الفصل الثاني

الجهاز الهضمي والتغذية

اولا : الجهاز الهضمي The digestive system

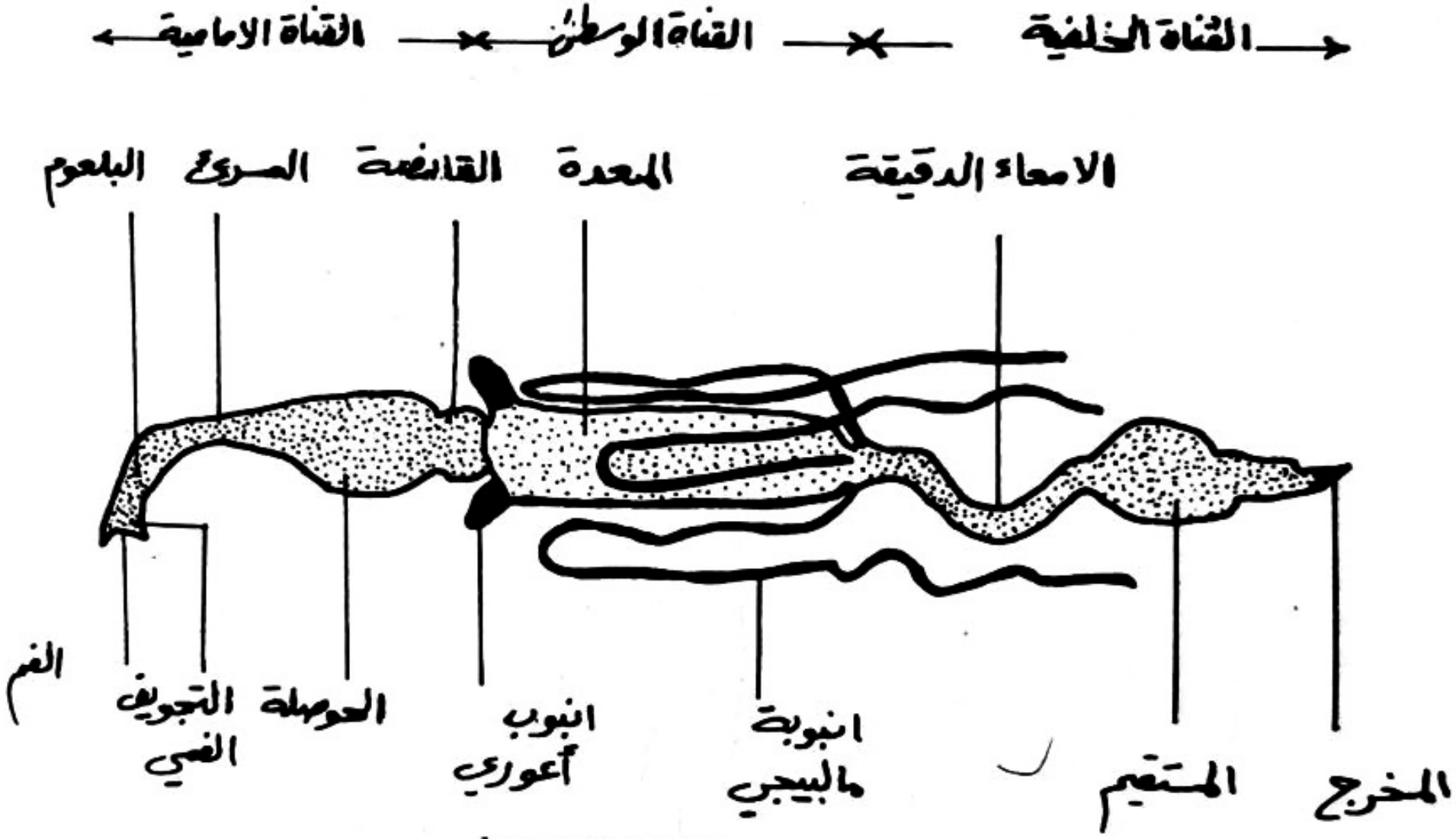
القناة الهضمية : The Alimentary Canal

تتألف القناة الهضمية من ثلاث مناطق هي : ـ القناة الامامية Foregut والقناة الوسطى Midgut والقناة الخلفية Hindgut شكل (12).

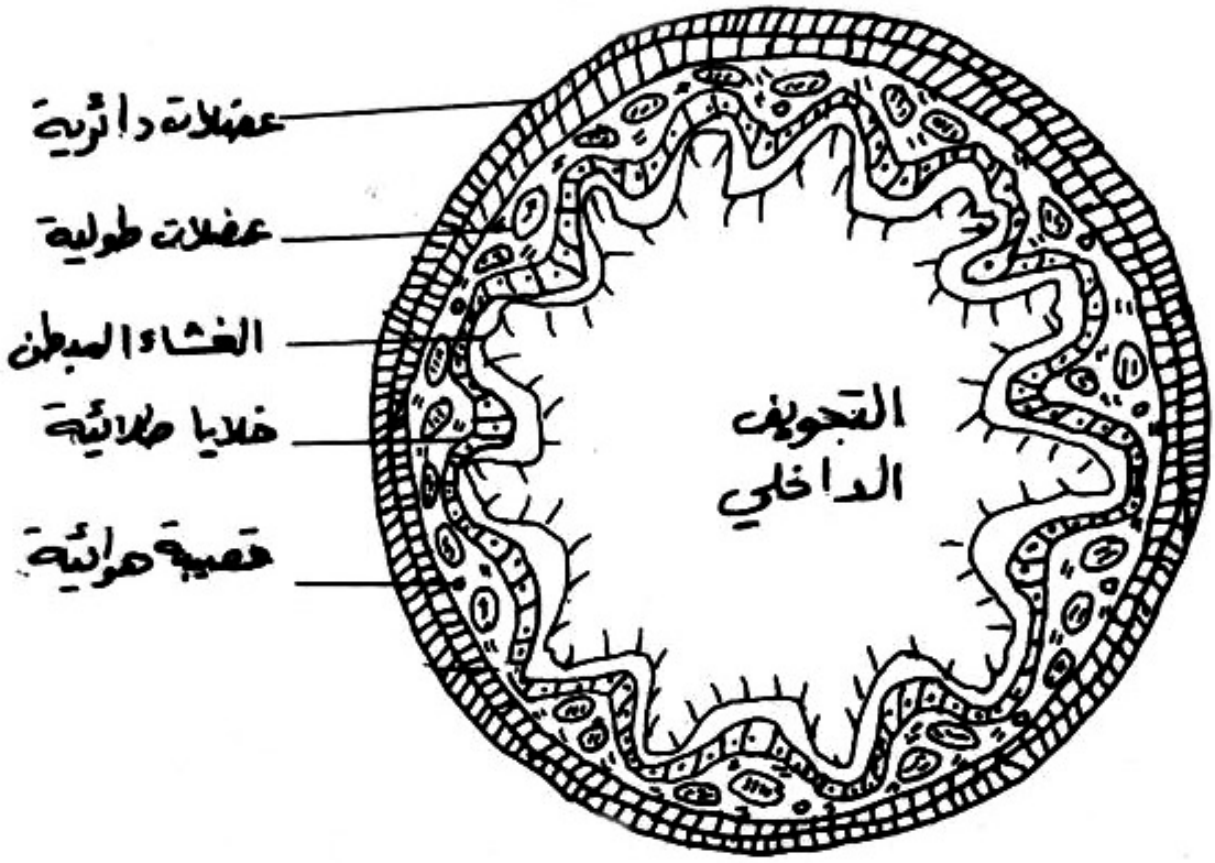
القناة الهضمية الامامية : Foregut او Stomodeum

تبدأ بالتجويف الفمي Buccal cavity الذي لا يعتبر جزء من القناة الامامية اذ انه يمثل المنطقة التي تقع قبل الجزء الاول من القناة الامامية وهو البلعوم Pharynx ، وقد يتحور البلعوم الى مضخة لسحب السوائل كما في حشرات حرشفية الاجنحة وغشائية الاجنحة او لدفع المواد الغذائية كما في الحشرات القارضة ، يلي البلعوم انبوبة اسطوانية تسمى المرىء Oesophagus يلي ذلك جزء منتفخ يستخدم لخزن الغذاء يعرف بالحوصلة Crop تشغل الحوصلة الجزء الاكبر من القناة الامامية . تؤدي الحوصلة الى القانصة Proventriculus التي تكون كاملة التكوين في بعض الحشرات مثل الحشرات القارضة وتمتاز القانصة في هذه الحشرات بان الجدار الداخلي يكون صلب وسميك وتبرز منه اسنان كايتينية تستخدم في طحن الغذاء ، وقد ينعدم وجود القانصة في بعض الحشرات او تظهر على شكل صمام بسيط كما في الحشرات التي تتغذى على السوائل . وفي منطقة اتصال القناة الامامية بالقناة الوسطى يوجد الصمام القلبي او المريئي Cardiac or Oesopnageal valve الذي يظهر على شكل انبوبة داخلية وظيفته منع او الاقلال من رجوع الغذاء من القناة الوسطى الى القناة الامامية (شكل 14 , 15) .

اما من الناحية الهستولوجية فتوجد مجموعة من العضلات الدائرية Circular muscles التي تحيط بالقناة الامامية من الخارج تليها

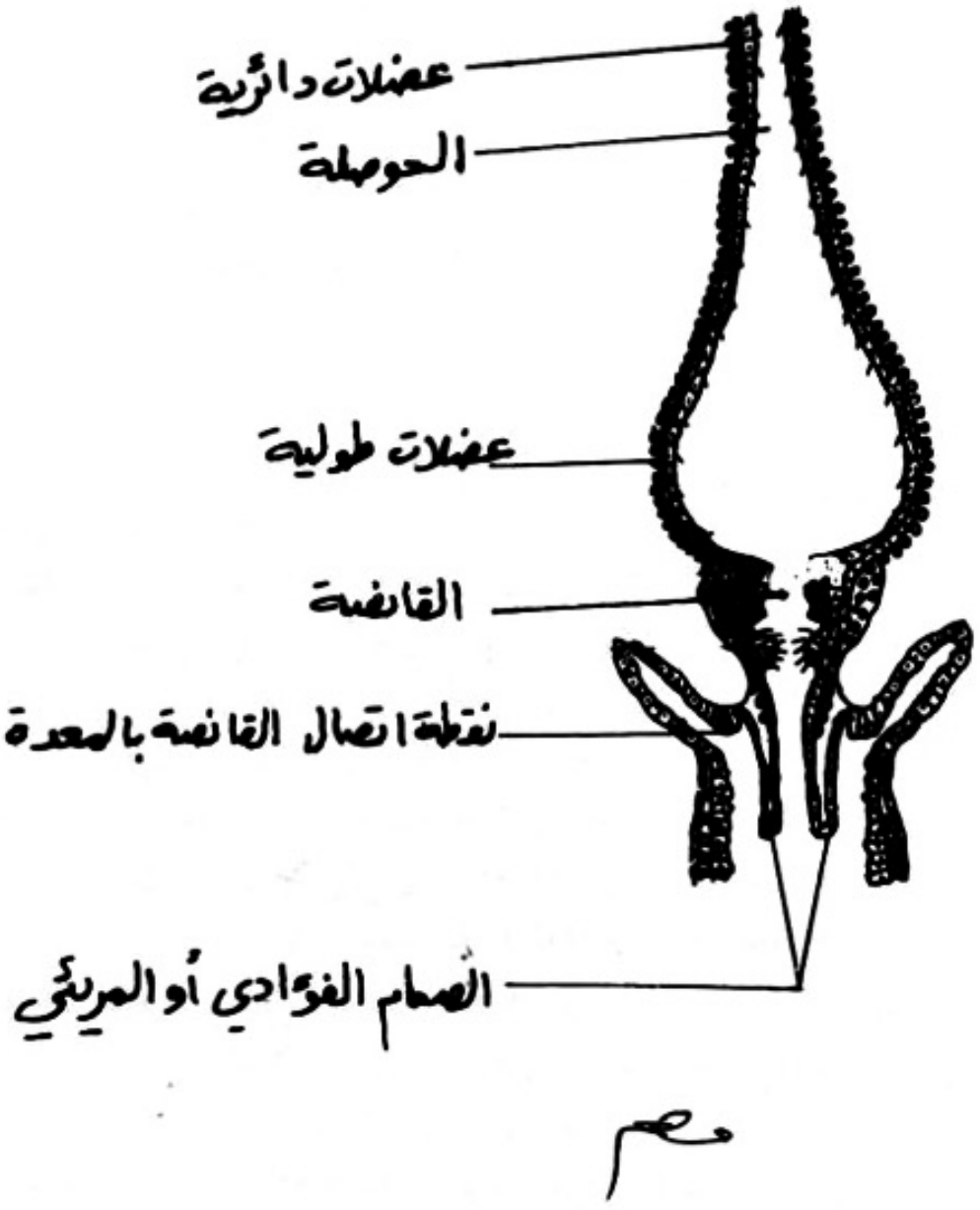


شكل ١٢ : تركيب القناة الهضمية النموذجية
(عن Snodgrass 1935) .



شكل ١٣ : مقطع عرضي في الحوصلة
(عن Snodgrass 1935) .

شكل ١٤ : مقطع عرضي في القانصة
(عن Snodgrass 1935) .



شكل ١٥ : مقطع في الحوصلة والقانصة والصمام الفؤادي أو المريئي في الصرصر الشرقي (عن Snodgrass 1935).

مجموعة من العضلات الطولية Longitiudinal muscles وقد تنغمر العضلات الطولية في الخلايا الطلائية او العضلات الدائرية ، ويلي ذلك الغشاء القاعدي Basement membrane الذي يحيط بطبقة من الخلايا الطلائية المتجاورة Epithelial layer وتفرز الاخيرة طبقة كيوتكلية تبطن الطبقة الطلائية تسمى Intima ، وفي الوسط يوجد تجويف داخلي Lumen يحتوي على كتل غذائية (شكل 13-14) . ولا يتم الهضم في القناة الامامية الا اذا انتقلت اليها انزيمات من المعدة او الغدد اللعابية(Chapman, 1972 Wigglesworth, 1935 Snodgrass 1978 ، رزق 1980).

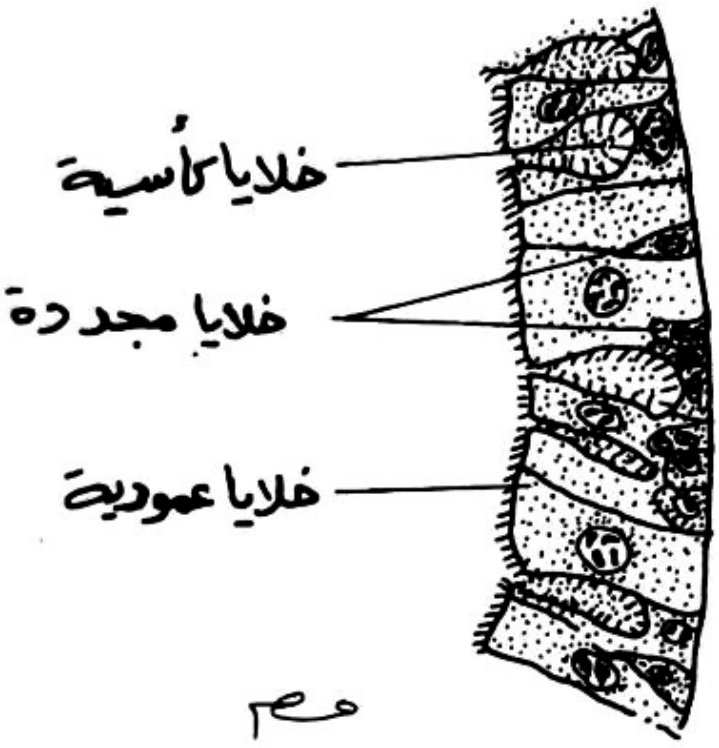
القناة الهضمية الوسطى : Midgut او Mesenteron

ويطلق عليها المعدة Stomach or Ventriculus وتختلف عن القناة الامامية بحجمها الكبير وبعدم وجود الطبقة الكايتينية . وتكون المعدة انبوبية الشكل ، وقد تنقسم احيانا الى اجزاء متميزة فتتكون من ثلاث او اربعة مناطق ، وتتصل بالمنطقة الرابعة انابيب اعورية Gastric caeca . اما من الناحية الهستولوجية فإن المعدة تتركب ابتداءاً من الخارج من مجموعة من العضلات الطولية يليها مجموعة من العضلات الدائرية يلي ذلك طبقة من الخلايا الطلائية التي تتميز الى خلايا عموديا او اسطوانية Columnar or cylinder والى خلايا مجددة تسمى Regenerative cells توجد اما فردية مبعثرة او على شكل مجاميع Nidi تحت الخلايا الطلائية وظيفتها هي تعويض الخلايا الطلائية المستهلكة بخلايا جديدة .

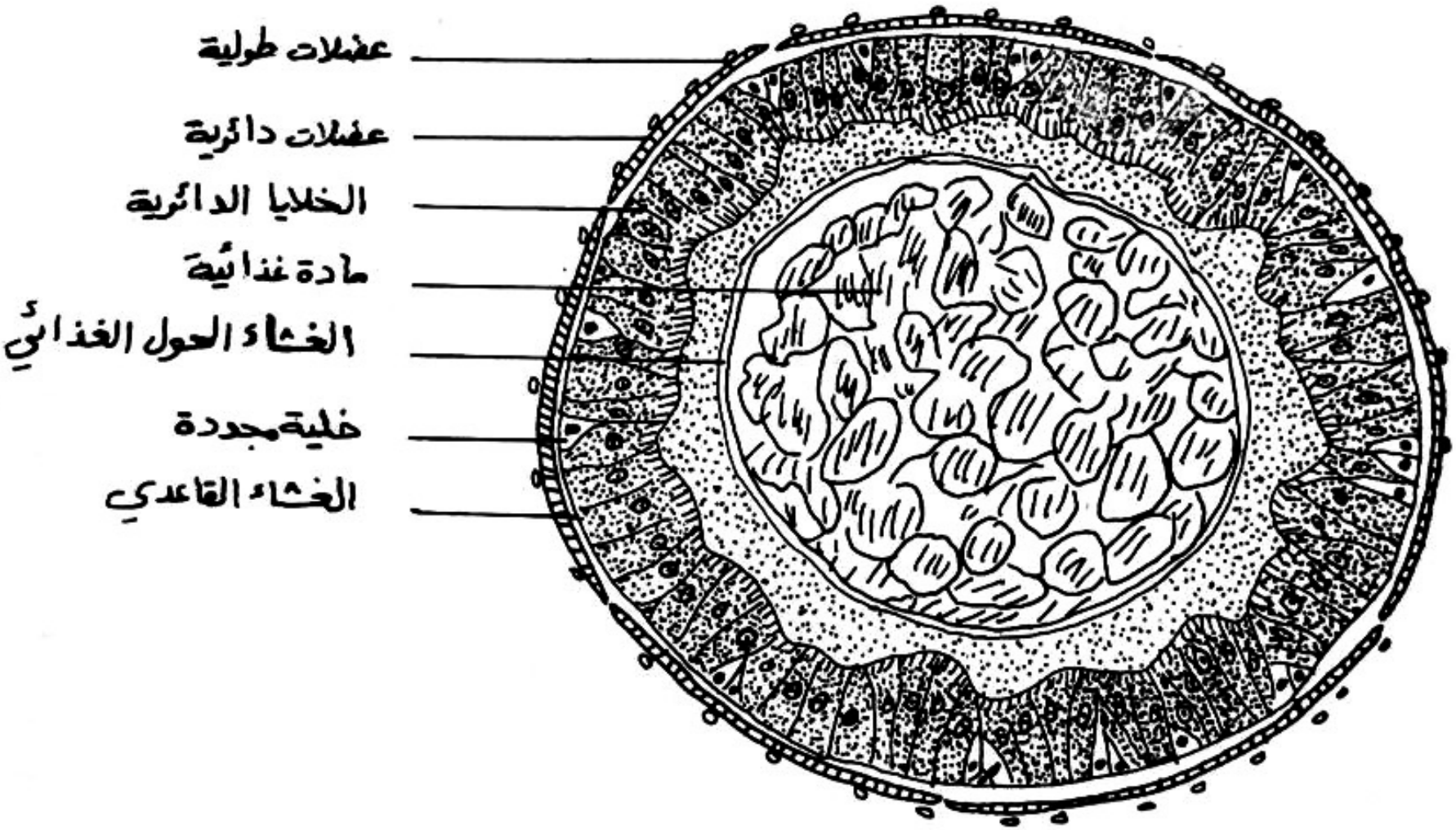
وتفرز الخلايا الطلائية غشاء يحيط بالغذاء يسمى الغشاء حول الغذاء Peritrophic membrane ويتركب من مادة كايتينية تسمح بنفاذ نواتج الهضم والانزيمات الهضمية الآتية من الخلايا الطلائية شكل 17.

الانابيب الاعورية (المعدية) : ـ Gastric caeca (Diverticula)

الانابيب الاعورية عبارة عن اكياس او زوائد مغلقة من طرفها البعيد ، وتقع عادة في مقدمة المعدة . يتراوح عددها من 2 الى 6 زوائد وقد تصل الى 8 كما في يرقات البعوض او الى عدد كبير كما في عائلة Scarabaidae . لقد اشار الباحث Glasgow في (Snodgrass 1935) ان



شكل ١٦ : يوضح الخلايا الطلائية والقناة الهضمية الوسطى ليرقة Vanessa
(عن Henson في Wigglesworth 1972) .



شكل ١٧ : مقطع عرضي في القناة الوسطى (المعدة)
(عن Snodgrass 1935) .

هذه الزوائد تكون بارزة في معدة رتبية حشرات غير متجانسة الاجنحة Heteropteta وأشار بوجود نوعان من هذه الزوائد، النوع الاول تكون قصيرة ومتجانسة بالحجم ومرتبة على هيئة 2-4 صفوف، اما النوع الثاني فيمتاز بوجود عدد قليل من الزوائد التي تكون طويلة وغير متجانسة الطول وموزعة على شكل غير منتظم (شكل 18).

تمتلأ الانابيب الاعورية في هذه الرتبية بالبكتريا وأن هذه الظاهرة صفة موروثة اذ تظهر هذه الاحياء المجهرية مبكرا في القناة المضمية الجنينية. واضاف Glasgow بأن هذه الزوائد تكون مكانا ملائما لتكاثر البكتريا التي لها دوراً في عملية الهضم والامتصاص بالاضافة لذلك فلها دورا بارزا في زيادة المساحة السطحية للمعدة.

القناة الخلفية : Hindgut or Proctodeum

تتركب نسيجا من نفس طبقات القناة الامامية. تتحدد بداية القناة الخلفية بالصمام البوابي (Pyloric valve) ويكون هذا الصمام واضحا جدا كما في حشرات رتبة غمدية الاجنحة ويرقات حرشفية الاجنحة.

تتكون القناة الخلفية من ثلاث مناطق اولها الامعاء الدقيقة ileum وهي عبارة عن انبوبة ضيقة يوجد في مقدمتها صمام ينظم مرور الغذاء المهضوم من القناة الوسطى الى القناة الخلفية وعند منطقة اتصال القناة الدقيقة بالقناة الوسطى توجد مجموعة من الانابيب تسمى انابيب مالبيجي Malpighian tubules ويلي الامعاء الدقيقة القولون (colon) او ما يسمى بالامعاء الغليظة، والجزء الاخير هو المستقيم Rectum الذي يفتح للخارج بفتحة الشرج Anus. يوجد في معظم الحشرات نتؤات داخلية في منطقة المستقيم تسمى بحلمات المستقيم Rectal papillae وفي بعض الحشرات كما في رتبتي غمدية الاجنحة وحرشفية الاجنحة، توجد قرب فتحة الشرج غدد شرجية (Anal glands) وظيفتها افراز المواد اللاسعة او مواد ذات رائحة كريهة تستعمل كوسيلة دفاعية (snod grass, 1935 wigglesworth, 1972 ,رزق 1980)

الغدد اللعابية :: ـ Salivary glands (شكل 19 :أ)

تعتبر الغدد اللعابية من ملحقات القناة المضمية، وغالبا ما تقع في منطقة الصدر ممتدة على جانبي القناة المضمية الامامية، ويختلف تركيب

هذه الغدد باختلاف انواع الحشرات (chapman 1978). تسمى الغدد اللعابية بغدد الشفة السفلى Labial glands عندما تصب محتوياتها قرب الشفة السفلى، ويوجد هذا النوع من الغدد في معظم الحشرات والتي تكون عنقودية الشكل. تقوم الغدد الشفوية أساسا بافراز اللعاب لترطيب الفم ولهذا يطلق عليها في بعض المصادر بالغدد اللعابية لانها مصدر اللعاب (Wigglesworth 1972). يحتوي اللعاب على الانزيمات ويعتمد نوع الانزيم الموجود على نوع الغذاء، فإن الانزيمات الشائعة هي أنزيمات الاميليز والانفرتيز، وفي بعض الحشرات كالحشرات المتطفلة والمفترسة يوجد في لعاب الغدد الشفوية انزيمي البروتيز والليبيز حيث تقوم تلك الحشرات بحقن العائل بهذه الانزيمات قبل ابتداء التغذية. في حشرات المن تقوم غدد الشفة السفلى بافراز انزيم Pectinase المسؤول عن تحليل مادة البكتين الموجودة في جدران الخلايا النباتية، وفي الحشرات الماصة للدماء فإن اللعاب المفرز من الغدد الشفوية يحتوي على بعض المواد التي تمنع تخثر الدم Anti cougulants. ومن الوظائف الاخرى لغدد الشفة السفلى هو انتاج مادة الحرير كما في يرقات حرشفية الاجنحة وخيطية الاجنحة.

تسمى الغدد اللعابية بغدد الفكوك العليا Mandibular glands عندما تصب محتوياتها قرب الفكوك العليا، ويوجد هذا النوع في الحشرات غير المجنحة وفي رتب حشرات متساوية الاجنحة وغمدية الاجنحة وغشائية الاجنحة، وغالبا مايكون شكلها على هيئة كيس يقع في منطقة الرأس. تعمل هذه الغدد في ملكة نحل العسل بافراز الفرمونات التي تتحكم بالتركيب الاجتماعي للمستعمرة، وفي الشغالات فإنها تعمل على افراز اللعاب الذي يطري شرنقة العذراء لمساعدة الحشرة البالغة على الخروج من شرنقتها، وتسمى الغدد اللعابية بالغدد البلعومية Pharynge glands عندما تصب محتوياتها قرب البلعوم، ويوجد هذا النوع من الغدد في رتبة غشائية الاجنحة وبالاخص في شغالة نحل العسل التي تقوم بانتاج الغذاء الملكي Royal jelly وافراز انزيم الانفرتيز.

وقد تسمى بغدد الفكوك السفلى (Maxillary glands) كما هو الحال في رتبة غير متجانسة الاجنحة (Heteroptera) التي تقوم

بافراز مادة سامة تعمل على قتل الفريسة 1972 Snodgrass
1978 Chapman, 1974 Rockstein في House, 1935 Wigglesworth
، رزق 1980).

تقسم القناة الهضمية من الناحية الفسيولوجية الى خمسة مناطق وذلك حسب الوظائف التي تقوم فيها كل منطقة وهي: -

1 - منطقة الاستقبال : Region of reception

وتشمل الفم والتجويف الفمي والبلعوم والغدد اللعابية، اذ تقوم هذه المنطقة باستقبال الغذاء .

2 - منطقة التوصيل والخزن :

Region of conduction and Storage

تتكون من المريء الذي يقود الغذاء الى مكان الهضم، وفي بعض الحشرات تتضخم انبوبة المريء لتكوين الحوصلة التي تعتبر الجزء الرئيسي من هذه المنطقة .

فبالاضافة الى وظيفة الحوصلة بخزن الغذاء غير المهضوم فإنها تقوم بوظيفة الهضم الجزئي او الهضم الكلي حيث تحصل على الانزيمات اما من الغدد اللعابية او من القناة الوسطى كما في عائلة الجراد ورتب الحشرات القمل القارض ومستقيمة الاجنحة وغمدية الاجنحة (House في Rockstein 1974).

3 - منطقة السحق والهضم : Region of internal trituration and digestion

تتكون هذه المنطقة من المعدة والقانصة، فالقانصة في بعض الحشرات كما في رتبة غمدية الاجنحة لها وظيفة واحدة اذ تعتبر كصمام يسمح للسوائل بالمرور الى القناة الوسطى ويمنع دخول القطع الغذائية الصلبة غير المهضومة، وفي نحل العسل فإنها تؤدي وظيفة الصمام او الغربال حيث تفصل حبوب اللقاح عن الرحيق، وفي الحشرات القارضة تعمل على تفتيت الاجزاء الكبيرة من الغذاء . في غالبية الحشرات تقسم المعدة الى عدة مناطق تبعا لوظيفة كل منطقة او حسب اختلاف الحموضة او وفقا للانزيمات التي تفرز من

كل منطقة ، ففي بعض حشرات رتبة غير متجانسة الاجنحة Heteroptera تتكون المعدة من اربعة مناطق الرابعة منها تتميز بوجود عدد كبير من الانابيب الا عورية التي تقوم بوظيفة الهضم والامتصاص ، اما المنطقة الاولى فتعمل على هضم السكريات القليلة Oligosaccharide .

ويتم امتصاص الفركتوز في المنطقة الثانية بينما يمتص الكلوكوز في الثالثة .

تعتبر المعدة منطقة الافراز الرئيسية في القناة الهضمية ، حيث تمتاز خلاياها الطلائية بشكلها العمودي ووجود انطواءات وتجاويف كثيرة تزيد من مساحة الافراز والامتصاص ، وبصورة عامة فإن الخلايا الطلائية الكبيرة تكون هضمية اما الخلايا المعرضة لتجويف المعدة والتي تمتاز بحوافها المخططة Striated border فلها دور بافراز الانزيمات الهضمية وفي عمليات الامتصاص . ففي معدة يرقات حرشفية الاجنحة مثلا يوجد نوعان من الخلايا الهضمية هي خلايا عمودية وخلايا كاسية فيعزىء للخلايا العمودية وظيفة الامتصاص ، أما الخلايا الكاسية فوظيفتها افرازية (شكل 16) .

وقد وجد أن وظيفة الخلايا الكاسية في يرقات عث الملابس Tineole هي خزن واخراج المعادن والاصباغ ، اما في الصرصر Blattela فإن عمليتي الافراز والامتصاص تحدث في نفس الخلايا وبنفس الوقت ، وتشذ هذه الحالة عن القاعدة العامة والمقبولة والتي تشير الى ان الخلايا الطلائية تقوم بالامتصاص اولا ثم الافراز ثانيا .

4 ـ منطقة الامتصاص : Region of Absorption

وتشمل هذه المنطقة القناة الوسطى والقناة الخلفية ، وقد تتداخل هذه المنطقة مع منطقة الهضم ويعتمد هذا التداخل على نوع الحشرة وعلى نوع المادة الممتصة . هناك معلومات ضئيلة تشير الى دور الاجزاء المختلفة من القناة الهضمية بعملية الامتصاص ، فقد تشترك القناة الوسطى والخلفية في عملية الامتصاص كما في الجراد الصحراوي حيث تقوم القناتين الوسطى والخلفية بأمتصاص الكلوكوز وبعض الاحماض الامينية والكليسيرولات ـ الثلاثية Triglycerides ، وفي الصرصر الامريكي يتم امتصاص الكلوكوز عن

طريق القناة الوسطى وبالاخص في الانابيب الاعورية . وقد يحدث الامتصاص احيانا في مناطق اخرى من المعدة ويعتمد هذا على نوع المادة الممتصة ، فبعض الايونات تمتص بواسطة القناة الخلفية اضافة الى امتصاصها عن طريق القناة الوسطى ، فمثلا تمتاز القناة الخلفية في دودة الحرير بأنها اكثر نشاطا من بقية الاجزاء بامتصاص الفسفور بينما تمتاز حلم المستقيم في نحل العسل بأمتصاصها كلوريد الصوديوم والمواد الدهنية .

5 - منطقة التوصيل وتكوين البراز :

Region of conduction and Formation of feces

تعتبر القناة الخلفية المنطقة الرئيسية التي يتم فيها تفريغ البراز وتوصيله للخارج ، ولو ان هناك حالات شاذة حيث تقوم الخلايا الطلائية في المعدة الوسطى لبقة الرودنياس بامتصاص الهيموكلوبين الذي يتحلل داخل الخلايا الطلائية الى مادة اخراجية هي Biliverdin وتلعب خلايا القناة الوسطى الطلائية لهذه الحشرة ايضا دورا هاما في اخراج الكالسيوم وفوسفات الكالسيوم . ولبعض يرقات حرشفية الاجنحة القابلية على اخراج حامض اليوريك عن طريق الخلايا الطلائية للقناة الوسطى .

فسيولوجيا الهضم والامتصاص

Physiology of digestion and Absorption

من الوظائف الرئيسية للقناة الهضمية هي : -

1 - حركة الغذاء : Movement of food

يتحرك الغذاء على طول القناة الهضمية بتأثير التقلصات اللارادية لجدران القناة الهضمية فقد وجد في حوصلة أحد أنواع الصراصر ثلاثة أنواع من الحركة ، للنوع الاول عبارة عن تقلصات لاأرادية تحدث في جدران الحوصلة والنوع الثاني هي حركة بندولية أما الحركة الثالثة فتحدث في الجزء الخلفي من الحوصلة عن طريق تقلصات لاأرادية غير متزامنة مع الحركتين السابقتين . اما حركة الحوصلة والقانصة والقناة الوسطى في سوسة الحبوب Sitophilus

فتنتظم في دورة منتظمة ، فعند تقلص القانصة تمتلأ الحوصلة وعند اكتمال طراوة الغذاء في الحوصلة ترتخي القانصة والمعدة . وتتقلص الحوصلة لتدفع الغذاء الى القناة الوسطى يلي ذلك رجوع الحوصلة الى حالة الارتخاء . اما في الذبابة Phormia فأن الغذاء يندفع الى حد الحوصلة وذلك عن طريق التقلصات اللارادية لجدران الحوصلة ، يلي ذلك حدوث تقلصات في المريء ليقوم بنقل الغذاء الى المعدة عن طريق صمام القانصة .

وفي بعض الحشرات البالغة من رتبة غمدية الاجنحة وجدت حركات تقلصية لأرادية في الامعاء الدقيقة والمستقيم بالاضافة الى حركات بندولية في منطقة اتصال القناة الامامية بالقناة الوسطى .

ولقد قيست عدد التقلصات في القناة الهضمية ليرقات الانوفليس فكانت 1-30 موجه / الثانية في المريء و 60 موجة / الدقيقة في الانابيب الا عورية ، بينما في المعدة فتراوحت 70 بالدقيقة وتقل عن هذا الرقم في وسط المعدة . اما الموجات البندولية فغالبا ماكانت متقاربة في جميع هذه الاجزاء فتراوحت 105 لكل دقيقة أما معدل موجات الامعاء الدقيقة 330 بالدقيقة .

وسيطر على أغلب الحركات عضلات ، ولو أن هناك حركة ذاتية تقع ضمن كل منطقة وبذا فإن الغذاء يسحب الى كل منطقة ويتوزع ضمنها ومن ثم يخرج بصورة منتظمة . ان المعدل الزمني لخروج الغذاء من القناة الوسطى في بعوضة Aedes يتعلق بمعدل امتصاص المواد المهضومة ، فتزداد حركة الغذاء في الحشرات بتأثير الجوع والتهيج والنشاط العضلي بينما تقل الحركة عند معاملة الحشرات بالسموم والكيمياويات والاشعاع . ولم يلاحظ وجود اختلافات في معدل حركة الغذاء بأختلاف العمر والجنس في الصرصر الامريكي .

والجدول التالي يبين الوقت اللازم لمزور الغذاء عبر القناة الهضمية لبعض الحشرات : ـ

الحشرة		الوقت / ساعة
1 ـ يرقات	Prodenia eridania	2 - 7.5
2 ـ بالغات	Drosophila melanogaster	4-5
3 ـ اناث بالغة	Aedes aegypti	28-32
4 ـ بالغات	Drosophila koenigii	13-17
5 ـ بالغات	Aulacophora foveicollis	1.25

وقد تتحرك المواد الغذائية او تعاد حركتها للخلف والامام وخاصة مابين المعدة من جهة والحوصلة والقانصة من جهة اخرى. فلبعض الحشرات القابلية بتمييز المواد الغذائية المختلفة، ففي رتبة متشابهة الاجنحة التي تمتلك غرفة الترشيح تسمح للماء الزائد والكاربوهيدرات الذائبة بالدوران حول المعدة ومن ثم التخلص منها، أما البروتين والدهن فيبقى بالمعدة للهضم والامتصاص. وحشرات نحل العسل تسمح بمرور المواد البروتينية الى المعدة لهضمها وتمنع محلول السكر بالمرور الى المعدة. وفي انواع كثيرة من رتبة ثنائية الاجنحة الماصة للدماء فإن الغذاء البروتيني يندفع مباشرة الى المعدة، اما المحاليل السكرية فتخزن في الحوصلة. ويمكن لبعوضة الانوفليس بالكشف عن السكروز والربنوز والرافينوز وليس اللاكتوز عند مزجها بالدم عن طريق الاعضاء الحسية الموجودة بالشفى العليا.

٢ ـ الانزيمات الهاضمة : Digestive Enzymes

توجد الانزيمات الهاضمة في اللعاب وفي القناة الوسطى، وفي بعض الحالات تقوم الاحياء الدقيقة (Micro-organism) الموجودة في القناة الهضمية بأفراز بعض الانزيمات الخاصة بهضم مواد معينة. ليس من الضروري أن يحدث الهضم والامتصاص في الجهاز الهضمي، فقد تتم هاتين العمليتين في مكان اخر من جسم الحشرة. فالخياشيم الشرجية Anal gills في يرقات البعوض مثلا تمتص الماء والاملاح، وتقوم الزوائد الذنبية Caudal appendages الموجودة في

بعض الطفيليات التابعة لرتبة غشائية الاجنحة بأمتصاص الطعام من العائل .

هنـاك نوعـان من الهضم ، النوع الاول يحـدث خـارج القنـاة الهضمية الوسطى أي أما في القناة الهضمية الامامية أو القناة الهضمية الخلفية ويطلق على هذه الظاهرة بالهضم الخارجي Extra-intestinal digestion فمثلا يحدث الهضم الخارجي في حشرة Dytiscus (من رتبة غمدية الاجنحة) حيث تقوم هذه الحشرة بحقن الانزيمات الهاضمة في العائل عن طريق الفكوك العليا التي تمتاز بوجود ثقوب صغيرة وبنفس الطريقة يتم سحب المواد المتحللة . والنوع الثاني من الهضم يدعى بالهضم الداخلي internal digestion الذي يحدث في القناة الوسطى كما هو الحال في معظم الجشرات ، حيث تقوم القناة الوسطـــى بـــأفراز الانزيمـــات علـــى الغـــذاء .

وتختلف كمية ونوعية الانزيمات في الحشرات بأختلاف نوع الغذاء . ففي الصراصر المتغذية على ما يصادفها من الغذاء لوحظ وجود أنزيمات البروتيز والاميليزوالا نفرتيز والمالتيز ، ووجدت هذه المجموعة من الانزيمات في الحشرة العصوية Carausius أيضا . وفي الحشرات البالغة لرتبة حرشفية الاجنحة التي تتغذى على الرحيق فيوجد فيها أنزيم الانفرتيز فقط ، في حين ان البالغات غير المتغذية فلا يوجد بها أي أنزيم . وفي يرقات ذبابة Lucilia المتغذية على اللحوم فلها أنزيمي البروتيز والليبيز فقط ، أما بالغة الذبابة المعدنية التي تتغذى على السكريات فوجد فيها أنزيم البروتيز ، وفي ذبابة التسي التسي المتغذية على الدم فأن البروتيز فعال جدا وبالعكس فأن فعالية الاميليز كانت غير نشطة . (Chapman, 1974 1978 في House Rockstein)

الانزيمات الاساسية في الحشرات : ـ

أ ـ الانزيمات المحللة للكاربوهيدرات :: ـ Carbohydraes

من المعروف أن الكاربوهيدرات تمتص على هيئة سكريات أحادية ولذا فأن السكريات الثنائية والسكريات المتعددة تتحلل الى سكريات احادية قبل امتصاصها . السكريات الثنائية الشائعة تحتوي على جزيئة الكلوكوز مرتبطة مع سكر آخر برابطة α وهذه السكريات

هي المالتوز والتريهالوز والسكروز التي تتحلل بواسطة أنزيم α -glucosidase الذي يفصل جزيئة السكر من رابطة α. أما مواد Cellobiose Arbutin salicin النباتية الاصل فتتحلل بواسطة أنزيم (β-glucosidase) الذي يكون فعالا في الحشرات ذوات التغذية النباتية. ويقوم أنزيم α -glucosidase بتحليل بعض المواد مثل Melibiose كما في حشرات ثنائية الاجنحة والجراد الصحراوي ويعمل أنزيم β-glucosidase بتحليل اللاكتوز كما لوحظ في الجراد الصحراوي أيضا. وقد يوجد أنزيم خاص من نوع α-glucosidase الذي يحلل سكر التريهالوز فقط.

أما السكريات المتعددة فإن النشأ يتحلل الى المالتوز والكلايكوجين الى الكلوكوز عن طريق أنزيم الاميليز الذي يحلل بالتحديد روابط α glucosidic 1-4- الموجودة في السكريات المتعددة. هناك نوعان من الاميليز اللذان يعملان بطرق مختلفة. النوع الاول يسمى الاميليز الخارجي Exoamylase الذي يفصل المالتوز من نهاية جزئية النشأ وينتج عن ذلك زيادة سريعة في تكوين المالتوز. أما النوع الثاني فيسمى بالانزيم الداخلي Endoamylase الذي يهاجم الروابط الداخلية في جزيئة النشأ ويؤدي هذا الى بداية بطيئة لبناء المالتوز أذ يتكون في البداية السكر المتعدد دكسترين Dextrin ومن ثم يتكون المالتوز، وبعد ذلك فإن هذه النواتج تتحلل الى سكريات أحادية بواسطة أنزيمات α-glucosidases.

هناك أنواع كثيرة من الحشرات تتغذى على النباتات والخشب، وأن عدد قليل من هذه الحشرات لها أنزيم Cellulase الذي يحلل السليلوز، وبذا فأن الحشرات التي لا تمتلك هذا الانزيم فيجب عليها أما أن تتغذى على محتويات الخلية أي بدون هضم جدار الخلية النباتية أو تعتمد على الاحياء الدقيقة لهضم السليلوز. فيرقات حفارات الخشب التابعة لرتبة غمدية الاجنحة تتخذ طرق مختلفة لهضم الخشب فيرقات Lyctids تتغذى على محتويات الخلية النباتية فقط، بينما يرقات عائلة خنافس قلف الاشجار Scolytidae فيوجد فيها أنزيم يسمى Hemicellulase الذي يحلل مادة Hemicellulose (هذه المادة عبارة عن خليط من البنتوسان والهكسوسان والسكريات المتعددة). وأما يرقات عائلة Anobiidae وعائلة الخنافس ذات القرون الطويلة

Cerambycidae فيكون فيها أنزيم Cellulase فعالا وبذا فإن هذه اليرقات تستطيع من تحليل جدران الخلايا ومحتوياتها.

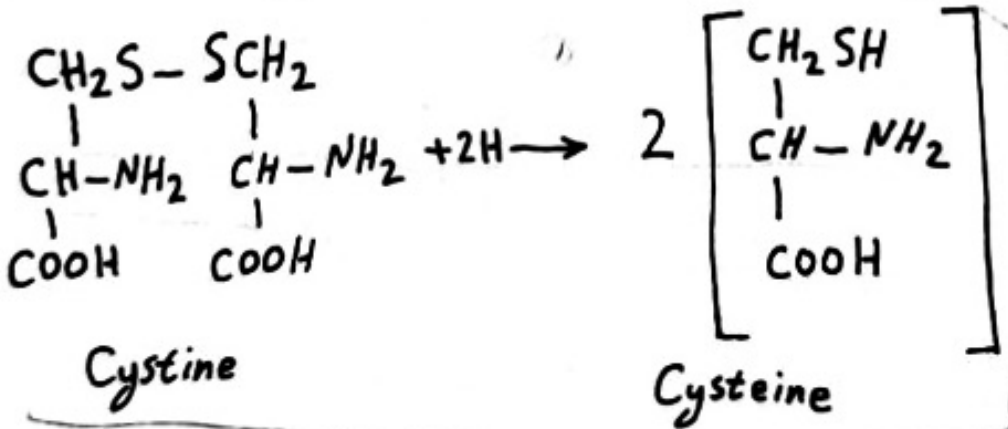
يعمل انزيم Cellulase على تحليل السيليلوز الى Cellobiose (سكر ثنائي يحتوي على جزيئتين من الكلوكوز مرتبطة مع بعضها برابطة β- ومن ثم يتحلل (Cellobiose) بواسطة أنزيم β-glucosidase الى الكلوكوز.

وفي بعض الحشرات المتغذية على الخشب توجد في القناة الهضمية أحياء دقيقة تقوم بتحليل السليلوز. ففي يرقات خنافس Rhagium توجد بكتريا تقوم بتخمير السليلوز، أما في الصرصر Cryptocercus . ومعظم أنواع النمل الابيض فتوجد بالقناة الهضمية أنواع مختلفة من السوطيات تعمل على هضم السليلوز. وتتم عملية الهضم عن طريق أبتلاع الحشرات شظايا الخشب التي تتحلل الى كلوكوز، ففي حشرة Cryptocercus تنقبض القناة الخلفية ويؤدي هذا الانقباض الى مرور الكلوكوز من القناة الخلفية الى القناة الوسطى حيث تقوم الاخيرة بأمتصاصه. أما في حشرة Zootermopsis فأن السوطيات تحتفظ بالكلوكوز وعن طريق عملية التخمير اللاهوائية للكلوكوز يتحرر كل من ثاني أوكسيد الكاربون والهايدروجين والاحماض العضوية (وبالاخص حامض الخليك) حيث تستخدم الاحماض كمصدر للكاربون.

ب ـ الانزيمات المحللة للبروتينات : ـ proteinases

تمتلك الحشرات سلسلة من الانزيمات المحللة للبروتينات فتقوم القناة الوسطى بأفراز أنزيم التربسين المشابه لانزيم Proteinase. الذي يحلل البروتين ويحوله الى ببتونات Peptones وببتيدات متعددة Polypeptides، وبعد ذلك تتحلل هذه المواد بواسطة أنزيمات Peptidases حيث توجد معظم هذه الانزيمات في الخلايا الطلائية للقناة الوسطى وقد يوجد البعض منها في تجويف القناة الهضمية مما يدل على أن الببتيدات المتعددة تمتص قبل أن تتحلل مرة أخرى. وتوجد أنواع مختلفة من أنزيمات Peptidases فأنزيم Carboxypolypeptidase يهاجم سلسلة الببتيد من مجموعة الكاربوكسيل COOH ـ ليعطي الحامض الاميني التايروسين

Tyrosine وأحماض أمينية أخرى توجد في السلسلة ، والنوع الاخر هو أنزيم Aminopeptidase الذي يهاجم السلسلة من نهاية مجموعة الامين (NH_2) والنوع الاخير هو أنزيم Dipeptidase الذي يعمل على تحليل جميع Dipeptides . وبعض الحشرات تستطيع هضم البروتينات الخاملة مثل الكيراتين Keratin والكولاجين Collagen. وقد وجد الكيراتين في الصوف والشعر والجلد ، ويحتوي الكيراتين على سلسلة من الببتيدات المتعددة يتداخل معها الكبريت المحتوي على أحماض أمينية مرتبطة معا بواسطة روابط البيكبريتوز Disulphide Linkage للمحافظة على ثبات البروتين . وأن الحشرات التي لها القدرة على هضم الكيراتين فقليلة منها قمل الطيور الذي يعيش على ريش الطيور ويرقات عائلة خنافس الجلد Dermestidae وبعض يرقات عث الملابس التي تعيش على الصوف . فيرقة التيولا Tineola مثلا لها أنزيم Keratinase الذي يحلل الكيراتين تحت الظروف اللاهوائية ، حيث أن الكيراتين لايتحلل في حالة وجود الاوكسجين بل يتم التحليل في حالة تصل فيها قوة التأكسد والاختزال الى قيمة بسيطة جدا (0.3) فولت . ويتكون Cystine بعد تحليل الكيراتين وقد يختزل الـ Cystine الى Cysteine بواسطة أنزيم Cystine reductase كما في المعادلة التالية : -



- عملية اختزال Cystine الى Cysteine -

$$R-S-S-R + H_2S \longrightarrow 2RSH + S$$

- عملية تحليل Cysteine

ويعمل أنزيم Cysteine desulphydrase على تحليل Cysteine ليتكون كبريتيد الهايدروجين، فكل من كبريتيد الهايدروجين و Cysteine عبارة عن عوامل مختزلة تساعد على تحطيم روابط البيكبريتوز وبذا يسهل للانزيم من أداء مفعوله.

أما بعض يرقات رتبة ثنائية الاجنحة ذوات التغذية الحيوانية فلها المقدرة على أفراز انزيم Collagenase الذي يحلل مادة الكولاجين الى مواد قابلة للامتصاص.

جـ ـ الانزيمات المحللة للدهون : ـ Lipases

تعتمد معظم الحشرات على أنزيم الليبيز Lipase لتحليل الدهن الى حوامض دهنية وكليسرول. وعلى الغالب فأن الغذاء النباتي أو الغذاء الحيواني للحشرات يحتوي على كليسيرولات ثلاثية Triglycerides وكميات قليلة من فوسفات الدهن.

تعمل أنزيمات الاستيريزات Esterases الذي يكون الليبيز من ضمنها على تحليل روابط الاستر، حيث يعمل أنزيم الليبيز على تحليل الكليسيرولات الثلاثية. وعلى العموم فأن أنزيمات الاستيريزات تحلل سلسلة الكليسرولات القصيرة وأسترات الاحماض الدهنية الواطئة الاخرى أما أنزيمات الليبيزات Lipases فتعمل على تحليل الدهن المتعادل ذو سلسلة الكليسيرولات الطويلة وأسترات الاحماض الدهنية العالية. وقد توجد كلا الليبيزات والاستيريزات في القناة الهضمية، وأن أنزيمات الاستيريزات توجد في الغالب داخل أنسجة القناة الوسطى لتؤدي عملها داخل الخلايا وبذا فأن وظائف هذه الانزيمات تكون معدومة أو قليلة جدا في تجويف القناة الهضمية.

وقد وجد في مستخلص اللعاب والقناة الوسطى للحشرات أنزيمات الليبزات والاستيريزات، ولم يتمكن الباحثين من أعطاء فروقات واضحة وأكيدة مابين هاتين المجموعتين من الانزيمات (لاحظ ـ Trager في Roeder ,1953 Wigglesworth ,1972 House في Rockstein ,1974 Chapman ,1978).

العوامل التي تؤثر على نشاط الانزيمات : ـ

١ ـ درجة الحموضة : ـ PH

تتأثر حموضة القناة الهضمية الامامية بتغير الغذاء والسبب يعود بعدم وجود منظمات الحموضة فتكون درجة حموضة القناة الامامية في الصراصر المتغذية على غذاء بروتيني 6.3 وتصل الى 5.8 اذا غذيت على المالتوز وتتراوح 4.5-4.8 في حالة تغذية الصراصر على الكلوكوز ويعود ارتفاع الحموضة في حالة التغذية على السكريات الى وجود الكائنات الدقيقية التي تتحفز بانتاج الحوامض العضوية. اما القناة الوسطى فغالبا ماتكون منتظمة الحموضة ولذا فأن حموضتها تبقى ثابتة نسبياً ففي نحل العسل مثلا يوجد محلولين منظمين للحموضة، المحلول الاول عبارة عن احماض عضوية واملاحها ويكون الحد الاعلى لتأثير هذه المحاليل المنظمة هو 4.2 والمنظم الثاني عبارة عن فوسفات احادية وثنائية الهايدروجين ويكون تأثيره عند حموضة 6.8 ويعملان هذان المنظمان على الحفاظ بمستوى حموضة 6.3

اما في بعض الحشرات كالصراصر الليلية والنطاطات ويرقات حرشفية الاجنحة فلمنظم الحموضة الفوسفاتي تأثير بسيط وبذا فأن منظمات الحموضة الاساسية هي عبارة عن احماض ضعيفة من ضمنها الاحماض الامينية واملاحها والبروتينات. اما البعوض فلها منظمات حموضة قليلة حيث ترتفع قيمة PH في القناة الوسطى فيها الى 7.3 بعد تغذيتها على وجبة الدم وهذه القيمة مشابهة لقيمة الدم الطبيعية.

وعلى العموم تكون قيمة PH في القناة الوسطى مابين 6-8 وتتراوح 8-10 في يرقات رتبة حرشفية الاجنحة ورتبة خيطية الاجنحة، وتمتاز القناة الوسطى في معظم الحشرات النباتية بأنها قلوية مقارنة بالحشرات اكلة اللحوم.

وقد ذكر (Chapman 1978) ان انزيمات الليبيزات تعمل على افضل حال عندما تكون قيمة PH اكثر من 7، حيث وجد في الصرصر Blattella ان ذروة نشاط انزيم الليبيز تصل عندما تكون قيمة PH 8 ويعطل نشاطه عندما تكون قيمة الحموضة في القناة الوسطى خمسة فقط.

وفي يرقات دودة الشمع يكون الليبيز فعالا عندما تكون قيمة PH مابين (9.3- 9.6) اذ يساعد هذا الانزيم على تحليل شمع النحل ومادة Tributyrin ولكنه لايستطيع تحليل مادة الميريسين Myricin ويعتقد

Chapman) بان البكتريا لها دورا في تحليل شمع النحل بالمشاركة مع عوامل اخرى غير معروفة .

2 ـ قوة التأكسد والاختزال : Redox potential

قوة التأكسد والاختزال أحدى العوامل المهمة في هضم وأمتصاص الغذاء . تمتاز القناة الهضمية ليرقات Lucilia بوجود قوة تأكسد موجبة ، وأن محتويات القناة الهضمية الخلفية في الصرصر Blattella لها قوة سالبة أي قادرة على الاختزال ولكن قناتها الامامية وبوجه التحديد الحوصلة لها قوة موجبة أي قادرة على الاكسدة . أما القناة الوسطى لعث الملابس فلها قوة عالية للاختزال تتراوح (200-) ملمفولت ، وقد تعود قوة الاختزال هذه الى وجود أنزيمات Dehydrogenases .

وتعيش الاحياء الدقيقة في القناة الخلفية لحشرة Cryptocercus تحت ظروف مختزلة وعند تعريض الحشرة الى ضغط مرتفع من الاوكسجين فأن الاحياء الدقيقة تموت نتيجة أرتفاع نسبة الاوكسجين . ولقوة التأكسد والاختزال تأثير هام على نشاط الانزيمات وعلى قابلية أمتصاص المواد بواسطة الخلايا الطلائية ، فيتأثر نشاط أنزيم البروتيز في القناة الوسطى لدودة الحرير بقوة التأكسد والاختزال حيث تصل ذروة نشاط هذا الانزيم في تحليل البروتين مائيا عندما تصل القوة الى 0.25 الى 0.30 ـ فولت عندما تكون قيمة الحموضة 8، وقد يعود سبب زيادة نشاط الانزيمات المحللة للبروتين في يرقات دودة الحرير الى السكروز والفركتوز المضافين الى أوراق التوت .

3 ـ درجة الحرارة : Temperature

يزداد نشاط الانزيمات بزيادة درجة الحرارة فمثلا في الجراد الصحراوي زاد نشاط أنزيم α glucosidase 2.25 مرة عند زيادة درجة الحرارة 10م ، وتصل ذروة نشاطه عندما تتراوح درجة الحرارة 45-50م ولكن في هذه الحالة لايستمر النشاط لفترة طويلة ويرجع ذلك بتحلل الانزيمات عند تعرضها لدرجة الحرارة العالية .

وفي بعض يرقات الخنافس كما في حشرة Tenebrio فتحدث تغيرات في نشاط أنزيم البروتيز بتغير درجة الحرارة ، فعند نقل يرقات هذه الحشرة من درجة حرارة 23 م الى 13م يحدث في

بداية الامر هبوط في نشاط الانزيم ويلي ذلك زيادة نشاطه حتى يصل مرتان أو أكثر مما كان عليه في البداية وذلك بعد مرور عشرة أيام من نقل اليرقات وفي حالة أعادة تربية اليرقات على درجة حرارة 23 م فأن نشاط الانزيم يرجع الى مستواه الاصلي .

4 ـ الجوع والسبات : ـ Starvation and Diapause

يزداد نشاط الانزيمات في حالة تجويع الحشرات وبالاخص في الخلايا الطلائية ويلي هذه الزيادة هبوط تدريجي وتحدث تغيرات تركيبية في الخلايا الطلائية للقناة الوسطى أثناء سبات الحشرات ويسبب ذلك الى حدوث تغيرات كبيرة في نشاط الانزيمات فمثلا لم يلاحظ وجود أي نشاط لانزيم الاميليز في الخلايا الطلائية للقناة الوسطى خلال فترة سبات يرقات حفار الذرة ، أما نشاط أنزيمي الانفرتيز والبروتيز فكان واطىء جدا .

) العوامل التي تتحكم بالفعاليات الهضمية : ـ

Control of digestive activites

هناك ثلاثة طرق تتحكم بعملية الهضم وهي : ـ

1 ـ وجود مواد معينة مع المادة الغذائية تحفز الانزيمات الهاضمة وتدعى هذه الحالة Secretogogue فقد اقترح الباحث Gorden (في 1974 Rockstein) بأن الغذاء يحفز أفراز أنزيم البروتيز في يعوضة Aedes وذلك بسبب وجود مواد كيمياوية في الغذاء تحث على صناعة هذا الانزيم في خلايا المعدة . أو أن الغذاء المأخوذ قد يسبب أنطلاق الهرمونات التي بدورها تحفز صناعة الانزيمات ، وفي بعض الحشرات ليس للغذاء دورا في أفراز الانزيمات ، فمثلا أن أنزيم البروتيز في خنافس Tribolium يفرز أثناء فترة الانسلاخ وفي الفترة التي تخرج فيها الحشرة البالغة أي بغياب الغذاء نتيجة عوامل داخلية .

2 ـ تحدث نتيجة عملية التغذية والعثور على الغذاء ووجود أنعكاس عصبي Neural reflex مما يؤدي الى أستجابة الخلايا الحسية

فقد أشار الباحث (Day في Rockstein 1974) أن توزيع المواد الغذائية في الاجزاء المختلفة من القناة الهضمية ليعوضة Aedes يكون

تحت تأثير التحكم العصبي ، وفي حشرات الجراد الصحراوي لوحظ بأن حركة القناة الامامية تكون تحت سيطرة الجهاز العصبي السمبثاوي أما في يرقات Coretha فقد وجد أن الخلايا الطلائية في القناة الهضمية الوسطى المفصولة عن الجسم تفرز أنزيمات بشكل كثيف وذلك بعد تحفيز العقد العصبية الصدرية والبطنية . اما في ذبابة Phormia فلا يتحكم الجهاز العصبي بفعالية القناة الهضمية وبالاخص الحوصلة أذ لوحظ أن الضغط التنافذي للدم هو العامل المحدد لذلك .

3- عن طريق الهرمونات Hormones أذ أن التغذية تؤدي الى أنتاج الهرمون الذي يصل القناة الهضمية عن طريق الدم .
وللهرمونات دورا هاما في عملية الهضم ففي أنثى بقة Rhodnius مثلا يزداد هضم الغذاء خلال عملية نضوج البويضات نتيجة أفراز هرمون خاص يؤثر على نضج البويضة . وعند تغذية الذبابة المعدنية على غذاء بروتيني تتحفز الخلايا العصبية الافرازية بأفراز هرمون يسمى بهرمون المخ .
. Prothoracicotropic hormone (PTTH) or Brain hormone

وأن هذا الهرمون يؤثر على خلايا المعدة الطلائية لتقوم بأفراز أنزيم البروتيز . وقد لوحظ عدم تكوين أنزيم البروتيز في الحشرة البالغة لخنافس Tenebrio عندما تم أزالة الرأس قبل يوم واحد من خروج البالغات وتم تكوين الانزيم في حالة قطع الرأس بعد خروج البالغة ، ولذلك فقد أستنتج بأن مصدر الهرمون الذي يؤثر على تكوين هذا الانزيم هو الخلايا العصبية الافرازية . ووجد ايضاً في بعض انواع الذباب حجز البروتين في القناة الهضمية بعد ازالة الخلايا العصبية الافرازية وأستنتج من هذه التجربة أن غياب الهرمون أدى الى أنتاج كمية قليلة من أنزيم البروتيز . وفي تجربة أخرى تم فيها أزالة مبايض بعض أنواع الذباب مما نتج عن ذلك بأن هذه الحشرات قد أختارت الغذاء الغني بالمواد الكاربوهيدراتية والمفتقر للمواد البروتينية مما يدل على أيقاف أفراز الهرمون الخاص بنضوج البويضات الذي يعزز أفراز أنزيم البروتيز .

(Waterhouse, Day في House, 1953 Roeder في Rockstein 1974).

٥ ـ أمتصاص الغذاء : ـ Absorption

تعتبر القنـاة الوسطـى المركز الرئيسي لامتصـاص نواتـج تحلـل الغذاء ، وقد تقوم القناة الخلفية بأمتصاص بعض المواد أما القناة الامامية فليس لها دور بوظيفة الامتصاص الا في حالات نادرة جدا .

أن عملية الامتصاص عبارة عن نشاط حيوي تتحكم فيه خلايا متخصصة لتقوم بأختيار نوع وكمية المادة الممتصة من تجويف القناة الهضمية وتحدث هذه العملية عن طريق الانتشار Diffusion أو النقل الفعال Active transport .

٧٨٠٠٥٦ ١٧٨٦ رياض

أ ـ أمتصاص الكاربوهيدرات : ـ Carbohydrates absorption

تمتص الكاربوهيدرات (بعد تحللها الى سكريات أحادية) بصورة رئيسيـــة في القنـــاة الوسطـــى ، ففي الصرصر الامريكي والجراد الصحراوي يحدث أمتصاص السكريات الاحادية في القناة الوسطى وبالاخص في الانابيب الاعورية أما في البعوض فيتم أمتصاصها في النصف الامامي من القناة الوسطى . وتعتمد عملية أمتصاص السكريات الناتجة من تحلل الكاربوهيدرات المعقدة على أنتشار المادة من التركيز العالي في القناة الهضمية الى التركيز الواطىء في الدم .

ولتجنب زيادة تركيز الكلوكوز في الدم يتم تحويل الكلوكوز الى سكر التريهالوز وذلك في الاجسام الدهنية التي تحيط بالقناة الهضمية . وفي حالة زيادة تركيز الكلوكوز في القناة الهضمية الى مستوى عال جدا فأن الكلوكوز ينتشر في البداية بسرعة شديدة وبذا فان عملية تحويل الكلوكوز الى التريهالوز تتوقف عن الاستمرار ويؤدي هذا الى تجمع الكلوكوز في الدم وفي هذه الحالة يقل انتشار المادة عبر جدران القناة الهضمية وبنفس الوقت يقل معدل أمتصاصها ، ويمكن للحشرات أن تتجنب التركيز العالي للكلوكوز في القناة الوسطى عى طريق تفريغ الحوصلة وبالتالي يتم الانتشار داخل القناة الهضمية .

ويتم أمتصاص المانوز والفركتوز بنفس الطريقة التي تحدث في حالة الكلوكوز والفرق الوحيد هو أن عملية امتصاصها تكون أبطأ بكثير مما عليه في حالة أمتصاص الكلوكوز ويعود السبب الى أن سرعة تحويلهما الى السكر الثنائي تريهالوز أقل من سرعة تحويل

الهضمية يكون اقل وضوحا مما عليه في الكلوكوز.

وبعد تغذية يرقات بعوضة Aedes على الكلوكوز يظهر الكلايكوجين مباشرة في خلايا الجزء الخلفي من القناة الوسطى وأن عملية التحويل السريع الى الكلايكوجين قد تعود الى الحفاظ على أنحدار تركيز الكلوكوز الداخل من تجويف القناة الهضمية ولذا ينتشر الكلوكوز الى الخلايا الطلائية.

وباختصار فأن نسبة أمتصاص الكلوكوز تتعلق عادة على مدى تحويل هذا السكر الى السكر الثنائي تريهالوز وأن كمية أمتصاص كل من الكلوكوز والفركتوز والمانوز في الحشرات يوازي مع معدلات تحويلهم الى سكر التريهالوز.

ب ـ امتصاص الدهون : **Lipids absorption**

يتم امتصاص الدهون في بعض الاحيان دون ان تتحلل بالرغم من وجود انزيم الليبيز. وقد اثبتت التجارب على بعض الحشرات بان الدهون تمتص في الانابيب الاعورية ومقدمة القناة الوسطى باستثناء الكوليسترول Cholesterol الذي قد يمتص احيانا من الحوصلة. ففي ذبابة اللحم تقوم الاجزاء الامامية والخلفية من القناة الوسطى بأمتصاص الدهون، وان الجزء الامامي من القناة الوسطى ليرقات بعوضة Aedes والجزء الوسطي من القناة الوسطى ليرقات بعوضة Culex والجزء الخلفي من القناة الوسطى في بالغة Culex تمتص الدهون.

وقد اشارت البحوث عن قيام القناة الخلفية في بعض الحشرات البالغة من رتبة غمدية الاجنحة بامتصاص الدهون.

جـ ـ امتصاص البروتينات : ـ **Proteins absorption**

تحدث عملية امتصاص البروتينات المتحللة بصورة رئيسية في القناة الوسطى وفي الانابيب الاعورية. وللانابيب الاعورية اهمية خاصة في امتصاص الكلايسين والسيرين في الجراد الصحراوي والصرصر الامريكي. ويعاد امتصاص الاحماض الامينية المارة للخارج من انابيب مالبيجي عن طريق المستقيم، وقد يمتص البروتين بدون ان

يطرأ عليه اي تغير ومن ثم يتحلل داخل الخلايا الطلائية كما في بقة Rhodnius والقملة Pediculus اذ تقوم مقدمة الجزء الخلفي من القناة الوسطى في هاتين الحشرتين بامتصاص الهيموكلوبين قبل تحلله .

ويظهر بعد تغذية يرقات البعوض على حامض الكلوتاميك والالاتين والكازين بيوم واحد الكلايكوجين في الجزء الخلفي من القناة الوسطى وفي خلايا الزوائد الاعورية .

وتعتمد ميكانيكية امتصاص الاحماض الامينية على نسب تراكيزها في الغذاء والدم فيحدث الامتصاص عن طريق الانتشار عندما يكون تركيزها في الغذاء اعلى عما عليه في الدم . وقد تتم عملية الامتصاص في بعض الحشرات بطريقة النقل الفعال ويعتمد هذا على تركيب الغذاء والدم .

د ـ امتصاص المواد غير العضوية : ـ

Inorganic Ions absorption

يتم امتصاص المواد غير العضوية في القناة الوسطى ، ويقوم المستقيم ايضا بأعادة امتصاصها كما سيرد ذكرها في الجهاز الاخراجي . وتوجد في القناة الوسطى مناطق متخصصة بامتصاص ايونات معينة ، فمثلا هناك منطقة معينة صغيرة في وسط القناة الوسطى ليرقات Lucilia لامتصاص الحديد بينما يتم امتصاص النحاس في منطقتين صغيرتين التي تمتاز خلاياها بشكلها الحرشفي واحتوائها على الدهن ، اما في الحشرات البالغة لهذه الحشرة فيمتص النحاس في الجزء الامامي والخلفي للقناة الوسطى ، وتقوم القناة الامامية للصرصر الامريكي بامتصاص الفسفور . وفي خنفساء Tenebrio يتم امتصاص ايون الفسفور عن طريق القناة الخلفية . اما ايونات الباريوم والسترانشيوم فتتجمع في الخلايا الطلائية للقناة الوسطى كما هو الحال في اغلبية الحشرات ، اما في بعض الحشرات قد تتجمع هذه الايونات بخلايا القناة الخلفية الطلائية . ولقد ذكر الباحثون عن اهمية القناة الخلفية في امتصاص ايونات الكلور والبوتاسيوم والصوديوم .

هـ ـ امتصاص الماء : ـ Water absorption

يمتص الماء في الاجزاء المختلفة من القناة الوسطى ، فتقوم الانابيب الاعورية ليرقات البعوض والجراد الصحراوي والجزء الامامي من القناة الوسطى لذبابة التسي التسي والجزء الوسطي من القناة الوسطى ليرقات Lucilia بامتصاص الماء . وفي كثير من الحشرات يعاد امتصاص الماء من البول عن طريق حلم المستقيم ، وفي الحشرات التي تعيش على الحبوب المخزونة تلجأ ايضا الى استخدام الماء المتكون نتيجة عمليات الايض اذ تتكون ستة جزيئات من الماء نتيجة اكسدة الكلوكوز .

اما الحشرات التي تعيش في المياه العذبة وحشرات رتبة متشابهة الاجنحة ويرقات الحشرات ذوات الاستحالة التامة Holometabolous التي تعيش على اغذية سائلة فليس من الضرورة الحفاظ على الماء الا بكميات قليلة ولذا لايعاد امتصاص الماء ولذلك يلاحظ عدم وجود حلم المستقيم في اغلبية هذه الحشرات . ويتم امتصاص الماء عن طريق النقل الفعال والانتشار ، فامتصاص الماء عن طريق الانتشار يعتمد على الضغط التنافذي للدم الذي يزيد عما هو في محتويات القناة الهضمية واذا كانت الحالة معكوسة فيتم امتصاص الماء من الدم لينتقل الى القناة الهضمية اذ ان حموضة القناة الوسطى كما في يرقات Lucilia تعمل على تخثير بروتين الغذاء ويؤدي هذا الى نقصان الضغط التنافذي لمحتويات القناة الهضمية وبذا تسهل عملية امتصاص الماء . ويتم امتصاص الماء في يرقات Sialis عن طريق النقل الفعال وترتبط هذه العملية مع اخذ ايون الصوديوم (Waterhouse, Day في Roeder ,1953 House في Rockstein ,1974, Chapman 1978).

سؤال/ عالم الاحياء الدقيقة انواعها اماكن تواجدها فوائدها كيف تتغذى

تعرف الاحياء الدقيقة Micro-organism.

ان مصدر الاحياء الدقيقة في معظم الحشرات هو عن طريق التغذى على طعام ملوث بهذه الاحياء وفي بعض الحشرات الاخرى تتواجد هذه الاحياء داخل القناة الهضمية او داخل الانسجة الاخرى . وعلى العموم تمتاز الحشرات ذات القناة الهضمية غير الملتوية باحتوائها على اعداد قليلة من الاحياء الدقيقة مقارنة بالحشرات ذات