

# فيزيولوجيا الحيوانات الزراعية

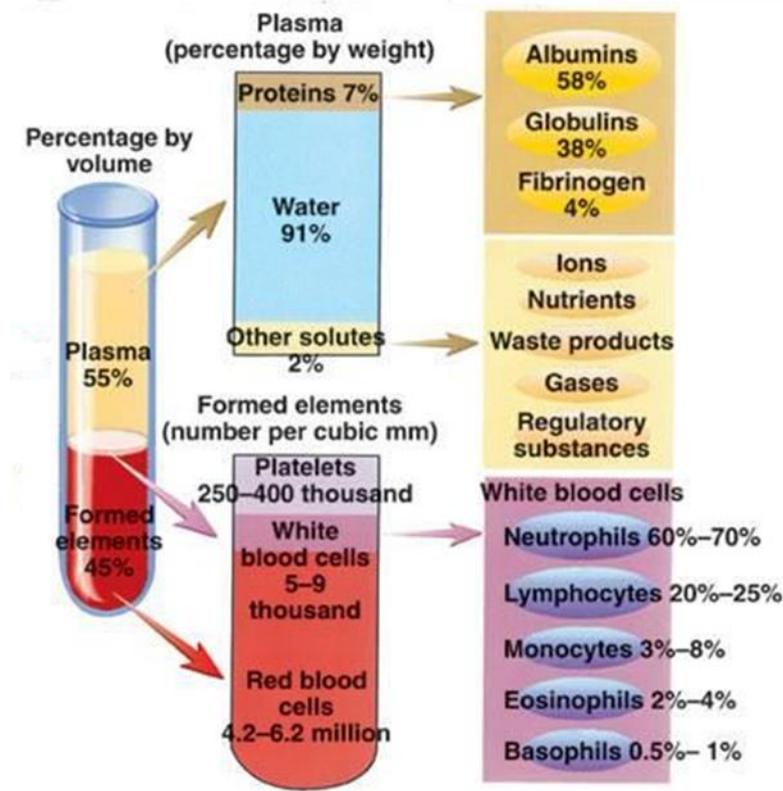
قسم الإنتاج الحيواني - السنة الرابعة

د. ماجد موسى

## فيزيولوجيا الدم واللمف

### فيزيولوجيا جملة الدم :Blood system physiology

الدم: سائل أحمر, كثيف, له رائحة خاصة وطعم مالح قليلاً, غير متجانس بمحتوياته. عند التثفيل تطفو المصورة على السطح (حجمها يشكل 55-60%) أما الكريات الحمر تترسب في قعر الأنبوبة (وتشكل 40-45%) أما الكريات البيض والصفائح الدموية فتتوضع بين الطبقتين السابقتين على شكل غلالة رقيقة (الشكل 1).



الشكل (1): شكل تخطيطي يوضح طريقة توضع المصورة الدموية (البلازما) والكريات الحمراء والبيضاء عند تثفيل عينة الدم.

### تشمل جملة الدم:

1. الدم الجوال في الأوعية الدموية.
2. الأعضاء المصنعة لخلايا الدم (نقي العظام, الطحال, الكبد والعقد اللمفية).
3. الجهاز العصبي الخلطي المنتظم.

**وظائف الدم:**

- 1- الوظيفة التنفسية: المساهمة في عملية التبادل الغازي.
- 2- الوظيفة الغذائية: إيصال المواد الغذائية المخزنة في الجسم أو الواصلة من جهاز الهضم: كالغلوكوز, الأحماض الأمينية, عديدات الببتيد, الدهون, الفيتامينات, الأملاح والماء ...
- 3- الوظيفة الإفراغية: حمل نواتج الاستقلاب النهائية من الأنسجة إلى الكلى والرتتين والأمعاء والغدد العرقية.
- 4- الوظيفة المنظمة للحرارة.
- 5- الحفاظ على التوازن المائي الملحي في الجسم.
- 6- تنظيم الحموضة والقلوية في العضوية: الحفاظ على درجة التركيز الهيدروجيني الثابت.
- 7- وظيفة الترابط والتنظيم: يشارك في التنظيم الخلطي لوظائف الجسم من خلال الترابط بين أعضاء الجسم المختلفة بمساعدة مواد مختلفة كالهرمونات ونواتج الاستقلاب الفعالة وغيرها.
- 8- الوظيفة الدفاعية: بفضل وجود الكريات البيض وعن طريق تشكيل الأضداد Antibodies.

**كمية الدم عند الحيوانات الزراعية:**

- تقدر بـ 6 – 8 % أي تقريباً 13/1 من حجم الجسم.
- تختلف هذه الكمية تبعاً للجنس والسلالة والاستعمال, فكلما كانت عمليات الاستقلاب بالجسم أكثر نشاطاً كانت الحاجة للأكسجين أكبر يكون الدم عند الحيوان أكثر.
- تبقى الكمية الكلية للدم بالجسم بمستوى ثابت نسبياً.
- في الظروف الفيزيولوجية الطبيعية يجول فقط جزء من الدم في الأوعية الدموية (حوالي النصف), بينما الجزء المتبقي فيدمى بالدم الاحتياطي (ففي الكبد حوالي 20% وفي الطحال 16% وفي الجلد 10%).
- التناسب بين الدم الجوال والاحتياطي غير ثابت فأتثناء الإثارة العصبية والعمل العضلي الشديد أو فقدان الدم وغير ذلك, يُدفع جزء من الدم الاحتياطي إلى الأوعية الدموية.

**الخواص الفيزيوكيميائية للدم:**

- لزوجة الدم:** باعتبار لزوجة الماء تساوي 1 فإن لزوجة المصورة الدموية تساوي 1.7 – 2.2, أما لزوجة الدم الكامل فتساوي 5 (يتعلق بمكونات الدم والبروتينات), وهي تزداد عند فقدان الدم للماء (إسهالات أو تعرق).
- كثافة الدم:** تختلف باختلاف الحيوانات 1.035 – 1.056. وكثافة الكريات الحمر 1.09, أما كثافة المصورة فأقل 1.025-1.034 لذلك تترسب الكريات الحمر في الأسفل والمصورة في الأعلى.

كثافة الدم عند الذكور أعلى بقليل مما هي عليه عند الإناث لأن كثافة الدم تعتمد بشكل أساسي على كمية الكريات الحمر.

### الضغط التناضحي للدم (الضغط الاسموزي) Osmotic pressure:

وهو القوة المسببة لمرور الماء من خلال الغشاء نصف النفوذ من المحلول الأقل كثافة إلى الأكثر كثافة, له أهمية بتبادل الماء بين الدم والأنسجة.

تجربة: الكريات الحمر الموجودة في وسط عالي الضغط الاسموزي يؤدي لنقصان حجمها أو انكماشها (تدعى البلازمة Plasmolysis) أما الموضوع في وسط منخفض الضغط الاسموزي فتتضخم وتتخرب (تحلل الدم Hemolysis).

يبقى الضغط الاسموزي لدم الحيوانات الثديية والإنسان على مستوى ثابت نسبياً بحسب نشاط الأليات المنظمة له.

مستقبلات التناضح Osmoreceptors: تتوضع في جدران الأوعية الدموية, حيث يسبب تنبيهها التغيرات الانعكاسية في نشاط أعضاء الإفراغ التي تطرح الفائض من الماء والأملاح (كالكلية والغدد العرقية).

### الضغط الجرمي للدم Oncotic pressure:

تشكل بروتينات المصورة الدموية ضغطاً تناضحياً (اسموزياً) خاصاً يدعى بالضغط الجرمي, ويساوي 220/1 من الضغط الاسموزي العام للدم, ويتذبذب بين 0.03 – 0.04 ضغط جوي أو 25 – 30 مم زئبق.

الضغط التناضحي العام عند الثدييات أثناء الحرارة الطبيعية للجسم يساوي 8 ضغط جوي (أي 6000 مم زئبق).

أهميته: يمنع الضغط الجرمي المرور الزائد للماء من الدم إلى الأنسجة ويساعد على إعادة امتصاصه من الفضاءات الخلوية, لذلك تحدث الوذمة النسيجية عند انخفاض كمية البروتينات في مصورة الدم.

### تفاعل الدم / PH الدم / Blood reaction:

1. تجري النشاطات الحيوية الطبيعية للأعضاء ضمن مجال PH محدد, ويؤدي انزياحه بـ 0.3 – 0.4 إلى خطر الموت.

2. تفاعل الدم قلوي خفيف, ويتذبذب بين 7.35 – 7.55, والدم الوريدي أكثر قلوية من الشرياني (بسبب محتواه المرتفع من CO<sub>2</sub>). أما داخل الخلايا فيقع التفاعل في حدود 7 – 7.2 (نتيجة للاستقلاب المرتفع للمواد وتشكل نواتج الاستقلاب الحامضية).

3. يبقى التفاعل الفعال للدم PH على مستوى ثابت بفضل الجملة الدائرة (Buffer system) لمصورة الدم والكريات, إضافة إلى نشاط أعضاء الإفراغ (أو الإطراح).

**مكونات الدم Blood components:**

يتكون الدم من جزأين: الجزء الأول سائل ويدعى (المصورة الدموية أو البلازما) أما الجزء الثاني فهو عبارة عن المكونات (كريات حمر وبيض وصفائح).

**أولاً: المصورة الدموية أو البلازما Blood Plasma:**

هي وسط بيولوجي معقد، لونها رائق مائل للصفرة (يعود هذا اللون لاحتوائها على البيليروبين والكاروتين). يبلغ حجم المصورة عند معظم الحيوانات الزراعية 55 – 62 % من حجم الدم (60 % بالمتوسط)

تحتوي في الحيوان البالغ على 90 – 92 % من حجمها ماء و 8 – 10 % مواد صلبة يدخل في تركيبها: البروتينات، الغلوكوز، الدهون، الأملاح .. إلخ

بروتينات المصورة وأهميتها الوظيفية: تشكل 6 – 8 % من حجم الدم (أكثر من 100 نوع أكتشفت بفضل الرحلان الكهربائي Electrophoresis منها الألبومينات، الغلوبولينات (منها  $\alpha$ ,  $\beta$  و  $\gamma$  غلوبولين)، الفبرينوجين أو مولد الليفين، البروثرومبين)

في الدم تدعى نسبة الألبومينات / الغلوبولينات = معامل البروتينات (Protein coefficient)

عند الأبقار والخيول أقل من 1 بينما عند الأغنام والماعز والخنازير والكلاب والأرانب والإنسان أكبر من 1.

يشكل الفبرينوجين أو مولد الليفين (0.1 – 0.5 %) و البروثرومبين (0.04%) من المصورة وهي مواد تشارك في عملية التخثر ووقف النزف الدموي.

تتشكل الألبومينات والفبرينوجين في الكبد، أما الغلوبولينات فتتشكل في نقي العظام والطحال والعقد اللمفية إضافة للكبد، بينما يتم إنتاج الغاماغلوبولينات في الخلايا اللمفية والبلازمية.

**وظائف بروتينات المصورة الدموية:**

- تحافظ على الحجم الطبيعي للدم وعلى الكمية الثابتة للماء في الأنسجة.
- تشارك بعض البروتينات كمولد الليفين و البروثرومبين وغيرها في تخثر الدم.
- تشكل البروتينات لزوجة الدم التي لها أهمية في الحفاظ على الضغط الشرياني.
- تساعد على منع الترسيب الزائد للكريات الحمر.
- تساهم في تنظيم PH الدم.
- تساهم في مناعة الجسم: حيث يدخل في فئة الـ  $\gamma$ -غلوبولين الأضداد المختلفة التي تحمي الجسم من الفيروسات والميكروبات.

- لها دور في نقل العديد من المواد الغذائية والمعادن والهرمونات والخمائر والمواد العلاجية وغيرها.
- تشكل بروتينات المصورة وفي مقدمتها الألبومينات مصدراً لتشكيل بروتينات الأعضاء المختلفة (أي مخزون احتياطي لحين الحاجة).
- نقل المعلومات المؤثرة في الجهاز الوراثي للخلية، الذي يؤمن النمو والتطور والتمايز والحفاظ على بنيان وتركيب الجسم.

#### المركبات الأزوتية اللابروتينية للمصورة:

- الحموض الأمينية، عديدات الببتيد، البولة، حمض البول، الكرياتينين، الأمونيا
- تسمى أيضاً بالأزوت المتبقي وتساوي كميتها الكلية 11 – 15 ميكرومول/ل.

#### المركبات العضوية اللاأزوتية للمصورة:

- ومنها الجلوكوز والفركتوز والدهون المحايدة، وكمية كبيرة من الغليكوجين ونواتج استقلاب الكربوهيدرات. (الجلوكوز تتذبذب كميته تبعاً لنوع الحيوان فأقل كمية توجد في مصورة دم المجترات 2.2 – 3.3 ميكرومول/ل ، وعند ذوات المعدة البسيطة 5.54 ميكرومول/ل، وفي دم الدجاج 7.2 – 16.1 ميكرومول/ل).
  - وكذلك الدهون المحايدة ونواتج تفككها (الجليسيرين والحموض الدهنية)، كمية الدهون في الدم ليست كبيرة ولكن ورودها الغزير مع الغذاء قد يرفع نسبتها إلى 0.7 %
- المواد اللاعضوية (الأملاح) للمصورة: تشكل عند الثدييات 0.9%، حيث تحافظ الأملاح على التوازن الحمضي القلوي، وعلى الضغط الأسموزي، وتؤمن الإثارة الطبيعية للأعصاب والعضلات ووظائف خلايا الجسم وأنسجته.

**ثانياً: المكونات الخلوية للدم: (الكريات الحمر والبيض والصفائح الدموية):****الكريات الحمر Erythrocytes:**

أكثر المكونات الخلوية وفرة في الدم

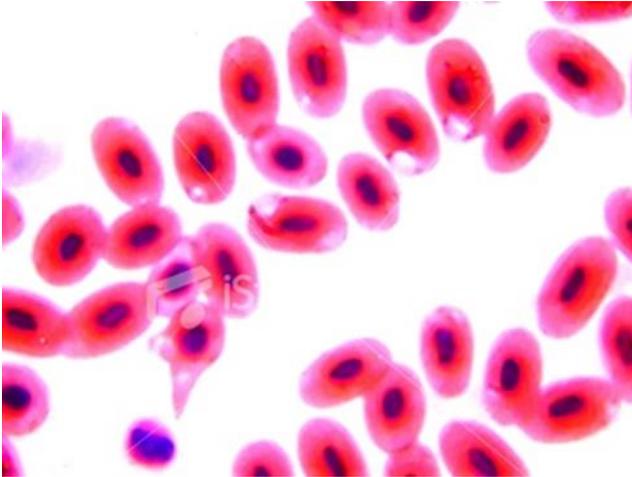
غير متحركة

على شكل أقراص مدورة ومقعرة من الجانبين, فقدت النواة أثناء التطور, (الشكل المقعر يسهل عملية التبادل الغازي حيث يزيد من سطح الكريات بمقدار 1.63 مرة ويسمح للانتشار السريع المتساوي للـ O<sub>2</sub> إلى داخل الكرية).

مساحة سطحها عند الثدييات 55 – 62 م<sup>2</sup> لكل كغ وزن حي (الشكل 2).



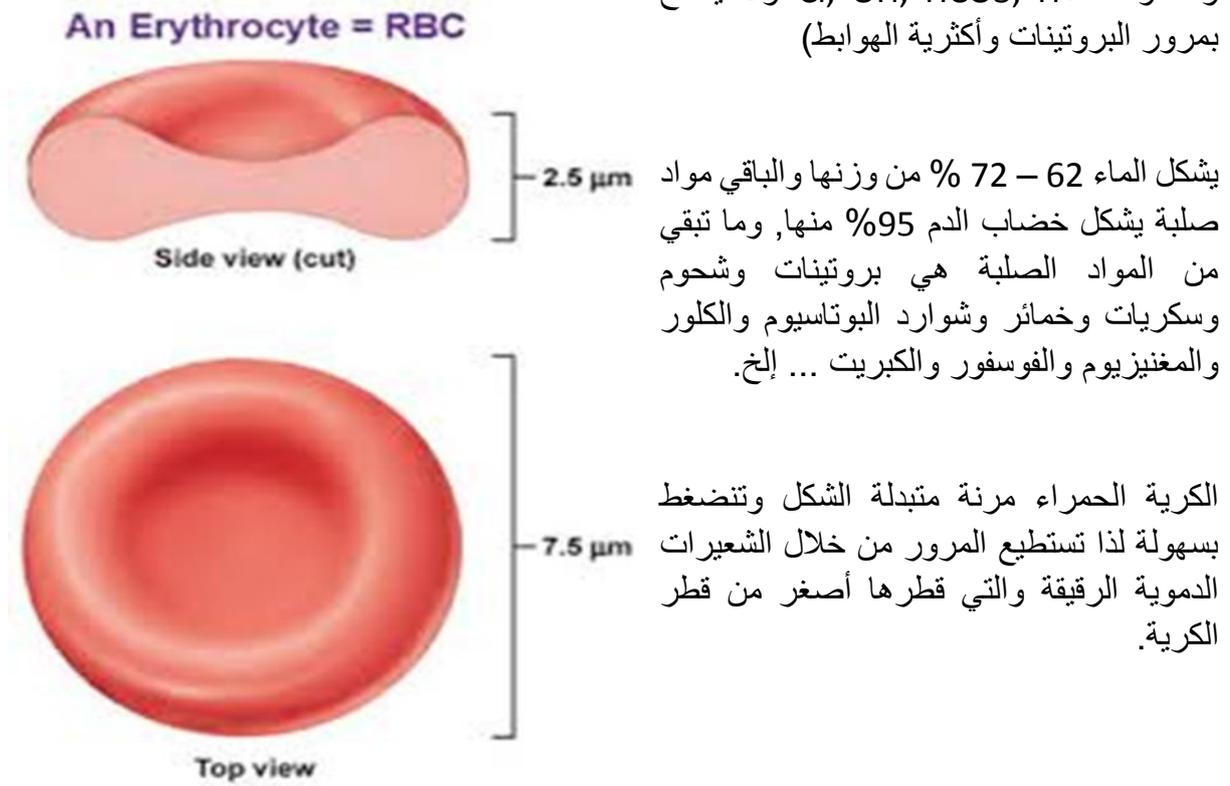
الشكل (2): كريات الدم الحمراء عند الثدييات.



عند الطيور والبرمائيات والأسماك والزواحف تكون خلايا بيضوية الشكل ومحدبة من الجانبين ولها نواة (الشكل 3) أما عند الجمال فهي بيضوية ومحدبة من الجانبين ولكن ليس لها نواة.

الشكل (3): الكريات الحمراء عند الطيور وهي بيضوية الشكل ومحدبة من الجانبين ولها نواة

تتألف الكرية الحمراء من لحمة شبكية رقيقة تمتلئ فجواتها بخضاب الدم (الشكل 4), ومن غشاء مكون من مواد شحمية بروتينية يتمتع بالنفوذية الانتقائية (حيث تمر من خلاله الغازات والماء والغلوكوز والبولة والصواعد  $Cl, OH, HCO_3, H^+$  ولا يسمح بمرور البروتينات وأكثرية الهوابط)



الشكل (4): بنية الكرية الحمراء.

يتذبذب حجم الكريات الحمر عند الفقاريات في حدود واسعة.

العديد من العوامل تؤثر في عددها كالعمر, الجنس, السلالة, التربية, نوع العمل, فصول السنة, الحمل, الحلابة, الإثارة, إنتاج البيض, الارتفاع عن سطح البحر, حرارة الهواء ... وغيرها.

عدد الكريات الحمر عند الذكور أعلى بـ 5 – 10 % من الإناث.

### فقر الدم أو الأنيميا (Anemia):

يلاحظ حدوث فقر الدم أو الأنيميا في الحالات التالية:

- 1- عند فقدان الكبير للدم (النزف).
- 2- التخرب الشديد للكريات الحمر.
- 3- عند تشوش شروط تشكل الكريات الحمر.
- 4- التغذية الفقيرة بالبروتينات والمعادن (Mn, Co, Cu, Fe) والفيتامينات (حمض الفوليك وسيانوكوبالامين).

**وظائف الكريات الحمر:**

- 1- نقل خضاب الدم الذي يقوم بدوره بحمل الأكسجين من الرئتين إلى النسج.
- 2- نقل ثاني أكسيد الكربون من النسج إلى الرئتين على شكل شوارد البيكربونات  $HCO_3$ .
- 3- نقل المواد الغذائية (الحموض الأمينية) على سطحها من جهاز الهضم إلى خلايا الجسم.
- 4- المشاركة في عملية تخثر الدم (فيها نفس العوامل الموجودة في الصفائح).
- 5- المحافظة على PH الدم ثابتاً. 6- المشاركة الفعالة في مناعة الجسم (حيث تمتز السموم المختلفة على سطحها التي تتخرب بخلايا وحيدات النواة البلعمية)

**خضاب الدم (Hemoglobin):**

هو عبارة عن مركب كيميائي معقد لبروتين الغلوبين وأربع جزيئات هيم، وتمتلك جزيئة الهيم الحاوية على ذرة حديد القدرة على ربط وتحرير الأكسجين (الشكل 5).

يمكن أن يدخل في بناء خضاب الدم الغلوبولينات المختلفة باختلاف الحيوانات (وهذا ما يفسر اختلاف نوعية الهيموغلوبينات)، أما الهيم فيملك بناءً واحداً عند كل الحيوانات.

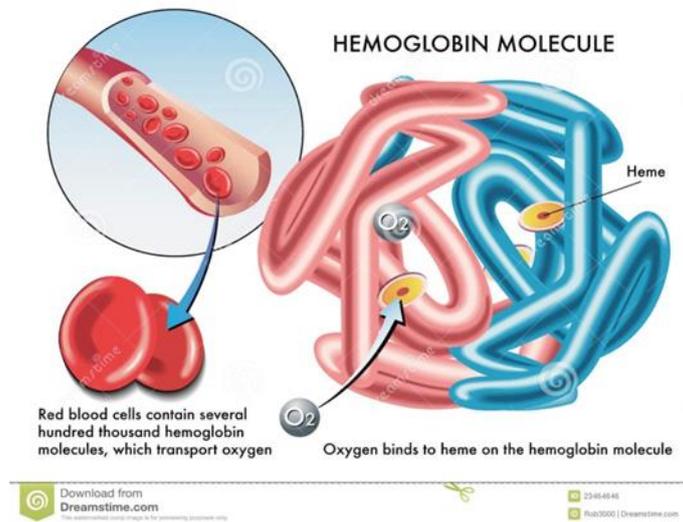
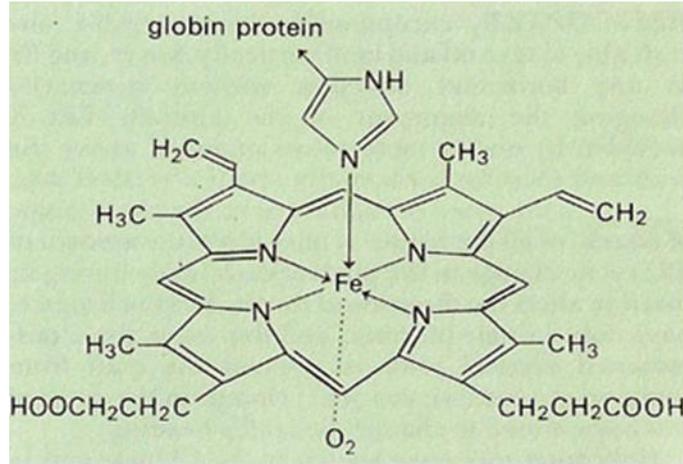
يوجد في دم الحيوانات الثديية 10 – 15 % خضاب (تبعاً للعمر والجنس والتغذية والعمل والارتفاع عن سطح البحر ..).

كمية الكريات الحمر والخضاب عند حديثي الولادة أعلى من الحيوانات البالغة.

كمية الكريات الحمر عند الذكور أعلى بـ 5 – 10 % من الإناث.

التماس البسيط للخضاب مع الهواء يكفي لتثبيت الأكسجين ويتحول إلى خضاب الدم المؤكسج (أوكسي هيموغلوبين Oxyhemoglobin) ذي اللون الأحمر القاني والمحدد للون الدم الشرياني.

في النسج يكون الضغط الجزيئي للأكسجين منخفضاً فينفصل الأكسجين بسهولة عن الخضاب ويسمى عندها الخضاب بـ خضاب الدم المختزل والذي يعطي الدم الوريدي اللون الكرز.



الشكل (5): شكل تخطيطي يمثل جزيئة الهيموغلوبين.

- خضاب الدم قادر على ربط  $CO_2$  ونقله من النسيج إلى الرئتين حيث يشكل خضاب الدم المكربن (كربوكسي هيموغلوبين Carboxyhemoglobin).
- تشكل خضاب الدم المكربن بأول أكسيد الكربون  $CO$ : ينجذب خضاب الدم بشدة نحو أول أكسيد الكربون يفوق بـ 200 مرة انجذابه نحو  $O_2$  ويكفي وجود كمية بسيطة منه في الهواء لتشكيل كمية كبيرة من هذا المركب.
- الـ  $CO$  غاز سام، لذلك 0.1% منه في الهواء المستنشق يؤدي لحصار 80% من الخضاب ويؤدي خلال 30 – 60 دقيقة إلى ظهور أعراض نقص الأكسجين الشديد (التقيؤ، فقدان الوعي) ولكن إذا وصلت نسبته إلى 1% يحصل الموت خلال بضع دقائق.
- تحدد كمية الخضاب بمقياس اللون Colorimeter ويعبر عنه بـ غ % أو غ/دل. كمية الخضاب تتبع لنوع الحيوان.
- لتحديد درجة تشبع كل كرية حمراء بالخضاب يستعمل دليل اللون:

$$1 = \frac{\text{كمية الكريات الحمر الموجودة}}{\text{كمية الكريات الحمر الطبيعية}} = \frac{\text{الخضاب الموجود \%}}{\text{الخضاب الطبيعي \%}}$$

- ويساوي دليل اللون بالحالة الطبيعية (1)، فإذا نقص عن الـ 1 كان محتوى الكرية من الخضاب منخفضاً (نقص الصباغ)، وإذا كان أعلى من 1 كان محتواها من الخضاب مرتفعاً (فرط الصباغ)
- يمكن حساب معدل وزن الخضاب في الكرية الواحدة (بالميكروغرام):

$$\text{معدل وزن الخضاب في الكرية الواحدة} = \frac{\text{كمية الخضاب \% (10 x)}}{\text{عدد الكريات الحمر في مم}^3}$$

- يمكن حساب درجة تركيز خضاب الدم في الكرية الحمراء (بالمئة):

$$\text{درجة تركيز خضاب الدم في الكرية الحمراء} = \frac{\text{كمية الخضاب \% (10 x)}}{\text{الكسر الحجمي للكريات للحمر}}$$

### خضاب العضلة (الميوجلوبيين) Myoglobin:

يوجد في العضلات الهيكلية والقلبية وهو يشابه مع خضاب الدم بـ:

- 1- وجود الهيم وبالكمية المتساوية من الحديد.
- 2- المقدرة على الاتحاد العكوسي مع O<sub>2</sub> و CO<sub>2</sub>

ويظهر الاختلاف بـ:

- 1- كتلة غلوبين خضاب العضلة أقل بكثير من كتلة خضاب الدم.
- 2- مقدرة خضاب العضلة على الاتحاد بالأكسجين أعلى وسرعة تخليه عنه أكبر مما هو عليه في خضاب الدم (وهذا له دور بتزويد العضلات المتقلصة بالأكسجين، فعندما تتقلص العضلة تنتضغ شعيراتها الدموية وتسوء تغذيتها بالدم مؤقتاً، وفي هذه اللحظة يصبح خضاب العضلة المصدر المهم للأكسجين حيث يخزن الأكسجين في وقت الاسترخاء ويعطيه للعضلة في وقت التقلص).

### انحلال الدم Hemolysis:

هو تخرّب غشاء الكريات الحمر وخروج الخضاب منها إلى المحلول.

أسباب انحلال الدم:

- 1- تخرب الكريات الحمراء في الماء والمحاليل منخفضة التركيز (الانحلال التناضحي).
- 2- تخرب أغشية الكريات الحمراء بالمواد الكيميائية (صابونين, حموض صفراوية, حموض, قلويات, إيثر, أسيتون, كلوروفورم, ... إلخ) ويدعى بالانحلال الكيميائي.
- 3- الانحلال الفيزيائي ومنه: ألي (كالخض الشديد), حراري (ارتفاع أو انخفاض), إشعاعي (تحت تأثير أشعة رونتجن أو فوق الحمراء).
- 4- الانحلال الحيوي: في حالات لدغ الأفاعي و عند إعطاء الدم غير المطابق وتشكل الحرارة الدموية Hemolysis في المصورة, وغير ذلك.

الانحلال يحدث باستمرار وبكميات بسيطة في الجسم وذلك بعد موت الكريات الحمر الهرمة حيث تتخرب في الكبد والطحال ونقي العظام حيث تقوم هذه الاعضاء بامتصاص الخضاب المتحرر لذلك لا تلاحظ في مصورة الدم الجوال.

**مصير الكريات الحمر:**

لا تعيش الكريات الحمراء طويلاً حيث تتشكل باستمرار كريات جديدة وتتفكك الكريات الهرمة. تتخرب الكريات الحمراء بثلاث طرق:

- 1- التشذيف: وهي تخرب الكريات الحمراء الفتية الأقل مقاومة والخارجة توأ من نقي العظام نتيجة التخريب الألي أثناء الدوران بالأوعية الدموية.
- 2- يتعرض الجزء الأكبر منها للبلعمة من قبل خلايا وحيدات النواة البلعمية في الكبد والطحال (مقابر الكريات الحمر).
- 3- انحلال الكريات الهرمة مباشرة في الدم الجائل.

تقوم خلايا الجهاز الشبكي البطاني Reticulo-endothelial الموجودة بالكبد والطحال ببلعمة وهضم الخضاب إلى هيم وغلوبيين. أما الحديد المنطلق من الهيم ينتقل بالدم على شكل بروتين الترنسفيرين Transferrin (بيتا غلوبين) إلى نقي العظام ليستعمل من جديد في تصنيع كريات الدم الحمر أو إلى الكبد ليخزن على شكل مركب من البروتين والحديد والذي يسمى (فيريتين Ferritin), إضافة لذلك يتحول جزيء الهيم إلى صبغة البيليروبين Belirubin التي تفرزها الصفراء.

**الكريات البيض Leukocytes:**

تختلف الكريات البيض عن الحمر بـ :

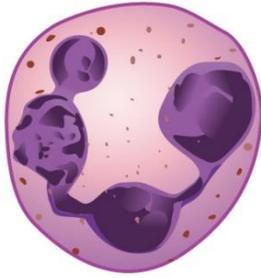
- 1- كبر حجمها. 2 – تعد من الخلايا الأميبية (المتحركة). 3 – لاتحتوي على صبغ الخضاب. 4- عددها أقل بـ 600 – 800 مرة من الكريات الحمر. 5- الكريات البيض ليست خاصة فقط بالدم كالكريات الحمر وإنما نجدها في السوائل خارج الدم كاللمف والسائل الخلالي والسائل الدماغي الشوكي وغيرها. 6- لها

دور في الدفاع عن الجسم (بطريقتين): 1- البلعمة Phagocytosis ب- بطريقة توليد الأضداد وتخريب السموم البروتينية المنشأ).

تقسم الكريات البيض إلى مجموعتين: 1- الكريات البيض المحببة. Granulocytes.  
2- الكريات البيض غير المحببة Agranulocytes.

### 1- الكريات البيض المحببة Granulocytes:

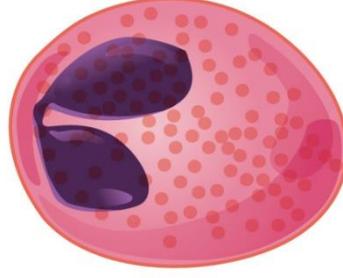
تحتوي الهيولى على حبيبات ظاهرة، وتقسّم تبعاً لحجمها وتفاعلها مع بعض الصبغات وتلونها إلى: الحمضات (الحامضية)، القعدات (القاعدية)، العدلات (المعتدلة). تعتبر أكثر الكريات البيض وفرة، تحوي أنوية متعددة الفصوص.



Neutrophil

المعتدلة

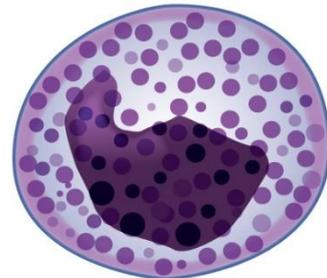
الأكثر عدداً 25-70%،  
صغيرة الحجم، تتلون  
بالأصبغة المتعادلة باللون  
الأحمر البنفسجي



Eosinophil

الحامضية

عددها قليل 1-4%، كبيرة  
الحجم، تتلون بالأصبغة  
الحامضية (الإيوزين)  
باللون الأحمر الوردي



Basophil

القاعدية

الأقل عدداً 1%، كبيرة  
الحجم، تتلون بالأصبغة

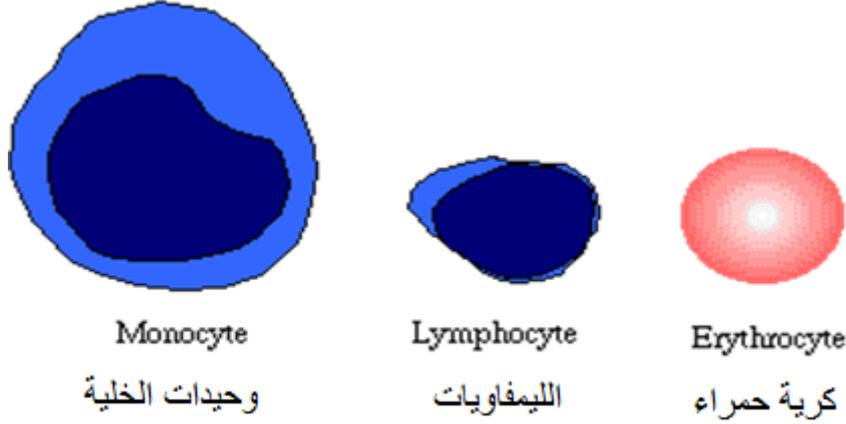
### 2- الكريات البيض غير المحببة Agranulocytes:

لا تحوي الهيولى على حبيبات، منها وحيدات الخلية واللمفاويات.

1- وحيدات الخلية Monocytes: عددها قليل، 4-8% من كل الكريات البيض، أكبرها حجماً، نواتها مستديرة أو بشكل حبة الفاصولياء أو بيضاوية محاطة بهيولى واضحة غير محببة و أحياناً تحوي حبيبات ناعمة، تتكون في نقي العظم والعقد اللمفاوية والنسيج الضام (الشكل 6).

2- اللمفاويات Lymphocytes: نواتها كبيرة محاطة بحزام ضيق من الهيولى, نواتها شديدة التلون (الأزرق القاتم), تبعاً للحجم يوجد منها كبيرة ومتوسطة وصغيرة (الشكل 6).

تشكل اللمفاويات الجزء الأكبر للكريات البيض عند الحيوانات التالية: الأبقار 50 – 60 % , الخنازير 45 – 60 % , الماعز 40 – 50 % , الأغنام 55 – 65 % , الأرناب 50 – 65 % , الدجاج 45 – 65 % , وتدعى هذه الحيوانات بحيوانات الصيغة اللمفاوية للدم Lymphocytic blood profile.

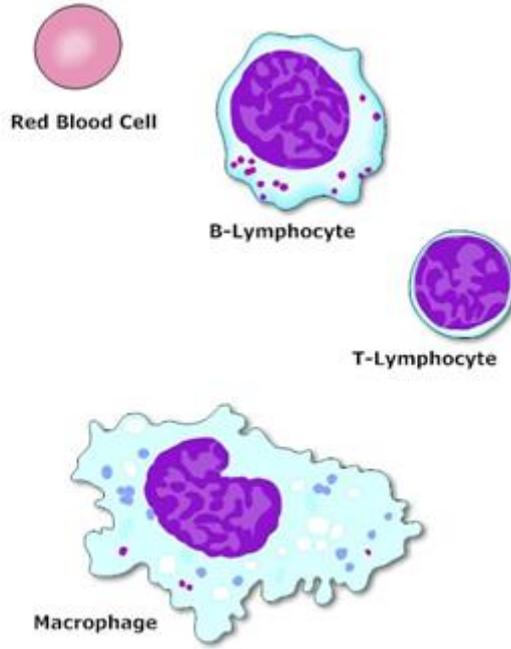


الشكل (6): الكريات البيضاء اللمفاوية ووحيدات الخلية.

توجد اللمفاويات في دم الإنسان والحيوان على شكلين T و B (الشكل 7):

- تتشكل اللمفاويات T (Lymphocytes-T) تتشكل في نقي العظام وبعد ذلك تصل إلى العقد اللمفية والطحال أو الدم الجوال, تشكل 40 – 70 % من المجموع الكلي لللمفاويات الجوال بالدم.
- تتشكل اللمفاويات B (Lymphocytes-B) تتشكل في نقي العظام وتتمايز عند الثدييات في النسيج اللمفاوي للأمعاء وفي الزائدة الدودية وفي اللوز البلعومية والحنكية.

عند الطيور تتمايز في غدة فابريشوس. تشكل هذه الكريات 20 – 30 % من العدد الإجمالي لللمفاويات الجوال بالدم.



الشكل (7): اللمفاويات على شكلين T و B .

- تلاحظ قلة الكريات البيض عند إصابة نقي العظم و في بعض الأمراض المعدية (كنظيرة التيفية عند العجول وطاعون الخنازير)

### وظائف الكريات البيض :

#### 1- الحمضات (الخلايا الحامضية):

- تخريب وإزالة ضرر السموم بروتينية المنشأ والبروتينات الغريبة .
- يعتقد بأنها تمتاز وتفكك الهيستامين بإنزيم الهيستاميناز.
- هي خلايا متحركة ذات قدرة بلعمية ولكنها أقل بكثير من العدلات والوحيدات.
- يوجد فيها أنزيمات خاصة تقوم بتحسين طعم المواد الغريبة مثل الطفيليات لتصبح مستساغة لدى كريات البلعمة (أي العدلات والوحيدات) لذلك تزداد كميتها أثناء الأمراض الطفيلية وأمراض الجلد.
- بلعمة وتحطيم معقدات الضد والمستضد.
- يعتقد بأنها تفرز مادة البلازمينوجين المهمة في انحلال الجلطات الدموية.

#### 2- وظائف القعدات (أو الخلايا القاعدية):

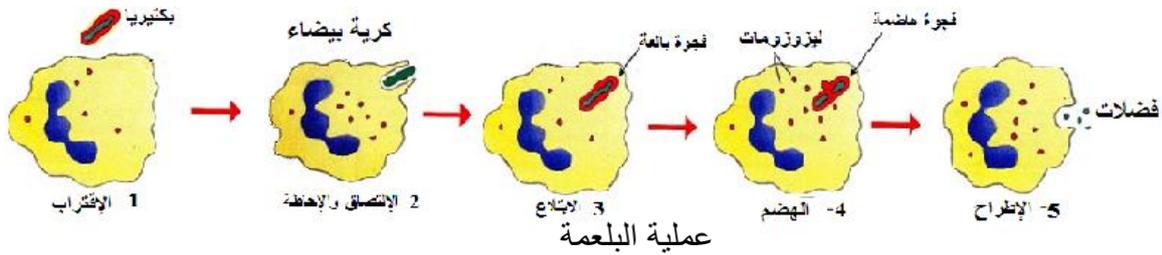
تمتلك قدرة ضعيفة على البلعمة ويمكن عدم ملاحظتها.

توليد الهيبارين المانع للتخثر.

تشكيل وإفراز الهيستامين الموسع للشعيرات الدموية في بؤرة الالتهاب مما يسرع عملية الالتئام.

### 3- وظائف العدلات (أو الخلايا المعتدلة):

- البلعمة والحركة الأميبانية (الشكل 8).
- إفراز ليزوزيمات Lysozymes وهي عبارة عن أنزيمات حالة تحطم البكتيريا، وتحتوي أحماض لها نشاط مضاد للبكتيريا والفيروسات والفطريات.
- الكرية الواحدة تستطيع التهام وبلعمة حتى 15 – 20 جرثومة ثم تموت.



الشكل (8): مراحل حدوث عملية البلعمة.

### 4- وظائف الوحيدات:

تكون في بداية حياتها خلايا غير ناضجة ولها قابلية ضعيفة على مهاجمة العوامل المرضية، ولكنها بعد أن تتغلغل إلى النسج تبدأ بالانتفاخ وتتضاعف لخمس أضعاف وتصبح بلعمة عملاقة Macrophage تستطيع ابتلاع 100 جرثومة.

### 5- وظائف اللمفاويات:

- لها المقدرة على الحركة الأميبانية وهي دائماً الانسلاخ خارج مجرى الدم إلى النسج المختلفة ومن ثم العودة عن طريق اللمف، وعلى الرغم من قدرتها على الحركة الأميبانية فهي غير قادرة على البلعمة.
- تشارك في تصنيع الأضداد، لذلك لها أهمية في تشكيل المناعة للأمراض المعدية (المناعة للأخماج).

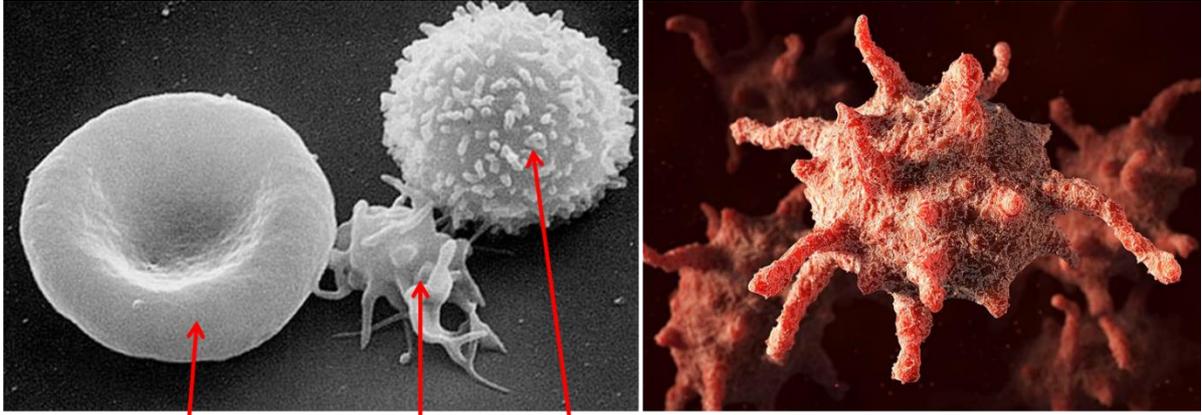
- هي المسؤولة عن رد الفعل على دخول البروتينات الغريبة ورفض الجسم للنسج الغريبة أيضاً في أثناء زرع الأعضاء (تدعى هذه الحالة بالمناعة الاغتراسية (Transportation immunity) (المفاويات من نوع T).

### مدة حياة الكريات البيض:

- لا تعيش الكريات البيضاء طويلاً،
- فالمحبيبات تعيش كحد أقصى 8 – 10 أيام وأحياناً ساعات أو دقائق،
- متوسط حياة العدلات عند العجول 5 ساعات،
- اللمفاويات من نوع B تعيش من عدة ساعات حتى أسبوع، أما اللمفاويات T تستطيع العيش من أشهر حتى سنوات.

### الصفائح الدموية Blood platelets:

- أصغر المكونات الخلوية في الدوران الدموي، وتدعى أيضاً بالخلايا الخثرية. مدورة أو عصوية الشكل عند الثدييات وغير منواة، أما عند الطيور والفقاريات الدنيا فهي بيضوية الشكل ومنواة وتبدو تحت المجهر كقطع هيولية بداخلها كمية قليلة من الحبيبات (الشكل 9).
- تحتوي على الأنزيمات والأدرينالين والنور أدرينالين والليزوزوم و الـ ATP وحبيبات السيروتونين وغيرها.
- لها خواص عجيبية وتغير شكلها ومقاييسها تبعاً لمكان وجودها. عددها يتغير حسب نوع الحيوان وبشكل عام عند أغلب الحيوانات بين 300000 – 600000 /مم<sup>3</sup> وعند الدجاج 25000 - 40000 في الـ مم<sup>3</sup> وعددها نهاراً أكبر منه ليلاً. يزداد عددها أثناء: العمل العضلي الشديد – أثناء الهضم – في فترة الحمل. ينخفض عددها أثناء الأمراض المعدية الحادة و أثناء الحساسية Allergic.
- تتشكل الصفائح الدموية أثناء الحياة الجنينية في الطحال والكبد، أما بعد الولادة فتصنع من خلايا نقي العظم الأحمر.
- الصفائح الدموية لا تعيش طويلاً في مجرى الدم 3 – 5 أيام فقط.



human erythrocyte, activated platelet, leukocyte

الشكل (9)

### وظائف الصفائح الدموية:

- 1- تشارك في عملية تخثر الدم.
- 2- تخدم الصفائح الدموية مواد بنائية للخثرة الدموية: فعند تخثر الدم تطلق هذه الصفائح الدموية استطلاعات دقيقة – قرون نجمية الشكل تتشابه بها مشكلة أساساً تتشكل عليه خثرة الدم.
- 3- تطرح الصفائح الدموية مواد ضرورية لتكثيف الخثرة الدموية (جزيئات الأكتين والميوزين الشبيهة بالموجودة بالعضلات) وكذلك بروتين الترومبوستينين الذي يسبب تقلص الصفائح.
- 4- تطرح عامل النمو الصفحي Growth Thrombocytic Factor في النسيج المجروح الذي يحرض انقسام الخلايا, لذلك يغطي الجرح بسرعة.
- 5- تقوي الصفائح الدموية جدران الأوعية الدموية وتثبتها.
- 6- تنقل الصفائح الدموية المواد المختلفة: حيث تنقل السيروتونين التي تضيق الأوعية الدموية وتنقل النزف, كما تنقل المواد الكرياتينية الضرورية للحفاظ على بنية جدران الأوعية الدموية.
- 7- تملك الصفائح الدموية إمكانية البلعمة: كابتلاعها للفيروسات وغيرها.

انتهت المحاضرة