جزوه کنکوری زیست شناسی

(پایه دهم)

مؤلف:

سجاد عباباف

@Aba_Zist

@ عبا زیست

- طبقه‌بندی مطالب کتاب
- بیان مفهومی موضوعات درسی
- ارائه نکات تستی و کنکوری

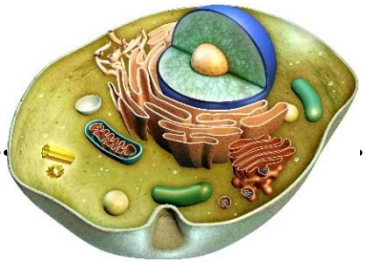
تکثیر و سواستفاده از این جزوه به هر طریقی

مورد رضایت مؤلف نمی باشد.

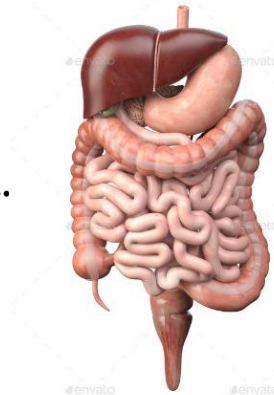
فهرست مطالب

عنوان **شماره صفحه**

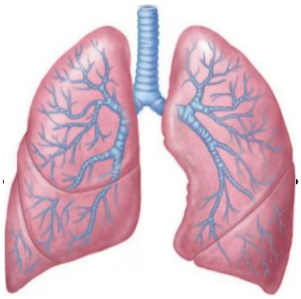
فصل اول: دنیای زنده ۱



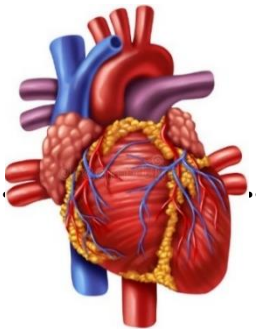
فصل دوم: گوارش و جذب مواد..... ۳۱



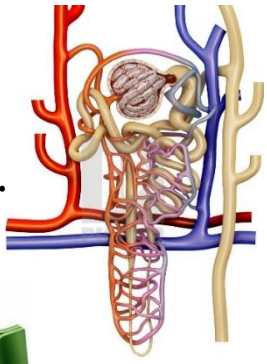
فصل سوم: تبادلات گازی..... ۶۶



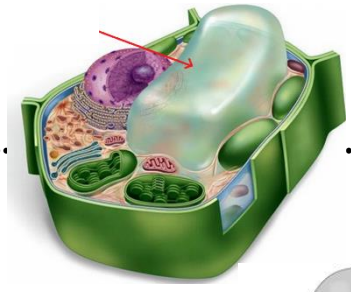
فصل چهارم: گردش مواد در بدن..... ۹۲



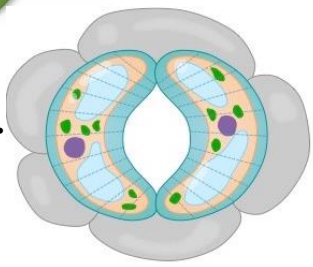
فصل پنجم: تنظیم اسمزی و دفع مواد زاید ۱۳۹



فصل ششم: از یاخته تا گیاه..... ۱۶۱

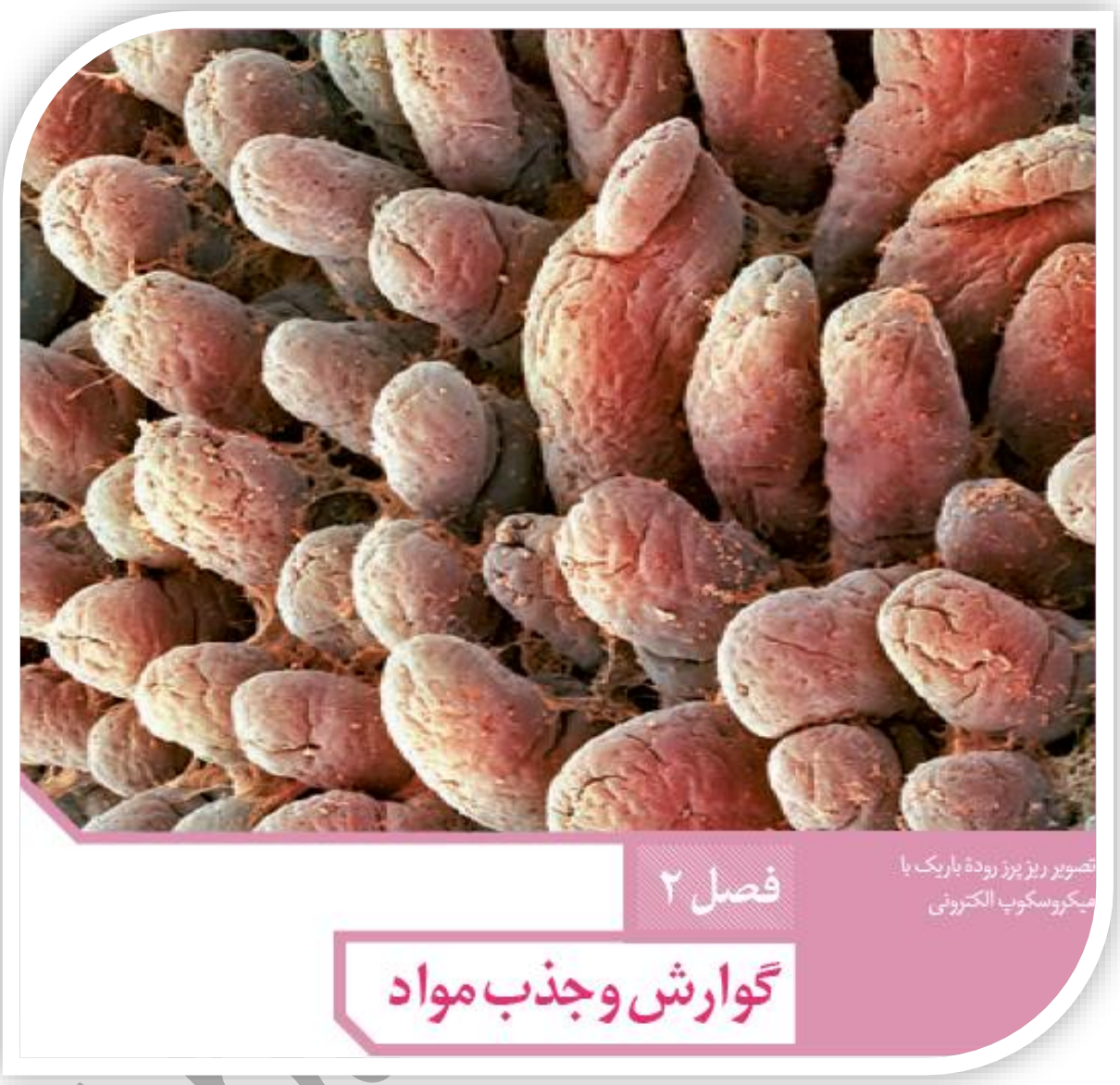


فصل هفتم: جذب و انتقال مواد در گیاهان..... ۱۸۸



@Aba_Zist Instagram

@ عبا زیست آپارات اشتراک ویدیو



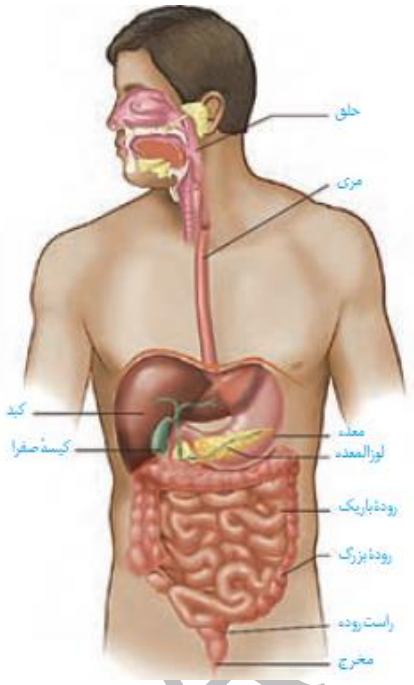
@Aba_Zist
Instagram
@ عبا زیست
آپارات
اشتراک ویدیو

انسان با خوردن غذا و ترکیبات آلی، انرژی لازم برای ادامه زندگی را بدست می‌آورد. انرژی مواد غذایی درون یاخته‌ها به انرژی ATP تبدیل می‌شود. در بدن انسان دستگاهی به نام دستگاه گوارش وجود دارد که وظیفه آن ریز و خرد کردن غذاهاست تا در ادامه، ذرات غذایی ریز بتوانند به یاخته‌ها بروند. همچنین دستگاه گوارش مواد غیرمفید را از بدن دفع می‌کند. در این فصل با عملکرد دستگاه گوارش و بخش‌های مختلف آن آشنا خواهیم شد.

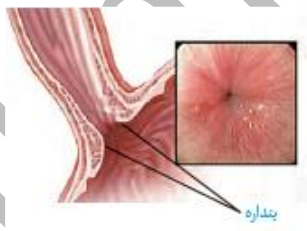
گفتار اول: ساختار و عملکرد لوله گوارش

دستگاه گوارش انسان دارای دو بخش کلی است: ۱- لوله گوارش و ۲- اندام‌های مرتبط با لوله گوارش

۱- لوله گوارش: بصورت پیوسته شامل دهان، حلق، مری، معده، روده باریک، روده بزرگ، راست روده و مخرج است.
۲- اندام‌های مرتبط با لوله گوارش: که شامل غده‌های بزاقی، پانکراس (لوزالمعده)، کبد (جگر) و کیسه صفرا هستند.



غذایی که انسان می‌خورد وارد لوله گوارش می‌شود ولی چون فعالیت‌های این لوله برای ریز و خرد کردن غذا کافی نیست، اندام‌های مرتبط با لوله، ترشحاتی به درون لوله می‌ریزند که به گوارش غذا کمک می‌کند.



شکل ۲ـ بندارهٔ انتهای مری

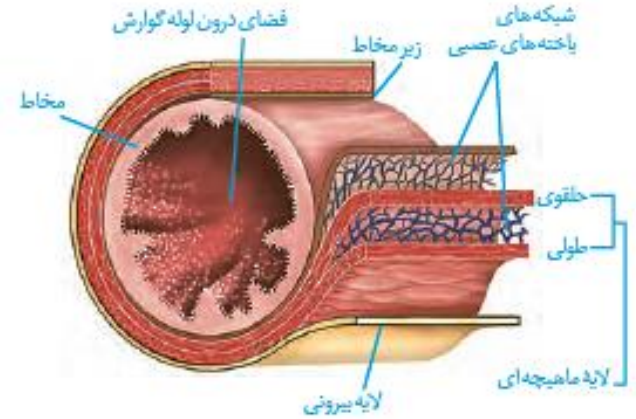
از آنجایی که هر بخش از لوله گوارش عملکرد و ترشحات خاصی دارد، لذا لازم است بخش‌های مختلف لوله به وسیله **بنداره (اسفنکتر)** از هم جدا شوند.

(بندارهها) اسفنکترها
جنس آن‌ها: ماهیچه‌های حلقوی هستند و توانایی انقباض دارند.
نقش آن‌ها: تنظیم عبور مواد
جایگاه آن‌ها: بین بخش‌های مختلف قرار دارند، مثلاً بنداره انتهای مری (ابتدای معده)

- ✓ دهان، حلق، بخش عمده مری، راست روده و مخرج تقریباً در وسط بدن هستند. انتهای مری (محل اتصال به معده)، بخش اعظم و ابتدایی معده، بخش عمده لوزامعده، بخش کوچکی از کبد، طحال و کولون پایین رو در سمت چپ قرار دارند. بخش عمده کبد، کیسه صفرا، انتهای معده (بنداره پیلور)، ابتدای روده باریک (دوازدهه)، انتهای روده باریک (بنداره بین روده باریک و بزرگ)، روده کور، آپاندیس، کولون بالارو در سمت راست بدن قرار دارند.
- ✓ دهان، حلق و بخش عمده مری در بالای ماهیچه دیافراگم (ماهیچه میان‌بند که از نوع اسکلتی است) قرار دارند. انتهای مری (محل اتصال مری به معده)، بنداره انتهای مری، معده، لوزالمعده، کبد، صفرا، روده باریک و بزرگ، راست روده و مخرج زیر دیافراگم قرار دارند. مری با عبور از پشت کبد به معده می‌رسد.

- ✓ ماهیچه‌های دهان، حلق و ابتدای مری و بنداره خارجی مخرج از نوع اسکلتی (انقباض عمدتاً ارادی) و ماهیچه‌های ادامه مری، معده، روده باریک، روده بزرگ، راست روده و بنداره داخلی مخرج از نوع صاف (انقباض غیر ارادی) هستند. دقت کنید ماهیچه‌های اسکلتی حلق و ابتدای مری هنگام عمل بلع بصورت انعکاسی و غیرارادی منقبض می‌شوند.
- ✓ بافت پوششی در دهان، حلق و مری از نوع سنگفرشی چند لایه و در معده، روده باریک، روده بزرگ، راست روده و مخرج از نوع استوانه‌ای یک‌لایه است.
- ✓ اندام‌های مرتبط با لوله گوارش فقط در گوارش شیمیایی نقش دارند و گوارش مکانیکی فقط توسط لوله گوارش انجام می‌شود
- ✓ بنداره‌ها (اسفنگترها): ماهیچه حلقوی هستند، می‌توانند از نوع ماهیچه اسکلتی یا صاف باشند، همیشه باز نیستند، هنگام عبور غذا و ریفلاکس و استفراغ و خروج گازهای معده باز می‌شوند، بنداره ابتدای مری و بنداره خارجی مخرج از نوع ماهیچه اسکلتی (عمدتاً ارادی) و بنداره‌های انتهای مری، پیلور، انتهای روده باریک و بنداره داخلی مخرج از نوع ماهیچه صاف (غیر ارادی) هستند. با انقباض ماهیچه حلقوی، بنداره بسته شده و با به استراحت در آمدن ماهیچه، اسفنگتر باز می‌شود. بنداره‌های صاف توسط اعصاب خودمختار و بنداره‌های اسکلتی توسط اعصاب پیکری پیام‌رسانی می‌شوند. بنداره مویرگی در محل اتصال بعضی سرخرگ‌های کوچک به مویرگ‌ها قرار دارد که ماهیچه حلقوی بوده و خون ورودی به مویرگ را تنظیم می‌کند. بنداره داخلی میزراه از جنس ماهیچه صاف (غیرارادی) و بنداره خارجی میزراه از جنس ماهیچه اسکلتی (عمدتاً ارادی) است.
- ✓ تفاوت بنداره و دریچه: بنداره از جنس ماهیچه است و توانایی انقباض دارد و باز و بسته شدن آن توسط همین انقباض و استراحت اتفاق می‌افتد (بنداره‌های لوله گوارش و میزراه و ...) ولی دریچه از جنس بافت پوششی بوده و توانایی انقباض ندارد و باز و بسته شدن آن توسط فشار مایع دو طرف آن کنترل می‌شود (دریچه‌های قلبی، لانه کبوتری، دریچه اتصال میزنای به مثانه و ...).

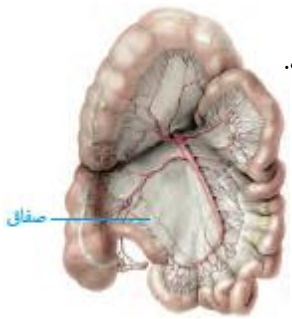
ساختار لوله گوارش



با بررسی لوله گوارش متوجه خواهیم شد که دیواره آن شامل چهار لایه اصلی است که از بیرون به درون عبارت‌اند از: ۱- لایه بیرونی، ۲- لایه ماهیچه‌ای، ۳- لایه زیرمخاطی و ۴- لایه مخاطی

الف) لایه بیرونی

ویژگی‌های این لایه
- بیرونی‌ترین لایه است و سایر لایه‌ها را می‌پوشاند.
- نقش آن: ۱- پوشاندن و محافظت از لوله گوارش، ۲- بخشی از صفاق را می‌سازد.



پرده صفاق: پرده‌ای است که اندام‌های درون شکم را به هم وصل می‌کند.

ب) لایه ماهیچه‌ای

ویژگی‌های این لایه
- به دو زیر لایه تقسیم می‌شود: لایه ماهیچه‌ای طولی (بیرونی‌تر) و لایه ماهیچه‌ای حلقوی (درونی‌تر)
- نقش آن: با انقباض خود سبب حرکات لوله گوارش شده و غذا را خرد کرده و به جلو می‌راند.
- در دهان، حلق، ابتدای مری و بنداره خارجی مخرج از نوع **ماهیچه مخطط (اسکلتی)** است.
- در سایر بخش‌های لوله گوارش از نوع **ماهیچه صاف** است.

منظور از ماهیچه طولی و ماهیچه حلقوی چیست؟ در آرایش طولی، یاخته‌های ماهیچه‌ای از طول به هم متصل می‌شوند ولی در آرایش حلقوی، یاخته‌های ماهیچه‌ای به شکلی به هم متصل می‌شوند که در نهایت حلقه‌ای را می‌سازند.

دیواره معده یک لایه ماهیچه‌ای مورب نیز دارد (یعنی طولی، حلقوی و مورب)

ج) لایه زیرمخاطی

نقش آن: سبب می‌شود لایه مخاطی روی لایه ماهیچه‌ای بچسبد و به راحتی روی آن بلغزد یا چین بخورد.

د) لایه مخاطی

شامل چند نوع بافت از جمله بافت پوششی است. بافت پوششی لایه مخاطی ۱- موادی **ترشح** می‌کند و ۲- ذرات غذایی خرد شده را **جذب** می‌کند.

- ✓ **در هر چهار لایه لوله گوارش بافت پیوندی سست و رگ خونی وجود دارد.**
- ✓ **در لایه ماهیچه‌ای و لایه زیرمخاط شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی وجود دارد.**

- ✓ لایه بیرونی: دارای بافت پیوندی سست و رگ خونی است، این لایه فقط بخشی از پرده صفاق است (یعنی در تشکیل پرده صفاق بخش‌های دیگری بجز لایه بیرونی لوله گوارش نیز نقش دارند)، پرده صفاق فقط مربوط به اندام‌های درون شکم است، بنابراین لایه بیرونی دهان، حلق و بخش اعظم مری در تشکیل پرده صفاق نقشی ندارد، کپسول کلیه که در سطح پشتی بدن قرار دارد در تشکیل صفاق نقشی ندارد، در پرده صفاق رگ خونی وجود دارد.
- ✓ لایه ماهیچه‌ای: دارای بافت پیوندی سست و رگ خونی است، در حرکات کرمی و قطعه قطعه کننده نقش اصلی را دارد، یاخته‌های این لایه دو یا سه نوع آرایش دارند: ماهیچه طولی، ماهیچه حلقوی و ماهیچه مورب (که البته فقط در معده وجود دارد)، در مورد اسکلتی و صاف بودن آن‌ها در بخش‌های قبلی صحبت شد، همیشه ماهیچه طولی بیرونی‌تر از ماهیچه حلقوی است. شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی را می‌توان بین لایه طولی و حلقوی مشاهده کرد.
- ✓ لایه زیر مخاطی: دارای بافت پیوندی سست و رگ خونی است، ضخیم است، دارای شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی و همچنین غدد ترشحی است، در ناحیه روده لایه زیر مخاط به لایه مخاطی نفوذ کرده و چین‌های حلقوی روده را می‌سازد. زیرمخاط بخشی از چین روده محسوب می‌شود.
- ✓ لایه مخاطی: دارای بافت پیوندی سست و رگ خونی است، دارای چندین نوع بافت است که از بیرون به درون شامل بافت پیوندی سست (آستر پیوندی) و پوششی است، بافت پوششی لایه مخاطی در تماس مستقیم با ذرات غذایی است و فاقد مژک

و دارای غدد ترشحی است. در ناحیه معده از نفوذ بافت پوششی در بافت پیوندی زیرین آن حفره‌ها و غده‌های معده ایجاد می‌شوند. دقت کنید که این لایه در ناحیه روده دارای ماهیچه است که به درون پرزهای روده نفوذ کرده و سبب حرکت آن‌ها می‌شوند.

✓ در هر چهار لایه دیواره لوله گوارش قطعاً ۱- بافت پیوندی سست و ۲- رگ‌خونی (یعنی بافت پوششی سنگفرشی یک‌لایه دیواره رگ، بافت پیوندی خون، گویچه‌های قرمز و سفید و پلاکت‌ها، بافت ماهیچه صاف و بافت پیوندی در صورت وجود سرخرگ و سیاهرگ) وجود دارد. در لابه‌لای بیشتر یاخته‌های زنده بدن مویرگ خونی وجود دارد (به منظور تغذیه، اکسیژن‌رسانی و دفع مواد زائد). در قرنیه و عدسی و فضای مفصلی مویرگ وجود ندارد و تغذیه یاخته برعهده زلالیه و مایع مفصلی است که از خون منشا می‌گیرند.

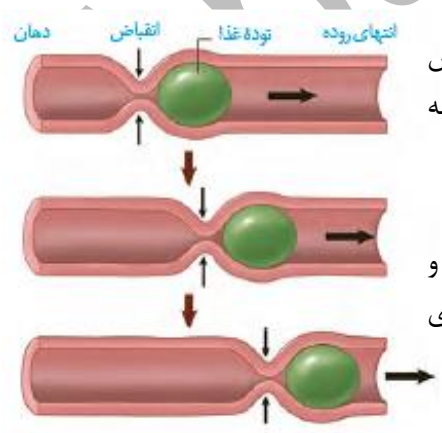
حرکات لوله گوارش

همانطورکه گفته شد لایه ماهیچه‌ای لوله گوارش سبب بروز حرکاتی در این لوله می‌شود که تأثیراتی روی ذرات غذایی دارد. این حرکات دو نوع هستند: ۱- حرکت کرمی و ۲- حرکت قطعه قطعه کننده

۱- حرکت کرمی

نحوه ایجاد حرکت کرمی:
- با ورود غذا به لوله گوارش، این لوله گشاد شده و یاخته‌های عصبی آن تحریک می‌شوند.
- یاخته‌های عصبی، ماهیچه‌های دیواره را وادار به انقباض می‌کنند.
- یک حلقه انقباضی پشت توده غذا ایجاد شده که غذا را به سمت جلو می‌راند (به سمت مخرج).

دو نقش حرکت کرمی:
- ۱- غذا را به جلو می‌راند.
- ۲- مخلوط کنندگی: یعنی مخلوط کردن توده غذا با شیره گوارشی (آنزیم‌ها و اسید و یون‌ها)

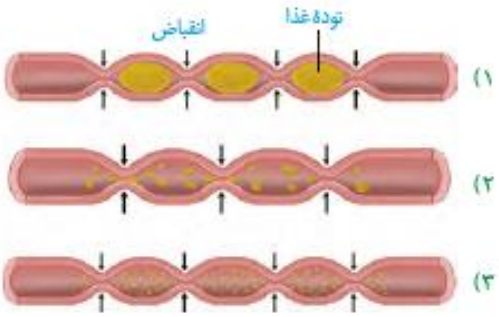


توجه: هنگام رسیدن ذرات غذایی به یک بنداره، حرکات کرمی فقط می‌توانند نقش مخلوط کنندگی داشته باشند؛ زیرا تا زمانی که بنداره بسته است از حرکت غذا به جلو ممانعت می‌کند.

یکی از بندارهای مهم، بنداره پیلور است که بین معده و روده باریک قرار دارد و برای مدتی جلوی حرکت محتویات معده را می‌گیرد تا غذا به خوبی حالت خمیری و نرم پیدا کند.

۲- حرکت قطعه قطعه کننده

نحوه ایجاد حرکت قطعه قطعه کننده:
- ابتدا بخش‌هایی از لوله گوارش بصورت یک در میان به حالت انقباض در می‌آیند.
- سپس بخش‌های قبلی از انقباض خارج شده و بخش‌های جدید منقبض می‌شوند.



نقش حرکت قطعه قطعه کننده
۱- ریز کردن توده غذا (شبیه حرکت ساطور است).
۲- مخلوط کنندگی

- ✓ حرکت کرمی: مربوط به انقباض لایه ماهیچه‌ای لوله گوارش است، حلقه انقباضی پشت توده غذا تشکیل می‌شود، یک حلقه ایجاد می‌شود، توانایی جلو بردن و مخلوط کردن غذا را دارد، توده غذایی را ریز نمی‌کند، هنگام رسیدن غذا به یک اسفنکتر، نقش جلو برندگی نخواهند داشت (فقط مخلوط کنندگی دارند)، حرکت کرمی در دهان وجود ندارد، دستگاه عصبی پیکری ماهیچه‌های حلق و ابتدای مری و دستگاه عصبی خودمختار ماهیچه‌های انتهای مری و معده و روده را برای حرکت کرمی عصب دهی می‌کنند (پس هم توسط ماهیچه‌های اسکلتی انجام می‌شود و هم صاف، هم اعصاب پیکری شرکت دارند و هم خودمختار)، دستگاه خودمختار با تحریک ماهیچه‌های صاف دیواره میزنای و ایجاد حرکات کرمی سبب انتقال ادرار از لگنچه به مثانه می‌شود.
- ✓ حرکت قطعه کننده: مربوط به انقباض لایه ماهیچه‌ای لوله گوارش است، حلقه‌های انقباضی پشت، بین و جلو توده غذا تشکیل می‌شوند، چندین حلقه ایجاد می‌شود، توانایی ریز کردن و مخلوط کردن غذا را دارد، توده غذایی را جلو نمی‌برد، این حرکت فقط در روده وجود دارد (پس فقط ماهیچه صاف روده و دستگاه عصبی خودمختار در آن شرکت دارند).

گوارش غذا

گفتیم که غذا درون یاخته به انرژی تبدیل می‌شوند. آیا غذا با همان ابعادی که وارد دهان شده، می‌تواند وارد یاخته شود؟ قطعاً خیر. پس ابتدا لازم است غذا در حد مولکول‌ها خرد و ریز شود تا بتواند وارد یاخته شود. فرآیند ریز و هضم کردن غذا را گوارش غذا می‌گویند که یکی از نقش‌های دستگاه گوارش است.

انواع گوارش
۱- گوارش مکانیکی: یعنی خرد و آسیاب کردن غذا
۲- گوارش شیمیایی: یعنی تبدیل مولکول‌های بزرگ به مولکول‌های کوچک‌تر

گوارش در دهان

دهان هر دو نوع گوارش را دارد
مکانیکی: به وسیله جویدن غذا توسط دندان‌ها
شیمیایی: به وسیله آنزیم آمیلاز موجود در بزاق

گوارش مکانیکی دهان دو مزیت دارد
فعالیت آنزیم‌های گوارشی بهتر می‌شود (زیرا تماس آن‌ها با غذا افزایش می‌یابد)
تأثیر بزاق روی غذا را افزایش می‌دهد.

بزاق توسط غده‌های بزاقی ساخته و ترشح می‌شود. سه جفت غده بزاقی بزرگ (به نام‌های بناگوشی، زیر زبانی و زیر آرواره‌ای) و تعدادی غده بزاقی کوچک در دهان وجود دارد.

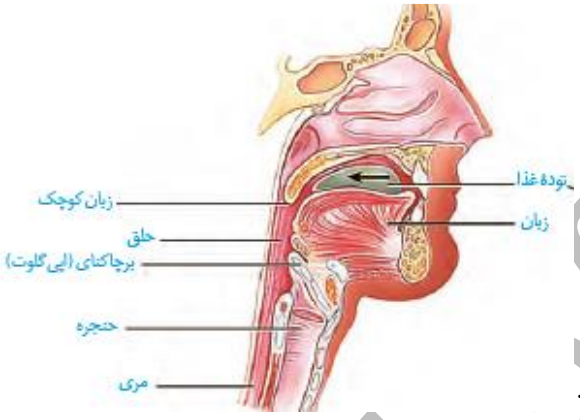
ترکیبات بزاق:
- ۱- آب، ۲- یون‌ها، ۳- موسین و ۴- آنزیم‌ها
- آنزیم‌ها شامل: آنزیم آمیلاز: که گوارش شیمیایی نشاسته را آغاز می‌کند.
- آنزیم لیزوزیم: که باکتری‌های دهان را از بین می‌برد.

موسین، گلیکوپروتئینی است که با جذب آب فراوان، ماده مخاطی را می‌سازد.

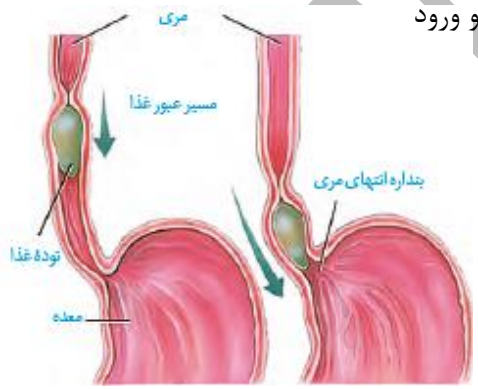
نقش‌های ماده مخاطی:
- از خراشیده شدن لوله گوارش توسط غذاها جلوگیری می‌کند.
- از آسیب شیمیایی به لوله گوارش توسط اسید و آنزیم جلوگیری می‌کند.
- ذرات غذا را به هم چسبانده و یک توده لغزنده ایجاد می‌کند.
- میکروب‌ها را به هم می‌چسباند و عملکرد دفاعی دارد.

بلع غذا

منظور از بلع، انتقال غذا از دهان به معده است.



ترتیب مراحل بلع:
- ۱- با فشار زبان، غذا به عقب دهان و سپس حلق رانده می‌شود (ارادی).
- ۲- حرکت کرمی در دیواره ماهیچه‌ای حلق انجام شده و غذا را به مری وارد می‌کند (غیرارادی).
- ۳- حرکت کرمی در مری ادامه یافته که سبب شل شدن بنداره انتهای مری و ورود غذا به معده می‌شود (غیرارادی).



می‌توان گفت بلع یک مرحله ارادی و یک مرحله غیرارادی دارد. در دهان بصورت ارادی و از ابتدای حلق تا معده بصورت غیرارادی صورت می‌گیرد.

حلق شبیه یک چهارراه است که به چهار مسیر راه دارد:
- ۱- دهان: غذا از دهان وارد حلق می‌شود.
- ۲- بینی: هنگام بلع، راه بینی با بالا آمدن زبان کوچک بسته می‌شود.
- ۳- نای: هنگام بلع، راه نای با پایین رفتن برچاکنای (اپی‌گلوت) بسته می‌شود.
- ۴- مری: غذا از حلق وارد مری می‌شود.

❖ غده‌های لایه مخاطی مری با ترشح ماده مخاطی، حرکت غذا را آسان می‌کنند.

- ✓ غدد بزاقی: بافت پوششی هستند، همگی غدد برون‌ریز هستند، بنابراین هورمون نمی‌سازند و ترکیبات خود را به درون مجرا (نه خون) می‌ریزند، شامل سه جفت (شش عدد) غده بزرگ و تعدادی غده کوچک هستند، غدد بزرگ به ترتیب از بالای بدن به پایین شامل غدد بناگوشی، غدد زیر زبانی و غدد زیر آرواره‌ای است. غدد بناگوشی بالای حفره دهان و غدد زیر زبانی و زیر آرواره‌ای پایین‌تر از حفره دهان قرار دارند، غدد بناگوشی بزرگ‌تر از سایر غده‌هاست، ژن سازنده موسین و لیزوزیم و آمیلاز توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی شده و در نهایت این پروتئین‌ها با عبور از گلژی و شبکه آندوپلاسمی با اگزوسیتوز به مجرا رها می‌شود، همه آنزیم‌های بزاق، آنزیم گوارشی نیستند (آنزیم لیزوزیم یک آنزیم دفاعی است). پل مغزی که در ساقه مغز قرار دارد مرکز کنترل ترشح بزاق است و پیام عصبی تحریک یا مهار را توسط دستگاه عصبی خودمختار (نه پیکری) به غدد بزاقی می‌رساند. پل مغزی در ترشح اشک و همچنین پایان دَم نقش دارد.
- ✓ آمیلاز: آنزیم پروتئینی است، از آمینواسید ساخته شده، دارای پیوند پپتیدی است، ژن آن توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شود، گوارش نشاسته (نه همه کربوهیدرات‌ها) را در دهان آغاز می‌کند، نشاسته را به مالتوز و قندهای کوچکتر تجزیه می‌کند، مونوساکارید نمی‌سازد، عمل آبکافت و مصرف آب انجام می‌دهد، از شبکه آندوپلاسمی و گلژی عبور کرده و با اگزوسیتوز از یاخته خارج می‌شود، در بزاق و شیره لوزالمعده وجود دارد، موسین درون یاخته ساخته می‌شود ولی ماده مخاطی خارج یاخته (فضای لوله گوارش و تنفسی و تناسلی) ساخته می‌شود.
- ✓ موسین: یک گلیکوپروتئین است و بنابراین واحدهای سازنده آن مونوساکارید و آمینواسید است، دارای پیوند پپتیدی است، پروتئین ترشحی است، ژن آن توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شود، توسط ریبوزوم‌های متصل به شبکه آندوپلاسمی ساخته و از شبکه آندوپلاسمی و دستگاه گلژی می‌گذرد، با اگزوسیتوز از یاخته خارج می‌شود. در سراسر طول لوله گوارش (دهان تا مخرج) غدد ترشح کننده موسین وجود دارد، بنابراین اگزوسیتوز نیز وجود دارد. علاوه بر لوله گوارش در بخش‌هایی از لوله تنفسی که مخاط مژکدار وجود دارد و لوله فالوپ نیز موسین و ماده مخاطی وجود دارد.
- ✓ لیزوزیم: آنزیم پروتئینی است، عملکرد دفاعی (نه گوارشی) از آمینواسید ساخته شده، دارای پیوند پپتیدی است، ژن آن توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شود، آنزیم لیزوزیم در بزاق، اشک، عرق و ماده مخاطی دیده می‌شود و جز خط اول دستگاه ایمنی محسوب می‌شود.
- ✓ عمل بلع: انتقال غذا از دهان به معده (نه بیشتر) است، دو مرحله کلی دارد: ۱- ارادی (در دهان) و ۲- غیر ارادی (از حلق تا معده)، در دهان با ماهیچه اسکلتی و ارادی است، در حلق و ابتدای مری با ماهیچه اسکلتی هستند و البته بصورت انعکاسی و غیرارادی است، بنداره ابتدای مری بصورت غیرارادی باز می‌شود، در انتهای مری با ماهیچه صاف و غیرارادی است، هنگام بلع زبان کوچک (با حرکت به بالا) راه بینی را می‌بندد و اپی‌گلوت (با حرکت به پایین) راه نای را می‌بندد، مرکز کنترل بلع در بصل‌النخاع در ساقه مغز است و برای مدت کوتاهی تنفس قطع می‌شود (چون مرکز بلع سبب مهار مرکز تنفس شده و اپی‌گلوت پایین می‌آید)، بصل‌النخاع همچنین مرکز اصلی تنفس و فشار خون و ضربان قلب و عطسه و سرفه است.

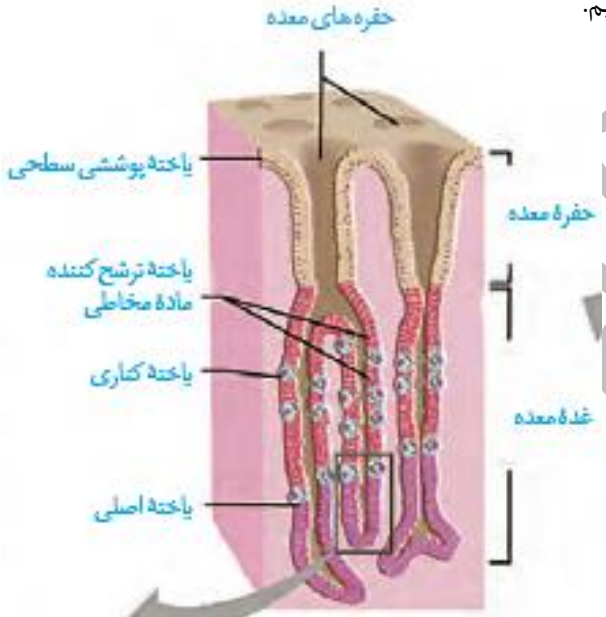
Abaabaf عباباف

گوارش در معده

معده اندام کیسه‌ای شکلی است که دیواره آن چین‌خوردگی دارد. وقتی غذا وارد معده شود این چین‌خوردگی‌ها باز شده و حجم معده افزایش می‌یابد تا غذای بیشتری در معده انبار شود.

در شکل روبرو می‌توان چین‌خوردگی‌های دیواره معده را مشاهده کرد. همچنین لایه ماهیچه‌ای دیواره معده دارای سه زیر لایه (جهت‌گیری) است که به ترتیب از خارج به داخل عبارت‌اند از: ۱- ماهیچه طولی، ۲- ماهیچه حلقوی و ۳- ماهیچه مورب. بنداره پیلور نیز در انتهای معده بخوبی مشخص است.

قبل از بیان نحوه گوارش غذا در معده، لازم است با ساختار مخاط معده (لایه مخاطی در معده) و همچنین حفره‌ها و غده‌های معده بیشتر آشنا شویم.



ساختار مخاط معده: لایه مخاطی معده خود از سه زیر لایه تشکیل شده است که از بیرون به درون عبارت‌اند از: ۱- بافت ماهیچه‌ای، ۲- بافت پیوندی و ۳- بافت پوششی (یعنی بافت پوششی مستقیماً با ذرات غذایی در تماس است). این بافت‌ها دقیقاً بصورت افقی روی هم قرار نمی‌گیرند بلکه بافت پوششی در بافت پیوندی که زیرش قرار دارد نفوذ کرده و دوباره به سطح معده می‌آید. نفوذ بافت پوششی در بافت پیوندی سبب ایجاد دو ساختار در مخاط معده می‌شود: الف- حفره‌های معده و ب) غده‌های معده

الف) حفره‌های معده
- نحوه تشکیل: حاصل فرو رفتن یاخته‌های پوششی در بافت پیوندی زیرین هستند.
- جایگاه: به سطح معده نزدیک‌اند و بنابراین، یاخته‌های پوششی آن را **یاخته‌های پوششی سطحی** می‌نامند
- یاخته‌های پوششی سطحی یکسری مواد ترشح کرده و روی ذرات غذایی می‌ریزند.

ب) غده‌های معده
- نحوه تشکیل: حاصل فرو رفتن یاخته‌های پوششی در بافت پیوندی زیرین هستند.
- جایگاه: زیر حفره‌ها (یعنی در عمق مخاط) قرار داشته و از سطح معده دور هستند.
- دارای انواع یاخته‌های پوششی هستند که هر کدام ترکیباتی را ترشح و روی ذرات غذایی می‌ریزد.

حفره‌ها و غده‌های معده مواد ترشح شده خود را به مجرا می‌ریزند و مجرا نیز به فضای معده می‌ریزد.

دو عامل سبب گوارش غذا در معده می‌شوند:
۱- شیره معده: یاخته‌های مخاط معده ترکیباتی ترشح کرده و روی غذا می‌ریزند.
۲- حرکات معده: لایه ماهیچه‌ای دیواره معده با انقباضات خود سبب گوارش غذا می‌شود.

۱- شیره معده

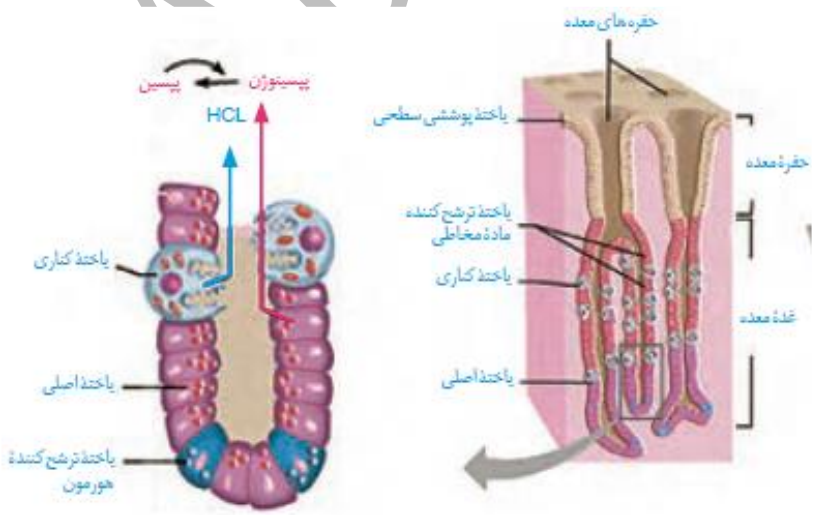
شیره معده چیست؟ مایعی رقیق و اسیدی است که توسط یاخته‌های پوششی حفره‌ها (پوششی سطحی) و غده‌های معده ساخته شده و به منظور گوارش غذا، روی ذرات غذایی ریخته می‌شود.

در جدول بعد می‌بینید که حفره‌ها و غده‌های معده دارای چه یاخته‌هایی هستند و این یاخته‌ها چه موادی از خود ترشح می‌کنند.

یاخته‌های پوششی حفره و غده معده و ترکیبات ترشح شده از آن‌ها

	نوع یاخته	ماده ترشحی	نقش ماده ترشح شده
حفره معده	یاخته‌های پوششی سطحی	۱- ماده مخاطی (لایه ژله‌ای چسبناکی است). ۲- یون بیکربنات (سبب قلیایی شدن ماده مخاطی می‌شود).	سدهای حفاظتی در برابر آنزیم و اسید معده هستند.
غده معده	یاخته‌های ترشح کننده ماده مخاطی	ماده مخاطی	ماده‌ای بسیار چسبنده که به شکل لایه ژله‌ای چسبناک، مخاط معده را می‌پوشاند.
	یاخته‌های اصلی	آنزیم‌های معده	گوارش شیمیایی ذرات غذا
	یاخته‌های کناری	۱- کلریدریک اسید (HCl) ۲- عامل (فاکتور) داخلی معده	در ادامه گفته خواهد شد.
	یاخته‌های ترشح کننده هورمون	هورمون‌های گوارشی مانند گاسترین	در ادامه گفته خواهد شد.

همانطورکه در جدول بالا می‌بینید، ماده مخاطی توسط دو نوع یاخته تولید می‌شود:
۱- یاخته‌های پوششی سطحی (در حفره معده) و ۲- یاخته‌های ترشح کننده ماده مخاطی (در غده معده)



پروتئازهای معده بصورت غیرفعال ترشح می‌شوند و بطور کلی به آن‌ها پپسینوژن می‌گویند. پپسینوژن پیش‌ساز پروتئازهای معده است و برای آنکه فعال شود **باید تغییراتی کند** تا به آنزیم پپسین (فعال) تبدیل شود.

دو عامل برای تبدیل پپسینوژن به پپسین
۱- کلریدریک اسید معده (HCl): که می‌تواند پپسینوژن را به پپسین تبدیل کند.
۲- آنزیم پپسین: که با تأثیر بر پپسینوژن، ساخته شدن خود را تسریع می‌بخشد.

- ✓ نقش آنزیم پپسین: پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر تجزیه می‌کند (چون پروتئاز است)
- ✓ نقش عامل (فاکتور) داخلی معده: برای ورود ویتامین B_{12} به یاخته‌های روده باریک لازم است (ویتامین B_{12} برای ساختن گلبول‌های قرمز در مغز استخوان نیاز است).

اگر ۱- یاخته‌های کناری معده آسیب ببینند و یا ۲- معده برداشته شود، عامل داخلی معده ساخته نشده و در نتیجه ویتامین B_{12}نیز جذب نخواهد شد و در نهایت فرد به کم‌خونی خطرناکی مبتلا خواهد شد.

کیموس: پس از پایان گوارش غذا در معده، مخلوط حاصل را کیموس می‌گویند. با باز شدن بنداره پیلور، کیموس به دوازدهه (ابتدای روده باریک) می‌ریزد.

۲- حرکات معده

ترتیب حرکات معده به صورت زیر است:

۱- با ورود غذا، معده انبساط یافته و حرکات آن به آهستگی آغاز می‌شود.
۲- به تدریج حرکات شدت می‌یابد و غذا را با شیره معده مخلوط کرده و کیموس را می‌سازد.
۳- با افزایش شدت حرکات معده، بنداره پیلور باز شده و کیموس به دوازدهه تخلیه می‌شود.

برگشت اسید معده (ریفلاکس)

برگشت اسید معده (ریفلاکس)
تعریف: اگر انقباض بنداره انتهای مری کافی نباشد، شیره معده به مری باز می‌گردد.
عوارض آن: آسیب به مخاط مری (زیرا حفاظت دیواره مری کمتر از دیواره معده و روده است)
دلایل آن: سیگار کشیدن، مصرف الکل، رژیم غذایی نامناسب، تنش و اضطراب

- ✓ غده‌ها و حفره‌های معده: مربوط به لایه مخاطی معده هستند، از نفوذ بافت پوششی در بافت پیوندی سست به وجود می‌آیند، حفره‌ها به فضای معده نزدیک‌تر هستند و به همین دلیل به یاخته‌های پوششی آن‌ها پوششی سطحی می‌گویند ولی غده‌ها در عمق مخاط معده قرار دارند، حفره بصورت یک مجرای غیرمنشعب است ولی غده شمال چندین مجرای منشعب است.
- ✓ یاخته‌های اصلی: بافت پوششی است، توسط دستگاه خودمختار کنترل می‌شود، شبکه آندوپلاسمی زیر و دستگاه گلژی گسترده‌ای دارند، آنزیم‌های گوارشی (پروتئین ترشحی) می‌سازند، پپسینوژن را بصورت غیرفعال و سایر آنزیم‌ها را بصورت فعال ترشح می‌کنند، خروج آنزیم‌ها با اگزوسیتوز است، آنزیم‌ها را درون مجرا (نه خون) می‌ریزند، در واقع یاخته‌های برون‌ریز هستند، ریز کیسه‌های حاوی آنزیم در سطح رأسی یاخته (در مجاورت مجرا) قرار دارند زیرا باید محتویات خود را به فضای معده بریزند، فعالیت برون‌ریزی دارند.

Abaaf عباباف

- ✓ یاخته‌های کناری: بافت پوششی است، توسط دستگاه خودمختار کنترل می‌شود، اندازه بزرگی دارند، تعداد آن‌ها کم است، عامل داخلی و HCl می‌سازند، از بین رفتن آن‌ها سبب کم خونی (به دلیل عدم جذب ویتامین B_{12} و ساخته نشدن گویچه‌های قرمز) و اختلال در گوارش پروتئین‌ها (به دلیل ساخته نشدن HCl و تبدیل نشدن پپسینوژن به پپسین) می‌شود، فعالیت برون‌ریزی دارند.
- ✓ یاخته‌های ترشح کننده موسین (ماده مخاطی): بافت پوششی است، توسط دستگاه خودمختار کنترل می‌شود، بلافاصله زیر حفره معده دیده می‌شوند (به فضای معده نزدیک هستند)، موسین (گلیکوپروتئین) می‌سازند و با اگزوسیتوز به مجرا ترشح می‌کنند، یاخته برون‌ریز هستند، موسین در ترکیب با آب تشکیل ماده مخاطی می‌دهد (ماده مخاطی در فضای معده ساخته می‌شود نه درون یاخته)، فعالیت برون‌ریزی دارند.
- ✓ یاخته‌های ترشح کننده هورمون: بافت پوششی است، توسط دستگاه خودمختار کنترل می‌شود، هورمون گاسترین (پروتئین) می‌سازند و آن را به خون (نه مجرا) می‌ریزند، فعالیت درون‌ریزی دارند، خروج گاسترین با اگزوسیتوز است، ریز کیسه‌های حاوی هورمون در سطح قاعده‌ای یاخته (دور از مجرا) قرار دارند زیرا باید محتویات خود را درون خون (نه مجرا) بریزند.
- ✓ دقت کنید همه یاخته‌های بالا از لحاظ ژنتیکی یکسان هستند چون حاصل میتوز هستند ولی مثلاً ژن پپسینوژن در یاخته اصلی روشن است و در سایر یاخته‌ها با اینکه وجود دارد ولی خاموش است. یا ژن موسین در یاخته ترشح کننده موسین روشن است ولی در یاخته کناری با اینکه وجود دارد ولی خاموش است.
- ✓ پپسینوژن: آنزیم پروتئینی است، واحد سازنده آن آمینواسید است، دارای پیوند پپتیدی است، درون یاخته‌های اصلی (نه فضای معده) ساخته می‌شود، ژن آن توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی می‌شود، توسط ریبوزوم‌های سیتوپلاسم یاخته‌های اصلی معده ساخته شده و با عبور از شبکه آندوپلاسمی و گلژی و قرار گرفتن در ریزکیسه‌ها، با اگزوسیتوز به فضای معده ترشح می‌شود، فعالیت گوارشی ندارد (غیرفعال است)، در اثر دو عامل یعنی HCl و خود آنزیم پپسین به آنزیم فعال پپسین تبدیل می‌شود.
- ✓ پپسین: آنزیم پروتئینی است، واحد سازنده آن آمینواسید است، در ساختارش دارای پیوند پپتیدی است و همچنین پیوندهای پپتیدی پپسینوژن و پروتئین‌های دیگر را می‌شکند، در فضای معده (نه درون یاخته‌های اصلی) ساخته می‌شود، فعال است و روی پروتئین‌ها اثر می‌گذارد، پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچکتر (نه در حد آمینواسید) تجزیه می‌کند، با شکستن پپسینوژن سبب تولید بیشتر پپسین می‌شود، طی واکنش آبکافت (هیدرولیز) و با مصرف آب سبب شکستن پیوندهای پپتیدی بین آمینواسیدهای یک پروتئین می‌شود، pH بهینه آن حدود ۲ است و در شرایط اسیدی معده فعال است، برای آن ژن سازنده وجود ندارد، گوارش پروتئین‌ها را در معده آغاز می‌کند.
- ✓ HCl پیوند پپتیدی بین آمینواسیدهای پپسینوژن را شکسته و ساختار آن را تغییر داده و نهایتاً پپسین تولید می‌شود.
- ✓ عامل داخلی معده: یک گلیکوپروتئین است، ژن آن توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی شده و پس از ترجمه توسط ریبوزوم‌های سیتوپلاسم با عبور از شبکه آندوپلاسمی و گلژی درون ریزکیسه قرار گرفته و با اگزوسیتوز وارد مجرای غدد معده (نه خون) می‌شود، محل تولید آن در معده ولی محل فعالیت آن روده باریک است، به ۱- حفاظت و ۲- جذب ویتامین B_{12} توسط پرزهای مخاط روده کمک می‌کند، کمبود آن باعث کمبود جذب ویتامین B_{12} و ایجاد اختلال در ساخت گویچه‌های قرمز و در نهایت کم‌خونی فرد می‌شود.
- ✓ ویتامین B_{12}: فقط در غذاهای جانوری وجود دارد و البته توسط باکتری‌های مستقر در روده بزرگ (نه خود یاخته‌های روده بزرگ) نیز ساخته می‌شود، نقش آن کمک به فعالیت صحیح فولیک اسید در فرآیند ساخت گلبول قرمز است، کمبود عامل داخلی معده و ویتامین B_{12} (آسیب دیدن یاخته‌های کناری) سبب کم‌خونی و کاهش گویچه‌های قرمز می‌شود و در ادامه ترشح هورمون اریتروپویتین از کلیه و کبد افزایش می‌یابد که با تاثیر بر مغز استخوان سبب تحریک تقسیم میتوز یاخته

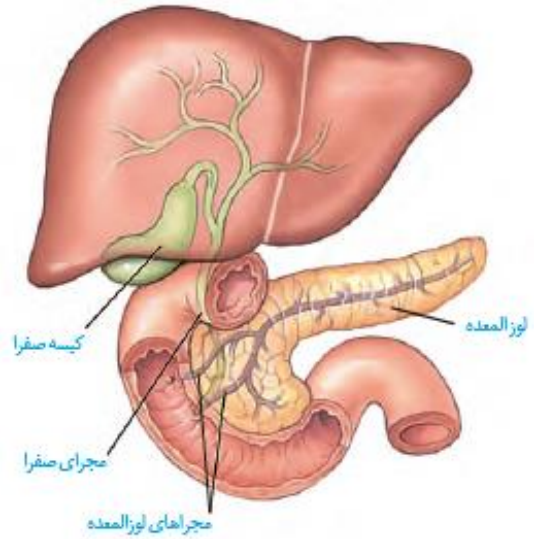
Abaabaf

میلوئیدی و افزایش گویچه‌های قرمز می‌شود. دقت کنید فقط ویتامین B_{12} که در غذاهای جانوری وجود دارد در روده باریک جذب می‌شود.

- ✓ گاسترین: هورمون پروتئینی است، واحد سازنده آن آمینواسید و دارای پیوند پپتیدی است، ژن گاسترین توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی شده و پس از عبور از شبکه آندوپلاسمی و گلژی با اگزوسیتوز از یاخته خارج می‌شود، اندام سازنده و اندام هدف آن معده است، از یاخته ترشح کننده هورمون ترشح شده و پس از عبور از خون بر یاخته اصلی و کناری اثر می‌گذارد، یاخته اصلی و کناری دارای گیرنده هورمون گاسترین هستند، نقشش افزایش تولید اسید از یاخته کناری و تولید پپسینوژن از یاخته اصلی است بنابراین هنگام مصرف غذاهای غنی از پروتئین ترشح آن افزایش می‌یابد، گاسترین به خون می‌ریزد بنابراین در کیموس و شیره معده وجود ندارد (ولی جز ترشحات معده است).
- ✓ در مورد ترکیبات شیره معده باید گفت که ماده مخاطی توسط همه یاخته‌های پوششی سطحی حفره معده و برخی یاخته‌های غدد معده ترشح می‌شود، بیکربنات فقط توسط یاخته‌های پوششی سطحی حفره ساخته می‌شود، آنزیم‌های گوارشی و اسید معده و عامل داخلی و هورمون گاسترین نیز فقط توسط غده معده ساخته می‌شوند.
- ✓ دقت کنید در فضای معده آمیلاز بزاق که همراه غذا آمده وجود دارد. بنابراین هر آنزیمی که در فضای معده وجود دارد توسط حفره یا غده معده ساخته نشده است.
- ✓ یاخته‌های ترشح کننده شیره معده در حفره و غده معده از جنس بافت پوششی هستند ولی دقت کنید که به این یاخته‌ها در حفره معده یاخته پوششی سطحی گفته می‌شود (زیرا به فضای معده نزدیک‌تر هستند).
- ✓ دقت کنید که یاخته‌های پوششی سطحی و اصلی و کناری و ترشح کننده ماده مخاطی یاخته‌های برون‌ریزی هستند که ترکیبات آن‌ها به مجرا و سپس فضای معده می‌ریزد و شیره معده را می‌سازد ولی یاخته‌های ترشح‌کننده هورمون گاسترین ترشحات خود را به خون می‌ریزند و جز شیره معده محسوب نمی‌شود.
- ✓ ریفلاکس معده: انقباض یک ماهیچه حلقوی (بنداره انتهای مری) دچار مشکل است، مواد در خلاف جهت جاذبه زمین حرکت می‌کنند.

گوارش در روده باریک

مراحل پایانی گوارش کیموس در روده باریک و به ویژه ابتدای آن یعنی دوازدهه انجام می‌شود.



در گوارش نهایی کیموس چهار عامل نقش دارند: الف) حرکات روده باریک، ب) شیره روده، ج) صفرا و د) شیره لوزالمعده (که سه مورد آخر همگی به دوازدهه ریخته و گوارش شیمیایی غذا را انجام می‌دهند).

الف) حرکات روده باریک

نقش حرکات روده باریک:
- گوارش مکانیکی غذا
- پیش بردن کیموس در طول روده
- پخش کردن کیموس در سراسر مخاط روده (که زمینه را برای گوارش شیمیایی و جذب فراهم می‌کند)

ب) شیره روده

ویژگی‌های شیره روده:
- این شیره توسط یاخته‌های روده باریک ساخته و به فضای روده ترشح می‌شود.
- ترکیبات آن شامل: آب، یون‌های مختلف از جمله بیکربنات، موسین و آنزیم‌هاست.

ج) صفرا

ویژگی‌های صفرا:
- اندام سازنده: توسط کبد ساخته می‌شود.
- ترکیبات صفرا: نمک‌های صفراوی، فسفولیپید، بیکربنات و کلسترول است **(صفرا آنزیم ندارد).**
- نقش‌ها:
  ۱- شرکت در گوارش چربی‌ها (به وسیله فسفولیپید و نمک‌های صفراوی)
  ۲- خنثی کردن حالت اسیدی کیموس معده (به وسیله یون بیکربنات خود)

بیماری سنگ کیسه صفرا: اگر فرد رژیم غذایی پر چربی داشته باشد، ترکیبات صفرا (به ویژه کلسترول) در کیسه صفرا رسوب کرده و سنگ کیسه صفرا را ایجاد می‌کنند.

د) شیره لوزالمعده

لوزالمعده ترکیبات مختلفی می‌سازد و از طریق مجرا به درون دوازدهه تخلیه می‌کند. در ادامه با این ترکیبات آشنا می‌شویم.

ترکیبات شیره لوزالمعده:
- یون بیکربنات: نقش آن خنثی کردن حالت اسیدی کیموس معده است.
- آنزیم‌ها:
  - پروتئازها: که درون روده باریک فعال می‌شوند (از ابتدا فعال نیستند).
  - لیپاز
  - آمیلاز

آنزیم‌های لوزالمعده که به دوازدهه می‌ریزند برای فعالیت به محیط قلیایی نیاز دارند (برخلاف پپسین که در محیط اسیدی معده کاملاً فعال است). لذا حضور یون بیکربنات در دوازدهه برای خنثی کردن حالت اسیدی کیموس الزامی است.

- ✓ کبد: اندامی بزرگ و زیر دیافراگم قرار دارد، بیشتر آن در سمت راست و بخشی از آن سمت چپ بدن است، زیر آن کیسه صفرا قرار دارد، دیافراگم سمت راست کمی بالاتر است و کلیه سمت راست کمی پایین‌تر است (به دلیل وجود کبد)، بخش برون‌ریز کبد صفرا را ساخته و به مجراهای کبدی چپ و راست می‌ریزد، بخش درون‌ریز کبد هورمون اریتروپوتین ساخته و به خون می‌ریزد (هورمون اریتروپویتین از طریق خون به مغز استخوان رفته و ساخته شدن گویچه‌های قرمز را سرعت می‌بخشد)، مونوساکاریدها و آمینواسیدها و یون‌ها و برخی ویتامین‌های جذب شده در رگ‌های خونی لوله گوارش ابتدا توسط سیاهرگ باب کبدی به کبد می‌روند، کبد محل ذخیره آهن و برخی ویتامین‌هاست، کبد محل ساخت لیپوپروتئین‌ها (LDL و HDL)

است، کبد در دوران جنینی خون‌سازی انجام می‌دهد، دارای یاخته‌های بنیادی است، مویرگ‌های آن از نوع ناپیوسته هستند، در کبد و طحال گویچه‌های قرمز مرده و آسیب دیده تخریب می‌شوند، در کبد آمونیاک و کربن‌دی‌اکسید با هم ترکیب شده و اوره ساخته می‌شود، گلوگز اضافی بصورت گلیکوژن در کبد ذخیره می‌شود، هورمون گلوکاگون با تاثیر بر یاخته‌های کبدی سبب آبکافت گلیکوژن به گلوکز می‌شود، مصرف الکل و وجود رادیکال‌های آزاد سبب بافت مردگی کبد می‌شوند، سرخرگ کبدی خون روشن را وارد کبد کرده و سیاهرگ باب خون تیره را به کبد می‌آورد و سیاهرگ فوق کبدی خون تیره را از کبد خارج می‌کند، مویرگ‌های کبدی هم بین سرخرگ کبدی و سیاهرگ فوق کبدی و هم بین سیاهرگ باب کبدی و سیاهرگ فوق کبدی تشکیل می‌شوند.

- ✓ صفرا: توسط کبد (نه کیسه صفرا) ساخته می‌شود، حاصل فعالیت برون‌ریزی کبد است و از طریق مجرا به کیسه صفرا می‌ریزد، آنزیم ندارد؛ کمی بعد از ورود کیموس به دوازدهه می‌ریزد، در گوارش چربی‌ها (تری‌گلیسریدها) نقش دارد، قطرات چربی را ریز می‌کند (تا حد واحدهای سازنده گوارش نمی‌کند)، عدم ساخت صفرا یا بیماری سنگ کیسه صفرا سبب اختلال در گوارش چربی‌ها و ویتامین‌های محلول در چربی و کاهش جذب آن‌ها می‌شود، در نتیجه میزان چربی در لنف و خون فرد کاهش و در مدفوع او افزایش می‌یابد، کاهش ویتامین‌های K و D و A (محلول در چربی هستند) به ترتیب سبب اختلال در انعقاد خون و کاهش جذب کلسیم خون و کاهش ماده حساس به نور در شبکیه چشم می‌شود، کیسه صفرا زیر و پشت کبد قرار دارد، برای ورود صفرا به دوازده فقط یک منفذ وجود دارد (منفذ مشترک بین صفرا و لوزالمعده)، رژیم غذایی پرچرب (کلسترول) احتمال سنگ کیسه صفرا را افزایش می‌دهد،
- ✓ دو مجرای کبدی (چپ و راست) به هم پیوسته و یک مجرای مشترک کبدی می‌سازند. در ادامه این مجرا به مجرای صفرا (مجرای مشترک صفراوی) می‌ریزد. مجرای صفرا و یکی از مجاری لوزالمعده ابتدا به هم پیوسته سپس و بصورت یک مجرای مشترک به دوازدهه می‌ریزند. دیگر مجرای لوزالمعده بصورت مستقل به دوازدهه می‌ریزد. کیسه صفرا توسط یک مجرا (مجرای سیستیک) به مجرای مشترک کبدی متصل است.
- ✓ لوزالمعده: زیر و موازی معده است، پشت آن طحال قرار دارد، بخشی از آن توسط دوازدهه احاطه شده است، در پشت آن سرخرگ آئورت، بزرگ سیاهرگ زیرین و مجرای مشترک صفراوی (مجرای مشترک بین کبد و کیسه صفرا) قرار دارد. خون برگشتی آن از طریق سیاهرگ باب وارد کبد می‌شود، شامل دو بخش برون‌ریز و درون‌ریز است: ۱-بخش برون‌ریز که بزرگ‌تر است و بافت پوششی است و آنزیم و بی‌کربنات می‌سازد و از طریق دو مجرا به دوازدهه می‌ریزد. یک مجرا مستقیماً به دوازدهه می‌ریزد و مجرای دیگر ابتدا به مجرای صفرا پیوسته و با هم به دوازدهه می‌ریزند، pH بهینه آنزیم‌های این بخش حدود ۸ است و به محیط قلیایی نیاز دارند، آنزیم‌های لوزالمعده قوی‌ترین و متنوع‌ترین آنزیم‌های گوارشی هستند، پروتئازهای آن قوی و متنوع‌اند و بصورت غیرفعال به دوازدهه می‌ریزند و در آنجا فعال می‌شوند، سایر آنزیم‌های لوزالمعده از ابتدا فعال هستند، بخش برون‌ریز از طرفی تحت کنترل دستگاه عصبی خودمختار است و از طرفی تحت کنترل هورمون‌ها بطوری که برای هورمون سکرتین گیرنده دارد و در پاسخ به آن ترشح بی‌کربنات را افزایش می‌دهد. ۲-بخش درون‌ریز که همان جزایر لانگرهانس است و هورمون‌های انسولین و گلوکاگون ساخته و به خون می‌ریزد، هورمون گلوکاگون در پاسخ به کاهش قند خون ترشح می‌شود و روی کبد اثر گذاشته و سبب می‌شود که گلیکوژن طی واکنش آبکافت (هیدرولیز) شکسته شده و به گلوکز تبدیل شود و در نتیجه گلوکز خون و مایع بین یاخته‌های افزایش می‌یابد، هورمون انسولین در پاسخ به افزایش قند خون ترشح شده و سبب کاهش گلوکز خون می‌شود. انسولین سبب می‌شود که یاخته‌ها بتوانند گلوکز بیشتری را از خون دریافت کنند. مقدار انسولین خون بصورت بازخورد منفی کنترل می‌شود.

Abaf عباف

✓ آسیب به جزایر لانگرهانس در بیماری خود ایمنی سبب ابتلا به بیماری دیابت نوع ۱ شده و اختلال در گیرنده‌های انسولینی سبب ابتلا به دیابت نوع ۲ می‌شود که در این حالت توانایی جذب گلوکز توسط یاخته‌ها کاهش یافته و قند خون افزایش می‌یابد.

در ادامه خواهیم گفت که کربوهیدات‌ها، پروتئین‌ها و لیپیدها (به عنوان سه گروه مهم از مولکول‌های زیستی) در کدام بخش‌های دستگاه گوارش و توسط چه آنزیم‌هایی به تدریج گوارش می‌یابند تا به واحدهای سازنده خود تبدیل شوند. اما قبل از آن لازم است با دو واکنش مهم زیستی آشنا شوید.

دو واکنش مهم زیستی

سنتز آبدهی و آب‌کافت (هیدرولیز) دو واکنش زیستی بسیار مهم هستند که همواره در بدن جانداران رخ می‌دهند و سبب تبدیل ترکیبات مختلف به هم می‌شوند. در جدول زیر ویژگی‌های این واکنش‌ها آورده شده است.

مقایسه سنتز آبدهی و آب‌کافت

سنتز آبدهی	مولکول‌های کوچک به هم متصل شده و یک مولکول بزرگ می‌سازند.	بین مولکول‌ها پیوند تشکیل می‌شود	آب تولید می‌شود	انرژی‌خواه است
آب‌کافت (هیدرولیز)	مولکول درشت به مولکول‌های کوچک‌تری تجزیه می‌شود.	پیوند بین مولکول‌ها شکسته می‌شود	آب مصرف می‌شود	انرژی‌زا است

در سنتز آبدهی، گروه H یک مونوساکارید به گروه OH مونوساکارید دیگر متصل شده و آب (H_2O) تشکیل می‌شود.
در آبکافت، آب (H_2O) به پیوند درون دی‌ساکارید حمله کرده و گروه H و OH آن به مونوساکاریدها منتقل می‌شود.

گوارش کربوهیدرات‌ها

گوارش انواع کربوهیدرات‌ها:
- مونوساکاریدها (واحدهای سازنده کربوهیدرات‌ها) برای جذب شدن نیازی به گوارش ندارند.
- دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها ابتدا باید به مونوساکارید گوارش شده و سپس جذب شوند.
- مثلاً نشاسته توسط آنزیم آمیلاز و سایر آنزیم‌ها به تدریج به مونوساکارید تبدیل می‌شود.

دستگاه گوارش بسیاری از جانوران (از جمله انسان) آنزیم تجزیه کننده سلولز را نمی‌سازد.

گوارش پروتئین‌ها

گوارش آن‌ها دو مرحله دارد
- **آغاز در معده:** تبدیل پروتئین‌ها به مولکول‌های کوچک‌تر توسط آنزیم پپسین
- **ادامه در روده باریک:** تبدیل مولکول‌های کوچک به آمینواسید توسط پروتئازهای لوزالمعده و آنزیم‌های روده باریک

گوارش تری‌گلیسریدها

چند عامل در گوارش آن‌ها نقش دارند
۱- صفرا و حرکات روده باریک: که سبب ریز شدن چربی‌ها می‌شوند.
۲- آنزیم لیپاز: که تری‌گلیسریدها را به واحدهای سازنده آن تبدیل می‌کند.

- ✓ **تری‌گلیسریدها فراوان‌ترین لیپیدهای رژیم غذایی هستند.**
- ✓ **لیپاز لوزالمعده در دوازدهه بیشترین نقش را در گوارش چربی‌ها دارد.**

- ✓ مراحل گوارش نشاسته: آمیلاز بزاق و آمیلاز لوزالمعده نشاسته را به مالتوز و قندهای کوچک‌تر آبکافت می‌کنند (مونوساکارید ساخته نمی‌شود ولی دقت کنید که اینجا هم پیوند بین مونوساکاریدها شکسته می‌شود). سپس آنزیم‌های روده باریک این ترکیبات را به مونوساکارید آبکافت می‌کنند.
- ✓ مراحل گوارش پروتئین‌ها: پپسین معده پروتئین‌ها را به مولکول‌های کوچک‌تر آبکافت می‌کند (آمینواسید ساخته نمی‌شود ولی دقت کنید که اینجا هم پیوند پپتیدی شکسته می‌شود). سپس پروتئازهای لوزالمعده و آنزیم‌های روده باریک این مولکول‌ها را به آمینواسید آبکافت می‌کنند. پیوند پپتیدی بین اتم N یک آمینو اسید و اتم C آمینو اسید دیگر شکسته می‌شود.
- ✓ گوارش تری‌گلیسریدها (چربی‌ها): در معده یک گوارش ابتدایی صورت می‌گیرد. سپس در روده باریک، نمک‌های صفراوی و حرکات روده سبب ریز شدن قطرات چربی می‌شوند (نسبت سطح به حجم قطرات افزایش می‌یابد). در پایان لیپاز لوزالمعده تری‌گلیسریدها را به واحدهای سازنده آن تبدیل می‌کند.

مراحل گوارش مواد غذایی

	آغاز	ادامه	پایان
کربوهیدرات‌ها (نشاسته)	دهان (آمیلاز بزاق)	روده باریک (آمیلاز لوزالمعده)	روده باریک (آنزیم‌های مخاط روده)
پروتئین‌ها	معده (پپسین)	رودهٔ باریک (پروتئازهای لوزالمعده و آنزیم‌های مخاط روده)	
لیپیدها (تری‌گلیسریدها)	معده (لیپاز)	روده باریک (ترکیبات صفرا و حرکات روده)	روده باریک (لیپاز لوزالمعده)

- ✓ انسان و اغلب جانوران ژن سازنده آنزیم سلولاز را ندارند و خودشان آنزیم سلولاز نمی‌سازند، البته میکروب‌های مفید بدن آن‌ها سلولاز می‌سازند، دقت کنید در انسان و اغلب جانوران سلولز تجزیه می‌شود ولی توسط آنزیم سلولاز میکروب‌ها (نه سلولاز ساخته شده توسط بدن)، بنابراین در بدن آن‌ها سلولاز یافت می‌شود، در نشخوارکنندگان گوارش سلولز در سیرابی و نگاری است، در انسان میکروب‌های مفید در روه بزرگ قرار دارند. دقت کنید که سلولاز آنزیم است و پروتئینی است بنابراین آنزیم تجزیه کننده آن یعنی (پروتئازها و پپسین) توسط بدن انسان و جانوران ساخته می‌شود. در صورت سوال به سلولز (کربوهیدرات) و سلولاز (پروتئین) دقت کنید.
- ✓ آبکافت (هیدرولیز): سبب شکستن یک مولکول بزرگ به مولکول‌های کوچک‌تر می‌شود، پیوند شکسته می‌شود، آب مصرف می‌شود، تعداد آب مصرف شده همیشه برابر تعداد پیوندهای شکسته شده است، تعداد پیوندهای شکسته شده یکی کمتر از تعداد واحدهای سازنده است (البته اگر مولکول بصورت خطی باشد یعنی حلقوی و بسته نباشد)، در مولکول حلقوی تعداد پیوندهای شکسته شده و واحدهای سازنده با هم برابر است، مثال‌های آبکافت: شکستن پیوند پپتیدی بین آمینواسیدها، شکستن پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدها، شکستن پیوند بین مونوساکاریدها، مصرف ATP و تولید ADP و P (بنابراین می‌توان گفت هرجا ATP مصرف می‌شود آب نیز مصرف می‌شود مثلاً در فعالیت پمپ سدیم پتاسیم یا چرخه کالوین و مرحله اول گلیکوگیز و ...).
- ✓ سنتز آبدهی: سبب تشکیل یک مولکول بزرگ از مولکول‌های کوچک‌تر می‌شود، پیوند تشکیل می‌شود، آب تولید می‌شود، تعداد آب تولید شده همیشه برابر تعداد پیوندهای تشکیل شده است، تعداد پیوندهای تشکیل شده یکی کمتر از تعداد واحدهای سازنده است (البته اگر مولکول بصورت خطی باشد یعنی حلقوی و بسته نباشد)، در مولکول حلقوی تعداد پیوندهای تشکیل شده و واحدهای سازنده با هم برابر است، مثال‌های سنتز آبدهی: تشکیل پیوند پپتیدی بین اتم N یک آمینواسید و اتم C آمینواسید دیگر (در جایگاه A ریبوزوم توسط آنزیم rRNA در حین فرایند ترجمه)، تشکیل پیوند فسفودی‌استر بین نوکلئوتیدها در همانندسازی و رونویسی (توسط DNAپلی‌مراز و رناپسپاراز)، تشکیل پیوند بین مونوساکاریدها، تولید ATP از ADP و P (بنابراین می‌توان گفت هرجا ATP تولید می‌شود آب نیز تولید می‌شود مثلاً در مرحله آخر گلیکوگیز و چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون و ...).
- ✓ در دی‌ساکاریدها (مثل مالتوز، لاکتور و ساکاروز) بین مونوساکاریدها پل اکسیژنی وجود دارد.
- ✓ لوگول معرف نشاسته است و پس از اضافه شدن به محلول حاوی نشاسته، محلول را آبی رنگ می‌کند.
- ✓ بیکربنات در پنج بخش دستگاه گوارش دیده می‌شود: غدد بزاقی، معده (حفره)، صفرا (کبد)، لوزالمعده، مخاط روده باریک
- ✓ علاوه بر پروتئین‌های غذا، آنزیم‌های گوارشی (پروتئین هستند) نیز ممکن است توسط بدن گوارش و جذب شوند.

Abaabaf عباباف

گفتار دوم: جذب مواد و تنظیم فعالیت دستگاه گوارش

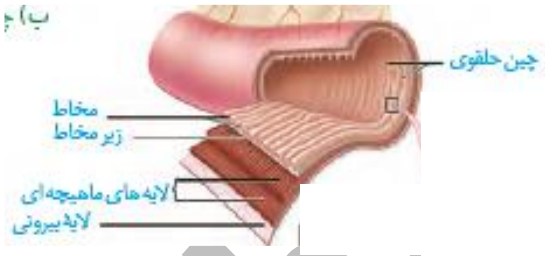
بعد از آنکه گوارش مواد پایان یافت و ترکیبات مختلف به واحدهای سازنده خود تبدیل شدند، نوبت به مرحله جذب می‌رسد. طی جذب، مواد به بخش‌هایی می‌روند تا بعد از آن سفر خود را به سوی یاخته‌های بدن آغاز کنند.

ویژگی‌های جذب
- تعریف: ورود مواد به محیط داخلی بدن را جذب می‌گویند.
- مسیر جذب: طی جذب، مواد از یاخته‌های پوششی لوله گوارش عبور کرده و وارد محیط داخلی می‌شوند
- جایگاه آن: جذب اصلی در روده باریک است. در دهان و معده جذب اندک است.

منظور از محیط داخلی چیست؟ خون، لنف و مایع بین‌یاخته‌ای را در مجموع محیط داخلی می‌گویند. از آنجایی که این بخش‌ها مستقیماً با دنیای بیرون در ارتباط نیستند به آن‌ها محیط داخلی بدن می‌گویند.

جذب مواد در روده باریک

گفتیم که روده باریک محل اصلی جذب است. هرچه سطح تماس لوله گوارش با مولکول‌ها بیشتر باشد قاعدتاً میزان جذب نیز بیشتر خواهد بود. ببینیم دیواره روده باریک برای افزایش سطح تماس خود با مولکول‌ها چه ساختاری پیدا کرده است:



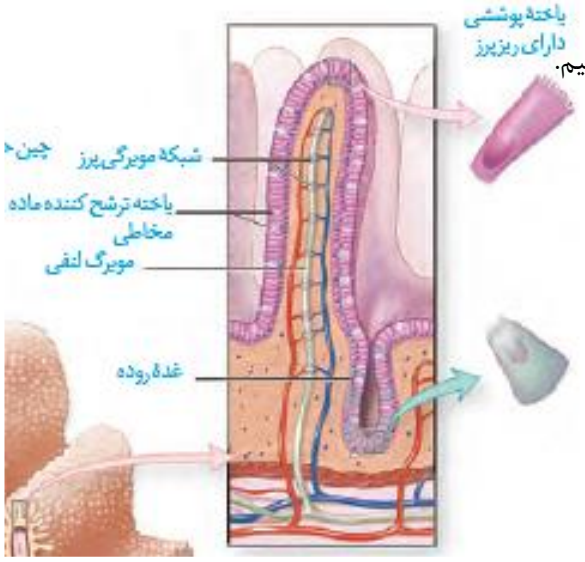
ساختار دیواره روده باریک
- این دیواره دارای **چین‌های حلقوی** است (شکل روبرو).
- روی چین‌ها، برآمدگی‌هایی به نام **پرز** وجود دارد.
- در پرزها نیز ساختارهایی به نام **ریز پرز** وجود دارد.

وجود چین‌ها، پرزها و ریز پرزها سبب افزایش سطح تماس روده باریک با کیموس تا چندین برابر می‌شود.

پرز چیست؟ برآمدگی‌هایی روی چین حلقوی هستند که دارای تعداد زیادی یاخته پوششی می‌باشند و درون آن‌ها خون، لنف و مایع بین‌یاخته‌ای (یعنی همان محیط داخلی) وجود دارد.

ریز پرز چیست؟ غشای یاخته‌های پوششی پرز به سمت فضای روده، چین خورده است. این **غشای چین‌خورده** را ریز پرز می‌گویند.

می‌توان گفت جذب یعنی عبور مولکول‌ها از یاخته‌های پوششی پرزهای روده و رسیدن به محیط داخلی پرز

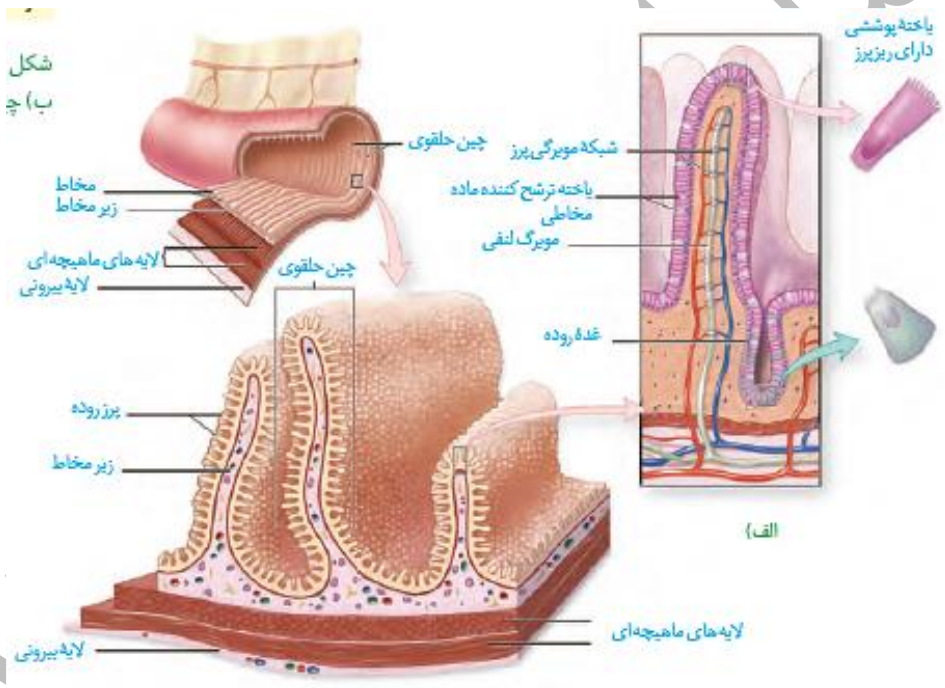


در اینجا، شکل روبرو که مربوط به ساختار پرز روده است را بررسی می‌کنیم.

الف) همانطور که می‌بینید دو نوع یاخته پوششی در پرز وجود دارد (با دو رنگ متمایز شده‌اند): ۱- یاخته‌های پوششی که جذب مولکول‌ها را انجام می‌دهند و ۲- یاخته‌های ترشح کننده ماده مخاطی

ب) بخش داخلی پرز دارای رگ خونی، رگ لنفی بسته است که مولکول‌ها جذب آن‌ها می‌شوند.

ج) فرورفتگی که پایین سمت راست شکل می‌بینید، غده روده نام دارد و مربوط به ساختار پرز نیست. در غده روده نیز یاخته‌های پوششی وجود دارند که توانایی ترشح یکسری ترکیبات را دارند.



بیماری سلیاک
- عامل بیماری: پروتئینی به نام **گلوتن** (که در دانه گندم و جو وجود دارد) سبب بروز بیماری سلیاک می‌شود.
- علائم بیماری: یاخته‌های روده، ریزپرزها و حتی پرزها در این بیماری از بین می‌روند.
- عوارض: چون سطح تماس و میزان جذب به شدت کاهش می‌یابد، بسیاری از مواد مورد نیاز جذب نمی‌شوند.

بطور کلی مواد قابل جذب بر اساس مسیر جذب، به دو گروه تقسیم می‌شوند: الف- مواد حاصل از گوارش لیپیدها و ب- سایر مواد

الف) مسیر جذب مواد حاصل گوارش لیپیدها

این ترکیبات پس از عبور از یاخته پوششی پرز، ابتدا وارد مویرگ لنفی بسته می‌شوند و سپس مویرگ لفی به جریان خون می‌ریزد.

ب) مسیر جذب سایر مواد (مواد حاصل از گوارش پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها، یون‌ها، مواد معدنی و آب)

این ترکیبات پس از عبور از یاخته پوششی پرز، مستقیماً جذب مویرگ خونی می‌شوند.

لنف چیست؟ شامل آب و ترکیبات دیگری است که در رگ‌های لنفی جریان دارد و در نهایت به خون می‌ریزد. لنف دارای عملکردهای مختلفی است که در فصل چهارم با آن‌ها آشنا خواهید شد.

سرنوشت مولکول‌های حاصل از گوارش لیپیدها

گفتیم که این ترکیبات ابتدا توسط مویرگ لنفی جذب شده و سپس به خون می‌ریزند. خون این ترکیبات را به ۱- یاخته چربی یا ۲- کبد می‌برد که در آنجا ذخیره می‌شوند.

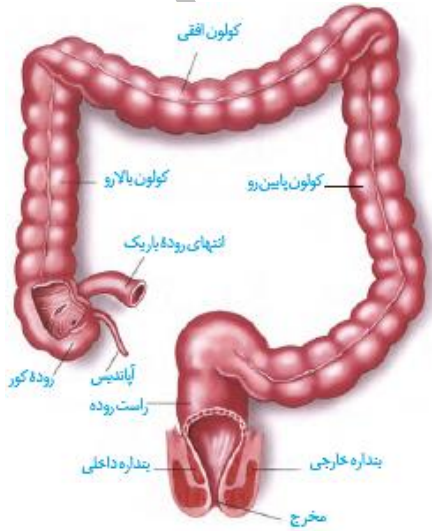
مولکول‌های لیپوپروتئین
- لیپیدهایی که به کبد آمده‌اند در همانجا، با پروتئین ترکیب شده و **لیپوپروتئین‌ها** را می‌سازند.
- دو نوع دارد: ۱- لیپوپروتئین کم چگال (LDL) و۲- لیپوپروتئین پر چگال (HDL)
- LDL: در ساختارش کلسترول زیاد و پروتئین کم دارد. (اصطلاحاً به آن کلسترول بد می‌گویند).
- HDL: در ساختارش پروتئین زیاد و کلسترول کم دارد (اصطلاحاً به آن کلسترول خوب می‌گویند).

- ✓ **زیاد بودن HDL نسبت به LDL، احتمال رسوب کلسترول در دیواره سرخرگ‌ها را کاهش می‌دهد.**
- ✓ **چاقی، کم‌تحرکی و مصرف زیاد کلسترول عامل افزایش LDL است.**

روده بزرگ و دفع

در بخش‌های انتهایی لوله گوارش به روده بزرگ می‌رسیم که دارای چند بخش است. اساساً سه دسته از مواد به روده بزرگ می‌رسند: ۱- مواد جذب نشده و گوارش نیافته، ۲- یاخته‌های مرده و ۳- باقی مانده شیره‌های گوارشی

ویژگی‌های روده بزرگ
- بخش‌های آن: ابتدای آن روده کور و سپس به ترتیب کولون بالارو، کولون افقی، کولون پایین‌رو قرار دارد.
- نقش آن: آب و یون‌ها را جذب می‌کند. در نتیجه مدفوع بصورت جامد در می‌آید.
- ساختار آن: پرز ندارد، حرکاتش (انقباضات) آهسته است، یاخته‌های پوششی آن ماده مخاطی می‌سازند ولی **آنزیم تولید نمی‌کنند.**



- ✓ روده کور به آپاندیس ختم می‌شود.

بعد از روده بزرگ به راست روده می‌رسیم که دارای دو بندازه است.

بندازه‌های راست روده
- بندازه داخلی (از جنس ماهیچه صاف است. بنابراین غیرارادی است).
- بندازه خارجی (از جنس ماهیچه مخطط است. بنابراین ارادی است).

وقتی مدفوع به راست روده رسید، چون بنداره خارجی آن بصورت ارادی باز می‌شود بنابراین عمل دفع مدفوع بصورت ارادی (آگاهانه) انجام می‌شود.

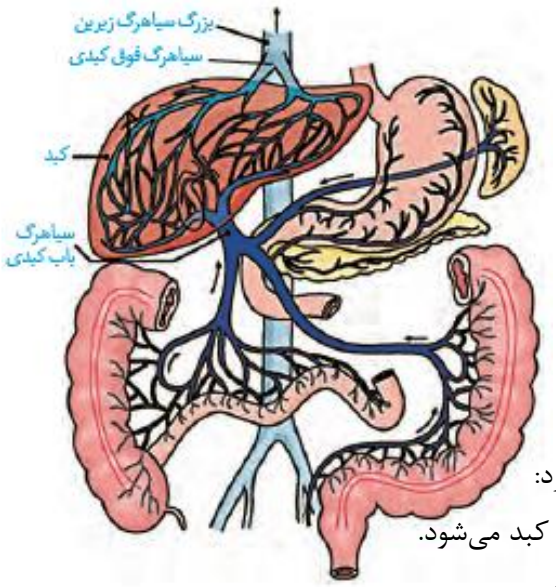
- ✓ جذب اصلی در روده باریک صورت می‌گیرد، در دهان و معده نیز جذب اندک است (جذب الکل در دستگاه گوارش به سرعت و از ناحیه دهان آغاز می‌شود)، در روده بزرگ آب و یون‌ها جذب می‌شوند. مواد مختلف برای جذب و عبور از یاخته پوششی روده باید ابتدا وارد یاخته شده و سپس از آن خارج شوند (یعنی عبور از دو غشا = چهار لایه فسفولیپیدی). دقت کنید فرآیند جذب در لوله گوارش ولی فرآیند بازجذب در نفرون‌های کلیه صورت می‌گیرد.
- ✓ چین‌های روده: بصورت حلقوی (نه طولی) هستند، از نفوذ لایه زیر مخاطی در لایه مخاطی به وجود می‌آیند، هم لایه زیرمخاط و هم لایه مخاطی جز چین محسوب می‌شوند، دارای برآمدگی‌هایی به نام پرز روده و همچنین فرو رفتگی‌هایی به نام غده روده است.
- ✓ پرز روده: برآمدگی روی چین حلقوی است، فقط جز لایه مخاطی (نه زیر مخاطی) محسوب می‌شود، از یاخته‌های پوششی استوانه‌ای تشکیل شده است (بنابراین ژن و DNA و هسته دارد)، یاخته‌ها چندین نوع هستند، درون پرز سرخرگ و سیاهرگ و مویرگ خونی و مویرگ لنفی بسته و ماهیچه صاف مخاطی و همین‌طور بافت پیوندی سست در اطراف رگ‌های وجود دارد، هسته یاخته‌های پوششی پرز در مجاورت محیط داخلی (و دور از فضای روده) قرار دارد، بیماری سلیاک حتی پرزهای روده را نیز از بین می‌برد، مویرگ‌های خونی پرز روده از نوع منفذدار بوده که منافذ زیاد و غشای پایه ضخیم دارند و برای محل‌هایی که تبادل زیاد است (روده و کلیه) مناسب هستند، همه یاخته‌های پرز وظیفه جذب بر عهده ندارند بلکه برخی به ترشح موسین و بی‌کربنات و آنزیم‌های گوارشی می‌پردازند.
- ✓ ریز پرز: چین‌خوردگی غشای (نه دیواره) یاخته پوششی روده است، چین خوردگی فقط به سمت فضای روده (نه محیط داخلی یا همه سطوح) است، از جنس غشاست (دارای فسفولیپید و کلسترول و پروتئین و کربوهیدرات است)، سطح تماس روده و مواد غذایی را افزایش داده و سطح جذب را افزایش می‌دهد، دقت کنید یاخته نیست (هسته و DNA و ژن ندارد)، خون و لنف و عصب ندارد، بیماری سلیاک ریزپرزها از بین می‌رود.
- ✓ غده روده: بصورت فرورفتگی‌های در لایه مخاطی است، روی چین حلقوی و در کنار پرز قرار دارد، از نفوذ بافت پوششی در بافت پیوندی زیرین خود به وجود می‌آید (مانند غده معده)، از جنس بافت پوششی استوانه‌ای است، چندین نوع یاخته دارد، یاخته ترشح کننده هورمون سکرتین (یاخته درون‌ریز) در غده قرار دارد، هسته یاخته درون ریز به فضای روده نزدیک‌تر است (بر خلاف یاخته ریز پرز دار که وظیفه جذب را بر عهده دارد)، یاخته درون‌ریز هورمون سکرتین را به خون (نه فضای روده) می‌ریزد بنابراین سکرتین جز شیره روده نیست ولی جز ترشحات روده است.
- ✓ بیماری سلیاک: ریز پرز و حتی پرزهای روده تخریب می‌شوند، چون جذب مواد مغذی کاهش می‌یابد، میزان مواد مغذی در خون کاهش و در مدفوع افزایش می‌یابد، کاهش وزن ایجاد می‌شود، کم خونی ایجاد می‌شود (به دلیل کاهش جذب آهن و ویتامین B_{12} و فولیک‌اسید)، پوکی استخوان ایجاد می‌شود (به دلیل کاهش جذب ویتامین D و به دنبال آن کاهش جذب کلسیم)، اختلال در انعقاد خون ایجاد می‌شود (به دلیل کاهش جذب ویتامین K و یون کسیم)، اختلالات بینایی بروز می‌کند (به دلیل کاهش جذب ویتامین A و ساخته نشدن ماه حساس به نور)، تولید هورمون‌های تیروئیدی T_3 و T_4 کاهش می‌یابد (به دلیل کاهش جذب عنصر یُد)، عامل این بیماری پروتئین گلوتن است.
- ✓ گلوتن: پروتئین است، واحد سازنده آن آمینواسید و دارای پیوند پپتید است، در واکوئول یاخته‌های دانه گندم و جو ذخیره می‌شود، ژن گلوتن توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی شده و پس از ترجمه توسط ریبوزوم‌های سیتوپلاسم از شبکه آندوپلاسمی و

گلژی عبور کرده و به وسیله ریزکیسه‌هایی به واکوئول یاخته‌ها اضافه می‌شود، خارجی‌ترین لایه آندوسپرم دانه غلات (گندم و جو) لایه گلوتن‌دار است که هورمون جیبرلین روی آن اثر گذاشته و باعث ساخته شدن آنزیم آمیلاز از لایه گلوتن‌دار می‌شود.

- ✓ دقت کنید که مولکول‌های بزرگ بصورت مستقیم جذب نمی‌شوند، در واقع پلی‌ساکاریدها (گلیکوژن و سلولز و نشاسته)، دی‌ساکاریدها (مالتوز، لاکتوز و ساکاروز)، پروتئین، تری‌گلیسرید و فسفولیپید هرگز مستقیماً جذب نمی‌شوند و در یاخته پوششی روده وجود ندارند بلکه ابتدا به واحدهای سازنده خود یعنی مونوساکارید (مثلاً گلوکز، فروکتوز و گالاکتوز)، آمینواسید (مثلاً گلوتامات و متیونین) و گلیسرول و اسید چرب گوارش شده و سپس جذب می‌شوند.
- ✓ برای جذب همه مواد نیاز به گوارش آن‌ها نیست. مثلا برخی داروها یا آب بدون گوارش جذب می‌شوند.
- ✓ طی جذب، مولکول‌های حاصل از گوارش لیپیدها به مویرگ لنفی و سایر مواد (آمینواسیدها و مونوساکاریدها و ...) به مویرگ خونی وارد می‌شوند.
- ✓ مسیر جذب و انتقال لیپیدها: مواد حاصل از گوارش لیپیدها و ویتامین‌های محلول در چربی جذب مویرگ لنفی پرز شده و سپس به مجاری لنفی (چپ و راست) می‌رسند و در ادامه به سیاهرگ‌های زیر ترقوه‌ای می‌ریزند (محل برگشت لنف به گردش خون). لیپیدها از سیاهرگ‌های زیر ترقوه‌ای به بزرگ سیاهرگ زبرین و در نهایت به دهلیز راست قلب می‌ریزند (بسیار مهم: لیپیدها برای رسیدن به قلب از کبد نمی‌گذرند). در ادامه وارد گردش ششی شده و به سمت چپ قلب وارد می‌شوند و از آنجا وارد سرخرگ آئورت شده و طی گردش عمومی خون یا ۱- در بافت چربی ذخیره می‌شوند یا ۲-به کبد رفته و در کبد برای ساخت لیپوپروتئین (HDL و LDL) مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نهایت کبد لیپوپروتئین‌ها را به جریان خون آزاد کرده تا به سمت سایر بافت‌ها بروند.
- ✓ لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL) سبب تنگ شدن رگ‌های کرونر قلب و بروز سکته‌های قلبی می‌شود و همچنین رسوب آن در دیواره رگ سبب تصلب شرایین (سخت شدن دیواره سرخرگ‌ها) می‌شود.
- ✓ مسیر جذب و انتقال سایر مواد (غیر لیپیدی): سایر مواد گوارش یافته (آمینواسیدها، مونوساکاریدها، آب، ویتامین‌های محلول در آب، یون‌ها و عناصر معدنی) جذب مویرگ‌های خونی پرز شده و از آنجا به سیاهرگ‌های کوچک (خون تیره) می‌ریزند. در ادامه این مواد وارد سیاهرگ باب کبدی (خون تیره) شده که ترکیبات مختلف را وارد مویرگ‌های ناپیوسته کبد می‌کند (بسیار مهم: مواد غیرلیپیدی برای رسیدن به قلب از کبد می‌گذرند)..بسیاری از ترکیبات در کبد ذخیره می‌شوند و خون از طریق سیاهرگ فوق کبدی (خون تیره) به بزرگ سیاهرگ زیرین (خون تیره) و در نهایت دهلیز راست قلب می‌ریزد.
- ✓ روده بزرگ و راست روده: پرز ندارد ولی چین خوردگی دارد، یاخته‌های پوششی آن موسین ترشح می‌کنند (با اگزوسیتوز) ولی آنزیم خیر، در آن جذب صورت می‌گیرد (آب و یون‌ها)، دقت کنید راست روده جز روده بزرگ نیست، بنداره داخلی راست روده از نوع ماهیچه صاف با انقباض غیرارادی است که توسط دستگاه عصبی خودمختار کنترل می‌شود و بنداره خارجی راست روده از نوع ماهیچه اسکلتی با انقباض عمدتاً ارادی است که توسط دستگاه عصبی پیکری کنترل می‌شود.

Abaf عباباف

گردش خون دستگاه گوارش



می‌دانیم مواد مغذی زیادی جذب خون لوله گوارش می‌شوند. بنابراین خونی که از لوله گوارش خارج می‌شود ابتدا باید مواد مغذی را **به کبد** برده و آنجا ذخیره کند و سپس به مسیرش به سمت قلب ادامه دهد. در واقع، خون لوله گوارش (بر خلاف خون اکثر بخش‌های بدن) **مستقیماً به قلب نمی‌رود و ابتدا به کبد می‌رود.**

مسیر برگشت خون از لوله گوارش به قلب را می‌توان به این صورت بیان کرد:

۱- خون بخش‌های مختلف لوله گوارش از طریق **سیاهرگ باب کبدی** وارد کبد می‌شود.
۲- در کبد مواد مفید از مویرگ‌های کبدی خارج و در کبد ذخیره می‌شوند.
۳- خون از کبد به **سیاهرگ فوق کبدی** و سپس به بزرگ سیاهرگ زیرین و در نهایت به قلب می‌رسد.

موادی که از خون در کبد ذخیره می‌شوند:
۱- مونوساکاریدها که در کبد بصورت گلیکوژن ذخیره می‌شوند.
۲- آمینواسیدها که در کبد به صورت پروتئین ذخیره می‌شوند.
۳- آهن
۴- برخی ویتامین‌ها

- ✓ خون بعضی بخش‌های بدن از جمله لوله گوارش ابتدا به کبد رفته و سپس به قلب می‌رود (مثلاً طحال یا لوزالمعده جز لوله گوارش نیستند ولی خون تیره آن‌ها نیز ابتدا به کبد می‌رود)، خون تیره ناحیه معده، لوزالمعده، روده‌های باریک و بزرگ و راست روده و آپاندیس و همچنین طحال ابتدا از طریق سیاهرگ باب کبدی به کبد رفته و سپس به قلب می‌روند. دقت کنید که خون همه بخش‌های لوله گوارش وارد سیاهرگ باب نمی‌شود (مثلاً دهان و حلق و ابتدای مری اینگونه‌اند)
- ✓ خون خروجی از روده باریک و کولون بالارو از طریق یک سیاهرگ مشترک به سیاهرگ باب می‌ریزند، خون خروجی از راست روده و کولون پایین‌رو از طریق یک سیاهرگ مشترک به سیاهرگ باب می‌ریزند
- ✓ سیاهرگ باب کبدی زیر کبد است و به کبد وارد می‌شود ولی سیاهرگ فوق کبدی بالای کبد است و از کبد خارج می‌شود (خون هر دو سیاهرگ تیره است). مقدار آمینواسید و مونوساکارید و یون‌ها و ویتامین‌ها در سیاهرگ فوق کبدی کمتر از سیاهرگ باب کبدی است زیرا بسیار از این ترکیبات در کبد ذخیره شده‌اند.
- ✓ برخی مویرگ‌های کبدی بین دو سیاهرگ (باب کبدی و فوق کبدی) قرار گرفته است. سیاهرگ‌های خروجی از بیشتر بخش‌های لوله گوارش بین دو شبکه مویرگی (مویرگ‌های دستگاه گوارش و مویرگ‌های کبدی) قرار گرفته است. مویرگ‌های کبدی از نوع ناپیوسته هستند و دارای حفره‌های بزرگ و غشای پایه ناقص هستند.
- ✓ سیاهرگ باب کبدی خون تیره را به کبد می‌آورد و سرخرگ کبدی (که انشعابی از آئورت است) خون روشن را به کبد می‌آورد. بنابراین کبد هم خون روشن و هم خون تیره دریافت می‌کند. مویرگ‌های ناپیوسته کبد هم بین سیاهرگ-سیاهرگ و هم بین سرخرگ-سیاهرگ تشکیل می‌شوند.

Ababa عباباف

- ✓ به یاد بیاورید که مویرگ‌های گلومرول بین دو سرخرگ آوران و وابران (هر دو با خون روشن) قرار دارند و همچنین مویرگ‌های آبششی ماهی بین سرخرگ شکمی (خون تیره) و سرخرگ پشتی (خون روشن) قرار دارند.
- ✓ آمینواسیدهایی که با سیاهرگ باب وارد کبد می‌شوند با واکنش سنتز آبدهی بین آن‌ها پیوند پپتیدی برقرار شده و پروتئین ساخته و ذخیره می‌شود. از این پروتئین برای ساختن لیپوپروتئین و ... استفاده می‌شود. مونساکاریدهایی که با سیاهرگ باب وارد کبد می‌شوند با واکنش سنتز آبدهی بین آن‌ها پیوند برقرار شده و گلیکوژن ساخته و ذخیره می‌شود. هورمون گلوکاگون مترشحه از لوزالمعده در مواقع لزوم روی گلیکوژن ذخیره‌ای کبد اثر گذاشته و با واکنش آبکافت سبب تولید گلوکز و افزایش قند خون می‌شود. دقت کنید که فقط برخی ویتامین‌ها در کبد ذخیره می‌شوند.

تنظیم فرآیندهای گوارشی

فعالیت دستگاه گوارش متغییر است و گاهی شدید و گاهی آهسته می‌شود. ترشح شیره‌های گوارشی، حرکات و انقباضات لوله گوارشی همگی باید به موقع و به اندازه کافی باشد. قطعاً این فعالیت‌ها توسط یکسری عوامل کنترل می‌شود که موضوع این بحث است.

می‌توان گفت دستگاه گوارش دو مرحله فعالیت دارد
- ۱- مرحله خاموشی نسبی (که در فاصله بین خوردن وعده‌های غذایی است)
- ۲- مرحله فعالیت شدید (که بعد از ورود غذا است).

دو بخش که فعالیت دستگاه گوارش را کنترل می‌کنند عبارت‌اند از: ۱) دستگاه عصبی و ۲) دستگاه هورمونی

۱) دستگاه عصبی

قبلاً خوانده‌اید که دستگاه عصبی وظیفه هماهنگی بین بخش‌های مختلف بدن و کنترل فعالیت آن‌ها را بر عهده دارد. بخشی از دستگاه عصبی که کار دستگاه گوارش را کنترل می‌کند **دستگاه عصبی خودمختار** نام دارد.

ویژگی‌های دستگاه عصبی خودمختار
- بصورت ناخودآگاه (غیرارادی) کار می‌کند.
- دستورات و پیام‌های مغز را به اندام‌های مختلف بدن می‌رساند.
- فعالیت‌های الف) ترشح بزاق و ب) هماهنگی بین بلع و تنفس را کنترل می‌کند.

الف) ترشح بزاق

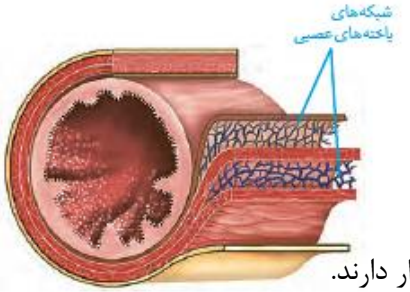
چه اتفاقی می‌افتد که با فکر کردن، دیدن یا بو کردن غذا بزاق ترشح می‌شود؟ آیا ردپای دستگاه عصبی خودمختار در این فرآیند وجود دارد؟ برای ترشح بزاق لازم است مراحل زیر به ترتیب طی شوند:

- ✓ با فکر کردن، دیدن یا بو کردن غذا، یک پیام عصبی به مغز ارسال می‌شود.
- ✓ مغز اطلاعات را بررسی کرده و دستورات را توسط دستگاه عصبی خودمختار به غده‌های بزاقی می‌دهد.
- ✓ غده‌های بزاقی بصورت غیرارادی بزاق ترشح می‌کنند.

ب) هماهنگی بین بلع و تنفس

گفتیم حلق شبیه یک چهارراه است که به مری (لوله گوارش) و نای (لوله تنفس) راه دارد. قطعاً ذرات غذایی نباید وارد نای شوند زیرا جلوی عبور هوا را گرفته و تنفس به خطر می‌افتد. چگونه توده غذایی که در حلق است حتماً وارد مری می‌شود (به نای نمی‌رود)؟ برای هماهنگی بین بلع و تنفس لازم است مراحل زیر به ترتیب طی شوند:

- ✓ با انجام بلع و رسیدن غذا به حلق، پیامی از حلق به مرکز کنترل بلع در بصل‌النخاع (بخشی از مغز) فرستاده می‌شود.
- ✓ مرکز کنترل بلع فعالیت مرکز کنترل تنفس (که آن هم در بصل‌النخاع است) را مهار می‌کند.
- ✓ در نهایت نای بسته شده و برای مدت کوتاهی تنفس قطع می‌شود تا توده غذایی وارد مری شود.



بخش دیگری از دستگاه عصبی که فعالیت دستگاه گوارش را کنترل می‌کند **شبکه عصبی روده‌ای** نام دارد.

شبکه عصبی روده‌ای:
- شامل شبکه‌هایی از یاخته‌های عصبی است که در دیواره لوله گوارش قرار دارند.
- جایگاه: در لایه ماهیچه‌ای و زیرمخاط دیواره لوله گوارش (از مری تا مخرج) وجود دارد.
- نقش: تنظیم تحرک و ترشح در لوله گوارش
- می‌تواند تحت تأثیر دستگاه عصبی خودمختار یا حتی مستقل از آن فعالیت کند.

- ✓ پل مغزی: در ساقه مغز و بین بصل‌النخاع و مغز میانی قرار دارد، مرکز کنترل ترشح بزاق از غدد بزاقی(بافت پوششی، غده برون‌ریز و دارای چندین نوع یاخته)، ترشح اشک (از غدد برون‌ریز اشکی)، پایان دَم (با مهار بصل‌النخاع) است. ترشح اشک و بزاق بصورت انعکاسی است، از پل مغزی پیام حرکتی توسط اعصاب خودمختار (سمپاتیک و پاراسمپاتیک) به غدد بزاقی و اشکی فرستاده می شود، بنابراین می‌توان گفت بافت پوششی (غدد بزاقی و اشکی) می‌تواند به عنوان یاخته پس‌سیناپسی باشد، دقت کنید پیام‌های حسی از اندام‌ها توسط بخش حسی دستگاه عصبی محیطی (نه دستگاه خودمختار) به پل‌مغزی می‌رسند، دستگاه خودمختار پیام‌ها را از پل مغزی به اندام‌ها می‌برد (نه برعکس).
- ✓ بصل النخاع: پایین‌ترین بخش ساقه مغز است و بالای نخاع قرار دارد، در تنظیم بلع و تنفس نقش دارد، فشار خون و ضربان قلب (تاثیر بر میوکارد قلب، بافت گرهی، برون ده قلب و فاصله موج های منحنی الکتروکاردیوگرام) را کنترل می کند. مرکز اصلی تنفس است و سبب آغاز دَم می شود (پیام انقباض را توسط دستگاه عصبی پیکری به ماهیچه‌های اسکلتی دیافراگم و بین دنده‌ای خارجی می‌دهد). در پایان دم نقش دارد. عطسه و سرفه را به صورت انعکاسی کنترل میکند. بلع را به صورت انعکاسی کنترل می‌کند (با رسیدن غذا به حلق، سبب توقف کوتاه تنفس و بسته شدن نای و انجام عمل بلع انجام شود).
- ✓ دستگاه عصبی خودمختار: فعالیت آن ناخود آگاه است (غیر ارادی است)، بخشی از دستگاه عصبی حرکتی است (یعنی فقط پیام‌ها را از مغز و نخاع به اندام‌ها می‌برد نه برعکس)، ماهیچه‌های صاف و قلبی (نه اسکلتی) و غدد درون‌ریز و برون‌ریز را کنترل می‌کند، شامل دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک است که معمولا خلاف هم عمل می‌کنند.

Abaf عباباف

- ✓ پاراسمپاتیک (پاد هم حس): سبب برقراری حالت آرامش در بدن میشود و فشار خون و ضربان قلب (تاثیر بر میوکارد، شبکه هادی قلب، برون ده قلب و منحنی الکتروکاردیوگرام) و تنفس را کاهش میدهد. در نور زیاد سبب انقباض ماهیچه‌های صاف تنگ‌کننده مردمک میشود، پل مغزی از طریق اعصاب پاراسمپاتیک سبب تحریک ترشح بزاق از غدد بزاقی می شود.
- ✓ سمپاتیک (هم حس): بدن را در حالت آماده باش قرار می دهد. سبب افزایش فشار خون و ضربان قلب (تاثیر بر میوکارد، شبکه هادی قلب، برون ده قلب و منحنی الکتروکاردیوگرام) و تعداد تنفس میشود. با به استراحت در آوردن ماهیچه‌های صاف دیواره سرخرگ ها و کاهش مقاومت آنها در برابر خون، سبب افزایش جریان خون به سمت ماهیچه های اسکلتی و قلب می شود، در نور کم سبب انقباض ماهیچه‌های صاف گشاد کننده مردمک می‌شود،
- ✓ دقت کنید هنگام رسیدن غذا به حلق پیامی که از حلق به بصل‌النخاع می‌رود توسط بخش حسی دستگاه عصبی محیطی منتقل می‌شود (نه دستگاه خودمختار) ولی پیام عصبی از بصل‌النخاع به حلق و اپی‌گلوت توسط دستگاه خودمختار منتقل می‌شود.
- ✓ شبکه یاخته‌های عصبی: در دیواره لوله گوارش از مری تا مخرج دیده می‌شوند (بنابراین در دیواره دهان و حلق وجود ندارد)، بخشی از آن در لایه زیرمخاطی است و بخشی از آن در لایه ماهیچه‌ای (بین ماهیچه طولی و حلقوی)، یا مستقل یا وابسته به دستگاه خودمختار عمل می‌کند، در حرکات کرمی و قطعه قطعه کننده و حرکت پرزهای روده و ترشح مواد از غدد لایه زیرمخاطی نقش دارد،
- ✓ انعکاس‌های بدن بصورت غیر ارادی هستند. قشر مخ (مرکز عملکرد هوشمندانه) در آن‌ها نقشی ندارد، هم دستگاه پیکری و هم خودمختار در انعکاس شرکت دارند.

۱) دستگاه هورمونی

علاوه بر دستگاه عصبی، برخی از هورمون‌ها نیز در تنظیم فعالیت‌های دستگاه گوارش نقش دارند. گاسترین و سکرتین دو نمونه از این هورمون‌ها هستند که ویژگی‌های آن‌ها در جدول زیر آمده است.

نام هورمون	اندام ترشح کننده	اندام هدف	عملکرد
سکرتین	دوازدهه (روده باریک)	لوزالمعده	افزایش ترشح یون بیکربنات توسط لوزالمعده
گاسترین	برخی یاخته‌های غده معده که نزدیک پیلور هستند	معده	افزایش ترشح HCl و پپسینوژن

هورمون یک ترکیب شیمیایی است که حاوی پیام می‌باشد. هورمون حتماً به **خون** ترشح شده و توسط خون به اندام هدف می‌رسد. منظور از اندام هدف، اندامی است که پیام هورمون را دریافت می‌کند.

- ✓ سکرتین: هورمون پروتئینی است، پیک دور بُرد است، واحد سازنده آن آمینواسید و دارای پیوند پپتیدی است، حاصل فرآیند ترجمه است، ژن سکرتین توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی شده و پس از عبور از شبکه آندوپلاسمی و گلژی با اگزوسیتوز از یاخته خارج و به خون می‌ریزد، اندام سازنده آن روده باریک (دوازدهه) و اندام هدف آن لوزالمعده است، نقشش افزایش تولید بی‌کربنات است (پس فقط روی بخش برون‌ریز لوزالمعده اثر می‌گذارد نه جزایر لانگرهانس)، سبب قلیایی شدن محیط روده می‌شود، دقت کنید سکرتین به خون می‌ریزد بنابراین جز شیره روده نیست (البته جز ترشحات روده است).
- ✓ گاسترین: هورمون پروتئینی است، واحد سازنده آن آمینواسید و دارای پیوند پپتیدی است، حاصل فرآیند ترجمه است، ژن گاسترین توسط رنابسپاراز ۲ رونویسی شده و پس از عبور از شبکه آندوپلاسمی و گلژی با اگزوسیتوز از یاخته خارج می‌شود، اندام سازنده و اندام هدف آن معده است، از یاخته ترشح کننده هورمون ترشح شده و پس از عبور از خون بر یاخته اصلی و کناری اثر می‌گذارد، یاخته اصلی و کناری دارای گیرنده هورمون گاسترین هستند، نقشش افزایش تولید اسید از یاخته کناری و تولید پپسینوژن از یاخته اصلی است بنابراین هنگام مصرف غذاهای غنی از پروتئین ترشح آن افزایش می‌یابد، گاسترین به خون می‌ریزد بنابراین در کیموس و شیره معده وجود ندارد (ولی جز ترشحات معده است).
- ✓ دقت کنید هورمون‌ها بعد از خروج از یاخته درون‌ریز بلافاصله وارد مایع بین‌یاخته‌ای شده و سبب وارد مویرگ خون می‌شوند و بعد از خروج از مویرگ خونی نیز ابتدا وارد فضای بین یاخته‌ای شده و سپس به یاخته هدف خود می‌رسند، البته هورمون‌های اوکسی‌توسین و ضد ادراری از طریق سیتوپلاسم آکسون‌های بلند هیپوتالاموس به غده هیپوفیز پسین می‌روند.

وزن مناسب

انسان باید همواره وزن خود را در حالت استاندارد نگه دارد. در واقع افزایش یا کاهش بیش از حد وزن، سلامت انسان را به خطر می‌اندازد.

دلایل اضافه وزن و چاقی: ۱- مصرف غذای پر انرژی (پر چرب و شیرین)، ۲- عوامل روانی مانند غذا خوردن برای رهایی از تنش ۳- شیوه زندگی کم تحرک یا بدون تحرک، ۴- ژن‌ها (در برخی افراد)

- ✓ عوارض چاقی و اضافه وزن: ابتلا به دیابت نوع ۲، انواع سرطان‌ها، تنگ شدن سرخرگ‌ها، سکته‌های قلبی و مغزی
- ✓ عوارض لاغری و کمبود وزن: کاهش استحکام استخوان‌ها، کم خونی

از روی ویژگی‌های ظاهری یک فرد بطور دقیق نمی‌توان گفت که وزن مناسبی دارد یا خیر. برای تعیین وزن مناسب باید از **شاخص توده بدنی** استفاده کرد که روش محاسبه آن را مشاهده می‌کنید.

$$\text{شاخص توده بدنی} = \frac{\text{جرم (Kg)}}{\text{مربع قد } (m^2)}$$

مقادیر مختلف شاخص توده بدنی نشان‌دهنده وضعیت فرد است:
- شاخص توده بدنی کمتر از ۱۹= کمبود وزن
- شاخص توده بدنی ۱۹ تا ۲۵= وزن مناسب
- شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۳۰= اضافه وزن
- شاخص توده بدنی ۳۰ به بالا= چاقی

Abaf عباباف

دو روش تعیین وزن مناسب
- افراد بالای ۲۰ سال: فقط با به دست آوردن شاخص توده بدنی فرد
- افراد زیر ۲۰ سال: بعد از تهیه شاخص توده بدنی فرد، آن را با افراد هم‌سن و هم‌جنس مقایسه می‌کنند

عواملی که بر وزن یک فرد مؤثر هستند: ۱- تراکم استخوان‌ها، ۲- مقدار بافت ماهیچه‌ای، ۳- مقدار بافت چربی

گفتار سوم: تنوع گوارش در جانداران

در گفتارهای قبل با ساختار و عملکرد دستگاه گوارش انسان آشنا شدیم. در این گفتار به نحوه گوارش در سایر جانداران اشاره‌ای خواهیم داشت.

۱- جاندارانی که فاقد گوارش هستند

جاندارانی که گوارش ندارند
- ۱- بیشتر تک‌یاخته‌ها
- ۲- برخی پریاخته‌ها مانند کرم کدو (دهان و دستگاه گوارش ندارد و مواد را مستقیماً از سطح بدن جذب می‌کند).

محیط‌هایی که این جانداران مواد مورد نیاز خود را دریافت می‌کنند شامل آب دریا، دستگاه گوارش یا مایعات بدن جانوران میزبان است.

۲- واکوئول گوارشی

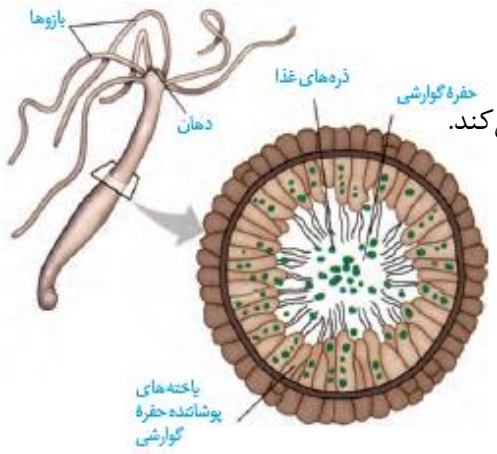
این نوع گوارش در پارامسی دیده می‌شود که تک‌یاخته‌ای بوده و جز آغازیان است. چون گوارش ذرات غذایی بطور کامل درون یاخته صورت می‌گیرد، می‌گوییم گوارش پارامسی از نوع درون‌یاخته‌ای است.

مراحل گوارش به کمک واکوئول گوارشی

۱- پارامسی با حرکت مژک‌ها، غذا را از محیط به حفره دهانی آورده و در انتهای آن **واکوئول غذایی** تشکیل می‌شود.
۲- کافَندهتَن (لیزوزوم) در سیتوپلاسم، آنزیم‌های گوارشی خود را به درون واکوئول غذایی می‌ریزد.
۳- ترکیب شدن آنزیم‌های گوارشی با واکوئول غذایی سبب تبدیل آن با **واکوئول گوارشی** می‌شود.
۴- گوارش در واکوئول گوارشی انجام شده و مواد گوارش‌یافته از واکوئول خارج و وارد سیتوپلاسم می‌شوند.
۵- مواد گوارش‌نیافته در واکوئول باقی‌مانده و آن را به **واکوئول دفعی** تبدیل می‌کنند.
۶- محتویات واکوئول دفعی از طریق منفذ دفعی خارج می‌شوند

واکوئول کیسه‌ای غشایی است که موادی در آن قرار می‌گیرند

۳- حفره گوارشی



هیدر جز جانوران بی‌مهره است که از حفره گوارشی برای گوارش غذا استفاده می‌کند.

ویژگی‌های حفره گوارشی:
- فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارد.
- برخی یاخته‌های دیواره حفره آنزیم‌های گوارشی تولید کرده و به فضای حفره می‌ریزند.

مراحل گوارش به کمک حفره گوارشی

۱- با ورود مواد غذایی به فضای حفره گوارشی، یاخته‌های دیواره حفره آنزیم‌های خود را روی غذا می‌ریزند.
۲- گوارش بصورت برون‌یاخته‌ای انجام می‌شود (چون در فضای حفره است) و غذا نسبتاً گوارش می‌شوند.
۳- ذرات غذایی با درون‌بری وارد یاخته‌های دیواره حفره شده و در آنجا گوارش بصورت درون‌یاخته‌ای ادامه می‌یابد.

می‌توان گفت هیدر هم گوارش برون یاخته‌ای دارد و هم گوارش درون‌یاخته‌ای

- ✓ کرم کدو: بی‌مهره است، کرم پهن است، انگل است، گوارش و دستگاه گوارش ندارد، دقت کنید که جذب مواد دارد، کرم کبد که نوعی کرم پهن است یک جانور هرمافرودیت (نرماده) است که یک فرد هر دو نوع اندام تولیدمثلی نر و ماده را دارد و اسپرم‌های هر فرد تخمک‌های خودش را بارور می‌کند و گامت‌ها از بدن فرد خارج نمی‌شود.
- ✓ گوارش در پارامسی: پارامسی مژک (نه تاژک) دارد، چهار نوع واکوئول دارد (غذایی، گوارشی، دفعی و انقباضی)، واکوئول غذایی در انتهای حفره دهان با فرآیند اندوسیتوز تشکیل می‌شود، واکوئول‌های گوارشی و دفعی در سیتوپلاسم تشکیل می‌شوند، واکوئول دفعی با اگزوسیتوز مواد زائد را دفع می‌کند، قبل از پیوستن لیزوزوم‌ها به واکوئول غذایی، گوارش در واکوئول غذایی آغاز شده است (در شکل اندازه ذرات غذایی کوچک‌تر شده است)، چندین لیزوزوم به یک واکوئول غذایی اضافه می‌شوند، غشای لیزوزوم‌ها به غشای واکوئول غذایی اضافه می‌شود، بنابراین می‌توان گفت سطح غشای واکوئول گوارشی و دفعی بزرگ‌تر از واکوئول غذایی است، واکوئول گوارشی از ترکیب واکوئول غذای و آنزیم‌های لیزوزومی (نه لیزوزیم) ایجاد می‌شود، در محل منفذ دفعی پارامسی مژک وجود ندارد، دقت کنید که واکوئول دفعی مواد گوارش نیافته و واکوئول انقباضی آب اضافی و مقداری مواد دفعی دیگر را خارج می‌کند بنابراین هر واکوئولی که در دفع مواد شرکت دارد الزاماً واکوئول دفعی نیست (ممکن است واکوئول انقباضی باشد)، دقت کنید که لیزوزوم (کافنده‌تن) یک اندامک حاوی آنزیم است است ولی لیزوزیم یک آنزیم است.
- ✓ گوارش پارامسی درون‌یاخته‌ای، فاقد دستگاه تنفس، فاقد دستگاه گردش مواد، فاقد بافت و دستگاه و مایع بین‌یاخته‌ای است. پارامسی تک‌یاخته‌ای است، یوکاریوت است (بنابراین هسته مشخص دارد که درون آن DNA خطی قرار دارد)، تنفس یاخته‌ای انجام می‌دهد میتوکندری دارد (اکسایش پیرووات، چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون دارد).
- ✓ گوارش در هیدر: گوارش ابتدا برون‌یاخته‌ای و سپس درون‌یاخته‌ای است، دیواره حفره گوارشی هیدر دو لایه یاخته‌ای دارد که توسط لایه‌ای که ساختار یاخته‌ای ندارد از هم جدا شده‌اند، اندازه یاخته‌ها متفاوت است، برخی یاخته‌های دیواره حفره دارای

دو تاژک هستند و برخی فاقد تاژک‌اند، آنزیم‌های گوارشی (پروتئین هستند) با اگزوسیتوز وارد حفره گوارشی می‌شوند، مواد نسبتاً گوارش‌یافته با فاگوسیتوز (اندوسیتوز) وارد یاخته‌های دیواره حفره شده و مواد دفعی یاخته‌ها با اگزوسیتوز به حفره گوارشی تخلیه می‌شود، فقط برخی یاخته ذرات غذایی را فاگوسیتوز می‌کنند، هیدر حفره (نه لوله) گوارشی دارد، حفره فقط یک انتهای باز دارد، دهان و مخرج یکی است، محل ورود غذا و دفع مواد یکی است، جهت حرکت مواد دو طرفه است (برخلاف لوله گوارشی). حفره گوارشی دو نقش دارد: ۱- گوارش مواد غذایی، ۲- گردش مواد در بدن

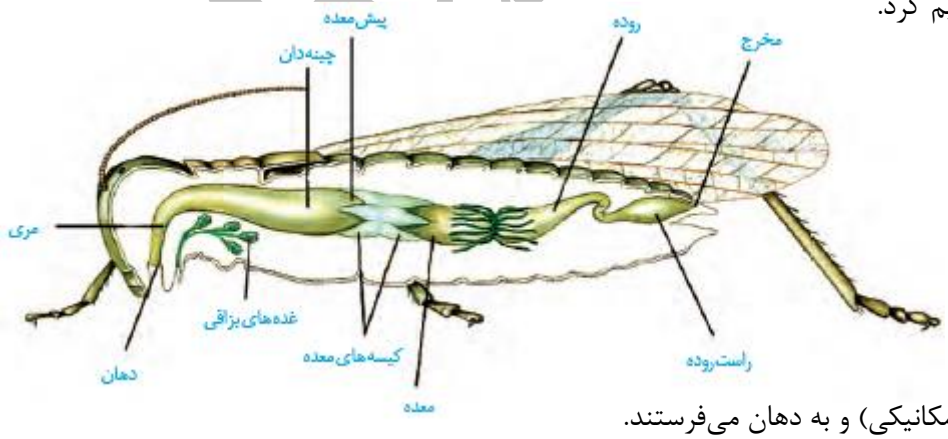
- ✓ هیدر دستگاه تنفس ندارد، حفره گوارشی علاوه بر گوارش کار گردش مواد را نیز انجام می‌دهد، هیدر ساده‌ترین دستگاه عصبی را دارد که شبکه‌ای از نورون‌هاست، هیدر ماهیچه دارد، سر و مغز و نخاع ندارد، خون و لنف و رگ ندارد، هیدر یادگیری از نوع عادی شدن (خوگیری) دارد و بعد از مدتی به محرک‌های ثابت و بی‌خطر پاسخ نمی‌دهد.
- ✓ گوارش درون‌یاخته‌ای هم در تک‌یاخته‌ها (پارامسی) و هم پریاخته‌ها (هیدر) دیده می‌شود.
- ✓ انسان نیز گوارش درون‌یاخته‌ای دارد (البته نه گوارش درون‌یاخته‌ای غذا). تخریب گویچه‌های پیر و آسیب دیده و میکروب‌ها درون فاگوسیت‌ها (یاخته‌های ایمنی) و همچنین هیدرولیز گلیکوژن درون یاخته‌های کبدی و ماهیچه‌ای نمونه‌ای از گوارش درون‌یاخته‌ای در انسان است.

۴- لوله گوارش

لوله گوارش در اثر تشکیل مخرج، شکل گرفته است. پس می‌توان گفت لوله گوارش دو تفاوت اساسی با حفره گوارشی دارد:

۱- لوله گوارش دارای یک سوراخ برای ورود و یک سوراخ برای خروج غذا است (برخلاف حفره گوارشی).
۲- در لوله گوارش غذا بصورت یک‌طرفه جریان می‌یابد (برخلاف حفره گوارشی).

جانورانی مانند ملخ (یک حشره گیاه‌خوار است)، پرندگان دانه‌خوار و پستانداران دارای لوله گوارش هستند. در ادامه مراحل گوارش غذا در لوله گوارش ملخ را بررسی خواهیم کرد.



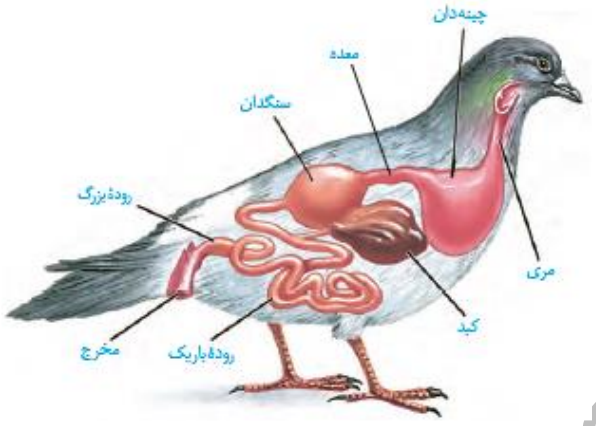
مراحل گوارش در ملخ

۱- آرواره‌های ملخ غذا را خرد (گوارش مکانیکی) و به دهان می‌فرستند.
۲- غذای خرد و نرم شده از مری عبور کرده و به **چینه‌دان** می‌رسد.
۳- سپس غذا به پیش معده می‌رسد و دندانه‌های دیواره پیش معده، غذا را بیشتر خرد می‌کنند. یکسری آنزیم از معده و کیسه‌های معده وارد پیش معده می‌شوند و به گوارش غذا کمک می‌کنند.
۵- سپس غذا به معده می‌رسد. در معده عمل جذب صورت می‌گیرد.
۶- مواد گوارش نیافته پس از عبور روده، به راست روده وارد شده و سپس از مخرج دفع می‌شوند.

ویژگی‌های چینه‌دان
- جایگاه آن: بخش حجیم انتهای مری است.
- نقش آن: ذخیره و نرم کردن غذا

عوامل گوارش در پیش معده
- ۱- دندانه‌های دیواره پیش معده (گوارش مکانیکی انجام می‌دهند.)
- ۲-آنزیم‌هایی که از معده و کیسه‌های معده به پیش معده می‌ریزد (گوارش شیمیایی انجام می‌دهند)

لوله گوارش پرندگان دانه‌خوار همانند ملخ دارای چینه‌دان است، اما بخش دیگری هم به نام **سنگدان** دارد که در ملخ دیده نمی‌شود.



ویژگی‌های سنگدان
- جایگاه: بخش عقبی معده بوده و ساختار ماهیچه‌ای دارد.
- نقش: حاوی سنگریزه‌هایی است که پرنده بلعیده و فرآیند آسیاب کردن غذا را تسهیل می‌کنند.

گوارش در پستانداران

پستانداران نشخوارکننده گروهی از جانوران هستند که شیوه تغذیه آن‌ها تفاوت‌های اساسی با سایر پستانداران دارد (برای حفظ امنیت در برابر شکارچی به این شیوه تغذیه می‌کنند). در واقع غذا خوردن آن‌ها دو مرحله دارد:

دو مرحله غذا خوردن نشخوارکنندگان
- ۱- ابتدا غذاهای گیاهی را بصورت **نیمه جویده** بلعیده و وارد معده می‌کنند.
- ۲- غذای نیمه جویده را به دهان برگردانده و **کامل می‌جوند** (نشخوار) و دوباره می‌بلعند.

منبع تغذیه نشخوارکنندگان چیست؟ نشخوارکنندگان از گیاهان تغذیه می‌کنند و بخش اعظم گیاه را سلولز تشکیل می‌دهد. این جانوران با استفاده از سلولز، انرژی خود را تأمین می‌کنند. **به یاد دارید که بسیاری از جانوران آنزیم تجزیه کننده سلولز را ندارد.**

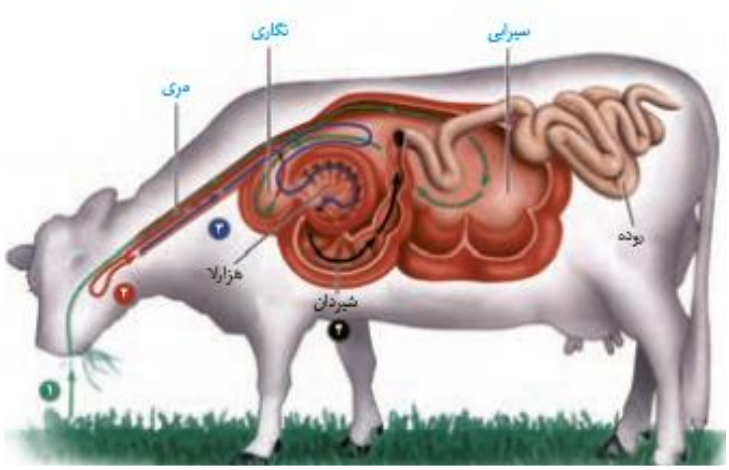
برای حل این مشکل، نشخورکنندگان از میکروب‌ها کمک می‌گیرند.

معده نشخوارکنندگان با این شیوه تغذیه‌ای سازگاری پیدا کرده و آن‌ها دارای **معده چهار قسمتی** هستند:

چهار قسمت معده نشخوارکنندگان
- ۱- سیرابی (کیسه بزرگ است)، ۲- نگاری
- ۳- هزارلا (اتاقک لایه لایه است)، ۴- شیردان (معده واقعی جانور است)

غذا در دستگاه گوارش نشخوارکنندگان مسیر زیر را به ترتیب طی می‌کند:
۱- دهان (نیمه جویده)، ۲- مری، ۳- سیرابی، ۴- نگاری، ۵- برگشت به مری، ۶- برگشت به دهان (جویدن کامل)، ۷- مری، ۸- سیرابی، ۹- نگاری، ۱۰- هزارلا، ۱۱- شیردان، ۱۲- روده‌ها، ۱۳- راست روده و مخرج

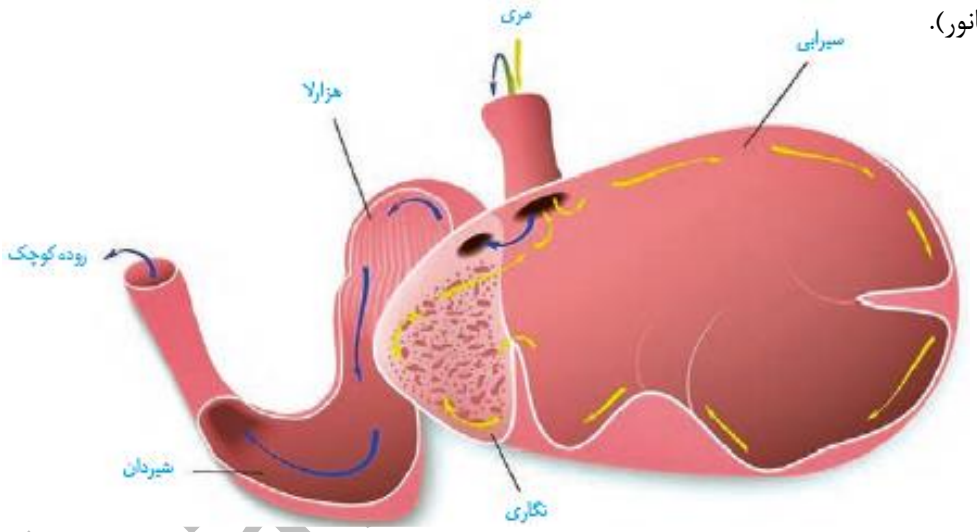
Abaaf عباباف



میکروب‌های مفید در سیرابی و نگاری: چون نشخوارکنندگان آنزیم تجزیه کننده سلولز را ندارند، میکروب‌های مفیدی در سیرابی وجود دارد که سلولز غذا را تا حدی گوارش می‌کند (گوارش توسط آنزیم‌های میکروب‌ها) و حضور این میکروب‌ها برای گوارش سلولز ضروری است.

نقش هزارلا: چون غذا طی جویده شدن کامل (نشخوار)، حالت مایع پیدا کرده باید در هزارلا آبگیری شود.

نقش شیردان: گفتیم که معده واقعی جانور است و دارای آنزیم‌های گوارشی است که گوارش غذا را ادامه می‌دهند (گوارش توسط آنزیم‌های بدن جانور).



می‌توان گفت برای گوارش سلولز در نشخوارکنندگان، ابتدا آنزیم‌های میکروب‌ها و سپس آنزیم‌های گوارشی جانور فعالیت می‌کنند.

انواع گوارش در جانداران

نوع گوارش	ویژگی	مثال
فاقد دستگاه گوارش	دریافت مستقیم از محیط به سطح یاخته یا سطح بدن	تک‌یاختگان کرم کدو (نوعی کرم پهن)
واکوئول گوارشی	استفاده از آنزیم‌های لیزوزومی و تشکیل واکوئول گوارشی	پارامسی
حفره گوارشی	✓ گوارش برون یاخته‌ای توسط آنزیم‌های گوارشی ✓ گوارش درون‌یاخته‌ای توسط آنزیم‌های لیزوزومی	هیدر
لوله گوارش	لوله‌ای از دهان تا مخرج که غذا بصورت یک‌طرفه در آن جریان دارد.	ملخ، پرندگان دانه‌خوار و پستانداران

- ✓ گوارش در ملخ: گیاه‌خوار است (گوارش گلیکوژن ندارد، گوارش سلولز دارد و آنزیم سلولاز دارد)، چندین آرواره دارد، آروارهها خارج دهان قرار دارند، ابتدا غذا توسط آروارهها گوارش مکانیکی شده و سپس وارد دهان می‌شود، آغاز گوارش مکانیکی توسط آروارهها (خارج از دهان) است، آغاز گوارش شیمیایی توسط بزاق در دهان است، گوارش شیمیایی در چینه‌دان ادامه می‌یابد (توسط آنزیم آمیلاز دهان که همراه غذا آمده)، پیش معده هم گوارش مکانیکی و هم شیمیایی دارد، آنزیم‌هایی که در پیش معده فعالیت می‌کنند توسط معده و کیسه‌های معده ساخته شده‌اند، معده گوارش ندارد و فقط جذب دارد، روده گوارش ندارد، غده‌های بزاقی زیر و قبل از چینه‌دان قرار دارند، در غده بزاقی موسین و آمیلاز و لیزوزیم ساخته می‌شود، چینه‌دان حفره حجیم و دیواره نازک دارد و غذا را نرم می‌کند، مواد بعد از جذب وارد همولنف می‌شوند (نه خون و مویرگ)، ملخ لوله (حفره) گوارش دارد، لوله دو انتهای باز دارد، دهان و مخرج جدا است، محل ورود غذا و دفع مواد متفاوت است، جهت حرکت عمدتاً یک‌طرفه است (برخلاف حفره گوارشی).
- ✓ گوارش ملخ با لوله گوارش است، تنفس نایدیسی دارد، سامانه گردش باز دارد، همولنف دارد، خون و لنف و مایع بین‌یاخته‌ای ندارد، مویرگ ندارد، قلب دارای منافذ دریچه‌دار است، لوله‌های مالپیگی دارد که ماده دفعی اوریک‌اسید را به روده تخلیه می‌کند، دستگاه عصبی مرکزی و محیطی دارد، دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و طناب عصبی شکمی (نه پشتی) است، مغز شامل چند گره به هم جوش خورده است، در هر بند بدن یک گره عصبی روی طناب عصبی شکمی قرار دارد، چشم مرکب دارد که متشکل از چندین واحد بینایی است، اسکلت بیرونی دارد که علاوه بر حرکت وظیفه حفاظتی دارد، دفاع اختصاصی (لنفوسیت و پادتن و پلاسموسیت) ندارد، استخوان و مغز استخوان ندارد، پاهای عقبی بلندتر از پاهای جلویی است.
- ✓ ملخ و پرندگان دانه‌خوار هر دو چینه‌دان دارند ولی فقط پرندگان دانه‌خوار سنگدان دارند. ملخ و پرندگان دانه‌خوار حلق ندارند. ملخ راست روده دارد ولی پرندگان دانه‌خوار راست روده ندارد. روده پرندگان دانه‌خوار شامل روده باریک و روده بزرگ می‌شود ولی روده ملخ اینگونه نیست. در پرندگان دانه‌خوار کبد بخشی از لوله گوارش است و کبد به روده باریک و سنگدان راه دارد، پرندگان دانه‌خوار معده بسیار کوچک و چینه‌دان بسیار بزرگ دارند، سنگدان از بخش عقبی معده تشکیل می‌شود و ساختار ماهیچه‌ای دارد، سنگدان گوارش مکانیکی دارد.
- ✓ گوارش در نشخوارکنندگان: لوله گوارش دارند، معده چهار قسمتی دارند، سیرابی بزرگترین و عقبی‌ترین بخش معده است، نگاری جلوترین و کوچکترین بخش معده است، هزارلا به شکل یک اتاقک لایه است، شیردان پایین‌ترین بخش و معده اصلی است، نگاری نزدیک‌ترین بخش به مری است، سیرابی نزدیک دُم است، غذا از دهان ۲ بار، از مری ۳ بار، از سیرابی و نگاری ۲ بار، از هزارلا و شیردان و روده ۱ بار می‌گذرد، به سیرابی و نگاری یکبار غذا نیمه جویده شده و یکبار غذای کامل جویده شده وارد می‌شود، به هزارلا و شیردان فقط غذای کاملاً جویده وارد می‌شود، دقت کنید اولین گوارش شیمیایی در کل لوله گوارش مربوط به آمیلاز دهان است، سیرابی هم گوارش مکانیکی (حرکات آن) و هم شیمیایی (میکروب‌ها) دارد، معده علاوه بر گوارش در جذب مواد نیز شرکت دارد (جذب آب در هزارلا با روش اسمز)، بعد از خروج غذا از هزارلا مقدار آب غذا کاهش و بنابراین فشار اسمزی آن افزایش می‌یابد، محل گوارش و جذب سلولز متفاوت است (گوارش در معده و جذب در روده)، غذای نیمه جویده مقدار سلولز بیشتر و گلوکز کمتر نسبت به غذای کامل جویده شده دارد (چون سلولز در سیرابی و نگاری به گلوکز گوارش می‌شود).
- ✓ ترتیب گوارش شیمیایی در نشخوارکنندگان: ۱- گوارش شیمیایی نشاسته (آمیلاز دهان)، ۲- گوارش شیمیایی سلولز توسط میکروب‌ها (سیرابی و نگاری)، ۳- گوارش شیمیایی سایر ترکیبات (شیردان)، ۴- گوارش شیمیایی سایر ترکیبات (روده باریک)
- ✓ توجه شود که آمیلاز دهان گاو گوارش شیمیایی نشاسته را آغاز می‌کند. بنابراین در کل لوله گوارش، گوارش توسط آنزیم‌های گاو مقدم بر گوارش توسط آنزیم‌های میکروبی است (البته فقط در معده این موضوع برعکس است).

Abaf عباباف

- ✓ انسان و اغلب جانوران (از جمله نشخوارکنندگان) ژن سازنده آنزیم سلولاز را ندارند و خودشان آنزیم سلولاز نمی‌سازند، البته میکروب‌های مفید بدن آن‌ها سلولاز می‌سازند، دقت کنید در انسان و اغلب جانوران سلولز تجزیه می‌شود ولی توسط آنزیم سلولاز میکروب‌ها (نه سلولاز ساخته شده توسط بدن)، بنابراین در بدن آن‌ها سلولاز یافت می‌شود، در نشخوارکنندگان گوارش سلولز در سیرابی و نگاری است، در انسان میکروب‌های مفید در روه بزرگ قرار دارند. دقت کنید که سلولاز آنزیم است و پروتئینی است بنابراین آنزیم تجزیه کننده آن یعنی (پروتئازها و پپسین) توسط بدن انسان و جانوران ساخته می‌شود. در صورت سوال به سلولز (کربوهیدرات) و سلولاز (پروتئین) دقت کنید.
- ✓ طی فعالیت میکروب‌های مفید سیرابی و نگاری برای گوارش سلولز، گازهای متان و کربن‌دی‌اکسید تولید می‌شود. این گازها با اثر گلخانه‌ای سبب گرم شدن زمین می‌شوند.

Ababaf عباباف