غرائب التغذية فى الكائنات الحية

الغذاء ضرورى لاستمرار حياة مختلف الكائنات الحية ، فالغذاء ضرورى لبناء أجسام الكائنات الحية والمحافظة عليها ولنموها ولتكاثرها ، كما أن الغذاء مصدر للطاقات التى يحتاجها الكائن الحى للمساعدة على إتمام كافة العمليات الحيوية ولنشاطه وحركته ولنشاط كافة أعضائه الخارجية والداخلية. الكائنات الحية الراقية قد تكون كائنات نباتية أو كائنات حيوانية ، ويختلف كل منهما فى متطلباته الغذائية وفى كيفية الحصول عليها.

المتطلبات الغذائية للنباتات فى منتهى البساطة ، فهى تحتاج لتغذيتها إلى غاز ثانى أكسيد الكربون وإلى الماء لتصنع منهما أول مادة عضوية بسيطة مكونة من العناصر الثلاثة ، الكربون والأكسوجين والإيدروجين ، وهذه المادة العضوية تخزن بها طاقة ضوئية مستمدة من ضوء الشمس ، ويتم ذلك بمساعدة مادة الكلوروفيل الخضراء التى تميز النباتات عن غيرها من الكائنات الحيوانية والتى توجد فى البلاستيدات الخضراء. من جزيئات المادة العضوية الأولى والتى تتكون نتيجة ما يعرف بالتمثيل الضوئى تتكون المواد الكربوايدراتية والمواد الدهنية. فإذا ما أضيف عنصر الآزوت وأحياناً عنصرى الأزوت والكبريت إلى المادة العضوية الأولى أمكن للنبات تكوين الأحماض الأمينية ومنها تتكون المواد البروتينية الضرورية لبناء خلايا وأنسجة النبات. وبتفاعلات تالية وبدخول بعض العناصر الأخرى تتكون الفيتامينات ومنظمات النمو والأنزيمات وبعض المواد الأخرى الملونة والطيارة وغيرها من المركبات العضوية. أى أن النباتات يمكنها تكوين كافة إحتياجاتها من مواد عضوية من غاز ثانى أكسيد الكربون المتوفر بالهواء الجوى ومن الماء المذاب به بعض أملاح التربة ، ويتم ذلك عن طريق الامتصاص الجذرى. ومن هذا يتضح لنا أن النباتات لا تعتمد على أحياء أخرى فى تغذيتها فهى ذاتية التغذية.

بعكس التغذية النباتية التى تعتمد أساساً على مواد بسيطة أولية ، نجد أن الحيوانات تعتمد فى تغذيتها على مواد معقدة عضوية ، أى على مواد محتوية على طاقة كامنة بها ، ذلك أنها لا تحتوى على مادة الكلوروفيل وبذلك فإنها لا تستطيع الاستفادة من ضوء الشمس مباشرة كمصدر للطاقة ، ولهذا فإنها تحصل على متطلباتها الغذائية المحتوية على الطاقة السابق للنباتات تثبيتها وتخزينها من ضوء الشمس فى المواد العضوية التى كونتها النباتات.

المتطلبات الغذائية للكائنات الحيوانية تشملها ستة أنواع ، أربعة منها مواد عضوية ؛ هى المواد الكربوايدراتية والمواد الدهنية والمواد البروتينية والفيتامينات ، إضافة إلى الأملاح والماء. ولا يشترط فى غذاء الحيوانات أن يكون ذائباً فى الماء ، بل يكون عادة فى صورة لقيمات أو كتل يتناولها الحيوان عن طريق فتحة الفم ، كما يتخلص الحيوان من بقايا الغذاء غير المهضوم عن طريق فتحة أخرى للإخراج. التغذية الحيوانية تتم بالترمم أى بالتغذية على مواد عضوية غير حية ، أو تتم بالتطفل وذلك بالحصول على الغذاء من كائن حى آخر أثناء حياته ، أو تتم بالافتراس بأن يقتل الحيوان حيواناً آخر ويتغذى عليه.

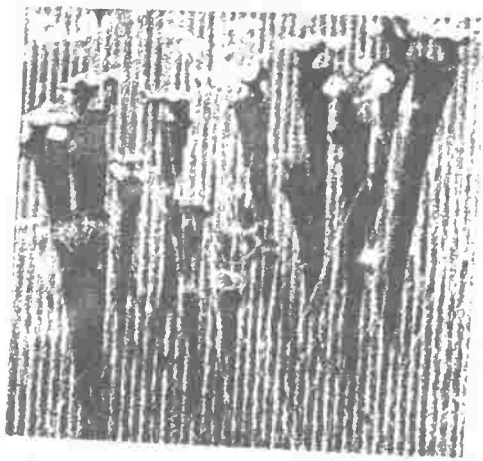
العجائب والغرائب فى الطرق المتبعة لتغذية الكائنات الحية تظهر فى الشذوذ عن القاعدة العامة لتغذية النباتات والحيوانات كأن يتغذى النبات بالتطفل أو الافتراس أو أن يستفيد الحيوان من الطاقة الشمسية فيتغذى تغذية بسيطة كالنباتات. وقد تظهر العجائب فى الأحياء فى التحمل الشديد للجوع والعطش أو الامتناع عن الغذاء.

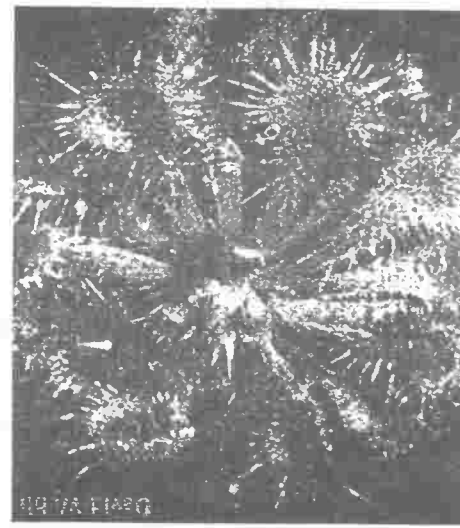
نباتات تتغذى بالافتراس

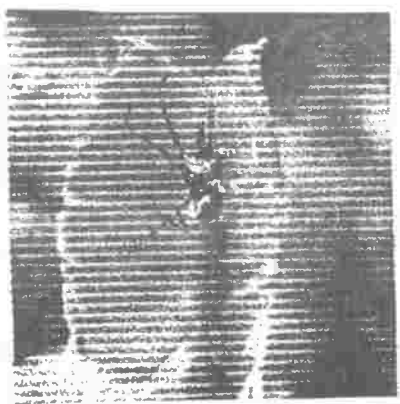
من خصائص التغذية النباتية أن تتغذى النباتات على مواد بسيطة منها الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون وبعض عناصر التربة فى صورة أملاح ذائبة فى الماء لتكون منها مواد عضوية معقدة التركيب ، ويتم امتصاص الماء والأملاح خلال الشعيرات الجذرية وأحياناً خلال خلايا نباتية أخرى ، إلا أن بعض النباتات النادرة الوجود تشذ فى تغذيتها عن القاعدة العامة فتحصل على جزء من احتياجاتها الغذائية باصطياد أنواع مختلفة من الحيوانات اللافقرية وبخاصة الحشرات والعناكب وأحياناً بعض صغار الضفادع والثدييات ، ثم تفرز عليها عصاراتها الهضمية محولة بروتيناتها إلى أحماض أمينية ودهونها إلى أحماض دهنية ، تمتصها أنسجتها ، ولهذا يطلق على هذه النباتات بالنباتات المفترسة carnivorous plants ، ويسميها البعض آكلات اللحوم meat eaters · يزداد تواجد تلك النباتات فى المستنقعات حيث الماء وفير والتركيز الغذائى به ضعيف ، والحشرات والحيوانات الصغيرة موجودة بكثرة فى الماء والجو ·

توجد فى الطبيعة أنواع عديدة من النباتات المفترسة يختلف بعضها عن الآخر فى التحورات التى حدثت لها لتمكنها من الافتراس ، نذكر منها ما يلى :

نبات الجرة pitcher plant ؛ نبنثس *Nepenthes* spp ، وفيها نجد أن أعناق بعض الأوراق قد تحورت ، فتورقت أجزاؤها القاعدية وأصبحت أجزاؤها الوسطى محلاقية ، أما الجزء الأمامى لكل عنق فقد أصبح مجوفاً بشكل الجرة المفتوحة من أعلى ، ويتحرك نصل الورقة الصغيرة مفصلياً فوق فتحة الجرة مكوناً غطاءاً لها · تتجمع مياه الأمطار والندى وإفرازات غدد الجرة الداخلية فى تجويف الجرة التى تغطى جدرها الداخلية بإفرازات شمعية أو بشعيرات متجهة إلى أسفل ، وتفرز جدر الجرة الداخلية أنزيمات هاضمة ، كما يفرز غطاء الجرة من الداخل مادة عسلية لزجة تجذب إليها الحشرات وبعض الحيوانات الأخرى الصغيرة ··· تنزلق الحيوانات إلى داخل الجرة ··· تختنق الحيوانات فى السائل الداخلى ··· تتحلل بفعل الأنزيمات الهاضمة ··· يمتص السائل المهضوم·







شكل 1 : نباتات مفترسة

علوى يميـن	:	نبنثس	**علوى يسار**	:	سار اسينيا
أسفل يميـن	:	دروسيرا	**أسفل يســار**	:	ديونيا
وسط يســار	:	سفالوتس			

تنتشر نباتات الجرة فى أستراليا وأندونيسيا ومدغشقر • كما يوجد بجنوب غرب أستراليا جنس آخر شبيه بنبات الجرة ويعرف بنبات الجرة الألبانى Albany pitcher ؛ سيفالوتس *Sephalotus* spp ، ويوجد فى شرق كندا وجنوب شرق الولايات المتحدة الأمريكية جنس آخر شبيه بنبات الجرة إلا أن جرته قمعية الشكل يعرف بساراسينيا *Sarracenia* spp •

ومن النباتات المفترسة الواسعة الانتشار عالمياً نبات حامول الماء bladdrwort ؛ أتريكيولاريا *Utricularia* spp • وهو نبات مائى تتحول بعض وريقاته إلى مثانات بيضية الشكل لكل منها فتحة بغطاء يفتح للداخل ويعمل كصمام يسمح للحشرة بالدخول إلى المثانة ولا يسمح لها بالخروج منها • تقوم الحشرة بالسباحة داخل المثانة حتى تنهك وتموت • لا تفرز المثانة أنزيمات هاضمة على الحشرة الموجودة داخل المثانة ولكنها تتحلل ميكروبيا ، ويتغذى النبات على السائل المتحلل •

نبات صائد الذباب flytrap ؛ ديونيا *Dionaea* spp من النباتات المفترسة والمنتشرة فى جنوب شرق الولايات المتحدة الأمريكية ، وفيها يتحور نصل الورقة إلى مصراعين يتحركان للداخل حول العرق الوسطى • حواف المصراعين مسننة ، ويوجد على السطح العلوى لكل مصراع عدة زوائد حساسة ، فإذا لامست حشرة أحد تلك الزوائد الحساسة يتحرك المصراعان بسرعة حول الحشرة ، ضاغطين عليها ومفرزين من الغدد المنتشرة على سطحيها الداخليين إفرازات هاضمة تحلل جسم الحشرة ، ثم يتغذى النبات على السائل المهضوم •

نبات ورد الشمس sundew ؛ دروسيرا *Drosera* spp من نباتات المستنقعات المنتشرة عالمياً ، أوراقه ذات أعناق طويلة وأنصال دائرية مغطاة بزوائد غدية حساسة قوية ، ينتهى كل منها بانتفاخ غدى يفرز سائلاً غدياً لزجاً يجذب الحشرات وغيرها من الحيوانات الصغيرة ، فإذا ما لامس حيوان طرف زائدة حساسة إنحنت الزوائد الحافية إلى حيث يوجد الحيوان ممسكة به • تفرز الزوائد الوسطية والحافية على الحيوان الأسير أنزيمات هاضمة تحلل جسم الحيوان ••• يمتص النبات السائل المهضوم •

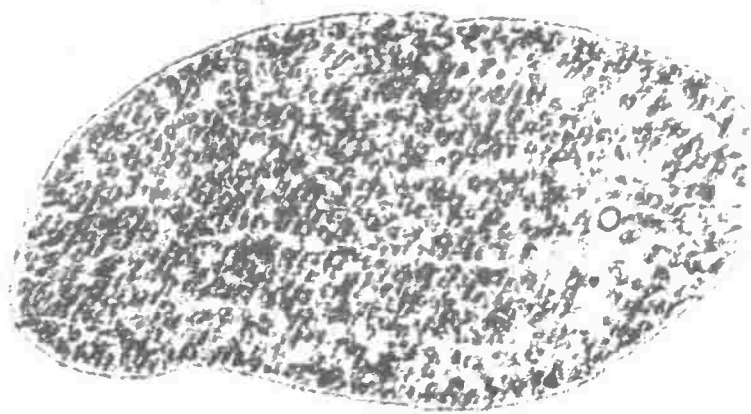
حيوان تغذيته نباتية

فى البدء يجب أن نتعرف على أوجه الاختلاف بين التغذية النباتية والتغذية الحيوانية • تعتمد التغذية النباتية على وجود المادة الخضراء المعروفة بالكلوروفيل فى خلايا الكائن الحى ، وعلى توفر ضوء كاف ، غالباً ما يكون مصدره ضوء الشمس • إن ضوء الشمس مع مادة الكلوروفيل يساعدان النبات على تصنيع المادة العضوية الأولى والتى تتكون من عناصر الكربون والأيدروجين والأكسوجين وذلك من مصدرين هما غاز ثانى أكسيد الكربون والماء • ومن المادة العضوية الأولى يكون النبات باقى المواد العضوية من مواد كربوايدراتية ودهنية وبروتينية ، والأخيرة تتكون بإضافة عنصر الآزوت وأحياناً عنصرى الآزوت والكبريت • ونظراً لأن النباتات لا تحتاج فى تغذيتها إلى منتجات من كائنات أخرى لهذا فإنها تعتبر ذاتية التغذية autotrophs •

أما الحيوانات فتعتمد فى الأساس على ما تنتجه النباتات من مواد عضوية بها طاقة كامنة ومصدرها الضوء ، سبق للنباتات تكوينها من مواد بسيطة ولهذا فإن الحيوانات تعتبر غير ذاتية التغذية heterotrophs •

إضافة إلى الفرق بين التغذية النباتية والتغذية الحيوانية فى نوعية الغذاء فهناك فرق آخر فى كيفية الحصول على الغذاء ، فالنباتات تحصل على متطلباتها الغذائية بالامتصاص فى صورة سائلة عن طريق أسطح أجسامها أو أعضاء معينة وهى جذور النبات عادة ، أما الحيوانات فتحصل على أغذيتها عن طريق الابتلاع خلال فتحة الفم فى صورة صلبة أو سائلة •

خلال فصل الصيف ، وعلى سواحل المحيطات عندما يبدأ الجزر وتتراجع المياه عن السواحل الانجليزية لبحر المانش ، تلمع الرمال بلون أخضر ناتج عن تجمع مستعمرات ديدان كونفوليوتا روسكوفنسيس *Convoluta roscoffensis* ، وهى ديدان منبسطة flatworms يصل طول كل منها إلى حوالى 15 ملليمتر •



شكل 2 : دودة كونفوليوتا وبداخلها آلاف من الطحلب الأخضر تتراسلميس مصدر غذائها

تزحف الديدان عقب تراجع المياه من مخابئها تحت سطح الأرض التى تثبت فيها نفسها أثناء غمر الماء للشواطىء خلال المد ، ممدة أجسامها على السطح ومعرضة أجسامها لضوء الشمس ، تتغذى بلا فم وتأكل دون بلع.

فى الربيع عند خروجها من البيض ، كان لكل من ديدان كونفوليوتا فم تحصل عن طريقه على غذائها الوحيد وهو نوع من الطحالب الخضراء يعرف باسم تتراسلميس كونفوليوتى *Tetraselmis convolutae* ، وتصبح الديدان خضراء من قمة رأسها إلى ذيلها ، من غزارة ما بها من طحالب ، تتغذى الديدان على بعضها، ويبقى البعض الآخر دون هضم تعيش بأحشائها وبخلاياها وتقوم بوظائفها الحيوية ، متكاثرة ومتزايدة ، وقد وصلت أعدادها بالدودة الواحدة إلى حوالى 25 ألف طحلب . تتحرك الطحالب باستمرار داخل جسم الدودة ...

تمتنع الديدان عن التغذية الخارجية ... يختزل فم الدودة الموجود برأسها المدبب حتى يتلاشى ... يضمحل الجهاز الهضمى ... تغذية الدودة أصبح قاصراً على النشا الذى تصنعه الطحالب المستعمرة للدودة خلال عملية التمثيل الضوئى . ونظراً لكون ضوء الشمس ضرورى لتصنيع النشا فإن الديدان تستبدل عملية رعى الطحالب التى مارستها فى أيامها الأولى بحمام الشمس الذى يتخلل ضوءه جلودها الشفافة ليصل إلى الطحالب الداخلية . بجانب الفائدة الغذائية التى تعود على الديدان من الطحالب المستعمرة لها ، فإن الطحالب توفر للديدان احتياجاتها من الأكسوجين الذى هو أحد نواتج عملية التمثيل الضوئى .

ونظراً إلى أن النشا لا يكفى وحده كغذاء لنمو وتكاثر تلك الديدان ، فهى تحتاج بجانبه إلى مغذيات أخرى ، ولكنها لا تستطيع الحصول عليه فالفم قد أغلق والجهاز الهضمى قد إضمحل ، فتبدأ الديدان بعد فترة من اعتمادها الكلى على إنتاج الطحالب من النشا ، إلى أكل الأوزة التى تبيض لها ذهباً !! فتأكل الطحالب التى تغذيها حتى تأتى عليها ... تقضى على مصدر غذائها ... تموت الديدان جوعاً ... تفقد الرمال لونها الأخضر ... وفى الربيع التالى يفقس البيض الذى وضع فى الخريف السابق عن ديدان جديدة تعيد دورة الحياة.

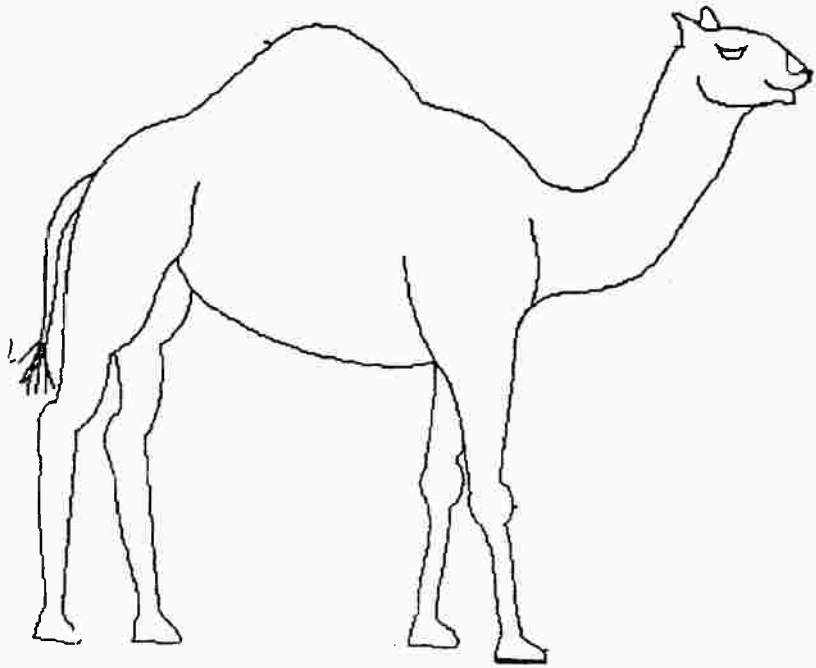
سفينة الصحراء

يوصف الجمل العربى arabian camel ؛ كاميلس دروميداريس *Camelus dromedarius* والذى يعرف أيضا بالجمل الصحراوى ، بأنه سفينة الصحراء وذلك لتحمله الكبير لمناخ الصحراء القارى وقلة الغذاء وندرة المياه فى بيئته الجافة ، فيمكن للجمل أن يسافر فى الصحراء حاملاً راكباً لمسافة 125 إلى 190 كيلومتر فى اليوم ، كما يمكنه حمـل 200 كيلوجرام لمسافة 65 كيلومتر فى اليوم · يمتاز الجمل العربى بأن له سنم واحد فى منتصف ظهره يخزن به كميات كبيرة من الدهون تصل إلى 110 - 120 كيلوجراماً ·

يوجد نوع آخر من الجمال ينتشر فى أواسط آسيا ويعيش بالسهول ويمتاز بأن له سنمان أعلى الظهر ويعرف بالجمل ذو السنامين Bactrian camel ؛ كاميلس باكتريانس *Camelus bactrianus* ·

يزن الجمل العربى الناضج أكثر من 725 كيلوجراماً ، ويصل ارتفاعه عند السنم لحوالى المترين ، وطول الرقبة والجسم حوالى ثلاث أمتار ، لونه أصفر إلى بنى فاتح ، شفتاه غليظتان تمكنه من أكل النباتات الشوكية ، والشفة العليا مشقوقة بعمق ، ورموش العينان طويلة وكثيفة ، المنخار بشكل شق slit-like يمكن إغلاقه لحجب الرمال · الذيل قصير ، الأرجل أسطوانية ينتهى كل منها بإصبعين أسفلهما خف سميك قاس مرن ، ركب الأقدام وأماكن الجسم التى تلاصق الأرض عند الجلوس سميكة تمكنها من تحمل قسوة وسخونة رمال الصحراء ·

يأكل الجمل العربى كافة أنواع النباتات الصحراوية بما فيها النباتات المالحة والشوكية ، وعند اشتداد الجوع فإن الجمل يمكنه أكل اللحوم والأسماك والعظام والجلود ·



شكل 3 : الجمل العربى

يتحمل الجمل العربى العطش لمدد طويلة ، كما يتحمل التذبذب فى درجة حرارة جسمه لتصل إلى 5.5 ° م ، ففى الليالى الباردة تنخفض درجة حرارة جسم الجمل إلى 35 ° م ، وفى خلال النهار الساخن ترتفع درجة حرارة جسم الجمل إلى 40.5 ° م. أى أن درجات الحرارة من 35 إلى 40.5 ° م تعتبر درجات حرارة طبيعية للجمل. هذا التذبذب الحرارى يساعد الجمل على تحمل

التذبذب الكبير فى حرارة جو الصحراء ذات المناخ القارى ، فإنخفاض حرارة الجسم فى الجو البارد يقلل من إستهلاك طاقة لرفع حرارة الجسم ، وإرتفاع حرارة الجسم فى الجو الحار يقلل من الجهد المطلوب لخفض حرارة الجسم ٠ كذلك فإن الوبر الكثيف الذى يغطى جسم الجمل يعمل على عزل جسم الحيوان حرارياً عن الجو المحيط ويمنع من ارتفاع درجة حرارة الجسم فى الجو الحار لدرجة حدوث عرق أى أن ذلك يقلل من فقد ماء الجسم ٠

ويعزى تحمل الجمل للعطش إلى المخزون الكبير من الدهون فى السنام ٠ إن تخزين الدهون بالجسم هو صفة عامة لأحياء الصحراء مثل السحالى والثعابين والظبيان والزرافات والنعام وحمر الوحش ، فجميعها تخزن الدهون فى أماكن مختلفة من الجسم ، عدا تحت الجلد وإلا ماتت تلك الحيوانات من شدة الحرارة ٠

إذا قل الماء فى بيئة الحيوان الصحراوى ولم يجد ماءاً لشربه فإنه يبدأ فى إنتاج الماء داخلياً مستخدماً مخزون جسمه من الدهون ، فيبدأ فى إحداث تفاعلات كيميائية هدمية لحرق الدهون بفعل إنزيمات مؤكسدة ينتج عنها مركبين بسيطين أولهما غاز ثانى أكسيد الكربون وثانيهما الماء الذى يروى عطش الحيوان٠ فكل كيلوجرام من الدهون ينتج عن إحتراقه 1.07 لتر من الماء ، ومعنى ذلك أن مخزون الجمل من الدهون الموجود بسنامه تعطى عند تمام إحتراقها من 117 إلى 128 لتراً من الماء يكفى احتياجات الجمل من المياه مدة 45 يوم دون الحاجة إلى شرب قطرة ماء ودون أن يؤثر ذلك على قدرته على العمل خلال هذه الفترة ٠ خلال فترة الصيام الإجبارى للجمل عن شرب الماء لا يأكل الجمل إلا الكميات العادية من العشب الجاف لمدة الخمسة عشر يوماً الأولى من الصيام عن الماء ، ذلك أن أكسدة الدهون ينتج عنها طاقة كبيرة تغنيه عن الغذاء وتمكنه من الحياة والعمل باقى فترة الصيام عن الماء ، بمعنى أن أكسدة دهون سنام الجمل وفرت له الماء والغذاء حتى تمام استهلاك الدهن المخزون ٠ وقد وجد أن الجمل

يتحمل نقص وزنه حتى فقدان 40 % من الوزن الأصلى ، فى حين أن معظم الحيوانات الأخرى تموت عندما يصل ما فقدته من وزنها إلى 20 % ٠

إذا ما توفر الماء للشرب بعد صيام الجمل الطويل ، فإن الجمل يشرب بنهم ، ويمكنه عندئذ شرب ثلث وزنه من الماء خلال عشر دقائق ، ولا يأنف الجمل من شرب الماء الراكد أو المائل للملوحة ٠

تلد الناقة ، بعد حمل ثلاثة عشر شهراً ، واحداً ونادراً ما تلد إثنين ، ويحتاج المولود إلى ثلاث حتى خمس سنوات لتمام النضج ، ويعيش الجمل من 30 إلى 40 عاماً ٠

الأبقار تتغذى على الميكروبات

تعتمد الأبقار وغيرها من الحيوانات المجترة كالجاموس والأغنام والجمال فى تغذيتها على مواد نباتية ، ومن المعروف أن النباتات تحتوى على نسبة كبيرة من المركبات السليلوزية التى تعتبر مكونات أساسية لجدر خلاياها ، وهى مركبات لا تستطيع الأجهزة الهضمية لتلك الحيوانات بما تفرزه من أنزيمات أن تقوم بهضمها ، وبالتالى فإن المواد السليلوزية تصبح غير ذات فائدة غذائية لتلك الحيوانات ٠ وبوجه عام فقد وجد أن معظم الحيوانات التى تعتمد فى تغذيتها على مواد سليلوزية تعتمد أيضاً على مزارع ميكروبية فى تحليل السليلوز إلى سكريات ومن ثم الاستفادة منه غذائياً ٠

وفى الأبقار وغيرها من الحيوانات المجترة نجد أن الميكروبات تستعمر الجزء الأول من المعدة المعروف بالكرش rumen ، فنجد أن كل سنتيمتر مكعب من محتويات الكرش تقطنه حوالى 15 إلى 20 مليار ميكروب ، فإذا علمنا أن الكرش حجمه كبير وقد يصل فراغه إلى مائة لتر ، أى 100.000 سنتيمتراً مكعباً فلك أن تتصور مدى ما تصل إليه أعداد الميكروبات فى كرش بقرة من أرقام فلكية ، بمعنى أن الكرش قد أصبح مزرعة كبيرة للميكروبات ٠ هذه المزرعة الميكروبية تنمو وتتكاثر على ما يصلها من غذاء ، سواء كان علفاً أخضراً فى صورة برسيم أو ذرة خضراء ، أو علفاً جافاً فى صورة دريس أو حبوب شعير أو بذور فول أو غير ذلك٠ تقوم الميكروبات الموجودة بالكرش بعملية تخمير للغذاء الواصل إليها ، متغذية عليه ، محولة السليلوز فى أجسامها إلى مواد شبيهة بالنشا وإلى جليكوجين ، ومحولة البروتين النباتى إلى بروتين ميكروبى فى أجسامها ٠٠٠ يتناقص الغذاء النباتى الواصل إلى الكرش حتى يتلاشى ٠٠٠ تزداد أعداد الميكروبات التى قامت بالتغذية على الغذاء النباتى ٠٠٠ الأبقار التى غذيت على المنتجات النباتية لم تستفد بعد من غذائها ، لكن الميكروبات هى التى إستفادت وتغذت ونمت وتكاثرت ٠ تنتقل الميكروبات

التى ازدادت أعدادها بالكرش إلى الأجزاء التالية من المعدة ثم إلى الأمعاء حيث تفرز البقرة إنزيماتها الهاضمة على الميكروبات وتبدأ التغذية الحقيقية للأبقار على نتاج مزرعة الميكروبات ، وتكون نتيجة التغذية على الميكروبات تكوين سكر جلوكوز وأحماض دهنية وأحماض أمينية . تمتص نواتج هضم الميكروبات فى الأمعاء ، وتجرى تلك النواتج الهضمية للميكروبات فى الدم إلى حيث تحتاجها أنسجة جسم البقرة . لهذا يمكن اعتبار أن الحيوانات المجترة آكلة أعشاب ظاهرياً ولكنها فى واقع الأمر آكلة ميكروبات ، فالأعشاب تعطى لتغذية مزرعة الميكروبات بالكرش ، والميكروبات هى الغذاء الحقيقى للحيوانات المجترة .

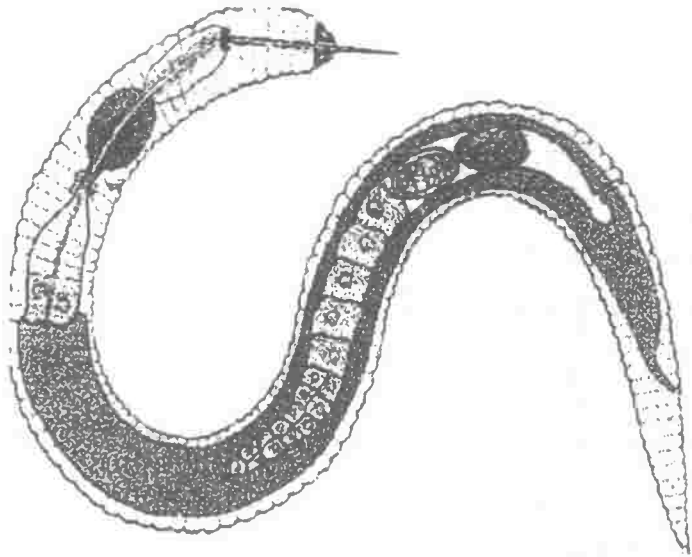
ونحن فى تربيتنا للأبقاء نسعى وراء لحومها أو ألبانها أو هما معاً ، ولهذا فنحن نحتاج فى تغذيتها إلى عليقة غنية بالنيتروجين لتكوين البروتينات ، ونظراً لأن الأعلاف النباتية باستثناء المنتجات البقولية تكون فقيرة فى البروتينات ، لهذا وجب إثراء العلائق بإضافة مواد نتروجينية ، وقد فكر فى إضافة اليوريا urea أو الكربواميدات carbamides إلى العلائق ، وكلاهما يتحللان مائياً إلى نشادر ، والنشادر سام لمعظم الحيوانات ويتخلص الجسم منه بعد أن يثبط الكبد مفعوله ، فى صورة يوريا ، لكنه فى حالة الأبقار وغيرها من الحيوانات المجترة نظراً لوجود مزارع الميكروبات فى كروشها ، فإن الميكروبات تستفيد من النشادر الناتج محولة إياه فى أجسامها إلى بروتينات ميكروبية يمكن للحيوانات المجترة الاستفادة منه غذائياً . وفى تجارب تغذية على الأبقار وجد أن طناً واحداً من الكربواميدات أعطى زيادة قدرها 1.8 إلى 2.1 طناً من اللحوم أو 8000 طناً من الألبان . ويجب أن يراعى فى الكميات اليومية للكربواميدات التى تعطى للحيوانات قدرة الميكروبات القاطنة بالكرش على استهلاكها ، لأنه إذا زادت الكربواميدات عن ذلك فإن النشادر الزائد سوف يحدث تسمماً للحيوان ، كما يراعى أيضاً تناسب كمية الكربواميدات مع مكونات الغذاء الأخرى .

هضم الغذاء خارج جسم الحيوان

هضم الغذاء فى الحيوانات ، يتم عادة داخل جسم الحيوان حيث تحتوى على جهاز هضمى يفرز إنزيمات داخلية تقوم بتحليل الغذاء المعقد إلى مكوناته البسيطة التى تمتصها وتستفيد منها باقى أنسجة وأجهزة الجسم ، وتشذ عن ذلك الديدان النيماتودية. الديدان النيماتودية هى حيوانات لا فقرية أسطوانية الشكل roundworms جسمها دودى غالباً وغير مقسم إلى حلقات وتنتمى إلى القبيلة النيماتودية Nematoda ، معظم الديدان النيماتودية تعيش حرة متغذية على نباتات وحيوانات ميكروسكوبية. البعض من الديدان النيماتودية يعيش متطفلاً على نباتات أو حيوانات.

النيماتودات المتطفلة على النباتات تكون مزودة ، كل منها برمح stylet ، عبارة عن أنبوبة طويلة مجوفة موجودة بالفراغ الفمى buccal cavity وتحركها العضلات للخارج أو للداخل فيمكن للرمح أن يندفع للخارج بقوة فيخترق جدر خلايا النبات المتطفل عليه ويسحب غذاؤه من محتويات الخلية.

معظم الديدان النميانودية صغيرة الحجم ، تتراوح أطوالها من 400 ميكرون أى 0.4 ملليمتر حتى 5 ملليمتر. لا يحتوى الجهاز الهضمى للديدان النيماتودية على معدة ، بل نجد أن المرىء oesophagus يتصل بالأمعاء مباشرة ، فلا يدخل الطعام فى معظم الأنواع من الفم إلى المرىء بل يبقى الغذاء غير المهضوم خارجياً ، وتفرز الأنسجة المحيطة بالمرىء عصارات هاضمة تدخل تدريجياً إلى المرىء ، ومن ثم تمر إلى الخارج خلال فتحة الفم. تضاف إلى العصارات الهاضمة أنزيمات تخرج من جسم الدودة خلال قنوات خاصة تخترق جدر الدودة.



شكل 4 : دودة نيماتودية انثى ويظهر بها الرمح والمرىء والمعدة وأعضاء التأنيث

تقوم الإنزيمات والعصارات الهاضمة بهضم أنسجة الكائن العائل الذى تعيش داخله أو الأغذية غير المهضومة المحيطة بها. يمتص الغذاء المهضوم خلال جدر الدودة ومنها ينتقل إلى أجزاء الجسم المختلفة خلال الدم ؛ أى أن الهضم فى الديدان النيماتودية معظمه خارجى extracellular. لماذا إذن الحاجة إلى الأمعاء ؟ لا يستخدم الجسم كل الغذاء المهضوم الواصل إلى الدم ، فما تبقى منه بعد الإيفاء بكافة المتطلبات الحيوية للدودة يمر من الدم خلال الجدر الرقيقة للأمعاء إلى داخل الأمعاء. هذا يعكس ما يحدث فى الحيوانات الأخرى حيث

يمر الغذاء المهضوم فيها من داخل الأمعاء إلى الدم ليقوم بتوزيعه على كافة أجزاء الجسم المحتاجة إليه. من ذلك يتضح أن الأمعاء فى الديدان تعمل كمخازن للفائض من الغذاء المهضوم المطلوب ، وفى نفس الوقت تتخلص الديدان من الفضلات غير المرغوب فيها خلال فتحة الشرج.

عند وصول الديدان لمرحلة النضج الجنسى تمتنع عن التغذية من خارج الجسم وتبدأ فى الاستفادة مما خزنته بأمعائها من غذاء فتستخدمه فى النضج الجنسى وأيضاً كمصدر للطاقة.

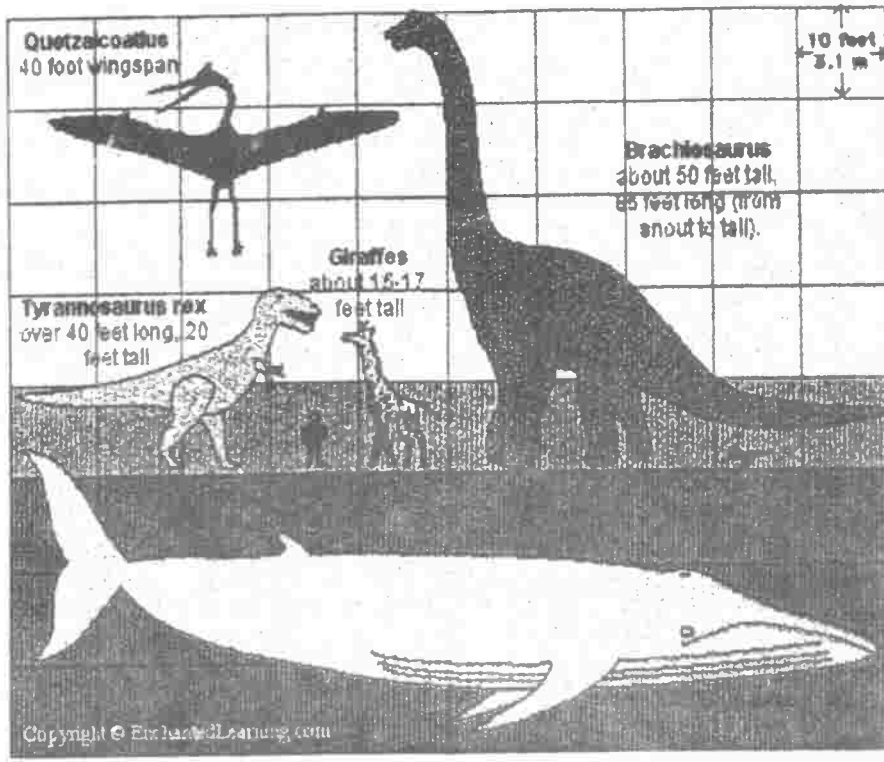
أكبر الأحياء تتغذى على أصغر الكائنات

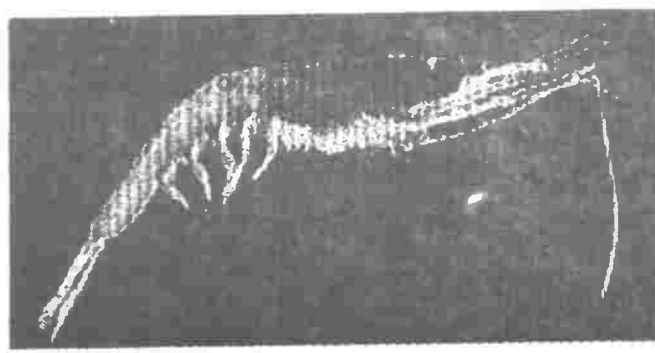
الحوت الأزرق blue whale ؛ *Balaenoplera masculus* هو أكبر الحيوانات على الإطلاق حالياً ، ففى المتوسط نجد أن طوله 25 متراً ووزنه 120 طناً ، وقد يصل فى الطول إلى 34 متراً وفى الوزن يصل إلى 187 طناً ، وعموماً فإن الإناث أكبر طولاً ووزناً من الذكور. وإذا ما قورن الحوت الأزرق بأكبر الحيوانات فى العصور الجيولوجية القديمة نجد أن أكبر الديناصورات قدر وزنها بحوالى 38 طناً. وبالنسبة للحيوانات الأرضية الحالية نجد أن أكبرها الفيل الأفريقى الذى يصل وزنه إلى حوالى 5 طن وإرتفاعه إلى 3.6 متراً. ويصل وزن قلب الحوت الأزرق إلى 700 كيلوجراماً بمتوسط 450 كيلوجراماً ، ويجرى فى عروقه حوالى 6400 كيلوجراماً من الدماء.

لا يمتاز الحوت الأزرق بضخامة جسمه وأعضائه الداخلية ، بل يعتبر أكثر الحيوانات ضجيجاً على الأرض ، فهى تنادى على بعضها أو تغنى بمفردها بأصوات تصل قوتها إلى 188 ديسيبل ، والتى إذا ما قورنت بصوت طيارة نفاثة والتى يصل ضجيجها إلى 140 ديسيبل أو صوت إنسان والذى يقدر بحوالى 70 ديسيبل يتضح لنا مدى ضخامة وقوة صوت الحوت الأزرق.

تستفيد الحيتان الزرق من أصواتها فى الاتصال بغيرها من الحيتان ، وفى تحديد أماكن وجود أعداد كثيفة من القشريات الصغيرة المعروفة بالكريل krill والتى تتغذى عليها.

الحوت الأزرق حيوانى ثديى بحرى ذو دم حار ، يتنفس الهواء الجوى ، ومع ذلك فإنه يمكنه الغطس لعمق يصل إلى أكثر من مائة متر ويبقى تحت سطح الماء لمدة تصل إلى ساعة كاملة ، بعدها يصعد إلى سطح الماء ليستنشق الهواء الجوى من منخاريه blowholes الواقعتان قرب قمة الرأس.





شكل 5 : رسم توضيحي يبين أبعاد أطوال الحوت الأزرق

(أسفل) مقارنة بإنسان وزرافة وأنواع من الديناصورات ، وأسفله صورة لحيوان الكريل

فم الحوت الأزرق خالى من الأسنان ، ولكن به عظمة كبيرة تتدلى من سقف الفك فى ثنيات طولية هدبية تسمى عظمة البالين baleen. وبمساعدة عظمة البالين يتمكن الحوت الأزرق من التغذية على كائنات صغيرة ميكروسكوبية وغير ميكروسكوبية تشمل عوالق نباتية وحيوانية. كما تأكل تلك الحيتان قشريات صغيرة لا تتعدى أطوال الواحدة منها خمس سنتيمترات ، فإذا وجد الحوت قطيعاً من هذه القشريات فتح فمه الكبير وإبتلع عدة أطنان من الماء بما يحتويه من كائنات. يرشح الماء خلال عظمة البالين ذات الأهداب. بحركة اللسان يخرج الماء الراشح للخارج ماراً خلال عظمة البالين. يرفع الحوت لسانه الضخم الذى يصل وزنه إلى أربعة أطنان ويلعق العوالق والقشريات الصغيرة التى تجمعت على السطح السفلى الهدبى لعظمة البالين ثم يرسله إلى البلعوم. وقد قدر ما يأكله الحوت الواحد من عالقات وقشريات خلال فصول الصيف بحوالى 900 إلى 4100 كيلوجراماً يومياً.

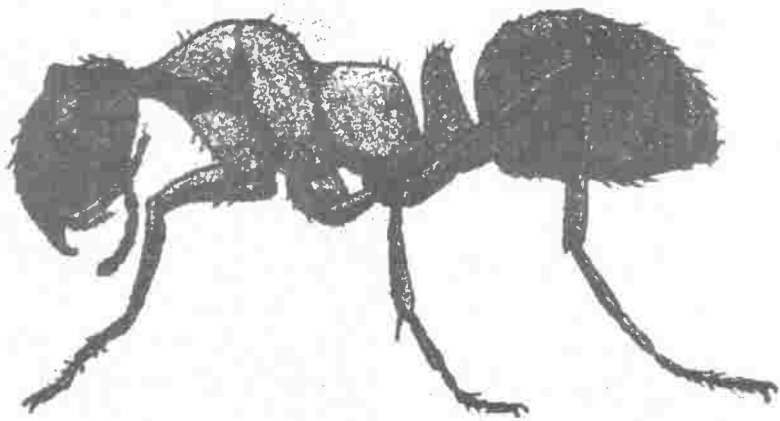
تعيش الحيتان الزرقاء فى أسر صغيرة ، تتكون كل منها من ذكر وأنثى أو أنثتين مع صغارهم. مدة الحمل 10.5 إلى 12 شهراً. عندما يولد الصغار يكون طول المولود 6 إلى 8 متراً ، ووزنه 6 إلى 8 طناً. تتغذى الصغار على لبن الأم الدسم الذى تصل نسبة الدهون به إلى 40 - 50 % . تنمو الصغار بمعدلات سريعة ، فتصل أطوال كل منها عند الفطام بعد 7 إلى 8 أشهر من الولادة إلى أكثر من 15 متراً. وفى عمر السنتين تنضج الحيتان جنسياً وتصل أطوال كل منها إلى 21 - 23 متراً.

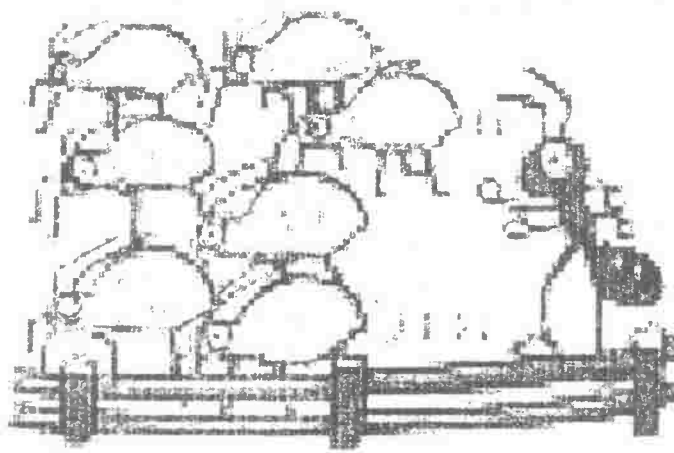
عسل المن حليب النمل

منذ ما يزيد عن مئتى عام وصف العالم السويدى لينيس Linnaeus حشرة المن aphid بأنها بقرة النمل ant's cow ذلك أن أنواعاً كثيرة منها تعتمد فى تغذيتها على إفرازات حشرة المن العسلية. من هذا نجد أن نوع النمل الزنجى *Formica fusca* يعيش أساساً على الندوة العسلية honey dew التى تفرزها حشرة المن ، ولكنها لا تهتم بالعناية بها أو رعايتها أو تربيتها. أما نوع النمل الأسود jet-black ant ؛ *Lasius fulginosus* فيبنى مساكنه فى فجوات بجذوع الأشجار وجذورها ، ويقوم أيضاً بحلب حشرة المن للحصول منها على المادة العسلية الغنية بالسكر بجانب مغذيات أخرى.

من أنواع النمل ما يهتم برعاية المن وقد يوفر له الغذاء الملائم والسكن يرعاه فيه ويحميه من العوامل الجوية ويوفر له الحماية من الأعداء ، فنمل المراعى الأصفر yellow meadow ant ؛ *Acanthomyops flavus* يجمع بيض حشرة من الفاصوليا وبعض الأنواع الأخرى عند بدء برودة الجو فى الخريف ويحفظه فى مساكنه تحت سطح الأرض خلال الشتاء ، فإذا تحسنت الظروف الجوية خلال الربيع ، أعاد حشرات المن الصغيرة الناتجة عن فقس البيض ، إلى النباتات المناسبة ، وبذلك يضمن النمل محصولاً جيداً من الندوة العسلية خلال أشهر الصيف ، كذلك تفعل حشرات نمل الغابات الحمراء red wood ants. خلال الربيع ، إذا كان جو المساء بارداً فإن النمل قد يعيد المن إلى المساكن ليلاً ثم يحملها ثانية إلى المراعى فى الصباح ، حتى إذا ما دفىء الجو نهاراً وليلا سمح للمن بالبقاء على النباتات التى يتغذى عليها.

نوع النمل اليابانى *Lasius japonicus* تعتنى بجانب المن ببعض الحشرات القشرية scale insects نظراً لما تفرزه من عصير حلو ، فهى تعتنى بهما لإنتاجهما من مواد سكرية وليس للتغذية عليهما ، ولهذا فهى تحميهما من أعدائها وتنقلهما إلى حيث يتوفر الغذاء لهما.





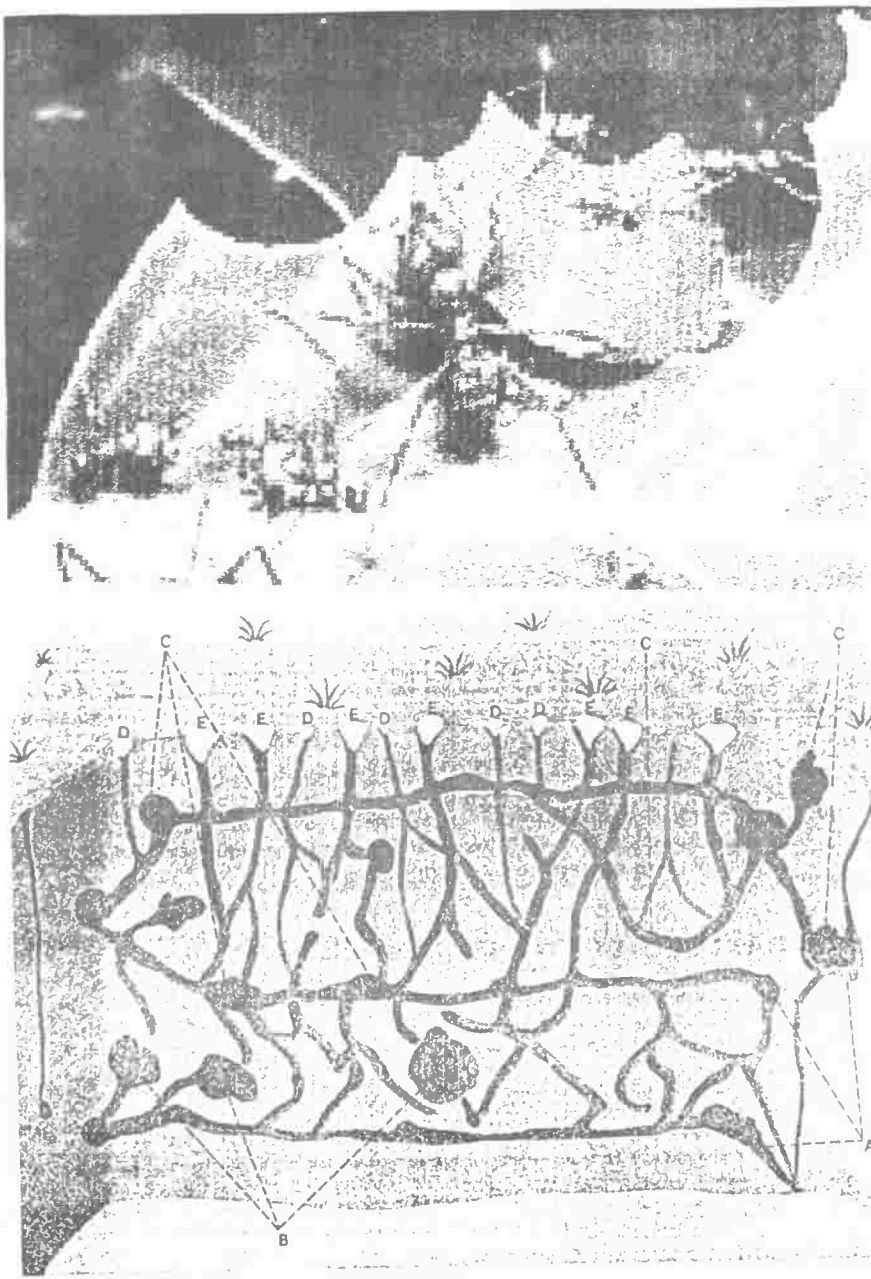
شكل 6 : نمل المراعى

أعلى : رسم لنملة مكبر

أسفل : رسم توضيحى كاركاتيرى لنملة ترعى حشرات من

لا تقتصر إهتمامات بعض أنواع النمل بالتربية الحيوانية بل نجد أن البعض قد وجه إهتماماته بالتربية النباتية ، فبينما عرف الإنسان الزراعة منذ بضعة آلاف من السنين نجد أن النمل قد عرف الزراعة منذ 5 إلى 15 مليون سنة ، حيث ظهر النمل قاطع أوراق النباتات leaf cutters ومنها الجنس أتا *Atta* الذى يستخدم أوراق النباتات كبيئة لزراعة الفطريات داخل أماكن مخصصة لذلك في مساكنه ، ومن هذه الأنواع أتا سيفالوتس *Atta cephalotes* الذى يهاجم أوراق أشجار الجريب فروت. تقوم شغالات خاصة من تلك الحشرة ، كبيرة الحجم بقطع أجزاء من أوراق الأشجار تستطيع حملها أو سحبها ونقلها إلى مساكن النمل ، ويمكن للنملة الواحدة أن تحمل ما يزيد عن اثنى عشر وزنها من الأوراق ، إلا أنها فى المتوسط تحمل من ضعف إلى أربعة أمثال وزنها ، وقد تنقلها لمسافة 50 إلى 100 متراً ، حيث تسلمها إلى مجموعة أخرى من شغالات النمل الأصغر حجماً التى تقوم بمعالجة الأوراق وتصغير أحجامها وتحويلها إلى فتات تستعمل كفرشة mulch لتنمية وتغذية مستعمرة الفطر. كما تجهز شغالات النمل تركيبات أخرى من خلايا فطرية خاصة غنية بالأحماض الأمينية والمواد الكربوايدراتية تعرف بالجونجليديات gongylidia لتغذية النمل. تضع ملكة النمل بيضها فى مزرعة الفطر. يفقس البيض عن يرقات تتغذى على الجونجليديات. بقايا الأوراق النباتية ، بعد أن تم إستنزاف ما تحتويه من غذاء ينقل مع النمل الميت والفطر الميت إلى حجرات النفايات.

بعض أنواع النمل قاطع الأوراق تسكن مستعمراته فى الأرض وتشغل مساحات كبيرة قد تزيد عن مائة متر مربع وبعمق مترين وبفتحات عديدة للخارج، وتحتوى المستعمرة الواحدة على عدة ملايين من الشغالات ، مما يمثل صعوبة كبيرة لمكافحتها.



شكل 7 : النمل قاطع الأوراق (أعلى)

ومستعمرته فى الأرض (أسفل)

غزل الحرير بين التوت والدود

غزل الحرير ، غزل فريد فى نوعه ... فريد فى نعومته وملمسه ... فريد فى قوته ومتانته ... فريد فى دقة صناعته وإنتظام فتلته ... فريد فى طريقة غزله ، فليس كمثله غزل. غزل الصوف يغزله البعض فى الصحارى والأرياف بمغازل يدويه بسيطة من أصواف أغنامهم وأوبار إبلهم ، وغزل القطن فى الريف يغزله الفلاح بمغازل يدوية بسيطة من شعيرات بذور أقطانهم. تطورت صناعة الغزل فأصبح للغزل آلات ميكانيكية حلت محل الغازلات اليدوية فى غزل الأصواف والأقطان. أما غزل الحرير الطبيعى فلا يستخدم فى غزله مغازل يدوية أو آلات غزل ميكانيكية ، بل تغزله الشفاة !! وأى شفاه ... الشفاه السفلية ليرقة دودة الحرير التوتية.

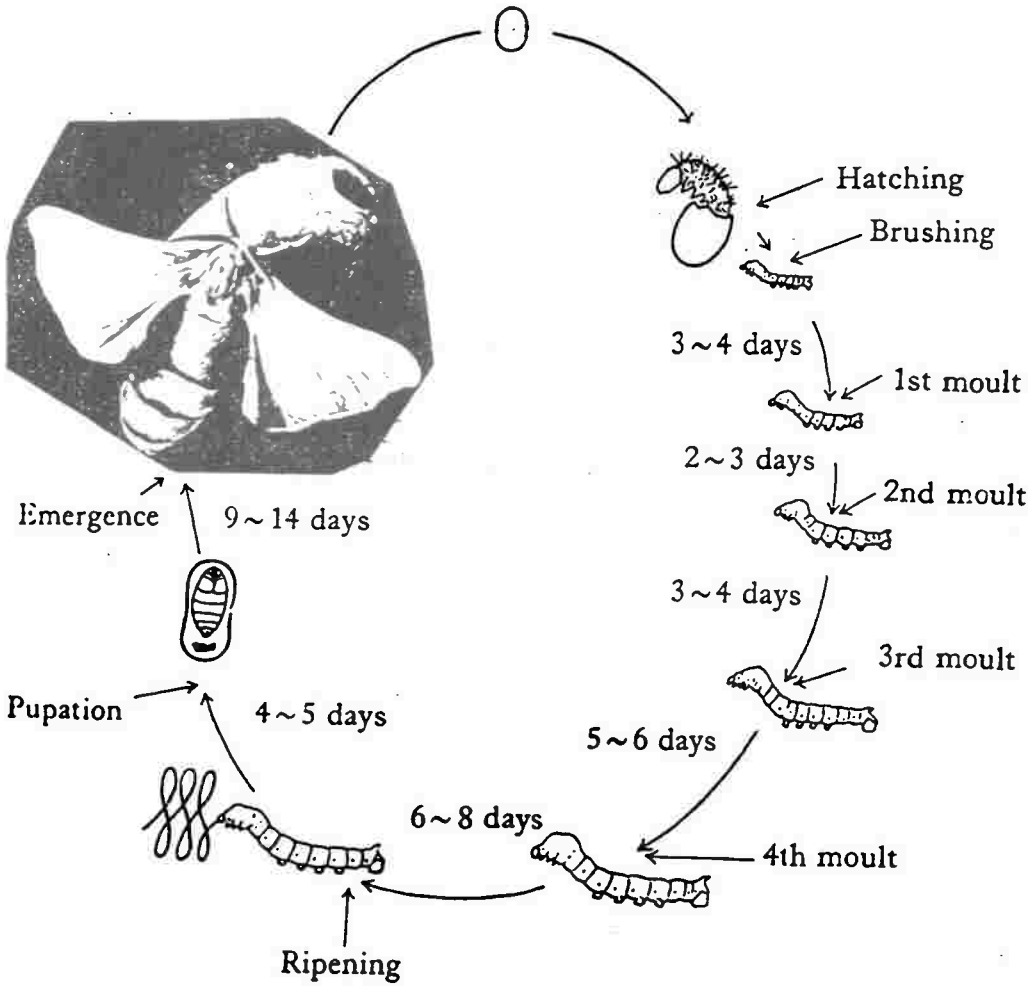
دودة الحرير التوتية mulberry silk worm هى يرقات فراشة دودة الحرير *Bombyx mori* ، التى تنتمى إلى حشرات رتبة حرشفية الأجنحة Lepidoptera ، تعيش حياتها متغذية على صنف واحد من الغذاء ، هو ورق أشجار التوت ... تنمو خلال موسمه وتسكن بإنتهاء موسمه ، فدودة الحرير هى مصنع الحرير ، وورق التوت هو خامة صناعة الحرير ... منه تحصل على طاقتها ومنه تنمو وتتطور ... ومنه تنتج غزل الحرير ... تخزن اليرقة ، فى جهاز خاص بجسمها، الحرير الذى قامت بتصنيعه ؛ تخزنه حتى استكمال نموها اليرقى ، ثم بمغزلها الطبيعى المكون لجزء من شفتها السفلى تغزل خيطاً واحداً من الحرير، بصل طوله لعدة مئات من الأمتار ، وقد يصل إلى كيلومتراً طولياً ، والذى إذا ما قورن بطول شعرة من الصوف أو القطن التى لا تتعدى بضعة سنتميرات لإتضح لنا كيف أن غزل الحرير فريد فى نوعه ، فما من غزل طبيعى يضاهى فى الطول غزل الحرير التوتى.

عرفت دورة الحرير وعرفت منها صناعة نسيج الحرير منذ ما يزيد عن خمسة آلاف سنة فى الصين ، وقد بدأ الاهتمام بها عام 2650 قبل الميلاد ، حين أظهرت إمبراطورة الصين هسى لنج تشى Hsi Ling Shi إهتماماً كبيراً بتلك الديدان وقامت بتربيتها بالقصر الإمبراطورى وطورت طريقة حل الشرانق للحصول على غزل الحرير ، وقد كان القانون الصينى يقضى بإعدام أى شخص يحاول تهريب تلك الحشرة أو بذور أشجار التوت ، إذ أن أوراق التوت هو غذاء الحشرة الوحيد • وبذلك أمكن احتكار صناعة الحرير فى بلاد الصين لحوالى ثلاثة آلاف سنة • حالياً فإن الصين واليابان يعتبران أكثر دول العالم إنتاجاً للحرير الطبيعى حيث ينتجا حوالى 70 % من المحصول العالمى منه •

الحشرة الكاملة لدودة الحرير من نوع الفراشة moth ، وهى حشرة صغيرة ، البعد بين جناحيها يتراوح ما بين 6 إلى 7 سم ، لا تستطيع الطيران ، ولا تتغذى ، عمرها القصير من 3 إلى 10 أيام ، تتزاوج وتضع الإناث البيض بمعدل 400 بيضة ، وحجم البيضة كرأس الدبوس •

تبدأ تربية دودة الحرير بالعناية بالبيض فى الربيع قبيل موسم توريق شجر التوت mulberry ، فمدة توريق شجرة التوت تتحدد على أساسها فترة تربية ديدان الحرير وعليها ترتكز صناعة الحرير sericulture • يستمر الطور اليرقى لمدة 40 إلى 80 يوماً ، خلالها يتغير لون اليرقات تدريجياً من البنى الداكن إلى الأبيض اللبنى ، وتقل شعورها تدريجياً إلى أن تصبح ملساء ، وتتسلخ من جلدها أربع مرات ، ويزداد وزنها 9000 مرة • وقد قدر ما تأكله من ورق التوت بحوالى 20 كيلو جرام لكل 1000 يرقة شهرياً • وبمجرد تمام نضج اليرقة تتوقف عن التغذية وتبحث عن مكان تتحول فيه إلى الطور الحشرى التالى وهو طور العذراء pupa •

تفرز اليرقات بعد إنسلاخها الرابع وتمام النضج وعقب الصيام ، من غدد خاصة سائلاً يتجمد بمجرد قذفه من فتحة خاصة بالشفة السفلى مكوناً خيطاً



شكل 8 : دورة حياة دودة الحرير

متيناً. تحرك اليرقة رأسها للأمام ثم للخلف ثم لليمين ثم لليسار ، لتكون عشاً عنكبوتياً تستقر فى مكان به ، ثم تستمر فى بناء بيتها ، محركة رأسها حركات دائرية ، مفرزة خيطاً حريرياً واحداً يحيط بها ، وتستمر فى بناء الشرنقة cocoon وتستكملها خلال 48 إلى 72 ساعة ، وتتحول اليرقة داخل الشرنقة إلى طور العذاء. تسكن العذراء لفترة تتحول أثناءها إلى حشرة كاملة هى الفراشة. تخرج الفراشات من الشرانق مما يتسبب فى تمزيق خيط الحرير ، لهذا فإن المربى لا ينتظر تمام نضج الفراشات إلا فى حالة رغبته فى الحصول على الفراشات لإنتاج البيض.

يضع المربى الشرانق قبل إنتهاء طور العذراء فى ماء ساخن ، درجة حرارته 95 ° م لإذابة الخيط السطحى floss والمادة الصمغية اللاصقة لخيط الحرير ، ثم تقلب الشرانق فى الماء حتى يظهر الطرف النهائى لخيط الحرير فى كل منها ، ثم يبدأ فى فكه. فإذا كان طول هذا الخيط كيلومتراً واحداً فإن غزله قد تتطلب من اليرقة أن تحرك رأسها حوالى 250 ألف حركة دائرية ، ذلك أن كل لفة حرير بالشرنقة معدل طولها أربع سنتيمترات. ويلزم لإنتاج كيلوجراماً من الحرير تربية عشرة آلاف يرقة. ولعمل خيوط من الحرير تصلح للنسيج يجب جمع ثلاث إلى خمسة خيوط غزل معاً ، وقد يصل عدد الخيوط المدموجة إلى 8 - 12 خيطاً لعمل جديلة strand . وقد وجد أن ذكور اليرقات تنتج حريراً أكثر من الإناث بزيادة حوالى 20 إلى 30.% .

هذا وقد تمكن مربيوا ديدان الحرير باليابان من عمل أقراص تحتوى على حبوب فول الصويا المعاملة وأوراق التوت لتغذية ديدان الحرير التوتية وبذلك أمكنهم تربية ديدان الحرير على مدار العام.

يفترسها ثم يبكى عليها

كثيراً ما نسمع أن شخصاً بكى حزناً وأزرفت عيناه بدموع التماسيح crocodile tears ، ويقصدون بذلك أن بكاء هذا الشخص هو بكاء غير حقيقى وأن دموعه زائفة ، فلا هو حزن على المصاب ولا ندم على فعلته إن كان هو المصيب فهو ينطبق عليه المثل الشعبى " يقتل القتيل ويمشى فى جنازته " .

وقد بدأت فكرة دموع التماسيح عن راهب فرنسى فى القرن الثالث عشر الميلادى دون فى مذكراته الآتى : " لو أن تمساحاً على حافة ماء أو جرف قريب من وسط مائى وجد إنساناً فإنه يهاجمه ويقتله إن استطاع ثم يبكى عليه وأخيراً يبتلعه ويتغذى عليه " . وإستمر تداول المثل الشعبى حتى وقتنا الحالى ونشأ عن ذلك تساؤل . هل التماسيح تبكى ؟ وهل للتماسيح دموع ؟

الإجابة عن التساؤلين أن بكاء التماسيح على ضحاياها بكاء غير حقيقى ، أما دموع التماسيح فهناك رأيان بالنسبة لطبيعتها . يعتقد البعض أن لدى التماسيح وغيرها من الزواحف البحرية غدد ملحية salt glands ، تخرج منها قناة تفتح فى ركن العين وتنزل منها قطرات دموع شفافة تحتوى على تركيز ملحى مرتفع ، وبذلك يتخلص التمساح من المنح الزائد الناتج عن الماء الذى شربه والفريسة التى أكلها . البعض الآخر يعتقد أن دموع التماسيح هى دموع حقيقية ولكنها ليست بكاءاً وحزناً على الفريسة التى إلتهمها ، وهذه الدموع تفرزها غدد دمعية lachrymal glands وهى تفرز سائلاً بروتينياً ، يمر بين الغشاء الرامش nictitating membrane والذى يعتبر جفناً ثالثاً للعين ، وبين سطح العين . تشاهد الدموع أيضاً عند بكاء التمساح بعيداً عن الماء لمدة طويلة وتعرض العيون للجفاف .