



فصل ۲

تصویر ریز پرز روده باریک با میکروسکوپ الکترونی

گوارش و جذب مواد

اَشْتَبَاه کتاب: شکل بالا مربوط به پرزهای روده است که با میکروسکوپ الکترونی نشان داده شده‌اند نه ریزپرزها!

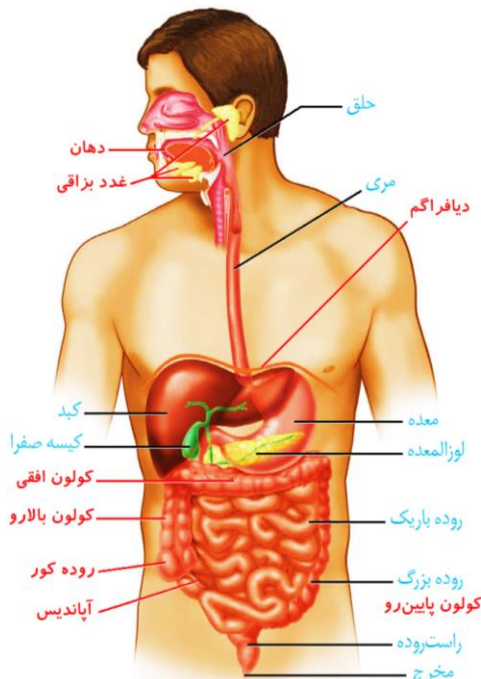
غذا خوردن یکی از لذت‌های زندگی است؛ اما فراتر از آن، غذایی که می‌خوریم، در گذر از دستگاه گوارش به شکلی در می‌آید که می‌تواند مواد و انرژی لازم برای سالم ماندن، درست عمل کردن و رشد و نمو یاخته‌های بدن را فراهم کند. البته غذای نامناسب و یا اضافه بر نیاز، مشکلاتی را برای بدن ایجاد می‌کند. اضافه وزن و چاقی، یکی از مسائلی است که سلامت جمعیت کنونی و آینده ما را به خطر می‌اندازد.

نقش غذا در جانوران: همان‌طور که می‌دانیم غذا در جانوران و از جمله انسان شامل ترکیبی از مولکول‌های آلی و معدنی است و دو نقش بر عهده دارد: (۱) تأمین ماده برای رشد و نمو (۲) تأمین انرژی برای انجام فعالیت‌ها

نقش غذا در گیاهان: در مقابل غذای گیاهان فقط مواد معدنی دارد و شامل آب و یون‌ها است که فقط در تأمین ماده برای رشد و نمو مؤثر است. زیرا اغلب گیاهان انرژی خود را از نور خورشید کسب می‌کنند نه از طریق غذاها!

- بدن ما چگونه انواع غذاها را برای ورود به یاخته‌ها آماده می‌کند؟ تماماً باید به صورت ریزمولکول و مونومر درآیند تا بتوانند وارد سلول‌ها شوند. برای این کار باید طی عمل «گوارش» و «هیدرولیز» درشت مولکول‌ها و پلی‌مرها به ریزمولکول و مونومر تبدیل شوند.
- اضافه وزن چگونه به وجود می‌آید و چه مشکلاتی را برای بدن ایجاد می‌کند؟ مواد غذایی اضافه بر نیاز، به صورت پربی در بدن ذخیره می‌شوند.
- چرا برخی افراد با این‌که غذای کافی و گوناگون می‌خورند، دچار کمبود مواد مغذی هستند؟ به فاطر اِقتلال در دستگاه گوارش مانند بیماری سلیاک
- گوارش در سایر جانداران چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با گوارش انسان دارد؟ گوارش در انسان و جانوران از اساس مشابه، اما در ظاهر و پِکونگی گوارش و جذب مواد غذایی متفاوت است.

برای پاسخ به این پرسش‌ها، با دستگاه گوارش آشنا می‌شویم و عملکرد آن را در انسان و برخی جانوران و جانداران بررسی می‌کنیم.



در گذشته آموختید دستگاه گوارش از دو بخش یعنی (۱) لوله گوارش و (۲) اندام‌های دیگر مرتبط با آن تشکیل شده است. لوله گوارش چه قسمت‌هایی دارد (شکل ۱)؟ دهان، حلق، مری، معده، روده باریک، روده بزرگ، راست‌روده و مخرج. اندام‌های مرتبط با این لوله هم عبارتند از: غدد بزاقی، لوزالمعده، کبد و کیسه صفرا

شکل ۱- لوله گوارش و اندام‌های مرتبط با آن

(۱) دیافراگم و آپاندیس جز آن نیستند!

(۲) لوله گوارش شامل دهان، حلق، مری، معده، روده باریک، روده بزرگ، راست‌روده و مخرج است.

(۳) اندام‌های مرتبط با این لوله هم عبارتند از: غدد بزاقی، لوزالمعده، کبد و کیسه صفرا

(۴) بخش‌هایی از شکل روبه‌رو و شکل‌های دیگر کتاب در سمت راست و بخش‌هایی هم در سمت چپ قرار دارند.

+ بخش‌های سمت راست: شش بزرگ‌تر (دارای سه لوب)، نایژه اصلی ضخیم و کوتاه، بخش بالای دیافراگم،

کبد، لوب بزرگ کبد، کیسه صفرا، مجرای اصلی صفرا، دوازده، دریچه پیلور، قاعده لوزالمعده، مجرای اصلی

لوزالمعده، انتهای روده باریک، اسفنکتر بین روده باریک و بزرگ (ایلئوسکال)، روده کور، آپاندیس، کولون بالارو،

ابتدای کولون افقی یا بخش پایین‌تر کولون افقی، کلیه پایین‌تر، میزنای کوتاه‌تر

+ بخش‌های سمت چپ: شش کوچک‌تر (دارای دو لوب)، نایژه اصلی باریک و بلند، بخش پایین دیافراگم، رأس

لوزالمعده، طحال، کولون پایین‌رو، انتهای کولون افقی یا بخش بالاتر کولون افقی، کلیه بالاتر، میزنای بلندتر

لوله گوارش، لوله پیوسته‌ای است که از دهان تا مخرج ادامه دارد. در قسمت‌هایی از لوله گوارش مایه‌های حلقوی به نام بنداره (اسفنکتر) وجود دارد. بنداره‌ها در تنظیم عبور مواد نقش دارند (شکل ۲).

اسفنکترهای لوله گوارش: در طول لوله گوارش انسان در شش محل اسفنکتر وجود دارد: که چهار مورد از آنها (موارد دوم، سوم، پنجم و ششم) در کتاب آمده‌اند.

(۱) اسفنکتر ابتدای مری که از نوع مایه‌ی منط یا اسکلتی و غیر ارادی است.

(۲) اسفنکتر انتهای مری یا اسفنکتر کاردیا که از نوع مایه‌ی صاف و غیر ارادی است.

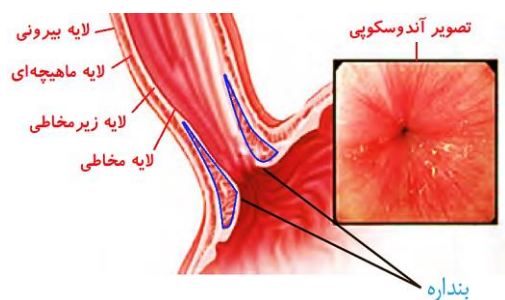
(۳) اسفنکتر بین معده و روده باریک یا اسفنکتر پیلور که از نوع مایه‌ی صاف و غیر ارادی است.

(۴) اسفنکتر بین روده باریک و بزرگ یا اسفنکتر ایلئوسکال که از نوع مایه‌ی صاف و غیر ارادی است.

(۵) اسفنکتر داخلی انتهای راست‌روده که از نوع مایه‌ی صاف و غیر ارادی است.

(۶) اسفنکتر خارجی انتهای راست‌روده یا اسفنکتر خارجی مخرج که از نوع مایه‌ی منط یا اسکلتی

و ارادی است.



شکل ۲- بنداره انتهای مری یا اسفنکتر کاردیا، همان‌طور که در شکل می‌بینیم در محل این اسفنکتر، علاوه بر لایه‌های

چهارگانه لوله گوارش، یک مایه‌ی حلقوی دیگر هم وجود دارد!

درون مری چین‌خوردگی‌های طولی مشاهده می‌شود، ولی چین‌خوردگی‌های درون معده نامنظم هستند.

نکته بسیار مهم: بر اساس شکل کتاب، اسفنکتر انتهای مری در واقع یک مایه‌ی حلقوی شکل و جدا از لایه مایه‌ی صافی

طولی و حلقوی لوله گوارش است!

غده‌های بزاقی، پانکراس (لوزالمعده)، کبد (جگر) و کیسه صفرا با لوله گوارش مرتبط‌اند و در گوارش غذا نقش دارند.

ساختار لوله گوارش: دیواره بخش‌های مختلف لوله گوارش، ساختار تقریباً مشابهی دارند. این لوله از خارج به داخل، چهار لایه دارد: (۱) لایه بیرونی،

(۲) لایه مایه‌ی صافی، (۳) لایه زیر مخاطی یا زیرمناط و (۴) لایه مخاطی یا مناط. هر لایه، از انواع بافت‌ها تشکیل شده است. به عبارت دیگر در هر کدام از این چهار

لایه، چهار نوع بافت اصلی وجود دارند! (شکل ۳- الف). در همه این لایه‌ها بافت پیوندی سست وجود دارد.

نکته پالشی: در هر چهار لایه موجود در لوله گوارش، رشته‌های کشسان فراوان و رشته‌های کلاژن کمی وجود دارد

۱. لایه بیرونی: در بخش‌هایی که درون معده شکمی هستند، بخشی از صفاق است. صفاق پرده‌ای از جنس بافت پیوندی است که اندام‌های درون شکم

را به هم وصل می‌کند (شکل ۳- ب).

(۱) همه بخش‌های دستگاه گوارش به این پرده متصل نیستند. مانند بخش‌هایی که در موطه شکمی قرار ندارند: بیشتر طول مری، حلق، دهان و غدد بزاقی (۲) تمام بخش‌هایی که به این پرده متصل هستند، جزء دستگاه گوارش نیستند. مانند اندام‌های لنفی (طحال و آپاندیس) (۳) همه اندام‌ها درون شکم به آن متصل نیستند. مانند کلیه‌ها که در موطه شکمی واقع شده‌اند ولی موقعیت خود به وسیله پرده‌های اطراف حفظ می‌کنند.

۲. لایه ماهیچه‌ای: در دهان، حلق، ابتدای مری و بنداره خارجی مخرج از نوع ماهیچه اسکلتی یا مخطط است. این ماهیچه منقبض در دهان و اسفنکتر خارجی مخرج ارادی ولی در حلق و ابتدای مری غیر ارادی است. این لایه در بخش‌های دیگر لوله گوارش یعنی میانه مری و انتهای آن، معده، روده باریک، روده بزرگ، روده و اسفنکتر داخلی آن، شامل یاخته‌های ماهیچه‌ای صاف است که به شکل طولی در بیرون و حلقوی در درون سازمان یافته‌اند. دیواره معده یک لایه ماهیچه‌ای مؤرب نیز دارد که در زیر لایه حلقوی واقع شده است.

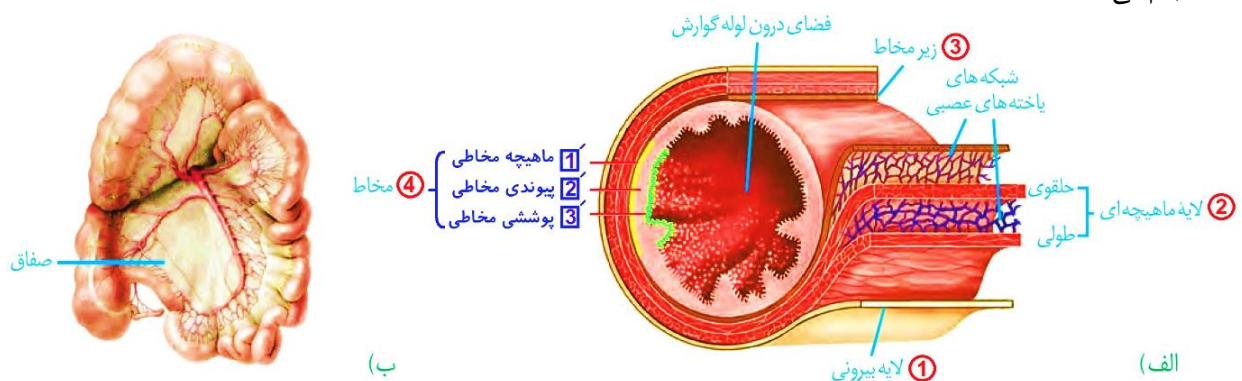
نکته بسیار مهم: بدیهی است لایه ماهیچه‌ای در بخش‌هایی از لوله گوارش که در آنها ماهیچه منقبض وجود دارد یعنی در دهان، حلق، ابتدای مری و اسفنکتر خارجی مخرج، به شکل طولی، حلقوی و یا مؤرب دیده نمی‌شود!

۳. زیر مخاط (لایه زیر مخاطی): نوعی بافت پیوندی سست است که موجب می‌شود مخاط، روی لایه ماهیچه‌ای بچسبد و به راحتی روی آن بلغزد یا چین بخورد. در لایه ماهیچه‌ای و لایه زیر مخاط، شبکه‌ای از یاخته‌های عصبی وجود دارد. در این شبکه‌ها، سلول عصبی کامل شامل جسم سلولی، دندریت و آکسون وجود دارد.

شبکه‌های سلول‌های عصبی لوله گوارش: دو نوع شبکه سلول‌های عصبی در دیواره لوله گوارش (فقط بخش‌هایی که دارای ماهیچه صاف است) وجود دارد. شبکه اول (در لایه‌های دو یا سه) لایه ماهیچه‌ای قرار دارد. کار آن انقباض ماهیچه‌های طولی، حلقوی (و مؤرب) و حرکات کرمی و قطعه‌قطعه کننده است. شبکه دوم (در لایه‌های سلول‌های بافت پیوندی سست یا لایه زیر مخاط قرار دارد. این شبکه دو کار انجام می‌دهد:

- + انقباض ماهیچه منطقی برای به حرکت در آوردن پرزهای روده
- + تأثیر روی جسم غده‌های موجود در لایه زیرمخاط برای ترشح شیریه‌های گوارشی و هورمون‌ها!
- x بدیهی است مجاری این غدد به فضای درون لوله گوارش راه دارند!

۴. مخاط (لایه مخاطی): لایه مخاطی یا مخاط، خود سه لایه دارد که از بیرون به درون عبارتند از: (۱) لایه ماهیچه منطقی که در صورت وجود، از چند لایه سلول ماهیچه‌ای صاف تشکیل شده است. (۲) لایه پیوندی مخاطی با آستر مخاطی که نوعی بافت پیوندی سست است. (۳) لایه پوششی مخاطی. لایه انبساط‌هایی از بافت پوششی دارد که در بخش‌های مختلف لوله گوارش، کارهای متفاوتی مثل جذب و ترشح را انجام می‌دهند.



شکل ۳- الف) ساختار لایه‌های لوله گوارش (ب) بخشی از صفاق مربوط به روده‌ها

حرکات لوله گوارش: انقباض ماهیچه‌های دیواره لوله گوارش، حرکات منظمی را در آن به وجود می‌آورد. لوله گوارش، دو نوع حرکت (۱) کرمی و (۲) قطعه‌قطعه کننده دارد. هر دو نوع حرکت با همکاری شبکه اول سلول‌های عصبی و ماهیچه‌های طولی، حلقوی (و مؤرب) انجام می‌شوند.

(۱) **حرکات کرمی:** در حرکات کرمی، ورود غذا لوله گوارش را گشاد و یاخته‌های عصبی موجود در شبکه اول عصبی! دیواره لوله را تحریک می‌کند. یاخته‌های عصبی، ماهیچه‌های طولی، حلقوی (و مؤرب) موجود در دیواره را به انقباض وادار می‌کنند. در نتیجه، یک حلقه انقباضی در طول لوله ظاهر می‌شود که غذا را به حرکت درمی‌آورد (شکل ۴).

حرکات کرمی همواره نقش مخلوط‌کنندگی نیز دارند؛ به ویژه وقتی که حرکت محتویات لوله با برخورد به یک بنداره، متوقف شود؛ مثل وقتی که محتویات معده به پیلور برخورد می‌کنند. پیلور بنداره بین معده و روده باریک است. در این حالت، حرکات کرمی فقط می‌توانند محتویات لوله را مخلوط کنند.

+ حرکات **جلو برنده**: باعث حرکت مواد غذایی در طول لوله گوارش می‌شوند.

+ حرکات **مخلوط کننده**: باعث کمک به گوارش شیمیایی مواد غذایی به خاطر مخلوط کردن غذا با شیرهای گوارشی می‌شوند.

x هنگام برقرارد حرکات کرمی شکل به اسفنکتر پیچور، این نوع حرکت **فقط!** نقش مخلوط کننده دارد!

(ن) حرکات **قطعه قطعه کننده**: در حرکات قطعه قطعه کننده با همکاری سلول‌های عصبی و ماهیچه‌های دیواره لوله گوارش، بخش‌هایی از لوله به صورت **یک در**

میان منقبض می‌شوند. سپس این بخش‌ها از حالت انقباض **خارج** و بخش‌های **دیگر** منقبض می‌شوند. **تداوم** این حرکات در لوله گوارش موجب می‌شود محتویات لوله، **ریزتر** (گوارش مکانیکی) و بیشتر با شیرهای گوارشی **مخلوط** (کمک به گوارش شیمیایی) شوند (شکل ۵).

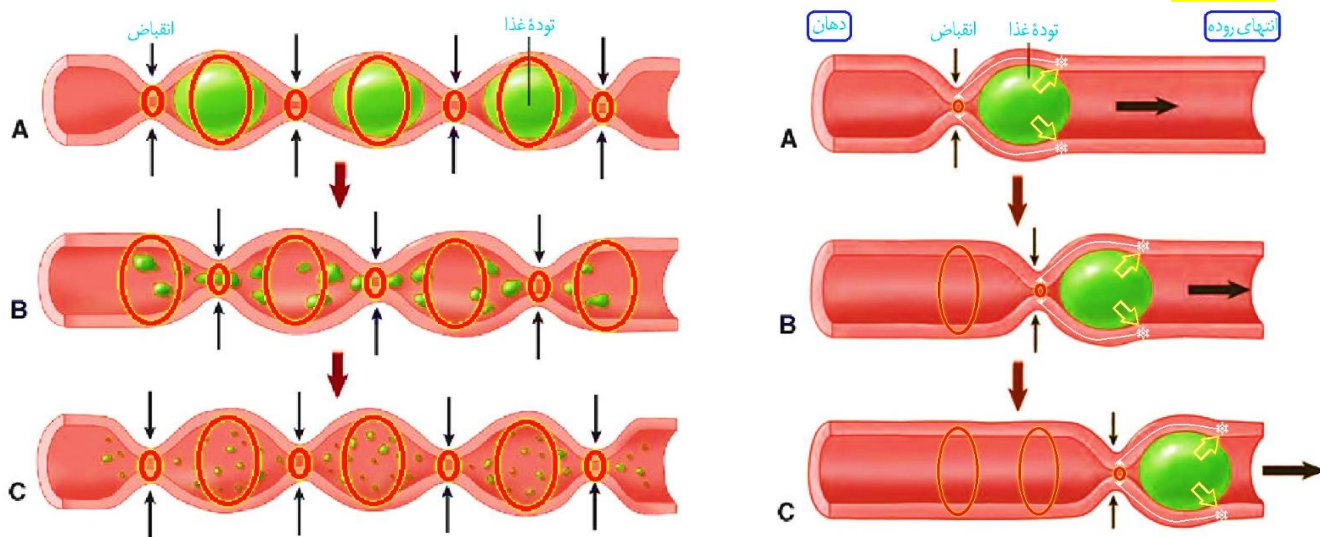
نکته مهم: در مکان‌هایی از لوله گوارش که مواد غذایی **سریع** عبور می‌کنند مانند ترق، مری، راست‌روده و مترج حرکات قطعه قطعه کننده دیده **نمی‌شود!**

نقش حرکات قطعه قطعه کننده

+ حرکات **ریز کننده**: که به گوارش مکانیکی مواد غذایی کمک می‌کنند.

+ حرکات **مخلوط کننده**: که به گوارش شیمیایی مواد غذایی به خاطر مخلوط کردن غذا با شیرهای گوارشی کمک می‌کنند.

نکته پالشی: در کتاب نظام قدیم برای این حرکت نقش جلو برنده هم ذکر شده بود ولی در کتاب نظام جدید **نمی‌توان** چنین برداشتی نمود!



شکل ۵- حرکت‌های قطعه‌قطعه کننده

شکل ۴- حرکات کرمی

مری یک گوسفند یا گاو را تهیه و لایه‌های آن را مشاهده کنید. بخش بالایی مری به علت دارا بودن ماهیچه **منطق** یا اسکلتی غیر

ارادی، با بقیه آن کمی **متفاوت** است. اما بخش میانی و انتهایی آن چهار لایه دارد. از بیرون به داخل عبارتند از: ۱- لایه بیرونی ۲- لایه ماهیچه‌ای ۳- لایه زیرمغاطی

۴- لایه مغاطی

فعالیت

گوارش غذا

هدف **نهایی** گوارش غذاها تبدیل آنها به مولکول‌های قابل جذب است. زیرا مولکول‌های بزرگ معمولاً **نمی‌توانند** از غشای سلولی عبور کرده و به وسیله آنها مورد استفاده واقع شوند. دستگاه گوارش طی فرایند گوارش **مکانیکی**، غذا را آسیاب می‌کند و با فرایند گوارش **شیمیایی**، مولکول‌های **بزرگ** را به مولکول‌های **کوچک** تبدیل می‌کند. این فرایندها چگونه انجام می‌شوند؟ به وسیله آنزیم‌های هیدرولیز کننده و با انجام واکنش هیدرولیز یا آب‌کافت. چه عواملی در آنها نقش دارند؟ عواملی مانند دما و pH در واکنش‌های آنزیمی مؤثر هستند.

نام‌گذاری آنزیم‌ها: معمولاً به این صورت است که ابتدا نام **پیش‌ماده** و به دنبال آن پسوند «-از» می‌آید. به عنوان مثال **آمیلاز** از ترکیب واژه **آمیلولوم** (به معنای نشاسته) و پسوند «-از» (پسوند نشان دهنده آنزیم) تشکیل شده است. **لیپاز** و **پروتئاز** هم به ترتیب آنزیم‌های تجزیه کننده لیپید و پروتئین هستند.

انواع گوارش در انسان: در لوله گوارش انسان دو نوع گوارش اتفاق می‌افتد: مکانیکی و شیمیایی.

+ گوارش **مکانیکی**: در این فرایند، مواد غذایی بدون ذرات آنزیم‌ها و با کمک **دندان‌ها**، **ماهیچه‌ها** و **صفرا** تکه تکه شده، **آسیاب** و یا ریزتر می‌شوند.

+ گوارش **شیمیایی**: در این فرایند، مولکول‌های بزرگ آلی و **پلی‌مرها** با ذرات **آنزیم‌های هیدرولیز کننده** به مولکول‌های کوچک و **مونومرها** تبدیل می‌شوند.

غذای انسان: شامل مواد معدنی و مواد آلی است.

+ **مواد معدنی**: شامل **آب** و **یون‌ها** مانند سدیم، پتاسیم، کلسیم، آهن، کربنات و ... نیاز به گوارش **ندارند** و با روش‌های **متلف** جذب می‌شوند.

+ **مواد آلی:** شامل مولکول‌های ریز و مولکول‌های بزرگ هستند که برخی به گوارش نیاز دارند و برخی بدون گوارش و با روش‌های مختلف جذب سلول‌ها می‌شوند.
x مولکول‌های ریز: مانند اسیدهای آلی، آمینواسیدها، اسیدهای چرب، مونومرهای مختلف مانند گلوکز، فروکتوز، ریبوز، کلسترول، گلیسرول و ... که نیاز به گوارش ندارند و به صورت دست نغده از لوله گوارش عبور کرده و جذب سلول‌ها می‌شوند.

x مولکول‌های بزرگ: مانند اغلب مولکول‌های زیستی (کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها) که باید ابتدا گوارش یابند تا قابل جذب شوند.

- دی‌ساکاریدها با واکنش **هیدرولیز** و به کمک آنزیم به مونوساکارید تبدیل می‌شوند.

مالٹوز به وسیله **مالٹاز**، **ساکارز** به وسیله **ساکاراز** و **لاکتوز** به **لاکتاز** هیدرولیز می‌شود.

- پلی‌ساکاریدها با واکنش **هیدرولیز** و به کمک آنزیم به گلوکز تبدیل می‌شوند.

نشاسته و **کلیکوژن** به وسیله آنزیم **آمیلاز بزاق** و **آمیلاز لوزالمعده** به پلی‌ساکاریدهای کوتاه یا در نهایت **مالٹوز** تبدیل می‌شود. آمیلاز موجود در **شیره روده** این ترکیبات را به گلوکز هیدرولیز می‌شد.

سلولز در لوله گوارش انسان تقریباً **دست نغده** باقی می‌ماند، زیرا انسان مانند بسیاری از جانوران فاقد آنزیم **سلولاز** است. علف‌خواران به علت همزیستی با **میکروب‌هایی** (فقط باکتری نیستند!) که **دارای** آنزیم سلولاز هستند قادرند این کربوهیدرات را به گلوکز تبدیل کنند.

- تری‌گلیسریدها با واکنش **هیدرولیز** و به وسیله آنزیم **لیپاز** **معد** و لیپاز لوزالمعده به واحدهای سازنده خود تبدیل می‌شود.

- فسفولیپیدها هم با واکنش **هیدرولیز** اما با کمک آنزیم دیگری به نام **فسفولیپاز** به واحدهای سازنده خود تبدیل می‌شود.

- پروتئین‌ها نیز با واکنش **هیدرولیز** و با کمک **پپسین** **معد** به پپتیدهای کوچک و در نهایت با استفاده از **پروتئازهای لوزالمعده** و **پروتئازهای شیره روده** به آمینواسید تبدیل می‌شوند.

- نوکلئیک‌اسیدها هم با واکنش **هیدرولیز** و با کمک آنزیم‌های **نوکلئاز لوزالمعده** به واحدهای سازنده یعنی نوکلئوتیدهای **A, T, C, G** یا **U** تبدیل می‌شوند.

گوارش در دهان: با ورود غذا به دهان، **جویدن** غذا و **گوارش مکانیکی** آن آغاز می‌شود. آسیاب شدن غذا به ذره‌های بسیار کوچک برای فعالیت بهتر آنزیم‌های گوارشی، و اثر بزاق بر آن لازم است. **سه جفت** غده بزاقی **بزرگ** و **تعداد زیادی** غده‌های بزاقی **کوچک**، بزاق ترشح می‌کنند (شکل ۶). بزاق، ترکیبی از **آب**، **یون‌ها**، **انواعی از آنزیم‌ها** و **موسین** است. آنزیم **آمیلاز** بزاق به گوارش نشاسته **کمک** می‌کند. **لیزوزیم**، آنزیمی است که در از بین بردن

باکتری‌های درون **دهان** (فقط!) نقش دارد. **موسین**، گلیکوپروتئینی (کربوهیدرات + پروتئین) است که پس از (آگزوسیتوز و خروج از سلول‌های غده بزاقی) **آب** فراوانی جذب و ماده مخاطی ایجاد می‌کند. ماده مخاطی **سه کار** مختلف انجام می‌دهد: (۱) دیواره لوله گوارش را از **خراشیدگی** حاصل از تماس غذا یا (۲) **آسیب شیمیایی** (بر اثر اسید یا آنزیم) حفظ می‌کند و (۳) ذره‌های غذایی را به هم می‌چسباند و آنها را به **توده لغزنده‌ای** تبدیل می‌کند.

شکل ۶: غده‌های بناگوشی، زیرآروارهای و زیرزبانی، بزاق ترشح می‌کنند.

(۱) غده بناگوشی **بزرگ‌ترین** و **بالا‌ترین** غده بزاقی هستند.

(۲) غده زیرآروارهای نیز **پائین‌ترین** و **نزدیک‌ترین** به **مری** هستند.

(۳) کوچک‌ترین غده بزاقی هم هیچ کدام از این سه جفت غده نیستند!

نکاتی در مورد گوارش غذا در دهان

(۱) در دهان گوارش مکانیکی و گوارش شیمیایی **همزمان** شروع می‌شود.

(۲) دندان‌ها و ماهیچه‌های اسکلتی فک‌ها با گوارش مکانیکی مواد غذایی باعث **عملکرد بهتر** آنزیم‌ها و کمک به گوارش شیمیایی می‌شوند.

(۳) در انسان **شش** عدد یا **سه** جفت غده بزاقی **بزرگ** و **تعداد زیادی** غده‌های بزاقی **کوچک**، بزاق ترشح می‌کنند.

(۴) **بیش** از دو نوع آنزیم در بزاق وجود دارد! دو نوع آنزیم **مهم** موجود در بزاق عبارتند از: **آمیلاز** و **لیزوزیم**.

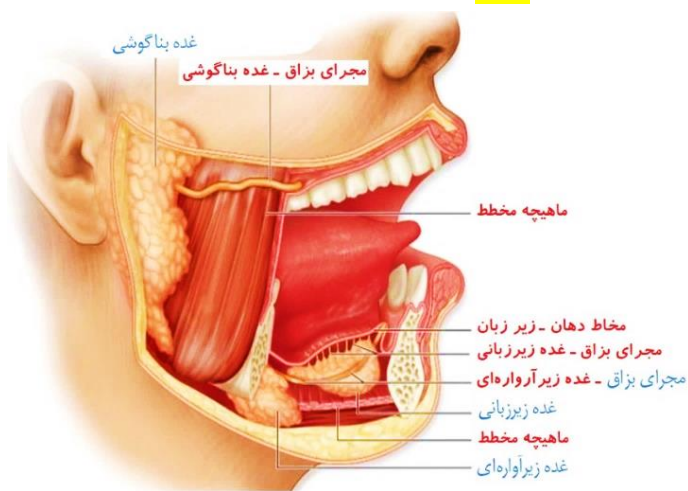
(۵) آنزیم **آمیلاز** بزاق با فرایند **هیدرولیز** به گوارش نشاسته **کمک** می‌کند.

(۶) در واقع **آمیلاز** بزاق، نشاسته را به گلوکز تبدیل نمی‌کند، بلکه آن را به پلی‌ساکاریدهای کوتاه‌تر **تجزیه** می‌کند!

+ می‌توان گفت در دهان **گلوکز** حاصل از گوارش مواد غذایی یافت نمی‌شود!

(۷) **موسین** در مبرای **تنفسی**، **تولیدمثلی** و **اداری** هم وجود دارد و **تنش‌های دیگری** ایفا می‌کند!

بلع غذا: هنگام بلع با فشار **زبان**، توده غذا به صورت **ارادی** به **عقب دهان** و **داخل حلق** رانده می‌شود. با رسیدن غذا به حلق، بلع به شکل **غیر ارادی**، ادامه پیدا می‌کند. همان طور که می‌دانید حلق را به **چهارراه** تشبیه می‌کنند.



با استفاده از شکل ۷ الف، توضیح دهید هنگام بلع چگونه راه‌های دیگر حلق بسته می‌شوند؟ به وسیله زبان، زبان کوچک و اپی‌گلوت (شکل ۷ - الف) هنگام بلع فقط راه مری برای عبور غذا باز است.

(۱) زبان مسیر دهان، زبان کوچک مسیر بینی و اپی‌گلوت مسیر نای را می‌بندد. بنابراین غذا راهی ندارد جز این‌که وارد مری شود.

+ نکته مهم این‌که زبان دارای ماهیچه است و تحت تأثیر پیام عصبی این کار را انجام می‌دهد اما زبان کوچک و اپی‌گلوت فاقد ماهیچه هستند.

(۲) دو شیپور استنشاق از گوش میانی به حلق وارد می‌شوند که به خاطر وضعیت قرار گرفتن آنها در هنگام بلع بسته می‌شوند.

(۳) اپی‌گلوت و پرده‌های صوتی دو بخش از تنبره هستند. تنبره نیز بخش ابتدایی نای است. در نای نیز همانند لوله گوارش چهار لایه وجود دارد.

(۴) لایه دوم تنبره (از بیرون) به طور کامل از غضروف ساخته شده ولی در بقیه بخش‌های نای این لایه غضروفی - ماهیچه‌ای است.

(۵) بر اساس شکل کتاب، به هنگام بلع، بالا رفتن تنبره هم اتفاق می‌افتد!

در ادامه بلع دیواره ماهیچه‌ای حلق که دارای ماهیچه‌های منقبض غیر ارادی است، منقبض می‌شود و حرکت کرمی آن، غذا را به مری می‌راند. حرکت کرمی در مری ادامه پیدا می‌کند و با شل شدن بنداره انتهایی مری یا کاردیا، غذا وارد معده می‌شود (شکل ۷ ب). غده‌های مخاط مری، ماده مخاطی (موسین + آب) ترشح می‌کنند تا حرکت غذا آسان‌تر شود.

نکته پالشی: ماده مخاطی دارای لیزوزیم است، پس می‌توان گفت در مری هم آنزیم ترشح می‌شود!

(شکل ۷ - ب) حرکات کرمی، غذا را در طول مری حرکت می‌دهند.

مرحله سه‌گانه بلع: با توجه به متن کتاب می‌توان گفت بلع سه مرحله دارد.

مرحله اول - مرحله دهانی بلع: این مرحله ارادی است و به وسیله ماهیچه‌های منقبض یا اسکلتی دهان

و زبان انجام می‌شود. ماهیچه‌های این بخش از لوله گوارش، توده غذا را از فتره دهان به حلق می‌رانند.

مرحله دوم - مرحله حلقی بلع: این مرحله غیر ارادی است و به وسیله ماهیچه‌های منقبض یا اسکلتی حلق انجام می‌شود. ماهیچه‌های این بخش از لوله گوارش با

حرکت کرمی خود، توده غذا را از حلق به مری می‌رانند. در هنگام وقوع این مرحله از بلع، مرکز بلع در **بصل النافع**، مرکز اصلی تنفس در همین بخش را تحریک نموده تا تنفس برای مدت زمان کوتاهی متوقف شود.

+ همان‌طور که در فصل سوم خواهید خواند، مرکز دیگر تنفس در **پل مغزی** واقع شده و مدت زمان دم را تعیین می‌کند.

مرحله سوم - مرحله مروی بلع: این مرحله غیر ارادی است و به وسیله ماهیچه‌های منقبض یا اسکلتی و صاف مری انجام می‌شود. در ابتدای مری، ماهیچه‌های منقبض غیر ارادی و در میانه و انتهایی آن ماهیچه صاف وجود دارد. حرکات کرمی این بخش از لوله گوارش، توده غذا را در طول مری به طرف پائین رانده تا پس از عبور از اسفنکتر کاردیا به معده وارد شود.

نکته بالایی: در کتب کمی قدیمی‌تر به نقش نیروی بازیه در این مرحله از بلع هم اشاره شده بود! هم‌پنین به هنگام استفراغ، حرکات کرمی وارونه، در دوازدهه، معده و مری نیز ذکر شده بود!

گوارش در معده: معده، بخش کیسه‌ای شکل لوله گوارش است. بنابراین در انبار کردن مواد غذایی هم نقش دارد! دیواره معده، چین‌خوردگی‌هایی دارد که با پر شدن معده باز می‌شوند تا غذای بلع شده در آن انبار شود. گوارش شیمیایی و مکانیکی غذا در معده در اثر **شیره معده** و حرکات آن انجام می‌شود. در

پایان گوارش در معده مخلوط حاصل از گوارش به همراه شیره‌های گوارشی که **کیموس** نام دارد، با باز شدن بنداره پیلور وارد ابتدای روده باریک یعنی دوازدهه می‌شود (شکل ۸). به ابتدای روده باریک **دوازدهه** می‌گویند. همان‌طور که می‌دانیم اسفنکتر پیلور بین معده و روده باریک واقع شده است!

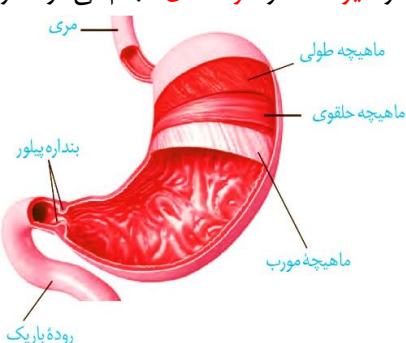
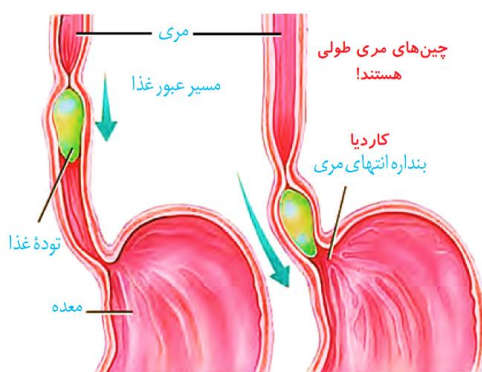
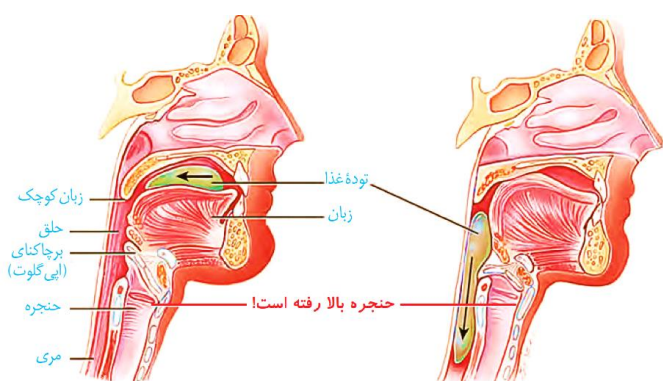
شکل ۸ حرکات معده در اثر انقباض ماهیچه‌های آن ایجاد می‌شوند. یاخته‌های لایه ماهیچه‌ای دیواره معده در سه جهت طولی، حلقوی و مؤرب قرار گرفته‌اند. این لایه‌ها از بیرون به داخل عبارتند از:

لایه طولی، لایه حلقوی و لایه مؤرب. بدیهی است در بین این لایه‌ها شبکه سلول‌های عصبی هم وجود دارد.

+ به عبارت دیگر در معده، شبکه اول سلول‌های عصبی که مسئول ایجاد حرکات معده است در دو مکان واقع شده است!

چین‌خوردگی‌های لوله گوارش

(۱) تقریباً در تمام طول لوله گوارش لایه داخلی یا مخاط چین‌خوردگی‌هایی دارد.



(۱) لایه زیرمخاط که نوعی بافت پیوندی **سست** است باعث می‌شود تا مخاط روی لایه ماهیچه‌ای **بلغزد** یا **چپن** بفورد.

+ البته در **روده بزرگ** و **راست‌روده** چین‌خوردگی‌ها بسیار **برجسته** بوده و برخلاف بخش‌های دیگر لوله گوارش، **حتی** لایه بیرونی را هم دربرمی‌گیرند!

(۲) چین‌خوردگی‌های معده **برخلاف** سایر بخش‌های لوله گوارش، ثابت **نیستند** و پس از انباشته شدن معده صاف می‌شوند!

(۳) در مری و راست‌روده چین‌خوردگی‌ها به صورت **طولی** قرار گرفته‌اند. در معده به صورت **نامنظم** و در روده باریک و بزرگ به صورت **حلقوی** مشاهده می‌شوند.

شیرۀ معده: یاخته‌های پوششی مخاط معده یعنی لایه ۳ در بافت پیوندی زیرین یعنی لایه ۲ فرو رفته‌اند و حفره‌های معده را به وجود می‌آورند. مجاری

غده‌های معده، به این حفره‌ها راه دارند. هر حفره به یک یا چند غده راه دارد. پس تعداد غده‌ها از حفره‌ها **بیشتر** است! غدد معده می‌توانند **ساده** یا در انتها منشعب باشند!

در حفره‌های معده فقط یک نوع سلول ولی در غده‌های آن **چهار** یا **پنج** نوع سلول وجود دارد. سلول‌های موجود در حفرات و غدد معده عبارتند از:

+ سلول‌های پوششی **سطحی**: یاخته‌های پوششی سطحی مخاط معده (سلول‌های کرم رنگ!) **ماده مخاطی** فراوان ترشح می‌کنند که به شکل لایۀ ژله‌ای

چسبناکی، مخاط معده را **می‌پوشاند**. این سلول‌ها **بیکربنات** (HCO_3^-) نیز ترشح می‌کنند که لایه ژله‌ای حفاظتی را **قلیایی** می‌کند (شکل ۹).

به این ترتیب سد حفاظتی محکمی در مقابل **اسید** و **آنزیم** به وجود می‌آید.

+ سلول‌های **مباری غده‌های معده**: بیشترین تعداد سلول‌ها (سلول‌های قرمز رنگ!) را دارا هستند و **برخی** از آنها، **ماده مخاطی** فراوان ترشح می‌کنند که به شکل

لایۀ ژله‌ای چسبناکی، مخاط معده را **می‌پوشاند**.

+ سلول‌های **اصلی غده‌های معده**: یاخته‌های اصلی موجود در جسم! غده‌ها (سلول‌های بنفش رنگ!)، **آنزیم‌های معده** را ترشح می‌کنند. **پیش‌ساز پروتئازهای**

معده را به طور کلی **پپسینوژن** می‌نامند. پپسینوژن بر اثر کلریدریک اسید به **پپسین** فعال تبدیل می‌شود. پپسین خود با اثر بر پپسینوژن، تولید

پپسین را **بیشتر** می‌کند (شکل ۹). آنزیم پپسین، با فرایند **هیدرولیز پروتئین‌ها** را به مولکول‌های **کوچک‌تر** یا پپتید تجزیه می‌کند.

+ سلول‌های **کناری غده‌های معده**: یاخته‌های **کناری** موجود در جسم! غده‌های معده (سلول‌های نامتعارف آبی کم‌رنگ!)، **کلریدریک اسید** و نوعی پروتئین به

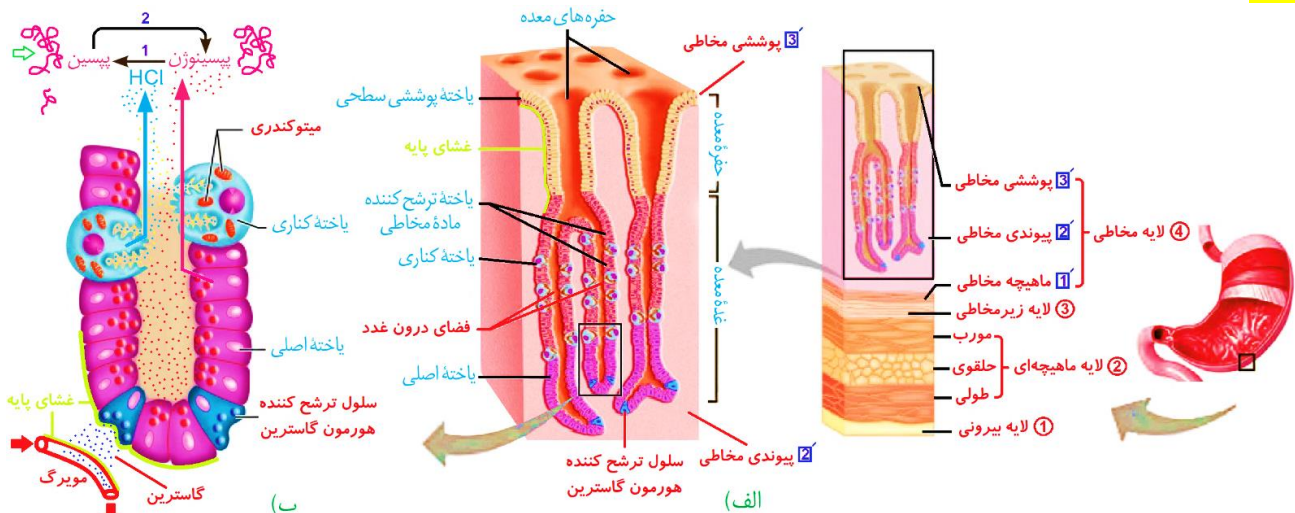
نام **عامل (فاکتور) داخلی معده** ترشح می‌کنند. **عامل داخلی معده**، برای **ورود** ویتامین B_{12} به یاخته‌های **رودۀ باریک** یا **آندوسیتوز** ضروری

است. اگر این یاخته‌ها **تخریب** شوند یا معده **برداشته** شود، علاوه بر **ساخته نشدن** کلریدریک اسید، فرد به **کم‌خونی** خطرناکی دچار می‌شود؛

زیرا ویتامین B_{12} که برای **ساختن** گویچه‌های قرمز در **مغز** **استخوان** لازم است، **جذب نمی‌شود** و زندگی فرد به **خطر** می‌افتد.

+ سلول‌های **درون‌ریز غده‌های معده**: این سلول‌ها (آبی پررنگ) به صورت **پراکنده** وجود داشته و هورمون **گاسترین** را به درون **تون** ترشح می‌کنند.

نکته پالشی: سلول‌های پوششی سطحی معده، بیکربنات و سلول‌های کناری اسید ترشح می‌کنند پس می‌توان گفت در معده هم **اسید** ترشح می‌شود و هم **قلیا** یا **بازا**



شکل ۹- الف) غده‌های معده ب) یاخته‌های غده‌های معده، مواد مختلف **شیرۀ معده** را ترشح می‌کنند.

سلول‌های موجود در لایه پوششی مخاط معده

(۱) سلول‌های پوششی **سطحی**: فقط یک نوع سلول وجود دارد که در ترشح **ماده مخاطی** و **بیکربنات** شرکت می‌کنند.

(۲) سلول‌های موجود در **حفرات معده**: در حفرات معده فقط یک نوع سلول یعنی همان سلول‌های پوششی سطحی حضور دارند.

(۳) سلول‌های موجود در **غدد معده**: در غدد معده حداقل سه نوع سلول ترشحی **درون‌ریز** و یک نوع سلول **درون‌ریز** می‌تواند وجود داشته باشد:

+ سلول‌های **مباری غدد (قرمز رنگ)**: که بیشتر در مباری غدد وجود داشته، فراوان‌ترین سلول‌های غدد معده بوده و در تولید **ماده مخاطی** نقش دارند.

+ سلول‌های **اصلی غدد (بنفش رنگ)**: که با فرایند **اکزوسیتوز** در تولید آنزیم‌های معده دقالت دارند. چندین نوع آنزیم به وسیله این سلول‌ها ترشح می‌شوند.

x پروتئازهای معده: این آنزیم‌ها شامل چندین نوع آنزیم هستند که ابتدا به صورت **غیر فعال** با نام عمومی **پپسینوژن** تولید می‌شوند.

- پپسینوژن‌ها در حضور اسید معده و پپسین‌های قبلی تبدیل به **پپسین فعال** می‌شوند.

✳ این مکانیسم نوعی بازفورد مثبت است که در آن هر چه مقدار پپسین بیشتر شود، پپسینوژن بیشتری به پپسین تبدیل می‌شود.

✳ پپسین‌ها پروتئازهایی هستند که در محیط اسیدی فعالیت بهینه دارند. هر نوع پروتئینی می‌تواند به عنوان پیش‌ماده وارد جایگاه فعال آنزیم پپسین شده و به پپتیدهای کوچک تبدیل شود!

✳ نکته پالشی: خود پپسین و دیگر پروتئازها و نیز آنزیم‌های دیگری مانند آمیلاز، مالتاز، ساکاراز، سلولاز، لیپاز، نوکلئاز و ... هم می‌توانند پیش‌ماده آنزیم پپسین در نظر گرفته شوند! ☺☺

x لیپاز معده: از سلول‌های اصلی معده نوعی لیپاز ترشح می‌شود و برخلاف لیپاز لوزالمعده که در pH کمی قلیایی (حدود ۸) بهترین فعالیت را دارد، لیپاز معده در pH شدیداً اسیدی (حدود ۲) فعالیت بهینه دارد!

+ سلول‌های کناری غدد (آبی کمرنگ): این سلول‌ها از بقیه سلول‌ها بزرگ‌تر بوده و به تعداد کمتر و همواره به صورت پراکنده در میان بقیه سلول‌های مجاری غدد یا سلول‌های اصلی دیده می‌شوند. شکل آنها نامتعارف بوده و در غشای رو به غده آن‌ها فرو رفتگی‌های نامنظم و عمیق مشاهده می‌شود.

x سلول‌های کناری موجود در غدد معده در تولید اسید معده و فاکتور داخلی معده نقش دارند.

- اسید معده: این ماده، پپسینوژن غیر فعال را به پپسین فعال تبدیل می‌کند. پپسین برای فعالیت خود به pH اسیدی نیاز دارد! هم‌پنین اسید معده در از بین بردن میکروب‌های موجود در غذا نیز نقش دارد.

- فاکتور داخلی معده: برای ورود ویتامین B_{۱۲} به روش آندوسیتوز! به درون سلول‌های روده باریک مورد نیاز است. این ویتامین برای ساختن گلبول‌های قرمز در مغز استخوان ضروری است.

x هم‌پنین در سیتوپلاسم سلول‌های کناری موجود در غدد معده تعداد زیادی میتوکندری نیز وجود دارد، زیرا تولید و ترشح اسید معده به انرژی نیاز دارد!

+ سلول‌های درون‌ریز (آبی تیره): این سلول‌ها برخلاف بقیه سلول‌ها که برون‌ریز بودند، درون‌ریز هستند.

x در غدد برون‌ریز نزدیک به پیلور، سلول‌های پراکنده درون‌ریزی وجود دارد که هورمون گاسترین را با اگزوسیتوز به درون خون ترشح می‌کنند.

- اندام هدف این هورمون خود معده است. نکته جالب این‌که این هورمون برای انتقال از اندام تولید یعنی معده! به اندام هدف یعنی معده! باید یک بار از کبد دو بار از قلب و یک بار از شش بگذرد! ☺☺

با ورود غذا، معده اندکی انقباض می‌یابد و انقباض‌های معده، آغاز می‌شوند. بنابراین می‌توان گفت پس از ورود غذا به معده ابتدا این اندام منبسط سپس منقبض می‌شود! این انقباض‌ها علاوه بر گوارش مکانیکی، غذا را با شیره معده می‌آمیزند که نتیجه آن تشکیل کیموس معده است. همان طور که گفتیم با باز شدن بنداره پیلور، کیموس وارد دوازدهه می‌شود.

مقایسه شیره معده و کیموس معده

+ شیره معده: همان مواد مترشحه از سلول‌ها و غده‌های برون‌ریز معده هستند که در فضای معده رها شده‌اند. نکته مهم این‌که در این شیره هورمون گاسترین وجود ندارد!

+ کیموس معده: مخلوطی از غذاهای نیمه گوارش یافته و شیره معده است. نکته مهم این‌که در کیموس معده گلوکز و آمینو اسید حاصل از گوارش غذاها وجود ندارد!

سؤال ۱) در معده یک فرد سالم کدام یک وجود ندارد؟

۱) پپسینوژن ۲) پپسین ۳) گاسترین ☑ ۴) فاکتور داخلی

گاسترین به خون ترشح می‌شود نه به درون فضای معده!

سؤال ۲) در معده یک فرد سالم کدام یک ترشح نمی‌شود؟

۱) پپسینوژن ۲) پپسین ☑ ۳) گاسترین ۴) فاکتور داخلی

پپسین از معده ترشح نمی‌شود، بلکه پس از تأثیر اسید معده بر پپسینوژن به وجود می‌آید!

برگشت اسید معده (ریفلاکس): اگر انقباض بنداره انتهایی مری کافی نباشد، فرد دچار برگشت اسید می‌شود. در این حالت در اثر برگشت شیره معده به مری، به تدریج، مخاط مری آسیب می‌بیند؛ زیرا حفاظت دیواره آن به اندازه معده و روده باریک، نیست. به عبارت دیگر لا به میانه آن که به وسیله ماده مخاطی ایجاد می‌شود، در مقایسه با معده و روده نازک‌تر و آسیب‌پذیرتر است! سیگار کشیدن، الکل، رژیم غذایی نامناسب و استفاده بیش از اندازه از غذاهای آماده، تنش و اضطراب، از علت‌های برگشت اسید معده‌اند.

نکته مهم: در ریفلاکس حرکات کرمی یا حرکات کرمی وارونه در خود مری هیچ نقشی ندارند. بر اثر حرکات کرمی معده و شل بودن کاردیا، کیموس معده به مری برمی‌گردد و باعث آسیب رساندن به آن می‌شود.

فعالیت

آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد آنزیم پپسین در حضور کلریدریک اسید، پروتئین سفیده تخم‌مرغ را گوارش می‌دهد. توجه کنید که آنزیم‌ها در دمای ویژه‌ای فعالیت می‌کنند. می‌توان در یک لوله آزمایش، سفیده پخته شده تخم‌مرغ را در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و pH اسیدی تحت تأثیر این آنزیم قرار داده و منتظر بمانیم تا پس از مدتی با تجزیه ناکامل آن به پپتیدهای کوچک، رنگ سفید آن معو شود! (تبدیل تخم‌مرغ پخته به نپخته!)

گوارش در روده باریک: کیموس به تدریج وارد روده باریک می‌شود تا مراحل پایانی گوارش به ویژه در دوازدهه انجام شود. صفرا، شیرهای روده و لوزالمعده که به دوازدهه می‌ریزند به کمک حرکات روده، در گوارش نهایی کیموس (مکانیکی و شیمیایی) نقش دارند (شکل ۱۰).

گوارش در دهان شروع شد و در روده باریک به ویژه بخش ابتدایی آن یعنی دوازدهه به اتمام می‌رسد.

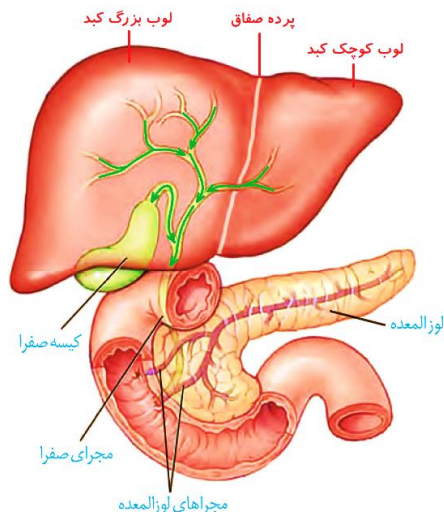
نکاتی در مورد گوارش در دوازدهه

(۱) گوارش مکانیکی: به دو صورت انجام می‌شود.

- + حرکات ماهیچه‌های طولی و حلقوی که مواد غذایی را آسایب می‌کنند.
- + نقش صفرا که فقط چربی‌ها یا روغن‌ها یا تری‌گلیسیریدها را ریزتر می‌کند.

(۲) گوارش شیمیایی: آنزیم‌های متنوع و قوی لوزالمعده، با واکنش هیدرولیز یا آبکافت انواع مولکول‌های بزرگ را به مولکول‌های کوچک تبدیل می‌کنند.

+ نکته مهم این‌که این آنزیم‌ها در محیط کمی قلیایی بهترین فعالیت را نشان می‌دهند.



شکل ۱۰- صفرا از راه مجاری صفراوی کبد به یک مجرای مشترک وارد و در کیسه صفرا ذخیره می‌شود.

- (۱) کبد دو لوب دارد که لوب بزرگ در سمت راست بدن و لوب کوچک آن متمایل به مرکز است.
- (۲) بین دو لوب کبد، بخشی از پرده صفاق وجود دارد. این بخش از بالا با پرده دیافراگم در تماس است.
- (۳) تقریباً در همه بخش‌های کبد، مجاری صفرا وجود دارند. اما تعداد آنها در لوب بزرگ کبد بسیار بیشتر است.
- (۴) حرکت صفرا در همه مجاری یک طرفه است به جز مجرای مشترک صفرا یا مجرای که به کیسه صفرا متصل است.
- (۵) کیسه صفرا در زیر لوب بزرگ کبد و متمایل به سمت راست بدن قرار گرفته است.
- (۶) مجرای خروج صفرا از پشت دوازدهه عبور نموده و در لوزالمعده با مجرای بزرگ، طویل و پائین‌تر لوزالمعده ادغام می‌شود.
- (۷) مجرای کوچک، کوتاه و بالایی لوزالمعده در جلوی مجرای اصلی صفرا قرار داشته و به طور مستقل ترشحات خود را به درون دوازدهه می‌ریزد.

حرکات روده باریک: حرکات‌های قطعه‌قطعه کننده و کرمی روده باریک، علاوه بر گوارش مکانیکی و پیش بردن کیموس در طول روده، کیموس را در سراسر مخاط روده می‌گستراند تا تماس آن با شیرهای گوارشی و نیز یاخته‌های پوششی مخاط، افزایش یابد.

نتایج حرکات روده باریک

- (۱) گوارش مکانیکی غذاها توسط حرکات قطعه‌قطعه کننده
- (۲) پیش بردن کیموس در طول روده باریک توسط حرکات کرمی
- (۳) گستراندن کیموس در سراسر مخاط روده توسط حرکات کرمی و قطعه‌قطعه کننده. این رویداد باعث بروز دو اتفاق دیگر نیز می‌شود:
 - + افزایش تماس با شیرهای گوارشی جهت اتمام گوارش شیمیایی
 - + افزایش تماس با سلول‌های پوششی مخاط روده برای اتمام جذب

شیره روده: روده باریک این شیر را ترشح می‌کند. شیره روده شامل موسین، آب، یون‌های مختلف از جمله بیکربنات و آنزیم است. به عبارت دیگر در شیره روده علاوه بر یون بیکربنات، یون‌های دیگری هم وجود دارد.

منشاء آنزیم‌های موجود در روده باریک

- (۱) برخی از آنها از بخش‌های قبلی لوله گوارش ترشح شده و به همراه مواد غذایی به روده باریک آمده‌اند.
- (۲) برخی از آنها حاصل شدن سلول‌های پوششی روده باریک و له شدن آنها در فضای روده هستند (نظام قدیم).
- (۳) برخی از آنها به سطح بیرونی غشای سلول‌های موجود بر روی پرزهای روده باریک متصل هستند (نظام جدید - قبل از ۹۸).
- (۴) برخی از آنها حاصل اکروسیتوز و ترشح از سلول‌های ترشح کننده روده باریک هستند (نظام جدید - بعد از ۹۸).

صفرا: کبد، صفرا را می‌سازد. صفرا آنزیم ندارد و ترکیبی از نمک‌های صفراوی، بیکربنات، کلسترول و فسفولیپید است. صفرا همراه با شیره لوزالمعده به



دوازدهه می‌ریزد و با ریز کردن قطرات چربی یا تری‌گلیسیرید موجود در غذاها (گوارش مکانیکی) به گوارش شیمیایی چربی‌ها کمک می‌کند. همچنین بیکربنات موجود در صفرا به خنثی کردن حالت اسیدی کیموس معده کمک می‌کند. گاهی ترکیبات صفرا یعنی نمک‌های صفراوی، بیکربنات، کلسترول و فسفولیپید در کیسه صفرا رسوب می‌کنند و سنگ ایجاد می‌شود. رژیم غذایی پرچرب در ایجاد سنگ کیسه صفرا نقش دارد (شکل ۱۱).

شکل ۱۱- سنگ کیسه صفرا

۱) مواد معدنی صفر: شامل نمک‌های صفرایی و بیکربنات که به وسیله سلول‌های کبدی از محیط اطراف گرفته شده و در ترکیب صفر وارد شده‌اند.

۲) مواد آلی صفر: شامل دو نوع لیپید به نام **کلیسترول** و **فسفولیپید** (لستین) است. این ترکیبات را خود سلول‌های کبدی ساخته و در ترکیب صفر وارد می‌کنند.

دو نوع ماده آلی دیگر به نام **بیلی‌وردین** (سبز رنگ) و **بیلی‌روبین** (قرمز رنگ) نیز در صفر وجود دارند. این مواد را مواد رنگی صفر نیز می‌گویند. رنگ سبز صفر به خاطر ماده **بیلی‌وردین** است. این دو نوع ماده حاصل تقریب «گروه هم» موجود در هموگلوبین هستند. ماکروفاژهای موجود در کبد و طحال گلبول‌های قرمز پیر و فرسوده را با ذره‌نواری بلعیده، آمینواسید و آهن آزاد می‌کنند که یا در کبد ذخیره شده و یا از طریق جریان خون به بافت‌های دیگر مانند مغز قرمز استخوان می‌روند. گروه هم موجود در هموگلوبین نیز به **بیلی‌روبین** و **بیلی‌وردین** تبدیل می‌شود که وارد صفر می‌شوند. مقداری از این **بیلی‌روبین** از روده جذب و از طریق خون به کلیه‌ها رفته و پس از دفع توسط کلیه‌ها سبب پیدایش رنگ مخصوص ادرار می‌شود. این مواد در کیسه صفر ذخیره و به همراه بقیه ترکیبات صفر روی مواد غذایی ریخته می‌شود. **بیلی‌روبین** در روده و بر اثر آنزیم‌ها به **استروکوبیلین** قهوه‌ای رنگ تبدیل می‌شود. این ماده باعث ایجاد رنگ مخصوص مدفوع می‌شود. اگر سنگ کیسه صفر باعث مسدود شدن مسیر خروج صفر شود، **بیلی‌روبین** در درون بافت‌ها نفوذ نموده و سبب پیدایش زردی یا یرقان می‌شود.

شیره لوزالمعدة: موادی که از لوزالمعدة یا پانکراس به درون دوازدهه می‌ریزند **شیره لوزالمعدة** را تشکیل می‌دهند. **آنزیم‌ها** و **بیکربنات** لوزالمعدة به دوازدهه می‌ریزند. **لوزالمعدة، آنزیم‌های لازم برای گوارش شیمیایی انواع مواد را تولید می‌کند.**

به عبارت دیگر، لوزالمعدة می‌تواند آنزیم‌های **کربوهیدراز، لیپاز، پروتاز** و **نوکلئاز** را برای گوارش **کربوهیدرات‌ها، لیپیدها (تری‌گلیسیریدها)، پروتئین‌ها و نوکلئیک‌اسیدها** را به مونومرهای آنها یعنی **گلوکز، اسیدچرب، آمینواسیدها و نوکلئوتید** تولید کند! همه این آنزیم‌ها فعالیت **بینه** خود را در محیط کمی **قلیایی** انجام می‌دهند.

پروتازهای لوزالمعدة در فضای درون **روده باریک** که محیط آن کمی **قلیایی** است، **فعال** می‌شوند. **بیکربنات** اثر اسید معده را **خنثی** می‌کند. به این ترتیب دیواره دوازدهه از اثر اسید **حفظ** و محیط مناسب برای فعالیت آنزیم‌های لوزالمعدة فراهم می‌شود.

فعالیت

پروتازهای لوزالمعدة **قوی** و **متنوع** اند و می‌توانند خود لوزالمعدة را نیز **تجزیه** کنند. فکر می‌کنید بدن چگونه از این مسئله جلوگیری

می‌کند؟ پیش‌سازهای این آنزیم‌ها در لوزالمعدة **غیر فعال** هستند و در محیط کمی **قلیایی** روده باریک فعال می‌شوند.

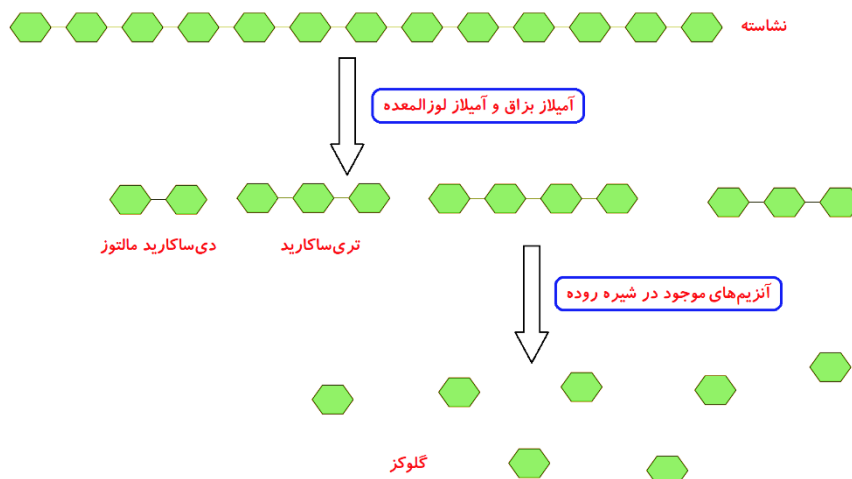
گوارش کربوهیدرات‌ها: رژیم غذایی ما شامل **انواع گوناگون** کربوهیدرات‌هاست. **مونوساکاریدهایی** مانند **گلوکز و فروکتوز بدون گوارش** جذب می‌شوند. **دی‌ساکاریدها و پلی‌ساکاریدها** برای جذب شدن باید گوارش یابند و به مونوساکارید تبدیل شوند. آنزیم‌های گوارشی با واکنش آب‌کافت (**هیدرولیز**)، **مولکول‌های درشت** را به **مولکول‌های کوچک** تبدیل می‌کنند. در آب‌کافت همراه با **مصرف آب**، پیوند بین مولکول‌ها شکسته می‌شود. شکل ۱۲ واکنش آب‌کافت را در تبدیل دی‌ساکارید به مونوساکارید نشان می‌دهد.



شکل ۱۲- آب‌کافت یک دی‌ساکارید

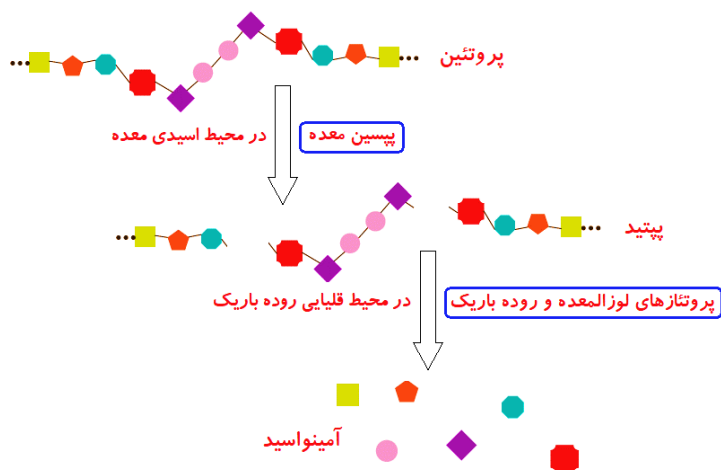
اگر این دی‌ساکارید **مالتوز** باشد، آنزیم **مالتاز** آن را به دو مولکول گلوکز تبدیل می‌کند. اگر **ساکارز** باشد، آنزیم **ساکاراز** آن را به یک مولکول گلوکز و یک مولکول فروکتوز و اگر **لاکتوز** باشد، آنزیم **لاکتاز** آن را به یک مولکول گلوکز و یک مولکول گالاکتوز تبدیل می‌کند.

همان‌طور که در شکل زیر می‌بینیم، آمیلاز بزاق و آمیلاز لوزالمعدة نمی‌توانند نشاسته را مستقیماً به **گلوکز** تبدیل کنند، بلکه آن را به دی‌ساکارید مالتوز و پلی‌ساکاریدهای کوتاه (تری‌ساکارید، تتراساکارید و ...) تبدیل می‌کنند. در روده باریک بر اثر آنزیم‌های روده باریک، این مواد به طور کامل هیدرولیز و به گلوکز تبدیل می‌شوند.

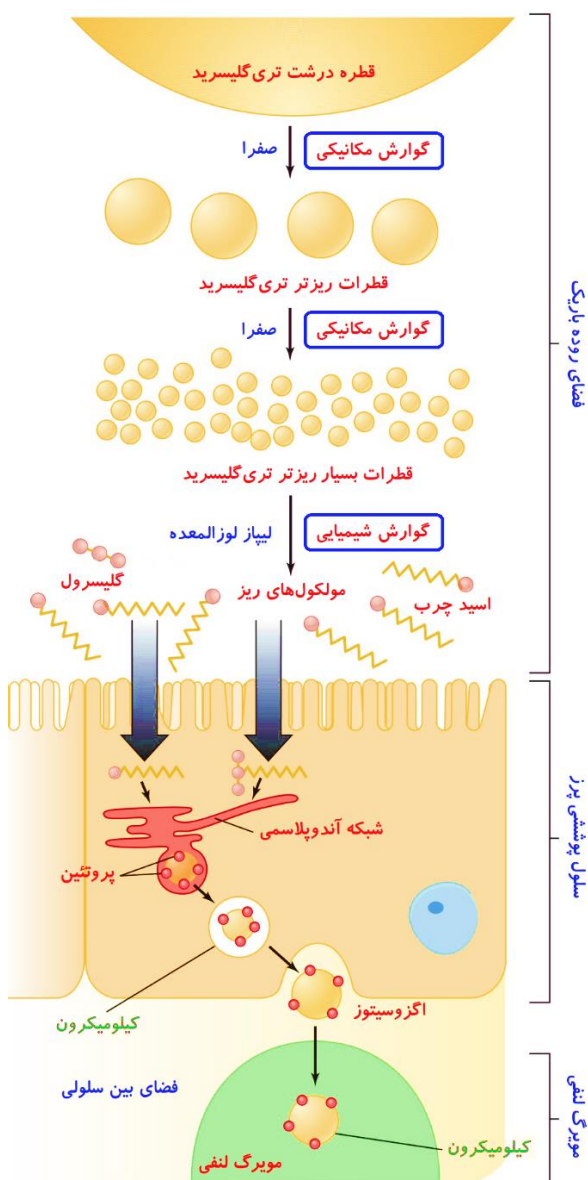


دستگاه گوارش ما آنزیم مورد نیاز برای گوارش همه کربوهیدرات‌ها را نمی‌سازد، مثلاً آنزیم مورد نیاز برای تجزیه سلولز یعنی آنزیم سلولاز را نمی‌سازد. رشته‌های سلولزی موجود در میوه‌ها و سبزیجات به دلیل افزایش حجم مدفوع، فرایند دفع را راحت‌تر نموده و مانع از بروز **یبوست** و **سرطان** روده بزرگ می‌شود.

گوارش پروتئین‌ها: پپسین گوارش پروتئین‌ها را در معده آغاز می‌کند. به عبارت دیگر این آنزیم پروتئین‌ها را **تکه تکه** نموده و به پپتید تبدیل می‌کند. بنابراین گوارش آنها را کامل **نمی‌کند!** در روده باریک در نتیجه فعالیت پروتئازهای **لوزالمعده** و آنزیم‌های **روده باریک**، پروتئین‌ها با واکنش هیدرولیز و مصرف آب! به آمینواسیدها، **تجزیه** می‌شوند.



گوارش تری‌گلیسریدها (چربی‌ها): فراوان‌ترین لیپیدهای رژیم غذایی، تری‌گلیسریدها هستند. آنزیم **لیپاز**، تری‌گلیسریدها را به واحدهای سازنده آن یعنی **گلیسرول** و **اسید چرب** تجزیه می‌کند. **صفرا** و حرکات مخلوط کننده روده باریک موجب ریز شدن چربی‌ها می‌شوند. به عبارت دیگر صفرا در گوارش مکانیکی چربی‌ها نقش دارد! گوارش شیمیایی چربی‌ها، تا حدودی به وسیله لیپاز موجود در معده و بیشتر در اثر فعالیت لیپاز **لوزالمعده** در دوازدهه انجام می‌شود. تری‌گلیسریدها پس از گوارش مکانیکی و شیمیایی به وسیله صفرا و لیپاز به **گلیسرول** و **اسیدهای چرب** تبدیل شده و پس از ورود به سلول‌های پوششی روده باریک ابتدا با واکنش سنتز آبدی **دوباره** تری‌گلیسریدها ساخته شده، سپس این تری‌گلیسریدها به همراه دیگر لیپیدها و پروتئین‌ها، **کیلومیکرون‌ها** را می‌سازند که جذب مویرگ‌های **لنفی** می‌شوند! این مواد از طریق رگ‌های لنفی در نهایت به **غون** می‌ریزند و از راه گردش غون به **کبد** و بافت‌های **چربی** می‌روند. در کبد از آنها لیپوپروتئین (**LDL و HDL**) ساخته می‌شود و تری‌گلیسریدها در بافت‌های چربی ذخیره می‌شوند.



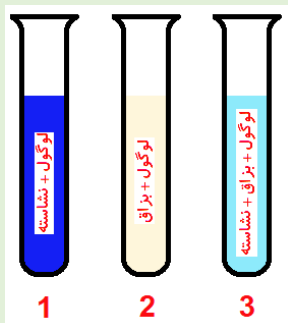
مواد و وسایل لازم: یک گرم نشاسته، محلول لوگول، آب، ۳ لوله آزمایش، جا لوله‌ای، سه ظرف شیشه‌ای با حجم ۱۵۰ و ۵۰ میلی لیتر، دماسنج، شعله گاز آزمایشگاه، توری و سه پایه

نکات مهم

- (۱) آنزیم‌ها برای فعالیت خود به دما و pH مناسب نیاز دارند.
- (۲) مطلوب‌های یددار مانند لوگول که به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شوند، در حضور نشاسته به رنگ آبی تیره درمی‌آیند.
- (۳) درون بزاق آنزیم آمیلاز وجود دارد. این آنزیم نوعی کربوهیدراز است که نشاسته را به مالتوز و پلی‌ساکاریدهای کوتاه تبدیل می‌کند.

روش کار

- ۱- یکی از افراد گروه، دهان خود را دو یا سه مرتبه با آب بشوید و سپس بزاق خود را درون ظرف شیشه‌ای تمیزی بریزد.
- ۲- در یک ظرف شیشه‌ای ۱۵۰ میلی لیتری، یک گرم نشاسته بریزید و به آن ۱۰۰ میلی لیتر آب اضافه کنید.
- ۳- سه لوله آزمایش تمیز بردارید و آنها را شماره گذاری کنید.
- ۴- در لوله آزمایش شماره ۱، دو میلی لیتر از محلول نشاسته و در لوله آزمایش شماره ۲، یک میلی لیتر بزاق بریزید؛ سپس به محتویات هر لوله، یک قطره لوگول بیفزایید.
- ۵- در لوله آزمایش شماره ۳، دو میلی لیتر محلول نشاسته و دو میلی لیتر بزاق و یک قطره لوگول بریزید.
- ۶- هر سه لوله آزمایش را با استفاده از حمام آب گرم، در دمای ۳۷ درجه قرار دهید.
- تغییرات را مشاهده و یادداشت کنید.
- علت تغییراتی را که مشاهده کردید، توضیح دهید.



- + در لوله آزمایش شماره ۱ نشاسته به صورت دست نخورده باقی مانده، بنابراین در حضور محلول لوگول رنگ آبی تیره ایجاد می‌شود.
- + در لوله آزمایش شماره ۲ بزاق در حضور محلول لوگول تغییر رنگ ایجاد نمی‌کند.
- + در لوله آزمایش شماره ۳ نشاسته به وسیله آمیلاز بزاق کمابیش تجزیه شده، بنابراین در حضور لوگول رنگ آبی روشن ایجاد می‌شود.

مواد مغذی برای رسیدن به یاخته‌های بدن باید از دو مسیر عبور کنند:

(۱) از یاخته‌های بافت پوششی لوله گوارش عبور کنند.

(۲) وارد محیط داخلی شوند.

ورود مواد به محیط داخلی بدن، جذب نام دارد. خون، لنف و مایع بین یاخته‌ای محیط داخلی را تشکیل می‌دهند.

بنابراین بر اساس کتاب، ورود مواد به سلول پوششی لوله گوارش جذب متسوپ نمی‌شود! ولی خروج از آن و ورود به محیط داخلی را جذب می‌گویند!

در دهان و معده، جذب اندک است و جذب اصلی در روده باریک انجام می‌شود.

سرنوشت مواد غذایی پس از جذب

مواد غذایی بعد از ورود به مایع بین سلولی یا آب میان بافتی دو سرنوشت خواهند داشت:

(۱) مواد حاصل از گوارش لیپیدها به همراه ویتامین‌های محلول در چربی وارد مویرگ‌های لنفی می‌شوند. مویرگ‌های لنفی در نهایت به مجاری لنفی پپ و راست

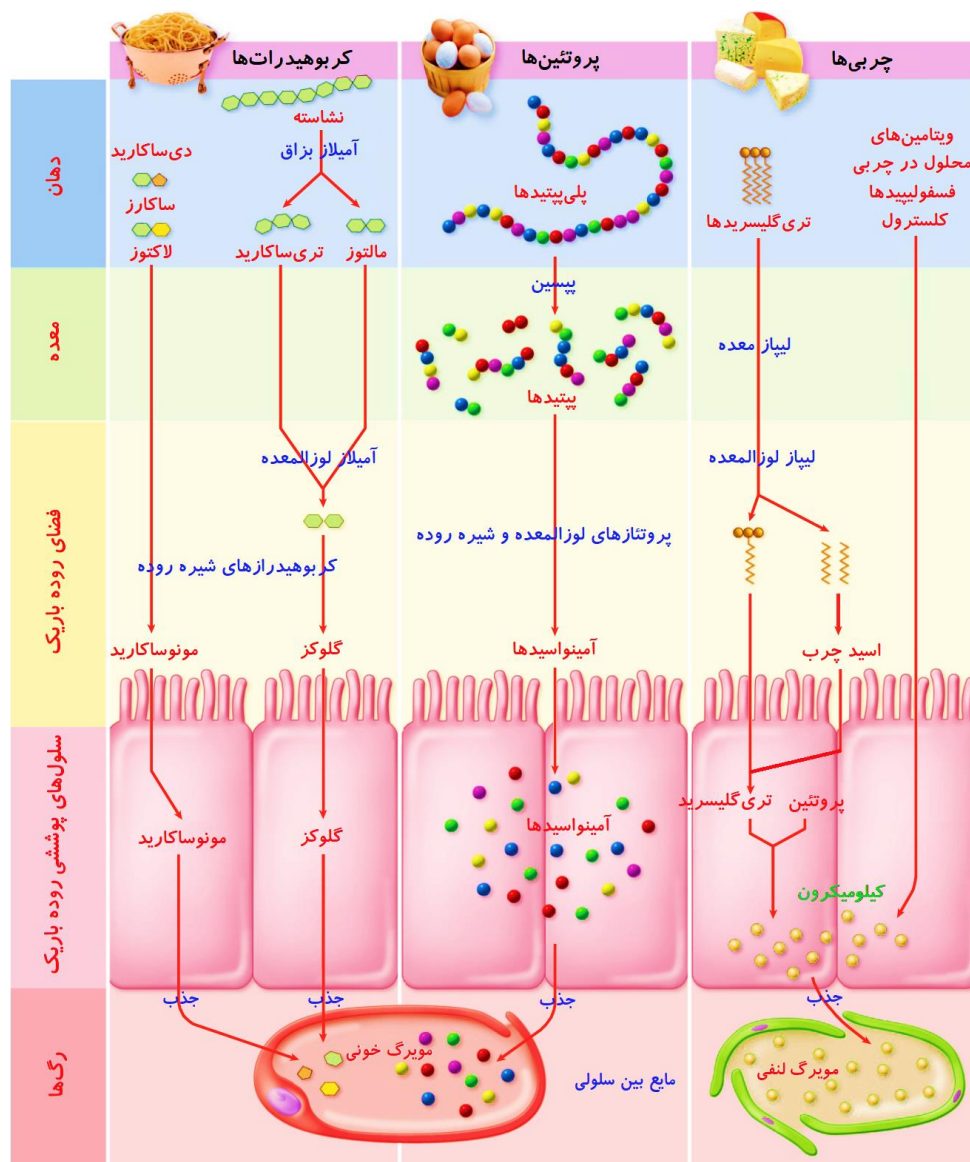
وارد می‌شوند. این مجاری در ناحیه سینه به سیاهرگ‌های زیر قوه‌ای پپ و راست می‌ریزند. بنابراین می‌توان گفت مواد حاصل از گوارش لیپیدها هم در نهایت

وارد خون شده و به همه سلول‌ها از جمله سلول‌های کبد می‌رسند.

(۲) بقیه مواد غذایی وارد مویرگ‌های خونی می‌شوند. این مویرگ‌ها به هم ملحق شده و سیاهرگ باب کبدی را به وجود می‌آورند. این سیاهرگ از زیر کبد وارد این

اندام شده و پس از تشکیل شبکه مویرگی در درون کبد و جدا شدن مقدار مواد غذایی اضافه آن، این مویرگ‌ها به هم ملحق شده در نهایت سیاهرگ فوق

کبدی را می‌سازند. این سیاهرگ در ناحیه شکم به بزرگ سیاهرگ زیرین می‌ریزد.



جذب مواد در روده باریک

پس از گوارش مواد غذایی در فضای روده باریک، مولکول‌های گوناگونی وجود دارند که ابتدا باید از غشای یاخته‌های پوششی دیواره روده بگذرند و به سیتوپلاسم این یاخته‌ها و پس از آن به محیط داخلی وارد شوند.

بنابراین مولکول‌های کوچک ابتدا از دو غشای سلولی یا چهار لایه فسفولیپید مربوط به سلول پوششی روده عبور می‌کنند تا وارد محیط داخلی شوند. بر اساس کتاب، ورود مولکول‌های ریز به محیط داخلی را جذب می‌گویند. بنابراین برای جذب مواد غذایی، این مواد حداقل باید از دو غشای سلولی یا چهار لایه فسفولیپید عبور کنند. پس از ورود مواد غذایی به محیط داخلی، بسته به نوع مولکول‌های جذب شده، این مولکول‌ها ممکن است وارد مویرگ لنفی یا مویرگ لنفی شوند. در این مرحله نیز مواد غذایی باید از دو غشا یا چهار لایه فسفولیپید دیگر که مربوط به سلول‌های سنگ‌فرشی دیواره مویرگ است عبور کنند. در دیواره داخلی روده، سه نوع ساختار باعث افزایش سطح تماس کیموس با ناحیه جذب شده‌اند:

(۱) در این ناحیه چین‌های حلقوی وجود دارند.

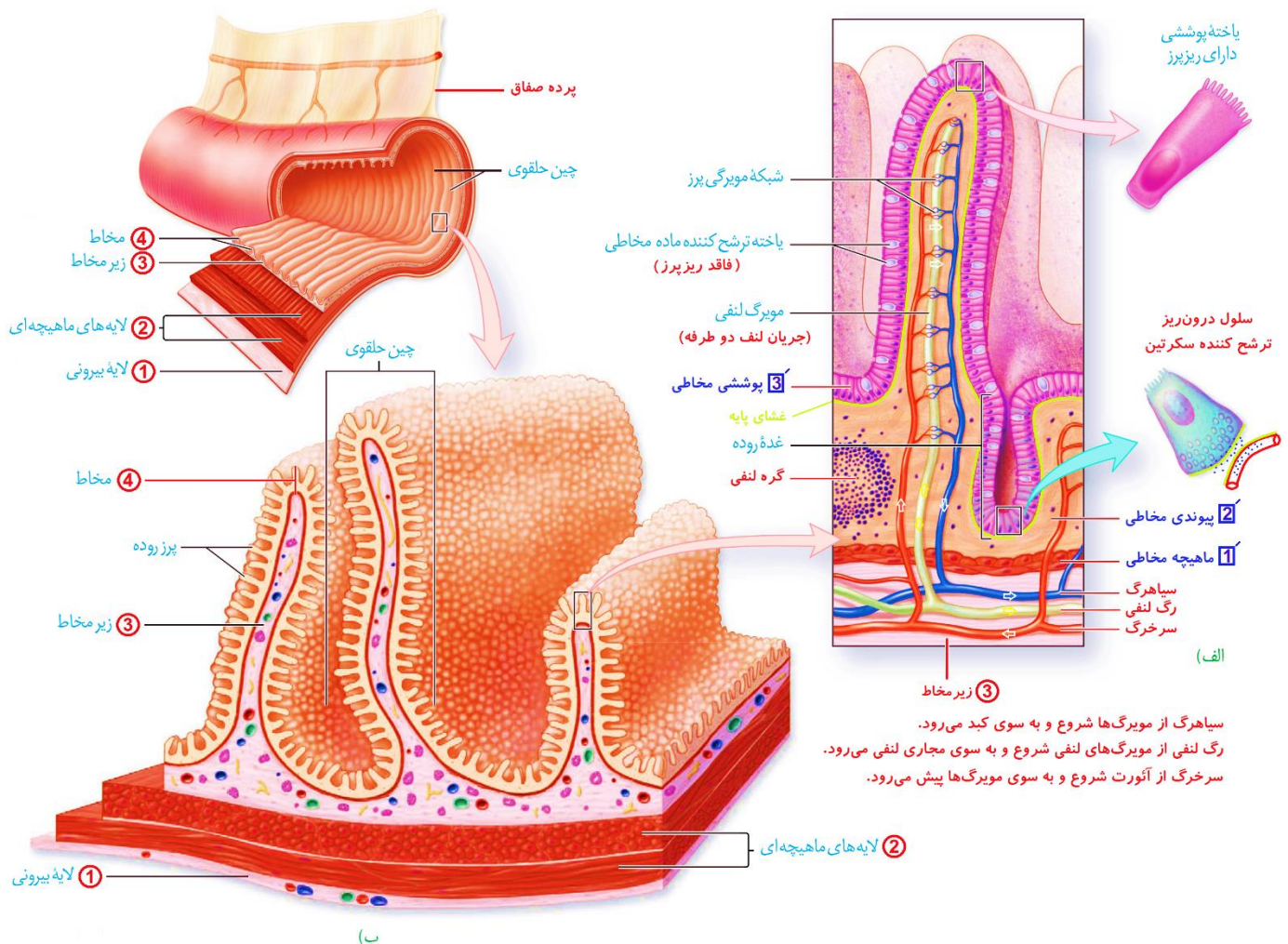
(۲) روی این چین‌ها، پرزهای فراوانی دیده می‌شوند.

(۳) غشای یاخته‌های پوششی روده باریک نیز در سمت فضای روده، چین‌خورده است. به این چین‌های میکروسکوپی، ریزپرز می‌گویند.

مجموعه چین‌ها، پرزها و ریزپرزها سطح داخلی روده باریک را که در تماس با کیموس است چندین برابر افزایش می‌دهند.

در بیماری سلیاک بر اثر پروتئین گلوتن (که در درون واکوئول سلول‌های لایه نازکی آندوسپرم دانه‌های گندم و جو وجود دارد) یاخته‌های روده تخریب می‌شوند و ریزپرزها و حتی پرزها از بین می‌روند.

در نتیجه سطح جذب مواد، کاهش شدیدی پیدا می‌کند و بسیاری از مواد مغذی مورد نیاز بدن جذب نمی‌شوند.



شکل ۱۳- ریزپرز، (الف) پرز و (ب) چین‌های حلقوی

در هر یک از موارد سه گانه فوق، لایه‌های مختلفی از لوله گوارش شرکت می‌کنند.

+ چین حلقوی: از قسمتی از لایه اصلی ۱۲ و همه لایه ۱۴ یعنی قسمتی از زیرمخاط و همه مخاط تشکیل شده است.

+ پرز روده: فقط از لایه‌های ۱۲ و ۱۳ و لایه اصلی ۱۴ یعنی بافت پیوندی مخاطی (آستر مخاطی) و بافت پوششی مخاطی از لایه مخاط تشکیل شده‌اند.

+ ریزپرزها: در ریزپرزها فقط بخشی از سیتوپلاسم و غشای سلولی یکی از ویژه سلول‌های لایه ۱۳ از لایه اصلی ۱۴ یعنی بافت پوششی مخاطی وجود دارد.

پین تلقوی

+ در سافتار پین‌های حلقوی **بنشی** از لایه زیرمناط و **همه** لایه مناط (بنشی از لایه اصلی ۳ و همه لایه ۴) وجود دارند.

پرزهای روده

+ در سافتار پرزها فقط بافت پیوندی مناطی (آستر مناطی) و بافت پوششی مناطی از لایه مناط (لایه‌های ۲ و ۳ از لایه اصلی ۴) وجود دارد. هم‌پنین در سافتار پرزهای روده دو نوع سلول یافت می‌شود:

(۱) سلول‌های اصلی که استوانه‌ای ریزپرزار با هسته قاعده‌ای هستند و کار آنها جذب مواد غذایی است.

(۲) سلول‌های ترشح کننده ماده مناطی که به تعداد کم در مجاورت سلول‌های اصلی قرار داشته و هسته آنها نیز در قاعده است.

ریزپرزهای روده

+ در سافتار ریزپرزها فقط **بنشی** از سیتوپلاسم و غشای سلولی **یکی** از وجوه سلول‌های بافت پوششی مناطی (لایه ۳ از لایه اصلی ۴) وجود دارد.

غده‌های روده

+ در سافتار غده‌های روده سه نوع سلول یافت می‌شود:

(۱) سلول‌های استوانه‌ای ریزپرزار با هسته قاعده‌ای هستند و کار آنها جذب مواد غذایی است!

(۲) سلول‌های ترشح کننده ماده مناطی که به تعداد کم در مجاورت سلول‌های استوانه‌ای قرار داشته و هسته آنها نیز در قاعده است.

(۳) سلول‌های ترشح کننده هورمون سکرتین که بر خلاف سلول‌های دیگر، ترشحات خود را پس از عبور از غشای پایه به مایع بین سلولی و خون می‌ریزند.

+ جذب مواد مختلف: مواد گوناگون به **روش‌های متفاوتی** مانند انتشار، انتشار تسهیل شده، اسمز، انتقال فعال، آندوسیتوز و اکزوسیتوز که در فصل قبل خواندید، از یاخته‌های پوششی هر پرز عبور می‌کنند و ابتدا به **شبکه مویرگی** درون پرز و سپس به **جریان خون** وارد می‌شوند.

+ جذب پربی‌ها و لیپیدها: همان طور که در شکل ۱۳ الف می‌بینید، در هر پرز، **مویرگ بسته لنفی** نیز وجود دارد. لنف از **آب و ترکیبات دیگر** تشکیل شده و در رگ‌های لنفی جریان دارد.

مولکول‌های حاصل از گوارش **لیپیدها** یعنی گلیسرول و اسیدهای چرب، به همراه کلسترول و ویتامین‌های محلول در چربی! ابتدا وارد سلول‌های پوششی پرز شده و درون شبکه آندوپلاسمی صاف این سلول‌ها، با **روشن سنتز آبدی** دوباره تری‌گلیسیریدها ساخته می‌شوند. در ادامه این مواد به **مویرگ لنفی** و سپس به **خون** وارد می‌شوند (در فصل دستگاه گردش مواد در بدن، با ساختار مویرگ خونی و لنفی بیشتر آشنا می‌شوید).

x **سرنوشت نهایی چربی‌ها:** با توجه به گردش لنف در بدن، ابتدا **موتوئیت مویرگ‌های لنفی** به **رگ‌های لنفی** و سپس به **مباری لنفی** پپ و راست وارد می‌شوند.

این مباری در ناحیه **سینه** به **سیاهرگ‌های زیرترقوه‌ای** پپ و راست وارد می‌شوند. این سیاهرگ‌ها هم در نهایت به **بزرگ سیاهرگ زیرین** وصل می‌شوند. بنابراین **موتوئیت رگ‌های لنفی** پس از **دو بار** عبور از قلب و **یک بار** عبور از شش به بافت‌ها و اندام‌های دیگر مانند کبد و بافت چربی می‌روند!

این مولکول‌ها در **کبد** یا **بافت چربی** ذخیره می‌شوند. در کبد از این **لیپیدها**، مولکول‌های **لیپوپروتئین** (ترکیب **لیپید** و **پروتئین**) ساخته می‌شود.

گروهی از لیپوپروتئین‌ها **کلسترول** زیادی دارند و به آنها **لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL)** می‌گویند. در گروهی دیگر، **پروتئین** از کلسترول بیشتر است که

لیپوپروتئین پرچگال (HDL) نام دارند. زیاد بودن لیپوپروتئین پرچگال نسبت به کم‌چگال، احتمال **رسوب کلسترول** در دیواره سرخرگ‌ها را **کاهش** می‌دهد. چاقی، کم‌تحركی و مصرف بیش از حد کلسترول، میزان لیپوپروتئین‌های کم‌چگال را **افزایش** می‌دهد.

مسیر حرکت مواد حاصل از گوارش لیپیدها: می‌توان مسیر حرکت لیپیدها را به صورت زیر در نظر گرفت.

گلیسرول + اسیدهای چرب + کلسترول + ویتامین‌های محلول در چربی → سلول‌های پوششی پرز روده → سنتز مجدد تری‌گلیسیریدها → ورود به مایع بین سلولی → ورود به مویرگ‌های لنفی → رگ‌های لنفی → مباری لنفی پپ و راست → سیاهرگ‌های زیرترقوه‌ای پپ و راست → بزرگ سیاهرگ زیرین → دهلیز راست → بطن راست → سرفرگ ششی → مویرگ‌های شش‌ها → سیاهرگ‌های ششی → دهلیز پپ → بطن پپ → سرفرگ آئورت → اندام‌های مختلف از جمله کبد و بافت چربی → ساخته شدن لیپوپروتئین‌ها (LDL و HDL) در کبد

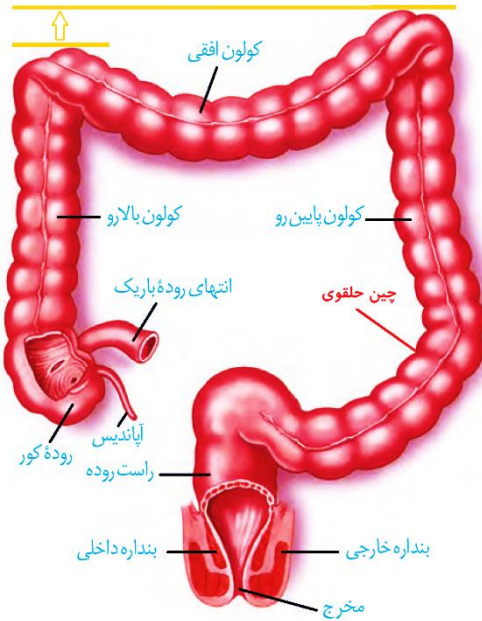
فعالیت

یک **برگه آزمایش** خون را که مواد موجود خون در آن ثبت شده است، بررسی کنید. **میزان طبیعی** لیپوپروتئین پرچگال (HDL)،

لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL) نسبت HDL/LDL و **تری‌گلیسرید** در خون چقدر است؟ در افراد بالای ۱۸ سال به صورت زیر است:

- کلسترول کل:	مطلوب: کمتر از ۲۰۰ mg/dL	متوسط: ۲۰۰-۲۳۹ mg/dL	بالا: بیشتر یا مساوی ۲۴۰ mg/dL
- لیپوپروتئین HDL:	مردان: بیشتر از ۴۰ mg/dL	زنان: بیشتر از ۵۰ mg/dL	کودکان: بیشتر از ۴۵ mg/dL
- لیپوپروتئین LDL:	مطلوب: کمتر از ۱۰۰ mg/dL	متوسط: ۱۰۰-۱۵۹ mg/dL	بالا: ۱۶۰-۱۹۰ mg/dL
- تری‌گلیسرید:	مطلوب: کمتر از ۱۵۰ mg/dL	متوسط: ۱۵۰-۱۹۹ mg/dL	بالا: ۲۰۰-۲۴۹ mg/dL

روده بزرگ و دفع



ابتدای روده بزرگ **روده کور** نام دارد که به **آپاندیس** ختم می‌شود. **ادامه** روده بزرگ از کولون بالا، **کولون افقی** و **کولون پایین رو**، تشکیل شده است. **روده بزرگ** **پین** دارد اما **پرز** ندارد و یاخته‌های پوششی مخاط آن، **ماده مخاطی** (موسین + آب) ترشح می‌کنند ولی **آنزیم گوارشی** ترشح نمی‌کنند. نکته مهم این که ماده مخاطی آنزیم **لیزوزیم** دارد. **بعد از** روده بزرگ، **راست روده** قرار دارد (شکل ۱۴). در انتهای راست روده، **بنداره‌های داخلی** (ماهیچه صاف غیر ارادی) و **خارجی** (ماهیچه مخطط ارادی) قرار دارند (شکل ۱۴).

مواد جذب نشده و گوارش نیافته مانند سلولز، یاخته‌های مرده و باقی‌مانده شیرهای گوارشی، وارد روده بزرگ می‌شوند. روده بزرگ، **آب** و **یون‌ها** را جذب می‌کند؛ در نتیجه، مدفوع به شکل **جامد** در می‌آید. **حرکات کرمی** روده بزرگ، **آهسته** انجام می‌شوند. مدفوع از کولون پایین رو به **راست روده** وارد شده و با تحریک گیرنده‌های دیواره آن، **سازوکار** دفع مدفوع به راه افتاده، **اسفنکتر داخلی** تحت تأثیر دستور حرکتی **تغ**، به صورت غیر ارادی باز شده و سرانجام با باز نمودن اسفنکتر خارجی تحت فرمان **قشر مخ**، دفع به صورت **ارادی** انجام می‌شود.

شکل ۱۴- بخش‌های انتهایی لوله گوارش

نکاتی در مورد روده بزرگ

- ۱) روده کور کوچک‌ترین بخش روده بزرگ است که بر خلاف بخش‌های دیگر لوله گوارش حرکت مواد در آن **همواره دو طرفه** است!
- ۲) آپاندیس اگرچه ساختاری مشابه لوله گوارش دارد، ولی جز اندام‌های **لنفی** و دستگاه لنفی محسوب می‌شود!
- ۳) کولون بالا **کوتاه‌ترین** و کولون پایین **رو** **طولانی‌ترین** بخش کولون محسوب می‌شوند.
- ۴) به علت موقعیت قرار گرفتن کبد در سمت راست صفره شکمی، ابتدای کولون افقی نسبت به انتهای آن در ارتفاع **پائین‌تری** قرار دارد!
- ۵) روده بزرگ، چین‌خوردگی‌های **طلقوی** بزرگ و مشخص دارد که بر خلاف دیگر بخش‌های لوله گوارش، **تنی** لایه‌های ماهیچه‌ای و بیرونی را هم در برگرفته‌اند.
- ۶) لازم به ذکر است، لایه مخاطی روده بزرگ مانند دیگر لایه‌های مخاطی بدن، ماده مخاطی حاوی آنزیم **لیزوزیم** ترشح می‌کند!
- ۷) با توجه به متن کتاب درسی، **راست روده** بخشی از روده بزرگ به حساب نمی‌آید!
- ۸) با توجه به متن کتاب درسی، می‌توان گفت که **اسفنکتر داخلی** بخشی از راست روده است.
- ۹) با توجه به متن کتاب درسی، **اسفنکتر خارجی** را می‌توان هم جزء راست روده و هم جزء **مخرج** به حساب آورد!

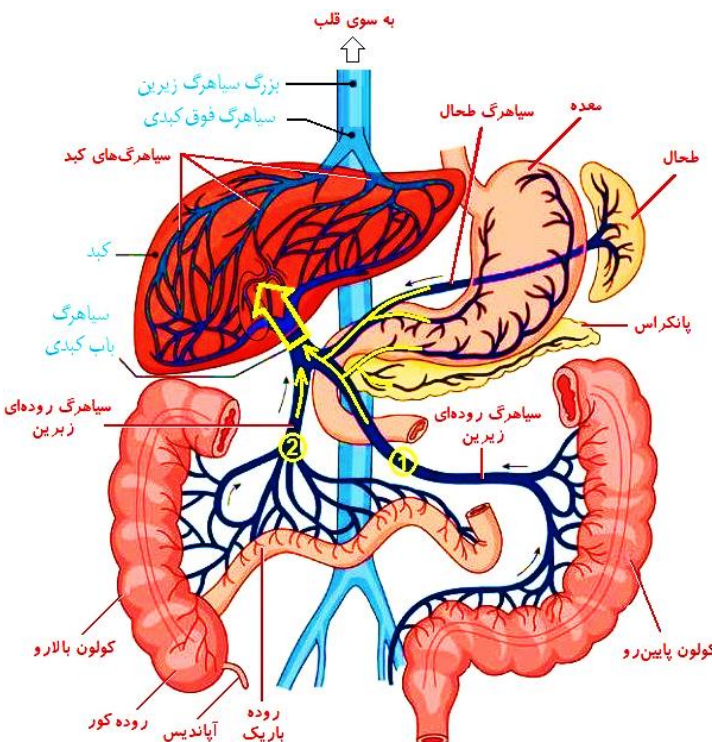
گردش خون دستگاه گوارش

خون بخش‌هایی از **بدن** مانند خون بخش **اعظمی** از لوله گوارش و اندام‌های دیگر به طور **مستقیم** به قلب **بر نمی‌گردد**؛ بلکه از راه **سیاهرگ باب**، ابتدا به **کبد** و سپس از راه سیاهرگ‌های دیگر مانند **سیاهرگ فوق کبدی** و **بزرگ سیاهرگ زیرین** به قلب می‌رود (شکل ۱۵). پس از خوردن غذا، تحت تأثیر **اعصاب پاراسمپاتیک** میزان جریان خون دستگاه گوارش **افزایش** می‌یابد تا نیاز آن برای فعالیت بیشتر **تأمین** شود و مواد مغذی جذب شده، به **کبد** منتقل شوند. در کبد، از مواد جذب شده، مانند **گلوکز** و آمینواسیدها با واکنش‌های سنتز **آبدهی**، **گلیکوزن** و **پروتئین‌هایی** مانند **آلبومین**، **پروترومبین**، **فیبرینوژن**، **لیپوپروتئین** و ... ساخته می‌شود و موادی مانند آهن و برخی **ویتامین‌ها** نیز در آن ذخیره می‌شوند.

شکل ۱۵- سیاهرگ باب و فوق کبدی

نکاتی در مورد گردش خون دستگاه گوارش

- ۱) خون همه بخش‌های لوله گوارش به سیاهرگ باب می‌رود **نمی‌شود**. به عنوان مثال، خون دهان، طلق و مری مستقیماً به قلب بر می‌گردد.



- (۲) خون وارد شده به سپاهرک باب، فقط از بخش‌های دستگاه گوارش **نیامده** است. مثلاً خون **طحال** و **آپاندیس** از اندام‌های لنفی **هم** وارد این سپاهرک می‌شود! + بر اساس شکل کتاب سپاهرک باب از **دو شافه** سپاهرگی خون دریافت می‌کند:
- x شافه **بالایی**: خون بخش بالایی معده به همراه خون طحال، خون بخش پائینی معده به همراه خون لوزالمعده و خون کولون پائین‌رو هر کدام یک سپاهرک تشکیل داده و شافه بالایی وارد شده به سپاهرک باب را تشکیل می‌دهند.
- x شافه **پایینی**: خون بخش انتهایی روده باریک به همراه خون آپاندیس، روده کور و کولون بالارو هم شافه پائینی سپاهرک باب را تشکیل می‌دهند.
- (۳) سپاهرک باب پس از ورود به بخش زیرین از **لوب بزرگ** کبد ابتدا دو شافه شده و انشعابات آن در کبد پخش می‌شوند. این انشعابات **بخشی** از مویرگ‌های کبدی را تشکیل می‌دهند! **بخش دیگر** مویرگ‌های کبدی به وسیله **سرنگ ورودی** به کبد به وجود می‌آیند!
- (۴) مویرگ‌های درون کبد پس از تبادل مواد با سلول‌های کبدی، به یکدیگر ملحق شده و در نهایت **دو سپاهرک** به وجود می‌آورند. این دو سپاهرک در بالای **لوب کوچک** و **خارج** از کبد به هم متصل شده و سپاهرک کوتاهی به نام سپاهرک **فوق کبدی** می‌سازند که خون درون آن بلافاصله به **بزرگ سپاهرک زیرین** می‌ریزد.
- (۵) سپاهرک باب کبدی نسبتاً **طویل** و با کبد ارتباط مستقیم دارد. در حالی‌که سپاهرک فوق کبدی **بسیار کوتاه** بوده و به طور مستقیم با کبد ارتباط ندارد.
- (۶) ترکیب مواد موجود در سپاهرک باب و فوق کبدی متفاوت است:
- + **گازهای تنفسی**: مقدار اکسیژن در سپاهرک باب به مراتب **بیشتر** از سپاهرک فوق کبدی است، در حالی‌که مقدار کربن دی‌اکسید **برعکس** است.
- + **مواد غذایی**: بعد از خوردن غذا، مقدار مواد غذایی مانند گلوکز و آمینواسیدها در سپاهرک باب به مراتب **بیشتر** از سپاهرک فوق کبدی است.
- + **مواد دفعی نیترژن دار**: از آنجا که در کبد آمونیاک به اوره تبدیل می‌شود، پس در سپاهرک باب نسبت به سپاهرک فوق کبدی مقدار آمونیاک **بیشتر** است ولی در سپاهرک فوق مقدار اوره **بیشتر** از سپاهرک باب است.
- نکته مهم**: اوره یک ماده **آلی** است که سلول‌های کبد با ترکیب کربن دی‌اکسید و آمونیاک آن را می‌سازند. میزان سمیت اوره از آمونیاک **بسیار کمتر** است. اوره به وسیله کلیه‌ها از خون جدا شده و همراه با ادرار دفع می‌شود.
- نکته دیگر**: با توجه به فرایند ساقته شدن اوره در کبد، می‌توان گفت در جانوران هم مانند گیاهان با مصرف کربن دی‌اکسید ماده آلی ساقته می‌شود!!!ⓈⓈⓈ

تنظیم فرایندهای گوارشی

دستگاه گوارش یک مرحله **خاموشی نسبی** (فاصله بین خوردن وعده‌های غذایی) و یک مرحله **فعالیت شدید** (بعد از ورود غذا) دارد. بنابراین می‌توان گفت که این دستگاه **همواره فعال** است! این دستگاه باید به ورود غذا پاسخ مناسبی بدهد؛ یعنی شیره‌های گوارشی به **موقع** و به **اندازه کافی** ترشح و حرکات لوله گوارش به **موقع** انجام شوند تا غذا را با شیره‌ها مخلوط کند و در طول لوله با **سرعت مناسب** حرکت دهد. فعالیت **بخش‌های دیگر** بدن از جمله گردش خون نیز باید با فعالیت دستگاه گوارش **هماهنگ** باشد.

فعالیت دستگاه گوارش را مانند بخش‌های دیگر بدن، **دستگاه‌های عصبی و هورمونی** تنظیم می‌کنند.

تنظیم عصبی

+ دستگاه عصبی خودمختار: تنظیم عصبی دستگاه گوارش را بخشی از دستگاه عصبی به نام **دستگاه عصبی خودمختار** انجام می‌دهد.

این دستگاه دارای **دو بخش سمپاتیک و پاراسمپاتیک** است که همواره یکی از آنها **فعال** است. بخش سمپاتیک به هنگام فعالیت بدنی و بخش پاراسمپاتیک به هنگام استراحت نقش ایفا می‌کنند. فعالیت این دستگاه، **ناخودآگاه** است؛ مثلاً وقتی به غذا **فکر** (مغ در شکل مقابل!) می‌کنیم، بزاق **ترشح** می‌شود. با فعالیت دستگاه عصبی خودمختار، پیام عصبی **حرکتی** پاراسمپاتیک به غده‌های بزاقی می‌رسد و بزاق ترشح می‌شود.

دیدن غذا (پشم در شکل مقابل!) و **بوی آن** (بینی در شکل مقابل!) نیز باعث **افزایش** ترشح بزاق می‌شوند.

x مرکز ترشح بزاق در پل مغزی واقع در ساقه مغز است. این مرکز پیام‌های حسی را از **مغ، چشم‌ها و بینی** دریافت نموده و با ارسال پیام‌های حرکتی پاراسمپاتیک به غدد بزاقی، سبب ترشح بزاق می‌شود!

انجام فعالیت‌های گوارشی با فعالیت‌های **بخش‌های دیگر** بدن نیز باید **هماهنگ** شود. مثلاً هنگام بلع و عبور غذا از حلق، **مرکز بلع در بصل النخاع**، فعالیت **مرکز اصلی تنفس** واقع در بصل النخاع را که در **نزدیک** آن قرار دارد، **مهار** می‌کند؛ در نتیجه، نای به وسیله اپی‌گلوت **بسته** و تنفس برای زمانی کوتاه، **متوقف** می‌شود.

نکاتی در مورد مراکز تنفس: تنفس دارای **دو مرکز** است.

(۱) **بصل النخاع**: مرکز اصلی تنفس در بصل النخاع واقع شده است. این مرکز با ارسال پیام‌ها به ماهیچه دیافراگم و بین دنده‌ای خارجی سبب انقباض و انقباض می‌شود.

+ مرکز اصلی تنفس با دستور گرفتن از مرکز بلع واقع در بصل النخاع باعث **متوقف** شدن تنفس در زمان بلع می‌شود.

(۲) **پل مغزی:** مرکز دیگر تنفس در پل مغزی واقع شده است. (این مرکز با تأثیر بر روی بصل النفاذ دم را متوقف و مدت زمان دم را مشخص می‌کند.

+ عمل بازدم بدون نیاز به پیام عصبی و بر اثر استراحت ماهیچه‌های دمی اتفاق می‌افتد.

+ شبکه سلول‌های عصبی: همان طور که در ساختار لوله گوارش دیدیم، در دیواره این لوله (از اواسط مری تا اواخر مخرج که ماهیچه صاف وجود دارد) شبکه‌های

یاخته‌های عصبی وجود دارند (شکل ۱۶). این شبکه‌ها **تحرك** و **ترشح** را در لوله گوارش، **تنظیم** می‌کنند.

شبکه‌های عصبی **روده‌ای (فقط)** می‌توانند **مستقل** از دستگاه عصبی خودمختار، فعالیت کنند. اما دستگاه عصبی خود مختار با آنها **ارتباط** دارد و

بر عملکرد آنها **تأثیر** می‌گذارد. در واقع اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک به ترتیب فعالیت آنها را کاهش و افزایش می‌دهد!

شکل ۱۶. شبکه‌های یاخته‌های عصبی لوله گوارش در زیر مخاط و لایه ماهیچه‌ای

(۱) شبکه‌های سلول‌های عصبی فقط در محل‌هایی از لوله گوارش که ماهیچه‌های صاف وجود دارند یعنی از اواسط مری

تا اواخر مخرج یافت می‌شوند.

(۲) دو شبکه سلول‌های عصبی در دو محل از لوله گوارش وجود دارد:

+ شبکه اول: در بین لایه‌های ماهیچه‌ای واقع شده است و با انقباض ماهیچه‌های طولی، حلقوی (و مورب) باعث

انقباض حرکات کرمی و قطعه‌قطعه کننده می‌شود.

+ شبکه دوم: در درون زیرمخاط واقع شده است و دو عمل انجام می‌دهد:

x با انقباض ماهیچه‌های مخاطی باعث حرکت پرزهای روده باریک می‌شود.

x با تأثیر بر روی سلول‌های ترششی لوله گوارش باعث ترشح شیرهای گوارشی و هورمون‌ها می‌شود.

تنظیم هورمونی

در بخش‌های مختلف معده و روده، یاخته‌هایی درون‌ریز وجود دارند که **هورمون‌های متنوعی** می‌سازند. این هورمون‌ها پس از اگزوسیتوز و گذشتن از غشای

پایه و مایع بین سلولی به **خون** می‌ریزند و همراه با دستگاه عصبی، فعالیت‌های دستگاه گوارش را **تنظیم** می‌کنند. **گاسترین** و **سکرتین** از جمله این

هورمون‌ها هستند.

+ هورمون گاسترین: گاسترین از معده ترشح و باعث افزایش ترشح اسید معده و پپسینوژن می‌شود.

+ هورمون سکرتین: سکرتین، از دوازدهه به خون ترشح می‌شود و با اثر بر لوزالمعده موجب می‌شود ترشح بیکربنات افزایش یابد.

نکاتی در مورد هورمون‌های مهم دستگاه گوارش: این هورمون‌ها از سلول‌های پراکنده درون‌ریز واقع در درون غدد برون‌ریز به درون خون ترشح می‌شوند.

(۱) هورمون گاسترین

+ اندام تولید: معده ← سلول‌های پراکنده درون‌ریز واقع در درون غدد برون‌ریز مجاور پیلور

+ اندام هدف: معده ← سلول‌های اصلی ترشح کننده پپسینوژن و سلول‌های کناری ترشح کننده اسید واقع در غدد برون‌ریز معده

+ نحوه عمل: افزایش ترشح پپسینوژن و افزایش ترشح اسید معده

+ نتیجه عمل: کاهش بیشتر pH معده

x افزایش مقدار پپسینوژن به طور مستقیم

x افزایش مقدار پپسین به طور غیر مستقیم

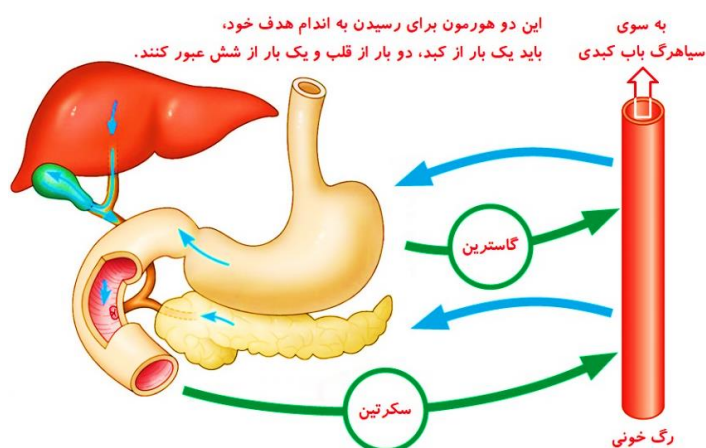
(۲) هورمون سکرتین

+ اندام تولید: دوازدهه ← سلول‌های پراکنده درون‌ریز واقع در درون غدد برون‌ریز دوازدهه یا ابتدای روده باریک

+ اندام هدف: لوزالمعده یا پانکراس ← سلول‌های ترشح کننده بیکربنات واقع در غدد برون‌ریز لوزالمعده

+ نحوه عمل: افزایش ترشح بیکربنات از لوزالمعده

+ نتیجه عمل: افزایش بیشتر pH دوازدهه و روده باریک



وزن مناسب

چاقی و لاغری هر دو سبب ایجاد وزن غیر طبیعی می‌شوند:

(الف) چاقی: از دلایل چاقی در جوامع امروزی، موارد زیر را می‌توان نام برد:

(۱) استفاده از غذاهای پرانرژی (غذاهای پرچرب و شیرین)

(۲) عوامل روانی مانند غذا خوردن برای رهایی از تنش

(۳) شیوه زندگی کم‌تحرک است.

(۴) البته چاقی در برخی از افراد به ژن‌ها مربوط است.

چاقی، سلامت فرد را به خطر می‌اندازد و احتمال ابتلا به بیماری‌هایی مانند بیماری‌های زیر را افزایش می‌دهد:

- دیابت نوع ۲

- انواعی از سرطان

- تنگ شدن سرخرگ‌ها

- سکته قلبی

- سکته مغزی

(ب) لاغری: از سوی دیگر، افرادی که کمتر از نیاز غذا می‌خورند و در نتیجه، لاغر می‌شوند؛ به علت کاهش دریافت مواد مغذی دچار مشکلاتی مانند

موارد زیر می‌شوند:

(۱) کم‌خونی

(۲) کاهش استحکام و تراکم استخوان‌ها

تبلیغات و فشار اجتماعی در تمایل افراد به کاهش وزن بیش از حد نقش دارد.

(ج) وزن مناسب: برای تعیین وزن مناسب، از شاخص توده بدنی استفاده می‌کنند. این شاخص از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

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

- اگر شاخص توده بدنی کمتر از ۱۹ باشد، نشان دهنده کمبود وزن است.

- اگر شاخص توده بدنی بیشتر از ۳۰ باشد، به معنی افزایش وزن یا چاقی است.

- اگر این شاخص بین ۱۹ تا ۲۵ باشد، نشان دهنده وزن مناسب است.

- اگر شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۳۰ به معنی داشتن وزن اضافه است.

تعیین وزن مناسب بر اساس شاخص توده بدنی برای افراد بیشتر از بیست سال است. از آنجا که افراد کمتر از بیست سال در سن رشد قرار دارند، برای بررسی مناسب بودن وزن این افراد، شاخص توده بدنی آنها را با افراد هم سن و هم جنس، مقایسه می‌کنند. البته وزن هر فرد به تراکم استخوان، مقدار بافت ماهیچه و چربی بدن او بستگی دارد. بنابراین فقط افراد متخصص می‌توانند درباره مناسب بودن وزن فرد، قضاوت کنند.

فعالیت

ذخیره بیش از اندازه چربی (تری‌گلیسرید) در کبد موجب بیماری «کبد چرب» می‌شود. چگونه می‌توان از این بیماری پیشگیری کرد؟

در این باره اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به کلاس ارائه دهید. کبد چرب زمانی رخ می‌دهد که چربی زیادی در بدن تولید شود و یا مصرف چربی به اندازه کافی صورت نگیرد. چربی اضافی در سلول‌های کبدی ذخیره شده و در آن‌ها تجمع می‌یابد و باعث بیماری کبد چرب می‌شود.

در این گفتار بیشتر به روش‌های گوارش شیمیایی (برون سلولی و درون سلولی) و تا حدودی گوارش مکانیکی در جانداران می‌پردازیم. سازوکارهای گوارشی در جانداران شامل موارد زیر است:

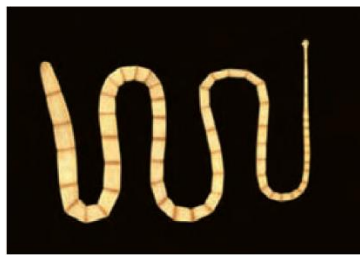
(الف) **جاندارانی بدون سازوکار گوارشی:** برخی از آنها تک‌سلولی و برخی نیز پرسلولی هستند. برخی انگل و برخی نیز آزادی هستند.

(۱) **تک‌سلولی‌ها:** مواد آماده و گوارش یافته را از سطح سلول جذب می‌کنند.

(۲) **پرسلولی‌ها:** مواد آماده و گوارش یافته را از سطح بدن جذب می‌کنند.

(۳) **انگل‌ها:** یا در دستگاه گوارش جانور میزبان و یا در درون مایعات بدن آن مانند خون و مایع بین سلولی زندگی می‌کنند.

(۴) **آزادی‌ها:** به صورت آزاد و مستقل بوده و در آب دریا زندگی می‌کنند.

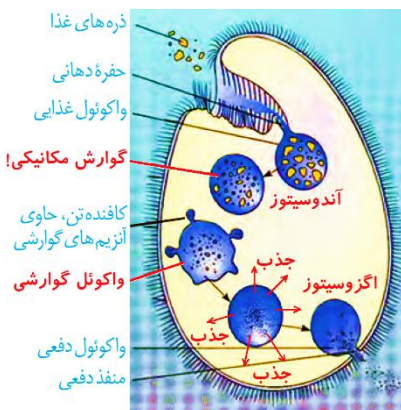


همان‌طور که گفته شد، برخی جانداران، مواد مغذی را از سطح یاخته یا سطح بدن و به طور مستقیم از محیط، دریافت می‌کنند. این محیط، در آزادی‌ها آب دریا، و در انگل‌ها دستگاه گوارش یا مایعات بدن جانوران میزبان است. کرم کدو که فاقد دهان و دستگاه گوارش است، مواد مغذی را از سطح بدن جذب می‌کند (شکل ۱۷). کرم کدو فاقد دستگاه تنفسی است و مبادله گازها از سطح بدن انجام می‌شود. از نظر تولیدمثل هم هرمافروdit یا دوتنسی است.

شکل ۱۷- کرم کدو

(ب) **جاندارانی دارای سازوکارهای گوارشی:** شامل واکوئول گوارشی در تک‌سلولی‌ها و برخی از سلول‌های پرسلولی‌ها، صفره گوارشی و لوله گوارش در پرسلولی‌ها و واکوئول گوارشی: همه این جانداران تک‌سلولی بوده و جز آغازیان محسوب می‌شوند. البته برخی از پرسلولی‌ها دارای سلول‌هایی هستند که واکوئول گوارشی

در آنها وجود دارد. مانند برخی از سلول‌های هیدر، فاکوسیت‌های موجود در بدن جانوران و ...

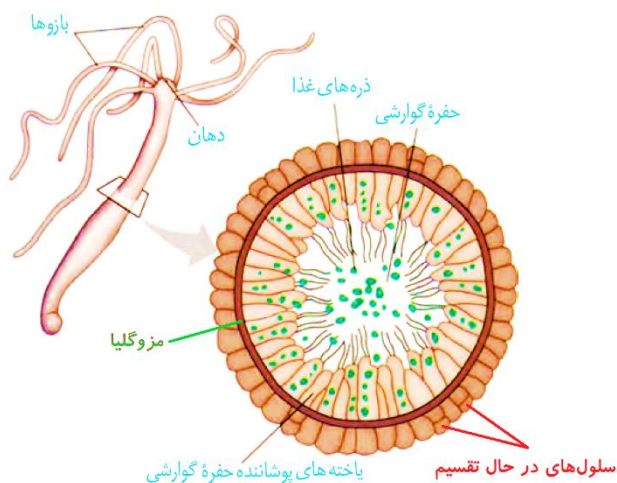


پارامسی از آغازیان تک‌سلولی است و با حرکت مژک‌ها غذا را از محیط به حفره دهانی منتقل می‌کند. در انتهای حفره، کیسه‌ای غشایی به نام واکوئول غذایی تشکیل می‌شود. واکوئول غذایی درون سیتوپلاسم حرکت می‌کند. در ضمن گوارش مکانیکی؟! کافنده تن (لیزوزوم) به واکوئول می‌پیوندد و آنزیم‌های خود را به درون آن آزاد می‌کند. در نتیجه، واکوئول گوارشی تشکیل می‌شود. مواد گوارش یافته از این واکوئول خارج شده و وارد سیتوپلاسم می‌شوند و مواد گوارش نیافته در آن باقی می‌مانند. به این واکوئول، واکوئول دفعی می‌گویند. محتویات این واکوئول از راه منفذ دفعی یاخته خارج می‌شود (شکل ۱۸).

شکل ۱۸- گوارش درون یاخته‌ای در پارامسی از آغازیان. مواد درون واکوئول غذایی قبل از گوارش شیمیایی ریزتر شده‌اند! (۱۸)

نکاتی در مورد واکوئول گوارشی پارامسی

- (۱) در تمام سطح سلول پارامسی به جزء صفره دهانی و منفذ دفعی مژک وجود دارد.
- (۲) صفره دهانی و منفذ دفعی محل ثابتی در سطح سلول پارامسی اشغال کرده‌اند.
- (۳) قبل از صفره دهانی یک فرورفتگی بزرگ غشایی و مژک‌دار وجود دارد.
- (۴) مژک‌های سطح غشای سلولی علاوه بر حرکت سلول، سبب حرکت مواد غذایی به سمت صفره دهانی نیز می‌شود.
- (۵) با توجه به شکل! به نظر می‌رسد، قبل از اتصال لیزوزوم‌ها و تشکیل واکوئول گوارشی، گوارش مکانیکی هم اتفاق می‌افتد! (۱۸)
- (۶) بر اساس شکل، هر واکوئول غذایی با چندین لیزوزوم ادغام می‌شود.
- (۷) از لحاظ اندازه، لیزوزوم‌ها بسیار کوچک‌تر از واکوئول‌ها هستند.
- (۸) واکوئول گوارشی دارای سه نوع ماده است:
 - + آنزیم‌های هیدرولیز کننده که از طریق لیزوزوم ادغام شده، آمده‌اند.
 - + مونومرهای حاصل از هیدرولیز مواد غذایی توسط آنزیم‌ها که می‌بایست از واکوئول خارج و به سیتوپلاسم وارد شوند.
 - + مواد زائد و غیر قابل گوارش که می‌بایست با فرایند اگزوسیتوز و از طریق منفذ دفعی دفع شوند.
- (۹) پارامسی مانند همه تک‌سلولی‌ها به طور مستقیم گازهای تنفسی را با محیط اطراف خود مبادله می‌کند.



حفره گوارشی: گوارش در جانوری مانند هیدر در کیسه‌ای به نام **حفره گوارشی** انجام می‌شود. این حفره فقط یک سوراخ برای ورود و خروج مواد دارد. یاخته‌هایی در این حفره (یعنی برقی از سلول‌ها)، آنزیم‌هایی ترشح می‌کنند که فرایند گوارش به صورت **برون‌یاخته‌ای** را آغاز می‌کنند. یاخته‌های این حفره (یعنی همه سلول‌ها)، ذره‌های غذایی را با **درون‌بری** دریافت می‌کنند. سپس فرایند گوارش به صورت **درون‌یاخته‌ای** در حفره گوارشی ادامه می‌یابد (شکل ۱۹).

در کرم پهن پلاناریا نیز **تفره گوارشی** وجود دارد و همین اتفاقات می‌افتند.

شکل ۱۹- حفره گوارشی در هیدر

نکاتی در مورد تفره گوارشی

- ۱) در جانوران زیر تفره گوارشی وجود دارد:
 - + در همه مرجان‌ها یا کیسه‌تنان مانند هیدر، عروس دریایی و شقایق دریایی
 - + در برقی از کرم‌های پهن مانند پلاناریا
- ۲) حرکت مواد در درون تفره گوارشی به صورت **دو طرفه** انجام می‌شود.
- ۳) آب موجود در درون این تفره در انتقال گازهای تنفسی هم نقش دارد.
- ۴) جریان مواد در این تفره نقش دستگاه گردش مواد را هم بر عهده دارد.
- ۵) برقی از سلول‌های درون تفره گوارشی با **اکزوسیتوز** آنزیم ترشح می‌کنند.
 - + این سلول‌ها در گوارش **برون‌سلولی** نقش دارند.
- ۶) همه سلول‌های درون تفره گوارشی با **آندوسیتوز** مواد غذایی نیمه گوارش یافته را جذب می‌کنند.
 - + همه این سلول‌ها در گوارش **درون سلولی** نقش دارند.
- ۷) در همه سلول‌های هیدر اعمالی مانند آنچه در پارامسی اتفاق افتاد، رخ می‌دهد.
- ۸) همه سلول‌های هیدر گازهای تنفسی را به طور مستقیم با مایع اطراف خود مبادله می‌کنند.
- ۹) در بدن هیدر **دو لایه سلول** وجود دارد:
 - + لایه **بیرونی**: طبق شکل فقط سلول‌های **مکعبی شکل** دارد که برقی در حال تقسیم سلولی هستند!
 - + لایه **درونی**: طبق شکل دارای دو نوع سلول **استوانه‌ای شکل** است که برقی دوتاژی و برقی بدون تازک هستند!
- x بر اساس شکل کتاب، فقط سلول‌های تازک‌دار توانایی آندوسیتوز دارند! ⊗ ⊗
- x تازک‌ها نقشی در حرکت هیدر ندارند، بلکه با زنش خود باعث **حرکت** مایع درون تفره گوارشی می‌شوند.
- ۱۰) **مایین** دو لایه سلول هیدر لایه‌ای غیر سلولی به نام **مزوگلیا** شامل غشای پایه وجود دارد.
- ۱۱) در لایه‌ای سلول‌های هیدر دو نوع سلول **دیگر** نیز وجود دارد:
 - + سلول‌های **عصبی** یا نورون‌ها که شبکه عصبی را می‌سازند.
 - x تقریباً هر نقطه از بدن هیدر به واسطه این شبکه به همه نقاط بدن انتقال می‌یابد.
 - + سلول‌های **ماهیچه‌ای** که باعث حرکت جانور می‌شوند.
 - x سلول‌های ماهیچه‌ای پیام انقباض خود را از شبکه سلول‌های عصبی دریافت می‌کنند.
- ۱۲) در اطراف دهان تعدادی **بازو** (طبق شکل شش عدد) وجود دارد که باعث گرفتن شکار و بردن آن به سمت تفره گوارشی هستند.

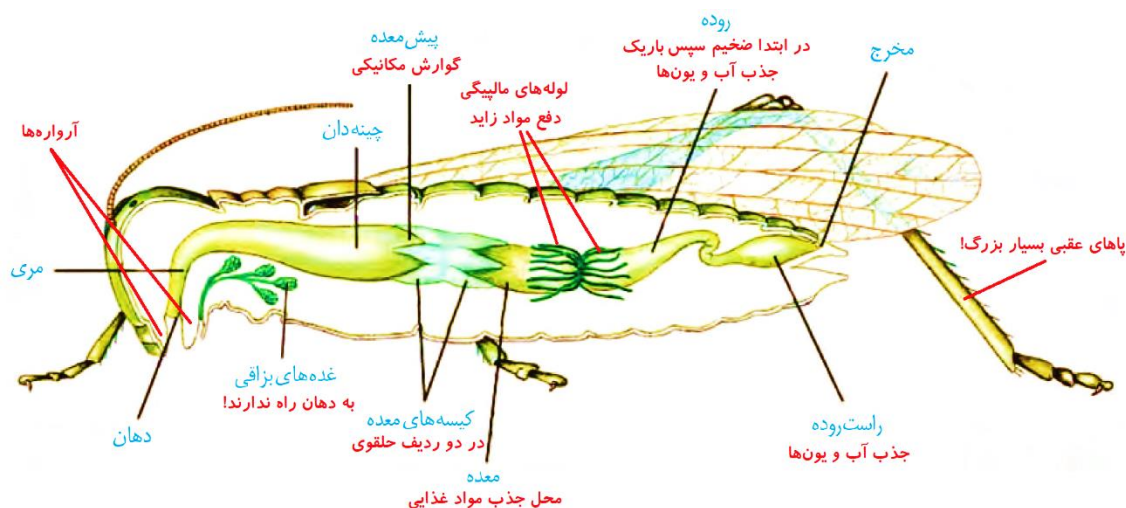
لوله گوارش: این لوله در اثر تشکیل **مخرج**، شکل می‌گیرد و امکان جریان **یک طرفه** غذا را فراهم می‌کند. در ادامه نمونه‌هایی از لوله گوارش در جانوران را بررسی می‌کنیم.

نکته مهم: حرکت مواد در برقی از بخش‌های لوله گوارش انسان می‌تواند دو طرفه باشد:

- + در **روده کور** همواره حرکت دو طرفه مواد مشاهده می‌شود.
- + به هنگام استفراغ، مواد غذایی از دوازدهه، معده و مری به سمت دهان برمی‌گردند.

الف) دستگاه گوارش در ملغ

ملغ، **حشره‌ای گیاه‌خوار** است و مواد غذایی را ابتدا در **بیرون** از لوله گوارش! با **بزاق** ترکیب نموده و سپس با استفاده از **آرواره‌ها**، **خرد** و به دهان منتقل می‌کند. این جانور **طلق ندارد** و غذای خرد شده از طریق **مری** به **چینه‌دان** وارد می‌شود. چینه‌دان **بخش حجیم انتهایی مری** است که در آن غذا **ذخیره** و **نرم** می‌شود. در چینه‌دان، گوارش شیمیایی به واسطه آنزیم‌های غدد بزاقی ادامه پیدا می‌کند! سپس غذا به بخش **کوچکی** به نام **پیش‌معد** وارد می‌شود. دیواره پیش‌معد **دندان‌هایی** دارد که به **خرد شدن** بیشتر مواد غذایی یعنی گوارش مکانیکی کمک می‌کنند. **معد** و **کیسه‌های معد**، آنزیم‌هایی **ترشح** می‌کنند که با **حرکت وارونه!** به پیش‌معد **وارد** می‌شوند. **جذب** مونومرهای حاصل از گوارش غذاها، در **معد** صورت می‌گیرد. مواد **گوارش نیافته** پس از عبور از **روده**، به **راست‌روده** وارد و سپس از **مخرج** دفع می‌شوند (شکل ۲۰).



شکل ۲۰. لوله گوارش ملغ

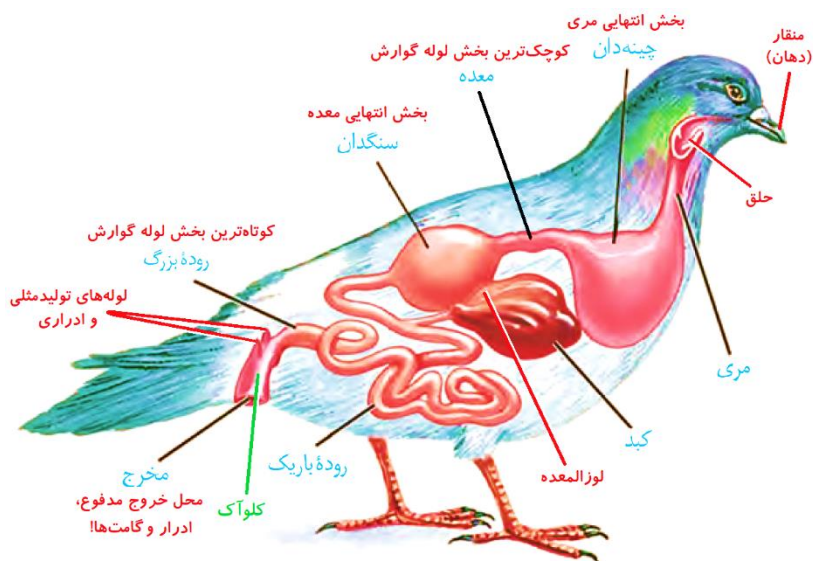
نکاتی در مورد لوله گوارش ملغ

- ۱) لوله گوارش شامل دهان، مری (شامل چینه‌دان)، پیش‌معد، معد (شامل کیسه‌های معد)، روده، راست‌روده و مخرج است.
- ۲) ابتدا غدد بزاقی ترشحات خود را در **بیرون** از دهان و لوله گوارش بر روی مواد غذایی می‌ریزند.
- ۳) + گوارش شیمیایی مواد غذایی به وسیله آنزیم‌های بزاق در **بیرون** از لوله گوارش شروع می‌شود!
- ۴) سپس آرواره‌ها مواد غذایی را برش داده و وارد دهان می‌کنند.
- ۵) + گوارش مکانیکی به وسیله آرواره‌ها در **بیرون** از لوله گوارش شروع می‌شود!
- ۶) در دهان و مری نیز گوارش شیمیایی غذاها به واسطه آنزیم‌های موجود در بزاق **ادامه** پیدا می‌کند.
- ۷) + بر اساس کتاب می‌توان گفت گوارش شیمیایی در **درون** لوله گوارش برای اولین بار در دهان شروع می‌شود!
- ۸) در لوله گوارش ملغ، **طلق مشاهده نمی‌شود!**
- ۹) مواد غذایی در چینه‌دان **ذخیره** می‌شود. ترشحات دیواره چینه‌دان باعث **نرم شدن** غذا نیز می‌شوند.
- ۱۰) + چینه‌دان **بزرگ‌ترین** بخش لوله گوارش ملغ را تشکیل می‌دهد. این بخش دارای **برآمدگی‌های** نامانند است که در گوارش مکانیکی نقش دارند!
- ۱۱) + در چینه‌دان، گوارش شیمیایی مواد غذایی به واسطه آنزیم‌های بزاق باز هم **ادامه** پیدا می‌کند!
- ۱۲) بعد از چینه‌دان، پیش‌معد قرار دارد. **دندان‌های دیواره درونی** این بخش باعث اتمام گوارش مکانیکی مواد غذایی می‌شوند.
- ۱۳) + بر اساس کتاب می‌توان گفت گوارش مکانیکی در **درون** لوله گوارش برای اولین بار در پیش‌معد شروع می‌شود!
- ۱۴) معد و کیسه‌های معد، آنزیم‌هایی **ترشح** می‌کنند که با **حرکت وارونه** به پیش‌معد وارد شده و در آنجا گوارش شیمیایی ادامه پیدا می‌کند.
- ۱۵) + کیسه‌های معد در **دو** ردیف و به صورت **حلقوی** به **معد** متصل هستند و نقش **کمکی** برای معد ایفا می‌کنند. حرکت غذا در آنها **دو طرفه** است!
- ۱۶) **جذب اصلی** مونومرهای حاصل از گوارش مواد غذایی در معد انجام می‌شود. بنابراین این بخش معادل روده باریک در انسان است!
- ۱۷) + می‌توان گفت در معد ملغ **دو نوع** سلول وجود دارد:
- ۱۸) × سلول‌های **ترشح‌کننده** آنزیم که آنزیم‌ها را به درون فضای معد و پیش‌معد وارد می‌کنند!
- ۱۹) × سلول‌های **جذب‌کننده** مواد غذایی که مواد را وارد همولنف می‌کنند.
- ۲۰) + اتفاقات رخ داده در معد، **کمابیش** در کیسه‌های معد هم اتفاق می‌افتند!
- ۲۱) روده در ابتدا **ضمیم** و سپس **نازک** شده و به حالت پیچ‌خورده در می‌آید.

- (۱۱) در حد فاصل معده و روده اما متصل به روده! لوله‌های **مالپیگی** ظریفی در دو ردیف طوقی پدید آمده‌اند.
 + این لوله‌ها دستگاه دفع مواد زائد ملخ را تشکیل می‌دهند که **اوریک اسید** را از همولنف دریافت نموده و وارد روده می‌کنند، تا همراه با مدفوع دفع شود.
- (۱۲) بعد از بخش نازک و پیچ‌خورده روده، راست‌روده نسبتاً **بزرگ** قرار می‌گیرد.
 + کار روده و راست‌روده جذب آب و یون‌های باقی‌مانده است تا مدفوع به صورت **فشک** درآید.

ب) دستگاه گوارش در پرندگان دانه‌خوار

جانوران دیگری مانند **پرندگان دانه‌خوار** نیز **چینه‌دان** دارند. شکل ۲۱ لوله گوارش در این پرندگان را نشان می‌دهد.
 بخش **عقبی** معده در این پرندگان ساختاری **ماهیچه‌ای** با **ماهیچه‌های صاف** است و **سنگدان** نامیده می‌شود.
سنگریزه‌هایی که پرنده می‌بلعد، فرایند **آسیاب کردن** غذا یا گوارش مکانیکی را تسهیل می‌کنند.



شکل ۲۱. لوله گوارش پرنده دانه‌خوار

نکاتی در مورد لوله گوارش پرنده دانه‌خوار

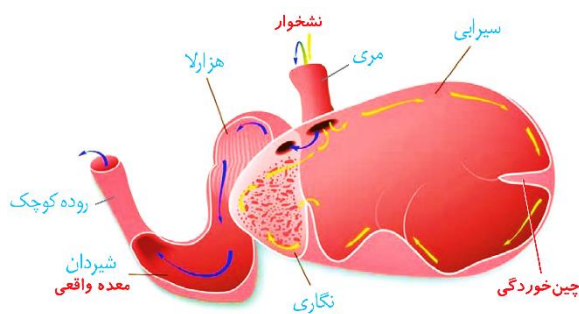
- لوله گوارش شامل دهان (منقار)، حلق، مری (شامل چینه‌دان)، معده (شامل سنگدان)، روده باریک، روده بزرگ، کلوآک و منرج است.
- همه پرندگان به جای دهان و دندان‌ها، **منقار** دارند.
- + غدد بزاقی آنها همانند انسان، بزاق را به درون دهان می‌ریزند. پس گوارش شیمیایی در دهان شروع می‌شود.
- + گیرنده‌های پشایی کمی در فتره دهانی پرنده دانه‌خوار وجود دارد که تا مدودی باعث تشخیص مزه غذاها می‌شود.
- (۱۳) طلق در پرندگان همانند طلق انسان به صورت **پهارا** است.
- (۱۴) مری در پرندگان همانند مری در انسان است، اما بخش **انتهایی** آن **بزرگ** شده و چینه‌دان را تشکیل می‌دهد.
- + چینه‌دان محل **ذخیره و نرم کردن** غذا است. در بعضی از پرندگان ماده‌ای حاوی لیپید و پروتئین تولید می‌کند که برای تغذیه نوزادان کاربرد دارد!
- + چینه‌دان **بزرگ‌ترین** بخش لوله گوارش در پرنده دانه‌خوار است.
- (۱۵) معده **کوچک‌ترین** بخش لوله گوارش پرنده دانه‌خوار است.
- + همانند انسان، این بخش شیرهای حاوی **آنزیم‌های گوارشی** و **اسید معده** تولید می‌کند.
- + بخش **عقبی** معده، سنگدان نامیده می‌شود. این بخش ساختار ماهیچه‌ای **صاف** دارد که به کمک **سنگریزه‌ها** سبب گوارش مکانیکی می‌شود.
- (۱۶) در بخش ابتدایی روده باریک، ترشحات کبد یا صفرا به همراه شیر لوزالمعده به وسیله یک مبرای **مشترک** وارد لوله گوارش می‌شوند.
- + همانند انسان، جذب اصلی مونومرهای موجود در مواد غذایی در **روده باریک** انجام می‌شود.
- (۱۷) روده بزرگ **کوچک‌ترین** بخش لوله گوارش است. متصل به روده بزرگ نیز دو عدد سکوم یا روده کور وجود دارد.
- + بعد از روده بزرگ بخش **دیگری** وجود دارد که **کلوآک** نامیده می‌شود. **لوله‌های فالوپ** که از تخمدان‌ها می‌آیند و نیز **میزنای‌ها** به این بخش راه دارند.
- (۱۸) در محل **کلوآک** مدفوع و ادرار با هم **ترکیب** شده و به همین خاطر مدفوع **آبکی** می‌شود.
- (۱۹) منرج محل **خروج** مدفوع، ادرار و گامت‌ها یا سلول‌های جنسی و هم‌پنین در پرندگان ماده محل خروج تخم یا زیگوت است.

ج) دستگاه گوارش در پستانداران نشووارکننده

پستانداران **نشووارکننده**، نظیر **گاو و گوسفند**، معده **چهار** قسمتی دارند (شکل ۲۲). در این جانوران، **معده**، شامل کیسه بزرگی به نام **سیرابی**، بخشی به نام **نگاری**، یک اتاقک لایه‌لایه به نام **هزارلا** و معده واقعی یا **شیردان** است. این جانوران به **سرعت** غذا می‌خورند تا در فرصت مناسب یا مکانی امن، غذا را با نشووار کردن به دهان **برگردانند** و **بجوند**. ابتدا غذای نیمه جویده **بعیده** و وارد **سیرابی** می‌شود و در آنجا به کمک **میکروب‌ها** (شامل باکتری‌ها و آغازیان

تک سلولی) تا حدی **گوارش** می‌یابد. در نشخوارکنندگان، وجود میکروب‌ها برای گوارش سلولز **ضروری** است. سلولز مقدار زیادی **انرژی** دارد ولی اغلب جانوران حتی نشخوارکنندگان! **فاقد** توانایی **تولید** آنزیم لازم برای گوارش آن یعنی **آنزیم سلولاز** هستند.

توده‌های غذا سپس به **نگاری** وارد و برای **نشوار** از طریق **سیرابی**، **مری** و **طلق** به دهان **برمی‌گردند**. در این زمان غذا به طور **کامل**، جویده و **دوباره** به **سیرابی** وارد می‌شود؛ بیشتر حالت **مایع** پیدا می‌کند و سپس به **نگاری جریان** می‌یابد. مواد از آنجا به **هزارلا** رفته، تا حدودی **آبگیری** و **سرانجام** به **شیردان** وارد می‌شوند. در این محل آنزیم‌های گوارشی مانند **پپسین‌ها** وارد عمل می‌شوند و گوارش **ادامه** پیدا می‌کند (شکل ۲۲).



بعد از معده، غذا وارد روده باریک شده تا جذب **اصلی** انجام شود. در روده بزرگ و راست‌روده نیز اتفاقاتی مشابه این بخش‌ها در انسان می‌افتد.

شکل ۲۲- معده چهار قسمتی

نکاتی در مورد لوله گوارش نشخوارکنندگان

(۱) لوله گوارش شامل دهان، طلق، مری، معده (به ترتیب شامل سیرابی، نگاری، هزارلا و شیردان)، روده باریک، روده بزرگ، راست‌روده و منفرج است.

(۲) معده دارای **چهار** قسمت است:

(الف) **سیرابی**

+ **بزرگ‌ترین** بخش معده که دیواره آن دارای چین‌خوردگی‌های بسیار بزرگ است.

+ **مری فقط** به این بخش از معده متصل است.

+ در این بخش **میکروب‌های همزیست** وجود دارند که آنزیم سلولاز تولید نموده و وارد فضای سیرابی می‌کنند تا گوارش سلولز انجام شود (**گوارش میکروبی**).

(ب) **نگاری**

+ از یک طرف به سیرابی و از طرف دیگر به هزارلا متصل است.

+ در این بخش **میکروب‌های همزیست** هم وجود دارند.

(ج) **هزارلا**

+ به صورت یک **اتاقک لایه‌لایه** است که در جذب آب نقش دارد.

+ از یک طرف به نگاری و از طرف دیگر به شیردان راه دارد.

+ **کوچک‌ترین** بخش معده است.

(د) **شیردان**

+ همان معده **واقعی** است که چین‌خوردگی‌های درون آن **نامنظم** هستند.

+ آنزیم‌های پپسین و لیپاز و نیز اسید و فاکتور داخلی معده از غدد آن **ترشح** می‌شوند.

(۳) شیره لوزالمعده وارد روده باریک شده و گوارش **منتصر** مواد غذایی که در دهان و شیردان شروع شده بود، با سرعت بیشتر ادامه می‌یابد (**گوارش آنزیمی**).

(۴) می‌توان گفت گوارش میکروبی (در سیرابی و نگاری) **قبل** از گوارش آنزیمی (در معده و روده باریک) انجام می‌شود.

(۵) مسیر حرکت مواد غذایی در لوله گوارش به صورت زیر است:

دهان ← طلق ← مری ← سیرابی ← نگاری ← سیرابی ← نگاری ← هزارلا ← شیردان ← روده باریک ← روده بزرگ ← راست‌روده ← منفرج

(۶) در این جانوران، مواد غذایی **دو بار از دهان، سه بار از طلق، سه بار از مری، سه بار از سیرابی، دو بار از نگاری و یک بار از بقیه بخش‌های لوله گوارش** می‌گذرند.

فعالیت

درباره ارتباط بین گوارش نشخوارکنندگان با **گرم شدن** کره زمین اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و در کلاس ارائه دهید.

میکروب‌های همزیست با لوله گوارش هر گاو، روزانه تا ۷۰ لیتر گاز **متان** تولید می‌کنند. این گاز بسیار **بیشتر** از کربن دی‌اکسید باعث **اثر گلخانه‌ای** و گرم شدن کره زمین می‌شود.