

صبغة الهيم ارثرين **Haemerythrin pigment**:

صبغة تنفسية تحتوي على الحديد وتكون قهوائية اللون وتوجد في نوع واحد من شعبة الديدان الحلقية Annelida صنف عديدة الالهلاب Polychaets وهو الماجبولونا *Magelona* وهو من مجموعة الأنبوبيات Sipunculids كذلك يوجد في النواعم ذراعية القدم molluscs Brachiopod مثل *Lingula*. لا توجد صبغة الهيم ارثرين في محلول البلازما أبداً وقد يقتصر وجودها على الكريات السيلومية فقط أو قد توجد كما في الأنبوبيات في الكريات السيلومية وفي النسيج الطلائي للقناة الهضمية.

ملاحظة: إن كل من صبغتي الهيم ارثرين والهيموسيانين ذات تسمية خاطئة حيث أنهما لا يحتويان على صبغة الهيم Haem وكذلك فأنهما يختلفان عن بعضهما كيميائياً وعن صبغة الهيموغلوبين.

أهم وظائف الدم : The most important functions of blood :

للم عدة وظائف حيوية ومهمة للكائنات الحية وهي كالتالي:

- 1- نقل المغذيات Nutrients transportation: ينقل الدم المغذيات من القناة الهضمية إلى الأنسجة، وينقل المغذيات إلى ومن أعضاء الخزن مثل الكبد والنسيج الدهني.
- 2- نقل المواد الأيضية Metabolites transportation: ينقل الدم المواد الأيضية المنتجة مثل حامض اللاكتيك من العضلات إلى الكبد، كما يسمح بتخصص المواد الأيضية.
- 3- نقل المنتجات الإفرازية Excretory product transportation : ينقل الدم المنتجات الإفرازية من الأنسجة إلى أعضاء الإفراز مثل نقل اليوريا المنتجة في الكبد إلى الكلية.
- 4- نقل الغازات Gases transportation : ينقل الدم الأوكسجين وثنائي أوكسيد الكربون ما بين أعضاء التنفس والأنسجة، وربما يزود الدم الجسم بمخزون الأوكسجين.
- 5- النقل أو التحميل (التواصل) Communication : ينقل الدم الهرمونات مثل هرمون الأدرنالين الذي تفرزه الغدة الكظرية وينسب من الدم كاستجابة سريعة للإجهاد الجسدي والذهني نتيجة الخوف أو الإصابة (مثل تحفيز عمل القلب وارتفاع كلاً من ضغط الدم ومعدل الأيض وتركيز كلوكوز الدم. وينقل الدم أيضا هرمون النمو (استجابة بطيئة).
- 6- نقل الخلايا Cells transportation: ينقل الدم العديد من أنواع الخلايا الدموية ذات الوظائف غير التنفسية مثل كريات الدم البيضاء Leukocytes في الفقريات ودم الحشرات الذي يفتقر للوظيفة التنفسية كما يحتوي على العديد من أنواع الخلايا الدموية.

7- نقل الحرارة Heat transportation: يعمل الدم على نقل الحرارة من الأعضاء العميقة في الجسم إلى السطح لغرض تشتيته وهي عملية ضرورية للحيوانات الكبيرة التي تمتلك معدلات أيضية عالية.

8- انتقال القوة Transmission of force: يساعد الدم في الكثير من الحالات منها:-

a- حركة دودة الأرض.

b- كسر قشرة هيكل القشريات خلال عملية الانسلاخ Molting لغرض النمو.

c- حركة السيفون في النواعم ثنائية الصدفة Bivalve.

d- امتداد أرجل العناكب.

e- توفير القوة اللازمة لعملية الترشيح الفائق الدقة للأوعية الدموية الشعرية والكلية.

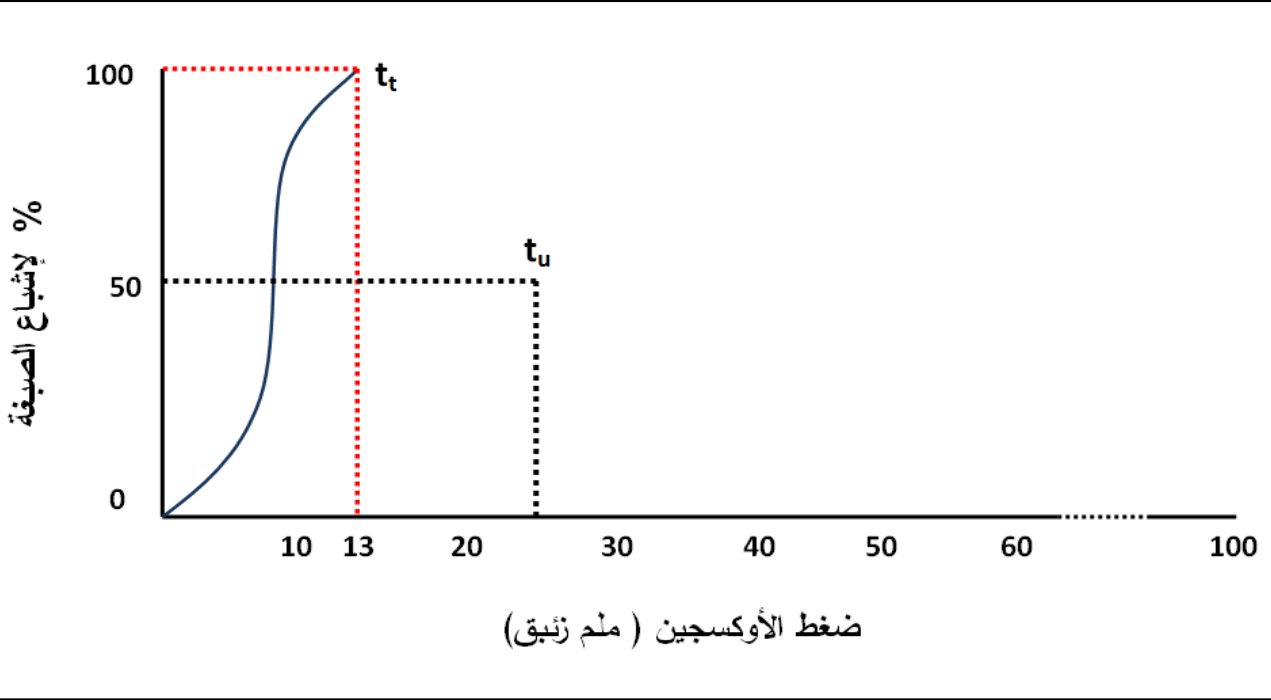
9- التخثر Coagulation : وهي صفة ملازمة للدم والسوائل اللمفاوية وهي صفة تعمل على حماية الدم من الفقد.

10- تنظيم الوسط الداخلي Milieu interior: يوفر الدم الوسط المناسب للخلايا حسب قيمة الأس الهيدروجيني (pH) والايونات والمواد المغذية وغيرها.

خصائص الصبغات التنفسية Properties of respiratory pigments:

منحنى التفكك للأوكسجين Oxygen dissociation curve :

عند تعريض محلول الصبغة التنفسية غير المؤكسجة تدريجياً إلى ضغط متزايد من غاز الأوكسجين فإن الصبغة سوف تمتص الغاز بسرعة في بادئ الأمر ولكن سرعة الامتصاص تقل بعد فترة زمنية إلى أن يصل إلى مستوى الإشباع الكامل 100%، إن هذه العلاقة بين ضغط الأوكسجين وامتصاصه بواسطة الصبغة التنفسية تشكل منحنى خاص يسمى منحنى التفكك للأوكسجين أو منحنى توازن الأوكسجين Oxygen equilibrium curve ، إن اصطلاح منحنى توازن الأوكسجين هو الأفضل استعمالاً وذلك لأنه يوضح كيفية اخذ الأوكسجين من قبل الصبغة الدموية أو عملية الارتباط بها، أما اصطلاح منحنى التفكك للأوكسجين يشير إلى الأوكسجين غير المحمول على الصبغة التنفسية.



شكل (2): منحنى توازن الأوكسجين للصبغة التنفسية في الحيوان اللاقري *Arenicola* وهو من الديدان الحلقية التي تكون فيها الصبغة التنفسية هي الهيموغلوبين.

حيث أن :-

t_u : هو قياس للقدرة غير المحمولة للصبغة وتؤخذ هذه كنقطة تساوي عندها كميات الصبغة المؤكسجة وغير المؤكسجة أي مستوى إشباع 50% .
 t_t : مستوى إشباع الصبغة مقداره 95% .

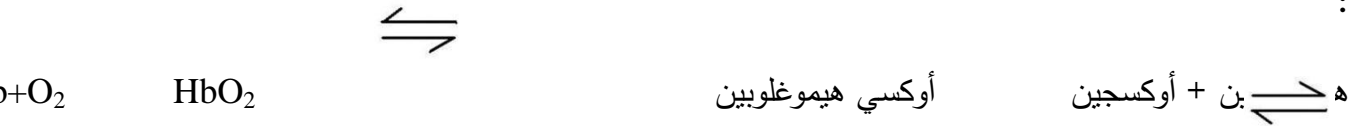
من الشكل السابق نلاحظ التالي:

- 1- إن منحنى توازن صبغة الهيموغلوبين لحيوان *Arenicola* يرتفع بسرعة ويصل إلى مستوى الإشباع 95% عندما يصل ضغط الأوكسجين 13 ملم زئبق (t_t).
- 2- عند مستوى t_u تتساوى كميات الصبغة المؤكسجة مع غير المؤكسجة (مستوى الإشباع للصبغة 50%).
- 3- إن صبغة الهيموغلوبين في حيوان *Arenicola* لها أهمية بالنسبة للحيوانات التي تعيش في بيئة ذات ضغط أوكسجين واطئ.

العوامل المؤثرة على منحنى تفكك الأوكسجين :

هنالك عدد من العوامل مثل الأس الهيدروجيني pH ، الايونات، الفوسفات العضوية والحرارة جميعها تؤثر على الأوكسجين المرتبط بالهيموغلوبين وبالنتيجة تؤثر على منحنى التفكك للأوكسجين.

يمكن توضيح عملية ارتباط الأوكسجين بصبغة الهيموغلوبين بالمعادلة الكيميائية والعكسية التالية



أولاً // تأثير درجة الحرارة على منحنى تفكك الأوكسجين:

إن زيادة درجة الحرارة تعمل على أضعاف الرابطة بين الهيموغلوبين والأوكسجين وتسبب زيادة في تفككها، فكلما ارتفعت درجة الحرارة زاد تحرر الأوكسجين من صبغة الهيموغلوبين وزاد ميل المنحنى إلى جهة اليمين. ولهذه الظاهرة أهمية فسلجية لان لها ارتباط بزيادة الأفعال الأيضية داخل الجسم (أو الحاجة إلى الأوكسجين) ولهذا نجد صبغة الهيموغلوبين جاهزة لتوصيل الأوكسجين عند درجات الحرارة العالية.

ثانياً // تأثير ثاني أوكسيد الكربون والأس الهيدروجيني (pH) على منحنى التفكك:

عامل آخر مهم ومؤثر على منحنى التفكك الأوكسجيني هو الأس الهيدروجيني لبلازما الدم. إن زيادة تركيز ثاني أوكسيد الكربون أو الأحماض الأخرى تعمل على خفض قيمة الأس الهيدروجيني لبلازما الدم مما يزيح منحنى تفكك الأوكسجين إلى جهة اليمين كما موضح في الشكل (3) ويطلق على هذا التغيير بتأثير بوهر Bohr effect.