



## IMMUNOLOGY AND THE IMMUNE SYSTEM

### Immunology

- Study of the components and function of the immune system

### Immune System

- Molecules, cells, tissues and organs which provide non-specific and specific protection against ...

► **Immuis:** free from burden

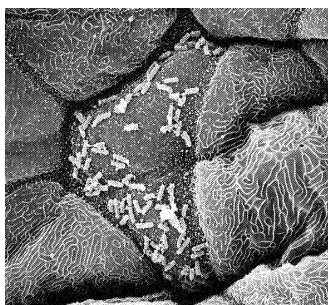
► **Immunitas:** exemption from government taxes

► **Immunity:** a protective or defense mechanism of our body, which leads us to a healthy life

- ایمنی / ایمنی‌شناسی / ایمونولوژی
- سیستمی دفاعی با قدرت انطباق عالی به منظور محافظت در برابر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زای مهاجم و بیگانه

۲ از ۷۴

?



بدن ما در معرض انواع  
آلودگی هاست و سیستم  
ایمنی مسئول محافظت  
است

Viruses

Rotavirus



Fungi

Candida  
albicans



Bacteria

Mycobacterium  
tuberculosis

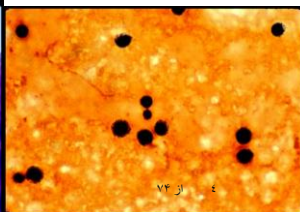
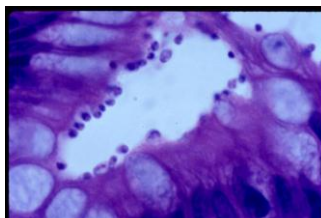
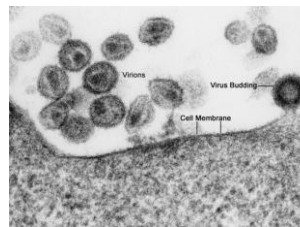
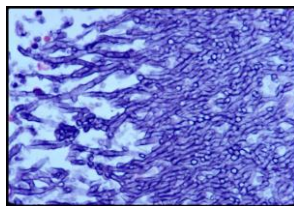
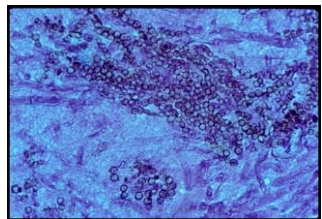
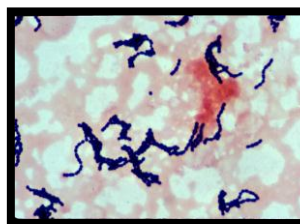
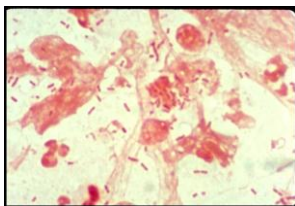
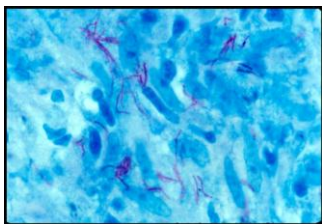


Parasites

Filaria

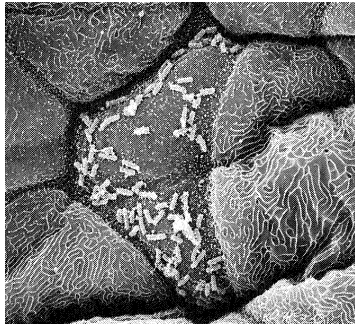


از ۳



از ۴

?



بدن ما در معرض انواع  
آلودگی‌هاست و سیستم  
ایمنی مسئول محافظت  
است

اگر پاسخ‌های ایمنی به خوبی کنترل نشوند؟



اگر نقص در اجزاء سیستم ایمنی باشد؟



۵ از ۷۴



تاریخچه

• Thucydides مورخ - ۴۳۰ قبل از میلاد

۶ از ۷۴



## تاریخچه

• پودر خشک آبله انسانی در داخل بینی در چین

• پیشگیری از آبله در ترکیه امروزی با  
واریولاسیون (پودر خشک آبله در زخم)



• سال ۱۷۰۰ میلادی - واریولاسیون در  
انگلستان و بعد در آمریکا

• خانم ماری ورتلی مونتگو ۱۷۱۸

In 1670, Chinese medical practitioners : variolation

۷ از ۲۴



## تاریخچه

سال ۱۷۸۰ میلادی

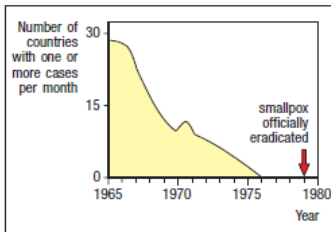
ادوارد جنر انگلیسی واکسن آبله انسانی

سال ۱۸۸۰ میلادی

پاستور واکسن هاری

سال ۱۹۷۴ میلادی

صدور گواهینامه بین المللی ریشه کنی آبله در جهان



۸ از ۲۴

## تاریخچه

- (۱۲۱ ق م) مهرداد ششم استفاده روزانه و بمقدار بسیار اندک از سم ارسنیک

- قرن دهم میلادی ابوبکر محمد بن زکریای رازی تشریح بالینی آبله: بهبودی از آبله همراه با ایمنی بسیار طولانی

- ابوعلی سینا در قرن یازدهم میلادی: نظریه در مورد ایمنی اکتسابی



۹ از ۲۴

پاسخ‌های ایمنی ذاتی

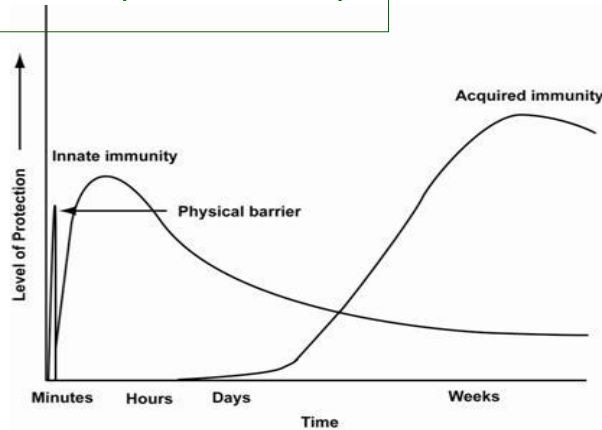
Innate/Natural Immunity

پاسخ‌های ایمنی اکتسابی

Acquired/Adaptive Immunity

ایمنی (immunity)

immunitas یا immunitas



۱۰ از ۲۴



• پاسخ‌های ایمنی ذاتی (در هر بار پاسخ مشابه هستند)

- خط اول دفاع (حضور از قبل)
- غیر اختصاصی (جنبه های مشترک)

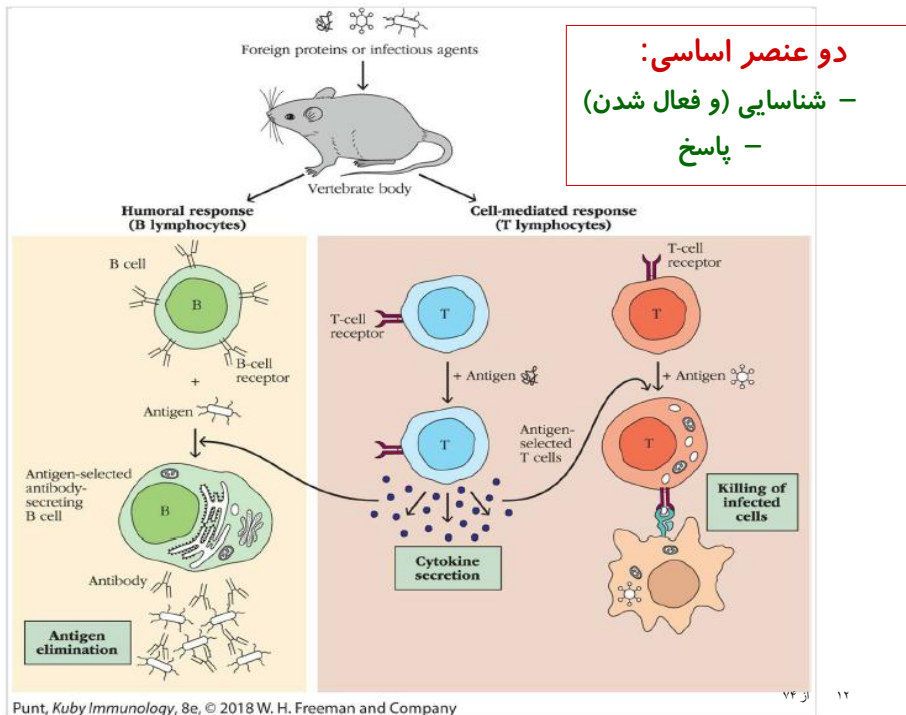
• پاسخ‌های ایمنی اکتسابی (افزایش همراه با تکرار برخورد)

- بعد از برخورد قابل تشخیص
- دارای خاطره
- کاملاً اختصاصی

• ارتباط متقابل

- ایمنی ذاتی می‌تواند پاسخ‌های ایمنی اختصاصی را به راه بیاندارد
- ایمنی اختصاصی از امکانات ایمنی ذاتی استفاده کرده آنها را هدایت و تقویت می‌کند

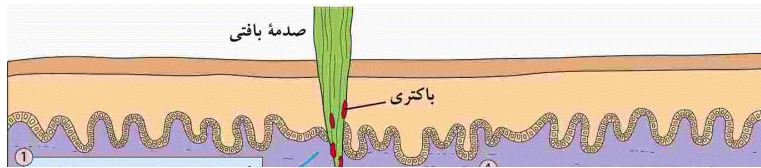
۱۱ از ۷۴



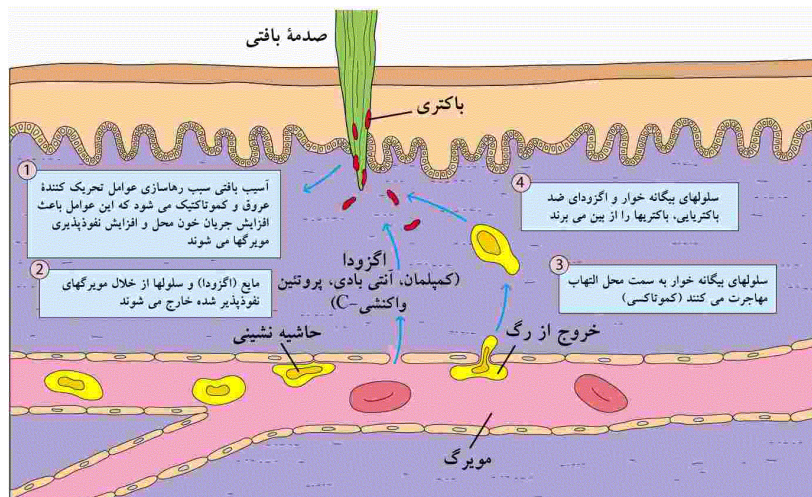
# پاسخ‌های ایمنی ذاتی

سدها  
سلول‌ها  
ملکول‌ها

سدهای آناتومیک و فیزیولوژیک پوست (pH، فلور طبیعی، اپیدرم) مخاط (موکوس، شستشوی مداوم، مواد ضد میکروبی، فلور طبیعی)



۱۳ از ۲۴



۱۴ از ۲۴

# چه سلول‌هایی در ایمنی ذاتی شرکت دارند؟

▪ آزادکنندهٔ مدیاتور

▪ بازوفیل

▪ ماست سل

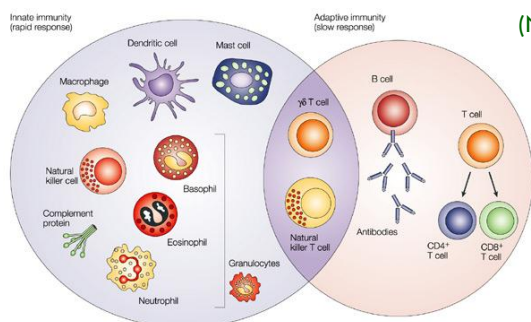
▪ ائوزینوفیل

▪ فاگوسیت‌ها

▪ نوتروفیل

▪ منوسیت

▪ ماکروفاژ



سلول‌های کشندهٔ طبیعی (Natural Killer)

ملکول‌ها: کمپلمان  
انزیم‌ها

...

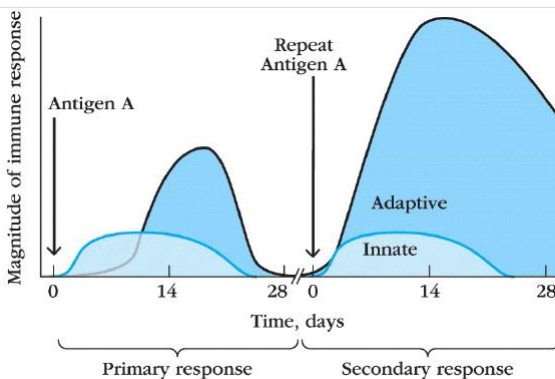
پروتئین‌های فاز حاد  
سایتوکاین‌ها

Nature Reviews | Cancer

۱۵ از ۲۴

## مشخصه‌های ایمنی اکتسابی

- اختصاصی بودن (ویژگی)
- تنوع
- عدم پاسخدهی به خود
- پاسخ تخصصی
- خود تنظیمی
- خاطره



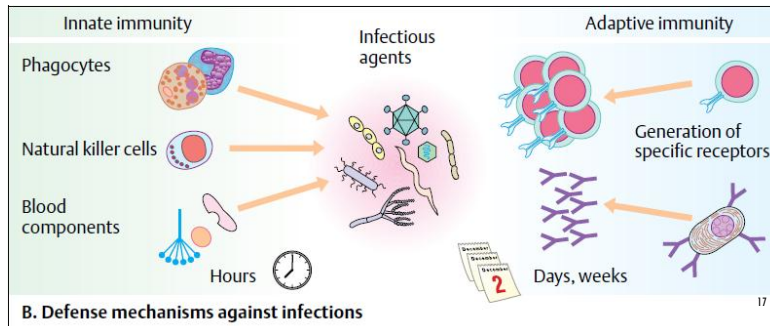
Punt, Kuby Immunology, 8e, © 2018 W. H. Freeman and Company

۱۶ از ۲۴



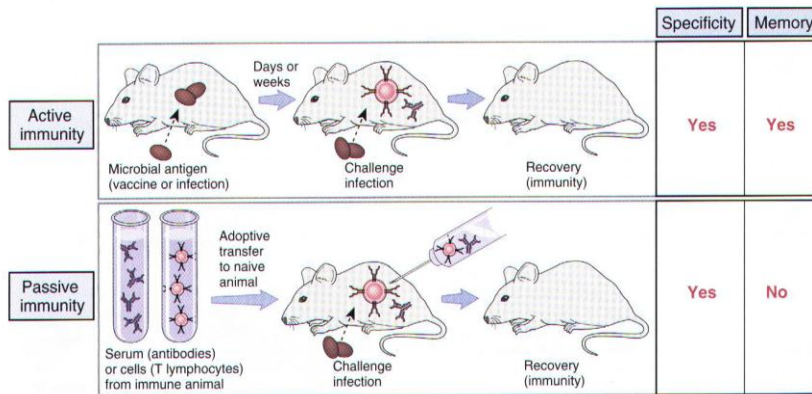
خصوصیات	ایمنی ذاتی	ایمنی اکتسابی
ویژگی	برای ساختارهای مشترک گروه‌هایی از میکروب‌های مشابه	برای آنتی‌ژن‌های میکروبی و آنتی‌ژن‌های غیر میکروبی
تنوع	کم	بسیار زیاد
خاطره	ندارد	دارد

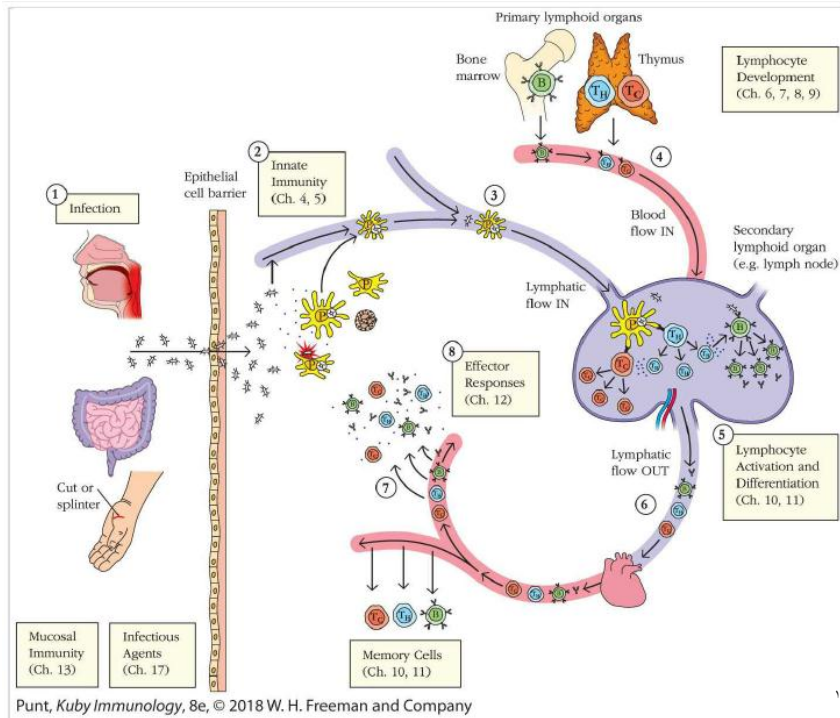
اجزا	پوست، مواد مخاطی،	لنفوسیت‌ها و آنتی‌بادی
سلول‌ها	بیگانه‌خوارها (ماکروفاژها، نوتروفیل)	لنفوسیت‌ها



ایمنی فعال / غیر فعال  
Active/Passive Immunity

ایمنی (immunity) ➔  
immunis یا immunitas ➔





سلول‌ها و بافت‌های سیستم ایمنی

آنتی‌ژن و آنتی‌بادی

ایمنی اختصاصی (سلولی و هومورال)

- گیرنده‌ها
- عرضه آنتی‌ژن
- فعال شدن لنفوسیت‌ها
- پاسخ لنفوسیت‌ها

ایمنی ذاتی (و کمپلمان)

تولرانس و خودایمنی

تنظیم فعالیت‌های ایمنی

ایمنی مخاطی

بیماری‌های عفونی و واکسیناسیون

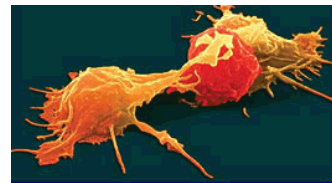
آلرژی و ازدیاد حساسیت‌ها

بیماری‌های خود ایمنی

نقص ایمنی

پیوند / تومور

## طرح درس در یک نگاه



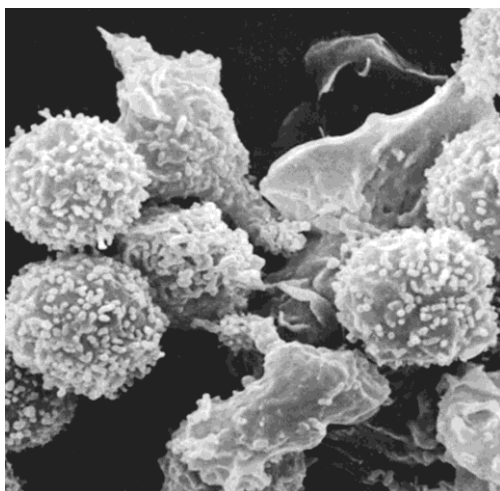
ردیف	مبحث درسی	روز	تاریخ
۱	کلیات	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۶/۲۷
۲	سلول‌ها و بافت‌های سیستم ایمنی	دوشنبه ۱۳-۱۵	۹۸/۷/۱
۳	آنتی‌ژن - ایمنوگلوبولین‌ها	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۷/۳
۴	ادامه ایمنوگلوبولین‌ها	دوشنبه ۱۳-۱۵	۹۸/۷/۸
۵	پاسخ ایمنی ذاتی	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۷/۱۰
۶	کمپلمان	دوشنبه ۱۳-۱۵	۹۸/۷/۱۵
۷	واکنش آنتی‌ژن آنتی‌بادی	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۷/۱۷
۸	MHC عرضه آنتی‌ژن	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۷/۲۴
۹	فعال شدن لنفوسیت T	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۸/۱
۱۰	پاسخ ایمنی سلولی	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۸/۸
۱۱	پاسخ ایمنی هومورال	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۸/۲۲
	میان ترم	فوق العاده	بجای ۹۸/۸/۱۵
۱۲	تولرانس	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۸/۲۹
۱۳	ازدیاد حساسیت نوع یک (آلرژی)	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۹/۶
۱۴	ازدیاد حساسیت‌ها و اتوایمنیتی	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۹/۱۳
۱۵	ایمونولوژی بیماری‌های عفونی	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۹/۲۰
۱۶	واکسیناسیون	دوشنبه ۱۳-۱۵	۹۸/۹/۲۵
۱۷	ایمونولوژی مخاط	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۹/۲۷
۱۸	ایمنوهماتولوژی	دوشنبه ۱۳-۱۵	۹۸/۱۰/۲
۱۹	ایمونولوژی پیوند	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۱۰/۴
۲۰	ایمونولوژی تومور	دوشنبه ۱۳-۱۴	۹۸/۱۰/۹
۲۱	نقص ایمنی	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۱۰/۱۱
۲۲	ایمونولوژی هیپاتیت و ایدز	چهارشنبه ۸-۱۰	۹۸/۱۰/۱۸

## منابع:

۱. بسته آموزشی کلاس  
فایل pdf اسلایدها + طرح درس هر جلسه + ....  
**پیشنهاد:** استفاده از پرینت یا فایل در کلاس
۲. ایمونولوژی چهار استاد، ترجمه و گردآوری هادی غضنفری و سیدرضا موسوی زیر نظر دکتر محمد وجگانی، ۱۳۹۴، کتاب میر،
۳. ایمونولوژی، دکتر محمد وجگانی، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۷
۴. ترجمه ایمونولوژی ابوالعباس (نسخه ای کمتر از ۵ سال قبل)
۵. ایمونولوژی جامع دکتر مهدی یوسفی و همکاران ۱۳۹۴

## ارزیابی:

- نمره امتحان میان ترم و پایان ترم در صورت حذف (بسته به سطح نمرات)
- ▶ سوال شفاهی، سایر فعالیت‌های کلاسی تا ۵، ۱ نمره تشویقی

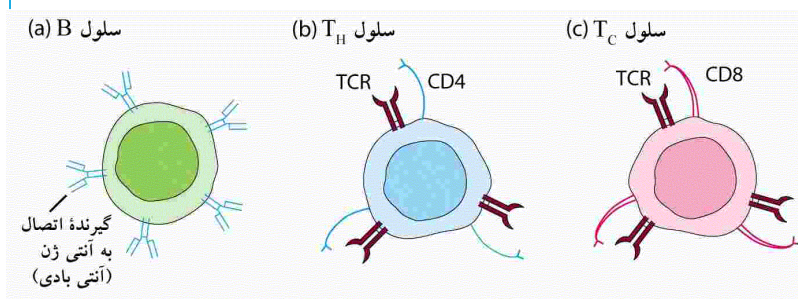


## پاسخ‌های ایمنی اکتسابی (اختصاصی)

- پاسخ‌های ایمنی هم‌مورال
- پاسخ‌های ایمنی سلولی

۲۳ از ۷۴

## سلول‌های اصلی در ایمنی اختصاصی



## و سلول‌های عرضه کننده آنتی ژن

همکاری سلول‌های ایمنی ذاتی ضروری است

۲۴ از ۷۴

## شناسایی فعال شدن پاسخ

## مراحل پاسخ

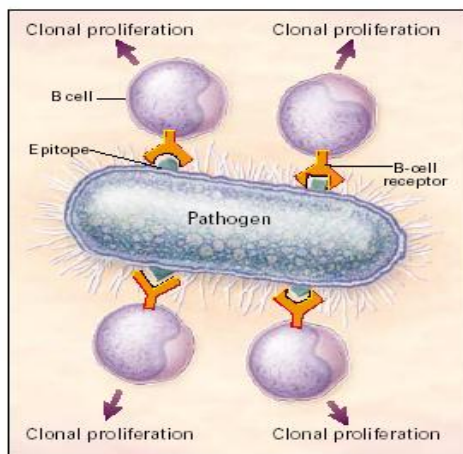
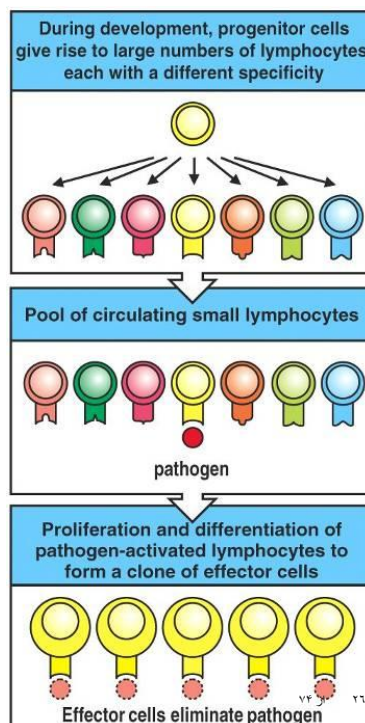
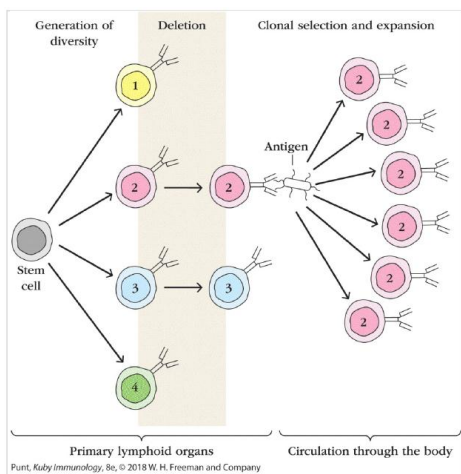


Figure 6. Recognition of Epitopes by B Cells.

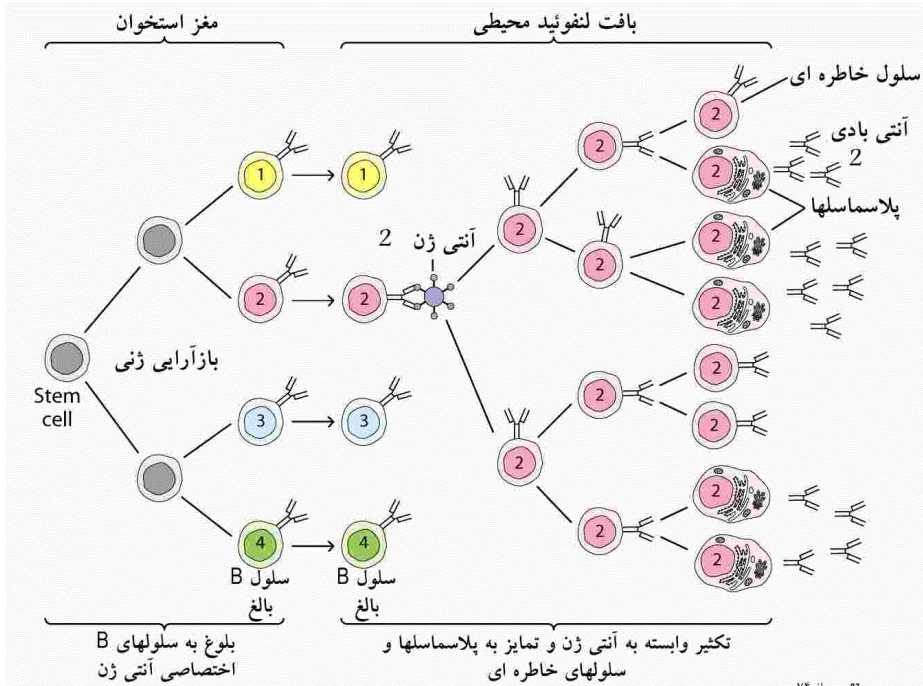
آنتی ژن: ملکول هایی که به گیرنده اختصاصی  
لنفوسیت متصل می شوند

۶۴ از ۶۵

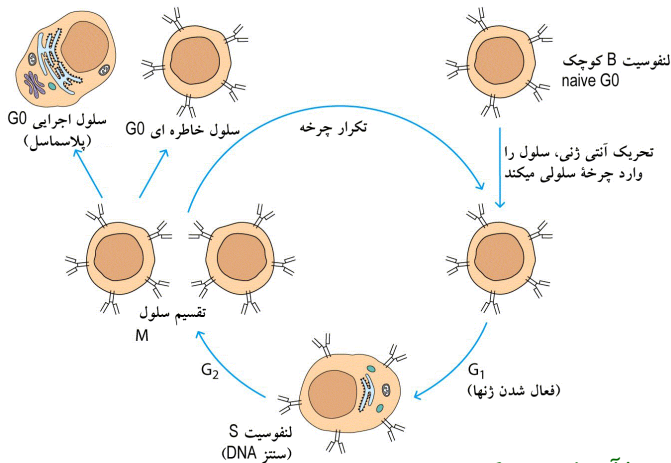
## گسترش ردهای CLONAL EXPANSION





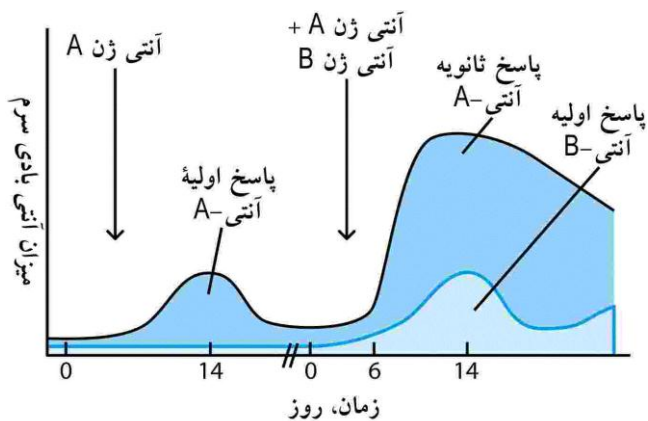


## لنفوسیت‌ها: سلول‌های اصلی در ایمنی اختصاصی



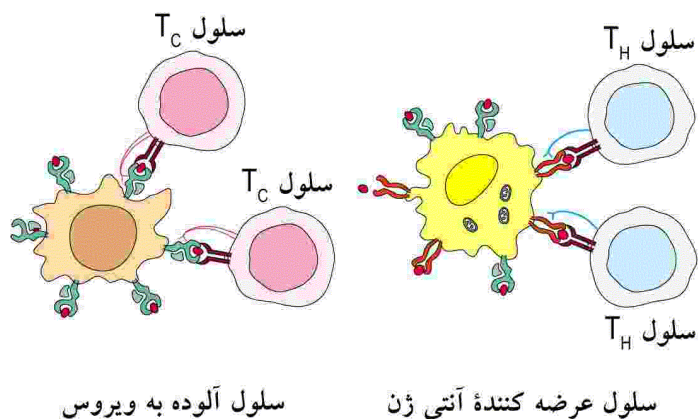
لنفوسیت‌ها در اثر برخورد با آنتی ژن تحریک شده و از مرحله G0 وارد مرحله G1 می‌شوند

## افزایش قدرت پاسخ همراه با تکرار برخورد



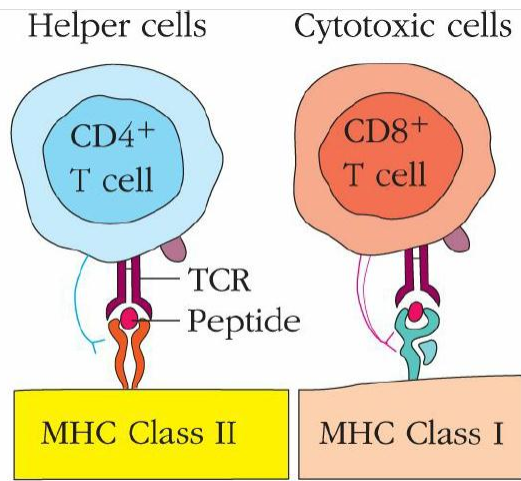
۲۴ از ۲۹

گیرنده سلول T فقط غشایی است و آنتی ژن را به صورت عرضه شده با ملکول های MHC شناسایی می کند

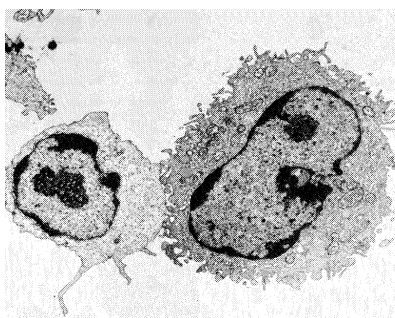


۲۴ از ۳۰

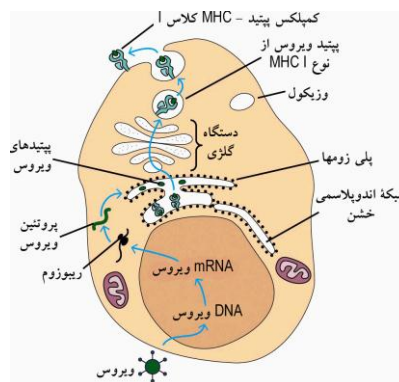
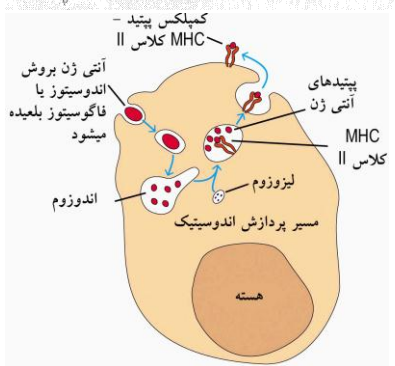
گیرنده سلول فقط غشایی است و آنتی ژن را به صورت عرضه شده با ملکول های MHC شناسایی می کند



۳۱ از ۷۴

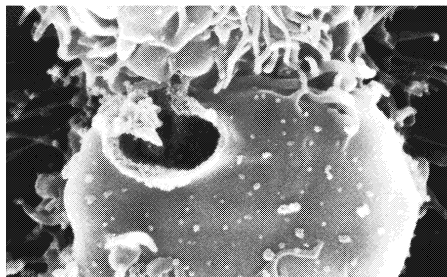
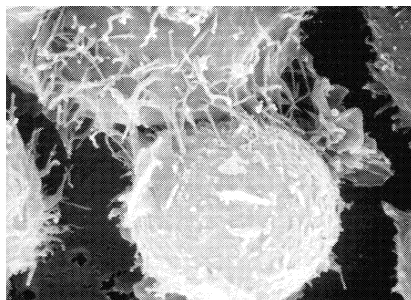


عرضه آنتی ژن توسط سلول های عرضه کننده آنتی ژن و ملکول های MHC



۳۲ از ۷۴

## لنفوسیت های سایتوتوکسیک

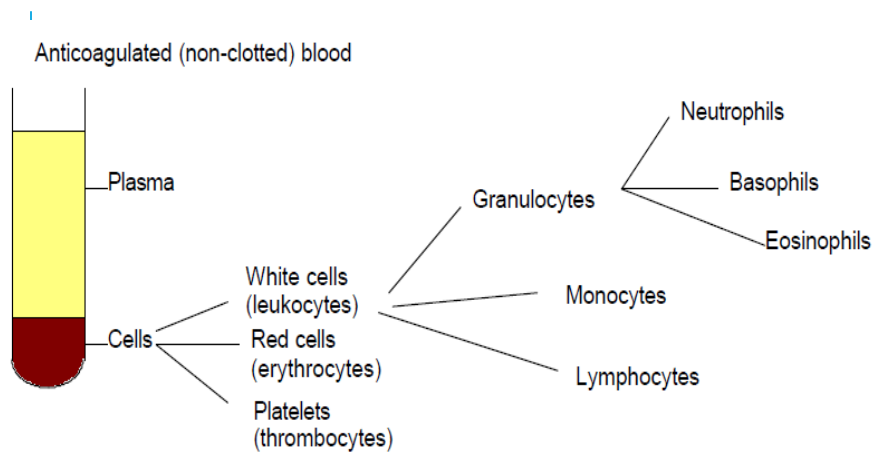


۳۳ از ۷۴

## آشنایی با سلول های سیستم ایمنی



۳۴ از ۷۴



۲۴ از 36

## دسترسی به مناطق مختلف بدن و کسب اطلاعات از طریق خون و لنف میسر است

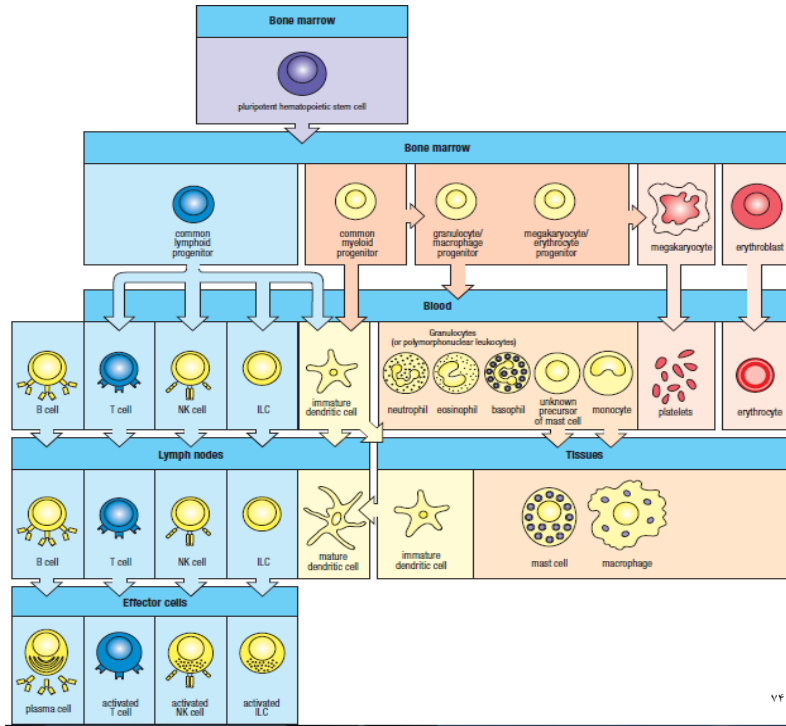
Cell type	Cells/mm <sup>3</sup>	%
Red blood cells	$5.0 \times 10^6$	
Platelets	$2.5 \times 10^5$	
Leukocytes	$7.3 \times 10^3$	
Neutrophil		50–70
Lymphocyte		20–40
Monocyte		1–6
Eosinophil		1–3
Basophil		<1

محاسبه کنید چه تعداد لنفوسیت در خون یک فرد متوسط وجود دارد

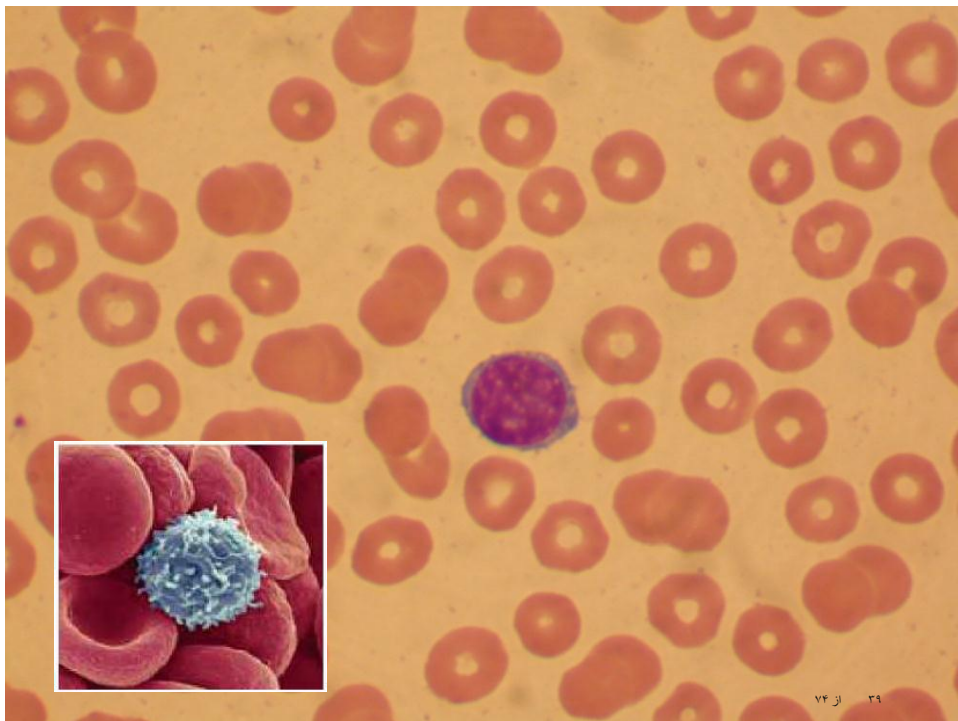
- ✓ ۳۰۰۰ در میلی متر مکعب خون
- ✓ به طور متوسط ۵ لیتر خون - هر لیتر یک میلیون میلی متر مکعب
- ✓ ۱۵ میلیارد لنفوسیت در خون

۲۴ از 37



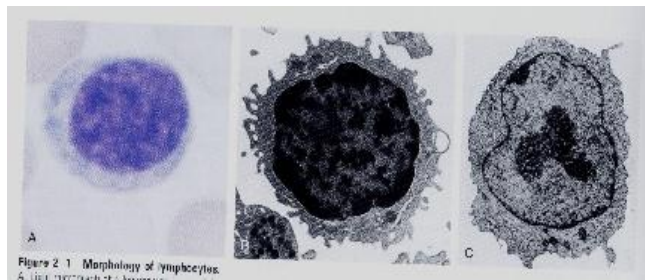
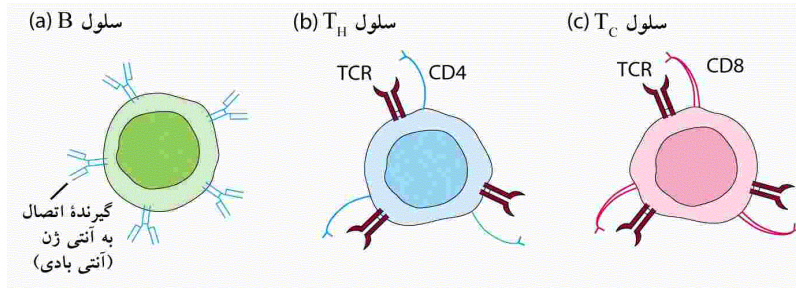


۳۸ از ۳۴

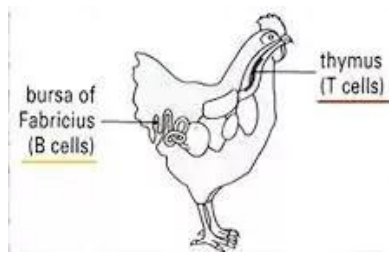


۳۹ از ۳۴

## لنفوسیت‌ها: سلول‌های اصلی در ایمنی اختصاصی - دارای گیرنده اختصاصی آنتی ژن



۴۰ از ۷۴



## لنفوسیت‌های B

محل نمو: کیسه زلالی (Bursa of Fabricious) یا مغز استخوان

$$1.5-3 \times 10^5$$

گیرنده آنتی ژن: ایمونوگلوبولین (Ig) یا آنتی بادی

شناسائی، فعال شدن و تکثیر، پاسخ (تولید آنتی بادی - پلاسما سل)

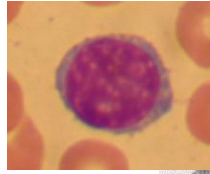
سلول مبتدی (تحریک و فعال نشده) naive

سلول اجرائی effector

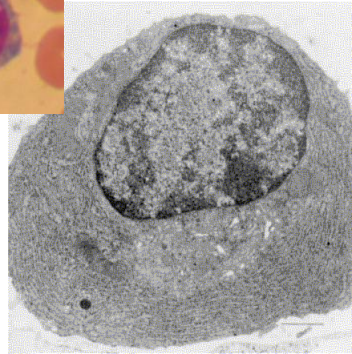
سلول خاطره memory

۴۱ از ۷۴

لنفوسیت‌های B وقتی تحریک شده و آنتی‌بادی سازی می‌کنند پلاسماسل نام دارند



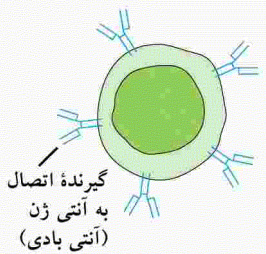
Blast cell (T or B)  
15  $\mu$ m diameter



Plasma cell (B)  
15  $\mu$ m diameter

۴۴ از ۴۲

سلول B (a)



## لنفوسیت‌های B

- گیرنده آنتی ژن : ایمونوگلوبولین (Ig) یا آنتی‌بادی
- تحریک نشده IgM و IgD غشائی
- خاطره‌ای IgG یا IgE یا IgA غشائی

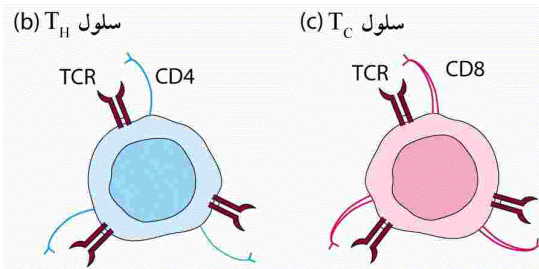
دارای MHC نوع II برای عرضه آنتی ژن (خارج سلول) به لنفوسیت‌های T

دارای ملکول‌های لازم برای تحریک لنفوسیت‌های T مثل: B7

دارای ملکول‌های لازم برای دریافت کمک از لنفوسیت‌های T مثل CD40

۴۴ از ۴۳

## لنفوسیت های T



- پیش ساز لنفوسیت های T در مغز استخوان نمو یافته در تیموس بالغ می شود
- شناسائی آنتی ژن فقط در کنار MHC (عرضه آنتی ژن)
- دارای گیرنده اختصاصی آنتی ژن (TCR) و ملکول CD3
- T cell Receptor - TCR

۷۴ از ۴۴

### THE CLUSTER OF DIFFERENTIATION (CD)

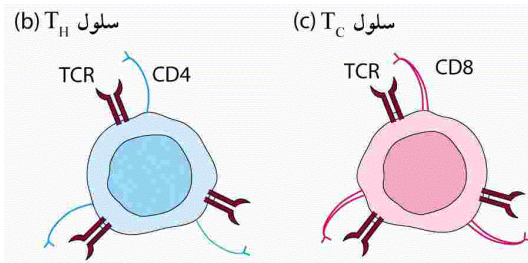
برای شناسائی و بررسی ملکول های سطح سلول - از سال ۱۹۸۲ -  
هر ملکول حداقل با دو آنتی بادی مونوکلونال اختصاصی



- ملکول هائی با عملکرد متفاوت
- معرف رده سلولی
- معرف مرحله بلوغ و تمایز
- معرف فعالیت
- ..

۷۴ از ۴۵

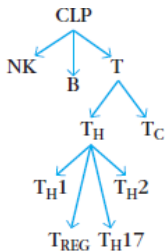
# لنفوسیت های T



• دارای گیرنده اختصاصی آنتی ژن (TCR) و ملکول CD3

• لنفوسیت Tc : CD8

• لنفوسیت Th : CD4

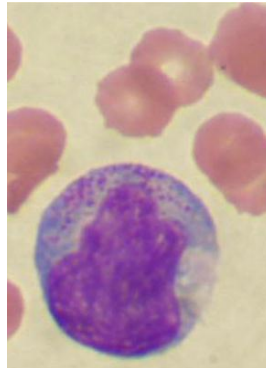
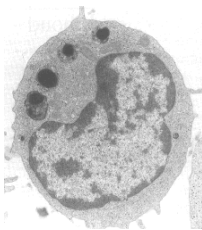
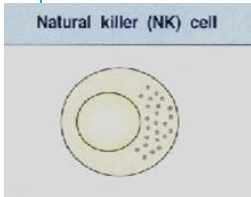


• CD28 برای دریافت پیام از سلول های عرضه کننده

• CD40L برای کمک به سلول های عرضه کننده

۴۴ از 46

به بقیه لنفوسیت ها null هم گفته می شود (Non-B, non-T)  
سلول های کشنده طبیعی (NK)



• Natural Killer

• بزرگ و دارای گرانول

• CD16

• CD56

۴۴ از 47



# سلول‌های کشنده طبیعی (NATURAL KILLER)

کاهش میزان MHC

تغییراتی در سایر ملکول‌های سطحی سلول‌های آلوده به ویروس و توموری

ADCC

Antibody dependent cell-mediated cytotoxicity

## Recognition of normal cells by NK cells

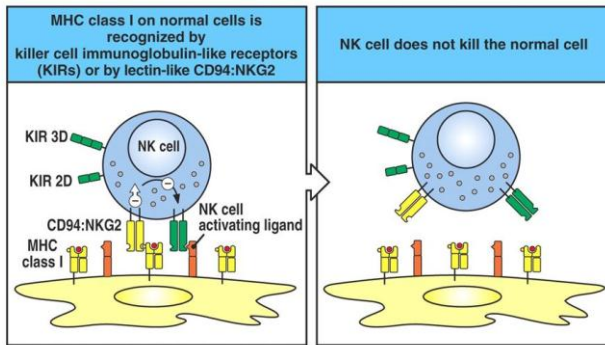


Figure 2-59 part 1 of 2 Immunobiology, 6/e. (© Garland Science 2005)

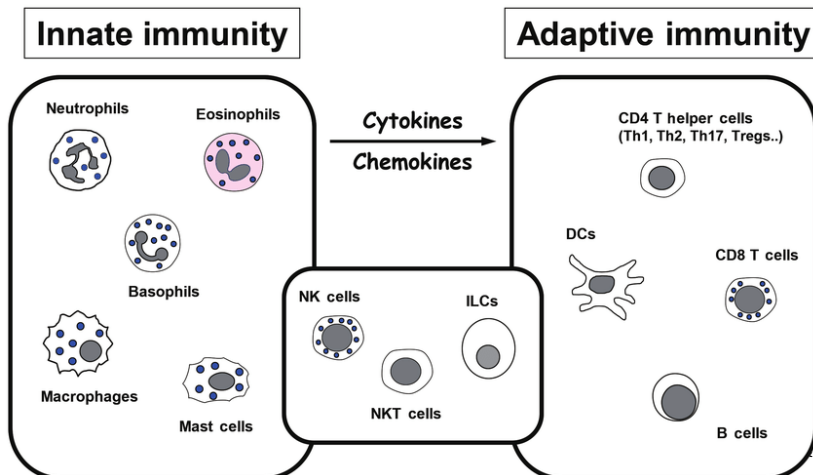
۴ از ۴۸

## ILC (innate lymphoid cells)

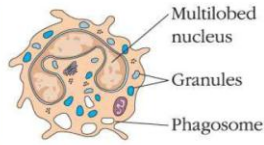
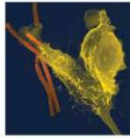
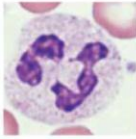
(ILC1, ILC2, and ILC3)

NKT

گاما دلتا ( $\gamma\delta$ )

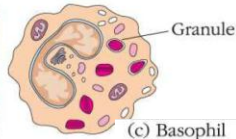
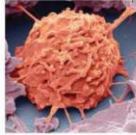
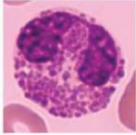


(a) Neutrophil



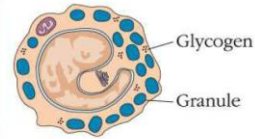
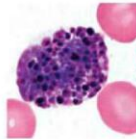
# گرانولوسیت‌ها

(b) Eosinophil

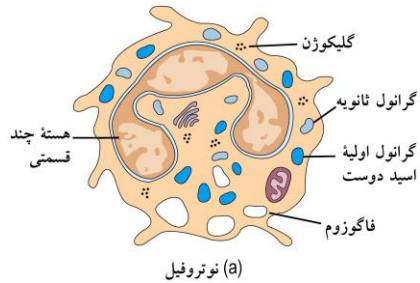
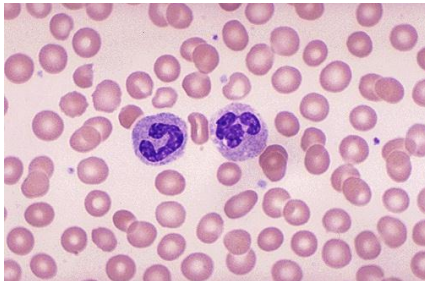
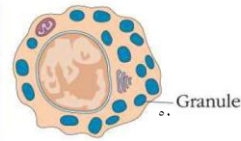
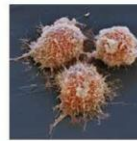
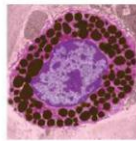


- معمولا اولین پاسخ دهنده‌ها
- هسته دارای چند لوب
- محتویات گرانولی متفاوت

(c) Basophil

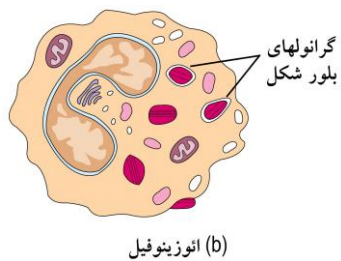
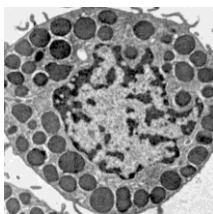
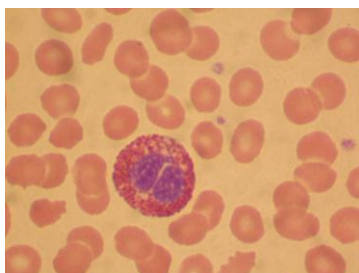


(d) Mast cell

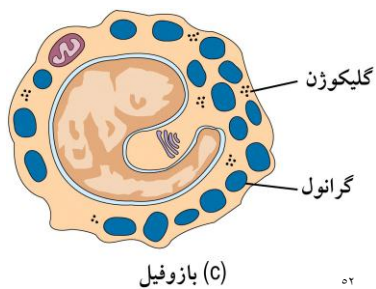
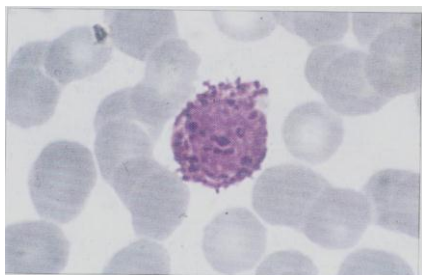


- ۵۰-۷۰ درصد لکوسیت‌های خون
- ته دارای چند لوب
- ۷-۱۰ ساعت گردش در خون
- عمر ۲-۳ روز
- لکوسیتوز
- نقش در تشکیل چرک





(b) انوزینوفیل



(c) بازوفیل

۵۲

<b>Mast cell</b>	
<b>Expulsion of parasites from body through release of granules containing histamine and other active agents</b>	

### ماسست سل (Mast cells)

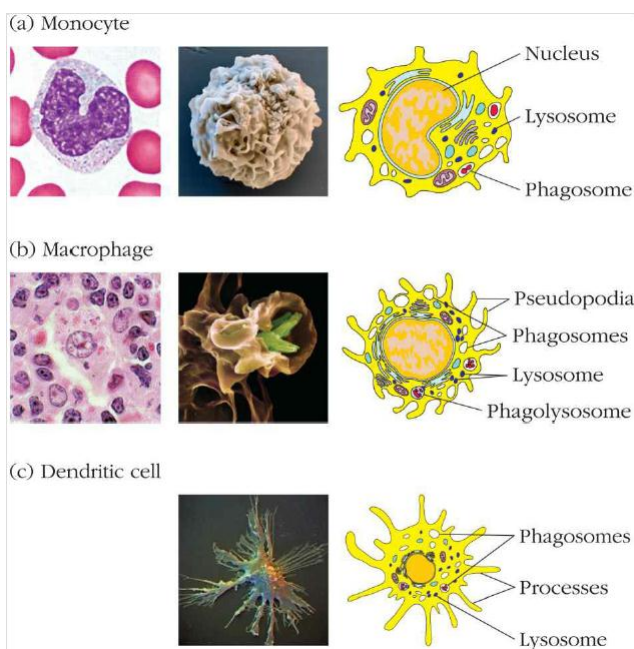
- در بافت‌های همبند و مخاطی بدن و پوست (بلوغ در بافت)
- منشا مجزا از بازوفیل
- مهم در آلرژی
- مهم در پاسخ‌های ایمنی ذاتی

۵۳ از ۷۴

**TABLE 2-2 Examples of proteins contained in neutrophil, eosinophil, and basophil granules**

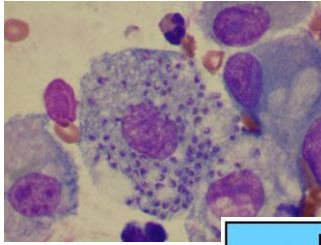
Cell type	Molecule in granule	Examples	Function
Neutrophil	Proteases	Elastase, collagenase	Tissue remodeling
	Antimicrobial proteins	Defensins, lysozyme	Direct harm to pathogens
	Protease inhibitors	$\alpha_1$ -antitrypsin	Regulation of proteases
	Histamine		Vasodilation, inflammation
Eosinophil	Cationic proteins	EPO	Induces formation of ROS
		MBP	Vasodilation, basophil degranulation
	Ribonucleases	ECP, EDN	Antiviral activity
	Cytokines	IL-4, IL-10, IL-13, TNF- $\alpha$	Modulation of adaptive immune responses
	Chemokines	RANTES, MIP-1 $\alpha$	Attract leukocytes
Basophil/mast cell	Cytokines	IL-4, IL-13	Modulation of adaptive immune
	Lipid mediators	Leukotrienes	Regulation of inflammation
	Histamine		Vasodilation, smooth muscle activation

۷۴ از ۵۴

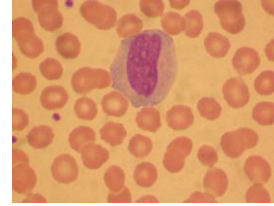


- عرضه کنندگان
- حرفه‌ای آنتی ژن
- بلع و فاگوسیتوز
- فراخوان سایر سلولها
- ملکولهای کمک
- محرک بر سطح

۷۴ از ۵۵



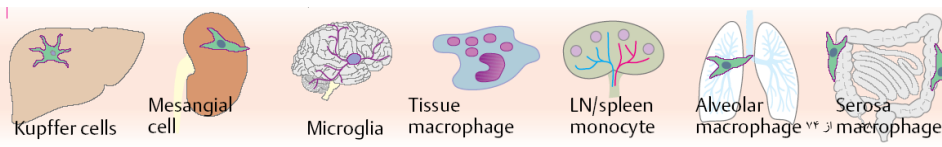
## مونوسیت - ماکروفاژ



<b>Monocyte</b>	
Circulating precursor cell to macrophage	
<b>Macrophage</b>	
Phagocytosis and killing of microorganisms. Activation of T cells and initiation of immune responses	

۵۷ از ۷۴

- منشاء از مغز استخوان
- ۸ ساعت در خون - مونوسیت
- التهابی و در گردش
- در بافت‌ها ماکروفاژ (میکروگلیال در مغز، کوپفر در کبد، ماکروفاژ آلوتولی در ریه، استئوکلاست در استخوان)
- ماکروفاژهای بافتی با منشا جنینی
- ساکن و متحرک



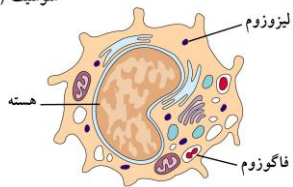


**TABLE 2-3 Tissue-specific macrophages**

Tissue	Name	Tissue-specific function (in addition to activity as pAPCs)
Brain	Microglia	Neural circuit development (synaptic pruning)
Lung	Alveolar macrophage	Remove pollutants and microbes, clear surfactants
Liver	Kupffer cell	Scavenge red blood cells, clear particles
Kidney	Resident kidney macrophage	Regulate inflammatory responses to antigen filtered from blood
Skin	Langerhans cell	Skin immunity and tolerance
Spleen	Red pulp macrophage	Scavenge red blood cells, recycle iron
Peritoneal cavity	Peritoneal cavity macrophage	Maintain IgA production by B-1 B cells
Intestine	Lamina propria macrophage Intestinal muscularis macrophage	Gut immunity and tolerance Regulate peristalsis
Bone marrow	Bone marrow macrophage	Maintain niche for blood cell development, clear neutrophils
Lymph node	Subcapsular sinus macrophage	Trap antigen particles
Heart	Cardiac macrophage	Clear dying heart cells

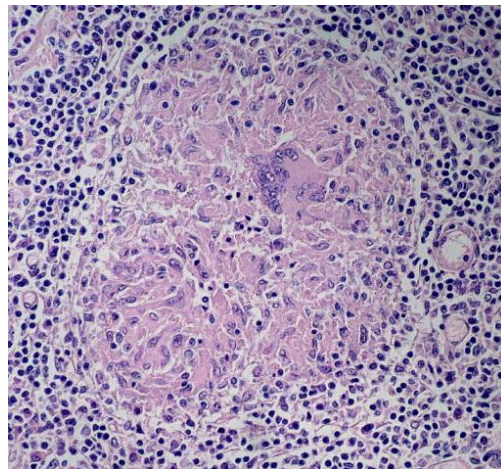
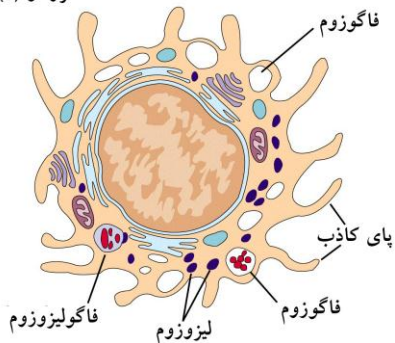
۷۴ از ۵۹

(a) منوسیت

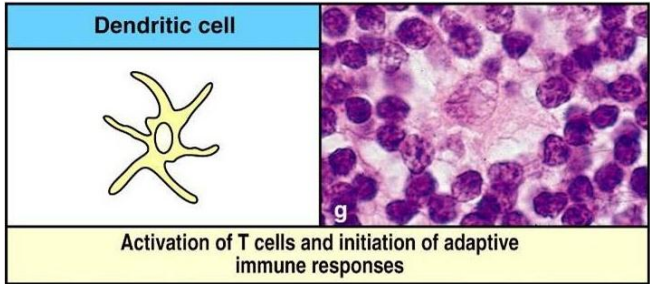


- تبدیل به سلول‌های اپی‌تلیوئید
- ادغام و تشکیل سلول‌های غول‌پیکر (giant cell)

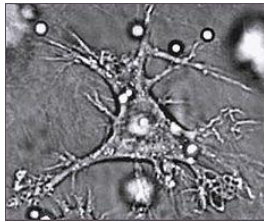
(b) ماکروفاژ



۷۴ از ۶۰

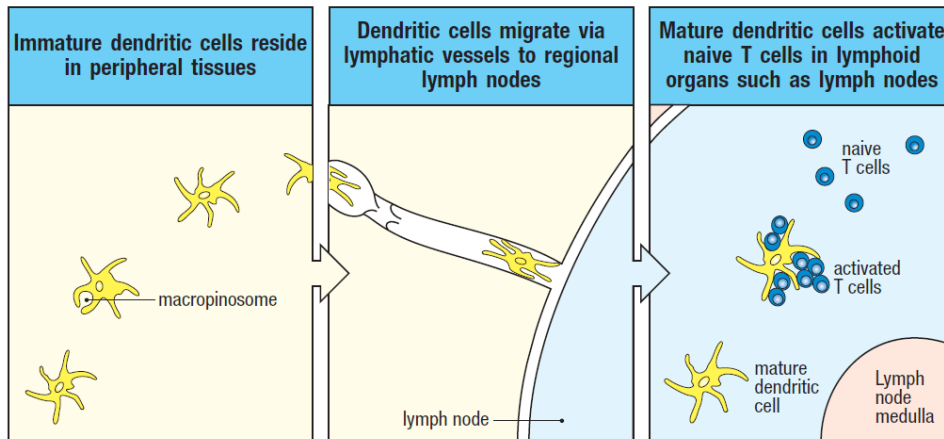


## سلول های دندریتیک



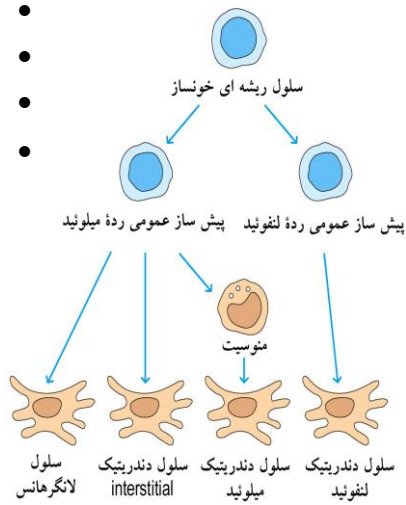
- از مغز استخوان
- به صورت نابالغ در اپی تلیوم پوست (سلول های لانگرهانس) دستگاه گوارش و سیستم تنفسی
- انتقال آنتی ژن به بافت های لنفاوی
- بلوغ در حین مهاجرت
- عرضه آنتی ژن به سلول های T
- پینوسیتوز مداوم (هر ساعت به اندازه حجم خود سلول)

۶۱ از ۷۴



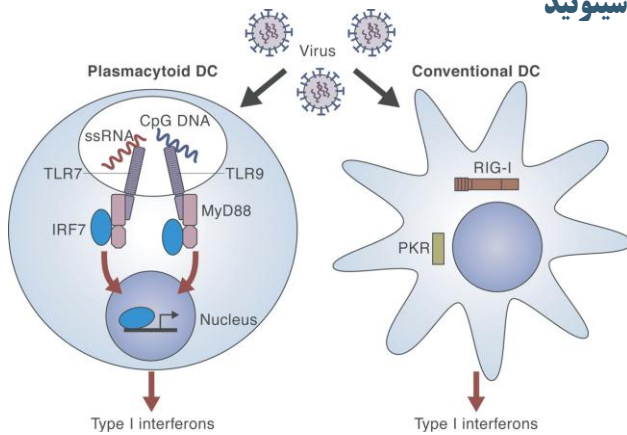
۶۲ از ۷۴

- هم از رده میلوئید و هم رده لنفوئید
- لانگرهانس در پوست
- بینابینی در بافت همبند
- تودرتو interdigitating بافتهای لنفاوی



۶۴ از ۷۴

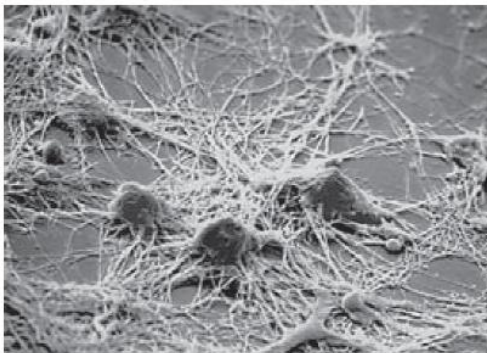
### سلول های دندرتیک پلاسماستوئید



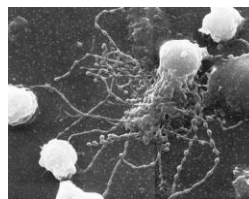
- تولید اینترفرون در پاسخ به آلودگی ویروسی

۶۵ از ۷۴

(c) Follicular dendritic cell

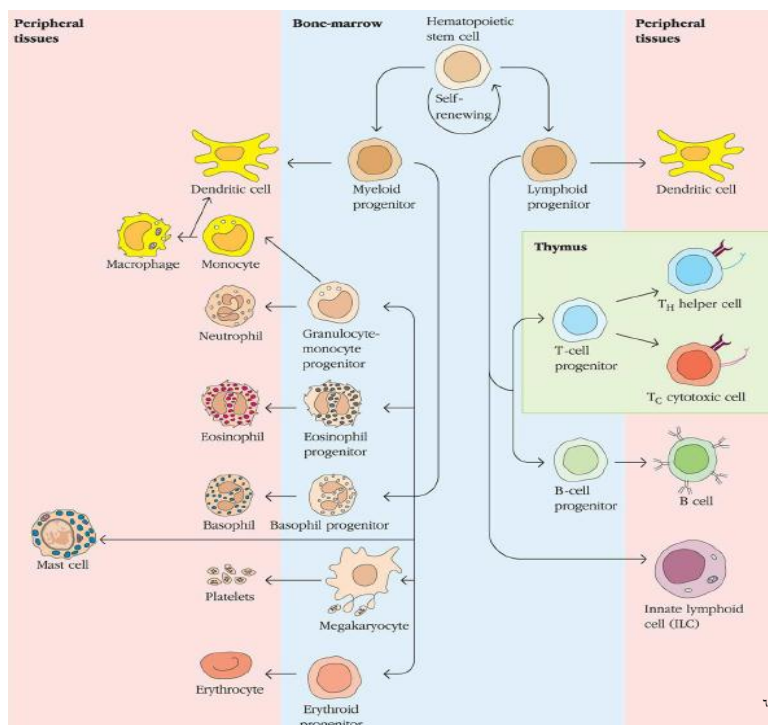


## سلول های دندریتیک فولیکولی



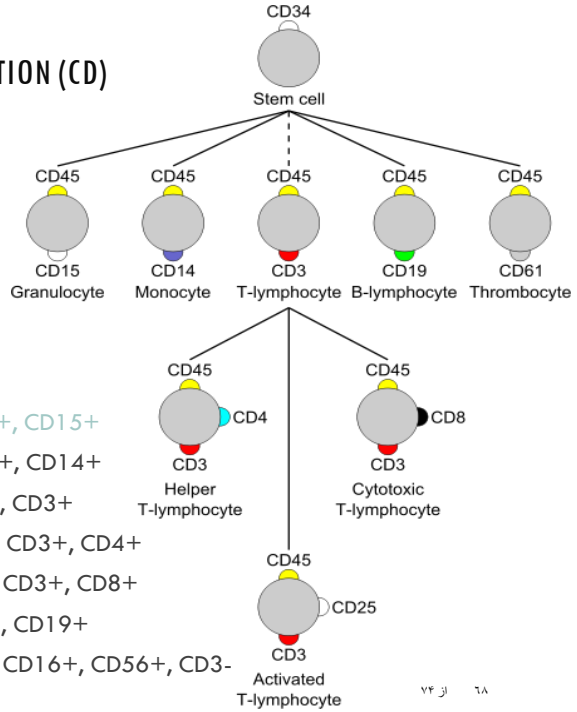
- منشاء آنها مغز استخوان نیست
- در مراکز زایا در داخل بافت های لنفاوی
- نگهداری آنتی ژن پوشیده از آنتی بادی و اجزاء کمپلمان بر سطح خود به منظور ارائه به لنفوسیت های B

۶۶ از ۷۴



۱۷

## THE CLUSTER OF DIFFERENTIATION (CD)



### CD markers on leukocytes

#### Granulocyte

Monocyte

T lymphocyte

T helper lymphocyte

T cytotoxic lymphocyte

B lymphocyte

Natural killer cell

CD45+, CD15+

CD45+, CD14+

CD45+, CD3+

CD45+, CD3+, CD4+

CD45+, CD3+, CD8+

CD45+, CD19+

CD45+, CD16+, CD56+, CD3-

CD designation	Function	B cell	T <sub>H</sub> cell	T <sub>C</sub> cell	NK cell <sup>3</sup>
CD2	Adhesion molecule; signal transduction	-	+	+	+
CD3	Signal transduction element of T-cell receptor	-	+	+	-
CD4	Adhesion molecule that binds to MHC class II molecules; signal transduction	-	+	-	-
			(usually)	(usually)	
CD5	Unknown	+	+	+	+
		(subset)			
CD8	Adhesion molecule that binds to MHC class I molecules; signal transduction	-	-	+	Variable
			(usually)	(usually)	
CD16 (FcγRIII)	Low-affinity receptor for Fc region of IgG	-	-	-	+
CD19	Signal transduction; CD21 coreceptor	+	-	-	-
CD20	Signal transduction; regulates Ca <sup>2+</sup> transport across the membrane	+	-	-	-
CD21 (CR2)	Receptor for complement (C3d) and Epstein-Barr virus	+	-	-	-
CD28	Receptor for costimulatory B7 molecule on antigen-presenting cells	-	+	+	-
CD32 (FcγRII)	Receptor for Fc region of IgG	+	-	-	-
CD35 (CR1)	Receptor for complement (C3b)	+	-	-	-
CD40	Signal transduction	+	-	-	-
CD45	Signal transduction	+	+	+	+
CD56	Adhesion molecule	-	-	-	+
CD161 (NK1.1)	Lectin-like receptor	-	-	-	+

۶۶ از ۶۸

۶۹