خلاصهٔ فصل چهارم زیست شناسی (۲) پایهٔ یازدهم

تنظیم شیمیایی (ویرایش مرداد ۹۷)

گفتار ۱ : ارتباط شیمیایی

– پیک شیمیایی:

- مولکولی که یک پیام را منتقل می کند.

– یاخته هدف:

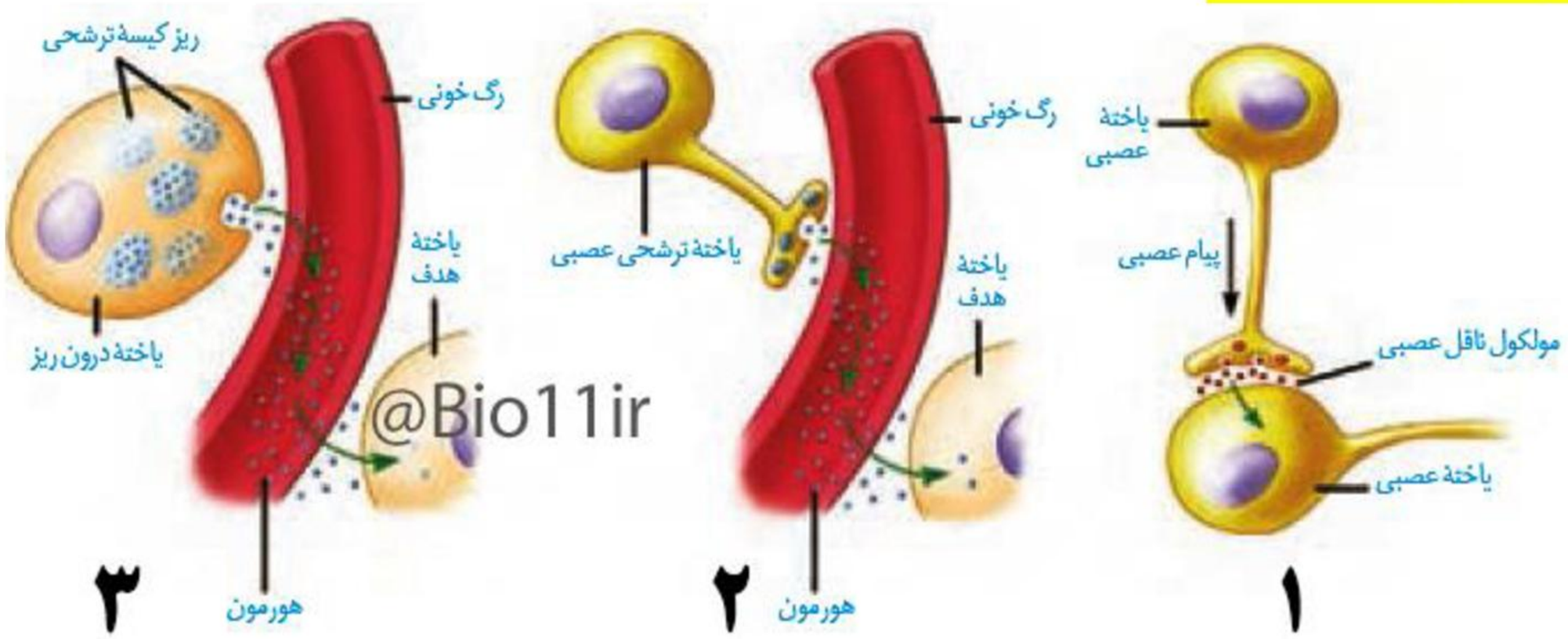
- یاخته ای که به وسیلهٔ گیرندهٔ مخصوص خود، پیامِ پیک شیمیایی را دریافت می کند.
- گیرندهٔ یاخته هدف به طور اختصاصی عمل می کند یعنی فقط یک نوع پیک شیمیایی می تواند به آن متصل شود.
- پس می‌توان گفت هرپیک شیمیایی فقط روی یاخته ای تاثیر می گذارد که آن یاخته،گیرندهٔ مخصوص آن پیک را داشته باشد.

– پیک های شیمیایی براساس مسافتی که طی می کنند به دو گروه تقسیم می شوند:

- پیک های کوتاه بُرد: این پیک بین یاخته هایی که در نزدیکی هم قرار دارند ارتباط برقرار می کند.
  - ناقل عصبی نمونه‌ای از پیک کوتاه برد است که از یاخته پیش سیناپسی ترشح شده و بر یاخته پس سیناپسی اثر می‌گذارد.

- پیک های دوربرد: این پیک ها وارد جریان خون شده و پیام را به فاصله ای دور منتقل می کنند.

– توضیح شکل ۲ صفحه ۵۴ :



- شکل ۱ دو یاخته عصبی را نشان می دهد که پیک شیمیایی از یاخته پیش سیناپسی،پیام عصبی را به یاخته پس سیناپسی منتقل می کند. این نوع پیک شیمیایی ناقل عصبی است.(دندریت ها در این شکل درنظر گرفته نشده اند.)
- در شکل ۲ یک یاخته عصبی،نوعی پیک شیمیایی را ترشح می کند که وارد جریان خون می شود و در فاصله ای دور،روی یاخته هدف اثر می گذارد. به این نوع پیک شیمیایی «هورمون» گفته می شود. (گیرنده درنظر گرفته نشده است.)
- در شکل ۳ پیک های شیمیایی که از یاخته درون ریز غیرعصبی ترشح می شوند و پس از ورود به جریان خون بر یاخته هدف در فاصله ای دور اثر می گذارند. این نوع پیک شیمیایی نیز هورمون نام دارد.
- نتیجه گیری:
  - اگر نورون ها(یاخته عصبی) پیک شیمیایی مترشحه خود را به خون بریزند آن پیک شیمیایی هورمون به شمار می آید (مثل هورمون های اکسی توسین و ضد ادراری و آزادکننده و مهار کننده که همه از یاخته های عصبی هیپوتالاموس ترشح می شوند.) ولی اگر پیک شیمیایی، باعث انتقال پیام عصبی به نورونی که با آن سیناپس برقرار کرده اند،شود آن گاه ناقل عصبی محسوب می شود.
  - درشکل ۲ و ۳ به نظر می رسد که هورمون وارد یاخته هدف می شود ولی توجه کنید که همیشه این گونه نیست و گاهی هورمون بدون ورود به یاخته هدف،تاثیر خود را روی آن اعمال می کند.

– غده های بدن

- یاخته های درون ریز، یاخته هایی هستند که هورمون را ترشح و وارد جریان خون می کنند.این یاخته ها از نظر سازمان بندی به دو گروه تقسیم می شوند:

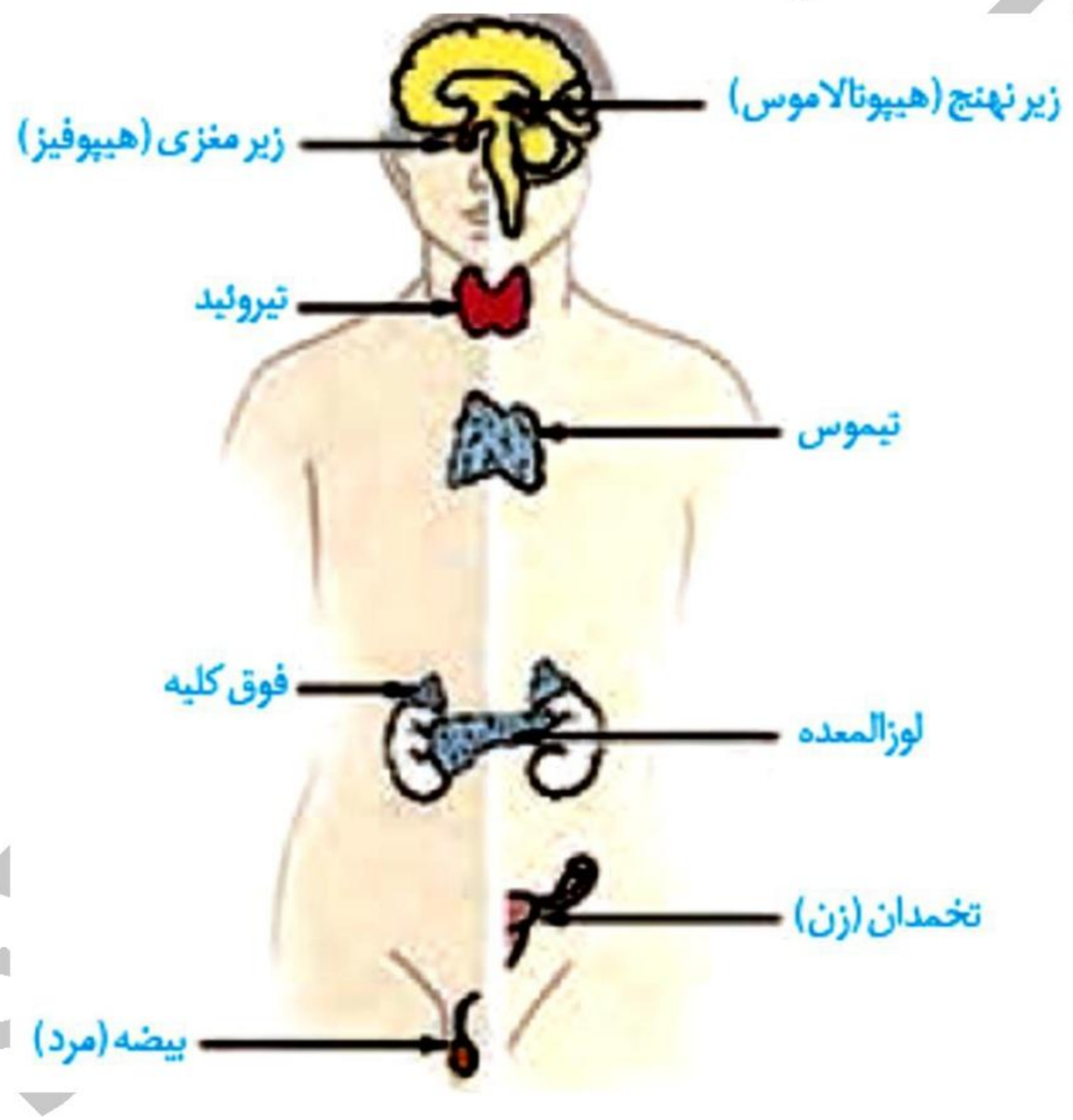
- یاخته های درون ریز پراکنده:این یاخته های به صورت مجموعه ای نیستند و در یک اندام پراکنده شده اند. مثل یاخته های درون ریز در معده که هورمون گاسترین و در دوازدهه که هورمون سکرتین را ترشح می کنند.
-

- **یاخته های درون ریز مجتمع ودرکنارهم (غده): این یاخته ها ساختاری به نام غده درون ریز را تشکیل می دهند. یاخته های غده هورمون های خاصی ترشح می کنند که وارد جریان خون می شود.**
  - **علاوه بر غده درون ریز، غده های برون ریز نیز در بدن وجود دارد. غدد برون ریز هورمون ترشح نمی کنند و ترشحات آن ها وارد خون نمی شود بلکه از طریق مجرایی به سطح یا حفرات بدن راه می یابند.**

  - **مثلا غدد بزاقی که بزاق را در دهان می ریزند یا غدد عرق و چربی درپوست که ترشحات خود را به سطح پوست می ریزند.**

– دستگاه درون ریز : غدد و یاخته های درون ریز + هورمون های آن ها

- **دستگاه درون ریز به کمک دستگاه عصبی، با پاسخ به محرک های درونی و بیرونی، فعالیت های بدن را تنظیم می کند.**



گفتار ۲ : غده های درون ریز

– ابتدا به نمودار مفهومی زیر در صفحه بعد که در آن به طور مختصر غدد درون ریز و نقش آن ها ذکر شده است دقت کنید: (ممکن است نقش برخی هورمون ها در کتاب یازدهم @Bio11ir به صورت دیگری ذکر شده باشد یا کامل نباشد!)

www.Darsyad.ir

- غدد برون‌ریز
  - غدد عرق
  - غدد بزاقی
  - غدد مترشحه‌ی آنزیم‌های گوارشی
- غدد درون‌ریز
  - هیپوتالاموس
    - هورمون‌های آزادکننده ← افزایش ترشح یکی از هورمون‌های هیپوفیز پیشین
    - هورمون‌های مهارکننده ← کاهش ترشح یکی از هورمون‌های هیپوفیز پیشین
  - هیپوفیز
    - پسین
      - اکسی‌توسین: خروج شیر؛ انقباضات رحم هنگام زایمان
      - ضد ادراری ← افزایش غلظت ادرار ← حفظ آب بدن
    - میانی در انسان تحلیل رفته است.
    - پیشین
      - هورمون رشد: رشد طولی استخوان های دراز
      - هورمون پرولاکتین: تولیدشیر-دستگاه ایمنی -حفظ تعادل آب
      - هورمون‌های محرک غدد تیروئید -فوق کلیه و غدد جنسی
  - تیرویید
    - T_3 و T_4: تنظیم سوخت و ساز بدن؛ افزایش رشد طبیعی مغز، استخوان‌ها و ماهیچه‌ها در کودکان؛ افزایش هوشیاری در بزرگ‌سالان
    - کلسی‌تونین ← افزایش رسوب Ca در استخوان ← کاهش Ca خون
  - پاراتیرویید ← هورمون پاراتیرویید ← تجزیه‌ی بافت استخوانی ← افزایش Ca خون
  - غدد فوق کلیه
    - بخش قشری
      - کورتیزول ← تجزیه‌ی پروتئین‌ها ← افزایش گلوکز خون؛ ← افزایش انرژی در دسترس بدن
      - هورمون جنسی زنانه و مردانه
      - آلدوسترون: کاهش دفع Na از طریق ادرار ← افزایش Na خون؛ ← افزایش فشار خون
    - بخش مرکزی
      - اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین: افزایش ضربان قلب؛ افزایش فشار خون؛ افزایش قند خون؛ افزایش جریان خون به قلب و شش‌ها
  - جزایر لانگرهانس پانکراس
    - انسولین ← کاهش گلوکز خون
    - گلوکاگون ← افزایش گلوکز خون
  - غده اپی فیز ← هورمون ملاتونین ← تنظیم ریتم های شبانه روزی (رومغزی)
  - غده تیموس ← هورمون تیموسین ← تمایز لنفوسیت ها
  - غددجنسی

@Bio11ir

www.Darsyad.ir

– غده هیپوفیز (زیرمغزی):

- تقریباً به اندازه یک نخود و با ساقه ای به هیپوتالاموس (زیرنهنج) متصل است و درون یک گودی، در استخوانی از کف جمجمه قرار گرفته است.
- هیپوفیز دارای سه بخش پیشین (عقبی)، میانی و پسین (جلویی) است که نقش بخش میانی در انسان مشخص نشده است.

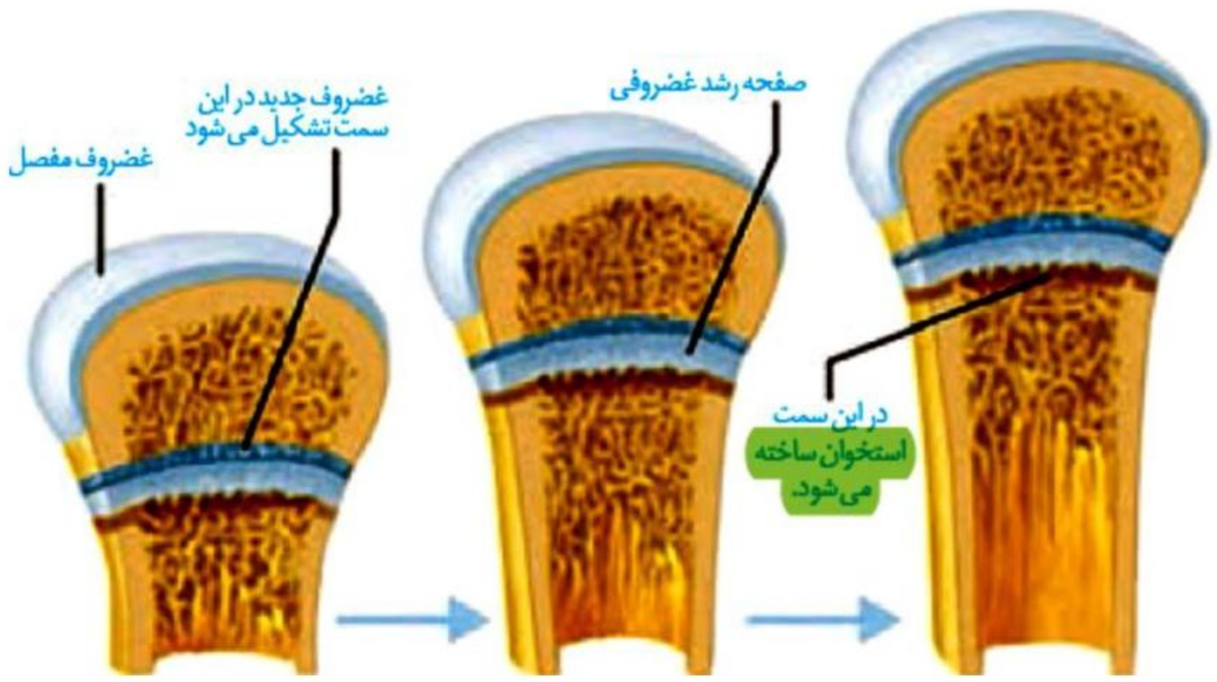
– بخش پیشین هیپوفیز:

این بخش توسط هیپوتالاموس کنترل می شود و شش هورمون تولید و ترشح می کند.

- ارتباط بخش پیشین با هیپوتالاموس از طریق رگ های خونی برقرار می شود.
- هورمون های آزادکننده و مهارکننده از هیپوتالاموس ترشح شده و از طریق رگ های خونی به بخش پیشین هیپوفیز می رسند.
- هورمون های آزادکننده باعث ترشح هورمون های بخش پیشین هیپوفیز و هورمون های مهارکننده باعث جلوگیری از ترشح برخی از هورمون های این بخش می شود.
  - هر هورمونِ بخش پیشین، یک هورمون آزادکننده یا یک هورمون مهارکننده دارد.
  - مثلا اگر هورمون آزادکنندهٔ هورمونِ محرک تیروئید از هیپوتالاموس آزاد شود،بخش پیشین هیپوفیز، هورمون محرک تیروئید از این بخش ترشح می شود. و اگر این هورمون آزادکننده ترشح نشود،بخش پیشین نیز هورمون محرک تیروئید را ترشح نخواهد کرد.
  - برخی هورمون های بخش پیشین (خارج از کتاب فقط یکی از هورمون های آن) فقط دارای هورمون مهارکننده است.اگر هورمون مهارکننده ترشح شود، از ترشح هورمون بخش پیشین جلوگیری می کند ولی اگر هورمون مهارکننده ترشح نشود، این هورمون بخش پیشین ترشح خواهد شد.

– هورمون های بخش پیشین هیپوفیز:

- هورمون رشد : این هورمون با تاثیر بر استخوان‌های دراز و افزایش رشد طولی آنها باعث افزایش قد می‌شود.
  - در نزدیکی هریک از دوسر استخوانهای دراز، یک صفحه غضروفی وجود دارد که به آن ها صفحات رشد گفته می شود.
  - در این صفحات، تقسیم یاخته های غضروفی با تاثیر هورمون رشد، افزایش می یابد.
  - یاخته های غضروفی جدید در سمت سر استخوان تشکیل می شوند و یاخته های استخوانی، جانشین یاخته های غضروفی قدیمی درسمت تنهٔ استخوان می شوند.واین فرایند طی مدت ها باعث رشد می گردد.
  - چندسال بعداز بلوغ،صفحات رشد بسته می شود یعنی صفحات رشد از حالت غضروفی به استخوانی تبدیل و رشد استخوان متوقف می شود. پس تا زمانی که صفحات رشد بسته نشده اند،هورمون رشد می تواند قد را افزایش دهد.
- هورمون پرولاکتین: پرولاکتین پس از تولد نوزاد، باعث تولید شیر در غدد شیری پستان مادر می شود.



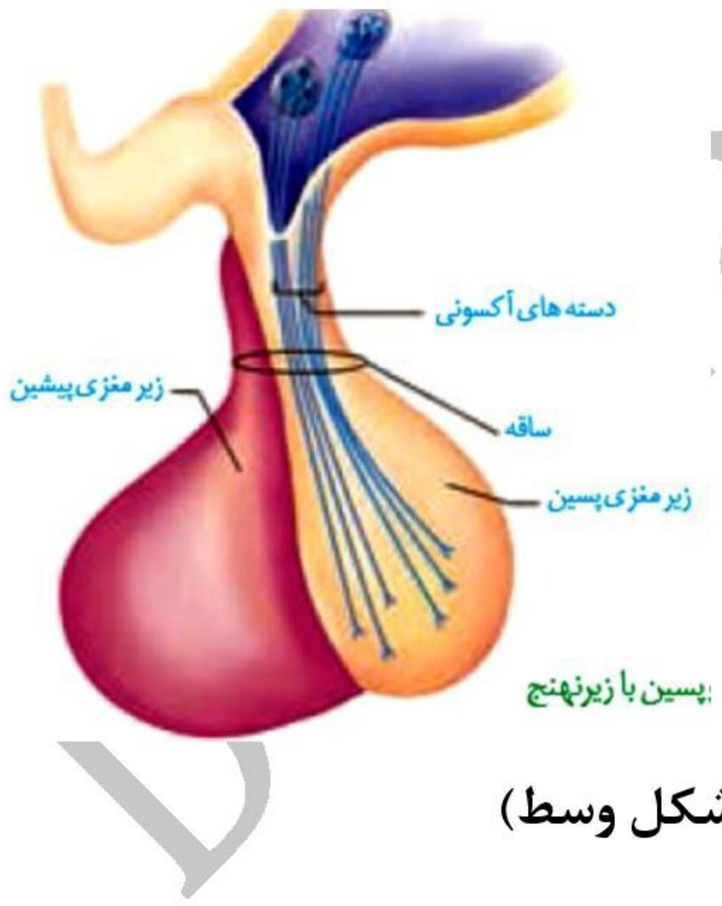
- این هورمون در دستگاه ایمنی و حفظ تعادل آب نیز نقش دارد.
- در مردان، این هورمون در تنظیم فرایندهای دستگاه تولید مثل نیز نقش دارد.

- **هورمون‌های محرک:** چهار هورمون دیگری که از هیپوفیز پیشین ترشح می شود،باعث تنظیم فعالیت سایر غدد می شوند که عبارت اند از:
  - هورمون محرک تیروئید: این هورمون، فعالیت غدّهٔ تیروئید (سپردیس) را تحریک می‌کند.
  - هورمون محرک فوق کلیه روی غدّهٔ فوق کلیه تأثیر می‌گذارد.
  - هورمون محرک غدّه های جنسی(LH): کار غدّه های جنسی (تخمدان و بیضه) را تنظیم می‌کند.
  - هورمون محرک غدّه های جنسی(FSH) :کار غدّه های جنسی (تخمدان و بیضه) را تنظیم می‌کند.

– بخش پسین هیپوفیز:

این بخش هیچ هورمونی تولید نمی کند بلکه هورمون هایی که در هیپوتالاموس ساخته شده ابتدا وارد بخش پسین شده و این بخش، این هورمون ها را ترشح می کند.

- بخش پسینِ هیپوفیز از طریق یاخته های عصبی با هیپوتالاموس در ارتباط است.
- به طور کلی هیپوفیز و هیپوتالاموس از یاخته های عصبی تشکیل شده اندو به گونه ای به یکدیگر متصل و مرتبط اند.



- نورون هایی وجود دارد که دندریت و جسم سلولی و ابتدای آکسون آنها در هیپوتالاموس است و ادارمه آکسون و پایانه آکسون آنها در بخش پسین هیپوفیز واقع شده است.
- دو هورمون ضد ادراری و اُکسی توسین،در جسم یاخته ای نورون ها (در هیپوتالاموس) ساخته شده و از طریق آکسون به بخش پسین هیپوفیز می رسند در انتهای آکسون ذخیره می شوند.
- در بخش پسین اگر این هورمون ها از پایانه آکسون خارج و وارد جریان خون شوند می‌گوییم که ترشح شده اند.(شکل ۲ صفحه ۵۴ شکل وسط)

– غدهٔ تیرویید:

- این غده به شکل سپر در زیر حنجره و جلوی نای واقع شده است و هورمون های تیروئیدی(دو هورمون یُد دار به نام های T_3 و T_4) و هورمون کلسی تونین را تولید و ترشح می کند.
  - وقتی می‌گوییم هورمون‌های تیروئیدی، منظور فقط T_3 و T_4 است هرچند کلسی‌تونین هم از تیروئید ترشح می شود! اما وقتی بگوییم هورمون‌های غده تیروئید منظور T_3 و T_4 و کلسی‌تونین است!

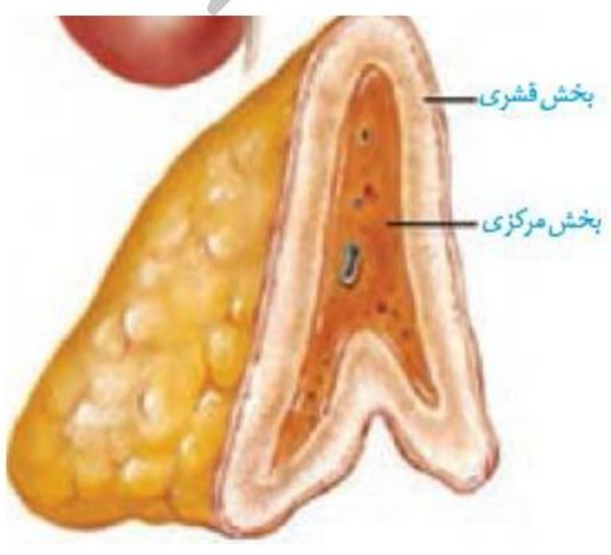
- نقش هورمون های تیروئیدی (T_3 و T_4):
  - میزان تجزیهٔ گلوکز و انرژی در دسترسِ یاخته را تنظیم می‌کنند. چون تجزیهٔ گلوکز در همهٔ یاخته های بدن رخ می دهد، پس همه یاخته ها، یاختهٔ هدف این هورمون ها هستند.
  - در دوران جنینی و کودکی، T3 برای تکامل نموّ دستگاه عصبی مرکزی لازم است؛ پس، فقدان یا کمبود آن باعث ایجاد اختلالات نمو دستگاه عصبی و عقب ماندگی ذهنی و جسمی جنین می شود.
- اهمیت ید: اگر ید در غذا به مقدار کافی نباشد، آن گاه هورمون های تیروئیدی به اندازهٔ کافی ساخته نمی‌شود. (توضحیات کامل صوتی رایگان در کانال تلگرام @Bio11ir و سایت DarsYad.ir)
  - با کاهش ید، غدهٔ هیپوفیز(بخش پیشین) با ترشح هورمون محرک تیروئید، باعث رشد بیشتر غده می‌شود تا ید بیشتری جذب کند.
  - فعالیت بیشتر غدهٔ تیروئید منجر به بزرگ شدن آن می شود که به آن گواتر می‌گویند.
  - ید در غذاهای دریایی فراوان است.
  - مقدار ید موجود در فراورده‌های کشاورزی و دامی یک منطقه، به مقدار ید خاک بستگی دارد.
- نقش هورمون کلسی تونین:
  - این هورمون کلسیم اضافیِ موجود در خوناب را کاهش می دهد.
  - از آن جا که برای بسیاری از فعالیت های بدن به کلسیم نیاز است، کلسیم موردنیاز از استخوان ها تامین می شود و کلسیم از استخوان جدا می شود که در صورت بیش از حد بودن این عمل، استحکام استخوان کاهش می یابد.
  - ترشح کلسی تونین، باعث می شود تا در زمان زیاد بودن کلسیم در پلاسما،کلسیم موردنیاز بدن از همین کلسیم اضافی در خون تامین شود و از برداشت کلسیم استخوان جلوگیری می کند.

– غده های پاراتیروئید:

چهار عدد غده پاراتیروئیدی در پشت غده تیروئید قرار گرفته اند که هورمون پاراتیروئیدی را ترشح می‌کنند.

- زمانی که کلسیم پلاسما کاهش یابد، هورمون پاراتیروئیدی ترشح می‌شود و در هومئوستازی کلسیم نقش بسیار مهمی دارد.
- این هورمون از سه روش، کلسیم خون را افزایش می دهد:
  - کلسیم را از ماده زمینه ای استخوان جدا و آزاد می کند. (عملی برخلاف کلسی تونین)
  - باعث افزایش بازجذب کلسیم در کلیه ها می گردد. (بازجذب:ورودمواد از نفرون به خون)
  - ویتامین D را تغییر می دهد تا بتواند در روده، کلسیم بیشتری را جذب کند.(پس کاهش ویتامین D، جذب کلسیم از روده را کاهش می دهد.

– غده های فوق کلیه

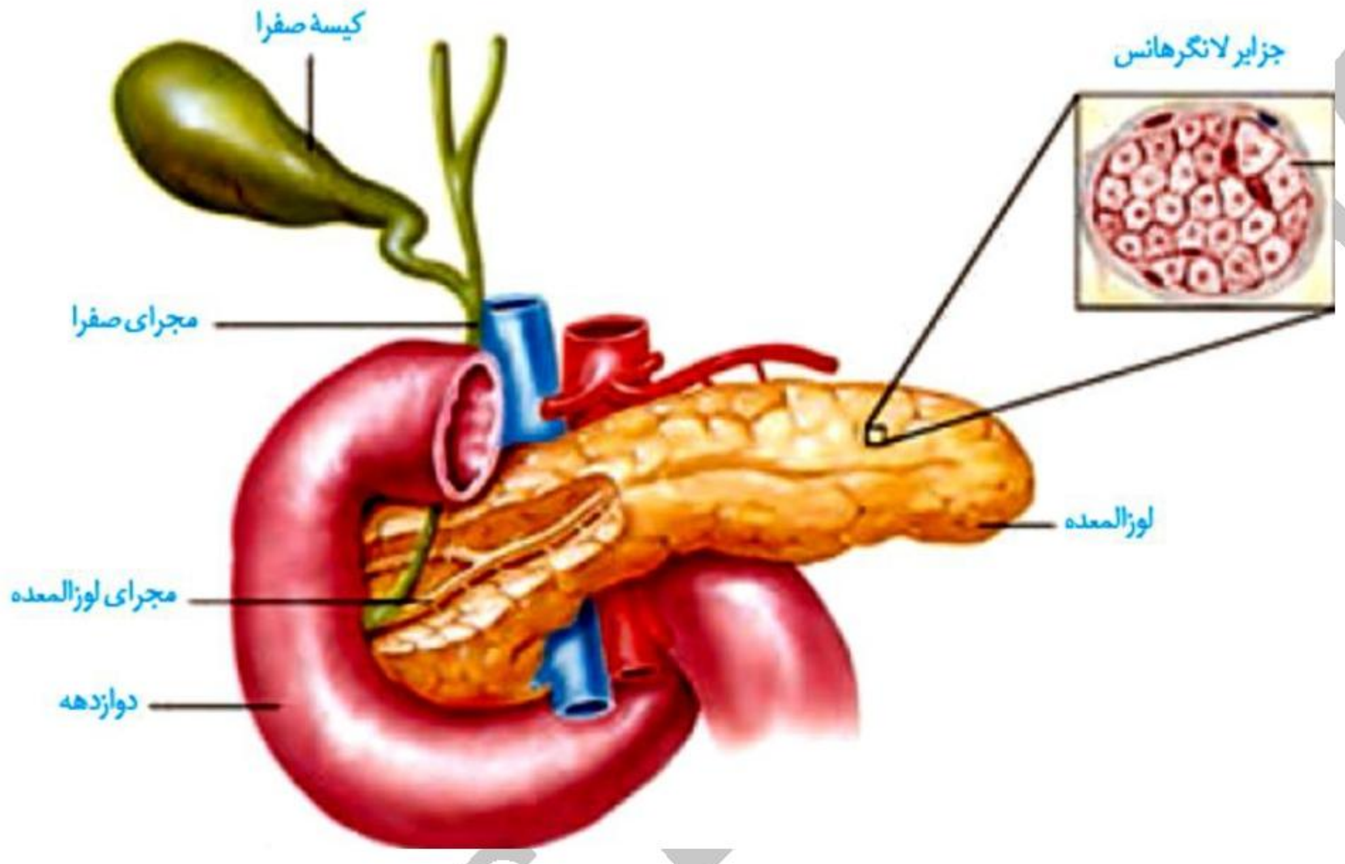


- روی هرکلیه یک غده فوق کلیه قرار دارد که از دو بخش قشری و مرکزی تشکیل شده است و از یکدیگر مستقل اند.
- الف) بخش مرکزی غده فوق کلیه: این بخش ساختار عصبی دارد.

- وقتی فرد در شرایط تنش قرار می‌گیرد، این بخش دو هورمون به نام های اپی‌نفرین و نور اپی‌نفرین ترشح می کند.
- این هورمون ها ضربان قلب، فشار خون و گلوکز پلاسمای خون را افزایش می‌دهند و نایژک ها را در شش ها باز می‌کنند.
  - پس می توان گفت که نقش این هورمون ها شبیه هورمون گلوکاگون است و مقدار هوای ورودی به شش ها و خروجی از آن ها را زیاد می کند.

- ب) بخش قشری: این بخش به تنش های طولانی مدت، مثل غم از دست دادن نزدیکان، پاسخ دیرپا (طولانی مدت) می دهد.
  - در تنش های طولانی مدت،این بخش با ترشح کورتیزول گلوکز پلاسما را افزایش می دهد.
  - اگر تنش ها به مدت زیادی ادامه یابد، کورتیزول دستگاه ایمنی را تضعیف می‌کند.
  - هورمون دیگر بخش قشری آلدوسترون است که بازجذب سدیم را از کلیه افزایش می دهد.
  - به دنبال بازجذب سدیم، آب هم بازجذب می شود و در نتیجه فشار خون بالا می رود.
  - بخش قشری هورمون جنسی زنانه و مردانه را در هر دو جنس نیز ترشح می‌کند.

– غده لوزالمعده:



- پانکراس(لوزالمعده) از دو بخش برون ریزو درون ریز تشکیل شده است.
- بخش برون ریز، آنزیم های گوارشی و بیکربنات ترشح می کند که در سال دهم خواندید. این بخش، بخش درون ریز را احاطه کرده است.
- بخش درون ریز مجموعه ای از یاخته هاست که بین بخش برون ریز است و جزایر لانگرهانس نام دارد.
- بخش درون ریز دو هورمون گلوکاگون و انسولین ترشح می کند.
- محرک ترشح گلوکاگون ، کاهش گلوکز خون است. گلوکاگون باعث تجزیهٔ گلیکوژن وتبدیل آن به گلوکز می شود و به این ترتیب، قند خون را افزایش می دهد.
  - توجه کنید که هورمون گلوکاگون نقش آنزیمی ندارد! این هورمون با اتصال به گیرنده های خاص خود در یاخته، باعث به راه انداختن فرایندهایی می شود که با فعال کردن آنزیم هاای درون یاخته، گلیکوژن تجزیه می شود.
- محرک ترشح انسولین ، افزایش گلوکزخون است و باعث ورود گلوکز به یاخته ها می شود. در نتیجه، قند خون را کاهش می دهد.

- توجه کنید که گلوکز هم وارد یاخته های کبد و ماهیچه شده و هم سایر یاخته ها. گلوکز در یاخته های کبد و ماهیچه هم مصرف شده و هم به صورت گلیکوژن ذخیره می شوند.

- اگر یاخته ها نتوانند گلوکز را از خون بگیرند، غلظت گلوکز خون افزایش می یابد. بنابراین گلوکز وارد نفرون شده و با افزایش فشار اسمزی مایع درون نفرون، آب نیز وارد نفرون می شود. در نتیجه حجم ادرار افزایش یافته و گلوکز وارد ادرار می شود. به این حالت، دیابت شیرین گفته می شود.
- در این دیابت شیرین، یاخته ها چون گلوکز دریافت نمی کنند، مجبورند انرژی موردنیاز خود را از چربی ها یا حتی پروتئین ها به دست آورند که باعث کاهش وزن می شود.
- بر اثر تجزیهٔ چربی ها، محصولات اسیدی تولید می شود که به مرور زمان باعث اغما و مرگ خواهد شد.
- باتجزیه پروتئین ها، مقاومت بدن کاهش می یابد.
- دیابت شیرین دو نوع است.:
  - الف) نوع I (یک) : در این نوع، انسولین ترشح نمی‌شود یا به اندازهٔ کافی ترشح نمی‌شود.
    - دیابت نوع یک، بیماری خودایمنی است که در آن دستگاه ایمنی بدن، یاخته های ترشح کنندهٔ انسولین در جزایر لانگرهانس را از بین می برد.
    - این نوع دیابت با تزریق انسولین قابل کنترل است.
  - ب) دیابت نوع II (دو) : در این دیابت، در تولید انسولین مشکلی نیست و به مقدار کافی وجود دارد، بنابراین مشکل از گیرنده های انسولینِ یاخته هاست که به آن پاسخ نمی‌دهند و نمی توانند وارد یاخته ها شوند.
    - دیابت نوع II از سن حدود چهل سالگی به بعد، به دلیل چاقی و عدم تحرک در افرادی که زمینهٔ بیماری را دارند ۰زمینه ارثی) ظاهر می شود.
- یادآوری: دیابت بی مزه چیست؟ اگر به دلایلی هورمون ضد ادراری (از هیپوفیز پسین) ترشح نشود، مقدارِ زیادی ادرارِ رقیق از بدن دفع می‌شود. چنین حالتی به دیابت بی مزه معروف است.

– سایر غدد درون ریز

- غدهٔ رو مغزی (اپی فیز): این غده درون مغز است و در بالای برجستگی های چهارگانه قرار دارد.
  - اپی فیز، هورمون ملاتونین ترشح می‌کند که در شب به حداکثر و در نزدیکی ظهر به حداقل می رسد.
  - به نظر می‌رسد این هورمون در تنظیم ریتم‌های شبانه روزی ارتباط داشته باشد.
- غدهٔ تیموس: هورمونی که از این غده ترشح می شود، تیموسین نام دارد که در تمایز لنفوسیت ها نقش دارد.

– گوناگونی پاسخ های یاخته ها به هورمون ها

- ممکن است یک یاخته تحت تاثیر چند هورمون قرار بگیرد یا اینکه چند یاخته، یک هورمون را دریافت کنند.
- براساس نوع هورمون و نوع یاختهٔ هدف، پیام پیک شیمیایی باعث عملکردهای خاصی در یاخته می شود.
- مثلاً وقتی هورمون پاراتیروئیدی (کاهنده کلسیم خون) به کلیه می رسد، باز جذب کلسیم را زیاد می کند، اما همین هورمون در استخوان باعث تجزیهٔ استخوان شده و کلسیم را آزاد می کند.

– تنظیم بازخوردی ترشح هورمون ها

- مقدار ترشح هورمون ها بسیارکم است و با این حال تاثیر خود را می گذارند. بنابراین، تغییرات جزئی در مقدار ترشح هورمون ها اثرات قابل ملاحظه‌ای درپی خواهد داشت.
- چرخهٔ تنظیم بازخوردی (فیدبک)در تنظیم ترشح هورمون ها به دو صورت منفی و مثبت وجود دارد.
  - تنظیم بازخوردی منفی: افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث کاهش ترشح همان هورمون می شود و بالعکس.
    - بیشتر هورمون ها توسط بازخورد منفی تنظیم می‌شوند. تنظیم انسولین، مثالی از یک بازخورد منفی است.
    - زمانی که قندخون افزایش می یابد، ترشح انسولین زیاد می شود. با افزایش انسولین در خون، مقدار قندخون کمتر می‌شود. باعبور خون پُرانسولین از پانکراس، ترشح انسولین کاهش می‌یابد.
    - به عبارت دیگر افزایش انسولین در خون باعث کاهش ترشح خودش خواهد شد (زیرا تاثیر آن که همان کاهش قندخون است،ایجاد شده است.)
  - تنظیم بازخوردی مثبت: افزایش مقدار یک هورمون یا تأثیرات آن، باعث افزایش ترشح همان هورمون می شود و بالعکس.
    - عملکرد هورمون اُکسی توسین توسط چرخهٔ بازخوردی مثبت تنظیم می شود.
    - هنگام زایمان،با حرکت جنین درون رحم، دیواره رحم کشیده شده و پیام عصبی به مغز می رسد و اکسی توسین آزاد می شود. این هورمون از طریق جریان خون به ماهیچه رحم رسیده و انقباضات آن را افزایش می دهد.
    - مجددا با افزایش انقباضات رحم، همان روند ادامه می یابد و این بار اکسی توسین بیشتری ترشح می شود و به همین ترتیب افزایش اکسی توسین، باعث افزایش ترشح خودش خواهد شد.

– ارتباط شیمیایی در جانوران

- جانوران از ارتباط شیمیایی نه تنها برای ارتباط بین یاخته ها، بلکه برای ارتباط افراد با یکدیگر نیز استفاده می شود. (ارتباط بین یاخته ای و ارتباط بین فردی)
- فرومون ها موادی هستند که از یاخته های بدن یک فرد ترشح شده و در همان فرد یا افراد دیگری از همان گونه پاسخ های رفتاری ایجاد می‌کند.
  - زنبور از فرومون‌ها برای هشدار خطر حضور شکارچی به دیگران استفاده می‌کند.
  - مارها قادرند با گیرنده هایی شیمیایی زبان‌شان، فرومون های موجود در هوا را تشخیص دهند.
  - گربه ها از فرومون ها برای تعیین قلمرو خود استفاده می کنند.

پایان گفتار ۲ و پایان فصل چهارم

جهت دریافت خلاصه کامل این فصل و سایر فصول ، سوالات تشریحی و تدریس صوتی خط به خط کتاب به صورت کاملا مفهومی در کانال تلگرام ما عضو شوید:

Telegram.me/Bio11ir

تهیه کننده : رضاآقامحمّدی - دبیرزیست شناسی