

## Digestive System

يتكون الجهاز الهضمي في اليماتودا بصورة أساسية من أنبوبة بسيطة التركيب يصب فيها عدد من الغدد ، تبدأ بفتحة الفم في الطرف الأمامي للجسم وتنتهي بفتحة الشرج Anus في الأثنى أو فتحة المجمع Cloaca Opening في الذكر (شكل ٢ ب).

ويمكن تقسيم القناة الهضمية هذه إلى ثلاث مناطق رئيسة كالتالي :

- **Foregut**: وهذه تشمل الفم والشفاه ، وتجويف الفم Stoma ، والمريء Esophagus وغدده ، والصمام المريئي - المعوي Esophago-Intestinal Valve (Cardia) .

- **Midgut**: وهذه تمثلها الأمعاء Intestine .

- **Hindgut**: وهي تشمل الصمام المعوي - المستقيمي Intestino-Rectal Valve ، والمستقيم Rectum وغدده في الإناث ، أو المجمع Cloaca وملحقاته في الذكور.

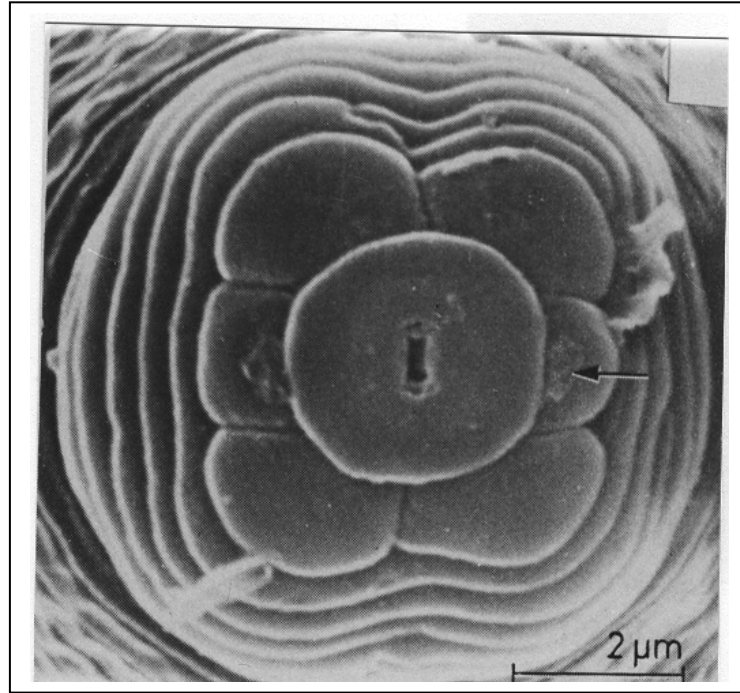
والجدير بالذكر أن تجويف القناة الهضمية الأمامية والخلفية مبطن بالكيوتيكل الذي يستبدل عند كل عملية انسلاخ ، كما أن هاتين المنطقتين من القناة تنشآن أصلاً خلال عملية التطور الجنيني من طبقتي الإكتوديرم Ectoderm والميزوديرم Mesoderm ، بينما يكون منشأ القناة الهضمية الوسطية من طبقة الإندوديرم Endoderm .

**Foregut** :

**Mouth and Lips** -

تقع فتحة الفم في الطرف النهائي الأمامي للجسم في منطقة الرأس ، وهي عبارة عن فتحة صغيرة مبطنة بالكيوتيكل ، وتُظهر منطقة الرأس تناظراً شعاعياً سداسياً Hexaradiate Symmetry ، حيث تحاط فتحة الفم عادة بست شفاه (الشكل رقم ٨).

وقد يُختزل عدد هذه الشفاه في بعض الأنواع في اندماج جزئي ليتكون بذلك ثلاثة أزواج من الشفاه، أو في اندماج كلي لتتكون حلقة شفوية متحدة حول فتحة الفم. والشفاه مزودة بعدد من أعضاء الحس على شكل حلقات شفوية Labial Papillae تحاط بعدد من الأشواك الرأسية Cephalic Setae، وكلها أعضاء حس (سوف نتطرق إليها عند الحديث عن الجهاز العصبي). وتتحوّر الشفاه في بعض الأنواع إلى تراكيب



(SEM)

. ( )

*Scutellonema* sp.

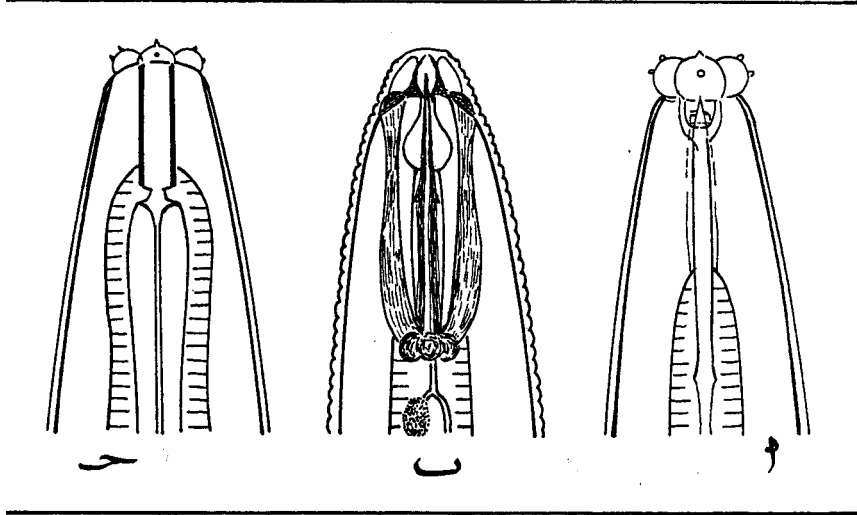
. (Commans and De Grisse, 1981 )

شفوية مختلفة كما في فصيلة Cephalobidae، حيث تغيب الشفاه تماماً، وتتكون نموات رأسية Cephalic Probolae من الكيوتيكول. وقد تتميز منطقة الرأس في بعض الأنواع بهيكل رأسي Cephalic Framework، وهو هيكل شعاعي سداسي يتميز عن بقية جسم النيماتودا ويدعم منطقة الرأس (الشكل ٨١ ب). وفي الواقع فإن منطقة الرأس (الفم والشفاه) تختلف كثيراً في تركيبها في أنواع النيماتودا المختلفة، وحتى داخل النوع الواحد، ولذلك يجب الحرص عند وصف هذه التراكيب وخاصة إذا استعملت لأغراض تصنيفية.

#### Stoma (Buccal Cavity) -

يصل هذا التجويف بين فتحة الفم والمريء، ويختلف كثيراً حجم تجويف الفم وشكله وتركيبه الداخلي بين الأنواع المختلفة من النيماتودا (الشكل رقم ٩)، وهذا الاختلاف يعكس في الواقع طبيعة التغذية في النيماتودا. فنجد مثلاً في نيماتودا *Rhabditis*، وهي نيماتودا تعيش حرة في التربة وتتغذى أساساً على البكتريا، نجد أن تجويف الفم ضيق نسبياً ذو تبطين ناعم (شكل ٩ ج)، بينما يتحول تجويف الفم في نيماتودا النبات إلى تركيب خاص صلب، عبارة عن رمح Stylet مجوف (شكل ٩ ب) لاخترق أنسجة النبات، وحقن العصارة الهاضمة وامتصاص العصارة النباتية. إلا أن وجود الرمح لا يقتصر على نيماتودا النبات فإن لبعض أنواع النيماتودا الطفيلية الأخرى والنيماتودا المفترسة مثل نيماتودا *Dorylaimus* (شكل ٩ أ) ونيماتودا *Seinura* رمحاً تخترق به جسم الفريسة وتمتص محتوياتها.

هذا وقد يحدث تصلب لبعض أجزاء تجويف الفم، وتتكون تركيبات معينة كالأسنان التي يتدرج حجمها من أسنان صغيرة جداً Denticles إلى أسنان كبيرة Onchia or Odontia ، كما في اليماتودا المفترسة *Mononchus* التي تمتلك سنّاً كبيرة تمزق بها فريستها، كما توجد الأسنان في كثير من اليماتودا الحيوانية كالانكلستوما.



(.)

*Dorylaimus*

( ) Odontostylet

*Rotylenchus*

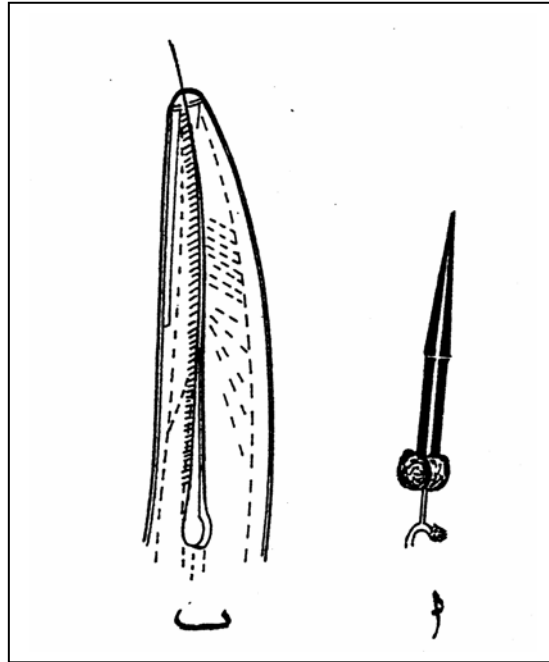
( ) Stomatostylet

*Rhabditis*

( )

## Stylet (Spear) -

تتميز جميع أنواع نيماتودا النبات بامتلاكها رماً Stylet مجوفاً في منطقة الرأس، تستطيع بواسطته اختراق أنسجة العائل وامتصاص العصارة النباتية. ويمكن تمييز نوعين من الرمح في نيماتودا النبات (الشكل رقم ١٠)، وذلك بحسب نشأته وشكله. ففي رتبة Tylenchida مثلاً، ينشأ الرمح أصلاً من اندماج الجدر المتصلبة لتجويف الفم Stoma، ولذلك يعرف هذا النوع باسم Stomatostyle، أما في رتبة Dorylaimida (وهي رتبة من طائفة مختلفة) فيتكون الرمح من جزئين: الجزء الأمامي Stylet وينشأ بواسطة خلية خاصة في جدار الجزء الأمامي للمريء في مرحلة ما بعد التطور الجنيني، ويسمى هذا الجزء Odontostyle or Onchiostyle، بينما ينشأ الجزء الخلفي Stylet Extension من الجدر الداخلية المبطنة للمريء، ويسمى هذا الجزء Odontostyle Extension.



( ) .Stomatostylet ( )

( ) .

.Odontostylet

(Hirschmann, 1971 )

والرمح من نوع Stomatostyle يتكون من كيوتيكل متصلب يحتوي على تجويف Lumen ضيق جداً (أقل من ميكرون واحد) يتصل بتجويف المريء من الخلف، وله بالقرب من نهايته الأمامية فتحة ضيقة جداً من الجهة البطنية. وهذا النوع من الرمح يتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية: جزء أمامي مخروطي الشكل Conical Part، وجزء وسطي يسمى قصبه الرمح Shaft، وينتهي من الخلف بثلاث عقد قاعدية Basal Knobs (اثنتان تحت - بطنيتين، والثالثة ظهرية) قد يصغر حجمها في بعض الأنواع (الشكل رقم ١٠ أ). ويتصل بهذه العقد عضلات قوية تربطها بمقدمة الرأس وتعمل على تحريك الرمح إلى الأمام عند انقباضها ليخرج الجزء المخروطي إلى الخارج ثم يعود إلى مكانه عند انبساطها، وذلك في أثناء عملية التغذية. ويزال الجزء المخروطي مع إزالة طبقة الكوتيكال لجسم النيमतودا عند كل عملية انسلاخ، أما قصبه الرمح والعقد القاعدية فتختفي ليعود الجميع بعد عملية الانسلاخ فيبدأ تكون الجزء المخروطي يتبعه الجزآن الآخرا. وفي الواقع هناك اختلافات كبيرة في حجم الرمح وشكله، ودرجة تطور العقد القاعدية وشكلها، وكل ذلك يساعد في التعرف على أجناس النيमतودا المختلفة. أما الرمح من نوع Odontostyle فطويل نسبياً ذو شكل إبري في جزئه الأمامي، وتجويف ضيق جداً، ويتكون من الجزء الأمامي Stylet، وجزء خلفي Stylet Extension وغالباً ثلاثة انتفاخات Flanges قاعدية (الشكل رقم ١٠ ب). كما توجد حلقة مرشدة Guiding Ring تحيط بالرمح، يختلف موقعها باختلاف جنس النيमतودا. وتصل ثمان عضلات بين مقدمة الرأس وانتفاخات الرمح تعمل على خروجه أثناء عملية التغذية. ويزال الجزء الأمامي من الرمح Odontostyle خلال عملية الانسلاخ، بينما يتجدد

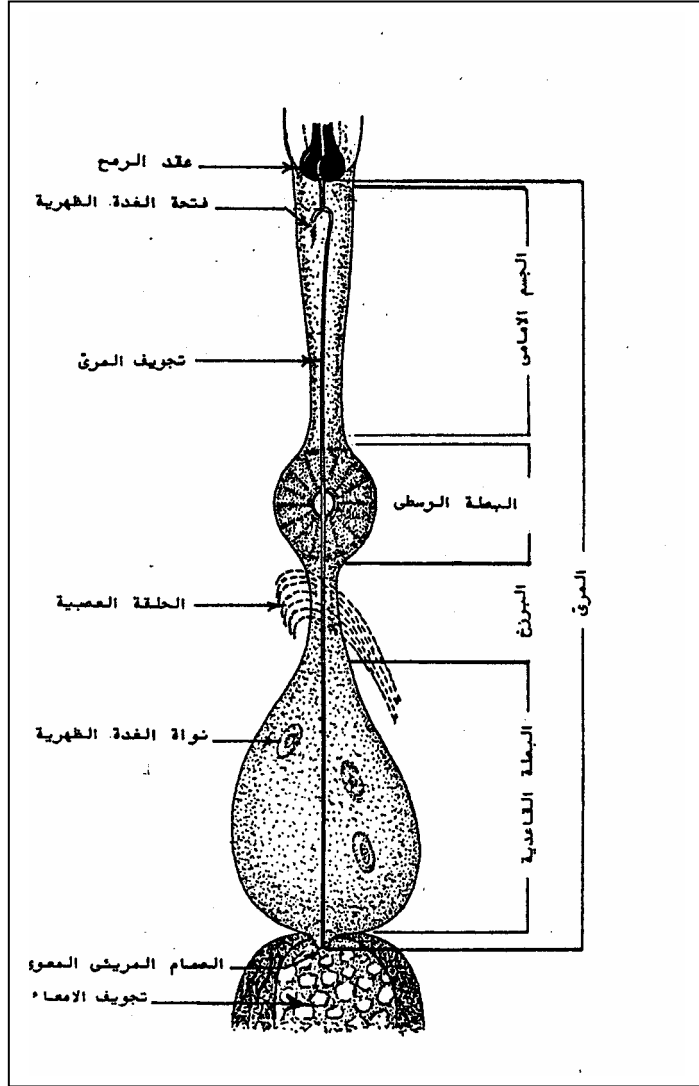
تكوين امتداد الرمح والانتفاخات من الجدر المبطن للمريء في موقعها عند الانسلاخ، ولذلك يوجد لكل طور يرقى رمح Odontostyle احتياطي داخل جدار المريء، يتجه إلى مكانه الطبيعي ليحل محل القديم بعد عملية الانسلاخ.

وهناك رمح خاص من نوع Odontostyle يوجد في نيماتودا تقصف الجذور *Trichodorus spp.* وهو صفة مميزة لهذا الجنس، وهو عبارة عن رمح صلب منحني غير مجوف يشبه السن (الشكل رقم ٨٠ب)، ينشأ عن استطالة السن الظهرية في تجويف الفم.

#### - Esophagus

وهو عضو عضلي غدي، يعمل كمضخة دافعة ماصة، يصل ما بين تجويف الفم والأمعاء (الشكل رقم ١١). وتجويف المريء مبطن من الداخل بالكيوتيكل، وهذا التجويف عادة ما يكون شعاعياً ثلاثياً Triradiate Lumen (الشكل رقم ٤) (في بعض الأنواع يكون الجزء الخلفي فقط من المريء ذا تجويف شعاعي ثلاثي). ويحتوي المريء على عضلات شعاعية، وغدد هاضمة، وصمامات متصلبة تتحكم في اتجاه حركة العصارات المرئية والغذاء. وكان يعتقد في السابق أن نسيج المريء في بعض الأنواع عبارة عن اندماج خلوي، ولكن الدراسات الحديثة بواسطة المجهر الإلكتروني تشير إلى أنه نسيج خلوي، على الأقل في بعض الأنواع، وربما يكون ذلك في جميع أنواع النيماتودا. ويحتوي جدار المريء الخارجي على العديد من الألياف العضلية الشعاعية التي تربط جدار التجويف بمحيط المرئي الخارجي، وعندما تنقبض هذه العضلات يتسع تجويف المريء، ويمتص الغذاء عن طريق الفم ثم يطرد للخلف إلى الأمعاء، كما يمكن هذا الاتساع من ضخ العصارات الهاضمة إلى الخارج، وعندما تنبسط هذه العضلات يغلق التجويف. وحركة الغذاء هذه تتحكم بها صمامات

متصلبة، خاصة ذلك الصمام الذي يفصل المريء عن الأمعاء، ويسمى بالصمام المريئي المعوي (Cardia). Esophago-Intestinal Valve



Tytenchida

( )



( Ayoub, 1980 ).

يحتوي المريء في منطقتيه الغدية على عدد من الغدد لإفراز العصارات الهاضمة، حيث يوجد على الأقل ثلاث غدد، واحدة ظهرية واثنان تحت بطنيتين. تصبب الغدة الظهرية عن طريق قناة رئيسة بالقرب من الطرف الأمامي للمريء بواسطة فتحة القناة الغدية الظهرية (Dorsal Esophageal Opening Gland (DEGO)، بينما تصبب الغدتان (تحت – البطنيتين) في الجزء الخلفي من البصلة الوسطى، ونادراً في الطرف الأمامي، وجميع الأطراف النهائية لهذه القنوات مبطنة بالكيوتيكل.

يختلف المريء كثيراً في شكله الخارجي وتركيبه الداخلي في الأنواع المختلفة من النيماطودا، ويعتبر ذلك ميزة تصنيفية مهمة. يتكون المريء في رتبة Tylenchida وبشكله النموذجي (الشكل رقم ١١) من ثلاثة أجزاء رئيسة هي:

( **Corpus**: وهو ذو شكل أسطواني في مقدمته، ينتهي بانتفاخ على شكل بصلة منتفخة، وعلى ذلك يمكن تقسيمه إلى منطقتين:

● جسم أمامي (المريء الأمامي) Procorpus: يتخذ شكلاً أسطوانياً، ويخلو من العضلات.

● جسم أمامي (المريء الأوسط) Metacorpus: يكون على شكل بصلة، ولذلك يسمى عادة بالبصلة الوسطى Median Bulb تحتوي على صمام متصلب Valve وعضلات شعاعية.

( **Isthmus**: وهو جزء أسطواني الشكل ضيق، يصل ما بين البصلة الوسطى والبصلة القاعدية. وهو غالباً عديم الأنوية، ويحاط بالحلقة العصبية Nerve Ring.

( **Basal Bulb**: وهي منطقة غدية تضم غدد المريء التي تفرز العصارات الهاضمة، وتتراكب Overlap البصلة القاعدية أحياناً مع مقدمة الأمعاء من جهة واحدة أو من جهتين، وتتصل هذه البصلة بالأمعاء عن طريق الصمام المريئي المعوي Cardia.

### Types of Esophagi

يتخذ المريء عدة أشكال مختلفة (الشكل رقم ١٢)، ويعتبر ذلك صفة تصنيفية مهمة، ومن هذه الأشكال نذكر ما يلي:

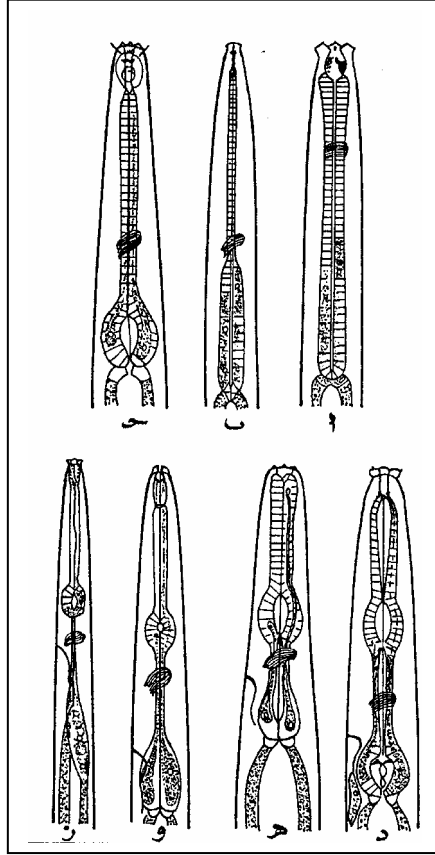
( **Cylindrical**: تشكل أجزاء المريء الثلاثة (الجسم، البرزخ، والبصلة القاعدية) أسطوانة طولية واحدة غير متميزة إلى مناطق مميزة، كما في جنس *Mononchus* (الشكل رقم ١٢أ).

( **Dorylaimoid**: ويتميز هذا الشكل بجزء أمامي ضيق أسطواني الشكل غير عضلي (الجسم)، وجزء آخر خلفي منتفخ الشكل عضلي وغدي (البصلة القاعدية)، كما في رتبة *Dorylaimida* التي تضم عدداً قليلاً من أجناس نيماتودا النبات (النيماتودا الخنجرية، والإبرية، وتقصف الجذور) (الشكل رقم ١٢ب).

( **Bulboid**: ويتكون هذا الشكل من جزء أمامي أسطواني، وآخر خلفي منتفخ بصلي الشكل يحتوي على غدد المريء، كما في جنس *Plectus* (الشكل رقم ١٢ج).

( **Rhabditoid**: يمكن تسمية هذا الشكل بالنموذجي حيث تتميز بوضوح جميع أجزاء المريء المختلفة، فيوجد الجسم بمنطقتيه (الجسم الأمامي والبصلة الوسطى)، ثم البرزخ، والبصلة القاعدية وهي ذات شكل كمثري تحتوي على صمام متصلب على شكل فراشة *Butterfly* كما في جنس *Rhabditis* (الشكل رقم ١٢د).

( **Diplogasteroid**: وهو يشبه إلى حد كبير الشكل السابق، إلا أنه لا يوجد صمام في البصلة القاعدية، كما في جنس *Diplogaster* (الشكل رقم ١٢ه).



( ) ( ) ( )  
 ( ) ( ) ( ) ( ) ( )  
 (Hirschmann, 1971 )

( **Tylenchoid**: وهو الشكل الأكثر شيوعاً في نيماتودا النبات. ويتكون المريء في هذا الشكل من الجسم (جسم أمامي أسطواني ، وبصلة وسطى قد لا تحتوي على صمام)، والبرزخ، فالبصلة القاعدية التي تتحول إلى منطقة غدبية كما في جنس *Tylenchorhynchus* (الشكل رقم ١٢ و). ويمكن أن تختفي البصلة الوسطى كما هو الحال في جنس *Neotylenchus*.

( **Aphelenchoid**: وهو يشبه سابقه إلا أن البصلة الوسطى كبيرة الحجم ، وعلى شكل مستطيل نوعاً ما ذات صمام واضح تصب فيها جميع غدد المريء كما في جنس *Aphelenchus* (الشكل رقم ١٢ ز).  
ومما تجدر الإشارة إليه أن الأشكال الثلاثة الأولى توجد في طائفة Adenophorea بينما توجد الأشكال الأربعة الأخرى في طائفة Secernentea التي تضم معظم نيماتودا النبات.  
ويتصل المريء بالأمعاء عن طريق الصمام المريئي – المعوي Cardia ، وهو صمام شعاعي ثلاثي مبطن بالكيوتيكل ، يعمل على منع رجوع الغذاء من الأمعاء إلى المريء ، خاصة إذا كانت الأمعاء ممتلئة وكان الضغط الانتفاخي Turgor Pressure مرتفعاً.

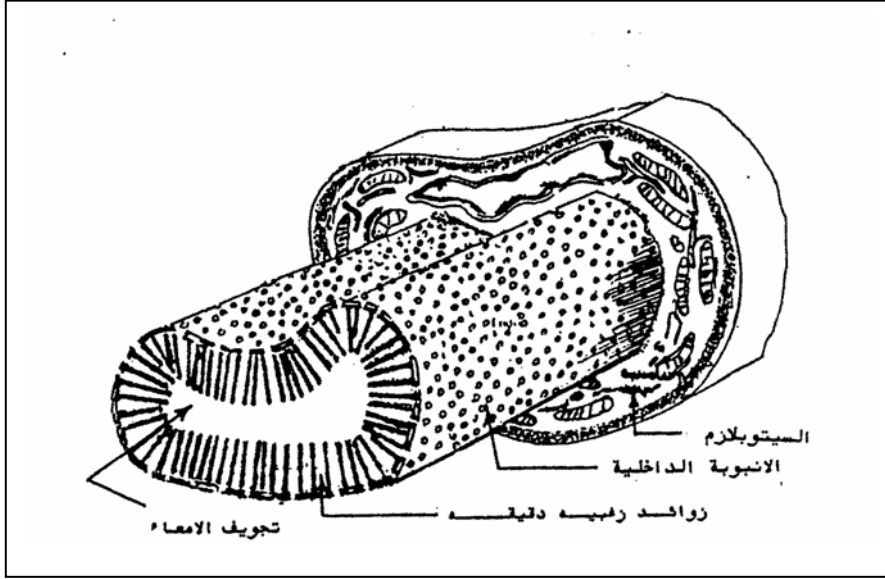
#### **Midgut :**

وتتمثلها الأمعاء التي عادة ما تكون على شكل أنبوبة مستطيلة بسيطة التركيب ، يتألف جدارها من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية يبرز من أسطحها الداخلية بروزات سيتوبلازمية Microvilli تشبه في مظهرها الأهداب (الشكل رقم ١٣). تعمل هذه البروزات على زيادة سطوح الامتصاص حيث يتم داخل هذه القناة إتمام عملية الهضم.

#### **Hindgut :**

تتصل نهاية الأمعاء في الأنثى بالمستقيم Rectum بواسطة الصمام المعوي المستقيمي Intestinal-Rectal Valve ، وهو صمام عضلي وحيد الخلية. والمستقيم عبارة عن أنبوبة قصيرة منضغطة من الجهتين الظهرية والبطنية ومبطنة بالكيوتيكل. وقد يفتح في المستقيم عدد من غدد المستقيم وحيدة الخلية التي يكثر وجودها في طائفة Secernentea بينما يندر وجودها في طائفة Adenophorea ، فمثلاً يوجد ست من هذه الغدد في أنثى نيماتودا تعقد الجذور تفرز المادة الجيلاتينية الخاصة بكيس البيض. وينتهي

المستقيم في الأثني بفتحة الشرج Anus ، وهي عبارة عن شق عرضي في الجهة البطنية من مؤخرة الجسم (الشكل رقم ١٢)، ويتحكم في فتحها عضلة وحيدة الخلية.



( ) .

( Wharton, 1986 ) .

أما في الذكر فإن نهاية الجهاز التناسلي تتصل بالمستقيم لتشكّل ما يسمى بالمجمع Cloaca (الشكل رقم ٢ب)، وتقع منطقة الاتصال هذه في معظم نيماتودا النبات طائفة Secernentea عند الصمام المعوي المستقيمي أو بعده مباشرة، وبذلك تتحوّر القناة الهضمية الخلفية إلى المجمع. ويفتح المجمع إلى الخارج بفتحة المجمع Cloacal Opening (الشكل رقم ١٦)، وهي فتحة واحدة مشتركة للجهازين الهضمي والتناسلي.