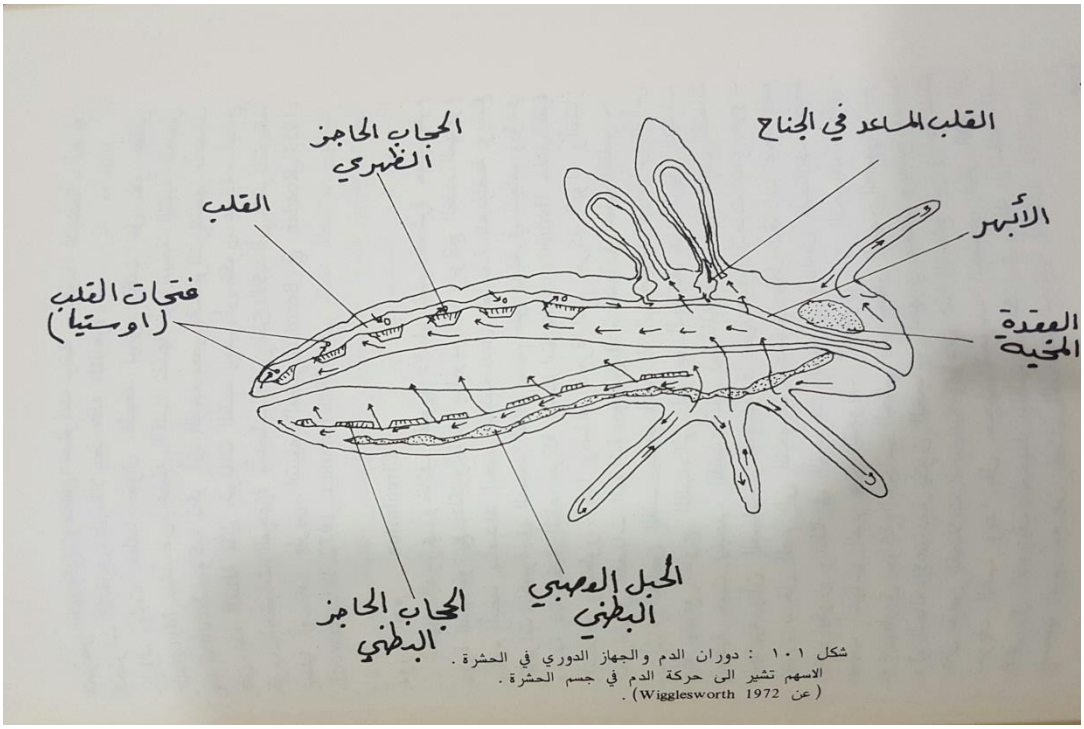
(المحاضرة الاثنا عشر)

4 : جهاز الـــــــــدوران Circulatory system

جهاز الدوران في الحشرات من النوع المفتوح ويتركب اساسا من الوعاء الدموي الظهري الذي هو عبارة عن انبوبة بسيطة تقع في المنطقة الوسطى للظهر تحت الصفيحة الظهرية لحلقات الجسم مباشرة ويمتد على طول الجسم .

ينقسم الوعاء الدموي الظهري الى جزئين جزء خلفي هو القلب وجزء امامي هو الابهر ومن متممات هذا الجهاز الحجاب الحاجز الظهري والحجاب الحاجز البطني والقلوب المساعدة المرتبطة بزوائد الجسم



شكل ١٠١ : دوران الدم والجهاز الدوري في الحشرة . الاسهم تشير الى حركة الدم في جسم الحشرة . (عن Wigglesworth 1972) .

تجـــاويف الجســـــــم Sinuses

ينقسم تجويف جسم الحشرة الى ثلاث تجاويف بواسطة حجابين حاجزين هما الحجاب الحاجز الظهري (العلوي) Dorsal diaphragm والحجاب الحاجز البطني (السفلي) Ventral diaphragm

يمتد الحجاب الحاجز الظهري (العلوي) فوق القناة الهضمية وتحت القلب مكونا تجويف فوق القلب يسمى التجويف المحيط بالقلب Pericardial sinus او التجويف الظهري او التجويف العلوي، اما الحجاب الحاجز البطني او السفلي يمتد فوق الحبل العصبي البطني واسفل القناة الهضمية فيتكون اسفله تجويف يدعى التجويف العصبي او البطني او السفلي Perineural sinus اما التجويف المركزي الذي يقع بين الحجابين الحاجزين فيعرف بالتجويف الحشوي او الوسطي Perivisceral sinus والذي يحوي الاحشاء الداخلية مثل الجهاز الهضمي والتناسلي والاخراجي .

لا يصل الحجابان الحاجزان الى نهاية جسم الحشرة من الامام ومن الخلف فيتركان فسحة امامية وخلفية ليسمحان بمرور الدم بين التجاويف الثلاثة

مما يتكون جهاز الـــــــدوران :

اولا: الوعاء الدموي الظهري The Dorsal vessel

وهذا يتكون من القلب والابهر والوعاء الدموي الظهري هو الوعاء الوحيد الذي يقوم بضخ الدم من المنطقة الخلفية الى المنطقة الامامية ويتكون من :

1. القلب Heart : هو الجزء الاول من الوعاء الدموي الظهري وهو عبارة عن انبوبة عضلية نابضة وغالبا ما يقع في منطقة البطن ابتداء من الحلقة الثانية الى نهاية البطن وقد يمتد الى حلقة الصدر الاول ويكون مقسم الى عدد من الغرف تسمى الحجرات Chambers (فالقليل من الحشرات يتكون القلب من قطعة واحدة اي غرفة واحدة) يختلف عددها باختلاف الحشرات كل غرفة تحتوي على فتحات جانبية تسمى بالفتحات الاذينية Ostia وهي عبارة عن شق يختلف عددها باختلاف الحشرات تمتد حافات هذه الفتحات الجانبية الى الداخل لتكون صمامات تمنع رجوع الدم الى تجويف الجسم عند انقباض القلب وفي حالة ارتخاء القلب (الانبساط) تنفصل هذه الصمامات عن بعضها ليسهل دحول الدم الى القلب ويتصل القلب بجدار الجسم الجانبي عن طريق ازواج من العضلات (العضلات الجناحية).

2. **الابهر Orta**

وهو الجزء الثاني والامامي من الوعاء الدموي الظهري ويكون على شكل انبوب غير مقسم الى غرف ويمتاز بعدم وجود الفتحتات الاذينية Ostia وان كان هذا التقسيم هو من الوجه المورفولوجية فقط اذا انه من الوجه الفسيولوجية فان الوعاء الظهري يعمل كوحدة واحدة. يقع الابهر في مقدمة الوعاء الدموي الظهري وقد يمتد في الحشرات مستقيمة الاجنحة الى ان يصل اسفل العقدة تحت المخية وفي بعض الحشرات الاخرى فان الابهر ينتهي في تجويف الجسم كما في بقة الردونياس وفي دودة الحرير تتسع نهاية الابهر ليكون على شكل كيس يقع في مقدمة المخ ويتشعب هذا الكيس الى اوعية تصب في الفكوك السفلى وقرون الاستشعار والعيون.

يمتد من الحلقة البطنية الاولى مرورا بالصدر ثم ينتهي بالراس خلف او تحت المخ مباشرة ويكون مزود بزوج من الصمامات تسمى Aortic valves .

ثانيا: الاعضاء النابضة القلوب المساعدة

بالإضافة الى وجود الوعاء الدموي الظهري فغالبا ما توجد تراكيب كيسية الشكل تساعد القلب في امداد الدم الى زوائد الجسم تعمل بشكل مستقل عن القلب .

ففي الصدر الاوسط والخلفي توجد قلوب مساعدة تقوم بأمداد الاجنحة بالدم وفي حشرات الصرصر الامريكي والجراد المهاجر مثلا هناك حوصلتان صغيرتان تدعى بـ Ampulla تقع تحت الترجة (الدرقة) تعطي الواحدة منها وعاء يمتد الى طرف قرن الاستشعار ، تتصل الجدران الداخلية لهاتين القابلتين بواسطة عضلة تسبب ارتخاء القابلتين وعندها يدخل الدم اليها عن طريق فتحة ذات صمام وان انقباض القابلة تسبب اندفاع الدم الى قرن الاستشعار . وتوجد في الحشرات وبالأخص في رتبة نصفية الاجنحة وعاء دموي مساعد ظهري يخترق الساق باتجاه مائل ويحيط جزئه العلوي عضلة فعند انقباض هذه العضلة يندفع الدم الى فراغ الجسم خلال صمام يمر بالفخذ والحرقفة وعند ارتخاء هذه العضلة يمر الدم في الناحية البطنية من تجويف الجسم .

الـــــــــــــــدم Blood or Haemolymph

الدم او الهيموليمف عبارة عن سائل رائق عديم اللون وغالبا ما يصطبغ بالصبغة الخضراء او الصفراء وليس للدم علاقة بنقل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكاربون باستثناء بعض حشرات Chironomids التي يحتوي دمها على الهيموكلوبين .

تنحصر المميزات المهمة لدم الحشرات بالنقاط التالية:-

1. قابليته على احلال المؤثرات التنافذية غير العضوية (غالبا ما تكون الصوديوم والكلور) بالمواد العضوية.

2. تمتاز كثير من الرتب بقابلية الدم على تصنيع الايونات الموجبة .

3. التريهالوز احد مكونات الدم الاساسية.

4. وجود الفوسفات العضوية والانزيمات المختلفة.

ويختلف حجم الدم كثيرا باختلاف العمر والطور وعلى العموم فان حجم الدم يزداد كلما زاد وزن الجسم الجاف يقوم الدم بتجهيز الماء الى الانسجة فعند تغذية الجراد على غذاء جاف فان ذلك يسبب انخفاض حجم الدم وبذا فان المحتوى المائي للخلية لا يتغير . وتمتاز الحشرات على قدرتها بتنظيم الضغط التنافذي للدم فمثلا خلال فترة ازالة الماء فان حجم الدم ينقص ولكن يبقى الضغط التنافذي فيه ثابتا ويعود هذا الى استمرارية انخفاض تركيز المواد المذابة ويحدث العكس عند اعادة الماء ، وخلال فترة الاستحالة في دودة الحرير فان الضغط التنافذي للدم غالبا ما يبقى ثابتا وبالعكس فان الضغط التنافذي لدم دودة الشمع ينخفض بشدة قبل انسلاخ العذراء وخلال

فترى حياة العذراء ويزداد الضغط التنافذي في وقت انسلاخ البالغة وفي بعض الحشرات يلاحظ ارتفاع ضغط الدم التنافذي خلال فترة السبات الشتوي وسبب ذلك تراكم مادة الكليسيرول .

تركيب الـــــــــــــــدم :

1. **الماء** : وهو المكون الاساسي لفراغ الجسم ويكون بنسبة 84-92 % من الوزن الكلي للجسم .

2. **البروتين** : تختلف نسبة البروتين في الدم باختلاف انواع الحشرات فتكون نسبته في يرقات نحل العسل 6.6% من الدم ويتكون من المركبين الاساسيين الكلوبيلين والالبومين بينما في معظم الحشرات تكون نسبة البروتين حوالي 5% وفي بعض الحشرات غمدية الاجنحة فان نسبته 2.6% - 3.3% وفي الحشرات العصوية تصل الى 1% . يعود هذا الانخفاض الى استهلاك هذه المادة في تكوين اعضاء الحشرة البالغة وتوجد اختلافات كمية ونوعية ما بين بروتين الذكر والانثى فقد تم الكشف عن نوع من البروتين في الاناث البالغة ويظهر هذا البروتين اولا في طور قبل العذراء ويوجد ايضا في الذكر ولكن بتركيز جزء واحد بالذكر الى 1000 جزء في الانثى ويسمى هذا النوع ببروتين الانثى .

3. **الانزيمات** : يوجد بالدم عدد من الانزيمات بنسب عالية وتكون فعالية بعضها مقاربة الى فعالية الانزيمات الموجودة في الانسجة . ان اهمية الانزيمات المحللة للبروتين والكايتين اثناء فترة الانسلاخ والتشكل هي في

تحليل الانسجة وانزيم تريهاليز الدم يعمل على تحليل سكر تريهالوز الدم في كل انسلاخ الى سكر احادي كلوكوز.

4. **الاحماض الامينية** : يمتاز دم الحشرات عن دم الحيوانات الاخرى باحتوائه على تراكيز عالية من الاحماض الامينية مع وجود اختلافات كمية ونوعية كبيرة باختلاف نوع وطور وغذاء الحشرة . ان مصدر هذه الاحماض اما ان تكون من مصدر غذائي او تتمثل داخل جسم الحشرة نفسها ويمتاز دم الحشرات غير المجنحة على العموم بوجود عدد قليل من الاحماض الامينية اما دم غالبية الحشرات فيحتوي على تراكيز عالية من الاحماض الامينية.

5. **الدهن** : يوجد الدهن في الدم على هيئة حبيبات دهنية صغيرة ، في الصرصر الامريكي تتكون كميات كبيرة من الدهن في الدم بعد 14 – 19 ساعة من تغذية الصرصر على وجبة غذاء غنية بالدهن وتزداد كمية الدهن في الدم اثناء طور الاستحالة في الحشرات.

6. **الكاربوهيدرات** : توجد كميات كبيرة من الكاربوهيدرات في دم الحشرات متحدة مع البروتين مكونة Glycoprotein . وينحصر وجود تراكيز عالية من السكريات الاحادية والثنائية المختزلة في بعض حشرات غمدية الاجنحة وثنائية الاجنحة وذلك لحاجتها اثناء الطيران .

7. **المواد الغير عضوية** : وتشمل :

أ . **الايونات السالبة** : الكلور هو الايون السالب الاكثر شيوعا في دم الحشرات فيكون تركيزه عالي في الحشرات غير المجنحة والحشرات ذوات الاستحالة التدريجية .

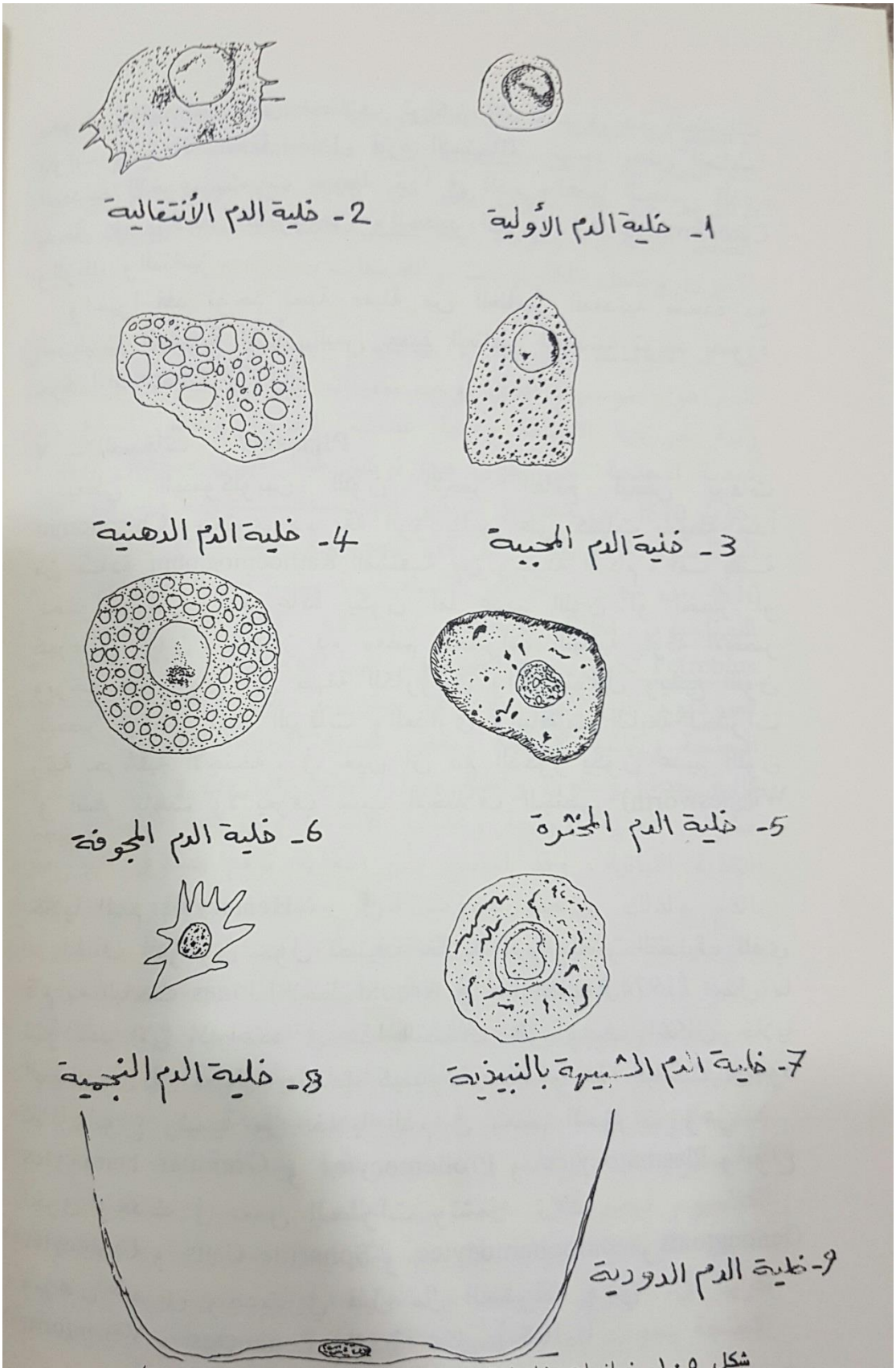
ب. **الايونات الموجبة**: الايون الموجب والشائع وجوده في الدم هو الصوديوم الذي يوجد بكميات كبيرة باستثناء دم حشرات رتبة حرشفية الاجنحة ورتبة غشائية الاجنحة وبعض انواع رتبة غمدية الاجنحة الذي يكون فيها تركيز هذا الايون منخفض نسبيا اذ يكون 10 % من مجموع التركيز التنافذي

8. **الصبغات** : يعطي الهيموكلوبين اللون الاحمر الفاتح لبعض يرقات Chironomid ويحتوي دم بقة الروديناس على كميات بسيطة جدا من مادة الكاثوموكلوبين المشتقة من وجبة الدم اما بقية الحشرات فان الدم عادة يكون اما عديم اللون او اخضر او كهرماني اللون.

انـــــــــواع خلايـا الـــدم :

1. خلايا الدم الاولية
2. خلايا الدم الانتقالية
3. خلايا الدم المحببة
4. خلايا الدم الدهنية
5. خلايا الدم المخثرة
6. خلايا الدم المجوفة
7. خلايا الدم الشبيهة بالنبيذية
8. الخلايا النجمية

9. الخلايا الدودية



وظائف خلايا الدم:

1. ابتلاع الاجسام الغريبة
2. التغليف (تكوين الكبسولات)
3. القيام بالعمليات الحيوية
4. عملية التخثر