

# خون‌شناسی آزمایشگاهی بالینی (مکنزی)

جلد اول

شامل مقدمات و سیستم هماتوپوئیک  
فصل ۱ تا ۱۰

Clinical Laboratory Hematology (McKenzie)

نویسندگان:

شرلین بی. مکنزی ، جوان لین ویلیامز  
کریستین لندیس - پیووار

مترجمین:

دکتر امیرسید علی مهدی  
عضو هیئت علمی و مدرس بازنشسته  
هماتولوژی دانشگاه های علوم پزشکی

دکتر عیسی صالحی  
دکتری تخصصی ایمونولوژی  
متخصص علوم آزمایشگاهی  
عضو سابق هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران



نشر و پخش  
بابازاده / اشراقیه

۱۴۰۲

سرشناسه	: مکنزی، شرلین بی. McKenzie, Shirlyn B.
عنوان و نام پدیدآور	: خون‌شناسی آزمایشگاهی بالینی (مکنزی) / شرلین بی. مکنزی، کریستین لندیس- پیووار، جوآن لین ویلیامز؛ مترجمین امیر سیدعلی مهید، عیسی صالحی.
مشخصات نشر	: تهران: بابازاده: اشراقیه، ۱۴۰۲-
مشخصات ظاهری	: ج ۰۱: مصور (رنگی)، جدول (رنگی).
شابک	: دوره: 5-36-978-622-7184؛ ریال: ج. ۱: 8-35-978-622-7184؛
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: [2020] , 4th ed. Clinical laboratory hematology.
مندرجات	: ج. ۱. شامل مقدمات و سیستم هماتوپونتیک فصل ۱ تا ۱۰.
یادداشت	: مترجمین امیرسید علی مهید، عیسی صالحی.
موضوع	: خون -- آزمایش / Blood -- Examination
موضوع	: خون‌شناسی / Hematology
موضوع	: خون -- بیماری‌ها -- تشخیص / Blood -- Diseases -- Diagnosis
شناسه افزوده	: ویلیامز، جوآن لین، ۱۹۴۹ - م. Williams, Joanne Lynne
شناسه افزوده	: لندیس- پیووار، کریستین Landis-Piwowar, Kristin
شناسه افزوده	: سیدعلی مهید، امیر، ۱۳۳۰ -، مترجم
شناسه افزوده	: صالحی، عیسی، ۱۳۴۷ -، مترجم
رده بندی کنگره	: ۴۵RB
رده بندی دیویی	: ۰۷۵۶۱/۶۱۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۱۵۹۸۷۲

تمامی حقوق برای ناشر محفوظ است. این کتاب مشمول قانون حمایت از مولفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ و قانون ترجمه و تکثیر کتب، نشریات و آثار صوتی مصوب ۱۳۵۰ می باشد. هیچ بخش یا جزئی از کتاب به هر شکل از جمله فتوکپی، تکثیر، بازنویسی، خلاصه برداری در هر قالب از جمله کتاب، لوح فشرده، مجلات .. و بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست، و موجب پیگرد قانونی می شود.



### خون‌شناسی آزمایشگاهی بالینی (مکنزی) جلد اول

نویسندگان: شرلین بی. مکنزی، جوآن لین ویلیامز، کریستین لندیس- پیووار

مترجمین: دکتر امیر سیدعلی مهید، دکتر عیسی صالحی

چاپ و صحافی: کسری / چاپ اول / ۱۴۰۲ / ۲۰۰ نسخه

نشر و پخش: بابازاده / اشراقیه

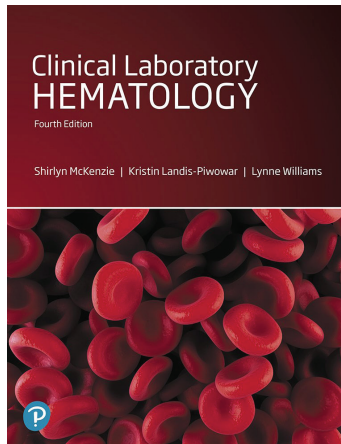
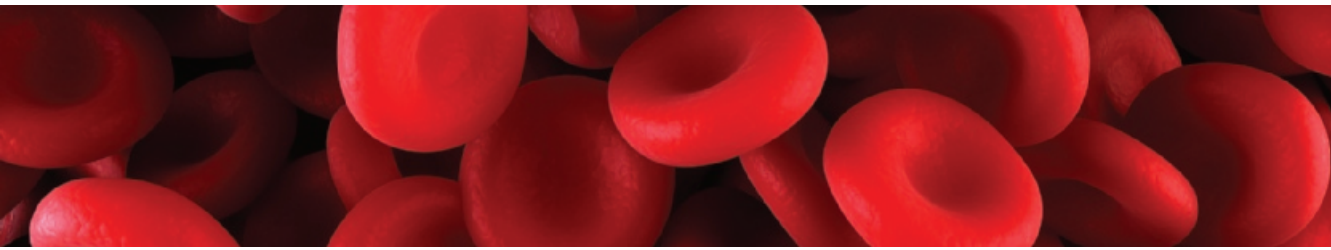
تلفن: ۹۸۸ ۴۱۰ ۶۶ - ۹۴ ۶۵ ۴۱ ۶۶

شابک جلد اول: ۸-۳۵-۷۱۸۴-۶۲۲-۹۷۸ ISBN: 978-622-7184-35-8

شابک دوره: ۵-۳۶-۷۱۸۴-۶۲۲-۹۷۸ ISBN: 978-622-7184-36-5

[www.ESHRAHIE.com](http://www.ESHRAHIE.com)

قیمت: ۵۹۰۰۰۰ تومان



## Clinical Laboratory Hematology

Fourth Edition

**Shirlyn B. McKenzie, PhD, MLS(ASCP)<sup>CM</sup>, SH(ASCP)<sup>CM</sup>**

Medical Laboratory Sciences, Department of Health Sciences, School of Health Professions  
UT Health San Antonio

o

**Kristin Landis-Piwowar, PhD, MLS(ASCP)<sup>CM</sup>**

Clinical and Diagnostic Sciences, School of Health Sciences  
Oakland University

**J. Lynne Williams, PhD, MT(ASCP)**

Clinical and Diagnostic Sciences, School of Health Sciences  
Oakland University



## فهرست

### بخش اول - مقدمه ای بر خون شناسی ۹

فصل ۱ - مقدمه	۱۱
مرور کلی	۱۱
مقدمه	۱۱
اجزاء، تشکیل دهنده خون	۱۳
دامنه مرجع تعداد یاخته‌های خون محیطی	۱۵
هموستاز (HEMOSTASIS)	۱۶
درمان بیماران با اجزاء، تشکیل دهنده خون	۱۷
چگونگی بررسی مشکلات خونی	۱۷
قیمت بررسی‌های آزمایشگاهی	۱۹
فصل ۲ - هموستاز سلولی	۲۳
مرور کلی	۲۳
مقدمه	۲۳
بازنگری بر ساختار سلولی	۲۳
مروری بر اطلاعات مهم ژنتیکی	۲۸
هموستاز بافتی: تکثیر، تمایز و آپوپتوزیس	۳۳
بافت غیرطبیعی هموستاز و سرطان	۴۶

### بخش دوم - سیستم هماتوپوئیک ۵۱

فصل ۳ - ساختار و عمل کرد ارگان‌های خون‌ساز	۵۳
مرور کلی	۵۳
مقدمه	۵۳
شکل‌گیری و تکامل خون‌سازی	۵۳
بافت خون‌ساز	۵۶
فصل ۴ - خون‌سازی (Hematopoiesis)	۷۳
مرور کلی	۷۳
مقدمه	۷۳
خون‌سازی	۷۳
محیط‌های کوچک خون‌سازی	۱۰۲
فصل ۵ - یاخته سرخ	۱۰۹
مقدمه	۱۰۹
اریتروپوئیزیس (یاخته سرخ‌سازی) و روند بلوغ یاخته سرخ	۱۰۹
غشا، یاخته سرخ	۱۱۸
متابولیسم یاخته سرخ	۱۲۷
کینتیک یاخته سرخ	۱۳۲
تخریب یاخته سرخ	۱۳۶

<b>۱۴۳</b> .....	<b>فصل ۶ - هموگلوبین</b>
۱۴۳ .....	مرور کلی
۱۴۳ .....	مقدمه
۱۴۵ .....	ساختار هموگلوبین
۱۴۸ .....	سنتز هموگلوبین
۱۵۴ .....	تنظیم سنتز هموگلوبین
۱۵۵ .....	تاریخچه تکامل هموگلوبین
۱۵۷ .....	عمل کرد هموگلوبین
۱۶۸ .....	کاتابولیسم هموگلوبین
۱۷۴ .....	هموگلوبین‌های غیرفعال اکتسابی
<b>۱۸۳</b> .....	<b>فصل ۷ - گرانولوسایت‌ها و مونوسایت</b>
۱۸۳ .....	مرور کلی
۱۸۳ .....	مقدمه
۱۸۹ .....	نوتروفیل‌ها
۲۱۲ .....	ائوزینوفیل‌ها
۲۱۶ .....	بازوفیل‌ها
۲۱۹ .....	مونوسایت‌ها
<b>۲۳۳</b> .....	<b>فصل ۸ - لنفوسایت‌ها</b>
۲۳۳ .....	مرور کلی
۲۳۳ .....	مقدمه
۲۳۴ .....	لنفوپوئیزیس (LYMPHOPOIESIS)
۲۳۸ .....	تمایز رده‌ای
۲۵۴ .....	تشخیص لنفوسایت‌ها و مرفولوژی آن‌ها
۲۶۲ .....	نحوه انتشار، تعداد و کینتیک لنفوسایت‌ها
۲۶۳ .....	عمل کرد لنفوسایت‌ها
<b>۲۷۷</b> .....	<b>فصل ۹ - پلاکت</b>
۲۷۷ .....	مرور کلی
۲۷۷ .....	مقدمه
۲۷۷ .....	مگاکاریوسایت
۲۸۵ .....	پلاکت‌های خون محیطی
<b>۲۹۳</b> .....	<b>فصل ۱۰ - آزمایش شمارش کامل یاخته‌های خونی (CBC) و ارزیابی گسترش رنگ شده خون محیطی</b>
۲۹۳ .....	مرور کلی
۲۹۳ .....	مقدمه
۲۹۴ .....	مرحله قبل از انجام آزمایش CBC
۲۹۵ .....	مرحله انجام آزمایش CBC
۳۲۷ .....	مرحله بعد از آزمایش CBC
۳۲۸ .....	نوسانات فیزیولوژیک در پارامترهای خون‌شناسی

## پیش گفتار

با درود بی کران بر شما خواننده گرامی  
کتابی که هم اکنون درحال مطالعه آن هستید ترجمه آخرین چاپ کتاب مرجع خون‌شناسی موسوم به  
**Clinical Laboratory Hematology** می‌باشد که توسط خون‌شناسان شهیر به‌نام‌های **Shirlyn B. McKenzie** ،  
**Kristin Landis-Piwowa** ، و **J. Lynne Williams** تألیف گشته و در سال ۲۰۲۰ میلادی منتشر گشته است.  
ترجمه ویرایش جدید (چهارم- ۲۰۲۰) کتاب نیز حاصل تلاش‌های بی‌وقفه و چندین ماهه می‌باشد که  
چندین نوبت به‌منظور ترجمه موارد جدید افزوده شده، حذف موارد قدیمی و اصلاح اشکالات تایپی مورد  
بازبینی و ویرایش قرار گرفته است. گرچه این کتاب می‌تواند مورد استفاده طیف وسیعی از دانش‌پژوهان قرار  
گیرد ولی دانشجویان و فارغ‌التحصیلان رشته‌های فوق تخصصی خون و آنکولوژی، دکترا و کارشناسی ارشد  
خون‌شناسی، پزشکان عمومی و همچنین کارشناسان و دانشجویان رشته علوم آزمایشگاهی، مخاطبان اصلی  
آنها تشکیل می‌دهند. این کتاب می‌تواند به‌عنوان یکی از منابع امتحانی کنکور دوره‌های مختلف به‌خصوص  
کارشناسی ارشد و دکترای خون‌شناسی از طرف وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی نیز مورد استفاده  
قرار گیرد.

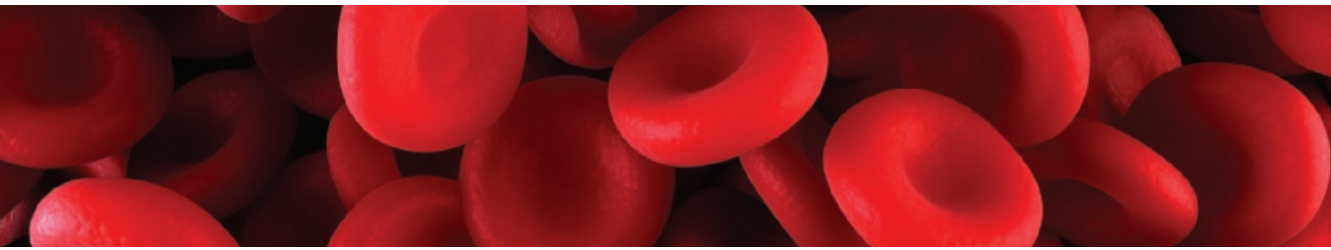
عزیزانی که قبلاً کتب مرا مطالعه نموده‌اند شاهد هستند که همواره سعی اینجانب و همکارانم درهنگام  
ترجمه، ویرایش و تألیف کتب بر آن بوده است که درعین حفظ امانتداری علمی، ساده‌نگاری را نیز در  
دستور کار خود قرار دهیم تا خدای ناکرده خوانندگان از مطالعه آنها خسته نشوند. بر همین اساس نیز گرچه  
سعی در نگارش این کتاب آن بوده تا درکنار حفظ متن اصلی، جملات آنرا به ساده‌ترین و روان‌ترین شکل  
ممکن ترجمه نمائیم، با این حال در موارد بسیاری توضیحات جامع تر جهت فهم و یادگیری روان‌تر مباحث  
در نگارش و برگردان مطالب مدنظر قرار گرفت. از جمله در پاره‌ای از موارد جهت ساده سازی یا تشریح و  
تکمیل مباحث و همچنین یادآوری پیش نیازهای مفاهیم، از مطالب کتابهای مرجع دیگر مانند ضروریات  
هافبراند در نگارش به کار گرفته شده است. با وجود این قطعاً نگارش آن خالی از اشکال نبوده، لذا پیشاپیش  
ضمن پوزش از محضر شما اساتید و دانشجویان محترم تقاضا دارم مرا از نظرات و پیشنهادهای خود محروم  
نفرمائید.

دکتر امیر سیدعلی مهبد

بهمن‌ماه سال ۱۴۰۱







## بخش اول

# مقدمه ای بر خون شناسی



## فصل ۱

### مقدمه

Shirlyn B. McKenzie, PhD

#### مرور کلی

خون‌شناسی علمی است که به مطالعه خون و ارگان‌های خون‌ساز می‌پردازد. بخش خون‌شناسی یکی از پرکارترین بخش‌های یک آزمایشگاه تشخیص طبی است. معمولاً حتی در آزمایشگاه‌های تشخیص طبی کوچکی که خدمات محدودی ارائه می‌دهند نیز آزمایشات خون‌شناسی انجام می‌شود. این فصل مقدمه‌ای است بر اجزاء تشکیل دهنده خون و آزمایشاتی که جهت تشخیص و تعیین علت بیماری‌ها در بخش خون‌شناسی آزمایشگاه‌ها انجام می‌شود.

#### مطالعه موردی

در سراسر فصل به این بیماری اشاره خواهد شد.

آرون پسر بچه‌ای ۲ ساله است که به علت تب ۱۰۲ الی ۱۰۴ درجه فارنهایت (معادل ۳۸٫۸ الی ۴۰ درجه سانتی‌گراد) و ضعف در عرض ۲۴ ساعت گذشته، توسط پزشک متخصص اطفال مورد معاینه قرار گرفته است. در تاریخچه پزشکی وی به جز ۲ دوره عفونت گوش، نکته دیگری وجود نداشته و تا کنون از سلامت کامل برخوردار بوده است.

۱ - فکر می‌کنید که چرا باید پزشک معالج درخواست آزمایش نموده و شرایط آرون چگونه ممکن است بر روی اجزاء خون وی اثرگذار باشد؟

#### مقدمه

با مشاهده مرگ سربازان شدیداً مجروح شده به علت خون‌ریزی‌های وسیع، از مدت‌ها قبل از میلاد

حضرت مسیح (ع) خون را به‌عنوان یکی از مایعات ضروری برای ادامه حیات انسان می‌دانستند. در یکی از دست‌نوشته‌های بقراط که مربوط به حدود ۴۰۰ سال قبل از میلاد حضرت مسیح (ع) می‌باشد، چنین آمده که بدن انسان دارای چهار مایع حیاتی است که عبارتند از صفرا سیاه، صفرا زرد، خون و بلغم. یکی از پزشکان سوئدی در ابتدای قرن بیستم چنین پیشنهاد نمود که شاید اساس فرضیه بقراط، مشاهده خون‌های سرخ‌رنگی و سیاهرگی خارج شده از بدن و محتویات درون کورک‌های چرکین بوده است. همان‌گونه که از نام آن‌ها نیز مشخص است، به‌علت دارا بودن اکسیژن لخته خون سرخ‌رنگی قرمز خوش‌رنگ و برعکس لخته خون وریدی قرمز مایل به سیاه بوده و ممکن است منظور بقراط از صفرا سیاه نیز همان لخته خون سیاهرگی بوده باشد. پس از خروج از عروق، خون خارج شده از بدن لخته شده و سرم زرد رنگ آن جدا می‌شود که می‌تواند توجه‌کننده منظور بقراط از صفرا زرد باشد. محتویات درون کورک‌های چرکین نیز که عمدتاً از یاخته‌های سفید تشکیل شده‌اند سفید مایل به خاکستری بوده و می‌تواند مفسر منظور بقراط از بلغم باشد.

در زمان‌های قدیم معتقد بودند که سلامت و بیماری بر پایه تعادل و یا عدم تعادل بین مایعات بدن استوار بوده و به‌همین علت نیز علم حجامت پایه‌ریزی شد. معتقد بودند که با حجامت خون کثیف از بدن خارج گشته و به جای آن خون پاک جایگزین می‌شود. گرچه تا اواخر قرن نوزدهم

رومانوفسکی بود که محققان توانستند انواع یاخته‌های سفید را از هم افتراق دهند. یکی از این محققان، دانش‌مندی به‌نام پل ارلیخ بود. وی اولین فردی بود که در سال ۱۸۷۷ میلادی در حیطه خون‌شناسی مرفولوژیک قدم نهاده و موفق به کشف بسیاری از بیماری‌های خونی شد. به‌همین علت نیز وی را به‌عنوان پدر علم خون‌شناسی در دنیا می‌شناسند.

در سال ۱۸۵۲ میلادی محققی به نام کارل ویرودت روشی را ابداع نمود که توسط آن می‌شد برای اولین بار یاخته‌های خونی را مورد شمارش قرار داد. روش ارائه شده توسط وی بسیار خسته‌کننده و وقت‌گیر بود. وی توسط یک لوله مدرج اجازه می‌داد که خون بر روی یک لام دارای مایع رقیق‌کننده جاری شود. سپس تمام یاخته‌ها را توسط میکرومتر و عدسی چشمی میکروسکوپ مورد شمارش قرار می‌داد. خیلی زود روش وی منسوخ شده و به جای آن روش‌های ساده‌تری جایگزین گردیدند. با اختراع لام‌های شمارش‌گر همچون نئوبار، به‌تدریج روش‌های شمارش دستی سلول‌های خونی پیشرفت نموده و استاندارد شدند. در سال ۱۹۵۶ میلادی برای اولین بار ساخت شمارش‌گرهای اتوماتیک یاخته‌های خونی توسط شخصی به نام والاس کوکتر آغاز شد. از آن زمان تاکنون، شاهد پیشرفت‌های بسیار وسیعی در تکنولوژی ساخت آن‌ها هستیم. امروزه دستگاه‌های بسیار متعدد و متنوعی در بازار موجود هستند که توسط آن‌ها قادریم تا در عرض تنها یک الی دو دقیقه تمام یاخته‌های خونی را شمارش کرده و حتی انواع لکوسایت‌ها را نیز از هم افتراق دهیم.

مدت‌ها طول کشید تا دانش‌مندان پی به ارتباط بین تعداد یاخته‌های خونی و بیماری‌های مختلف بردند. ابداع روش‌های جدید مطالعه خون، من‌جمله تکنیک‌های رنگ‌آمیزی در دهه ۱۹۲۰ میلادی به‌همراه رشد علم فیزیولوژی خون از یک‌سو و کشف آرگان‌های خون‌ساز در دهه ۱۹۳۰ میلادی، موجب گشتند تا کم‌خونی‌ها و دیگر اختلالات خونی، بر پایه علمی مورد مطالعه قرار گیرند. به کم‌خونی اصطلاحاً،

میلادی علم حجامت در دنیا رواج داشت اما با آغاز قرن بیستم به‌تدریج از تعداد طرفداران آن کاسته شد به‌طوری‌که امروزه، طرفداران چندانی در کشورهای پیش‌رفته جهان نداشته ولی البته متأسفانه هنوز هم در بعضی از مناطق دورافتاده کشورهای عقب‌نگه‌داشته شده جهان سوم بعضی از عوام به آن اعتقاد دارند.

اجزای سلولی تشکیل‌دهنده خون تا قبل از کشف میکروسکوپ ناشناخته بودند. با اختراع میکروسکوپ‌های اولیه توسط وان لئون‌هوک که چندان هم درشت‌نمایی و وضوح بالایی نداشتند، محققان به‌تدریج پی به این اجزاء بردند چراکه خون در دسترس‌ترین نمونه انسانی است که امکان تهیه آن به‌سهولت میسر می‌باشد. به‌علت تعداد به‌مراتب بیشتر، یاخته سرخ اولین سلولی بود که شناسایی گردید. به یاخته سرخ در زبان انگلیسی **Red blood cell**، به اختصار **RBC** و در زبان لاتین **Erythrocyte** (اریتروسایت) نامند. به‌علت تعداد به‌مراتب کم‌تر، کشف یاخته‌های سفید و به‌علت کوچکی اندازه کشف پلاکت‌ها تنها هنگامی میسر گردیدند که عدسی‌های میکروسکوپ‌ها پیشرفت نمودند. به یاخته سفید در زبان انگلیسی **White blood cell**، به اختصار **WBC** و در زبان لاتین **Leukocyte** (لکوسایت) نامند. هرچند در زبان فارسی کوچک‌ترین جزء سلولی خون را پلاکت می‌نامیم ولی واقعیت آن است که این واژه از زبان فرانسوی اقتباس شده و هنوز معادل فارسی برای آن نداریم. به پلاکت در زبان انگلیسی **Platelet** و به اختصار **Plt** گویند. از آنجایی که پلاکت‌ها نقش بسیار مهمی را در روند انعقاد خون ایفاء می‌کنند، در زبان لاتین به آن‌ها **Thrombocyte** (**ترومبوسایت**) نامند که به‌معنای یاخته لخته است. در زبان لاتین، واژه‌های **Cyte** به‌معنای یاخته بالغ، **Erythro** به‌معنای سرخ، **Leuko** به‌معنای سفید و بالاخره **Thrombocyte** به‌معنای لخته است. تنها پس از ابداع روشی جهت رنگ‌آمیزی یاخته‌های خونی توسط دانش‌مندی به‌نام

لیپیدها، هورمون‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی شامل یون‌ها (هم‌چون سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کلر، بی‌کربنات، فسفات‌ها و هیدروژن)، عناصر نادر (مانند آهن، مس، روی و سلنیوم) و مواد زائد حاصل از متابولیسم چون اوره، بیلی‌روبین، کراتینین و اسید اوریک می‌باشد. برهم خوردن تعادل و مقادیر اجزای پلاسمایی نیز عارضه بیماری‌های مختلف بوده و خود مستقیماً مسبب بیماری نمی‌باشند.

آلبومین توسط هیپاتوسایت‌های کبدی ساخته شده و بیش‌ترین مقدار پروتئین پلاسمایی را به‌خود اختصاص می‌دهد. این پروتئین نه‌تنها در حفظ فشار آنکوتیک (اُسمزی) خون مؤثر بوده و آن را افزایش می‌دهد بلکه می‌تواند به‌عنوان یک پروتئین حمل و نقل‌کننده نیز عمل نموده و موادی هم‌چون Heme (Haeme) و بیلی‌روبین را حمل نماید.

از آن‌جایی‌که آلبومین بیش‌ترین مقدار پروتئین پلاسمایی را به‌خود اختصاص داده است، بنابراین نقش منحصر به‌فردی را در حفظ فشار آنکوتیک (اُسمزی) ایفاء نموده و فقر آن موجب خیز یا ادم می‌شود. فقر آلبومین به سه علت رخ می‌دهد. کاهش تولید (مانند بیماری‌های شدید کبدی)، افزایش دفع (هم‌چون سندرم نفروتیک) و یا هر دو آن‌ها.

علاوه بر آلبومین پروتئین‌های دیگری نیز در پلازما وجود دارند که وظیفه آن‌ها حمل و نقل مواد مختلفی چون هورمون‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی و لیپیدها است. به‌عنوان مثال پروتئینی به نام ترانس‌فرین مسئول حمل و نقل آهن بوده و ترانس‌کوبالامین پروتئین مسئول حمل و نقل ویتامین B12 می‌باشد. تنها متعاقب ترکیب با پروتئین‌ها و تبدیل شدن به انواع لیپوپروتئین‌ها است که لیپیدهای نامحلول می‌توانند محلول گشته و در محیط آبی پلازما گردش کنند. گروه دیگری از پروتئین‌های پلاسمایی در سیستم ایمنی بدن نقش دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به ایمونوگلوبولین‌ها، اجزای سیستم کُملمان، اینترلوکین‌ها و دیگر سایتوکاین‌ها اشاره نمود. وظیفه فیزیولوژیک گروه دیگری از

Anemia اطلاق می‌گردد. در بعضی از موارد، علت بروز بعضی از بیماری‌های خونی تنها پس از آن کشف می‌شد که بیماران به یک درمان تجربی جواب داده و بهبود می‌یافتند.

به تدریج خون‌شناسان به‌درستی به این باور رسیدند که برخلاف نظریه‌های قدیمی، اختلال در اجزای سلولی و پلاسمایی خون نتیجه بیماری‌ها می‌باشند و نه علت بروز آن‌ها. به‌عبارت دیگر اختلال در تعداد، شکل و یا نوع یاخته‌های خونی و همچنین اجزای پلاسمایی عارضه‌ای است ثانویه که در اثر بیماری‌ها رخ می‌دهند. در شرایط طبیعی تولید یاخته‌ها در ارگان‌های خون‌ساز و آزاد شدن آن‌ها، تعداد، شکل و مدت عمرشان کاملاً تحت کنترل بوده و هرگونه انحراف از این مسیر طبیعی موجب بروز عوارضی می‌گردد که در بیماری‌های خونی شاهد آن‌ها هستیم.

## اجزاء تشکیل دهنده خون

خون از یک جزء مایع موسوم به **پلازما** (Plasma) و عناصر سلولی شامل اریتروسایت‌ها، لُکوسایت‌ها و پلاکت‌ها تشکیل شده است. متعاقب انعقاد خون، به جزء مایع خون **سرم** گویند. یک فرد سالم و بالغ حدود ۶ لیتر خون دارد که بین ۷ الی ۸٪ وزن بدن وی را به‌خود اختصاص می‌دهد. حدود ۵۵٪ حجم خون یک فرد سالم بالغ را پلازما، حدود ۴۵٪ حجم خون وی را یاخته‌های سرخ و حدود ۱٪ از حجم آن‌را لُکوسایت‌ها و پلاکت‌ها به‌خود اختصاص داده‌اند. در اغلب موارد تغییرات کمی در اجزاء تشکیل دهنده خون، جزء اولین نشانه‌های بیماری می‌باشد که در یکی از بافت‌های بدن رخ داده و می‌توان با انجام تست‌های آزمایشگاهی و مشاهده انحراف نتایج به‌دست آمده از دامنه مرجع، آن‌ها را تشخیص داد.

در یک فرد بالغ استاندارد از نظر خون‌شناسی، حدود ۵۵٪ از حجم خون را پلازما تشکیل می‌دهد. پلازما مایعی است که عمدتاً از مُلکول‌های آب تشکیل شده و دارای پروتئین‌ها، هیپروکربورها،

آسیب‌های بافتی نیز آن‌چنان کم است که به جای مقدار، میزان فعالیت‌شان اندازه‌گیری می‌شود.

پلازما به‌عنوان یک جریان موقتی ولی امن برای حرکت یاخته‌ها، مواد غذایی و متابولیت‌ها عمل می‌کند. به‌عنوان مثال، هورمون‌ها فاصله بین غدد درون‌ریز تا بافت یا ارگان هدف را از طریق گردش خون و در پلازما طی می‌کنند. مواد زائد حاصل از متابولیسم سلول‌ها نیز فاصله بین محل تولید تا محل دفع خود را از طریق گردش خون و در پلازما طی می‌کنند. افزایش سطح پلاسمایی (سرمی) مواد زائد به سه علت رخ می‌دهد که عبارتند از افزایش تولید، کاهش دفع و یا ندرتاً هر دو آن‌ها. به‌عنوان مثال بیلی‌روبین ماده زائدی است که عمدتاً از تجزیه قسمت Heme (Haeme) مُلکول هموگلوبین در مغز استخوان‌ها، کبد و طحال تولید گشته و در کبد از طریق صفرا دفع می‌شود. این ماده فاصله بین مغز استخوان‌ها و طحال تا کبد را از طریق گردش خون و در اتصال به آلبومین طی می‌کند. افزایش سطح پلاسمایی (سرمی) بیلی‌روبین یا ناشی از افزایش تخریب یاخته‌های سرخ و تجزیه هموگلوبین (کم‌خونی‌های همولایتیک)، یا به‌علت کاهش دفع آن (هنوع اختلال در دفع طبیعی صفرا مانند ابتلاء به هیپاتیت‌های ویروسی و یا یرقان انسدادی) و یا ندرتاً توسط هر دو مکانیسم رخ می‌دهد. اوره نیز ماده زائد دیگری است که از کاتابولیسم پایانه آمینی زنجیره‌های پُلی‌پپتیدی و یا گروه  $\text{NH}_2$  اسیدهای آمینه در کبد تولید شده و توسط کُلیه‌ها با پالایش خون، دفع می‌شود. اوره نیز فاصله بین کبد تا کُلیه‌ها را از طریق گردش خون و به‌صورت محلول در پلازما طی می‌کند. افزایش مقادیر پلاسمایی (سرمی) این کاتابولیت طبیعی نیز یا به‌علت افزایش تولید آن (زیاد بودن مواد پروتئینی در رژیم غذایی و یا افزایش سرعت چرخه سلولی)، یا ناشی از کاهش دفع آن (نارسایی‌های حاد یا مزمن کُلیوی) و یا ندرتاً به‌علت هر دو مکانیسم رخ می‌دهد.

پروتئین‌های پلاسمایی در خود گردش خون بوده و به‌همین علت نیز آن‌ها را پروتئین‌های اصلی گردش خون نامند. این پروتئین‌ها مسئول لخته نمودن خون متعاقب آسیب عروقی بوده و به‌همین علت به آن‌ها فاکتورهای انعقادی گویند. گرچه در حالت عادی عمدتاً آنزیم‌های غیرفعالی هستند که به‌صورت پیش‌آنزیم (Proenzyme) در جریان خون گردش می‌کنند، پس از آسیب عروقی به‌سرعت شکسته شده، فعال گشته، روند انعقاد را سرعت بخشیده و درنهایت با تبدیل نمودن مُلکول‌های فیبرینوژن به پُلی‌مرهای فیبرینی، موجبات شکل‌گیری لخته ثانویه (لخته فیبرینی) را فراهم می‌آورند.

گروه دیگری از پروتئین‌های پلاسمایی را، آنزیم‌های درون سلولی تشکیل می‌دهند. می‌دانیم که در یاخته‌های ارگان‌های مختلف آنزیم‌هایی وجود دارند که خاص آن ارگان هستند. به‌طور طبیعی روزانه تعدادی از این یاخته‌ها به‌علت پایان یافتن مدت عمرشان از بین رفته و یاخته‌های جدیدی جایگزین آن‌ها خواهند شد. با مرگ این یاخته‌ها، مواد درون آن‌ها در مایع بین‌سلولی آزاد گشته و در نهایت وارد گردش خون می‌شوند. از آن‌جایی که بسیاری از این آنزیم‌ها خاص یاخته‌های یک ارگان هستند، از آن‌ها می‌توان به‌عنوان نشانه میزان آسیب وارد بر آن ارگان استفاده نمود. در واقع گرچه این آنزیم‌ها فاقد هرگونه فعالیت بیولوژیک در پلازما هستند، اما، افزایش سطح پلاسمایی (سرمی) آن‌ها می‌تواند تأیید کننده افزایش میزان تخریب یاخته‌های ارگان مربوطه بوده و در اکثر موارد نیز، میزان افزایش سطح پلاسمایی (سرمی) آن‌ها با شدت آسیب بافتی نسبت مستقیم دارد. به‌طور مثال در سلول‌های میوکارد قلب آنزیمی اختصاصی وجود دارد که به نام CPK - MB یا CK - MB موسوم می‌باشد. از آن‌جایی که در حالت طبیعی سطح پلاسمایی (سرمی) این آنزیم ناچیز است بنابراین از افزایش آن می‌توان به‌عنوان راهنمایی جهت تأیید سکته قلبی استفاده نمود. مقادیر پلاسمایی (سرمی) این آنزیم‌ها حتی در