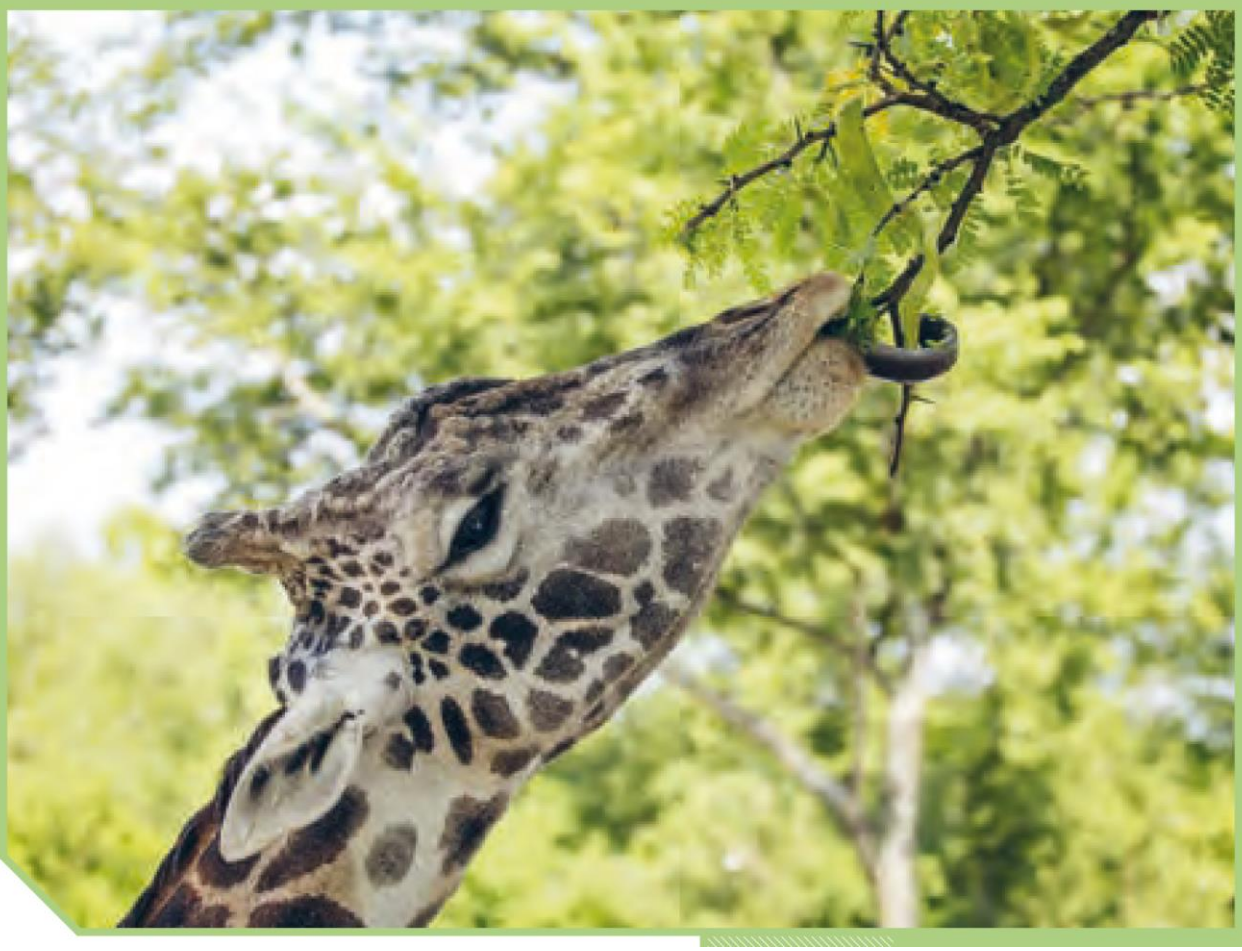


فصل ۵ – تامین انرژی در یاخته

اکنون که در حال خواندن و مطالعه این درس هستید، یاخته های بدنتان انرژی مصرف می کنند .این انرژی از کجا و چگونه تامین می شود؟ چه اندامکی در تامین آن نقش دارد؟ منبع انرژی در ما و جانوران چیست؟

چرا ورزش و فعالیت های بدنی شدید، سبب می شوند تا احساس گرما کنیم و مقداری آب به شکل عرق از دست بدهیم؟

با همه تفاوت هایی که بین ما و زرافه ای که در تصویر می بینید؛ وجود دارد، انرژی مورد نیاز ما به شکل یکسانی از غذایی که می خوریم تامین می شود.

در این فصل به فرایندهای آزاد شدن انرژی از موادمغذی در یاخته ها می پردازیم.

چشم انداز گفتار ۱ – تامین انرژی

تامین انرژی

۱- ATP مولکول پرانرژی

الف – ساختار : شامل باز آلی آدنین ، قند پنج کربنی ریبوز و سه گروه فسفات

ب – روش های ساخته شدن :

۱- ساخته شدن در سطح پیش ماده (دریافت فسفات از ترکیبات آلی فسفات دار)

۲- ساخته شدن اکسایشی (با استفاده از انرژی حاصل از انتقال الکترون و یون فسفات)

۳- ساخته شدن نوری (در فتوسنتز)

۲- تنفس یاخته ای هوازی

الف – قندکافت (گلیکولیز)

۱- محل انجام : ماده زمینه ای سیتوپلاسم

۲- مراحل :

الف : فسفاته شدن گلوکز با مصرف ۲ مولکول ATP

ب : تبدیل گلوکز فسفاته به دو قند سه کربنی یک فسفاته

ج : تبدیل قندهای سه کربنی یک فسفاته به قندهای سه کربنی دو فسفاته با تولید NADH

د : تبدیل قندهای سه کربنی دوفسفاته به دو پیروات همراه با تولید ۴ مولکول ATP

ب – راکیزه مقصد پیروات

۱- نقش : محل انجام مراحل هوازی تنفس یاخته ای در هوهسته ای ها

۲- اجزا :

الف - غشاها : ۱. غشای بیرونی (صاف) ۲.غشای درونی (چین خورده)

ب – فضاها : ۱.فضای بین دو غشا(بخش خارجی) ۲.بستره (بخش داخلی)

پ – اکسایش پیروات

۱- تعریف : تبدیل پیروات به استیل کوآنزیم A

۲- محل انجام : غشای درونی راکیزه

۳- مراحل :

الف – تبدیل پیروات به بنیان استیل همراه با آزاد شدن CO_2 و تبدیل NAD^+ به NADH

ب – اضافه شدن کوآنزیم A به بنیان استیل و تولید استیل کوآنزیم A

گفتار ۱ – تامین انرژی :

تنفس یاخته ای :

به یاد دارید چرا به اکسیژن نیاز داریم؟ در فصل تبادلات گازی در کتاب زیست شناسی۱ ، آموختید که نیاز ما به اکسیژن به علت انجام فرایندی به نام **تنفس یاخته ای** است؛ زیرا ATP مورد نیاز ما در این فرایند تولید می شود .مثلاً انرژی گلوکز در تنفس یاخته ای ، برای تشکیل مولکول ATP به کار می رود .رابطه زیر خلاصه ای از فرایند تنفس یاخته ای را نشان می دهد :

$$O + ATP۲ + ٦H۲ \rightarrow ٦CO(\text{ فسفات }) + ADP + P۲O٦ + ٦O۲C٦H۱$$

ATP + آب + کربن دی اکسید ⟶ فسفات + ADP + اکسیژن + گلوکز

این واکنش **تنفس یاخته ای هوازی** را نشان می دهد؛ زیرا تجزیه ماده مغذی و تولید ATP با حضور اکسیژن انجام می شود .
نوع دیگری از تنفس یاخته ای وجود دارد که در آن ATP بدون حضور اکسیژن تولید می شود .این نوع تنفس یاخته ای را **تنفس یاخته ای بی هوازی** می نامند.

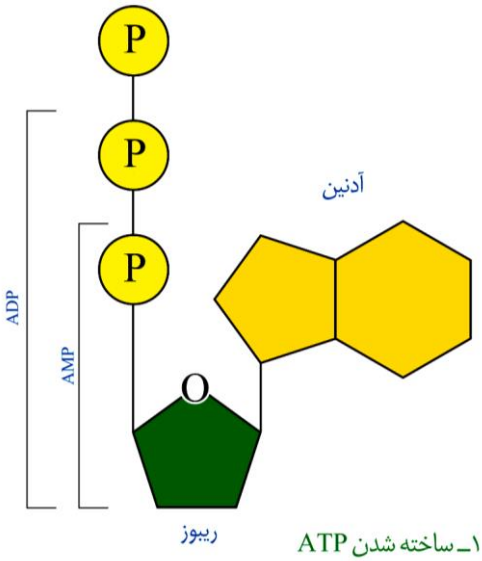
ATP مولکول پرانرژی :

هیچ جانداری نمی تواند بدون انرژی زنده بماند، رشد و فعالیت کند.حفظ هریک از ویژگی های جانداران (نظم و ترتیب – هم ایستایی – رشد و نمو – جذب و استفاده از انرژی – پاسخ به محیط – تولید مثل – سازش با محیط) به تامین و در اختیار داشتن ATP وابسته است.
ATP یا آدنوزین تری فسفات، مولکولی پرانرژی و شکل رایج و قابل استفاده انرژی در یاخته هاست که انرژی مورد نیاز برای جانداران را تأمین می کند.
ATP نوکلئوتیدی است که از باز آلی نیتروژن دار آدنین ، قند پنج کربنی (پنتوز) ریبوز و سه گروه فسفات تشکیل شده است.
به مجموعه قند و باز آلی؛ **آدنوزین** گفته می شود. افزوده شدن فسفات به آدنوزین در سه مرحله روی می دهد؛ در نتیجه در ابتدا : AMP (آدنوزین مونو فسفات) ، سپس ADP (آدنوزین دی فسفات) و درنهایت ATP (آدنوزین تری فسفات) تشکیل می شود.

آدنوزین(آدنین و ریبوز) + یک گروه فسفات = AMP (آدنوزین مونوفسفات)

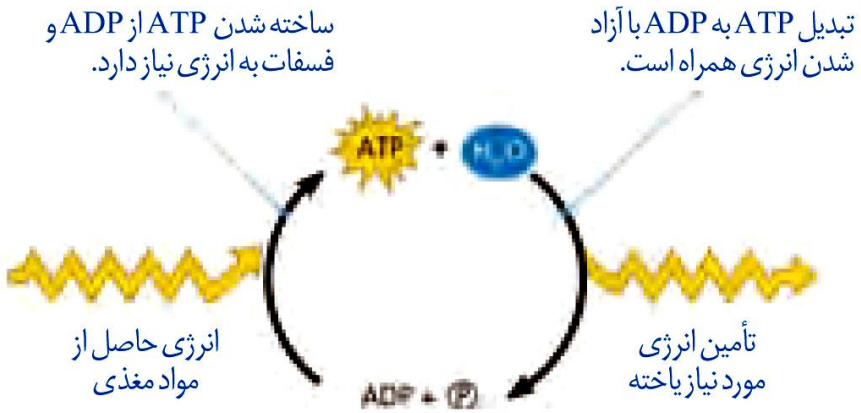
AMP + یک گروه فسفات = ADP (آدنوزین دی فسفات)

ADP + یک گروه فسفات = ATP (آدنوزین تری فسفات)



شکل ۱ـ ساخته شدن ATP

هنگام تشکیل مولکول ATP ، پیوندهای پرانرژی بین گروه های فسفات ایجاد و با شکسته شدن این پیوندها، انرژی آزاد می شود.
به طور معمول ATP از ADP تشکیل می شود و این دو مولکول به هم تبدیل می شوند. هنگام تشکیل مولکول ATP از ADP ، پیوندهای پر انرژی بین گروه های فسفات ایجاد و با شکسته شدن این پیوندها، انرژی ذخیره شده در آنها آزاد می شود



شکل ۲ــ تبدیل ADP و ATP به یکدیگر

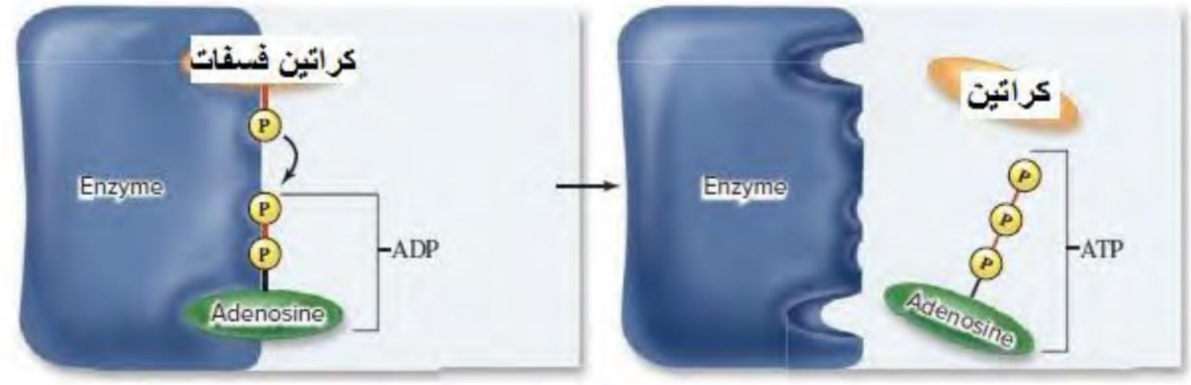
ساخته شدن ATP :

دیدیم که برای ساخته شدن ATP به فسفات نیاز هست.

۱- یکی از روشهای ساخته شدنِ ATP برداشته شدن گروه فسفات از یک ترکیب فسفات دار (پیش ماده) و افزودن آن به ADP است .به همین علت، این روش را **ساخته شدن** ATP **در سطح پیش ماده** می نامند.

در سال گذشته با نمونه ای از ساخته شدن ATP در سطح پیش ماده آشنا شدید .در کتاب" زیست شناسی ۲ " دانستید که ماهیچه ها برای انقباض به ATP نیاز دارند و یکی از راه های تامین آن در ماهیچه ها، برداشتِ فسفات از مولکولِ **کرآتین فسفات** و انتقال آن به ADP است.

در این مثال کراتین فسفات ، پیش ماده ای است که فسفات آن برای ساخته شدن ATP به کار می رود.



۲- روش دیگر، ساخته شدن اکسایشی ATP است؛ در **ساخته شدن اکسایشی**ATP ، از یون فسفات و انرژی حاصل از انتقال الکترون در راکیزه ها یا میتوکندری ها ساخته می شود

۳- .روش دیگر ساخته شدن ATP، **ساخته شدن نوری** است که در سبزیسه یا کلروپلاست طی فتوسنتز در مرحله نوری انجام می شود.

آشنایی با کربوهیدرات ها :

کربوهیدرات ها دارای کربن ، هیدروژن و اکسیژن اند.فرمول کلی آنها رابه صورت $C_nH_{2n}O_n$ نشان می دهند.نقش انرژی زایی کربوهیدراتها به خوبی شناخته شده است.این ترکیبات به علت داشتن پیوندهای هیدروژن – کربن، انرژی فراوانی در خود ذخیره و هنگام اکسایش(از دست دادن الکترون) آزاد می کنند .در یک نوع تقسیم بندی، کربوهیدرات ها را در سه گروه مونوساکاریدها (مانند گلوکز و فروکتوز)، دی ساکاریدها (مانندمالتوز ، لاکتوز و ساکارز) و پلی ساکاریدها(سلولز، نشاسته و گلیکوژن)قرار می دهند

قند و شکر از ساکارز تشکیل شده اند .این دی ساکارید از مونوساکاریدهای گلوکز و فروکتوز تشکیل شده است.

معرفی مولکول های مهم :

NADH	FADH2	NADPH

تنفس یاخته ای :

در فرآیند فتوسنتز انرژی نورانی به انرژی شیمیایی تبدیل می شود اما در این فرآیند یعنی تنفس سلولی انرژی شیمیایی بزرگ مواد غذایی به انرژی شیمیایی کوچک (ATP) تبدیل می شود.

مواد آلی که سلول ها طی تنفس سلولی می توانند از آن برای تولید انرژی استفاده کنند، همه ی ٤ نوع ماده ی شیمیایی اصلی می تواند باشد ؛ یعنی کربوهیدرات ، لیپیدها، پروتئین ها و نوکلئیک اسیدها.

در بیشتر سلول ها و جانداران کربوهیدرات ها رایج ترین ماده برای مصرف است و کربوهیدرات شش کربنه ی گلوکز رایج ترین سوخت سلولی است.

تنفس سلولی مجموعه ای واکنش های زیستی است که نیازمند آنزیم و انرژی می باشد.

فرآیندهای هوازی : به فرآیندهای متابولیسمی گفته می شود که برای انجام شدن نیازمند اکسیژن هستند.

فرآیندهای بی هوازی : به فرآیندهای متابولیسمی گفته می شود که برای انجام شدن نیازمند اکسیژن نیستند.

سلول بر اساس اینکه مولکول های اکسیژن در سلول حضور داشته باشند یا نه؛ دو نوع تنفس سلولی انجام می دهد:

عدم حضور اکسیژن : نبود اکسیژن به اندازه کافی در داخل سلول سبب انجام تنفس سلولی بی هوازی می شود.

تنفس سلولی بی هوازی : به تنفس سلولی گفته می شود که برای انجام شدن نیازی به حضور اکسیژن ندارند و شامل دو مرحله ی گلیکولیز یا قندکافت و تخمیر می باشد.

حضور اکسیژن : وجود اکسیژن به اندازه کافی در داخل سلول سبب انجام تنفس سلولی هوازی می شود.

تنفس سلولی هوازی : به مجموعه واکنش های آنزیمی گفته می شود که طی آن ها انرژی موجود در ترکیبات آلی مخصوصا قندها به ATP تبدیل می شود و برای انجام این واکنش ها حضور اکسیژن ضروری است.تنفس سلولی هوازی از دو مرحله ی چرخه کربس و زنجیره انتقال الکترون تشکیل شده است.

توجه داشته باشید که در تنفس سلولی هوازی نیز مرحله اول فرآیند گلیکولیز یا قندکافت می باشد؛ بنابراین :

۱- تنفس سلولی بی هوازی = گلیکولیز + تخمیر

۲- تنفس سلولی هوازی = گلیکولیز + چرخه کربس + زنجیره انتقال الکترون

توجه داشته باشید که در هر دو نوع تنفس سلولی در ابتدا طی فرآیند گلیکولیز مقدار کمی ATP تولید می شود اما اگر تنفس به سمت هوازی بودن پیش برود مولکول های ATP بیشتری تولید می شود ولی اگر تنفس به سمت بی هوازی بودن پیش برود مقدار کمی ATP خواهد داشت و در واقع تولید ATP در تنفس بی هوازی بسیار اندک است و کارایی این تنفس پایین تر از تنفس هوازی است.

تنفس یاخته ای :

در فرآیند تنفس، از اکسیدشدن مواد غذایی، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌گردد که درATP ذخیره می‌شود. سلول از انرژی ATP در فعالیت‌های سلولی استفاده می‌کند.انرژی ذخیره شده در مواد آلی ماهیت شیمیایی دارد و جانداران، برای بقای سلول هایشان به انرژی نیاز دارند و برای اینکه به این انرژی دست یابندطی یک سری مجموعه واکنش های آنزیمی تحت عنوان تنفس سلولی یا تنفس یاخته ای ، انرژی که در مواد آلی به صورت شیمیایی ذخیره شده است را در قالب مولکول های پرانرژی به نام ATP ذخیره می کنند.

- در سلول‌های پروکاریوت تنفس سلولی در غشای پلاسمایی ولی در یوکاریوت‌ها درون میتوکندری انجام می‌گیرد.

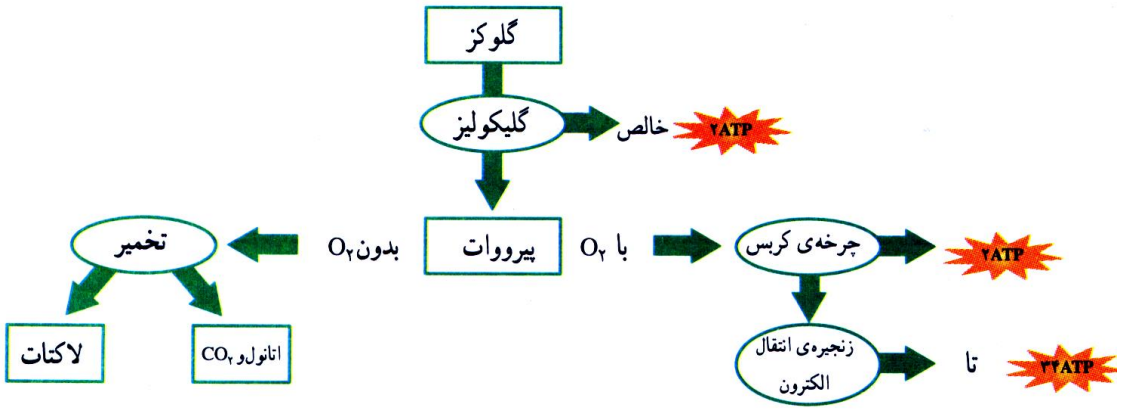
تنفس سلولی هوازی شامل ۴ مرحله است:

۱- گلیکولیز ← درون سیتوپلاسم (تنفس بی‌هوازی)

۲- تشکیل استیل‌کوآنزیم A ← در ماده‌ی زمینه‌ی میتوکندری (ماتریکس)

۳- چرخه‌ی کربس ← در ماده‌ی زمینه‌ی میتوکندری (ماتریکس)

۴- زنجیره‌ی انتقال الکترون ← در غشای داخلی میتوکندری (کریستا)



میتوکندری مقصد پیبرووات

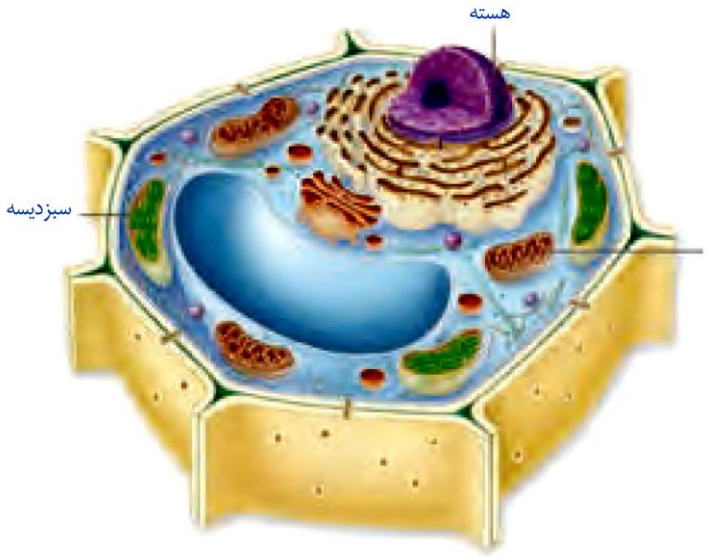
مرحله دیگر تنفس یاخته ای به اکسیژن نیاز دارد و در هوهسته ای ها در راکیزه ها انجام می شود.

راکیزه دو غشا دارد : **غشای بیرونی** میتوکندری صاف، و **غشای درونی** آن به داخل میتوکندری چنین خورده است .درنتیجه فضای داخل میتوکندری به دو بخشِ **فضای داخلی** و **فضای بین دو غشا** تقسیم می شود .فضای داخلی **ماتریکس (اندوپلاسم)** نام دارد و با غشای داخلی احاطه شده است.

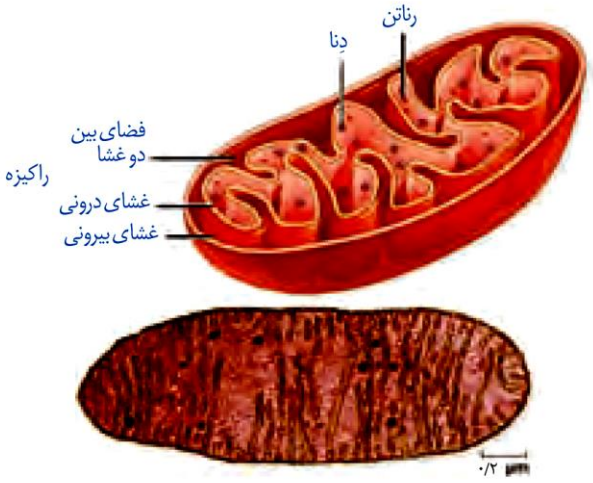
جالب است که میتوکندری ها دارای دنای مستقل از هسته و ریبوزوم یا رناتن مخصوص به خود هستند و پروتئین سازی در آنها انجام می شود.

در دنای میتوکندری، ژن های مربوط به اطلاعات مورد نیاز برای ساخته شدنِ انواعی از پروتئین های مهم در تنفس یاخته ای وجود دارند.

راکیزه می تواند همراه با یاخته و نیز مستقل از تقسیم یاخته ای ،تقسیم شود؛ اما نمی تواند ، در شرایط معمول مستقل از یاخته به زندگی خود ادامه دهد .همچنین برای انجام نقش خود در تنفس یاخته ای به آنزیم ها و پروتئین هایی وابسته است که ژن های آنها در هسته قرار دارند و به وسیله ی رناتن های سیتوپلاسمی ساخته می شوند.



ب) راکیزه در یاخته گیاهی



شکل ۵ــ راکیزه.الف) راکیزه و ترسیمی از آن