاهش قند خون می‌شود.



غذای ۱: نان، شیر و موز

غذای ۲: نوشابه، کیک

### تجزیه و تحلیل

- ۱- در نمودار بالا برای هر غذا، زمانی را که بعد از خوردن آن، قند خون آغاز به افزایش می‌کند، محاسبه کنید.
- ۲- تعیین کنید کدام غذا دارای کربوهیدرات‌های پیچیده و پروتئین است و در نتیجه دیرتر گلوکز خون را بالا می‌برد.
- ۳- به افرادی که قند خون آنها پایین‌تر از حد طبیعی است توصیه می‌شود شش وعده غذا در روز بخورند و درغذای آنها قندهای ساده کم باشد و یا اصلاً موجود نباشد. چرا به این افراد چنین توصیه‌ای می‌شود؟

دیابت شیرین یک بیماری نسبتاً شایع است که در آن سلول‌ها توانایی گرفتن گلوکز را از خون ندارند و در نتیجه گلوکز خون افزایش می‌یابد. کلیه‌ها گلوکز اضافی را دفع می‌کنند، چون آب هم به دنبال گلوکز دفع می‌شود، حجم ادرار شخص افزایش می‌یابد و نیز تشنگی ایجاد می‌شود. در این صورت

سلول‌ها از چربی‌ها و پروتئین‌ها برای ایجاد انرژی استفاده خواهند کرد. اگر دیابت شیرین درمان نشود، در موارد شدید تجزیه چربی‌ها سبب تولید محصولات اسیدی و تجمع آنها در خون خواهد شد. در نتیجه pH خون کاهش می‌یابد و موجب اِغما و در موارد بسیار شدید مرگ می‌شود.

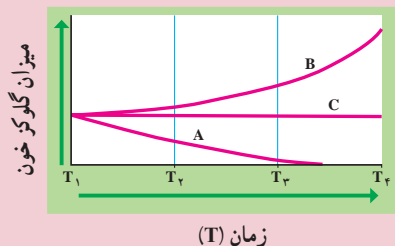
دو نوع دیابت شیرین وجود دارد. درصد اندکی از افراد دیابتی مبتلا به دیابت نوع یک و بیشتر آنها مبتلا به دیابت نوع دو هستند. دیابت نوع یک، نوعی بیماری ارثی خودایمنی است. یعنی دستگاه ایمنی بدن، به جزایر لانگرهانس خودی حمله می‌کند و در نتیجه توانایی تولید انسولین در بدن کاهش می‌یابد. به دیابت نوع یک، دیابت وابسته به انسولین هم می‌گویند، زیرا با تزریق روزانه انسولین علائم بیماری از بین می‌رود. دیابت نوع یک معمولاً قبل از بیست سالگی ایجاد می‌شود.

در افراد مبتلا به دیابت نوع دو (یا دیابت غیروابسته به انسولین)، با اینکه مقدار انسولین در خون از مقدار طبیعی بیشتر است، ولی تعداد گیرنده‌های انسولین کم است. دیابت نوع دو معمولاً در سن بالاتر از چهل سالگی و به دنبال چاقی و عدم تحرک در افرادی که زمینه‌های ارثی دارند، ایجاد می‌شود. دیابت نوع دو معمولاً با ورزش، مراعات رژیم غذایی و در صورت نیاز با کمک داروهای خوراکی کنترل می‌شود.



## فعالیت ۲-۴

نمودار زیر میزان گلوکز خون سه موش صحرایی آزمایشگاهی را در زمان‌های مختلف نشان می‌دهد. در زمان  $T_1$  به دو موش صحرایی یک محلول نمکی همراه با نوعی هورمون تزریق کردیم. به موش صحرایی شاهد فقط محلول نمکی، بدون هورمون تزریق کردیم. با توجه به این نمودار به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:



- ۱- به کدام یک از موش‌های صحرایی انسولین تزریق شده است؟ چرا؟
- ۲- به کدام یک از موش‌های صحرایی گلوکاگون تزریق شده است؟ چرا؟
- ۳- کدام موش صحرایی شاهد بوده است؟ چرا؟

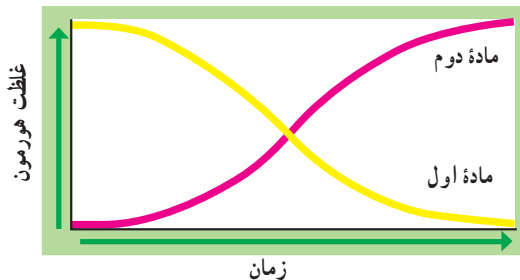
## غده پینه آل

غده پینه آل غده ای به اندازه یک نخود است و در مغز قرار دارد. این غده هورمون ملاتونین را ترشح می کند. نقش این هورمون در انسان هنوز دقیقاً معلوم نیست. حدس زده می شود هورمون ملاتونین در انسان، در پاسخ به تاریکی ترشح می شود. بنابراین، احتمالاً در ایجاد ریتم های شبانه روزی دخالت دارد.

### مقدار ترشح هورمون ها باید تنظیم شود.

چون در بدن انسان ده ها هورمون ساخته می شود، باید مقدار و ترشح آنها تنظیم شود. مقدار ترشح بعضی هورمون ها بر اساس پیام عصبی و در موارد زیادی، بر اساس مقدار هورمون موجود در خون شخص تنظیم می شود. به حالت دوم خودتنظیمی<sup>۱</sup> می گویند. بدن با روش های خاصی، مقدار هورمون موجود در خون و یا مقدار یک ماده شیمیایی را که در نتیجه فعالیت هورمون ساخته می شود؛ می سنجد و بر اساس آن مقدار ساخته شدن و ترشح هورمون را زیاد یا کم می کند. اگر زیاد شدن هورمون در خون، سرانجام سبب کاهش مقدار تولید یا ترشح همان هورمون شود و بالعکس، در این صورت می گوئیم میزان ترشح هورمون توسط مکانیسم خودتنظیمی منفی کنترل می شود. اگر میزان هورمون زیاد باشد، بدن انسان سعی می کند با مکانیسم خودتنظیمی منفی مقدار آن را کم کند و اگر میزان آن کم باشد، بدن سعی می کند مقدار هورمون را از طریق افزایش تولید و ترشح، زیاد کند (شکل ۱۱-۴).

تنظیم مقدار ترشح هورمون گلوکاگون نمونه ای از خودتنظیمی منفی است. در صورتی که قند خون کم باشد، ترشح هورمون گلوکاگون زیاد می شود تا مقدار قند خون را افزایش دهد. زیاد شدن قند خون سبب کاهش ترشح گلوکاگون می شود.



شکل ۱۱-۴- خودتنظیمی منفی. ماده اول محرک تولید ماده دوم است. در خودتنظیمی منفی افزایش ماده دوم از تولید ماده اول جلوگیری می کند.

اگر افزایش مقدار هورمون در خون سبب افزایش مقدار تولید و ترشح آن و کاهش هورمون در خون سبب کاهش تولید آن شود، می‌گوییم مکانیسم خودتنظیمی مثبت در حال انجام است. اثر اکسی‌توسین در تسهیل زایمان و ترشح شیر از این نوع خودتنظیمی است. باید توجه داشت که بیشتر مکانیسم‌های تنظیمی هورمون‌ها از نوع خودتنظیمی منفی است و خودتنظیمی مثبت سهم کمتری در تنظیم ترشح هورمون‌ها برعهده دارد.



بیشتر بدانید

### استروئیدهای آنابولیک خطرناک هستند.

بعضی از ورزشکاران گاه از هورمون‌های استروئیدی آنابولیک (افزایش دهنده تولید پروتئین در بدن) و سایر هورمون‌ها برای افزایش اندازه ماهیچه‌ها و افزایش نیروی آنها استفاده می‌کنند. چنین کاری سبب اختلال در مکانیسم‌های خودتنظیمی و در نتیجه اختلال در تنظیم غلظت هورمون‌های بدن می‌شود.

### از کدام هورمون‌های استروئیدی استفاده می‌شود؟

استروئیدهایی که این ورزشکاران استفاده می‌کنند، معمولاً هورمون‌های مصنوعی هستند که اثرات هورمون جنسی مردانه (تستوسترون) را ایجاد می‌کنند. بسیاری از بیش‌سازهای تستوسترون نیز برای این کار مورد استفاده قرار می‌گیرند. تستوسترون هنگام بلوغ ترشح می‌شود و بسیاری از ویژگی‌های مردانه، مانند رویش مو در صورت، کلفتی صدا و رشد ماهیچه‌های بازوها، ران‌ها و شانه‌ها را ایجاد می‌کند.

### آیا واقعاً استروئیدها، نیروی ورزشکاران را افزایش می‌دهند؟

هنگامی که ورزشکاران استروئید تزریق می‌کنند، در واقع سعی می‌کنند میزان تولید پروتئین در سلول‌های ماهیچه‌ای و در نتیجه حجم و توان ماهیچه را افزایش دهند. استفاده از مقادیر زیاد استروئیدها سبب افزایش حجم ماهیچه و توان آن می‌شود، اما مطالعات مختلف، افزایش در چابکی، عملکرد، مهارت و ظرفیت قلبی عروقی را تأیید نکرده است.

### استفاده از استروئیدها عوارض جانبی فراوانی ایجاد می‌کند.

مصرف استروئیدها عوارض جانبی زیادی را در پی دارد. اگر قبل از بلوغ کامل اسکلت، استروئید مصرف شود، رشد استخوان‌ها متوقف خواهد شد و قد شخص هیچ‌گاه به اندازه طبیعی افراد بالغ نخواهد رسید. همچنین ممکن است در اثر مصرف بیش از حد استروئیدها، سرطان کبد و اختلالات

دیگر کبدي ايجاد شود. در بعضي از مردان که استروئيدهاي آنابوليك مصرف مي کنند، رشد غير طبيعي پستان ها و کاهش اندازه بيضه ها ايجاد مي شود. زباني که از اين مواد استفاده مي کنند، ممکن است موي صورت، کلفت شدن صدا و تاسي مردانه پيدا کنند.

## خودآزمائي ۳-۴



- ۱- چرا مي گوييم غده هاي هيپوتالاموس و هيپوفيز مراکز اصلي کنترل دستگاه درون ريزند؟
- ۲- اگر ترشح غده تيروئيد در کودکي کمتر از حد عادي بشود، چه اتفاقي مي افتد؟
- ۳- چگونه تنظيم هورموني ميزان کلسيم خون را به طور خلاصه شرح دهيد.
- ۴- اثرهاي گلوکاگون و انسولين را بر ميزان قندخون مقايسه کنيد.

## تفکر نقادانه ۱-۴

– فرض کنيد دوست شما مي گويد که هورمون هاي بخش مرکزي غده فوق کليه در هنگام فشارهاي روحي ترشح مي شوند، اما هورمون هاي بخش قشري آن چنين موقعي ترشح نمي شوند. آيا شما با او موافق ايد؟ چرا؟

## بيشتر بدانيد



**هورمون هايي که توسط سلول هاي چربي ساخته مي شوند.**

در سال ۱۹۹۴ ميلادي پژوهشگران متوجه شدند که سلول هاي چربي هورموني به نام لپتين ترشح مي کنند که به کنترل سوخت و ساز بدن کمک مي کند. هنگامي که اين هورمون به موش هاي جوان تزريق مي شود، زودتر بالغ مي شوند. موش هاي ماده اي که نمي توانند لپتين بسازند، نمي توانند سلول جنسي نيز بسازند و در نتيجه نازا هستند. اگر به اين موش ها لپتين تزريق شود، آنها شروع به توليد سلول هاي جنسي مي کنند و مي توانند باردار شوند. هر چه مقدار چربي بدن در فرد بيشتري باشد، مقدار لپتين در خون او بيشتري است. لپتين در تنظيم وزن بدن هم دخالت دارد. دانشمندان در مورد چگونهي کنترل توليد مثل انسان توسط لپتين اطلاعات زيادي ندارند، اما مشخص شده است که سلول هاي تخمدان ها و هيپوتالاموس داراي گیرنده لپتين هستند.