بسم الله الرحمن الرحيم

# راهنمای پایه‌ی سلول‌های خونی


## تالیف: باربارا جی. بین

## ترجمه: مهشید جانی



انتشارات ارسطو

(چاپ ونشر ایران)

۱۴۰۰

# فهرست

مقدمه ..... ۴
اختصارات ..... ۶
گستره خون و شمارش سلول های خون ..... ۹
ارزیابی گلبول های قرمز ..... ۷۵
ارزیابی گلبول های سفید و پلاکت ها ..... ۱۱۱
یافته های هماتولوژی در سلامتی و بیماری .... ۱۳۵
سوالات خودآزمایی ..... ۲۳۸

# مقدمه

راهنمای پایه سلول‌های خونی به معرفی سلول‌های خونی طبیعی، غیر طبیعی و شمارش خون برای کارآموزان می‌پردازد خواه آن‌ها کارشناسان علوم آزمایشگاهی، دانشجویان پزشکی، کارآموزان هماتولوژی یا کارآموزان پزشکی باشند. این کتاب می‌تواند مکملی برای کتاب راهنمای کاربردی سلول‌های خونی (چاپ پنجم، وایلی-بلک‌ویل، آکسفورد، ۲۰۱۵) باشد که تصاویر تا حد زیادی از آن اقتباس شده است و برای کسب اطلاعات بیشتر و منابع مربوطه باید به آن مراجعه کرد. کتاب راهنمای پایه برخلاف کتاب سلول‌های خونی به دنبال جامع بودن نیست. این کتاب مفاهیم پایه اساسی را معرفی می‌کند یافته‌های خون‌شناسی را

در یک زمینه بالینی قرار می‌دهد و در آخر به خواننده اجازه می‌دهد دانش خود را بیازماید.

تمام تصاویر موجود در این کتاب به روش می-گرانولد-گیمسا (MGG) رنگ‌آمیزی شده است. اکثریت تصاویر با بزرگ‌نمایی مشابه گرفته شده اند به طوری که می‌توان آن‌ها را به راحتی با یکدیگر مقایسه کرد.

باربارا جی. بین

# اختصارات

| | |
|---|---|
| دئوکسی ریبونوکلئیک اسید | DNA[۱] |
| شمارش کامل سلول‌های خون | FBC[۲] |
| فمتولیتر | fl[۳] |
| گلوکز۶ فسفات دی‌هیدروژناز | G۶PD[۴] |
| غلظت هموگلوبین | Hb[۵] |

[۱] Deoxyribonucleic acid
[۲] Full blood count
[۳] femtolitre
[۴] Glucose- ۶- phosphate dehydrogenase
[۵] Haemoglobin concentration

| | |
|---|---|
| Hct[۱] | هماتوکریت |
| HDW[۲] | پهنای توزیع هموگلوبین |
| HPLC[۳] | کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا |
| MCH[۴] | غلظت متوسط هموگلوبین |
| MCHC[۵] | غلظت متوسط هموگلوبین سلول |
| MCV[۶] | حجم متوسط سلول |
| MGG[۷] | می– گرانولد- گیمسا |
| NRBC[۸] | گلبول قرمز هسته دار |

---

[۱] Haematocrit

[۲] Haemoglobin distribution width

[۳] High- performance liquid chromatography

[۴] Mean cell haemoglobin

[۵] Mean cell haemoglobin concentration

[۶] Mean cell volume

[۷] May–Grünwald–Giemsa

[۸] Nucleated red blood cell

| | |
|---|---|
| حجم سلول فشرده شده | PCV[۱] |
| پیکوگرم | pg[۲] |
| تعداد گلبول قرمز | RBC[۳] |
| پهنای توزیع گلبول قرمز | RDW[۴] |
| ریبونوکلوئیک اسید | RNA[۵] |
| تعداد گلبول سفید | WBC[۶] |

[۱] Packed cell volume
[۲] Picogram
[۳] Red blood cell count
[۴] Red cell distribution width
[۵] Ribonucleic acid
[۶] White blood cell count

فصل اول

# گستره‌خون و شمارش سلول‌های خون

## خون

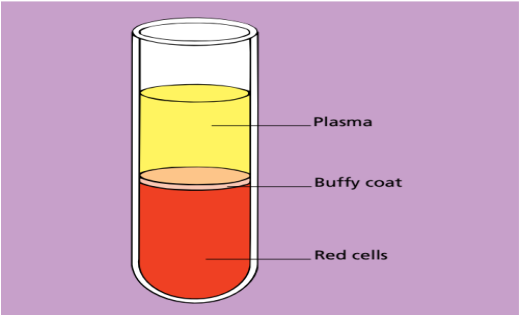
خون مایعی حیات بخش است که از طریق قلب و رگ‌های خونی به گردش در می‌آید. خون اکسیژن و مواد مغذی را به بافت‌ها و مواد زائد را به ریه ها، کبد و کلیه‌ها که در آن‌ها از بدن خارج می‌گردد انتقال می‌دهد. معمولا هنگامی که خون از بدن گرفته می‌شود یک لخته خونی جامد را تشکیل می‌دهد. اما اگر از لخته شدن با مخلوط کردن با مواد ضد انعقاد جلوگیری شود، خون تحت تاثیر گرانش به ۳ لایه جدا می‌گردد. (تصویر ۱-۱) لایه تحتانی قرمز رنگ است و از گلبول‌های قرمز تشکیل شده است. لایه فوقانی روشن و زرد کمرنگ است که پلاسما نامیده می‌شود و متشکل

از نمک‌های مختلف و پروتئین‌های حل شده در آب است. در بین آن‌ها لایه‌ای تشکیل می‌گردد که به خاطر رنگ زرد یا زرد مایل به سفیدش بافی-کوت نامیده می‌شود. بافی‌کوت اساسا از سلول‌های متنوعی که مجموعا گلبول‌های سفید نامیده می-شوند تشکیل شده است. بعلاوه قطعات کوچک سلولی وجود دارد که پلاکت نامیده می‌شود و در لخته شدن خون نقش دارند.

## گستره خون

اگرچه می‌توان نسبت گلبول‌های قرمز و سفید را در لوله رسوب‌گذاری خون قضاوت کرد اما اگر خون به دقت مخلوط شده و یک لایه نازک روی اسلایدی شیشه ای برای تشکیل یک گستره‌ی خونی پخش شود می‌توان اطلاعات بیشتری را کسب کرد. سپس سلول‌های خونی در مجاورت

الکل متانول فرآیندی که به آن تثبیت[1] گفته می‌شود حفظ می‌شوند. گستره ثابت شده با ترکیبی از رنگ‌ها، رنگ می‌گیرد به طوری که تک‌تک سلول‌ها را زمانی که با میکروسکوپ مورد بررسی قرار می‌گیرند می‌توان تشخیص داد.




(تصویر۱-۱) دیاگرام یک لوله ضد انعقاد خون که رسوب کرده، جداسازی خون به گلبول های قرمز، بافی کوت (گلبول های سفید، پلاکت) و پلاسما را نشان می دهد.

[1] Fixation

پس از رنگ‌آمیزی، رنگ گلبول‌های قرمز بهبود یافته و گلبول‌های سفید و پلاکت‌ها که تا قبل از این شفاف و بی‌رنگ بودند تنوعی از رنگ‌ها را بدست می‌آورند و امکان تشخیص ساختار دقیق آن‌ها میسر می‌گردد. یکی از رایج‌ترین ترکیب‌های رنگی که برای رنگ‌آمیزی سلول‌های خونی استفاده می‌شود (می- گرانولد گیمسا)[1] است، که به نام مخترعان آن نام‌گذاری شده است. تمام تصاویر موجود از گستره‌های خونی در این کتاب با تکنیک MGG رنگ گرفته‌اند.

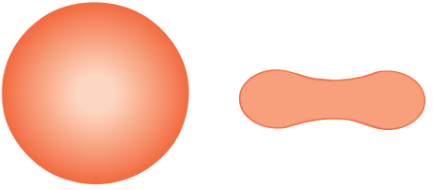
## گلبول‌های قرمز

بیشترین تعداد سلول‌ها در یک گستره خونی گلبول‌های قرمز هستند که به نام اریتروسیت‌ها شناخته شده اند. گلبول‌های قرمز نرمال دیسک شکل‌اند و در مرکز نازک هستند (تصویر ۲-۱). در

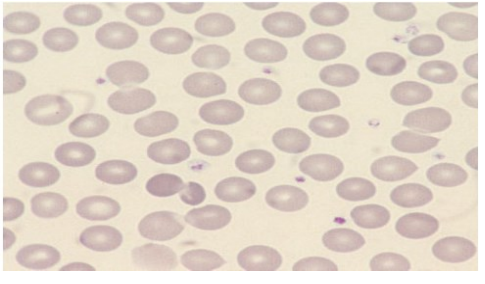
[1] May–Grünwald–Giemsa (MGG)

نتیجه در گستره خونی رنگ شده گلبول‌های قرمز دارای حاشیه‌ی دایره‌ای و منطقه مرکزی کمرنگ هستند (تصویر ۳-۱). گلبول‌های قرمز رنگ مایل به صورتی – قهوه‌ای خود را مرهون حضور پروتئین پیچیده هموگلوبین که عمده ماده تشکیل دهنده آن‌ها است هستند. بهبود رنگ آن‌ها در گستره رنگ‌آمیزی شده به این دلیل است که هموگلوبین ائوزین را جذب می‌کند. ائوزین یکی از رنگ‌های موجود در رنگ‌آمیزی MGG است. در بدن هموگلوبین گلبول‌های قرمز در ریه‌ها با اکسیژن استنشاق شده از هوا ترکیب و اکسیژن را به بافت-ها حمل می‌کند که برای فرآیندهای متابولیکی برای تولید انرژی بدن مورد نیاز است. گلبول‌های قرمز در برخی از گونه‌ها دارای هسته اند با این حال در انسان گلبول‌های قرمز بالغ فاقد هسته هستند. گلبول‌های قرمز در مغز استخوان تولید

می‌شوند و اغلب هسته‌ی خودشان را زمانی که به جریان خون آزاد می‌شوند از دست می‌دهند.



(تصویر ۲-۱) دیاگرام یک گلبول قرمز از  بالا و از مقطع نشان داده شده است.



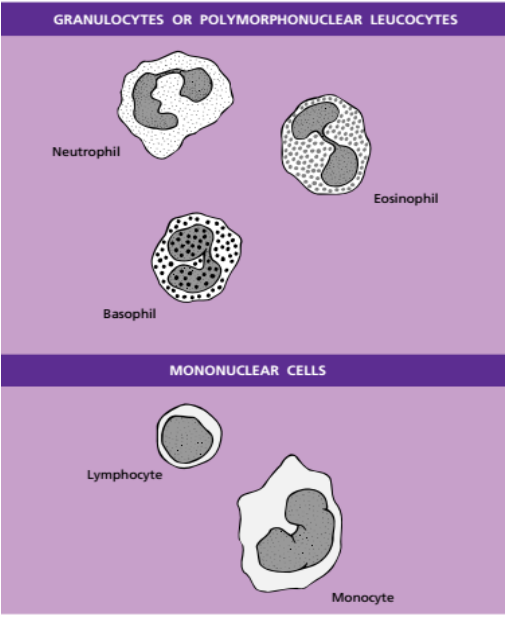
(تصویر ۳-۱) گلبول‌های قرمز نرمال (اریتروسیت ها) تنوع کمی در اندازه و شکل نشان می‌دهند، حاشیه تقریبی گرد و مرکز کوچک کمرنگ در برخی از سلول‌ها وجود دارد.

ساختارهای بنفش رنگ کوچک بین گلبول‌های قرمز، پلاکت‌ها هستند.

## گلبول‌های سفید

در افراد سالم دست کم پنج نوع از گلبول‌های سفید یا لکوسیت‌ها در گردش خون وجود دارند. برخلاف گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید هسته-های خود را حفظ کرده‌اند. بنابراین سلول از هسته و سیتوپلاسم ساخته شده است. سیتوپلاسم مکان سنتز پروتئین و سایر عملکردهای سلولی است. هسته متشکل از کروماتین است که عمدتا از دئوکسی ریبونوکلئیک اسید (DNA) که حامل پیام های ژنتیکی است تشکیل شده است. پیام‌های ژنتیکی از هسته به سیتوپلاسم توسط ریبونوکلئیک اسید (RNA) منتقل می‌شوند. گلبول‌های سفید به گرانولوسیت‌ها (که به عنوان لکوسیت‌ها پلی‌مورفونوکلئال شناخته شده اند.) و

سلول‌های تک هسته‌ای تقسیم می‌شوند. سه نوع گرانولوسیت و دو نوع سلول تک هسته‌ای وجود دارد (تصویر ۴-۱).



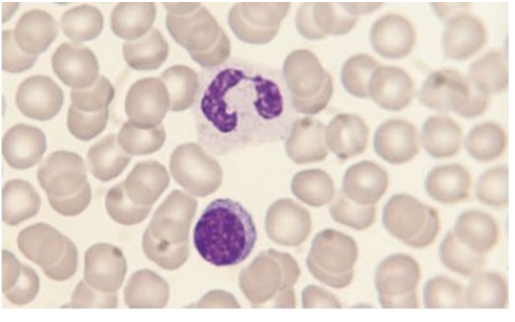

(تصویر ۴-۱) دیاگرامی که نشان می‌دهد چگونه گلبول‌های سفید تفسیم بندی شده‌اند.

نام آن‌ها بسیار منطقی نبوده اما برای مدت زمان طولانی مورد استفاده قرار گرفته و به طور کلی پذیرفته شده است. گرانولوسیت‌ها به این نام خوانده می‌شوند چون سیتوپلاسم آن‌ها حاوی گرانول‌های برجسته‌ای است. با این حال مونوسیت‌ها و بعضی از لنفوسیت‌ها نیز دارای گرانول هستند. اصطلاح هسته چند شکلی لکوسیت به شکل هسته‌های متنوع بر می‌گردد که مشخصه گرانولوسیت‌ها است. اصطلاح سلول تک هسته‌ای به این معنی است که سلول تنها یک هسته واحد دارد. عملکرد لکوسیت‌های متنوع در جدول ۱-۱ خلاصه شده است.

## نوتروفیل‌ها:

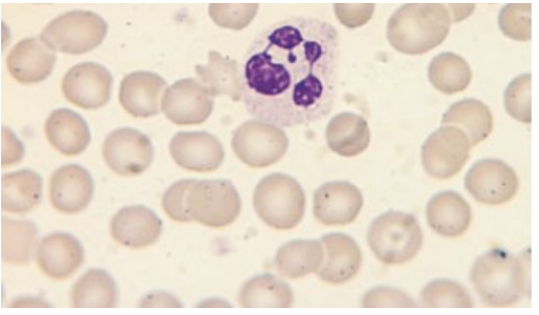
نوتروفیل‌ها (تصویر ۵-۱) واجد هسته‌هایی هستند که رنگ بنفش می‌گیرند و به دو تا پنج قطعه یا لوب تقسیم می‌شوند. لوب‌ها با یک رشته نازک یا

رشته‌ای از مواد هسته‌ای از هم جدا شده‌اند. سیتوپلاسم هسته‌ای ناهمگن است. سیتوپلاسم نوتروفیل آبی کمرنگ است و با گرانول‌های بنفش رنگی انباشته شده است. گرانول‌های نوتروفیل‌ها به عنوان خنثی دوست شناخته می‌شوند چون رنگ خود را از هر دو جزء رنگ اسیدی و بازی می‌گیرند.



(تصویر ۵-۱) یک نوتروفیل طبیعی با هسته دو قسمتی و سیتوپلاسم حاوی گرانول‌های بنفش رنگ. سایر سلول‌های واجد هسته لنفوسیت‌های کوچک هستند.

در زنان نسبتی از نوتروفیل‌ها دارای یک لوب کوچک (برجستگی از هسته) است که drum strick نامیده می‌شود و نشان دهنده کروموزوم X غیر فعال است. نوتروفیل‌ها در مغز استخوان تولید می‌شوند. نوتروفیل‌ها ۶ تا ۱۰ ساعت قبل از این‌که از مویرگ‌ها خارج شده و به بافت‌ها بروند در جریان خون هستند. عملکرد عمده‌ی نوتروفیل‌ها مانند فاگوسیتوزهای بافت است و به موضع عفونت یا التهاب جایی که در هضم، کشتن و تجزیه باکتری‌ها شرکت می‌کنند می‌روند. حرکت به موضع عفونت و التهاب فرآیندی است که به عنوان کموتاکسیک شناخته شده است، این فرآیند در پاسخ به فعالیت اجزاء کمپلمان و سیگنال های شیمیایی آزاد شده توسط انواعی از سلول ها به وقوع می‌پیوندد. فرآیند هضم باکتری‌ها به عنوان فاگوسیتوز شناخته شده است.



(تصویر ۶-۱) نوتروفیل طبیعی یک زن که نشان دهنده هسته ای با چهار لوب و drum strick است.

**جدول۱-۱ عملکرد لکوسیت ها:**

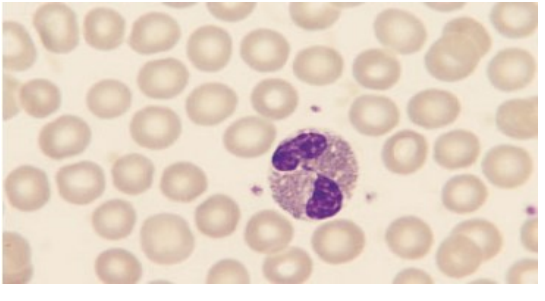
| سلول | عملکرد عمده |
| --- | --- |
| **نوتروفیل** | به عنصر عفونت زا با فرآیندی به نام کموتاکسیک جذب می‌شوند، بلعیدن میکروارگانیسم‌ها و از بین بردن آن‌ها با فرآیندی به نام فاگوسیتوز. |
| **ائوزینوفیل** | عملکردی مشابه نوتروفیل دارد، بعلاوه اینکه به کنترل عفونت‌های انگلی کمک می‌کند. دارای نقش در پاسخ‌های آلرژیکی است. |
| **بازوفیل** | نقش مهمی در واکنش‌های ازدیاد حساسیت فوری، پاسخ‌های آلرژیک و التهابی و در کنترل عفونت‌های انگلی دارد. |

| | |
|---|---|
| **لنفوسیت** | پاسخ های ایمنی را واسطه گری می‌کند.<br>لنفوسیت‌های B بالغ تبدیل به پلاسما سل می‌گردند که آنتی بادی ترشح می‌کنند. (ایمنی هومورال)<br>لنفوسیت های T به سلول‌هایی که توسط آنتی ژن‌های خارجی و سلول‌هایی که توسط آنتی بادی پوشیده شده‌اند حمله می کنند، و می‌توانند در کمک کردن و سرکوب سلول‌ها (بخشی از ایمنی به واسطه سلولی) مشارکت کنند.<br>لنفوسیت‌های کشنده طبیعی (سلول های NK ) به سلول‌های توموری حمله می‌کنند. (بخشی از ایمنی به واسطه‌ی سلولی) |

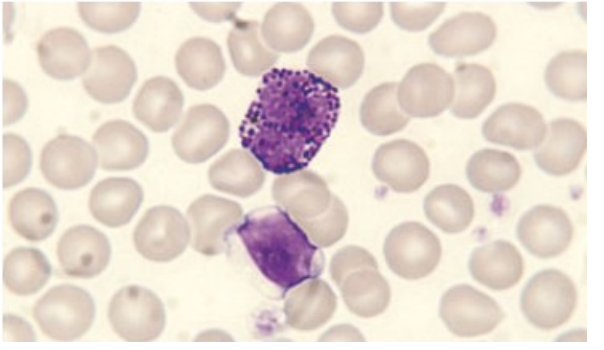
| | |
|---|---|
| **مونوسیت** | در فاگوسیتوز و کشتن میکروارگانیسم‌ها شامل مایکوباکتریوم‌ها و قارچ‌ها نقش دارد. فاگوسیتوز سلول‌ها یا ارگانیسم‌هایی که با ایمونوگلوبین یا کمپلمان باند شده‌اند، فاگوسیتوز سلول‌های مرده یا آسیب دیده، ارائه دهنده آنتی ژن به سلول‌های سیستم ایمنی هستند، مهاجرت به بافت‌هایی که در آنجا متمایز می‌شوند و تبدیل شدن به فاگوسیتوزهای طولانی عمر و سلول‌های ارائه دهنده‌ی آنتی ژن که به عنوان ماکروفاژ شناخته می‌شوند. |

## ائوزینوفیل‌ها:

ائوزینوفیل‌ها (تصویر ۷-۱) معمولا دارای هسته‌هایی دو لوبی و سیتوپلاسم آبی کمرنگ هستند که با گرانول‌های نارنجی، قرمز قابل انکسار انباشته شده‌اند، گرانول‌های ائوزینوفیل (ائوزین دوست) نامیده می‌شوند. زیرا رنگ اسیدی ائوزین را جذب می‌کنند. ائوزینوفیل‌ها در مغز استخوان تولید می‌شوند و قبل از اینکه به بافت‌ها مهاجرت کنند در جریان خون به مدت ۶ ساعت به گردش در می‌آیند.



(تصویر ۷-۱) یک ائوزینوفیل طبیعی دو لوبه با سیتوپلاسم انباشته شده با گرانول‌های قرمز و نارنجی



(تصویر ۸-۱) یک بازوفیل طبیعی، هسته دارای۳ لوب است. سیتوپلاسم با گرانول های بنفش بزرگ انباشته شده است.

به محرک‌های کموتاکسیک پاسخ می‌دهند، فاگوسیتیک هستند و می توانند ارگانیسم‌های خورده شده را از بین ببرند. در دفاع بدن در برابر انگل‌های بافتی مهم هستند، قادر به خارج ساختن محتوای گرانول‌های سلولی اضافه خود هستند. شدیدا برای انگل‌های بزرگ مضر هستند.

ائوزینوفیل‌ها همچنین در واکنش‌های آلرژیک دخیل هستند.

## بازوفیل‌ها:

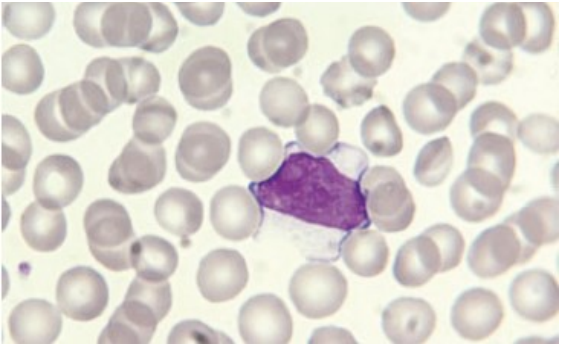
بازوفیل‌ها (تصویر ۸-۱) دارای هسته‌های لوبوله هستند که اغلب با گرانول‌های بنفش رنگ بزرگ انباشته شده و سیتوپلاسم آبی کمرنگ دارند، گرانول‌های بازوفیل (باز دوست) نامیده می‌شوند زیرا مواد بازی رنگ مانند متیلن بلو را جذب می‌کنند. در حقیقت آن‌ها با رنگ بازی، متاکارماتیک[۱] هستند، به این معنا که گرانول‌ها با رنگ آبی برای تولید رنگ بنفش واکنش می‌دهند. بازوفیل‌ها در مغز استخوان تولید می‌شوند و تعداد کمی از آن‌ها در جریان خون قبل از مهاجرت به بافت در گردش هستند. در پاسخ‌های آلرژیک و التهابی نقش دارند.

---

[۱] Metachromatically

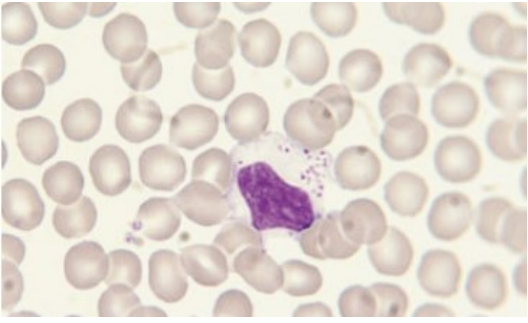
## لنفوسیت‌ها:

لنفوسیت‌ها دومین فراوانی را بعد از نوتروفیل‌ها در گردش خون دارند. کوچک‌تر از گرانولوسیت‌ها، با حاشیه‌ی گرد و تا حدودی نامنظم هستند و سیتوپلاسم آبی کمرنگ و شفاف دارند.



(تصویر ۹-۱) یک لنفوسیت بزرگ که هسته‌ای با تراکم کمتر نسبت به لنفوسیت‌های کوچک دارد، سیتوپلاسم آبی کمرنگ و شفاف دارد. یک هستک بالای سمت چپ هسته آشکار است.

بعضی از لنفوسیت‌ها دارای تعداد متغیری از گرانول‌های آزروفیل (صورتی-بنفش) هستند. لنفوسیت ها به سه دسته مورفولوژیکی بسته به اندازه، مقدار سیتوپلاسم و وجود یا عدم وجود گرانول‌های سیتوپلاسمی تقسیم می‌شوند. این تقسیم بندی‌ها شامل لنفوسیت‌های کوچک (تصویر ۵-۱) لنفوسیت‌های بزرگ (تصویر ۹-۱) و لنفوسیت‌های بزرگ دانه ای (تصویر ۱۰-۱) است، لنفوسیت‌های کوچک بیشترین تعداد را دارند. کروماتین هسته‌ای لنفوسیت‌ها (بخصوص در لنفوسیت‌های کوچک) ممکن است متراکم و یکنواخت باشد یا با رنگ‌آمیزی روشن و تا حدودی ناهمگن (به‌ویژه در لنفوسیت های بزرگ) باشد.



(تصویر ۱۰-۱) یک لنفوسیت بزرگ گرانولار تعداد متوسطی از برجستگی‌های گرانولی آزروفیلی را در سیتوپلاسم شفاف خود نشان می‌دهد.

گاهی لنفوسیت‌های طبیعی ساختارهای مجزایی را نشان می‌دهند، اما لنفوسیت‌های فرد بیمار ساختارهای بی‌رنگی را در هسته نشان می دهند. لنفوسیت‌ها از سلول‌های بنیادی لنفوئیدی در مغز استخوان و احتمالا تیموس تولید می‌شوند. عملکرد آن‌ها در بافت‌هایی مانند گره‌های لنفاوی، طحال، لوزه‌ها و بافت‌های لنفوئیدی مرتبط با غشاهای مخاطی است. در جریان خون گردش می‌کنند وارد