

# ریشه و جذب آب توسط آن

## مقدمه

**ریشه** یکی از اندام‌های اصلی گیاه است و عموماً درون خاک قرار دارد. آب و نمک‌های معدنی از خاک جذب ریشه شده و به ساقه و از آنجا به برگ و دیگر اندام‌های گیاه که در بالای سطح خاک قرار دارند، هدایت می‌شوند. مواد آلی ساخته شده در برگ‌ها نیز از طریق ساقه به ریشه اصلی حمل می‌شود و سپس از ریشه اصلی به ریشه‌های فرعی و بالاخره به بافت‌های زاینده کوچکترین ریشه‌ها می‌رسد.

بیشتر آب جذب شده توسط ریشه گیاهان (نزدیک به ۹۷ درصد آب جذب شده) به سراسر گیاه حمل شده و از سطح برگ‌ها به اتمسفر انتقال می‌یابد (**تعرق**). و تنها ۲ درصد برای رشد در گیاه باقی می‌ماند و حدود ۱ درصد در فرایندهای فتوسنتز و سایر فرایندهای متابولیک مصرف می‌شود.

# وظایف ریشه‌ها

سیستم‌های ریشه‌ای در گیاهان ۴ وظیفهٔ مهم را بر عهده دارند که عبارتند از:

1. جذب آب و مواد غذایی
  2. ثابت نگهداشتن گیاه و ایجاد لنگر برای آن
  3. ذخیرهٔ مواد غذایی
  4. ساختن ترکیبات آلی گوناگون
- نسبت تبادل معمولی برای یک گیاه سالم و در شرایطی که آب خاک در حد مطلوب باشد، ۵۰۰ مولکول آب به ازای هر مولکول  $\text{CO}_2$  جذب شده است.

# انواع ریشه



## از نظر منشا:

1. ریشه‌های حقیقی (**True Root**): ریشه‌هایی که از رشد ریشه‌چه جنینی منشا گرفته‌اند.

2. ریشه نابجا (**Adventitious Root**): اگر ریشه ظاهر شده در گیاه، حاصل از رشد ریشه‌چه گیاهک نبوده یا روی اندام‌های دیگر نظیر ساقه، برگ، لپه‌ها و حتی پوشش گل پیدا شود، آن را ریشه نابجا می‌گویند.

# انواع سیستم‌های ریشه‌ای

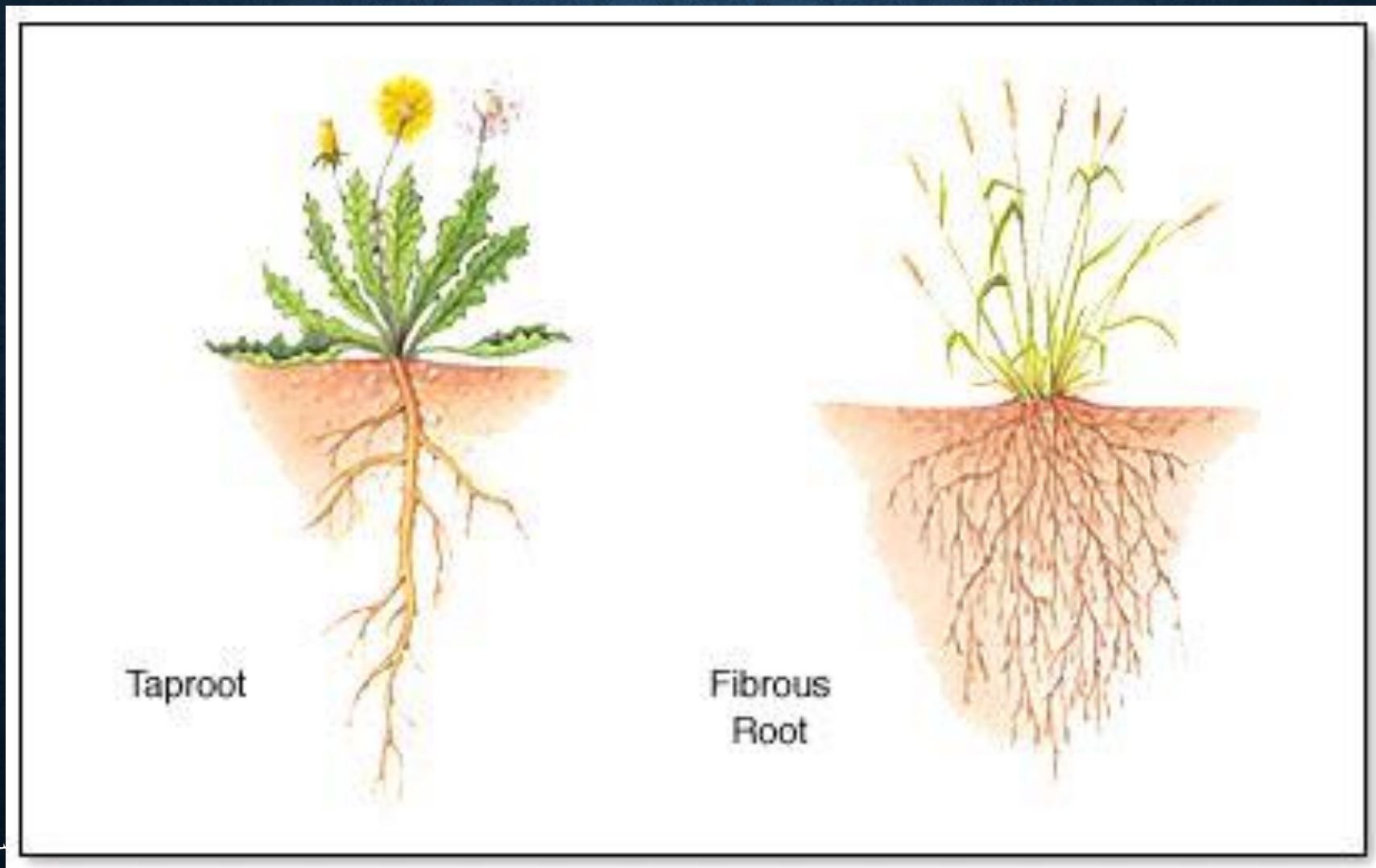
## 1. سیستم ریشه راست (Tap Root System) :

بیشتر در دولپه‌ایها دیده می‌شود در این سیستم گیاه دارای یک ریشه اصلی است که در روی آن چند ریشه فرعی تولید می‌شود.

## 2. سیستم ریشه افشان (Fibrous Root System) :

بیشتر در تک لپه‌ایها دیده می‌شود در این سیستم ریشه اولیه بزودی از رشد باز می‌ماند و چندین ریشه دیگر که منشا آنها غیر از ریشه چه جنینی است جایگزین آن می‌شوند لذا گیاه دارای چندین ریشه بوده که هر کدام دارای ریشه‌های فرعی فراوان می‌باشند

# انواع سیستم‌های ریشه‌ای



# تفاوت ریشه گیاهان تک‌لپه و دولپه

## ریشه گیاهان دولپه‌ای :

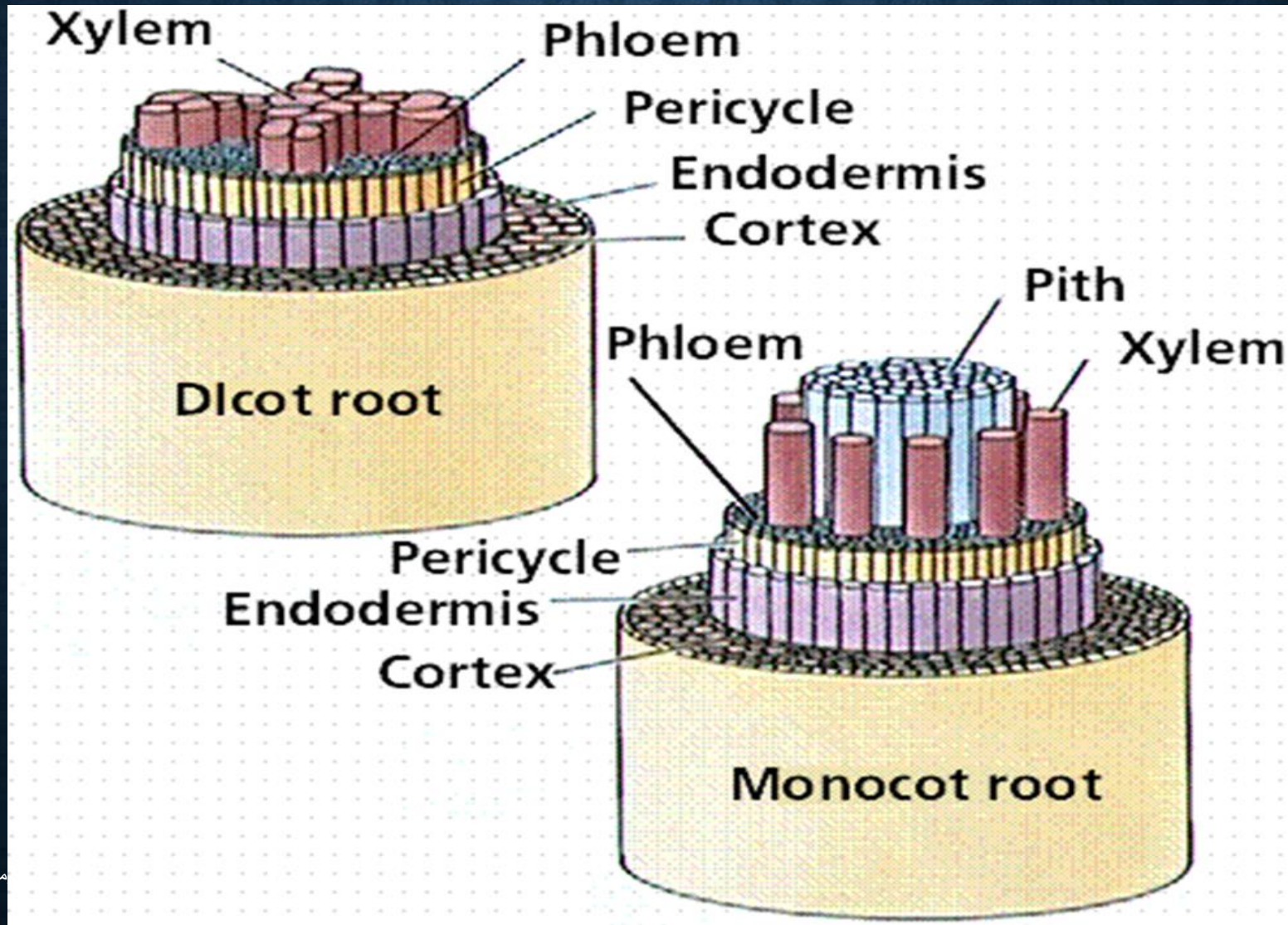
- ۱- معمولاً تعداد دسته‌های آوندی کمتر است
- ۲- دسته‌های آوندی در کنار هم قرار گرفته‌اند و شکل ضربدر را می‌سازند
- ۳- اغلب بافت پارانشیم مغزی وجود ندارد

## ریشه گیاهان تک‌لپه‌ای :

- ۱- آوندها به صورت یک در میان (یک دسته آوند چوبی یک دسته آوند آبکش) قرار دارند
- ۲- در بین آوندها بافت پارانشیم مغزی ادامه می‌یابد

بخش مرکزی ریشه در تک‌لپه‌ای‌ها معمولاً از جنس پارانشیم مغزی است در حالی که مغز ریشه در دولپه‌ای‌ها از جنس سلول‌های آوندهای چوبی است.

# تفاوت ریشه گیاهان تک‌په و دوپه





# تفاوت ریشه گیاهان تک‌په و دوپه

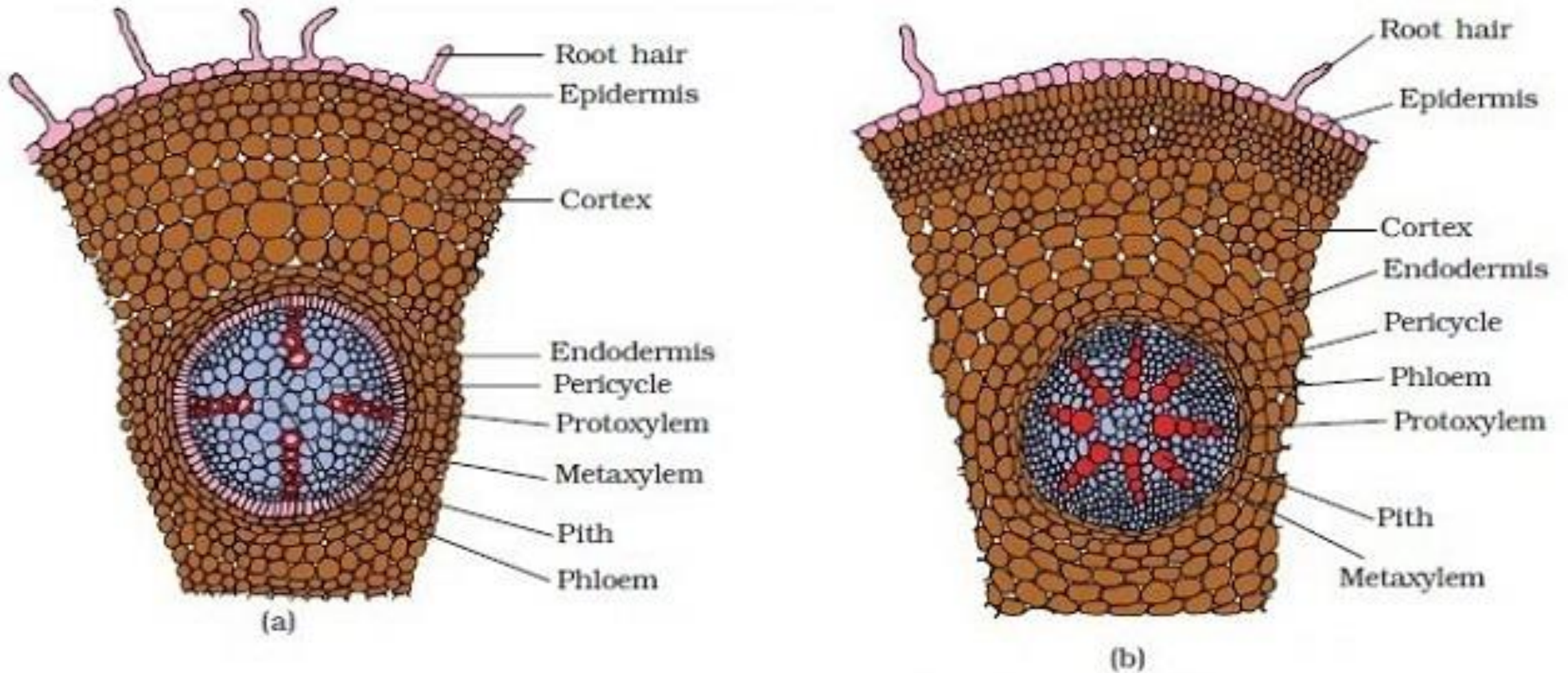
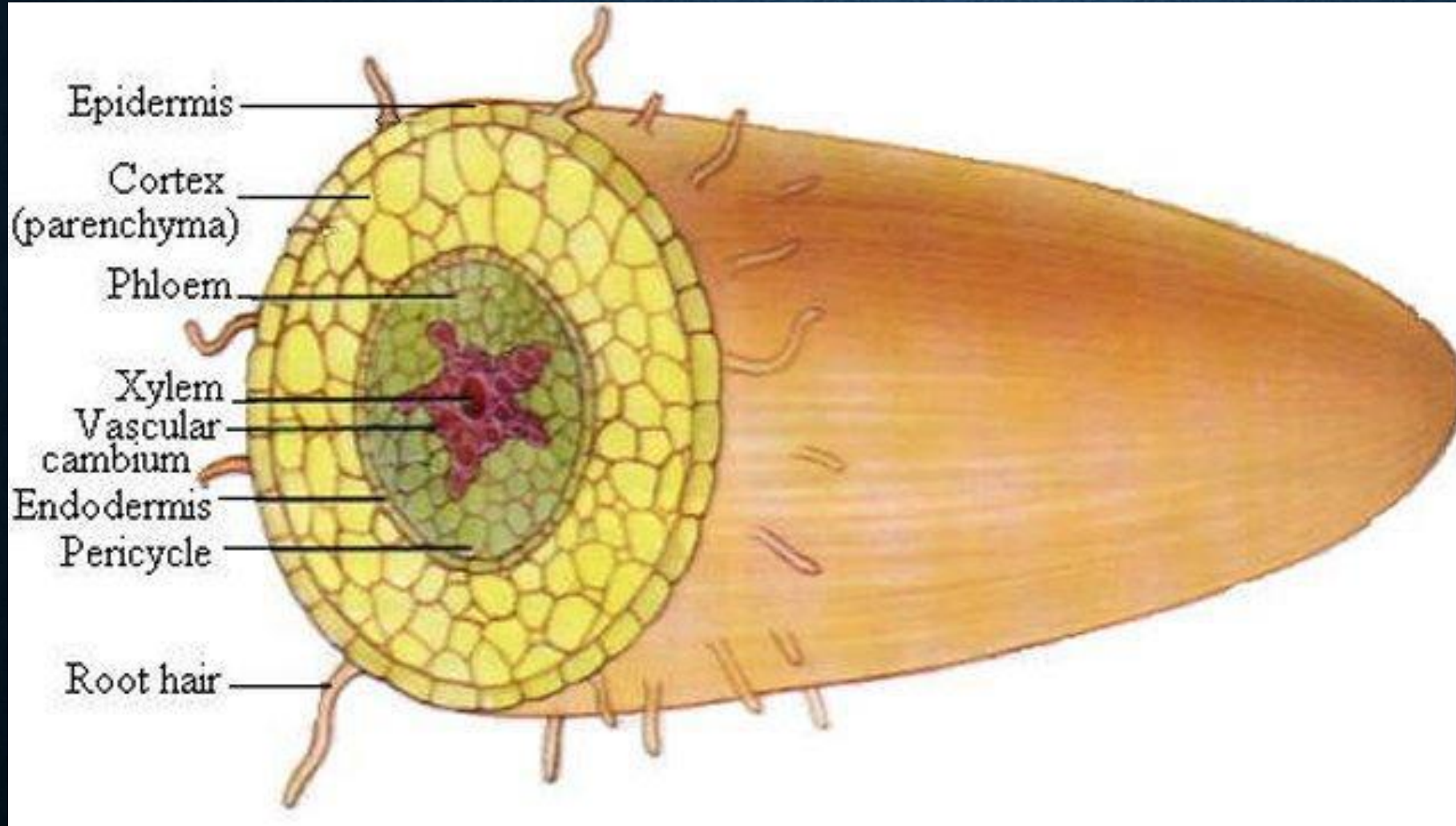


Figure 6. T.S (a) Dicot root (Primary) : (b) Monocot root

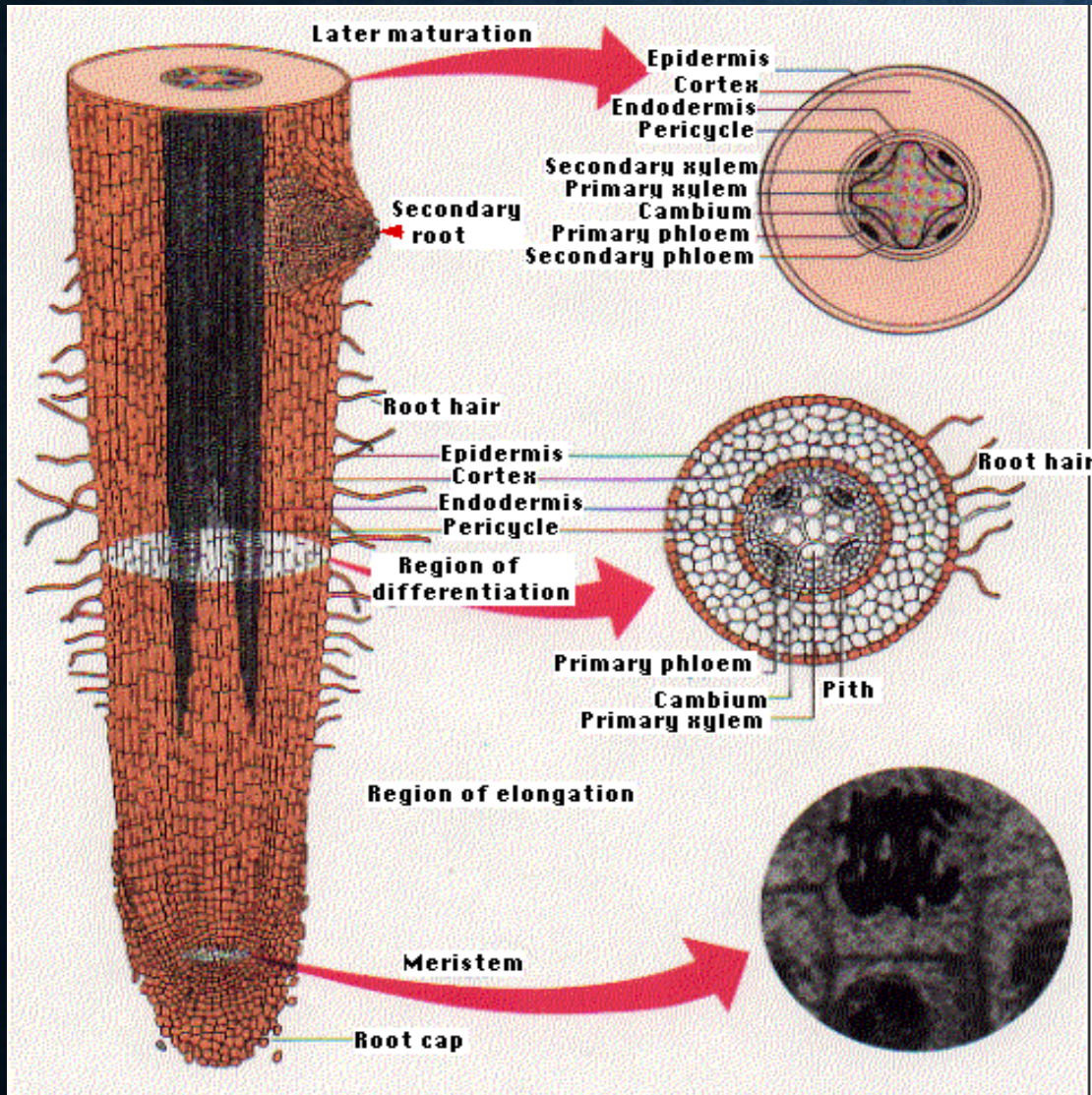
# آناتومی ریشه



## برش عرضی ریشه شامل:

- بشره یا روپوست (اپیدرم)
- پوست اولیه
- آوند آبکش
- آوند چوبی
- لایه زاینده (کامبیوم)
- درون پوست
- دایره محیطیه
- ریشه های موئین

# آناتومی ریشه



ریشه‌های در حال رشد معمولاً دارای ۴ ناحیه می‌باشند:

I. کلاهک ریشه

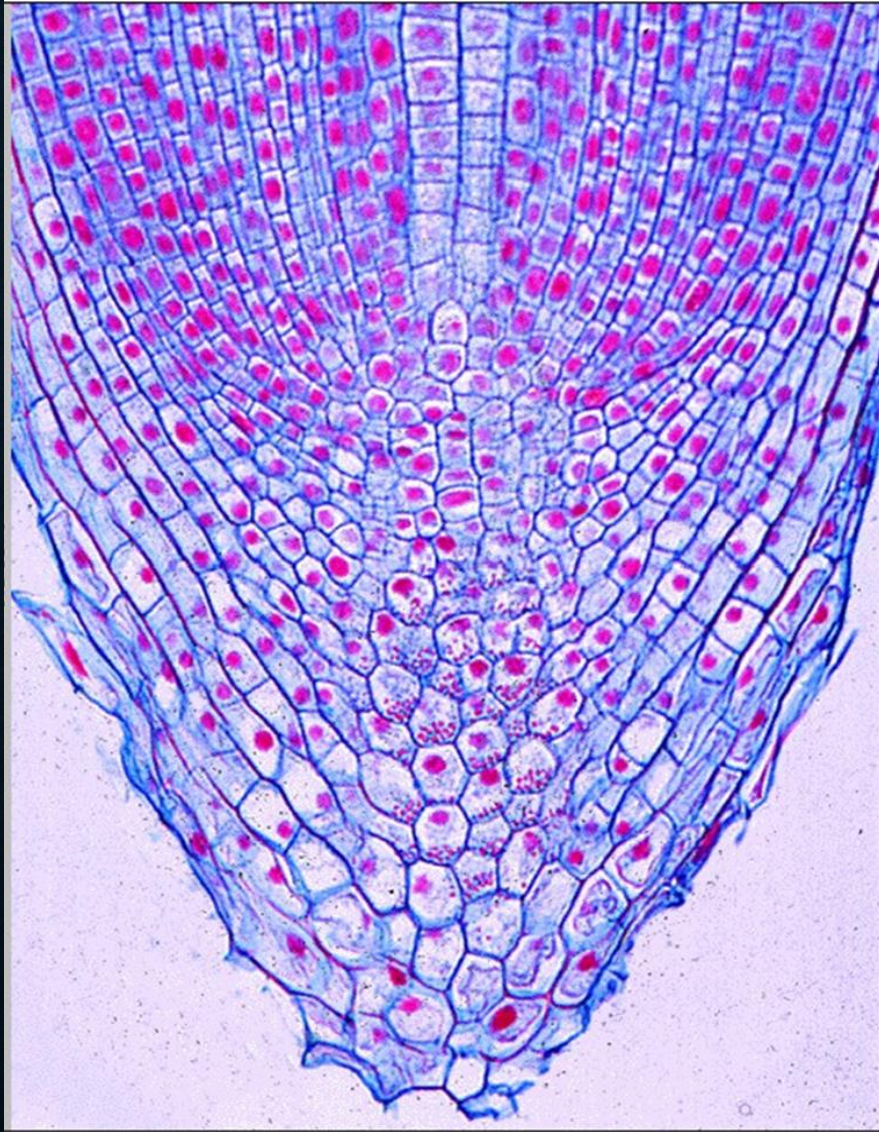
II. منطقهٔ مریستمی

III. منطقهٔ تقسیم سلولی (طویل شدن)

IV. منطقهٔ تمایز و اشتقاق سلولی

این مناطق ممکن است همیشه به وضوح قابل تشخیص نباشند.

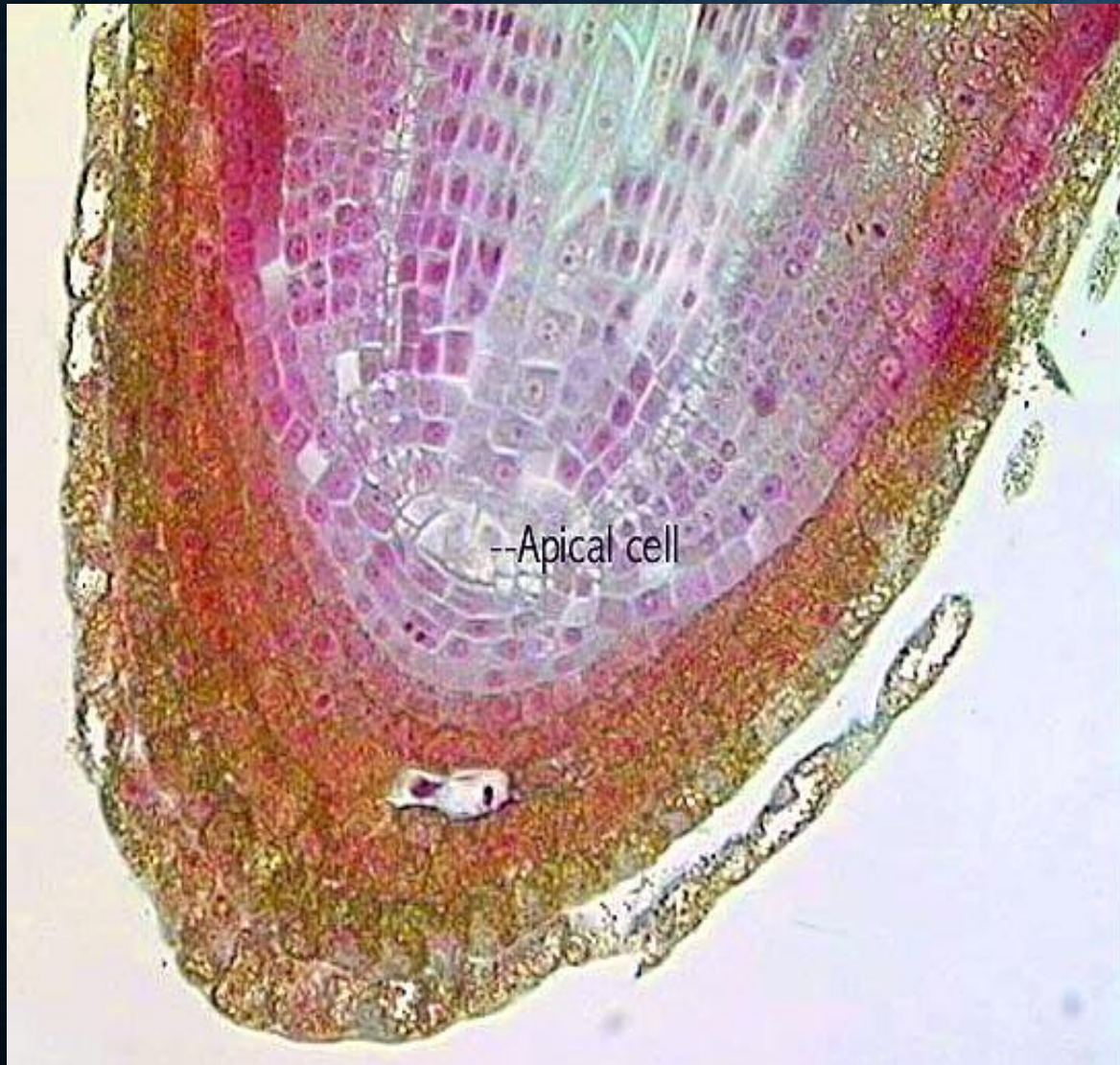
# آناتومی ریشه



## ۱- کلاهک ریشه (Root Cap):

کلاهک ریشه از تعدادی سلول نامنظم و غیرمتراکم تشکیل شده که معمولاً به خوبی مشخص است. به دلیل اینکه کلاهک مستقیماً به سیستم آوندی متصل نمی‌باشد، احتمالاً نقشی در جذب آب و مواد غذایی ندارد و گفته می‌شود محتوی موادی است که خاصیت **ژئوتروپیسم** مثبت را در گیاه ایجاد می‌کند.

# آناتومی ریشه



## ۲- منطقهٔ مریستمی (Meristematic region):

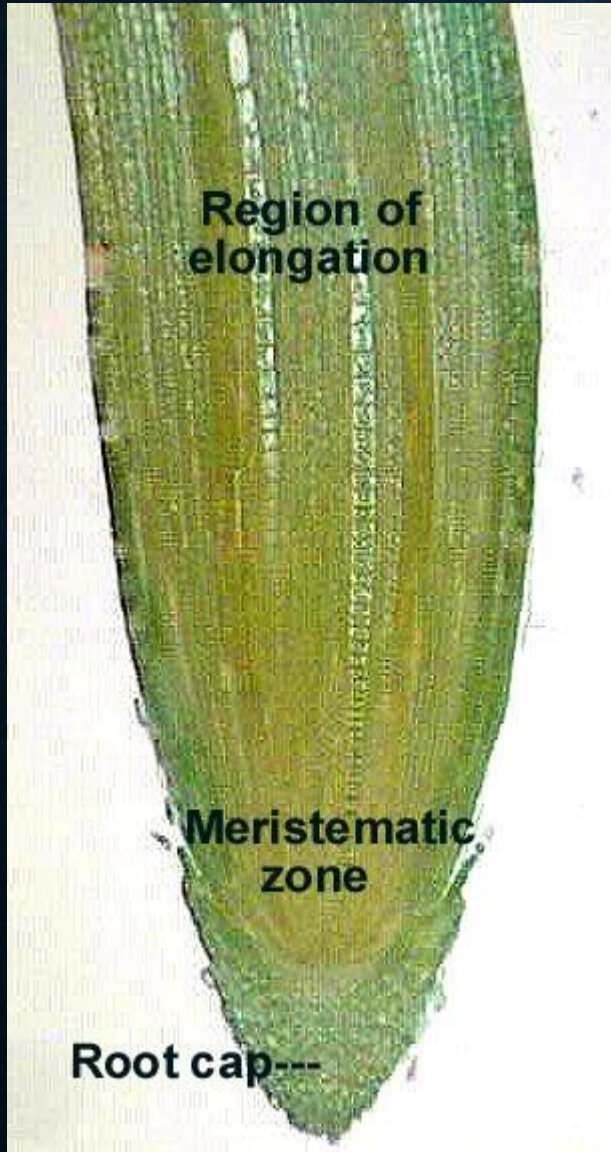
منطقهٔ مریستمی که در بالای کلاهک واقع گردیده، از تعداد زیادی سلول‌های کوچک و متراکم با دیوارهٔ نازک که محتوی مواد سیتوپلاسمی می‌باشند، تشکیل شده است. به دلیل مقاومت زیاد سیتوپلاسم در برابر ورود آب و املاح و عدم وجود یک سیستم هدایت کننده، مقدار نسبتاً کمی آب یا املاح از طریق این منطقه جذب می‌شوند.

## آناتومی ریشه

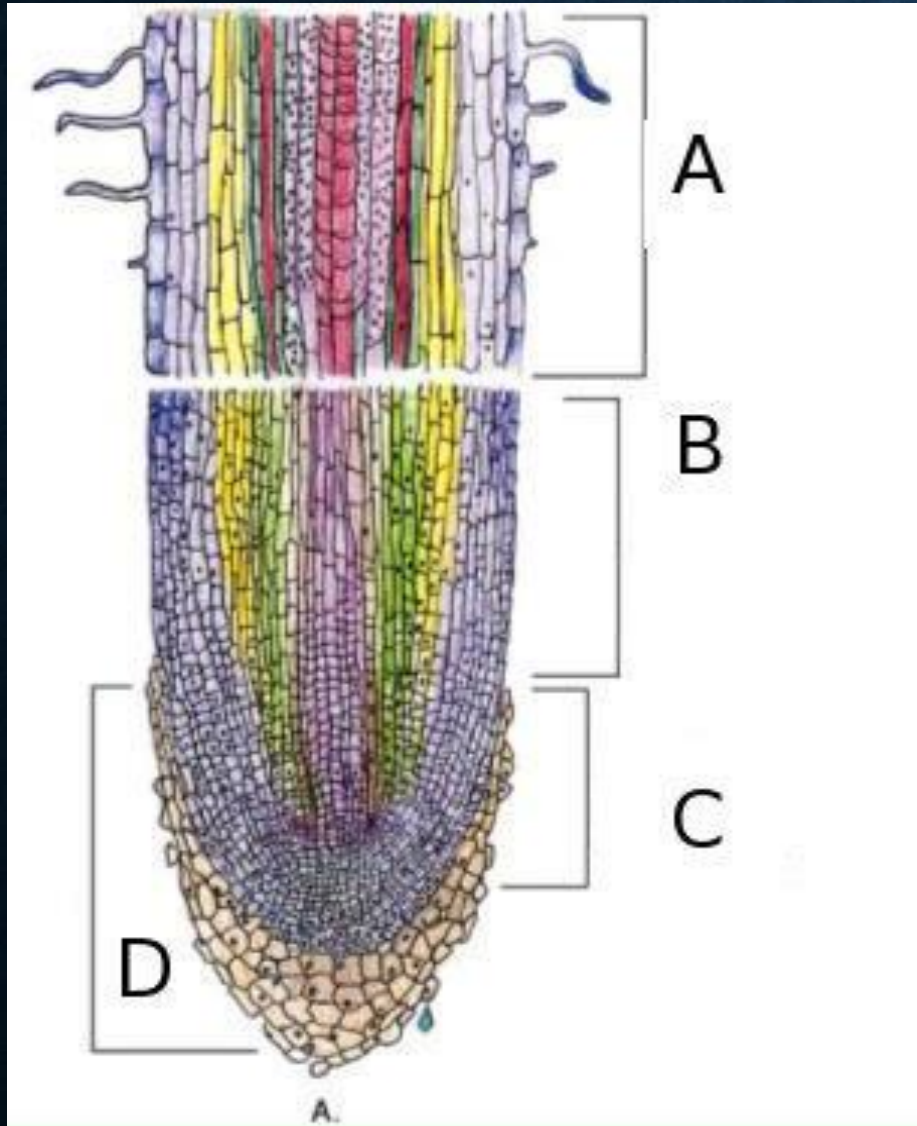
### ۳- منطقه نمو یا طول شدن (Region of elongation):

منطقه تقسیم سلولی و طول شدن سلول‌ها، بالاتر از منطقهٔ مریستمی و حدود چند دهم میلی متر بالاتر از کلاهک ریشه قرار دارد.

در این منطقه، یاخته‌های حاصل از تقسیم سلولی مریستم ریشه طول می‌شوند و اندازهٔ واکوئول‌ها در آن گاهی به چند دهم میلیمتر می‌رسد.



# آناتومی ریشه

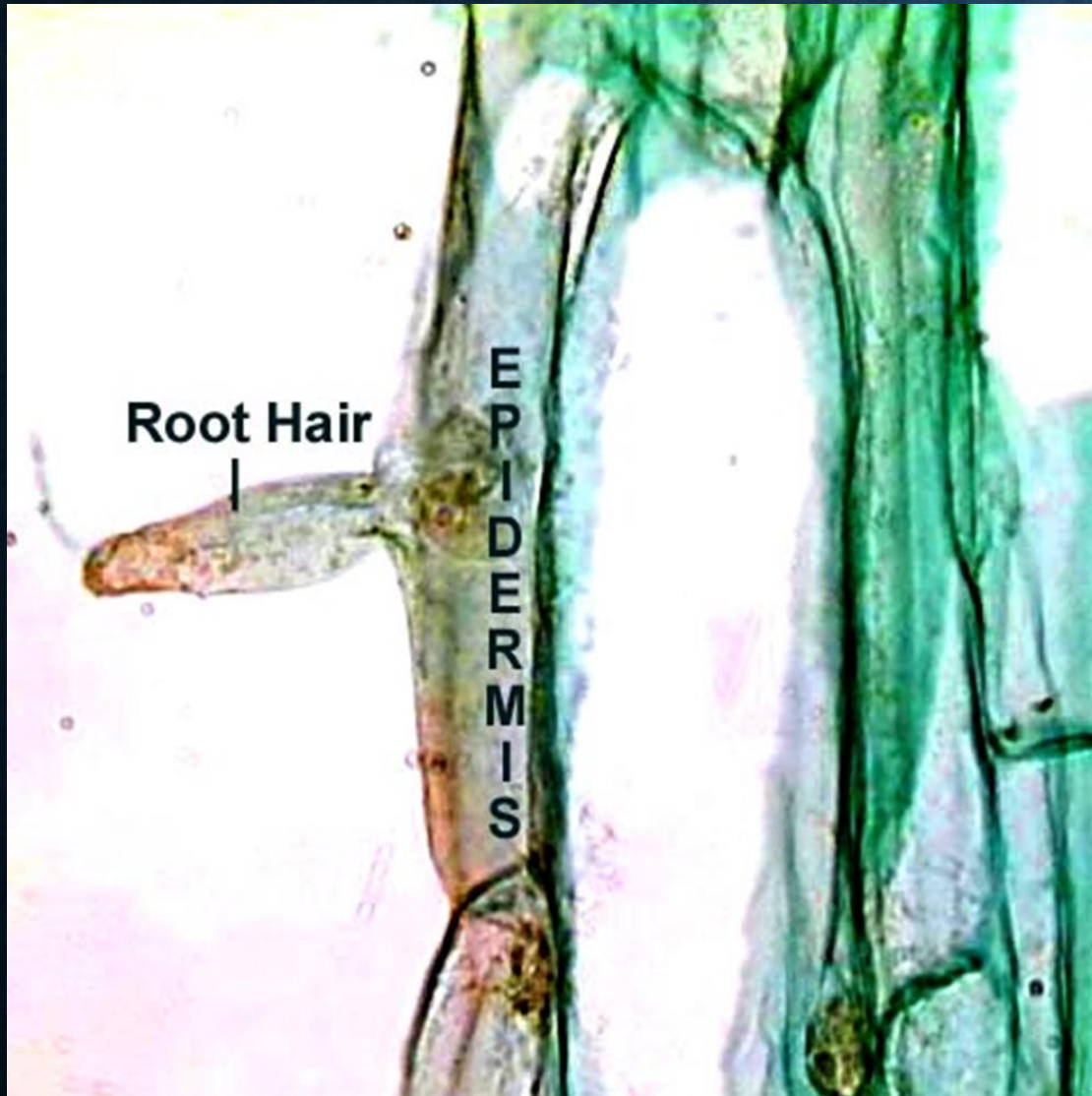


۴- منطقه تمایز یا تارهای کشنده :

(Region of differentiation)

بیشتر مواد غذایی از این منطقه جذب گیاه اولیه می‌شود. ضمناً یاخته‌های داخلی همین منطقه تغییر شکل و ساختمان داده و موجب تشکیل بافت‌های مختلف در ریشه می‌گردد. لذا این منطقه را ناحیه **تمایز** نیز می‌نامند.

# آناتومی ریشه



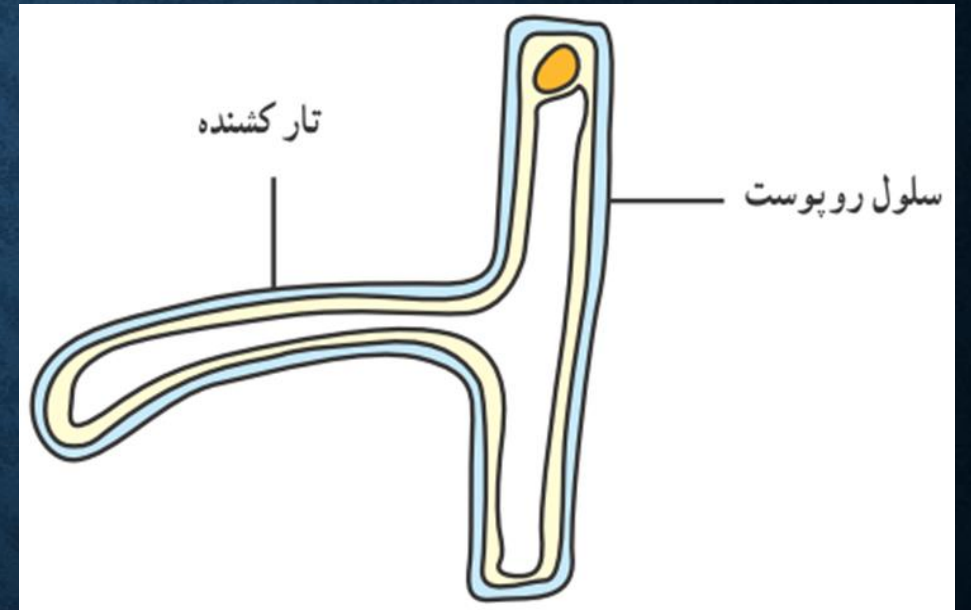
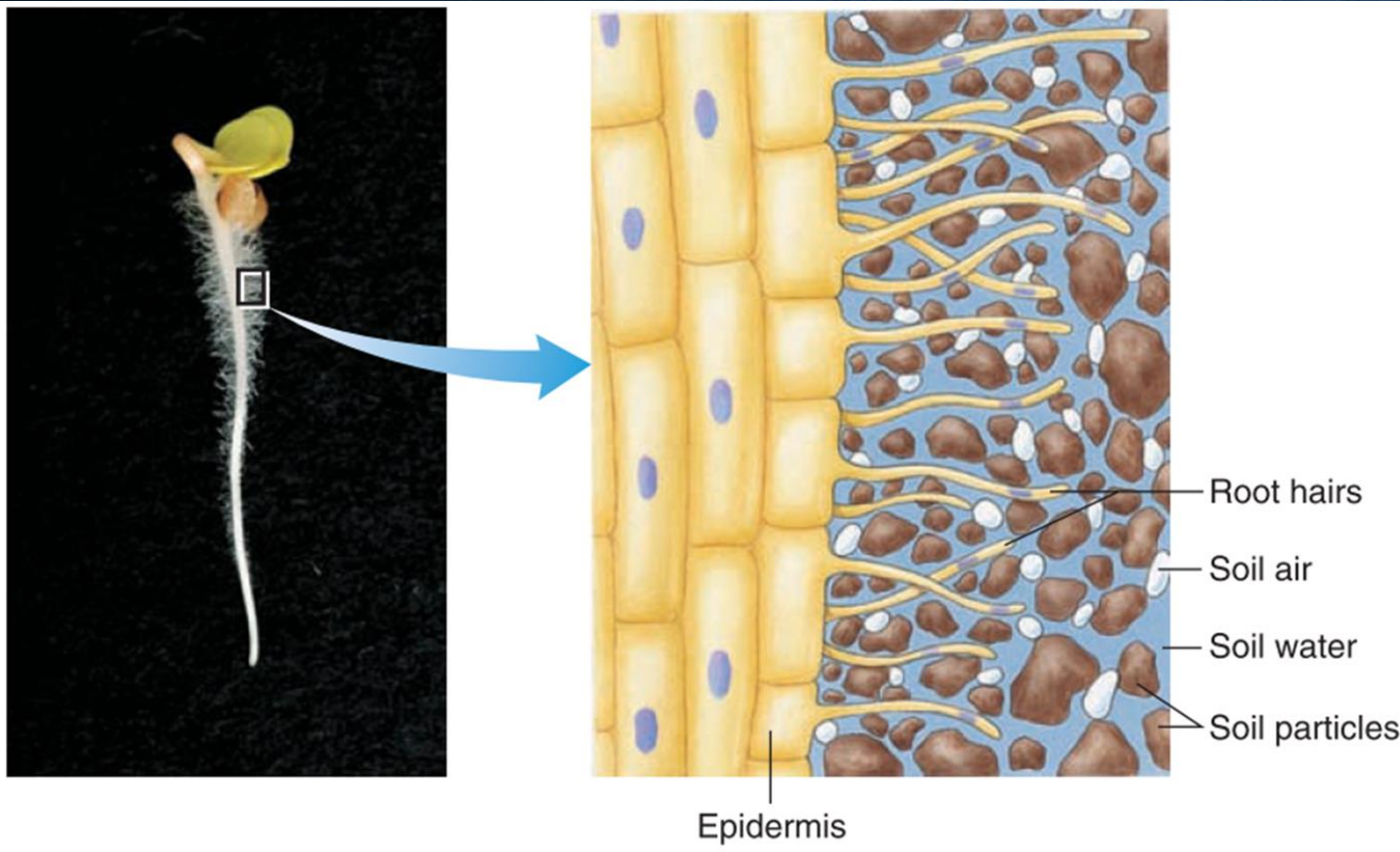
## ریشه‌های موئی (Root hairs) :

ریشه‌های موئی زمانی ظاهر می‌شوند که اپیدرم تمایز یابد. اپیدرم، سلول‌های خاصی دارد که سلول‌های ریشه‌های موئی می‌باشند. توجه زیادی به ریشه‌های موئی می‌شود زیرا به عنوان سطوح جذب آب و املاح، اهمیت زیادی دارند.

اپیدرم معمولاً از سلول‌های با دیواره نسبتاً نازک طویل تشکیل می‌شود که با ایجاد لایه متراکمی، قسمت بیرونی ریشه‌های جوان را می‌پوشاند.



# آناتومی ریشه



# جذب آب توسط ریشه

**مکانیسم ورود آب به درون ریشه :**

در سطح تارهای کشنده، فشار اسمزی شیره واکوئلی تارکشنده بیش از فشار اسمزی محلول خاکی است، این افزونی فشار (پتانسیل منفی) موجب کشش و جذب آب از خاک به ریشه می‌شود. به محض ورود آب به سلول تارکشنده پتانسیل آب سلول تارکشنده افزایش می‌یابد. حال آب از این سلول به سلول مجاور آن منتقل می‌شود و این فرآیند در عرض ریشه تکرار می‌شود تا آب وارد آوند چوبی شود.

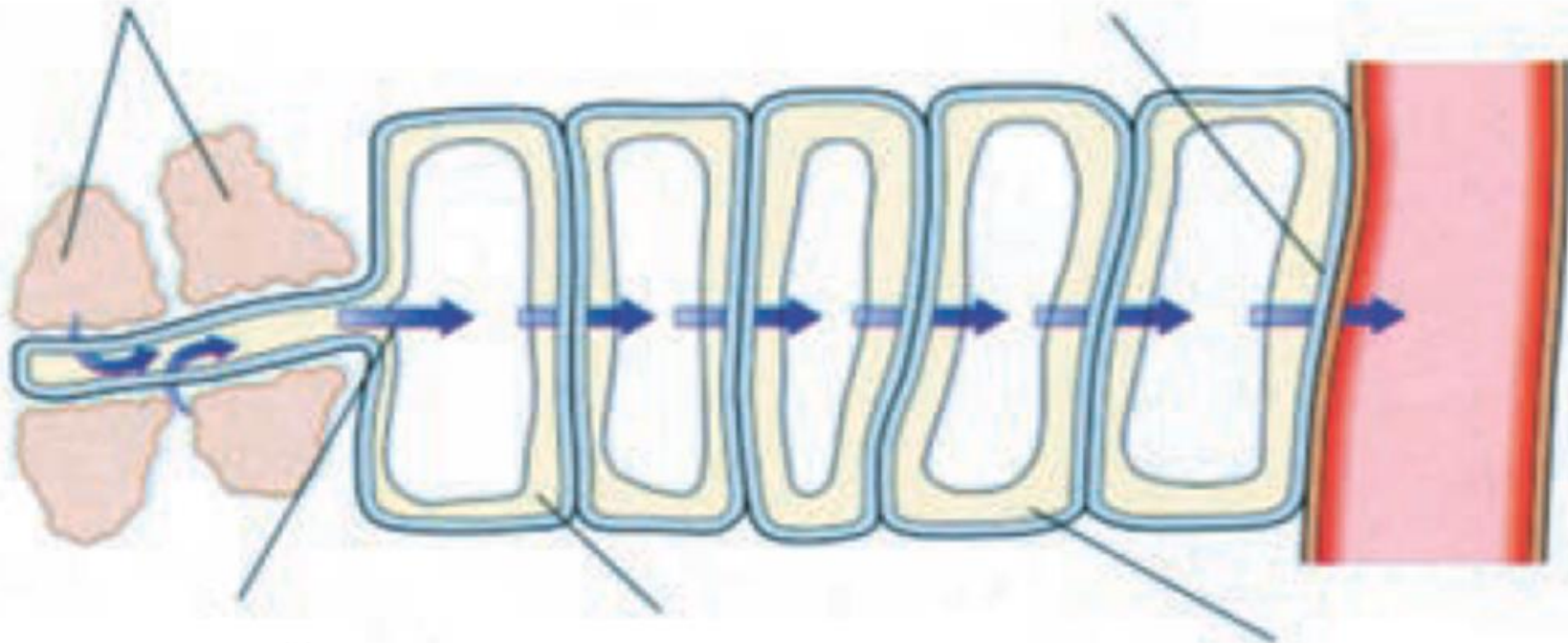
بافت‌های درونی نیز مکش ایجاد می‌کنند که مربوط به فشار اسمزی واکوئل‌های این بافت‌ها و نیروهای اندام‌های هوایی است که تعرق انجام می‌دهند.

تارهای کشنده ریشه نه تنها سطح جذب را افزایش می‌دهند بلکه تماس نزدیکی با خاک پیدا می‌کنند و باعث خرد کردن ذرات خاک و نفوذ به داخل شکاف‌ها می‌شوند.

# جذب آب توسط ریشه

ذرات خاک را لایه نازکی از آب احاطه می کند.

آب به داخل آوند چوبی حرکت می کند و به بالا برده می شود.



آب به روش اسمز از خاک وارد سلول تار کشنده ریشه می شود.

به محض ورود آب به سلول تار کشنده، پتانسیل آب سلول افزایش می یابد. بنابراین آب وارد سلول بعدی می شود.

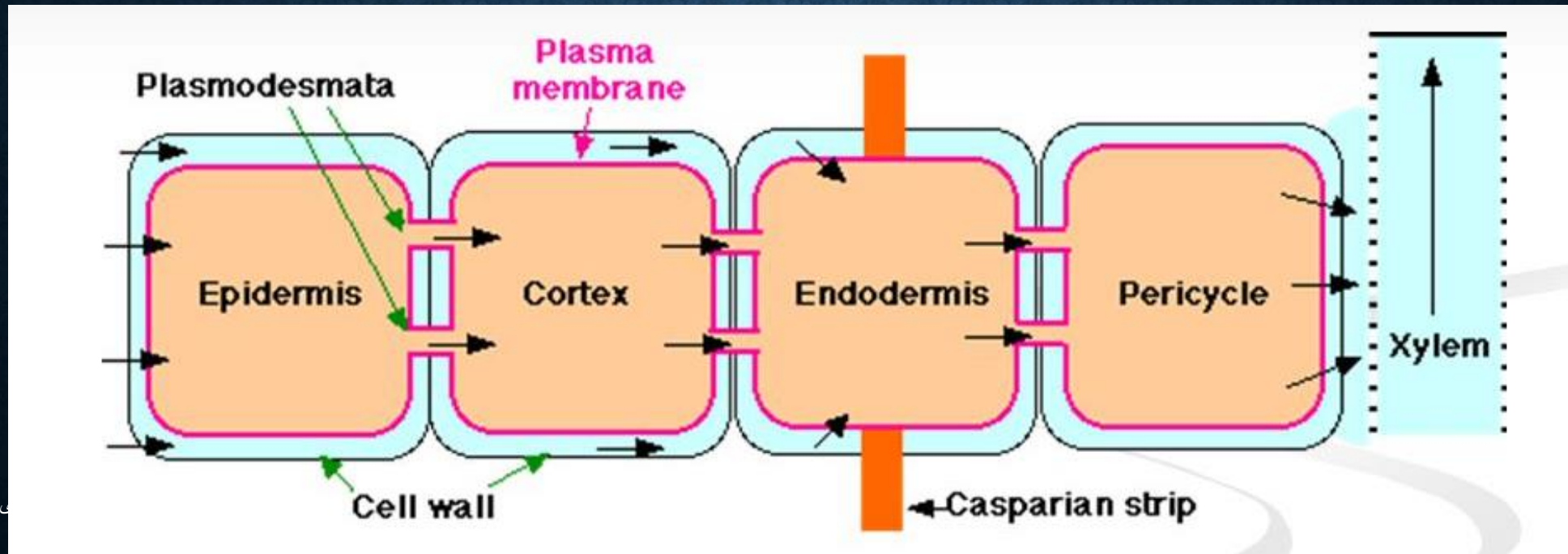
و به همین ترتیب آب در عرض ریشه از یک سلول به سلول دیگر حرکت می کند.

# جذب آب توسط ریشه

آب در عرض ریشه از دو مسیر عبور می کند:

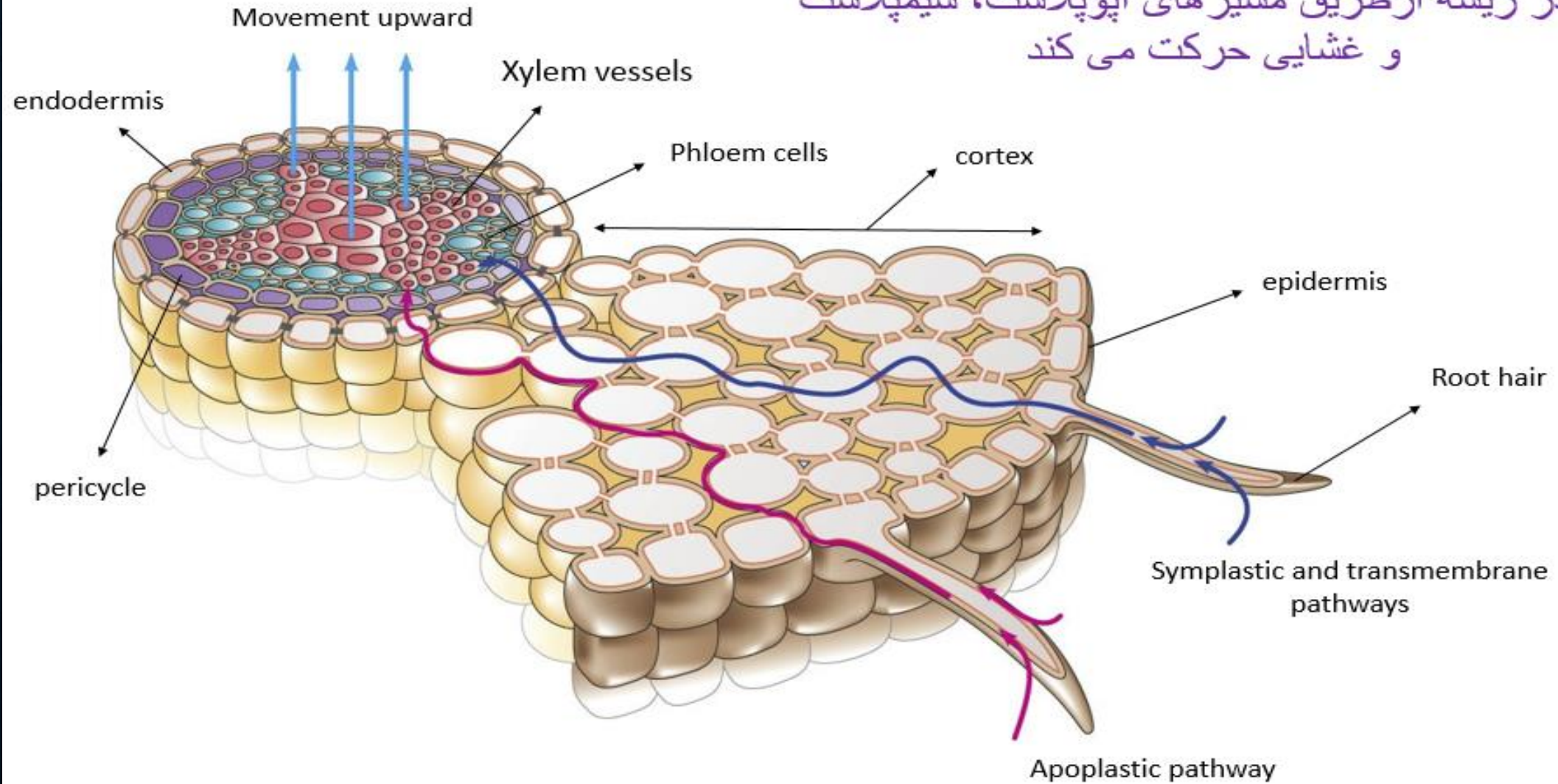
1. مسیر غیر پروتوپلاستی یا آپوپلاستی (Apoplastic pathway)

2. مسیر پروتوپلاستی یا سیمپلاستی (Symplastic and Transmembrane pathways)

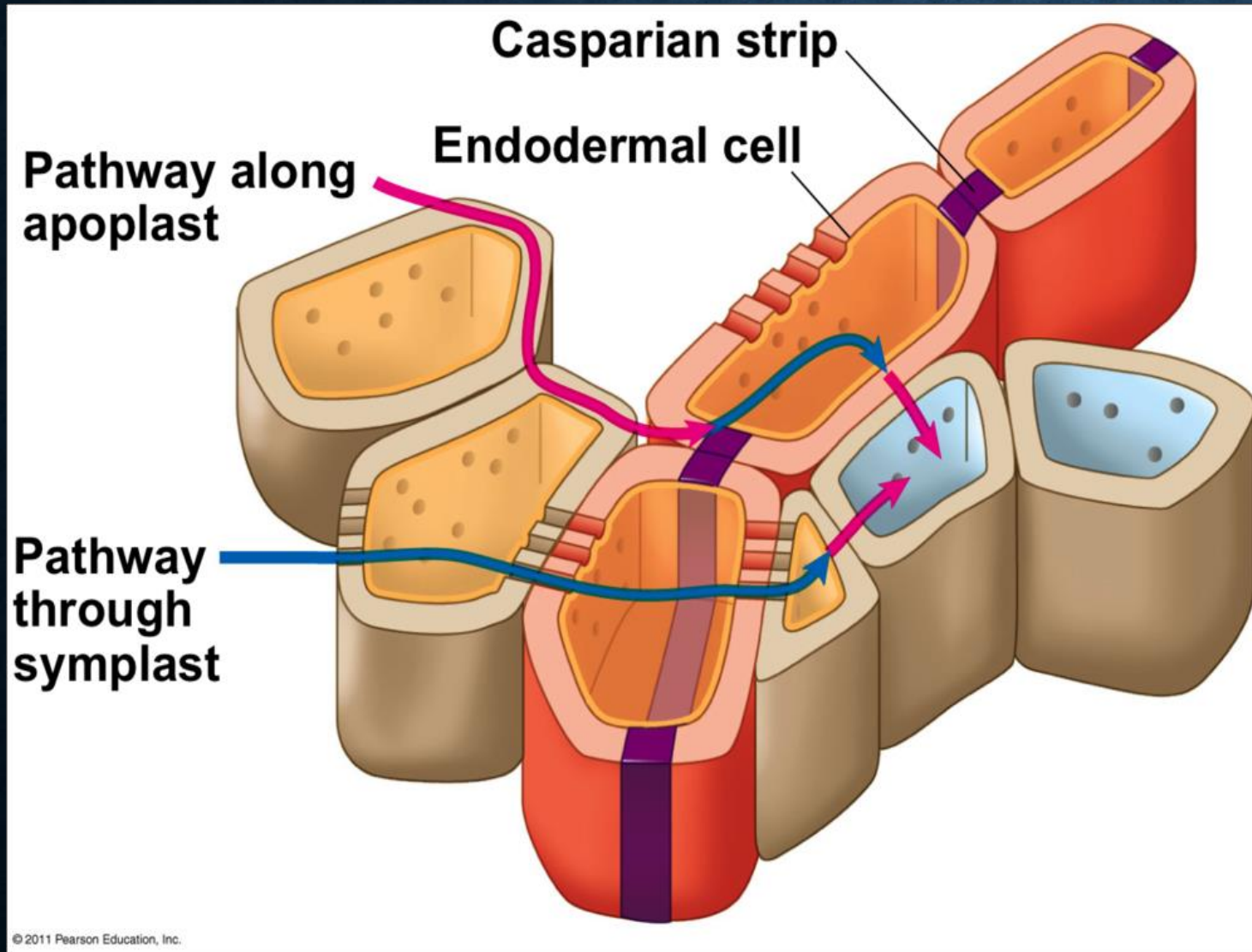


# جذب آب توسط ریشه

آب در ریشه از طریق مسیرهای آپوپلاست، سیمپلاست و غشایی حرکت می کند



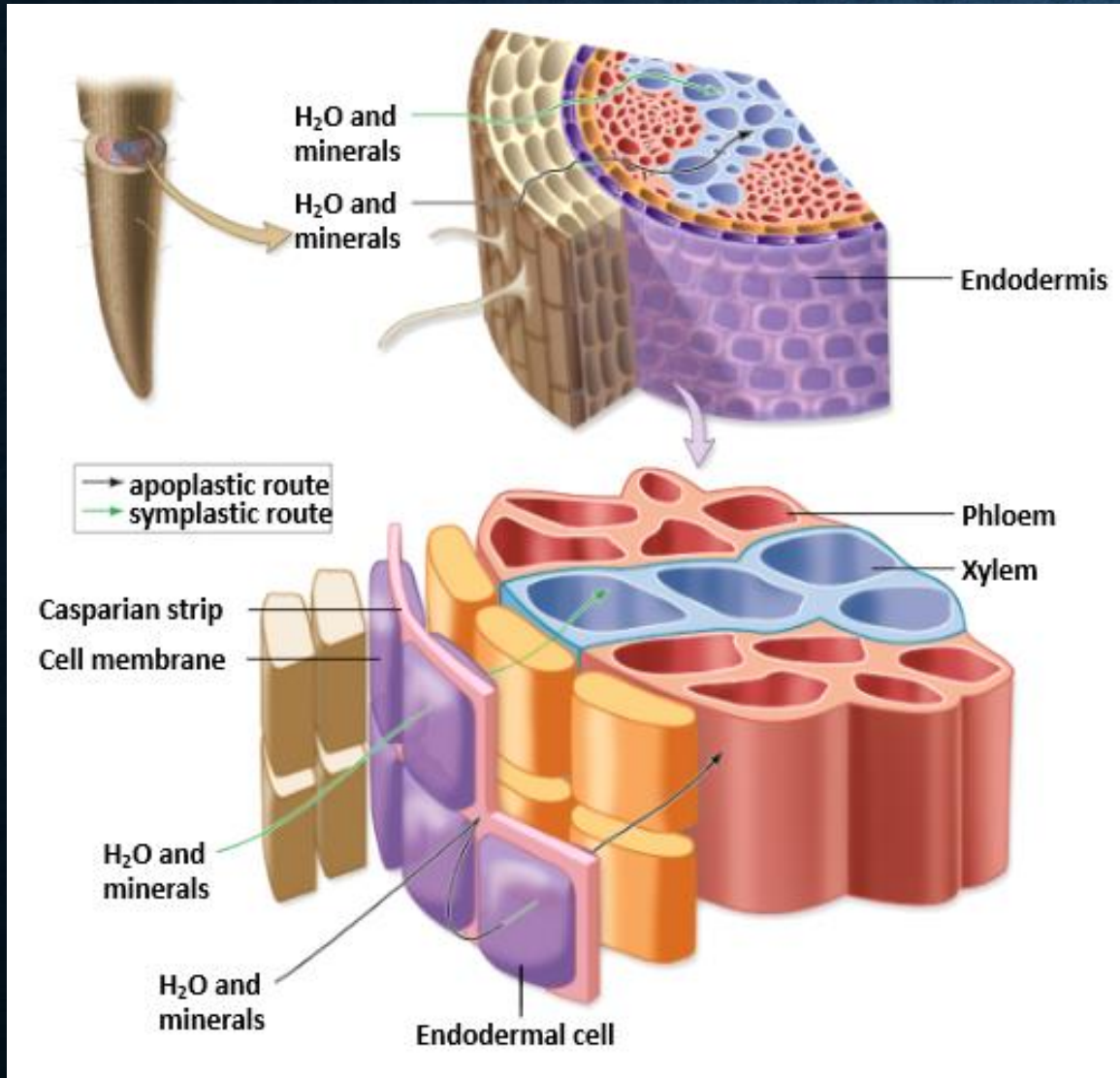
# جذب آب توسط ریشه



## ۱- مسیر غیرپروتوپلاستی یا آپوپلاستی (Apoplastic pathway):

آپوپلاست یک سیستم پیوسته از دیواره‌های سلولی و فضاهای بین سلولی در بافت گیاه است. در این مسیر آب منحصرأ از طریق فضای بین دیواره‌های سلولی بدون عبور از غشاء سلولی و ورود به سلول حرکت می‌کند.

# جذب آب توسط ریشه

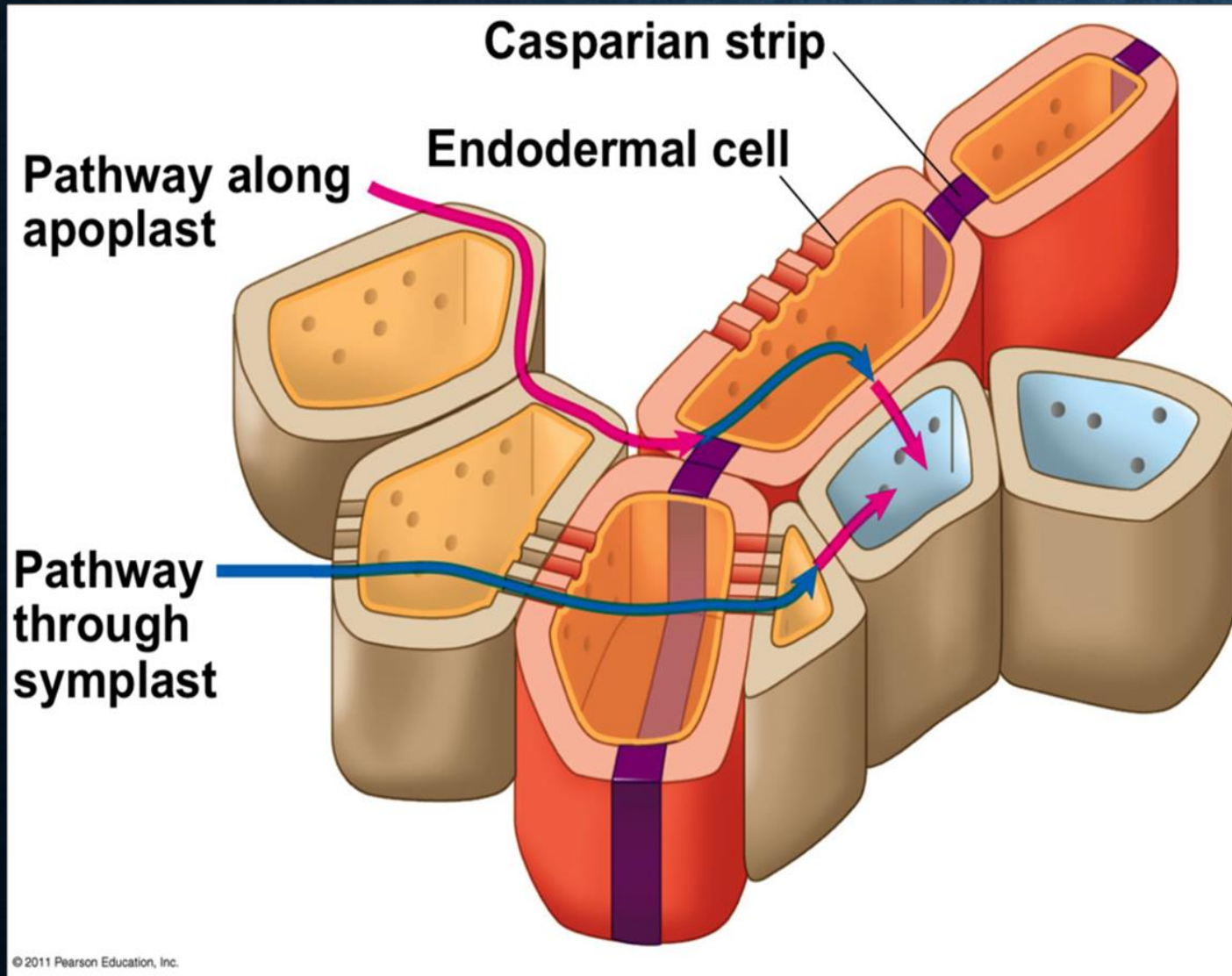


توقف حرکت آپوپلاستیک در آندودرم:

در آندودرم، نوار کاسپاری موجب توقف حرکت آب از طریق مسیر آپوپلاست می شود و آب و مواد محلول را وادار می سازد تا از طریق عبور از غشای پلاسمایی از آندودرم گذر کنند.

نوار کاسپاری کمربندی از دیواره های سلول های شعاعی در محل آندودرم است که با ماده آب گریز **سوبرین** آمیخته شده است.

# جذب آب توسط ریشه



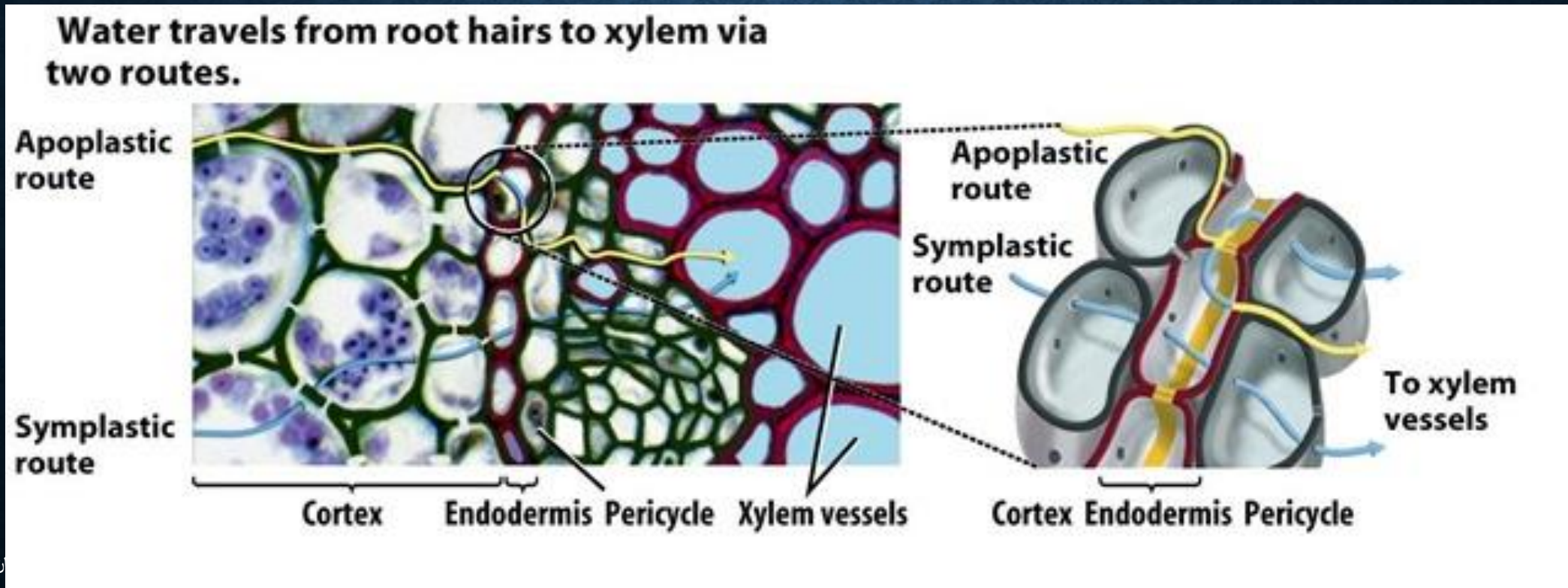
## ۲- مسیر پروتوپلاستی یا سیمپلاستی (Symplastic pathways):

آب از طریق پلاسمودسماها از یک سلول به سلول دیگر حرکت می کند. آب و مواد محلول در آن که از خاک وارد سیتوپلاسم سلول های تارهای کشنده شده است، از طریق پلاسمودسماها از سیتوپلاسم یک سلول به سیتوپلاسم سلول مجاور وارد می شود.



# جذب آب توسط ریشه

با توجه به این که نوار کاسپاری باعث ممانعت حرکت آب از مسیر آپوپلاستی می شود بنابراین در قسمت بافت داخلی تر ریشه یعنی پس از اندودرم حرکت آب کلاً از مسیر سیمپلاستی صورت می گیرد.



# جذب آب توسط ریشه

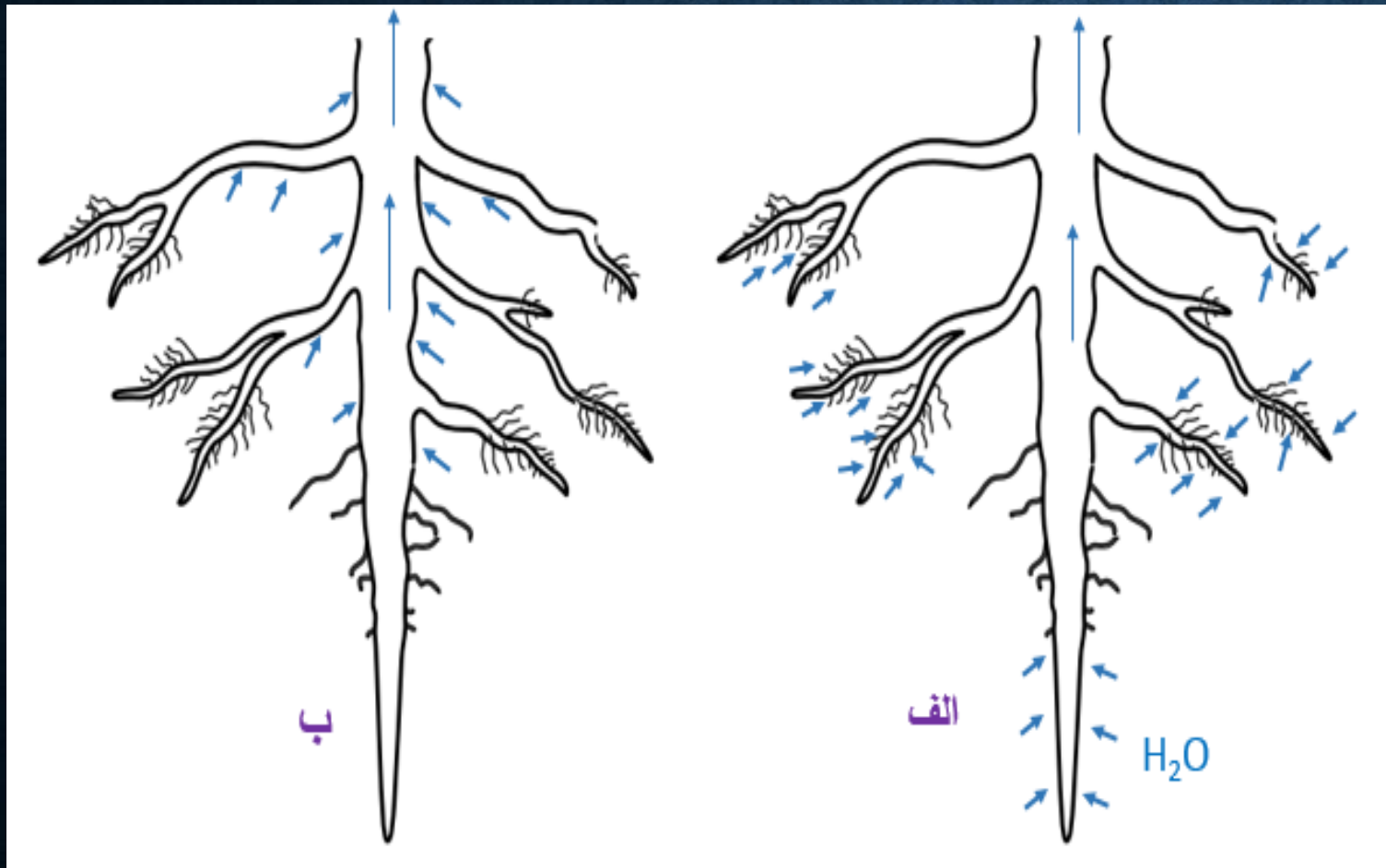
## جذب آب از مناطق مختلف ریشه :

ورود آب به ریشه در نزدیک نوک ریشه به سادگی صورت می‌گیرد ولی بخش‌های بالغ‌تر ریشه اغلب دارای لایه خارجی از بافت حفاظتی هستند که **اگزودرم** یا **هیپودرم** نامیده می‌شود.

این لایه حاوی مواد آب‌گریز است و برای آب نفوذناپذیر است. جذب آب باید در بخش‌هایی از ریشه که به شدت در حال کاوش مناطق جدید خاک هستند، تداوم یابد بخش‌های مسن‌تر ریشه بایستی کاملاً غیر قابل نفوذ باشند.

**الف)** در ریشه‌هایی که نفوذپذیری مناطق مسن کمتر است، باعث می‌شود مکش آوند چوبی به قسمت‌های پایین سیستم ریشه (نوک ریشه) توسعه یابد.

# جذب آب توسط ریشه



(ب) هنگامی که سطوح ریشه نفوذپذیری یکنواختی دارند، اکثر آب از مناطق بالایی ریشه جذب می‌شود، در این حالت مناطق پایینی ریشه به دلیل کاهش مکش آوند چوبی (ناشی از جریان آب) از نظر هیدرولیکی ایزوله می‌شوند.