

## ایمنی

**پوست:** اپیدرم و درم جلوی ورود میکروب‌ها به بدن را می‌گیرند و ریختن یا خسته‌های مرده سطح آن، میکروب‌های چسبیده به پوست را دور می‌کند، درم سدی محکم و با دوام ایجاد می‌کند، ترشحات پوست اسیدی است و عرق نمکی است و لیزوزیم دارد و نهایتاً در سطح خود میکروب‌های مفید دارد که در رقابت با انواع بیماری‌زا اند.

## نخستین خط:

(غیراختصاصی)

**مخاط:** سطح داخلی دستگاه‌های تنفس، گوارش و ادراری - تناسلی را پوشانده است. یاخته‌های پوششی به هم چسبیده دارد که سد ایجاد می‌کنند و ماده مخاطی چسبناک لیزوزیم‌دار تولید می‌کند. اسید معده، استفراغ و مدفوع، مخاط گوارشی و زنش مژک‌ها، عطسه و سرفه مخاط تنفسی و ادرار مخاط ادراری - تناسلی و اشک به کمک نمک و لیزوزیم، مخاط چشم را پاکسازی می‌کنند.

**درشت‌خوارها (ماکروفازها):** از مونوسیت‌ها منشاء می‌گیرند و در اندام‌های مختلف با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند و یاخته‌های مرده بافت‌ها و بقایای آنها را از بین برده و پاکسازی می‌کنند.

**یاخته‌های دارینه‌ای (دندریتی):** در بخش‌های مرتبط با بیرون مثل پوست و لوله گوارش قرار دارند و از مونوسیت‌ها منشاء می‌گیرند علاوه بر بیگانه‌خواری، میکروب‌ها را به لنفوسیت‌ها ارائه می‌دهند.

## بیگانه‌خوارها (فاگوسیت‌ها)

**ماستوسیت‌ها:** در بخش‌های مرتبط با بیرون بدن به فراوانی یافت شده و با ترشح هیستامین سبب گشاد شدن رگ‌ها و در نتیجه افزایش جریان خون و حضور بیشتر گویچه‌های سفید و همچنین سبب نفوذپذیری بیشتر رگ‌ها و نشست بیشتر خوناب و پروتئین‌های دفاعی آن به خارج از رگ می‌شود.

**نوتروفیل‌ها (نیروهای واکنش سریع):** نوعی گویچه سفید دانه‌دارند که موادمعدی زیادی حمل نمی‌کنند و چابک‌اند و می‌توانند با تراگذاری وارد بافت شده و عامل بیماری‌زا را با بیگانه‌خواری نابود کنند.

## دومین خط:

(غیراختصاصی)

**نوتروفیل‌ها:** بیگانه‌خواری دارند.

**ائوزینوفیل‌ها:** با انگل‌ها مبارزه می‌کنند.

**بازوفیل‌ها:** به مواد حساسیت‌زا پاسخ می‌دهند و هیستامین و هپارین تولید می‌کنند.

**مونوسیت‌ها:** در خون اند و با خروج از خون به درشت‌خوار یا یاخته‌دندریتی تبدیل می‌شوند.

**یاخته‌های کشنده طبیعی:** لنفوسیت‌های دفاع غیراختصاصی‌اند که با تولید پرفورین و آنزیم، سبب مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس می‌شوند.

## گویچه‌های سفید

**تب:** پاسخ بدن به ورود میکروب به بدن و برخی ترشحات میکروب‌ها، از طریق هیپوتالاموس است که با افزایش دمای بدن همراه است و فعالیت میکروب‌ها را کاهش می‌دهد.

**التهاب:** پاسخ موضعی بدن به آسیب بافتی است که به از بین رفتن میکروب‌ها و جلوگیری از انتشار آنها و تسریع بهبودی می‌انجامد و نشانه‌های آن قرمزی، تورم، گرما و درد در موضع آسیب دیده است و در بروز آن، ماستوسیت‌ها، یاخته‌های دیواره مویرگ، بیگانه‌خوارهای بافتی و نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها نقش دارند.

**پروتئین‌های مکمل:** محلول در خون‌اند، غیرفعال‌اند و در صورت برخورد با میکروب به شکل زنجیره‌ای فعال شده و در غشای میکروب ساختارهای حلقه مانند عامل نشت مواد را ایجاد می‌کنند و بیگانه‌خواری میکروب را آسان می‌کنند.

## پروتئین‌ها

I: از یاخته‌های آلوده به ویروس ترشح شده و این یاخته‌ها و یاخته‌های مجاورشان را به ویروس مقاوم می‌کند.

## اینترفرون

II: از یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح شده، درشت‌خوارها را فعال می‌کند و در مبارزه با سرطان اهمیت دارد.

**لنفوسیت‌های B:** در مغز استخوان تولید و بالغ می‌شوند و به دنبال برخورد با آنتی‌ژن، تکثیر شده و یاخته‌های پادتن‌ساز و خاطره را حاصل می‌آورند و پادتن‌ها نیز آنتی‌ژن‌ها را بی‌اثر یا نابود می‌کنند.

## سومین خط

(دفاع اختصاصی)

**لنفوسیت‌های T:** در مغز استخوان تولید شده و در تیموس بالغ می‌شوند و پس از شناسایی آنتی‌ژن تکثیر شده و یاخته‌های T کشنده و خاطره را حاصل می‌آورند و یاخته‌های T کشنده با تولید پرفورین و آنزیم، سبب مرگ برنامه‌ریزی شده، یاخته‌های آلوده به ویروس، سرطانی و یا پیوند شده می‌شوند.

## خطوط دفاعی

## زیست‌شناسی ۲

برای اولین بار، نظریه میکروبی بیماری‌ها که در قرن نوزدهم ارائه شد، بیان داشت که میکروب‌ها می‌توانند بیماری‌زا باشند.

### نخستین خط دفاعی: ورود ممنوع



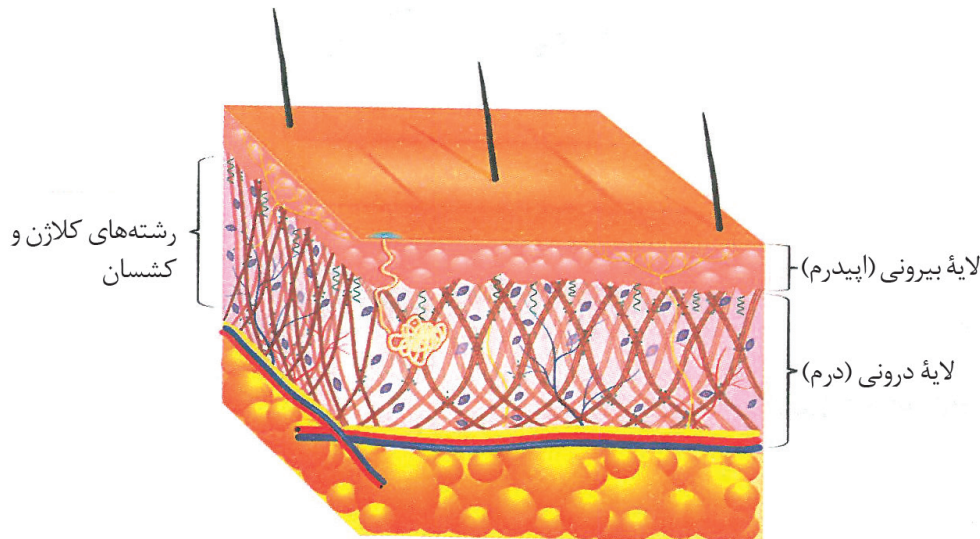
پوست و مخاط، سدّ محکمی در برابر ورود میکروب‌ها ایجاد می‌کنند. پوست یکی از اندام‌های بدن است که لایه‌های بیرونی و درونی آن در جلوگیری از ورود میکروب‌ها به بدن نقش دارند (شکل ۱).

لایه بیرونی پوست ۱ شامل چندین لایه یاخته پوششی است که ۲ خارجی‌ترین یاخته‌های آن مرده‌اند. ۳ یاخته‌های مرده به تدریج می‌ریزند و به این ترتیب، میکروب‌هایی را که به آن چسبیده‌اند، از بدن دور می‌کنند.

\* لایه بیرونی پوست این درم نامیده می‌شود و شامل بافت پوششی سطحی چند لایه با لایه سطحی مرده است.

\* در حد فاصل بین اپیدرم و درم لایه‌ای از جنس پروتئین و گلیکوپروتئین قرار گرفته است.

\* گیرنده‌های درد در درم اپیدرم نیز دیده می‌شوند.



شکل ۱ - لایه‌های مختلف پوست

در لایه درونی، پوست که ۱ درم نامیده می‌شود ۲ بافت پیوندی رشته‌ای وجود دارد که ۳ رشته‌ها در آن به طرز محکمی به هم تابیده‌اند. این لایه ۴ محکم و با دوام است. ۵ چرم که از پوست جانوران درست می‌شود مربوط به همین لایه است. لایه درونی، ۶ عملاً سدّی محکم و غیر قابل نفوذ است. پوست فقط یک سد ساده نیست؛ بلکه ترشحات مختلفی هم دارد. سطح پوست را ماده‌ای چرب می‌پوشاند. این ماده به علت داشتن اسیدهای چرب، خاصیت اسیدی دارد. محیط اسیدی برای زندگی میکروب‌های بیماری‌زا مناسب نیست.

\* لیروزیم در اشک، عرق، بزاق و مایع مخاطی دیده می‌شود.

\* لیروزیم نوعی آنزیم است که باکتری‌ها را از بین می‌برد.

یکی دیگر از ترشحات سطح پوست، عرق است که نمک دارد. نمک برای باکتری‌ها مناسب نیست. عرق، آنزیم لیروزیم هم دارد.

در سطح پوست ما میکروب‌هایی زندگی می‌کنند که با شرایط پوست، از جمله اسیدی بودن، سازش یافته‌اند. این میکروب‌ها از

تکثیر میکروب‌های بیماری‌زا جلوگیری می‌کنند، چون در رقابت برای کسب غذا بر آنها پیروز می‌شوند.

با اینکه پوست سد محکمی است، اما همه جای بدن را نپوشانده است یکی دیگر از سدهای حفاظتی بدن **مخاط** است. ۱ دستگاه‌های تنفس، گوارش و ادراری تناسلی با محیط بیرون در ارتباط‌اند و امکان نفوذ میکروب‌ها از طریق آنها وجود دارد. سطح مجاری این دستگاه‌ها را مخاط پوشانده است. به یاد دارید که ۲ مخاط از یک بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی تشکیل شده است و ۳ مادهٔ چسبناکی را به نام مادهٔ مخاطی ترشح می‌کند. ۴ یاخته‌های پوششی به هم چسبیده‌اند و سدی را ایجاد می‌کنند. همچنین ۵ مادهٔ مخاطی، که چسبناک است، میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و از پیش‌روی آنها جلوگیری می‌کند. ۶ ترشحات مخاط، با داشتن لیزوزیم موجب کشته شدن باکتری‌ها می‌شود.

علاوه بر مخاط، در هر کدام از دستگاه‌های یادشده **سازوکارهای دیگری هم برای مبارزه** با میکروب‌ها وجود دارد. به عنوان مثال، ۱ مخاط مژکدار در دستگاه تنفس مانع نفوذ میکروب‌ها به بخش‌های عمیق‌تر می‌شود. ۲ در دستگاه گوارش، بزاق لیزوزیم دارد. همچنین ۳ اسید معده، میکروب‌های موجود در غذا را نابود می‌سازد. ۴ سازوکارهایی مانند عطسه، سرفه، استفراغ، مدفوع و ادرار باعث بیرون راندن میکروب‌های مجاری می‌شود. ۵ اشک با داشتن نمک و لیزوزیم از چشم محافظت می‌کند. چنان که می‌بینیم میکروب‌ها، از هر نوعی که باشند، هنگام ورود به بدن، با خط اول دفاع بدن روبه‌رو می‌شوند. پوست و مخاط، در برابر نفوذ میکروب‌ها، بدون توجه به نوع آنها، سدی ایجاد می‌کنند. به این نوع دفاع، دفاع غیراختصاصی می‌گویند. در دفاع غیراختصاصی، روش‌هایی به کار گرفته می‌شود که در برابر طیف وسیعی از میکروب‌ها مؤثر است. در مقابل، دستگاه ایمنی می‌تواند به طور اختصاصی نیز در برابر میکروب‌ها دفاع کند. در دفاع اختصاصی پاسخ دستگاه ایمنی فقط بر همان نوع میکروب مؤثر است و بر میکروب‌هایی از انواع دیگر اثری ندارد.



### گفتار ۲ دومین خط دفاعی: واکنش‌های عمومی اما سریع

اگر میکروبی بتواند از نخستین خط دفاعی عبور کند، آیا یاخته‌های بدن ما می‌توانند با آن مبارزه کنند؟

#### مشاهدهٔ یک دانشمند

کلید پاسخ به این سؤال، از مشاهدهٔ جانورشناسی به نام ایلینا مچنیکوف به دست آمد. او در حین مطالعهٔ لارو ستاره دریایی، که شفاف است، به مشاهدهٔ شگفت انگیزی دست یافت. مچنیکوف برای نخستین بار، درون بدن لارو، یاخته‌هایی را دید که شبیه آمیب بودند؛ حرکت می‌کردند و مواد اطراف خود را می‌خوردند. در این هنگام فکری به ذهن او خطور کرد: شاید این یاخته‌ها میکروب‌ها و ذرات خارجی را هم می‌خورند و در دفاع نقش دارند. اگر چنین باشد باید بتوانند ذره‌ای را که از خارج به بدن لارو وارد شده است نابود کنند. او برای آزمودن این فرضیه، خرده‌های ریزی از خارهای گل رز را به زیر پوست لارو وارد کرد و مشتاقانه منتظر ماند. او درست حدس زده بود. تا صبح فردا، این یاخته‌های آمیبی شکل، اثری از خرده‌ها باقی نگذاشته بودند. مچنیکوف این یاخته‌ها را بیگانه‌خوار نامید. او بقیهٔ عمر خود را به مطالعهٔ نحوهٔ دفاع بدن در برابر میکروب‌ها پرداخت و سرانجام موفق شد جایزهٔ نوبل را به دست آورد.

#### خودی و بیگانه

قبل از آنکه بیگانه‌خوارهای بدن ما به میکروب حمله کنند، ابتدا باید «بیگانه بودن» آن را تشخیص دهد. دستگاه ایمنی هر فرد، یاخته‌های «خودی» را می‌شناسد و تنها در برابر آنچه که «بیگانه» تشخیص داده می‌شود پاسخ می‌دهد.

**دومین خط دفاعی** ۱ شامل ساز و کارهایی است که بیگانه‌ها را بر اساس ویژگی‌های عمومی آنها شناسایی می‌کند. بنابراین، ۲ از نوع دفاع غیر اختصاصی است. دومین خط دفاعی ۳ شامل بیگانه‌خوارها، گویچه‌های سفید، پروتئین‌ها، پاسخ التهابی و تب است.

### بیگانه‌خوارها (فاگوسیت‌ها)

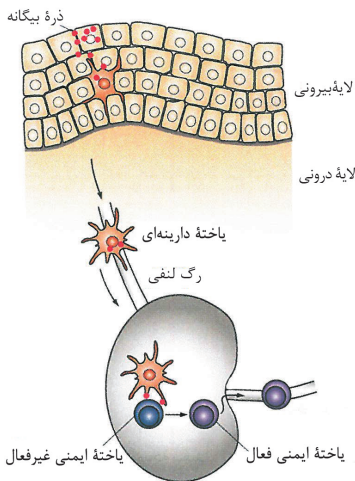


شکل ۲ - درشت‌خوار در حال بیگانه‌خواری

در انسان انواع مختلفی از یاخته‌های بیگانه‌خوار شناسایی شده‌اند. بیگانه‌خوارها در جای جای بدن انسان حضور دارند. **درشت‌خوار** که ۱ ماکروفاژ نیز نامیده می‌شود ۲ یکی از بیگانه‌خوارهاست (شکل ۲). واژه درشت‌خوار برای شما آشناست. آیا درشت‌خوارهای حبابکی را در شش‌ها به یاد دارید؟ ۳ درشت‌خوارها در اندام‌های مختلف، از جمله گره‌های لنفاوی، حضور دارند و با میکروب‌ها مبارزه می‌کنند. یکی دیگر از وظایف درشت‌خوار ۴ از بین بردن یاخته‌های مرده بافت‌ها یا بقایای آنهاست. از سال گذشته به یاد دارید که ۵ کبد و طحال گویچه‌های قرمز مرده را پاک‌سازی می‌کنند. این کار به وسیله درشت‌خوارهای این اندام‌ها انجام می‌شود.

\* **بیگانه‌خوارها** (دومین خط دفاعی شامل درشت‌خوارها، یاخته‌های دندریتی، ماستوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها) اند.

\* **نوتروفیل** بیگانه‌خواری است که در خون بیگانه‌خواری می‌کند.



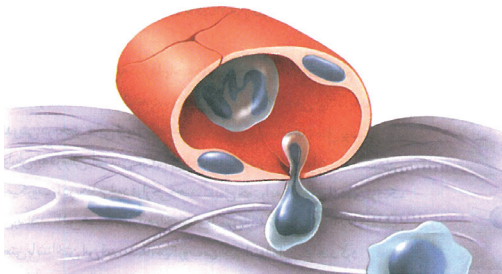
شکل ۳ - نحوه عملکرد یاخته‌های دارینه‌ای

یاخته‌های دارینه‌ای ۱ نوع دیگری از بیگانه‌خوارها اند. ۲ این یاخته‌ها را به علت داشتن انشعابات دارینه مانند، به این نام می‌خوانند. یاخته‌های دارینه‌ای ۳ در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط اند، مثل پوست و لوله گوارش، به فراوانی یافت می‌شوند. ۴ این یاخته‌ها علاوه بر بیگانه‌خواری، قسمت‌هایی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند. ۵ سپس خود را به گره‌های لنفاوی نزدیک می‌رسانند، تا این قسمت‌ها را به یاخته‌های ایمنی ارائه کنند (شکل ۳). یاخته‌های ایمنی با شناختن این قسمت‌ها، میکروب مهاجم را شناسایی خواهند کرد.

**ماستوسیت** ۱ بیگانه‌خوار دیگری است که مانند یاخته‌های دارینه‌ای در ۲ بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط اند، به فراوانی یافت می‌شود. ۳ ماستوسیت‌ها ماده‌ای به نام هیستامین دارند. ۴ هیستامین رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آنها را زیاد می‌کند. ۵ گشاد شدن رگ‌ها باعث افزایش جریان خون و حضور بیشتر گویچه‌های سفید می‌شود. ۶ نفوذپذیری بیشتر رگ‌ها موجب می‌شود تا خونابه که حاوی پروتئین‌های دفاعی است بیش از گذشته به خارج رگ نشت کند.

**نوتروفیل**، ۱ بیگانه‌خوار دیگری است که ۲ از انواع گویچه‌های سفید است و ۳ به نیروهای واکنش سریع تشبیه می‌شود ۴ مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کند و ۵ چابک است. نوتروفیل‌ها ۶ هسته چند قسمتی و ۷ سیتوپلاسم دانه‌دار دارند.

### گویچه‌های سفید



شکل ۴ - تراگذاری گویچه سفید

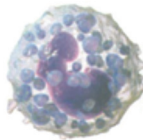
\* همه گویچه‌های سفید قابلیت ترانگزیری دارند.

یافته‌های اولیه نشان می‌دهد که در جریان بیماری‌های میکروبی، تعداد گویچه‌های سفید افزایش می‌یابد و به این ترتیب، نشان داده شد که بین این گویچه‌ها و میکروب‌ها ارتباط وجود دارد. اما هنوز یک سؤال دیگر باقی‌مانده بود: گویچه‌های سفید در خون اند، اما میکروب‌ها همه جا می‌توانند باشند. گویچه‌های سفید چگونه با میکروب‌های خارج از خون مبارزه می‌کنند؟ آیا گویچه‌های سفید می‌توانند از خون خارج شوند؟



## زیست‌شناسی ۲

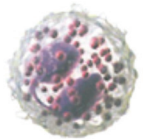
با پیشرفت روش‌های رنگ‌آمیزی و کار با میکروسکوپ، دانشمندان به کشفی دست یافتند که می‌توانست این معما را حل کند. دانشمندان مشاهده کردند که گویچه‌های سفید نه تنها در خون، بلکه در بافت‌های دیگر هم یافت می‌شوند. پس گویچه‌های سفید، توانایی خروج از خون را دارند. فرایند عبور گویچه‌های سفید را از دیواره مویرگ‌ها، تراگذاری (دیاپدز) می‌نامند (شکل ۴). تراگذاری از ویژگی‌های همه گویچه‌های سفید است.



بازوفیل

درشت باز مونده هم دو قسمت هتاش مثل شده روی هم افتاده و هم دانه‌های تیره شده

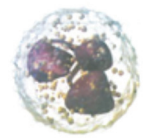
۱- بازوفیل: هسته دو قسمتی روی هم افتاده - میان یاخته با دانه‌های تیره



ائوزینوفیل

دمبل زرد و دانه‌های درشت شده و توی سر انگل‌ها می‌زنه

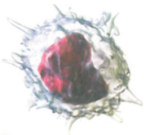
۲- ائوزینوفیل: هسته دو قسمتی دمبلی - میان یاخته با دانه‌های روشن درشت



نوتروفیل

اوش مثل اسم نوترون که تیریده و هتاش چند قسمت شده و کلی دانه‌های روشن ریز به اطراف پاشیده!

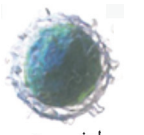
۳- نوتروفیل: هسته چند قسمتی - میان یاخته با دانه‌های روشن ریز



مونوسیت

درشته و هتاش مثل غول خمیده یا لوبیایی شده

۴- مونوسیت: هسته تکی خمیده یا لوبیایی - میان یاخته بدون دانه



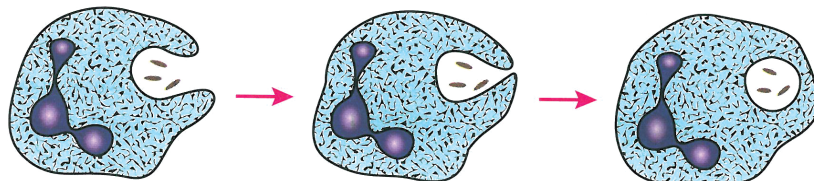
لنفوسیت

هم دادن و ماک صورت دادن و بی دانه شدن!

هتاش مثل گره‌های نفی، گرد یا بیضی هست!

۵- لنفوسیت: هسته تکی گرد یا بیضی - میان یاخته بدون دانه

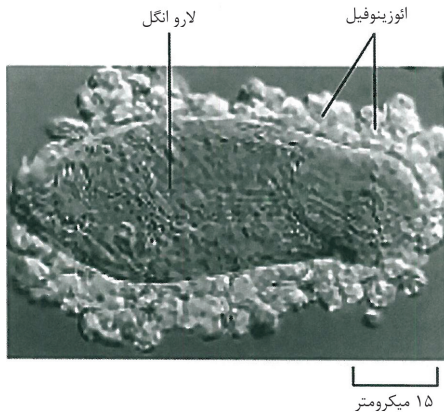
گویچه‌های سفیدی که در دومین خط دفاعی بدن فعالیت می‌کنند شامل موارد زیراند. نوتروفیل‌ها را می‌توان به «تیروهای واکنش سریع» تشبیه کرد. اگر عامل بیماری‌زا در بافت وارد شود، نوتروفیل‌ها با تراگذاری خود را به آنها می‌رسانند و با بیگانه‌خواری آنها را نابود می‌کنند (شکل ۵). نوتروفیل‌ها مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند و چابک‌اند.



شکل ۵ - بیگانه‌خواری نوتروفیل‌ها

\* تیروهای واکنش سریع هست چند قسمتی و سیتوپلازم دانه‌دار دارند.

## زیست‌شناسی ۲



شکل ۶ - انترینوفیل‌ها لارو انگل را احاطه کرده‌اند.

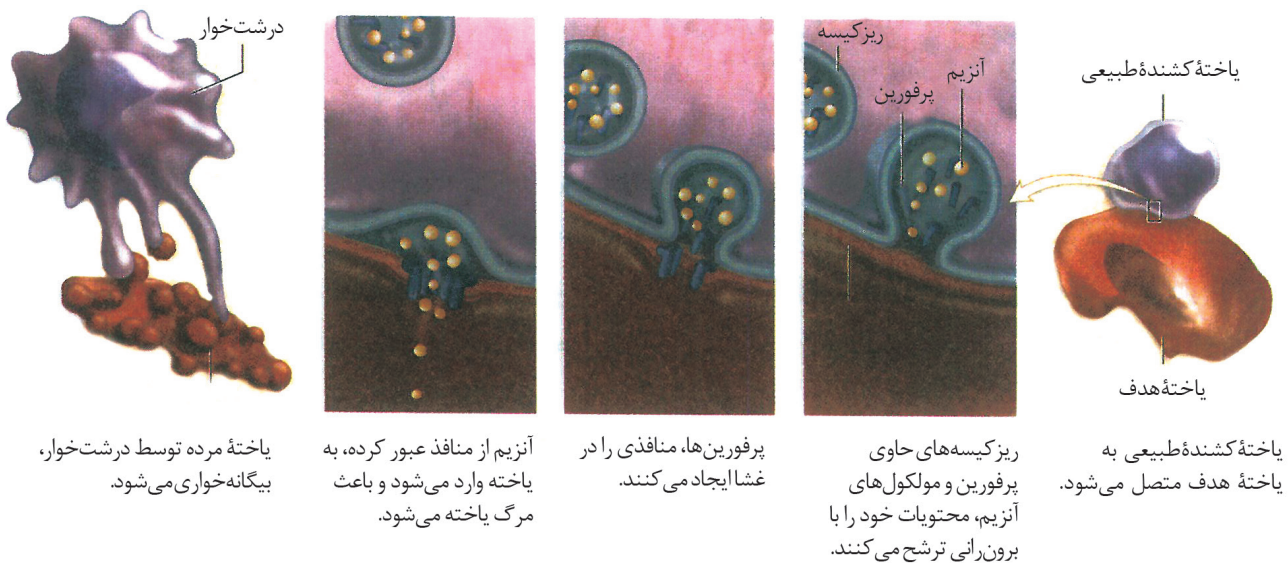
همه عوامل بیماری‌زا را نمی‌توان با بیگانه‌خواری از بین برد. انترینوفیل ۱ در برابر عوامل بیماری‌زای بزرگتری مثل کرم‌های انگل که قابل بیگانه‌خواری نیستند، مبارزه می‌کنند. انترینوفیل‌ها ۲ محتویات دانه‌های خود را به روی انگل می‌ریزند (شکل ۶).

**بازوفیل‌ها، ۱** به مواد حساسیت‌زا پاسخ می‌دهند. ۲ دانه‌های این یاخته‌ها هیستامین و ۳ ماده‌ای به نام هپارین دارند. هپارین ضد انعقاد خون است.

مونوسیت‌ها، از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به درشت‌خوار و یا یاخته‌های دندریتی تبدیل می‌شوند.

**لنفوسیت‌ها** انواع مختلفی دارند. لنفوسیتی را که در دفاع غیراختصاصی

نقش دارد، ۱ یاخته‌کشنده طبیعی می‌نامند که ۲ یاخته‌های سرطانی و آلوده به ویروس را نابود می‌کنند. یاخته‌کشنده طبیعی، ۳ به یاخته سرطانی متصل می‌شود، ۴ با ترشح پروتئینی به نام پرفورین منفذی در غشا ایجاد می‌کند. ۵ سپس با وارد کردن آنزیمی به درون یاخته، باعث مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته می‌شود (شکل ۷). در یاخته‌ها، برنامه‌ای وجود دارد که در صورت اجرای آن، یاخته می‌میرد. این نوع مرگ را مرگ برنامه‌ریزی شده می‌نامند. لنفوسیت‌های دفاع اختصاصی را لنفوسیت‌های B و T می‌نامند و کمی بعد با آنها آشنا خواهیم شد.

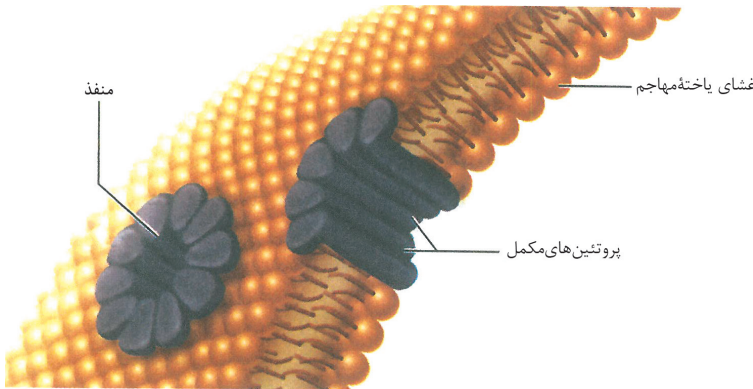


شکل ۷ - نحوه عملکرد یاخته‌کشنده طبیعی

\* کرم‌های انگل قابل بیگانه‌خواری ندارند و با محتویات دانه‌های انترینوفیل‌ها با آن‌ها مبارزه می‌شود.

\* هر لنفوسیت مربوط به دفاع غیراختصاصی یاخته‌کشنده طبیعی نام دارد و قابلیت ترشح پرفورین دارد.

\* هر لنفوسیت با قابلیت ترشح پرفورین لزوماً مربوط به خط (های) ۲ و ۳ دفاعی بدن است.



شکل ۸ - نحوه عملکرد پروتئین‌های مکمل

شده به کمک یکدیگر، با ایجاد ساختارهای حلقه مانند در غشای میکروب‌ها، منافذی به وجود می‌آورند. ۶ این منافذ عملکرد غشای یاخته‌ای میکروب را در کنترل ورود و خروج مواد از بین می‌برند و سرانجام یاخته بیگانه می‌میرد (شکل ۸). علاوه بر آن، ۷ قرار گرفتن پروتئین‌های مکمل روی میکروب، باعث می‌شود که بیگانه‌خواری آن آسان‌تر انجام شود.

یکی دیگر از روش‌های دفاع، ترشح پروتئینی به نام **اینترفرون** است. اینترفرون نوع یک از یاخته آلوده به ویروس ترشح می‌شود و علاوه بر یاخته آلوده، بر یاخته‌های سالم مجاور هم اثر می‌کند و آنها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند. اینترفرون نوع دو از یاخته‌های کشنده طبیعی و لنفوسیت‌های T ترشح می‌شود و درشت‌خوارها را فعال می‌کند. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های سرطانی دارد.

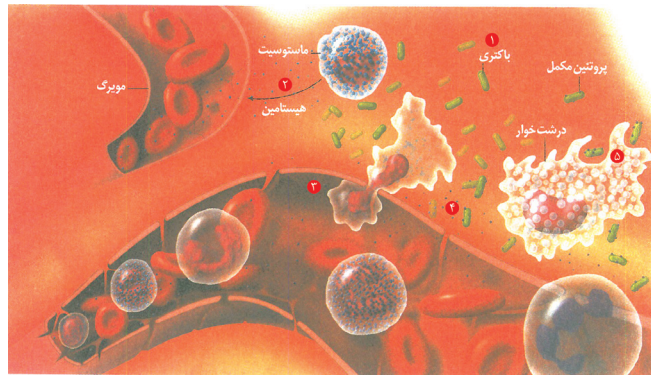
\* پروتئین‌های مکمل فعال شدن زنجیره‌ای دارند.

\* اینترفرون نوع دو تنها از لنفوسیت‌ها ترشح می‌شود.

## پاسخ التهابی

هر یک از ما به نوعی تجربه زخمی شدن یا بریدگی را داشته‌ایم. در این موارد، پوست آسیب می‌بیند و میکروب‌ها فرصتی برای نفوذ پیدا می‌کنند. قرمزی، تورم، گرما و درد که در موضع آسیب دیده مشاهده می‌شوند، نشانه‌های **التهاب** اند. ۱ پاسخ موضعی است که به دنبال آسیب بافتی بروز می‌کند. ۲ این پاسخ به از بین بردن میکروب‌ها، ۳ جلوگیری از انتشار میکروب‌ها و ۴ تسریع بهبودی می‌انجامد. ۵ در التهاب، از ماستوسیت‌های آسیب دیده هیستامین رها می‌شود. ۶ به این ترتیب، گویچه‌های سفید بیشتری به موضع آسیب هدایت می‌شوند و ۷ خونابه بیشتری به بیرون نشت می‌کند (شکل ۹). ۸ یاخته‌های دیواره مویرگ‌ها و درشت‌خوارها با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید خون را به موضع آسیب فرا می‌خوانند. ۹ نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها با تراگذاری از خون خارج می‌شوند. ۱۰ پروتئین‌های مکمل فعال شده و به غشای باکتری متصل می‌شوند ۱۱ نوتروفیل‌ها بیگانه‌خواری می‌کنند و ۱۲ مونوسیت‌ها به درشت‌خوار تبدیل می‌شوند. ۱۳ درشت‌خوارهای بافتی ضمن تولید پیک شیمیایی باکتری‌ها را بیگانه‌خواری می‌کنند.

## زیست‌شناسی ۲



شکل ۹ - مراحل التهاب:

- ۱- ورود باکتری به بدن ۲- ماستوسیت‌های آسیب دیده هیستامین (نقاط آبی) رها می‌کنند. ۳- نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها از مویک خارج می‌شوند.
- ۴- پروتئین مکمل، فعال شده به غشای باکتری متصل می‌شود. ۵- درشت‌خوارها ضمن تولید پیک شیمیایی باکتری‌ها را بیگانه‌خواری می‌کنند.

### تب

یکی از نشانه‌های بیماری‌های میکروبی، تب است. فعالیت میکروب‌ها در دماهای بالا کاهش می‌یابد، هیپوتالاموس در پاسخ به بعضی ترشحات میکروب‌ها، دمای بدن را بالا می‌برد.

- \* پروتئین‌های مملع دخیل در فرایند التهاب به افزایش **فاکتورهای** می‌کنند.
- \* تب با اثر بر فعالیت آنزیم‌های باکتری‌ها، روی آن‌ها اثر می‌گذارد.

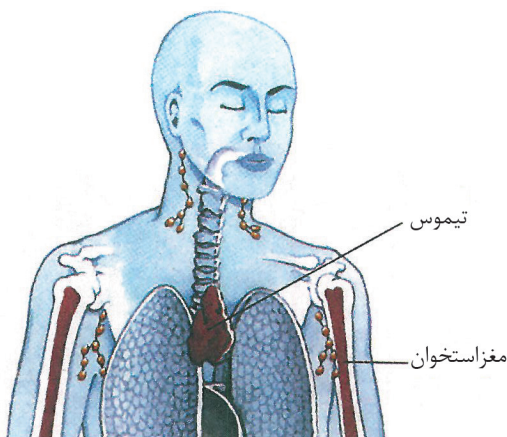


### سومین خط دفاعی: دفاع اختصاصی

دفاع اختصاصی به نوع عامل بیگانه بستگی دارد و تنها بر همان عامل مؤثر است. به عنوان مثال، پاسخی که علیه میکروب کزاز ایجاد می‌شود بر سایر میکروب‌ها اثری ندارد. چگونه عامل غیر خودی به طور اختصاصی شناسایی می‌شود؟ این وظیفه برعهده لنفوسیت‌ها است.

### لنفوسیت‌ها و شناسایی پادگن

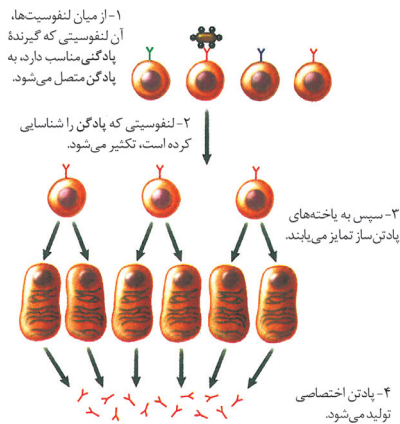
دفاع اختصاصی به وسیله لنفوسیت‌های B و T انجام می‌شود. هر دو نوع لنفوسیت در مغز استخوان تولید می‌شوند و در ابتدا نابالغاند؛ یعنی توانایی شناسایی عامل بیگانه را ندارند. لنفوسیت‌های B در همان مغز استخوان اما لنفوسیت‌های T در تیموس بالغ می‌شوند و به این ترتیب، توانایی شناسایی عامل بیگانه را به دست می‌آورند (شکل ۱۰). تیموس در دوران نوزادی و کودکی فعالیت زیادی دارد اما به تدریج از فعالیت آن کاسته می‌شود و اندازه آن تحلیل می‌رود. مولکول‌هایی که این لنفوسیت‌ها شناسایی می‌کنند، پادگن (آنتی ژن) نام دارند. لنفوسیت‌ها چگونه پادگن را شناسایی می‌کنند؟ هر لنفوسیت B یا T در سطح خود، گیرنده‌های پادگن دارد که همگی از یک نوع‌اند. هر



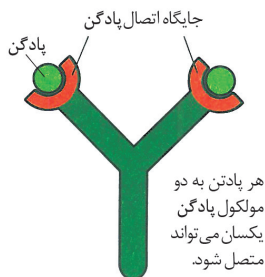
شکل ۱۰ - محل بلوغ لنفوسیت‌ها



گیرنده اختصاصی عمل می‌کند؛ یعنی فقط می‌تواند به یک نوع پادگن متصل شود و به این ترتیب، پادگن شناسایی می‌شود.  
\* هر لنفوسیتی که محل تولید و بلوغ یک‌ن دارد از نوع B است.



شکل ۱۱ - نحوه عملکرد لنفوسیت B

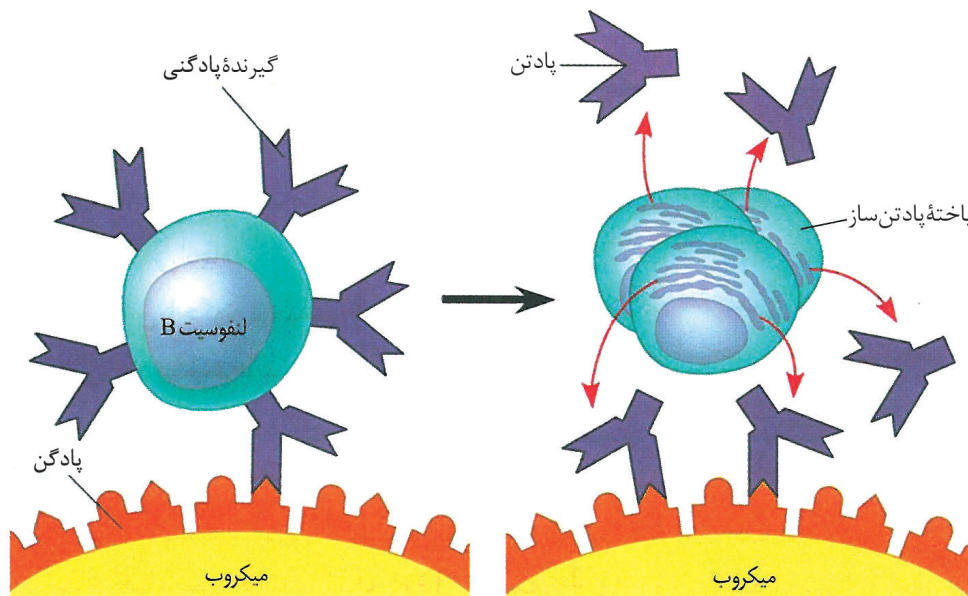


شکل ۱۲ - مولکول پادتن

## نحوه عملکرد لنفوسیت B

لنفوسیت B پادگن سطح میکروب‌ها یا ذرات محلول مثل سم میکروب‌ها را شناسایی می‌کند. از میان لنفوسیت‌های B با گیرنده‌های مختلف، آن لنفوسیتی که توانسته است پادگن را شناسایی کند به سرعت تکثیر می‌شود و یاخته‌هایی به نام پادتن‌ساز (پلاسموسیت) را پدید می‌آورد (شکل ۱۱). یاخته پادتن‌ساز پادتن ترشح می‌کند. پادتن همراه مایعات بین یاخته‌ای، خون و لنف به گردش در می‌آید و هر جا با میکروب یا پادگن‌های محلول برخورد کرد آن را نابود، یا بی‌اثر می‌سازد.

پادتن‌ها ۱ مولکول‌هایی Y شکل و ۲ از جنس پروتئین‌اند. ۳ هر پادتن دو جایگاه برای اتصال به پادگن دارد (شکل ۱۲). ۴ هر لنفوسیت B می‌تواند پس از تبدیل به پادتن‌ساز، پادتنی مشابه با گیرنده خود ترشح کند (شکل ۱۳).



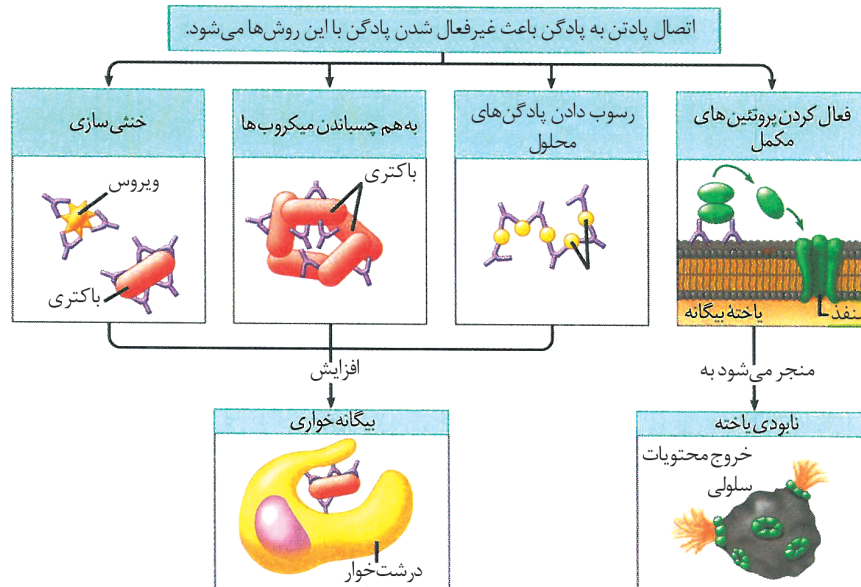
شکل ۱۳ - هر چند تعداد گیرنده‌های پادگنی در لنفوسیت‌های B زیاد است اما همه این گیرنده‌ها، از یک نوع می‌باشند،

بعلاوه به دنبال تبدیل لنفوسیت B به یاخته پادتن‌ساز، این یاخته‌ها پادتن‌هایی مشابه با گیرنده خود را ساخته و ترشح می‌کنند.

پادتن پادگن را با ۵ اتصال به سطح ویروس یا باکتری و خنثی کردن آن‌ها، ۶ به هم چسباندن میکروب‌ها ۷ رسوب دادن پادگن‌های محلول و ۸ فعال کردن پروتئین‌های مکمل بی‌اثر یا نابود می‌کند. ۹ از پادتن‌ها می‌توان به عنوان دارو نیز استفاده

## زیست‌شناسی ۲

کرد. پادتن آماده را سرم می‌نامند. به عنوان مثال، در زخم‌های شدید، که احتمال فعالیت باکتری کزاز وجود دارد، از سرم ضد کزاز استفاده می‌شود. همچنین پادزهر سم مار که بعد از مارگزیدگی استفاده می‌شود، حاوی پادتن‌هایی است که سم مار را خنثی می‌کنند. ۱۰ پادتن‌ها با خنثی‌سازی و به هم چسباندن میکروب‌ها و رسوب دادن پادگن‌های محلول، میزان بیگانه‌خواری آن‌ها را افزایش می‌دهند.



شکل ۱۴ - نحوه عملکرد پادتن

**\* پادتن آماده سرم نامیده می‌شود پادزهر که بعد از مارگزیدگی استفاده می‌شود در واقع نوعی سرم است.**

**نحوه عملکرد لنفوسیت T:** ۱ لنفوسیت T، یاخته‌های خودی را که تغییر کرده‌اند، مثلاً سرطانی یا آلوده به ویروس شده است را نابود می‌کند. ۲ همچنین به یاخته‌های بخش پیوند شده حمله می‌کند. ۳ لنفوسیت T پس از شناسایی پادگن تکثیر می‌شود و لنفوسیت‌های T کشته را پدید می‌آورد. ۴ لنفوسیت‌های T کشته به یاخته هدف متصل می‌شوند و با ترشح پرفورین و آنزیم «مرگ برنامه‌ریزی شده» را به راه می‌اندازند.

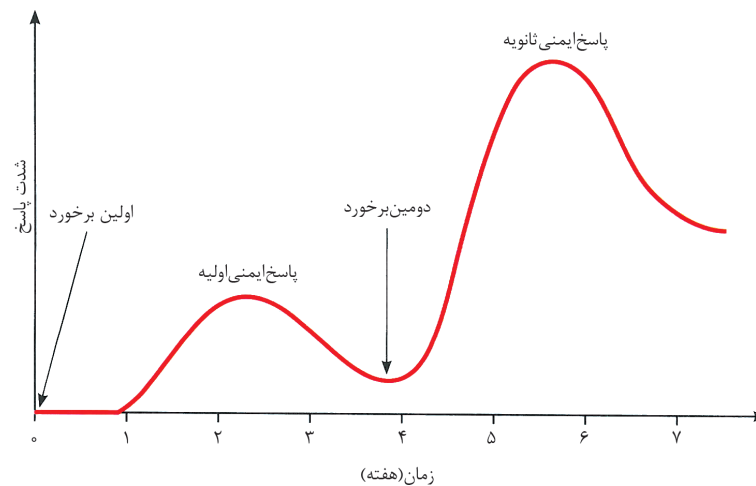
### فعالیت

آنفلوآنزای پرندگان را ویروسی کشته پدید می‌آورد که می‌تواند سایر گونه‌ها، از جمله انسان را نیز آلوده کند. این ویروس به شش‌ها حمله می‌کند و سبب می‌شود دستگاه ایمنی بیش از حد معمول فعالیت کند. بدین ترتیب، به تولید انبوه و بیش از اندازه لنفوسیت‌های T می‌انجامد. بنابراین یکی از راه‌های تشخیص این بیماری، شمارش تعداد لنفوسیت‌های T فرد مشکوک به بیماری است.

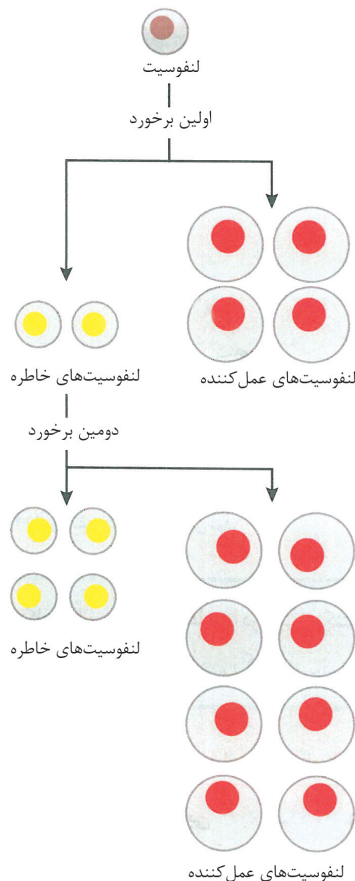
### پاسخ اولیه و ثانویه در ایمنی اختصاصی

دفاع اختصاصی، فرایندی است که برای شناسایی پادگن و تکثیر لنفوسیت‌ها به زمان نیاز دارد. از این‌رو، برخلاف دفاع غیراختصاصی، دفاع سریعی نیست. اما اگر پادگنی که قبلاً به بدن وارد شده دوباره به بدن وارد شود، پاسخ دفاع اختصاصی

نسبت به قبل سریع‌تر و قوی‌تر است (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ - پاسخ اولیه و ثانویه



شکل ۱۶ - لنفوسیت‌های خاطره

دستگاه ایمنی دارای «حافظه» است؛ یعنی وقتی با پادگنی برخورد کند، خاطره آن برخورد را نگه خواهد داشت. به این ترتیب، پادگنی که برای دفعات بعدی به بدن وارد می‌شود سریع‌تر شناسایی می‌شود. اما چگونه؟

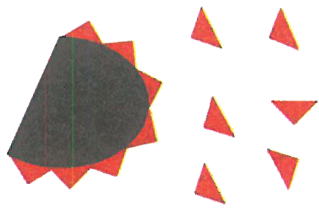
وقتی لنفوسیت، پادگنی را شناسایی می‌کند تکثیر می‌شود و علاوه بر لنفوسیت‌های عمل‌کننده (پادتن‌ساز یا T کشنده) یاخته‌های دیگری به نام لنفوسیت‌های خاطره پدید می‌آید که تا مدت‌ها در خون باقی می‌مانند (شکل ۱۶).

وجود تعداد زیادی لنفوسیت خاطره در خون، باعث می‌شود تشخیص پادگن سریع‌تر صورت پذیرد و برای برخوردهای بعدی، تعداد بیشتری لنفوسیت خاطره پدید آید.

\* پاسخ دفاع اختصاصی معمولاً ۷ روز بعد از برخورد اول و ۱ بعد از برخورد دوم صورت می‌پذیرد. از خاصیت حافظه‌دار بودن دفاع اختصاصی، در واکسیناسیون استفاده می‌شود. کافی است یک بار میکروب را در شرایط کنترل شده به دستگاه ایمنی معرفی کنیم و به این طریق یاخته‌های خاطره را پدید آوریم. بدین ترتیب، اگر دوباره همان میکروب به بدن وارد شود، قبل از آنکه فرصت عمل پیدا کند، دستگاه ایمنی آن را از پای در می‌آورد.

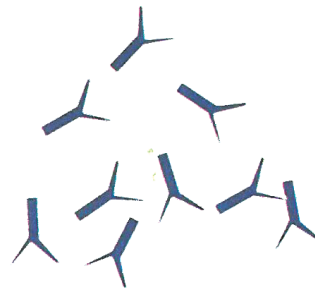
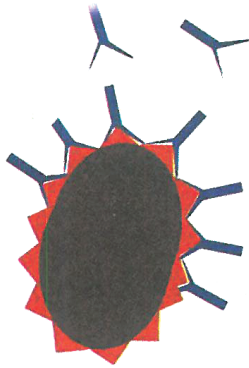
واکسن، میکروب ضعیف شده، کشته شده، پادگن میکروب یا سم خنثی شده آن است که با وارد کردن آن به بدن، یاخته‌های خاطره پدید می‌آید (شکل ۱۷). به همین علت، ایمنی حاصل از واکسن را ایمنی فعال می‌نامند. در مقابل، ایمنی حاصل از سرم ایمنی غیرفعال است چون پادتن در بدن تولید نشده و یاخته خاطره‌ای نیز پدید نیامده است.

## زیست‌شناسی ۲



۲- از میکروب کشته‌شده، ضعیف‌شده یا پادگن‌های آن به عنوان واکسن استفاده می‌شود.

۱- هر میکروبی پادگن‌های مخصوص به خود را دارد.



۴- وقتی میکروب واقعی به بدن وارد می‌شود، یاخته‌خاطره و پادتن‌ها آمادگی مقابله با آن را دارند.

۳- پادتن و لنفوسیت‌خاطره تولید می‌شود.

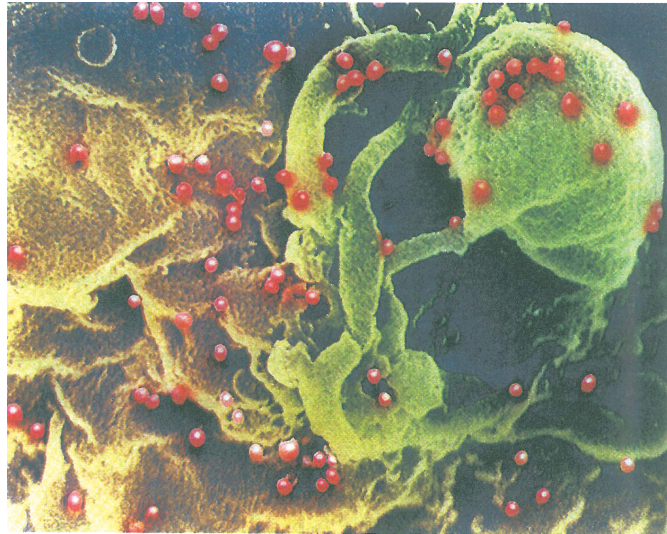
شکل ۱۷ - نحوه عملکرد واکسن

\* ایمنی ناشی از تزریق واکسن فعال و ایمنی ناشی از سرم غیرفعال می‌باشد.

### ایدز، نگاهی دقیق‌تر به ایمنی اختصاصی

**نقص ایمنی اکتسابی** که ۱ به اختصار ایدز (AIDS) نامیده می‌شود، ۲ نوعی بیماری است که عامل آن ویروس است. ۳ ویروس این بیماری HIV نام دارد. ۴ در این بیماری عملکرد در دستگاه ایمنی فرد، دچار نقص می‌شود. به همین دلیل حتی ابتلا به کم‌خطرترین بیماری‌های واگیر ممکن است به مرگ منجر شود. ۵ ویروس ایدز پس از ورود به بدن ممکن است بین ۶ ماه تا ۱۵ سال نهفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند. چنین فردی آلوده به HIV است، اما بیمار نیست و هیچ علامتی از ایدز را ندارد. تنها راه تشخیص آن، انجام آزمایش پزشکی است. فرد آلوده یا بیمار می‌تواند این ویروس را به دیگران منتقل کند. به این ترتیب، باعث انتشار ویروس شود. ۶ HIV از طریق رابطه جنسی، خون و فراورده‌های خونی آلوده و نیز استفاده از هر نوع اشیای تیز و برنده‌ای که به خون آلوده به ویروس آغشته باشد (مثل استفاده از سرنگ یا تیغ مشترک، خالکوبی و سوراخ کردن گوش با سوزن مشترک) و مایعات بدن منتقل می‌شود. ۷ مادری که آلوده به HIV است می‌تواند در جریان بارداری، زایمان و شیردهی، ویروس را به فرزند خود منتقل کند. ۸ دست دادن، روبوسی، نیش حشرات، آب و غذا، این ویروس را منتقل نمی‌کند. ۹ انتقال ویروس از طریق ترشحات بینی، بزاق، خلط، عرق و اشک، یا از طریق ادرار و مدفوع ثابت نشده است. ۱۰ تاکنون درمانی قطعی برای ایدز یافت نشده است و بهترین راه مقابله با آن، پیشگیری و افزایش آگاهی عمومی است. دستگاه ایمنی چگونه در ایدز آسیب می‌بیند؟ زیست‌شناسان دریافته‌اند که علت بیماری ایدز، ۱۱ حمله ویروس به لنفوسیت‌های T و از پای درآوردن آنهاست (شکل ۱۸). این مشاهده بلافاصله پرسشی را مطرح می‌کند: چرا از بین رفتن لنفوسیت‌های T به تضعیف کل دستگاه ایمنی، حتی لنفوسیت‌های B می‌انجامد؟ فعالیت لنفوسیت T چه ارتباطی با لنفوسیت B دارد؟





شکل ۱۸ - HIV ویروس مسبب ایدز: در این شکل، ویروس با رنگ قرمز نشان داده شده است. ویروس‌ها در حال آزاد شدن از یاخته آلوده‌اند. این ویروس چنان ریز است که نزدیک به ۲۰۰ میلیون عدد از آنها را می‌توان در نقطه پایانی این جمله جای داد.

پاسخ به این سؤال، به درک مدل دقیق‌تری از نحوه عمل دستگاه ایمنی انجامید. مشاهدات بیشتر نشان داد که HIV ۱۲ به همه لنفوسیت‌های T، بلکه به نوع خاصی از آنها حمله می‌کند. در واقع فعالیت لنفوسیت‌های B و دیگر لنفوسیت‌های T به کمک این نوع خاص انجام می‌شود؛ لذا آن را لنفوسیت T کمک کننده نامیدند. ویروس با از بین بردن این لنفوسیت‌ها، عملکرد لنفوسیت‌های B و T و در نتیجه سیستم ایمنی را مختل می‌کند.

### حساسیت

دستگاه ایمنی به همه مواد خارجی پاسخ نمی‌دهد. مثلاً دستگاه ایمنی به حضور میکروب‌های مفید در دستگاه گوارش پاسخ نمی‌دهد. به عدم پاسخ دستگاه ایمنی در برابر عامل‌های خارجی تحمل ایمنی می‌گویند. در اطراف ما مواد گوناگونی وجود دارد که بی‌خطرند و دستگاه ایمنی نسبت به آنها تحمل دارد. اما در فردی ممکن است دستگاه ایمنی به این مواد بی‌خطر واکنش نشان دهد و پاسخ ایمنی ایجاد شود. در چنین حالتی می‌گوییم که این فرد نسبت به آن ماده حساسیت دارد. ماده‌ای را که باعث حساسیت شده است، حساسیت‌زا می‌نامند.

پاسخ دستگاه ایمنی به ماده حساسیت‌زا، ترشح هیستامین از ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌هاست. در نتیجه ترشح هیستامین علائم شایع حساسیت مثل قرمزی و آبریزش از بینی ایجاد می‌شود.

### بیماری‌های خودایمنی

گاهی دستگاه ایمنی یاخته‌های خودی را به عنوان غیرخودی شناسایی و به آنها حمله می‌کند و باعث بیماری می‌شود. به این نوع بیماری‌ها، بیماری خودایمنی می‌گویند. دیابت نوع یک، مثالی از بیماری خود ایمنی است. در این بیماری، دستگاه ایمنی به یاخته‌های تولیدکننده انسولین حمله می‌کند و آنها را از بین می‌برد.

ام‌اس بیماری خودایمنی دیگری است که در آن میلین اطراف یاخته‌های عصبی در مغز و نخاع مورد حمله دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد و در قسمت‌هایی از بین می‌رود. بدین ترتیب، در ارتباط دستگاه عصبی مرکزی با بقیه بدن اختلال ایجاد می‌شود.



- ۱) لایه بیرونی پوست شامل چندین لایه یاخته ..... است که خارجی‌ترین یاخته‌های آن ..... .
- ۲) در لایه درونی پوست بافت پیوندی ..... وجود دارد.
- ۳) سطح پوست به دلیل داشتن اسیدهای چرب خاصیت ..... دارد و ..... نیز نمک دارد که برای باکتری‌ها مناسب نیست.
- ۴) مخاط از یک بافت ..... با آستری از بافت ..... تشکیل شده است و ماده چسبناکی را به نام ماده ..... ترشح می‌کند و میکروب‌ها را ..... واز پیش‌روی آنها جلوگیری می‌کند. ترشحات مخاط، با داشتن ..... موجب کشته شدن باکتری‌ها می‌شود.
- ۵) ..... میکروب‌های موجود در غذا را نابود می‌سازد. ساز و کارهایی مانند .....، .....، ..... و ..... باعث بیرون راندن میکروب‌های مجاری می‌شود. اشک با داشتن ..... و ..... از چشم محافظت می‌کند.
- ۶) در دفاع ..... روش‌هایی به کار گرفته می‌شود که در برابر طیف وسیعی از میکروب‌ها موثر است و در دفاع ..... پاسخ دستگاه ایمنی فقط بر همان نوع میکروب موثر است و بر میکروب‌هایی از انواع دیگری اثری ندارد.
- ۷) ایلیا مچینکو در حین مطالعه .....، یاخته‌های ..... را شناسایی نمود.
- ۸) دومین خط دفاعی شامل سازوکارهایی است که بیگانه‌ها را براساس ..... آنها شناسایی می‌کند. بنابراین، از نوع دفاع ..... است.
- ۹) درشت‌خوارها در اندام‌های مختلفی مثل .....، .....، ..... و ..... قرار دارند و علاوه بر بیگانه‌خواری، یاخته‌های ..... بافت‌ها یا ..... آنها را از بین برده و ..... مرده را در کبد و طحال پاکسازی می‌کنند.
- ۱۰) یاخته‌های دندریتی در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباط‌اند، مثل ..... و ..... به فراوانی یافت می‌شوند و این یاخته‌ها علاوه بر بیگانه‌خواری، قسمت‌هایی از میکروب را در ..... خود قرار می‌دهند. سپس خود را به ..... نزدیک می‌رسانند، تا این قسمت‌ها را به یاخته‌های ایمنی ارائه کنند.
- ۱۱) ماستوسیت‌ها مانند ..... در بخش‌هایی از بدن که با ..... در ارتباط‌اند، به فراوانی یافت می‌شوند. ماستوسیت‌ها ماده‌ای به نام ..... دارند که رگ‌ها را ..... و نفوذپذیری آنها را ..... می‌کند.
- ۱۲) ..... از ویژگی‌های همه گویچه‌های سفید است.
- ۱۳) ..... را می‌توان به نیروهای واکنش سریع تشبیه کرد.
- ۱۴) مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند و چابک‌اند.
- ۱۵) در برابر عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل که قابل بیگانه‌خواری نیستند، ..... مبارزه می‌کنند.
- ۱۶) .....، به مواد حساسیت‌زا پاسخ می‌دهند. دانه‌های این یاخته‌ها ..... و ماده‌ای به نام ..... دارند که ضد ..... است.

- ۱۷) مونوسیت‌ها، از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به ..... و یا ..... تبدیل می‌شوند.
- ۱۸) لنفوسیتی را که در دفاع غیراختصاصی نقش دارد، ..... می‌نامند که یاخته‌های ..... و ..... را نابود می‌کنند. این یاخته‌ها به یاختهٔ سرطانی متصل می‌شوند و با ترشح پروتئینی به نام ..... منفذی در غشا ایجاد می‌کند. سپس با وارد کردن ..... به درون یاخته، باعث مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته می‌شود.
- ۱۹) پروتئین‌های مکمل، گروهی از پروتئین‌های ..... اند. این پروتئین‌ها در فرد غیرآلوده به صورت ..... اند و واکنش فعال شدن ..... دارند.
- ۲۰) پروتئین‌های مکمل، سرانجام با ایجاد ..... در ..... میکروب سبب مرگ آن می‌شوند و ..... میکروب را آسان می‌کنند.
- ۲۱) اینترفرون نوع I از یاخته ..... ترشح می‌شود و سلول‌ها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند. اینترفرون نوع II از ..... و ..... ترشح می‌شود و ..... را فعال می‌کند. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های ..... دارد.
- ۲۲) .....، .....، ..... و ..... که در ..... آسیب دیده مشاهده می‌شوند، نشانه‌های التهاب‌اند.
- ۲۳) در التهاب، از ..... آسیب دیده ..... رها می‌شود و یاخته‌های ..... و ..... با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید خون را به موضع آسیب فرا می‌خوانند و ..... و ..... با تراگذاری از خون خارج می‌شوند. نوتروفیل‌ها ..... می‌کنند و مونوسیت‌ها به ..... تبدیل می‌شوند.
- ۲۴) با ورود میکروب به بدن، بعضی از ترشحات آنها از طریق خون به بخشی از ..... می‌رسد و دمای بدن را بالا می‌برد.
- ۲۵) لنفوسیت‌ها در ..... تولید می‌شوند و انواع ..... در همانجا و انواع ..... در ..... بالغ می‌شوند.
- ۲۶) لنفوسیت‌های B ..... یا ..... مثل ..... را شناسایی می‌کنند. سپس به سرعت تکثیر شده و ..... را به وجود می‌آورند که پادتن ترشح می‌کنند و پادتن ..... و ..... را بی‌اثر می‌سازد.
- ۲۷) پادتن‌ها مولکول‌هایی Y شکل و از جنس ..... اند. هر پادتن ..... جایگاه برای اتصال به پادگن (آنتی‌ژن) دارد. پادتن‌ها بر دو نوع‌اند. یک نوع از آنها به ..... متصل است و نقش گیرندهٔ آنتی‌ژن را دارد. نوع دیگر، ..... است. هر لنفوسیت B می‌تواند پادتنی مشابه با ..... ترشح کند.
- ۲۸) پادتن آماده را ..... می‌نامند. پادزهر سمّ مار که بعد از مارگزیدگی استفاده می‌شود، حاوی ..... است که سمّ مار را خنثی می‌کند.
- ۲۹) لنفوسیت T، یاخته‌های خودی را که تغییر کرده‌اند، مثلاً ..... یا ..... شده است را نابود می‌کند. همچنین به یاخته‌های ..... حمله می‌کند.
- ۳۰) وقتی لنفوسیت، آنتی‌ژنی را شناسایی می‌کند تکثیر می‌شود و علاوه بر لنفوسیت‌های عمل‌کننده یعنی ..... یا ..... یاخته‌های دیگری به نام لنفوسیت‌های ..... پدید می‌آید که تا مدت‌ها در خون باقی می‌مانند.
- ۳۱) وجود تعداد زیادی لنفوسیت خاطره در خون، باعث می‌شود تشخیص آنتی‌ژن ..... صورت پذیرد و برای برخورد های بعدی، تعداد ..... لنفوسیت خاطره پدید آید.
- ۳۲) واکسن، میکروب .....، ..... یا ..... آن است که با وارد کردن آن به بدن، یاخته‌های ..... پدید می‌آید به همین علت، ایمنی حاصل از واکسن را ..... می‌نامند. در مقابل، ایمنی حاصل از سرم ..... است.

## زیست‌شناسی ۲

- ۳۳ ویروس ایدز پس از ورود به بدن ممکن است بین ..... تا ..... نهفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند.
- ۳۴ HIV به ..... حمله می‌کند که فعالیت لنفوسیت‌های B و دیگر لنفوسیت‌های T به کمک این نوع خاص انجام می‌شود.
- ۳۵ به عدم پاسخ دستگاه ایمنی در برابر عامل‌های خارجی ..... می‌گویند.
- ۳۶ پاسخ ایمنی به مواد بی‌خطر ..... نام دارد. پاسخ دستگاه ایمنی به ماده حساسیت‌زا، ترشح هیستامین از ..... و ..... هاست.
- ۳۷ ..... و ..... دو مثال از بیماری‌های خودایمنی‌اند.
- ۳۸ ..... جانوران ایمنی غیراختصاصی دارند، اما ایمنی اختصاصی اساساً در ..... دیده می‌شود.
- ۳۹ در ..... مولکولی کشف شده است که می‌تواند به صدها شکل مختلف درآید و آنتی‌ژن‌های مختلفی را شناسایی کند.



- ۱ لایه بیرونی پوست شامل چندین لایه یاخته پوششی است که خارجی‌ترین یاخته‌های آن مرده‌اند.
- ۲ در لایه درونی پوست بافت پیوندی رشته‌ای وجود دارد.
- ۳ سطح پوست به دلیل داشتن اسیدهای چرب خاصیت اسیدی دارد و عرق نیز نمک دارد که برای باکتری‌ها مناسب نیست.
- ۴ مخاط از یک بافت پوششی با آستری از بافت پیوندی تشکیل شده است و ماده چسبناکی را به نام ماده مخاطی ترشح می‌کند و میکروب‌ها را به دام می‌اندازد و از پیش‌روی آنها جلوگیری می‌کند. ترشحات مخاط، با داشتن لیزوزیم موجب کشته شدن باکتری‌ها می‌شود.
- ۵ اسید معده میکروب‌های موجود در غذا را نابود می‌سازد. ساز و کارهایی مانند عطسه، سرفه، استفراغ، مدفوع و ادرار باعث بیرون راندن میکروب‌های مجاری می‌شود. اشک با داشتن نمک و لیزوزیم از چشم محافظت می‌کند.
- ۶ در دفاع غیراختصاصی روش‌هایی به کار گرفته می‌شود که در برابر طیف وسیعی از میکروب‌ها موثر است و در دفاع اختصاصی پاسخ دستگاه ایمنی فقط بر همان نوع میکروب موثر است و بر میکروب‌هایی از انواع دیگری اثری ندارد.
- ۷ ایلیا مچینکو در حین مطالعه لارو ستاره دریایی، یاخته‌های بیگانه‌خوار را شناسایی نمود.
- ۸ دومین خط دفاعی شامل سازوکارهایی است که بیگانه‌ها را براساس ویژگی‌های عمومی آنها شناسایی می‌کند. بنابراین، از نوع دفاع غیراختصاصی است.
- ۹ درشت‌خوارها در اندام‌های مختلفی مثل گره‌های لنفاوی، حبابک‌ها، کبد و طحال قرار دارند و علاوه بر بیگانه‌خواری، یاخته‌های مرده بافت‌ها یا بقایای آنها را از بین برده و گویچه‌های قرمز مرده را در کبد و طحال پاکسازی می‌کنند.
- ۱۰ یاخته‌های دندریتی در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباطاند، مثل پوست و لوله گوارش به فراوانی یافت می‌شوند و این یاخته‌ها علاوه بر بیگانه‌خواری، قسمت‌هایی از میکروب را در سطح خود قرار می‌دهند. سپس خود را به گره‌های لنفاوی نزدیک می‌رسانند، تا این قسمت‌ها را به یاخته‌های ایمنی ارائه کنند.
- ۱۱ ماستوسیت‌ها مانند یاخته‌های دندریتی در بخش‌هایی از بدن که با محیط بیرون در ارتباطاند، به فراوانی یافت می‌شوند. ماستوسیت‌ها ماده‌ای به نام هیستامین دارند که رگ‌ها را گشاد و نفوذپذیری آنها را زیاد می‌کند.
- ۱۲ دیapedz از ویژگی‌های همه گویچه‌های سفید است.
- ۱۳ نوتروفیل‌ها را می‌توان به نیروهای واکنش سریع تشبیه کرد.
- ۱۴ نوتروفیل‌ها مواد دفاعی زیادی حمل نمی‌کنند و چابک‌اند.
- ۱۵ در برابر عوامل بیماری‌زای بزرگ‌تری مثل کرم‌های انگل که قابل بیگانه‌خواری نیستند، آنوزینوفیل‌ها مبارزه می‌کنند.
- ۱۶ بازوفیل‌ها، به مواد حساسیت‌زا پاسخ می‌دهند. دانه‌های این یاخته‌ها هیستامین و ماده‌ای به نام هیپارین دارند که ضد انعقاد خون است.

- ۱۷) مونوسیت‌ها، از خون خارج می‌شوند و پس از خروج، تغییر می‌کنند و به **درشت‌خوار** و یا **یاخته‌های دندریتی** تبدیل می‌شوند.
- ۱۸) لنفوسیتی را که در دفاع غیراختصاصی نقش دارد، **یاخته کشنده طبیعی** می‌نامند که یاخته‌های **سرطانی** و **آلوده به ویروس** را نابود می‌کنند. این یاخته‌ها به یاخته سرطانی متصل می‌شوند و با ترشح پروتئینی به نام **پرفورین** منفذی در غشا ایجاد می‌کند. سپس با وارد کردن **آنزیمی** به درون یاخته، باعث مرگ برنامه‌ریزی شده یاخته می‌شود.
- ۱۹) پروتئین‌های مکمل، گروهی از پروتئین‌های **محلول در خوناب** اند. این پروتئین‌ها در فرد غیرآلوده به صورت **غیرفعال** اند و واکنش فعال شدن **زنجیره‌ای** دارند.
- ۲۰) پروتئین‌های مکمل، سرانجام با ایجاد **روزنه در غشا** میکروب سبب مرگ آن می‌شوند و **بیگانه‌خواری** میکروب را آسان می‌کنند.
- ۲۱) اینترفرون نوع I از یاخته **آلوده به ویروس** ترشح می‌شود و سلول‌ها را در برابر ویروس مقاوم می‌کند. اینترفرون نوع II از **یاخته کشنده طبیعی** و **لنفوسیت‌های T** ترشح می‌شود و **درشت‌خوارها** را فعال می‌کند. این نوع اینترفرون نقش مهمی در مبارزه علیه یاخته‌های **سرطانی** دارد.
- ۲۲) **قرمزی، تورم، گرما و درد** که در موضع آسیب دیده مشاهده می‌شوند، نشانه‌های التهاب‌اند.
- ۲۳) در التهاب، از **ماستوسیت‌های** آسیب دیده **هیستامین** رها می‌شود و یاخته‌های **دیواره مویرگ** و **بیگانه‌خوارهای بافتی** با تولید پیک‌های شیمیایی، گویچه‌های سفید خون را به موضع آسیب فرا می‌خوانند و **نوتروفیل‌ها** و **مونوسیت‌ها** با تراکداری از خون خارج می‌شوند. نوتروفیل‌ها **بیگانه‌خواری** می‌کنند و مونوسیت‌ها به **درشت‌خوار** تبدیل می‌شوند.
- ۲۴) با ورود میکروب به بدن، بعضی از ترشحات آنها از طریق خون به بخشی از **هیپوتالاموس** می‌رسد و دمای بدن را بالا می‌برد.
- ۲۵) لنفوسیت‌ها در **مغز استخوان** تولید می‌شوند و انواع **B** در همانجا و انواع **T** در **تیموس** بالغ می‌شوند.
- ۲۶) لنفوسیت‌های **B آنتی‌ژن سطح میکروب** یا **ذرات محلول** مثل **سم میکروب** را شناسایی می‌کنند. سپس به سرعت تکثیر شده و **پلاسموسیت‌ها** را به وجود می‌آورند که پادتن ترشح می‌کنند و پادتن **میکروب** و **آنتی‌ژن‌های محلول** را بی‌اثر می‌سازد.
- ۲۷) پادتن‌ها مولکول‌هایی Y شکل و از جنس **پروتئین** اند. هر پادتن ۲ جایگاه برای اتصال به پادگن (آنتی‌ژن) دارد. پادتن‌ها بر دو نوع‌اند. یک نوع از آنها به **غشای لنفوسیت B** متصل است و نقش گیرنده آنتی‌ژن را دارد. نوع دیگر، **ترشحي** است. هر لنفوسیت B می‌تواند پادتنی مشابه با **گیرنده خود** ترشح کند.
- ۲۸) پادتن آماده را **سرم** می‌نامند. پادزهر **سم** مار که بعد از مارگزیدگی استفاده می‌شود، حاوی **پادتن‌هایی** است که **سم** مار را خنثی می‌کنند.
- ۲۹) لنفوسیت T، یاخته‌های خودی را که تغییر کرده‌اند، مثلاً **سرطانی** یا **آلوده به ویروس** شده است را نابود می‌کند. همچنین به یاخته‌های **بخش پیوند شده** حمله می‌کند.
- ۳۰) وقتی لنفوسیت، آنتی‌ژنی را شناسایی می‌کند تکثیر می‌شود و علاوه بر لنفوسیت‌های عمل‌کننده یعنی **پادتن‌ساز** یا **T کشنده** یاخته‌های دیگری به نام لنفوسیت‌های **خاطره** پدید می‌آید که تا مدت‌ها در خون باقی می‌مانند.
- ۳۱) وجود تعداد زیادی لنفوسیت خاطره در خون، باعث می‌شود تشخیص آنتی‌ژن **سرّیع‌تر** صورت پذیرد و برای برخورد‌های بعدی، تعداد **بیشتری** لنفوسیت خاطره پدید آید.
- ۳۲) واکسن، میکروب **ضعیف شده، کشته شده، آنتی‌ژن میکروب** یا **سم خنثی شده** آن است که با وارد کردن آن به بدن، یاخته‌های **خاطره** پدید می‌آید به همین علت، ایمنی حاصل از واکسن را **ایمنی فعال** می‌نامند. در مقابل، ایمنی حاصل از **سرم ایمنی غیرفعال** است.

۳۳ ویروس ایدز پس از ورود به بدن ممکن است بین ۶ ماه تا ۱۵ سال نهفته باقی بماند و بیماری ایجاد نکند.

۳۴ HIV به **لنفوسیت‌های T کمک‌کننده** حمله می‌کند که فعالیت لنفوسیت‌های B و دیگر لنفوسیت‌های T به کمک این نوع خاص انجام می‌شود.

۳۵ به عدم پاسخ دستگاه ایمنی در برابر عامل‌های خارجی **تحمل ایمنی** می‌گویند.

۳۶ پاسخ ایمنی به مواد بی‌خطر **حساسیت** نام دارد. پاسخ دستگاه ایمنی به ماده حساسیت‌زا، ترشح هیستامین از **ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌هاست**.

۳۷ MS و **دیابت نوع I** دو مثال از بیماری‌های خودایمنی‌اند.

۳۸ **همه** جانوران ایمنی غیراختصاصی دارند، اما ایمنی اختصاصی اساساً در **مهره‌داران** دیده می‌شود.

۳۹ در **مگس میوه** مولکولی کشف شده است که می‌تواند به صدها شکل مختلف درآید و آنتی‌ژن‌های مختلفی را شناسایی کند.

## سوالات تشریحی فصل پنجم:

۱) درستی یا نادرستی جملات زیر را بدون ذکر دلیل مشخص کنید.

- (الف) ابتلا به بیماری ویروسی اوریون بر خلاف تزریق واکسن که حاوی سم خنثی شده میکروب است، ایمنی فعال ایجاد می‌کند.  
 (ب) هر نوع لنفوسیتی که در خط سوم ایمنی دخالت دارد، در سطح غشای خود دارای گیرنده‌های آنتی‌ژنی است.  
 (ج) گیرنده‌های پادگنی (آنتی‌ژنی) در هر لنفوسیت دفاع اختصاصی، برخلاف آنتی‌ژن‌های میکروب‌ها همگی از یک نوع هستند.  
 (د) در نخستین خط دفاعی بدن تعدادی سلول مرده دارای نقش‌اند.  
 (ر) مدفوع همانند استفراغ در پاکسازی مخاط گوارشی دارای نقش است.  
 (ز) در آقایان پاکسازی مخاط تناسلی به کمک ماده‌ای با مقادیر فراوان اوره صورت می‌گیرد.  
 (س) عملکرد مژک‌های تنفسی، برخلاف عطسه و سرفه مربوط به اولین خط دفاعی بدن است.  
 (ش) پل مغزی در نخستین خط دفاعی بدن دارای نقش است.  
 (ص) پوست نوعی بافت دفاعی بدن به حساب می‌آید.  
 (ض) پاکسازی یاخته‌های مرده و بقایای آنها توسط سلول‌هایی با هستهٔ تکی خمیده یا لوبیایی رخ می‌دهد.  
 (ی) یاخته‌های دندریتی دارای هسته‌های غیرمرکزی‌اند.  
 (و) هر یاختهٔ دفاعی با منشأ لنفوسیتی مربوط به دفاع اختصاصی بدن است.

۲) هر یک از عبارت‌های زیر را با کلمات مناسب کامل کنید.

- (الف) تأثیر پروتئین‌های ..... بر غشاء شبیه عملکرد پروتئین ترشح شده از یاخته‌های کشنده طبیعی علیه یاخته‌های سرطانی است.  
 (ب) ابتلای انسان به آنفولانزای پرندگان موجب پرکاری لنفوسیت‌های ..... در شش‌ها می‌شود.  
 (ج) یاخته‌های دیواره مویرگ و ..... با تولید پیک‌های شیمیایی باعث تراگذاری (دیپدز) گویچه‌های سفید می‌شوند.  
 (د) در مبارزه با انگل‌ها، گلبول‌های سفید با دانه‌های ..... و ..... نقش دارند.  
 (ر) ..... را می‌توان به نیروهای واکنش سریع تشبیه کرد.  
 (ز) پرفورین توسط ریبوزوم‌های ..... ساخته می‌شود.  
 (س) التهاب پاسخ ..... بدن به آسیب بافتی است که به از بین رفتن میکروب‌ها می‌انجامد.  
 (ش) ..... از یاخته‌های کشندهٔ طبیعی و لنفوسیت T ترشح شده و درشت‌خوارها را فعال می‌کند.  
 (ص) لنفوسیت‌های ..... در نوعی غدهٔ درون ریزبالغ می‌شوند.  
 (ض) سلول‌های خاطره نسبت به لنفوسیت‌های B شدت عملکرد ..... و سرعت ..... دارند.  
 (ی) در بین لنفوسیت‌ها، سلول‌های ..... امکان عملکرد در پاسخ اولیه را ندارند.

۳) برای کامل کردن هر یک از عبارت‌های زیر، از بین کلمات داخل پرانتز، کلمهٔ مناسب را انتخاب کنید.

- (الف) در پاسخ التهابی، خروج (بازوفیل‌ها - نوتروفیل‌ها) و مونوسیت‌ها از خون به بافت صورت می‌گیرد.  
 (ب) تزریق داروهایی از خانواده کورتیزول برای بیماران مبتلا به (ضعف ایمنی - حساسیت) می‌تواند اثربخش باشد.  
 (ج) یاخته دارینه‌ای در اثر تغییر (مونوسیت - ماستوسیت) خارج شده از خون به وجود می‌آید.  
 (د) هر گلبول سفید دانه‌دار با دانه‌های تیره در سیتوپلاسم، هستهٔ دو قسمتی (روی هم افتاده - دمبلی) دارد.  
 (ر) هر گلبول سفید دانه‌دار با هستهٔ دمبلی، سیتوپلاسمی با دانه‌های روشن (ریز - درشت) دارد.



ز) هر گلبول سفید دانه‌دار که در سیتوپلاسم خود دانه‌های ریز دارد، هسته (دوقسمتی - چندقسمتی) دارد.

س) هر گلبول سفید با هسته لوبیایی شکل سیتوپلاسم (بدون دانه - دانه‌دار) دارد.

ش) هر گلبول سفید مربوط به دفاع اختصاصی بدن سیتوپلاسم (بدون دانه - دانه‌دار) دارد.

ص) هر لنفوسیت عمل‌کننده قابلیت تقسیم شدن (دارد-ندارد).

ض) محل اتصال پادتن به پروتئین مکمل با محل اتصال آن به آنتی‌ژن (مشابه - متفاوت) است.

ی) لنفوسیت‌های B (همانند - برخلاف) لنفوسیت‌های B خاطره اندازه کوچکتری از یاخته‌های پادتن‌ساز دارند.

و) یاخته‌های پادتن‌ساز هسته (مرکزی - غیرمرکزی) دارند.

۴ در ارتباط با دستگاه ایمنی به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف) سلول‌هایی که مچنیکوف برای نخستین بار، درون بدن لارو ستاره دریایی دید چه ویژگی داشتند؟ (دو مورد)

ب) ماستوسیت‌ها بیشتر در کجا دیده می‌شوند؟

ج) دو ویژگی سریع‌ترین سلول‌های دفاعی را نام ببرید.

د) کدام یک از سلول‌های دفاعی با منشأ لنفوئیدی، در سومین خط دفاعی بدن فاقد نقش‌اند؟

ر) چهار علامت متداول التهاب را نام ببرید.

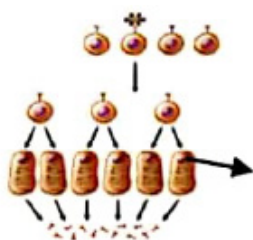
ز) شکل فعال شدن پروتئین‌های مکمل چگونه است؟

س) عملکرد پروتئین‌های مکمل چگونه و بر روی کدام نوع سلول است؟

ش) منشأ سلول‌های تولیدکننده اینترفرون ۲ چه نام دارد؟

ص) هیپوتالاموس چگونه می‌تواند سبب کاهش فعالیت میکروب‌ها شود؟

ض) نشأت بیشتر پلازما در فرایند التهاب و ایجاد تورم ناشی از آن بخاطر ترشح چه نوع ماده‌ای و از کدام نوع سلول است؟



۵ در مورد تصویر مقابل به سؤالات پاسخ دهید.

الف) این تصویر در کدام خط دفاعی مشاهده می‌شود؟

ب) دو ویژگی سلول مشخص شده با فلش را بنویسید.

ج) چه یاخته‌ای در خون سبب شناسایی سریع‌تر پادگن (آنتی‌ژن) در برخورد دوم می‌شود؟

۶ به سؤالات زیر در رابطه با دستگاه ایمنی انسان پاسخ دهید:

الف) منشأ سلول‌های خونی که بیشترین نقش را در مبارزه با کرم‌های انگلی دارند، چه نام دارد؟

ب) کدام یک از یاخته‌های حاصل از تقسیم و تمایز لنفوسیت‌های B، سرعت تقسیم بیشتری دارند؟

ج) کدام یک از ترشحات پوست با شوره سر در ارتباط است؟

د) نام پروتئینی که از سلول‌های آلوده ترشح شده و سبب مقاومت آنها و سلول‌های مجاورشان می‌شود، چیست؟

ر) دو بیگانه‌خوار نام ببرید که از مونوسیت‌ها منشأ می‌گیرند؟

ز) دو بیگانه‌خوار نام ببرید که در بخش‌هایی مرتبط با بیرون بدن به فراوانی یافت می‌شوند.

س) کدام یک از انواع بیگانه‌خوارهای بدن جز گلبول‌های سفید نیز به حساب می‌آیند؟

ش) سلول‌های احاطه‌کننده یاخته‌های دندریتی متعلق به چه بافتی‌اند؟

ص) منشأ مستقیم سلول‌هایی که میکروب‌ها را به لنفوسیت‌ها ارائه می‌دهند چه نام دارد؟

ض) دو مورد از ترشحات گلبول‌های سفیدی که دارای دانه‌های تیره در ساختار خوداند را نام ببرید.

## زیست‌شناسی ۲

۷) با توجه به شکل زیر که نوعی یاخته در بدن انسان را نشان می‌دهد که ویروس‌هایی از آن در حال آزاد شدن هستند به موارد زیر پاسخ دهید؟



الف) این یاخته چه نام دارد؟

ب) ویروس‌هایی که در حال آزاد شدن‌اند چه نام دارند؟

ج) بازه زمانی دوره نهفتگی بیماری مورد سؤال چگونه است؟

د) سه روش انتقال ویروس مورد سؤال را نام ببرید.

۸) در رابطه با سیستم ایمنی بدن به سؤالات زیر پاسخ دهید.

الف) اشک چگونه از چشم محافظت می‌کند؟

ب) اینترفرون نوع یک از چه یاخته‌هایی ترشح می‌شود؟

ج) تحمل ایمنی را تعریف کنید.

د) حساسیت را تعریف کنید.

ر) دو سلول دفاعی که در بروز حساسیت نقش دارند را نام ببرید.

ز) دو بیماری خود ایمنی انسان را نام ببرید.

س) آیا در بیماری ام اس میلین اطراف اعصاب نخاعی، از بین می‌رود یا خیر؟ چرا؟

۹) مشخصات بیماری دو نفر که جهت درمان به پزشک مراجعه کرده‌اند در جدول زیر نوشته شده است. نام بیماری را با توجه به بیماری‌های ذکر شده در کتاب درسی مشخص کنید.

شخص الف	شخص ب
بی‌حسی و لرزش	تضعیف کل دستگاه ایمنی
اختلال در بینایی و حرکت	از بین رفتن لنفوسیت T کمک‌کننده

- ۱ الف) نادرست / ب) نادرست / ج) درست / د) درست / ر) درست / ز) درست / س) نادرست / ش) درست / ص) نادرست / ض) درست / ی) نادرست / و) نادرست
- ۲ الف) مکمل / ب) T / ج) درشت‌خوارها (ماکروفاژها) / د) روشن - درشت / ر) نوتروفیل‌ها / ز) روی شبکه آندوپلاسمی / س) موضعی / ش) اینترفرون نوع ۲ / ص) T / ض) بیشتر - بیشتر / ی) خاطره
- ۳ الف) نوتروفیل‌ها / ب) حساسیت / ج) مونوسیت / د) روی هم افتاده / ر) درشت / ز) چندقسمتی / س) بدون دانه / ش) بدون دانه / ص) ندارد / ض) متفاوت / ی) همانند / و) غیرمرکزی
- ۴ الف) آمیبی شکل بودند - متحرک بودند - ذرات اطرافشان را می‌بلعیدند / ب) در بخش‌های مرتبط با بیرون بدن / ج) ۱- هسته چند قسمتی ۲- دانه‌های ریز فراوان دارند. / د) یاخته‌های کشنده طبیعی / ر) ۱- قرمزی ۲- تورم ۳- گرما ۴- درد / ز) زنجیره‌ای / س) با ایجاد ساختار حلقه مانند در غشاء، سبب نشت مواد و مرگ سلول می‌شود - میکروب‌ها / ش) یاخته لنفوئیدی / ص) با ایجاد تب / ض) هیستامین از ماستوسیت‌ها
- ۵ الف) سومین خط دفاعی / ب) هسته غیرمرکزی و شبکه آندوپلاسمی گسترده / ج) سلول‌های خاطره
- ۶ الف) سلول میلوئیدی / ب) سلول‌های خاطره / ج) چربی / د) اینترفرون نوع ۱ / ر) ۱- ماکروفاژ ۲- یاخته دندریتی / ز) ۱- یاخته‌های دندریتی ۲- ماستوسیت‌ها / س) نوتروفیل‌ها / ش) سنگفرشی چند لایه / ص) مونوسیت / ض) ۱- هیستامین ۲- هپارین
- ۷ الف) لنفوسیت‌های T کمک کننده / ب) HIV / ج) ۶ ماه تا ۱۵ سال / د) ۱- رابطه جنسی ۲- خون و فراورده‌های آن ۳- مادر به جنین یا نوزاد
- ۸ الف) با داشتن نمک و لیزوزیم / ب) از یاخته‌های آلوده به ویروس‌ها / ج) عدم پاسخ دستگاه ایمنی در برابر عامل‌های خارجی را تحمل ایمنی می‌گویند. / د) به پاسخ دستگاه ایمنی به مواد بی‌خطر را حساسیت می‌گویند. / ر) ماستوسیت‌ها و بازوفیل‌ها / ز) ۱- دیابت نوع یک ۲- ام اس / س) خیر، چون در ام اس میلین اطراف یاخته‌های عصبی در مغز و نخاع، یعنی در دستگاه عصبی مرکزی مورد حمله دستگاه ایمنی قرار می‌گیرد.
- ۹ الف) مالتیپل اسکلروزیس (ام.اس) / ب) ایدز