كلية العلوم

القسم : **علم الحياة**

السنة : **الثالثة**

المادة : فزيولوجيا وظائف التغذية

المحاضرة : ٢+٣/نظري/د.مرسال

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

فيزيولوجيا وظائف التغذية
المحاضرة الثانية
الطبيعة الكيميائية للمواد الغذائية

-الليبيدات-

هي مركبات عضوية يدخل في تركيبها الأكسجين والهيدروجين والكربون وأحيانا الفوسفور والآزوت والكبريت.
و تصنف حسب تركيبها الكيميائي إلى

1- ليبيدات بسيطة - وهي عبارة عن أسترات للأحماض الدسمة مع الكحولات. أهمها الغليسريدات الثلاثية التي تشمل أنواع الدهون والزيوت والشموع كشمع العسل.

2- ليبيدات مركبة - وهي عبارة عن دهون يرتبط بها جزيء غير دهني، من أهم أنواعها الليبيدات الفوسورية والليبيدات البروتينية والليبيدات السكرية والليستين .

3- ليبيدات مشتقة -وهي عبارة عن نواتج تحلل الليبيدات البسيطة والمركبة، وتشمل الحموض الدسمة والكوليسترول وأستراته مع الحموض الدسمة والمركبات المشتقة منه كالهرمونات الستيروئيدية و فيتامين"D".

- تتكون الدهون المخزنة في أجسام الحيوانات من الدهون التي يتناولها الفرد مع الغذاء ومن تحول المواد الكربوهيدراتية داخل خلايا جسمه. وهي تتأكسد وتنساب إلى مجرى الدم عند الحاجة لتفي بمتطلبات خلايا الجسم.

وأهم هذه الدهون هي الغليسريدات الثلاثية التي تتكون من ارتباط ثلاث جزيئات من الحموض الدسمة مع جزيئة غليسرول واحدة

كما يوجد غليسريدات ثنائية تنتج من ارتباط حمضين دسمين مع جزيئة غليسرول وهناك غليسريدات أحادية تنتج من ارتباط حمض دسم مع جزيئة غليسرول.

وفيما يتعلق بالحموض الدسمة فيحتوي أغلبها على ٤ إلى٢٠ ذرة كربون .

وتقسم اللبيدات حسب نوع الروابط الموجودة في جزيئاتها إلى

حموض دسمة مشبعة

تتصف ذرات الكربون في هذه الحموض بأنها مشبعة بذرات الهيدرجين، بمعنى أن كل ذرة كربون في وسط السلسلة ترتبط بذرتين من الهيدروجين، وبالتالي لا تحوي جزيئاتها على روابط كيميائية مزدوجة، وهي تتجمد في درجة حرارة الغرفة، منها حمض االبالمتيك وحمض االستياريك والتي تدخل في تركيب الدهون الحيوانية، وحمض الأراشيديك.

حموض دسمة غير مشبعة

وتتصف بأن بعض ذرات الكربون فيها تكون غير مشبعة بالهيدروجين، لذلك تحوي جزيئاتها على رابطة مزدوجة أو أكثر بين ذرتين من الكربون أو أكثر. وتتميز هذه الحموض بأنها سائلة في درجة حرارة الغرفة، ونذكر منها حمض اللينوليك وحمض الأوليك.

يوجد حمض الزيت وحمض الكتان بكثافة في الزيوت النباتية كزيت الزيتون وزيت الذرة وزيت بذور الكتان، إضافة إلى وجودهما في الدهون الحيوانية.

- ويعد حمض الكتان(اللينوليك) وحمض (اللينولينيك) وحمض الفستق (الأراشيديك)من الحموض الدسمة الأساسية التي يحتاجها الإنسان لأن خلايا جسمه لاتستطيع تصنيعها من مواد أخرى، وهي ضرورية من أجل النمو الطبيعي.

أهمية اللبييدات

- تدخل بعض أنواعها كاللبيدات الفوسفورية في بناء أغشية الخلايا الحية.
- يشكل بعضها الآخر الهرمونات الستيروئيدية كهرمونات قشرة الكظر والهرمونات الجنسية .
- تعد الغليسيريدات الثلاثية أو الدهون من أهم المصادر الغذائية المولدة للطاقة الحيوية، حيث ينتج عن أكسدة الغرام الواحد من الدهون في خلايا الجسم حوالي ٩.٣ سعر حراري .
- ، تعد اللبيدات مصدرا أساسيا لبعض الفيتامينات كفيتامين D و Aوحاملة للفيتامينات الذوابة في الدهون الأخرى

كفيتامين Aو Dو Eو K وبالتالي تساعد على امتصاصها ونقلها داخل الجسم.

- تعد اللبيدات كذلك مصدرا للحموض الدهنية الأساسية الضرورية للجسم.
- يؤدي تراكم الدهون تحت جلد بعض الأنواع الحيوانية إلى تكوين طبقة عازلة تعمل على حفظ درجة حرارة الجسم.
- تتراكم الدهون حول بعض أعضاء الجسم كالكليتين وتحميهما عن طريق امتصاصها الصدمات.

البروتينات

وهي مركبات عضوية ذات أوزان جزيئية مرتفعة يدخل في تركيبها الهيدروجين والأكسجين والكربون والآزوت وأحيانا الكبريت والفوسفور.وهي تصنف حسب تركيبها الكيميائي إلى ثلاثة أقسام رئيسة رغم أن لكل بروتين تركيبه الكيميائي الخاص به، وهذه الأقسام هي:

- بروتينات بسيطة: تتكون من أحماض أمينية فقط، منها الآحيات والغلوبولينات والكولاجين والبروتامينات والهيستونات
- بروتينات مركبة: تتألف من بروتينات بسيطة مرتبطة مع مجموعة كيميائية غير بروتينية،منها البروتينات النووية والبروتينات السكرية مثل المخاطين والبروتينات الفوسفورية والبروتينات الدهنية والبروتينات الملونة والبروتينات المعدنية كالأنزيمات التي تحتوي على عنصر الحديد أو النحاس أو الزنك.

3- بروتينات مشتقة: وهي تنتج عن الهضم الجزئي للبروتينات، وتشتمل البروتيوزات والببتونات والحموض الأمينية والبيبتيدات المتعددة.

يتألف البروتين البسيط من ارتباط عدد من الوحدات الأساسية هي الحموض الأمينية ذات الصيغة العامة:

R

NH2 CH COOH

ترتبط الحموض الأمينية المكونة للبروتين مع بعضها بروابط ببتيدية تتشكل كلا منها بين الزمرة الكربوكسيلية للحمض الأميني السابق والزمرة الأمينية للحمض الأميني التالي.

ويوجد في الطبيعة عشرون حمضا أمينيا تدخل في تركيب البروتينات . وتستطيع الثدييات تركيب بعض أنواعها انطلاقا من مركبات عضوية أخرى، بينما لا تستطيع تركيب بعضها الآخر. فالإنسان على سبيل المثال لا يستطيع تركيب ثمانية منها هي اللوسين، الإيزولوسين ، الليزين، التربتوفان، الفينيل الانين، التريونين، الميتيونين، والفالين.

وتدعى هذه المجموعة من الحموض الأمينية بالحموض الأمينية الأساسية، ولابد منها من أجل عمليات البناء والنمو والتجديد، ويحصل عليها الإنسان بالتغذي على البروتينات الحيوانية. ويضاف إليها حمضا الأرجنين والهيستدين كحمضين ضروريين لنمو الأطفال.

أما بقية الحموض الأمينية والتي تدعى بالحموض غير الأساسية فتستطيع خلايا الجسم تركيبها انطلاقا من حموض أمينية أخرى أو من مواد عضوية أخرى.

أما الحيوانات المجترة فتستطيع تكوين جميع الحموض الأمينية في كرشها بوساطة الأحياء الدقيقة المتعايشة معها إذا توفر لها النيتروجين في الغذاء.

وتأتي أهمية البروتينات للجسم الحي، إضافة إلى كونها مصدرا للطاقة، في أنها مسؤولة عن البنية المميزة لكل خلية من خلايا الجسم لأن بعضها يدخل في بنية الخلايا (بروتينات بنيوية) وبعضها الآخر يلعب دورا وظيفيا (أنزيمات وهرمونات) ينظم ويتوسط التفاعلات الكيميائية الحيوية التي تساهم في إنجاز النشاط الحيوي المميز لكل خلية من خلايا الجسم. وبذلك فهي تساهم في بناء أنسجة الجسم ونموه وصيانته، وتدخل أيضا في تركيب الأجسام المضادة، ويعمل بعضها كمادة منظمة لكثير من الفعاليات الحيوية مثل حركة السوائل، وتستخدم الحموض الأمينية في تصنيع المركبات النيتروجينية العضوية كحموض (RNAو DNA) والكرياتين والكولين والأدرينالين والهستامين والسيروتونين والميلانين وغيرها.

– الحموض النووية

وهي جزيئات عضوية ضخمة يدخل في بنائها الكربون والهيدروجين والأكسجين والآزوت والفوسفور، منها الحمض النووي الريبي منقوص الأكسجينDNA والحمض النووي الريبيRNA ،

وكلاهما يتألف من مجموعة من النيكلوتيدات المرتبطة مع بعضها بروابط ايسترية.

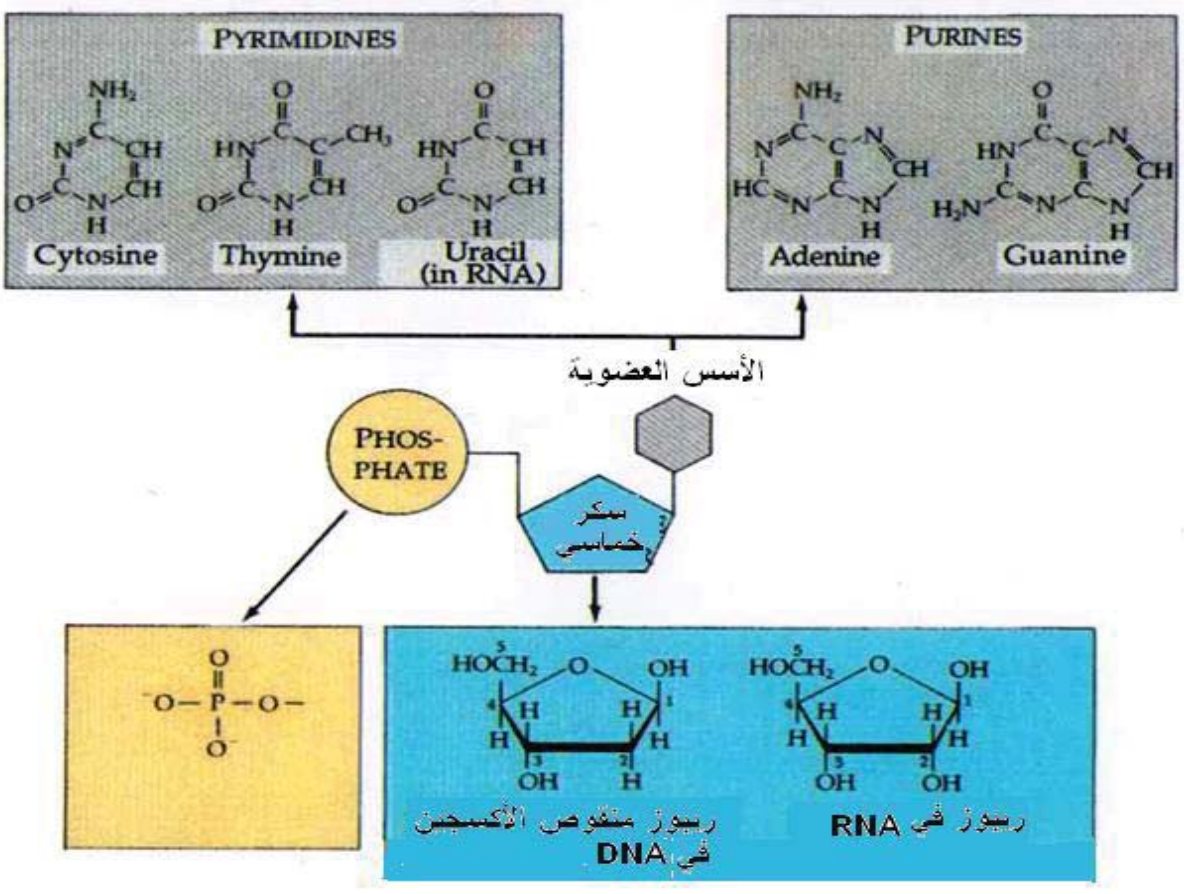
. ويتكون كل نيكلوتيد من ارتباط جزيئة سكر خماسية الكربون هي الريبوز أو الريبوزمنقوص الأكسجين مع حمض فوسفور وأساس عضوي آزوتي

ويوجد في الطبيعة خمسة أنواع من الأسس العضوية هي:

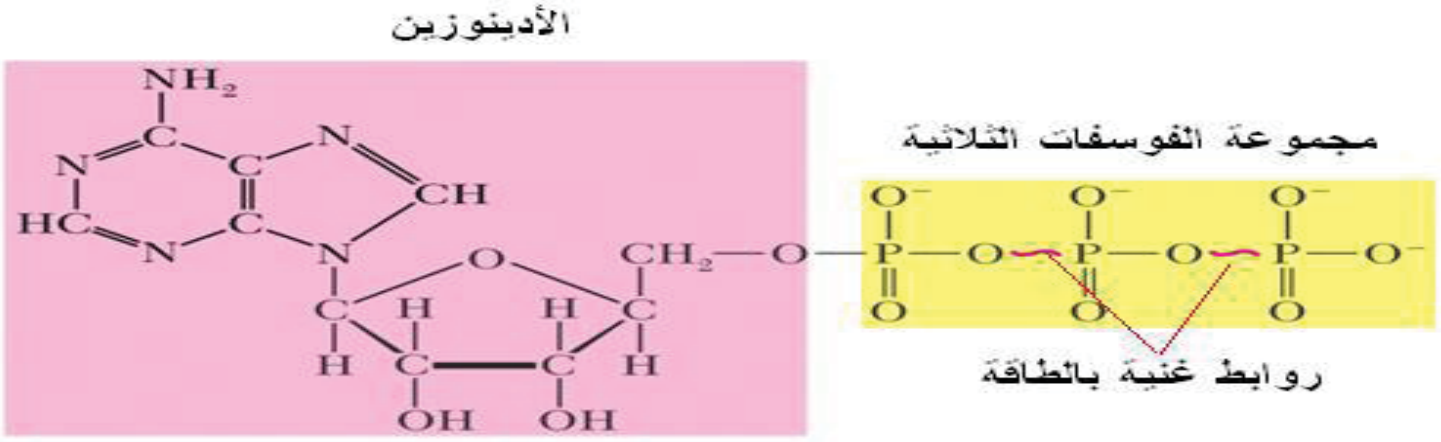
Cytosine ، Thymine ، Guanine، Adenine في نيكلوتيدات DNA

بينما يضم RNA نيوكلوتيد Uracileبدلا من Thymine.

الصيغ الكيميائية للأسس العضوية التي تدخل في تركيب الحموض النووية



- ويوجد في خلايا الجسم نكلوتيدات أحادية تدخل في عمليات تبادل الطاقة واختزانها في الخلية، منها (ATP)الأدينوزين ثلاثي الفوسفات، (ADP) الأدينوزين ثنائي الفوسفات (AMP)الأدينوزين أحادي الفوسفات، واليوارسيل ثلاثي الفوسفاتUTP، والغوانوزين ثلاثي الفوسفات GTP ، ونكلوتيدات ثنائية مثل نيكوتين أميد أدنين ثنائي النيكلوتيدNAD، وفلافين أدنين ثنائي النيكلوتيدFAD واللذان يدخلان في عمليات التنفس الخلوي.
- أما عن أهمية الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين فإنه يحدد الصفات الوراثية المميزة للنوع والفرد، ويشرف بشكل مباشر وغير مباشر على تركيب وبناء وتنظيم المواد العضوية التي تدخل في بناء الجسم الحي.
- وتتوسط أنواع الحموض النووية الريبية ترجمة الصفات الوراثية إلى صفات ظاهرية تتمثل ببناء البروتينات النوعية وفق المعلومات الوراثية،حيث يلعب بعض هذه البروتينات دورا بنيويا ، بينما يلعب بعضها الآخر دورا وظيفيا ، ويشرف من خلالها على التفاعلات الاستقلابية التي تتم في خلايا الجسم.



الصيغة الكيميائية للأدينوزين ثلاثي الفوسفات

الفيتامينات

هي مركبات عضوية غير منتجة للطاقة، يحتاج جسم الحيوان والإنسان لكميات صغيرة منها في وجباته الغذائية، وخاصة تلك التي لا يمكن تركيبها في خلايا الجسم.

وتلعب الفيتامينات دور أنزيمات مساعدة Coenzymesتعمل على تنظيم عمليات نمو الجسم وصيانته وحمايته من الأمراض من خلال تدخلها في تنظيم التفاعلات الاستقلابية في خلايا الجسم بما فيها تفاعلات تحويل الطاقة والاستقلاب الحيوي دون أن تدخل في تركيب الوحدات البنائية لخلايا الجسم.

وتختلف حاجة الجسم لكل منها كما ونوعا باختلاف الأنواع الحيوانية.

يملك كل فيتامين تركيب كيميائي محدد، وله وظيفة أو مجموعة وظائف محددة. وقد صنفت الفيتامينات حسب قابلية انحلالها في الماء والدهون إلى فيتامينات منحلة في الماء وفيتامينات منحلة في الدهون.

الفيتامينات التي يحتاجها الإنسان.

آ – **الفيتامينات المنحلة بالماء:** وهي تشمل فيتامينات المجموعة B وفيتامين C

وتتميز بأنها تذوب في الماء ولا تذوب في الدهون، توجد في معظم نسج جسم الإنسان والفقاريات الأخرى، وكذلك اللافقاريات. وهي لاتخزن بمقادير كبيرة في الجسم باستثناء فيتامين B 12 الذي يخزن في خلايا الكبد، لذالك فإن أعراض نقص هذه المجموعة من الفيتامينات تظهر بصورة أسرع من أعراض نقص الفيتامينات المنحلة بالدهون عند التوقف عن تناولها في الغذاء لفترة قصيرة من الزمن. وتعد ضرورية لكل الخلايا الحية لأنها تدخل في عمليات استقلاب الطاقة ونقلها.

فيتامين B١ "Thiamine :الشكل الفعال له في خلايا الجسم هو بيرو فوسفات التيامين

وهو ضروري لاستقلاب المواد السكرية في خلايا الجسم، إذ يعمل كأنزيم مساعد للأنزيمات نازعة الكربوكسيل المعروفة باسم ديكاربوكسيلاز من بعض المركبات العضوية كالحمض البيروفي

وينشط هذا الفيتامين أيضا نقل السيالات العصبية في سوية المشابك العصبية. يسبب نقصه للإنسان ، مرض بري – بري نتيجة فشل الخلايا في استقلاب السكريات لإنتاج الطاقة مما يؤدي إلى تراكم البيروفات التي لايتم تحويلها إلى أسيتات. ومن أعراض هذا المرض الإعياء و الاكتئاب والتوتر العصبي وضعف الذاكرة وعدم القدرة على التركيز وانخفاض الشهية واضطراب في الدورة الدموية وبطء ضربات القلب وظهور الوزمة وتجمع السوائل في أكثر مناطق الجسم والتهاب الأعصاب. وهو يوجد بكثرة في الخميرة واللحوم والحبوب والبقوليات.

- **فتامين2Riboflavin B** يدخل في تركيب أنزيمين مساعدين هما الفلافين أدنين أحادي النيكلوتيد؛ FADوالفلافين أدنين ثنائي النيكلوتيد ، FMN الضروريان لعمليات نقل الهيدروجين والإلكترونات أثناء تفاعلات الأكسدة والإرجاع الخلوية وإنتاج الطاقة في الجسيمات الكوندرية.

وهو بالتالي ضروري لاسقلاب الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.يؤدي نقصه إلى التهاب في زوايا الفم واللسان والغدد الدهنية وتشقق الشفاه وفقر الدم واضطرابات هضمية واكتئاب وكثرة النسيان. وهو واسع الانتشار في النسج الحيوانية والنباتية، ومن أهم مصادره الحليب والبيض واللحوم والحبوب الكاملة والبقول والخميرة.

فيتامين B3النياسين يسمى حمض النيكوتين وهو يدخل في تركيب إنزيمين مساعدين هما نيكوتين أميد أدنين ثنائي النيكلوتيد NADأو "Coenzyme I ونيكوتين أميد أدنين ثنائي نيكلوتيد الفوسفات NADPأو "Coenzyme II وهما يعملان كنواقل للهيدروجين والإلكترونات في تفاعلات الأكسدة والإرجاع الخلوية ونقل الطاقة للسكريات والدهون وبناء الحموض الدسمة والكوليسترول. وتكمن أهمية هذين المركبين اللذين يدخل النياسين في تركيبهما من مشاركتهما في أكثر من أربعين تفاعلا من تفاعلات نقل الإلكترونات. نقصه يؤدي إلى ظهور أعراض مرض البيلاغرا

التي تتمثل بتقشر الجلد في المناطق المعرضة لأشعة الشمس والتهاب الفم وضعف الشهية وألام في البطن وعدم القدرة على التركيز مع الشعور بالإحباط واللامبالاة. يوجد في اللحوم والحبوب الكاملة والفول السوداني.

فيتامين B6أو بيريدوكسين " Pyridoxine يعمل كأنزيم مساعد لعدد كبير من الأنزيمات كتلك المتعلقة باستقلاب البروتينات والحموض الأمينية، وهو ضروري لتكوين كريات الدم الحمر والحموض الدسمة غير المشبعة، كما أنه ضروري لسلامة الأوعية الدموية والجهاز العصبي ونمو العضلات. يؤدي نقصه إلى التهاب في اللسان والشفاه وفقر الدم واضطرابات عصبية. وهو واسع الانتشار في الأغذية الحيوانية والنباتية.

فيتامين12 Bأو كوبالامين " Cobalamin وهوضروري لبناء كريات الدم الحمر، كما يساهم في تكوين البيورينات والبيرميدينات التي تدخل في تركيب الحموض النووية. وتتكامل وظيفته مع وظيفة حمض الفوليك. ونقصته يسبب مرض فقر الدم. وهو يوجد في الأغذية ذات المنشأ الحيواني فقط وخاصة في الكبد والكلى والبيض والحليب.

حامض الفوليك - Folic acid ينشط هذا الحمض العديد من التفاعلات الحيوية التي تتضمن نقل مجموعات أحادية الكربون من مركب إلى اخر، وهو ضروري لبناء الحموض النووية، ويبدو أن وظيفته تتكامل مع وظيفة فيتامين " B12" في تكوين البيورينات وكريات الدم..

ونقصه يسبب فقر الدم التضخمي أو فقر الدم ضخم الأرومات
الذي يتميز بعدم نضج خلايا الدم الحمر واحتوائها على نواة، كما يتميز بانخفاض عدد الكريات البيض.
لذلك نقصه شائع في النساء الحوامل نظرا لحاجة الجنين له،وللتغيرات الهرمونية يعطى هذا المركب للنساء الحوامل
يوجد بكثرة في الأغذية النباتية والحيوانية.
ومن الفيتامينات الأخرى التي تتبع ذات المجموعة حمض البيوتين، والبنتوثين حيث تصنع الجراثيم الموجودة في القناة الهضمية للإنسان كميات كافية تفي بمتطلبات جسم الإنسان منهما. ولهذين الفيتامينين وظائف نوعية تتعلق بتفاعلات استقلابية نوعية وهناك مجموعة أخرى من الفيتامينات التي تتبع المجموعة ذاتها ولا يحتاج لها الإنسان في غذائه لأن خلايا جسمه تنتج كميات كافية منها مثل
حمض الكولين وحمض بارأمينوبنزويك ،وحمض الليبويك
والإينوسيتول البيوفلافينويدات وغيرها، ولمعظم هذه الفيتامينات وظائف منشطة للتفاعلات الكيميائية الحيوية وخاصة ما يتعلق منها باستقلاب الطاقة.

حامض الأسكوربيك فيتامين C

وهو ضروري لتكوين مولد الغراء الكولاجين والمواد المخاطية متعددة السكر الخاصة بالنسج الضامة، لذلك يعد هذا الفيتامين ضروريا لنمو النسج العظمية والغضروفية

ويعتبر هذا الفيتامين مقاوما للتعب والإجهاد من خلال دوره المنشط لتكوين هرمونات الغدة الكظرية، وله أيضا دور في إبطال المفعول السام للهستامين، كما أنه يساعد في امتصاص الحديد من جدار الأمعاء وحماية الفيتامينات الأخرى من التأكسد والتلف، ويساعد في استقلاب بعض الحموض الأمينية.

يسبب نقصه مرض الأسقربوط ومن أعراضه فقر الدم، ضعف عام، نقص الوزن، آلام المفاصل، نزيف اللثة، تخلخل الأسنان وسقوط بعضها، ظهور نزيف داخلي في القناة الهضمية والأنف.

وتنتج هذه الأعراض عن بطء التئام الجروح وعدم القدرة على بناء مولد الغراء اللازم لتماسك الخلايا والنسج الضامة. وهو واسع الانتشار في الأغذية النباتية.

ب – الفيتامينات المنحلة في الدهون

وهي تذوب في الدهون والزيوت والمذيبات العضوية، ولكنها لا تذوب في الماء. تلعب أدوارا أكثر تخصصا من الفيتامينات

المنحلة في الماء، فهي ضرورية لتكوين وحدات وتراكيب بنائية محددة في الجسم. ويقتصر وجودها على الفقاريات وبعض اللافقاريات، وهي تخزن بصورة رئيسة في الكبد، لذا لاتظهر أعراض نقصها عند عدم تناولها يوميا في الغذاء. وتضم **فيتامين - "A أو الريتينول " Retinol**

ومشتقاته وهو يلعب دور في التفاعلات الاستقلابية البنائية كبناء البروتينات السكرية لمعظم خلايا الجسم، كما أنه ضروري لتمايز الخلايا الظهارية االمبطنة لقنوات الجسم الداخلية وحمايتها، ويعتبر أيضا ضروريا لتكوين الحيوانات المنوية والانقسام الخلوي ونمو الجنين، ويدخل كذلك في تركيب الأصبغة البصرية. يسبب نقصته ضعفا في النمو،

ونقصا في مناعة الجسم للأمراض المعدية وخاصة التهاب القناة الهضمية والتنفسية، وجفاف الملتحمة والقرنية نتيجة ضعف إفراز الدمع، كما يسبب نقصه مرض العشا الليلي وضعف في تكوين الحيوانات المنوية وتشوه خلقي في الأجنة. نحصل على هذا الفيتامين من الأطعمة الحيوانية وأهمها الكبد، كما يوجد هذا الفيتامين على شكل مولدات فيتامين Aتدعى بالكاروتينات في الأغذية النباتية كالأوراق الخضراء والجزر والفواكه الصفراء. وتتحول الكاروتينات في خلايا جدار الأمعاء والكبد إلى فيتامينA

Calciferols أو الكالسييفيرول " – "D فيتامين :هو يساعد على امتصاص الكالسيوم والفوسفور من الأمعاء، والحفاظ على مستوى محدد لهما في الدم، ويلعب دور في عملية تكلس العظام ، إذ أنه ينشط ترسب الفوسفات والكالسيوم في العظام من خلال تنشيطه لأنزيمات الفوسفاتاز القلوية التي تساعد على امتصاص كميات أكبر من الكالسيوم وترسبها في العظام. ويسبب نقصه مرض الكساح عند الأطفال ومرض لين العظام وضمورها عند الكبار. من أهم مصادره هو زيت السمك، ويتمكن الجسم من بناء هذا الفيتامين وذلك بتعريض الجسم لأشعة الشمس في الصباح وعند الغروب حيث تتوفر الأشعة فوق البنفسجية التي تساعد خلايا الجسم على بنائه انطلاقا من أحد مشتقات الكوليسترول.

Tocopherols أو التوكوفيرول " - "E فيتامين

يمنع هذا الفيتامين أكسدة الحموض الدسمة غير المشبعة التي تدخل في تركيبالأغشية الخلوية، ويحافظ بالتالي على سلامة الخلايا وسلامة عضيات الخلية، وهو ضروري أيضا لنشاط المناسل، ويعتقد أن له دور في التنفس الخلوي وتركيب الDNA

ويسبب نقصه للإنسان تكسر كريات الدم الحمر وانحلال الدم.

يوجد بكثرة في الزيوت النباتية وأجنة الحبوب والكبد والزبدة.

Quinones أو "K" فيتيامين - ضروري لعملية تخثر الدم من خلال دخوله في تكوين بعض عوامل التخثر، فهو يلزم لتكوين طليعة الخثرين والعامل السابع والتاسع والعاشر في خلايا الكبد. ويسبب نقصه بطئا في عملية تخثر الدم واستمرار النزف .

يوجد في الخضروات الورقية كالسبانخ والخس والملفوف، ويوجد كذلك في اللحوم الحمراء والكبد، ويصنع قسم منه من قبل الأحياء الدقيقة الموجودة في الأمعاء الغليظة

آليات التغذي عند الحيوانات

تحصل الحيوانات على غذائها بآليات عديدة تختلف باختلاف الأنواع، فلكل منها عاداته الخاصة التي ترتبط بمدى تطوره العضوي ومدى تكيفه مع البيئة، وطبيعة المادة الغذائية التي يتغذى عليها.

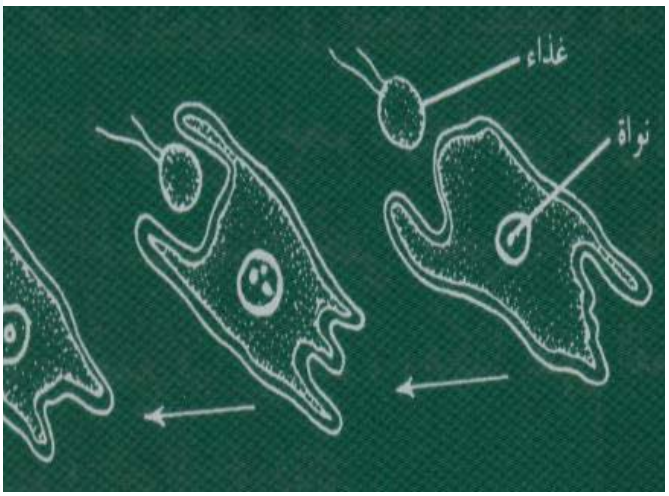
أهم آليات التغذي عند الحيوانات

أولاً – التغذية المباشرة:

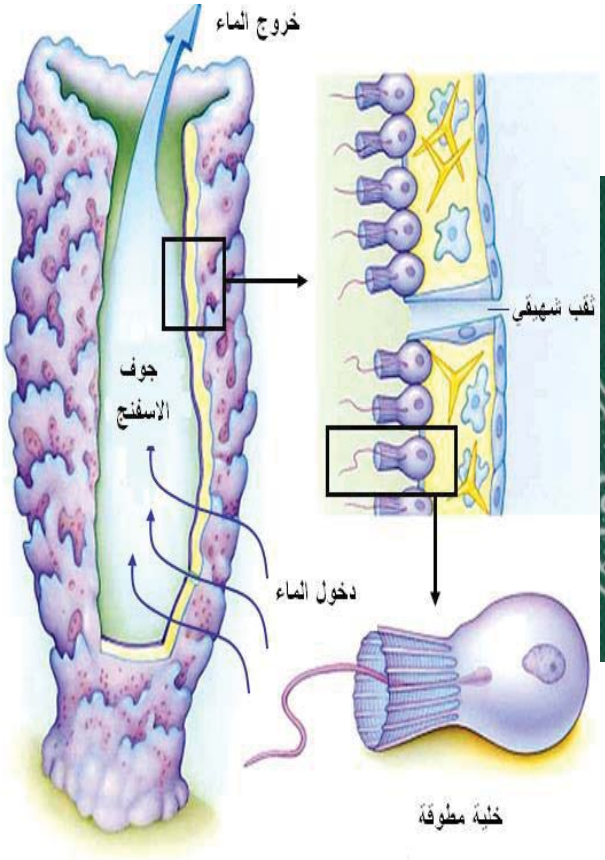
تحصل الحيوانات التي لا تمتلك جهازا هضميا (كالأوليات و الاسفنجيات)على غذائها من الوسط المحيط مباشرة بآليات النفوذ والبلعمة المتغايرة ومن المعروف أن جزيئات المواد الغذائية البسيطة المنحلة في الماء يمكنها أن تجتاز غشاء الخلية والانتقال إلى داخل الخلايا بآليات نقل مختلفة كالانتشار، والنقل الميسر والنقل الفعال، والنقل عبر جملة الرسول الثاني المتمثلة بالأدينوزين أحادي الفوسفات الحلقي AMPc، أما المواد العضوية كبيرة الحجم ولتي لا يمكنها عبور الغشاء بالنفوذ فإنها تعبر الغشاء الخلوي بطريقة البلعمة المتغايرة وتكوين فجوات غذائية تتشكل إثر ملامسة جزيئات المادة العضوية للخلية، ويطلق على عملية النقل بهذه الطريقة اسم الالتهام الخلوي (البلعمة الخلوية) أي المادة المنقولة ذات قوام صلب، أما إذا كانت المادة المنقولة سائلة فتسمى بالابتلاع الخلوي للمحاليل (التشرب الخلوي)

فالمتحول . مثلا يمكنه أن يسلك مسلكين مختلفين إزاء الطعام الذي يعثر عليه، إذ أنه يتغذى على كائنات حية دقيقة متحركة وأخرى غير متحركة. ففي حالة الكائنات غير المتحركة يحس المتحول بوجودها كيميائيا بفضل الأوكسجين الذي تطلقه الكائنات ذاتية التغذية في الماء، أو غاز ثاني أكسيد الكربون الذي تطلقه بعض أنواع الكائنات الأخرى، وللمتحول انتحاء كيميائي ايجابي لهاتين المادتين، فينجذب باتجاه هذه الكائنات ليتغذى عليها. أما إذا كانت الكائنات الدقيقة متحركة، فإن المتحول يحس بها بفضل الاهتزازات التي تحدث أثر مرور الكائنات المذكورة بالقرب من المتحول، ويستجيب المتحول لهذا الإحساس بإطلاق أقدامه الكاذبة نحو الفريسة والتهامها.

البلعمة المتغايرة في المتحول



تخطيط يوضح البنية النسجية للإسفنج..



وفي الهدبيات تؤمن حركة الأهداب وصول الدقائق الغذائية إلى الفم الخلوي الذي يُمكن الحيوان من ابتلاع هذه الدقائق. وتعتمد السوطيات في تأمين غذائها على ضربات السياط التي تحدث تيارات مائية تجرف خلالها الدقائق الغذائية إلى منطقة التجويف الفموي ليتم تناولها بالبلعمة المتغايرة.

وتشبه التغذية في الاسفنجيات مثيلاتها في الأوليات،حيث يدخل الماء ومايحمله من مواد غذائية إلى جوف الإسفنج عبر الثقوب الشهيقية فتلتقطها الخلايا السوطية المطوقة التي تبطن جوف الإسفنج وتبتلعها، وتسلم الخلايا المطوقة قسما من المواد الغذائية إلى الخلايا المتحولية الموجودة في الهلام المتوسط . لتهضمه ولتوزعه على بقية خلايا الجسم

لاتقتصر التغذية بالامتصاص المباشر على الأوليات الحرة والإسفنجيات، وإنما نجد ما يماثلها عند أنماط أخرى من الطفيليات الداخلية التي تعيش في الدم والأمعاء، كالأوليات الطفيلية وشوكيات الرأس وكثيرات الخلايا التي لا تحتوي أجسامها على أنبوب هضم كالشريطيات

ثانياً – التغذي بالسوائل:

تعتمد الكثير من الأنواع الحيوانية الحرة في غذائها على امتصاص السوائل الغنية بالمواد الغذائية، ومثال ذلك بعض أنواع الحشرات التي تملك أجزاء فم ماصة كالفراشات التي تتغذى على العصارات النباتية.

وتملك بعض أنواع الذباب أجزاء فم اسفنجية ترتشف بوساطتها الطعام السائل أوالطعام الصلب بعد إذابته بالمفرزات اللعابية. وتحول العناكب فرائسها بعد أن تقبض عليها وتحقنها بالسم والعصارة الهاضمة إلى صورة سائلة يسهل امتصاصها بوساطة الردوب المعدية، وتتناول بعض الطفيليات الداخلية كحيات البطن الإسكارس المواد الغذائية المحيطة بها بطريقة الامتصاص والتي يقدمها لها الحيوان العائل دون قصد.

وتملك الطفيليات الخارجية كالعلقيات والقشريات المتطفلة وبعض الحشرات أجزاء فم قارضة أو ثاقبة ماصة تسمح لها بثقب جلد العائل للتغذي على الدم وعلى سوائل الجسم الأخرى.

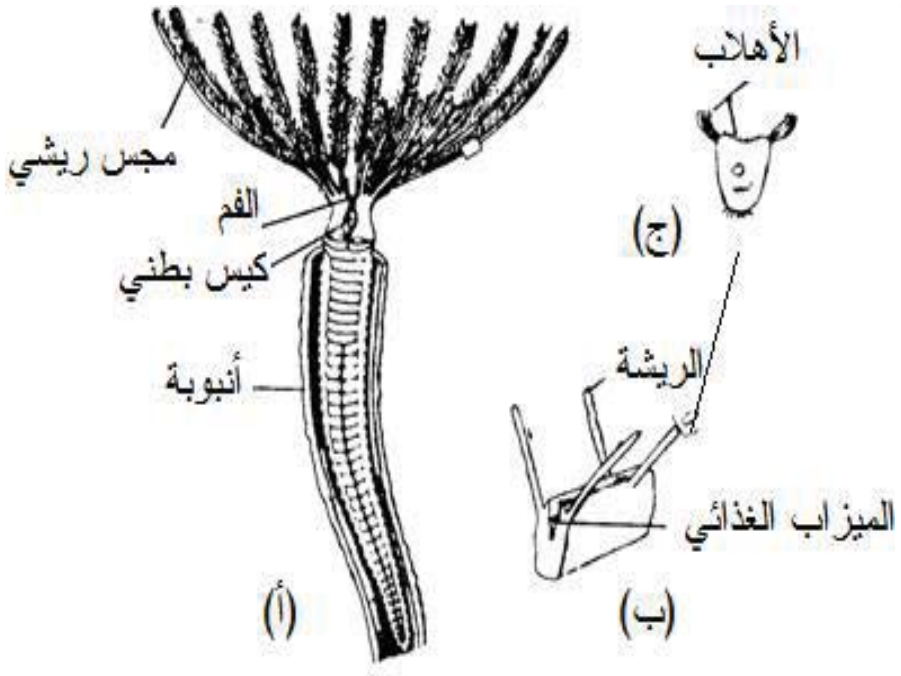
ثالثاً – التغذية بالترشيح:

تتغذى الكثير من الحيوانات المائية على العوالق التي تتكون أساسا من كائنات حيوانية ونباتية دقيقة هائمة في الماء، ومن بقايا الحيوانات والنباتات، وكذلك بيوض بعض الحيوانات. وتمتلك غالبية الحيوانات التي تتغذى بهذه الطريقة أسطحا مهدبة ضمن تركيب الجسم

تعمل هذه الأهداب بفعل ضرباتها على توليد تيارات مائية تهدف إلى دفع الماء وما يحمله من وتوجيهها إلى داخل الفم. ونجد هذه الطريقة من التغذي عند الدوارات

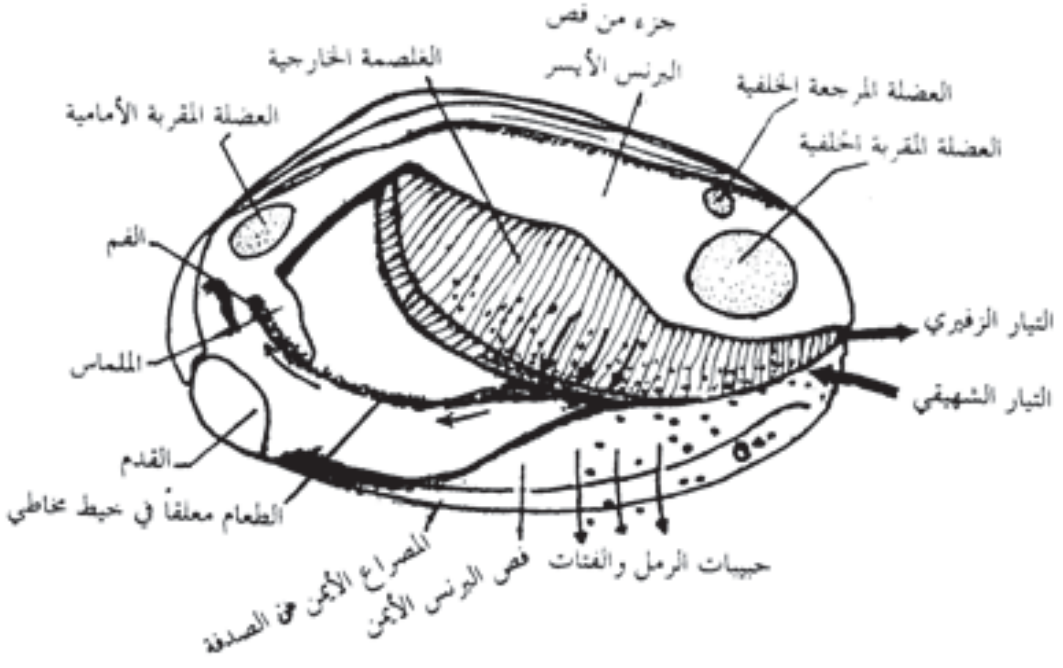
وبعض أنواع الديدان الحلقية من كثيرات الأشعار وعند الرخويات ثنائية المصراع وعند طلائع الحبليات وبعض الفقاريات.

- *فالدودة الريشية* من الديدان الحلقية كثيرة الأهلاب تملك عددا من المجسات الريشية الشكل، تحمل هذه المجسات أهلابا وخلايا غدية تفرز موادا مخاطية. تحدث الأهلاب بضرباتها تيارات مائية تعمل على تحريك الحبيبات الغذائية العالقة بالماء، وعندما تصطدم الحبيبات الغذائية بالطبقة المخاطية للذراع تلتصق بها، وبهذه الطريقة يُجمع الغذاء ويساق عبر ميازيب المجسات إلى الفم ومنه إلى داخل جهاز الهضم.



وفي ثنائيات المصراع تحمل الخيوط الغلصمية على وجهها الشهيقي أهدابا وخلايا غدية. تؤمن حركة الأهداب دخول الماء وما يحمله من عوالق إلى الجوف الشهيقي عبر القمع الشهيقي، فتقوم هذه الأهداب بالتقاط الغذاء وتسوقه إلى الفم، ويساعدها في ذلك المفرزات المخاطية للخلايا الغدية الخاصة بالغلاصم. تنزلق المواد المخاطية مع العوالق الملتصقة بها على سطح الغلاصم باتجاه ميازيب الغذاء الموجودة على الحافة السفلى للغلاصم، ومنها باتجاه اللوامس الشفوية التي توجهها إلى داخل الفم ويندفع الماء بعد فرز العوالق منه خارج الجسم عبر القمع الزفيري.

محار الماء العذب

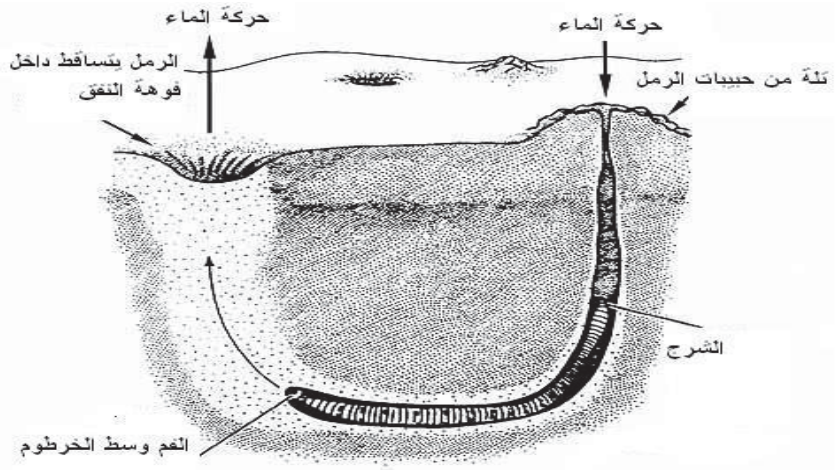


وفي طلائع الحبليات كدقيق الطرفين يُبطن جوف البلعوم بخلايا مهدبة وأخرى غدية مفرزة لمواد مخاطية، وتتم التغذية لديها بدخول الماء وما يحمله من مواد غذائية عبر الفم إلى البلعوم بفضل ضربات الأهداب. يُصفي البلعوم الماء من المواد الغذائية العالقة به بفضل الأهداب التي تلتقط حبيبات الغذاء وتلتصق بالمواد المخاطية. يخرج الماء من البلعوم إلى الجوف حول البلعوم المسمى بالبهو عبر الشقوق الغلصمية ومنه إلى الوسط الخارجي عبر فتحة البهو. أما المواد الغذائية العالقة بالمخاط فتساق إلى الميزابة الداخلية لتكون ما يشبه الحبل الغذائي الذي يندفع نحو المعدة والأمعاء لإتمام عملية الهضم والامتصاص، وما يتبقى من فضلات ترمى من الشرج إلى الوسط الخارجي.

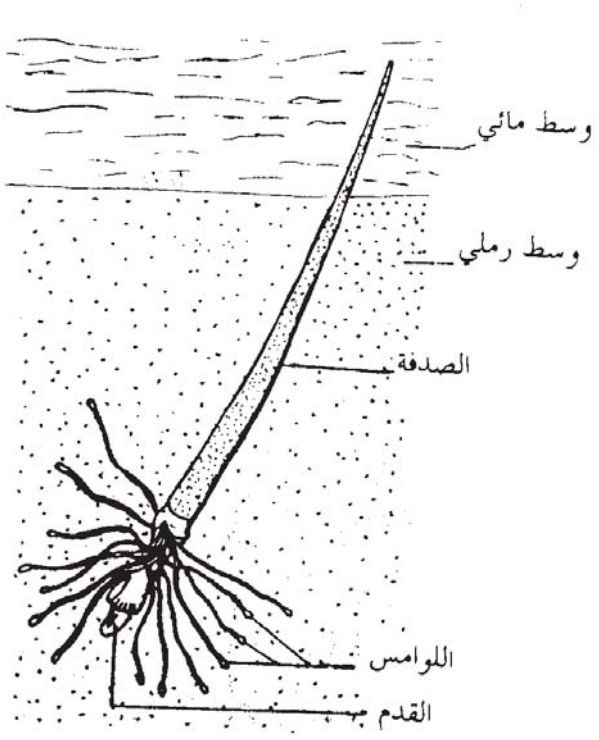
ومن الفقاريات التي تتغذى على العوالق بالترشيح نذكر بعض أنواع السمك كسمك السردين والرنكة وبعض أنواع الطيور كطائر البطرون والثدييات كالحيتان عديمة الأسنان.

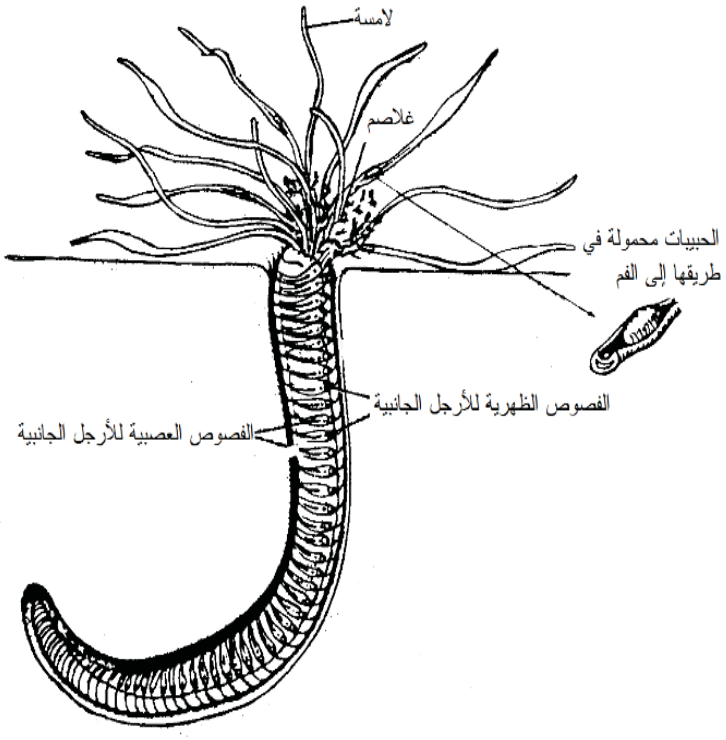
التغذي بالرواسب:

تشكل البقايا العضوية التي تصل إلى قاع الوسط المائي وتختلط بطينه ورماله مصدرا غذائيا أساسيا لمجموعة كبيرة من الحيوانات التي تتغذى بالرواسب كالديدان الحلقية التي تعرف بديدان الرمل والتي تعيش ضمن حفر رملية أنبوبية الشكل وتتغذى بابتلاع المواد العضوية المختلطة بالرمل، وأثناء مرور ذا الخليط في الأمعاء تهضم المواد العضوية وتمتص عبر جدار الأمعاء، بينما تطرح المواد المعدنية والمواد غير المهضومة خارج الجسم.



ويوجد العديد من المتغذيات بالرواسب أيضا كدودة الأمفيتريت، كما يوجد على سطح الأرض أنواعا كثيرة تعتمد في غذائها على تناول المواد العضوية الموجودة في روث الحيوانات الأخرى وتدعى بآكلات الروث، ومنها بعض أنواع الفقاريات والكثير من اللافقاريات كالصراصير والجعلان والنمل والديدان وغيرها. هذه الحيوانات رغم عاداتها الغذائية السيئة فإنها تعيد المواد ذات القيمة الغذائية العالية إلى دورة المواد في السلسة الغذائية.





– التغذي بالمواد الصلبة:

تعد عملية الحصول على الطعام الصلب وتناوله واحدة من أهم طرق التكيف في الحيوانات. وقد تشكلت هذه التحورات لتلائم ما يتناوله الحيوان من طعام.فنجد لدى الحيوانات عادات وطرق مختلفة في التغذي:

فالحشرات تختار المكان المناسب على النبات المناسب لوضع البيض، لأن هذا النبات سيكون المصدر الرئيس للغذاء الذي تقتات به اليرقات. كما يلاحظ أن الطيور والثدييات تتكاثر ويزداد عددها مع توفر المراعي والحبوب والثمار.

ويوجد لدى آكلات الأعشاب عادات غذائية خاصة تمكنها من الاستفادة من السللوز الذي يدخل في تركيب النباتات وذلك بالاعتماد على الأحياء الدقيقة التي تعيش في جهازها الهضمي والتي تهضم

السللوز لتصنع منه ما تحتاجه هي والحيوان العائل من السكريات والحموض الأمينية والمركبات العضوية، وتوجد مثل هذه المتعضيات الدقيقة في المعدة المركبة للمجترات (في الكرش).

وفي آكلات العشب غير المجترة كالحصان والأرنب توجد مثل هذه المتعضيات الدقيقة في منطقة الأعور من أنبوب الهضم.

وتبتلع الطيور غذاءها دون مضغ لعدم وجود الأسنان وتخزنه في الحوصلة لترطيب الطعام وخاصة عند الطيور اكلات الحبوب. أما عملية الهضم الميكانيكي لدى الطيور فتتم في القانصة التي تُبَطن بانثناءات كيتينية تفيد في طحن الطعام وتفتيته بتأثير القوى التي يؤمنها تقلص العضلات الداخلة في تركيب جدار القانصة ويساعدها في ذلك بعض الحصى التي يبتلعها الطائر مع طعامه.

أما الحيوانات المفترسة فيجب عليها أن تكون قادرة على اللحاق بالفريسة والقبض عليها وتثبيتها قبل ابتلاعها أو تمزيقها إلى قطع يسهل التعامل معها وابتلاعها. ولذلك نجد أن معظم آكلات اللحوم من الفقاريات يمكنها أن تمسك جيدا بفريستها أو بالطعام، وتقطعه باستخدام الأيدي أو المخالب أو المنقار أو الأسنان وذلك بحسب الأنواع، علما أن معظم الأسماك والبرمائيات والزواحف والطيور والثدييات المائية تتمكن من بلع فرائسها وهي حية.

وبالنسبة للافقاريات فيستطيع العديد منها اقتناص الفرائس ومسكها جيدا بلواحق متخصصة في أجسامها كاللوامس والأذرع واللواقط واللواحق المتمفصلة وأجزاء الفم، أو بالتفاف جسم الحيوان المفترس حول الفريسة. كما يمكنها تقطيع الفريسة وتمزيقها باستخدام أجهزة تقطيع خاصة مثل الأرجل الفكية والفكوك الكيتينية الموجودة لدى الكثير من القشريات، وأجزاء الفم القارضة لدى بعض أنواع الحشرات، والمبشرة (المفتات) لدى بعض الرخويات، والتشكيلات السنية لدى العلقيات وقنافذ البحر.

ويمكن لبعض أنواع الفقاريات واللافقاريات إنتاج مواد عضوية مختلفة كالسموم والمواد المخدرة تستخدمها هذه الحيوانات لشل حركة الفريسة أو قتلها قبل التغذي عليها، وينتج بعضها الآخر موادا مانعة للتخثر تفيد في
امتصاص الدم في المنطقة المستهدفة من جسم الحيوان المضيف، مما يسهل على المفترس عملية امتصاص الدم والتغذي عليه.

مكتبة A to Z