الفصل الثامن

طاقة الكتلة الحية

1-8 منشأ الكتلة الحية:

المقصود بالكتلة الحية هي كافة المواد الموجودة في الطبيعة من أصل عضوي أو بمعنى آخر كل المادة الحية والنامية وكذلك المخلفات العضوية للكائنات الحية ونفاياتها بعد الموت إذن ينضوي تحت مفهوم الكتلة الحية كافة النباتات والحيوانات ومخلفاتها وبقاياها وكذلك المواد العضوية التي يتم تحويلها صناعيا بعد تلفها كالورق والمواد السيللوزية ومخلفات الصناعات الغذائية وغيرها.

تعتبر عملية التمثيل الضوئي في النباتات هي المصدر الرئيسي للكتلة الحية وتتم هذه العملية كما هو معروف في جزيئات اليخضور بالاستعانة بالطاقة الشمسية أو بشكل أدق بالأشعة الشمسية المرئية ذات الأمواج بطول $0.4 \div 0.8[\mu m]$ ويتم تشكيل جزيئات هيدروكربونية من الهيدروجين الموجود في الماء وثاني أكسيد الكربون الموجود في الهواء لتنطلق بذلك عملية تطور الكائنات الحية والحياة على الأرض.

يمكن وصف عملية التمثيل الضوئي بالعلاقة التالية:

$$\langle 1-9 \rangle \quad H_2O + b.NO_3 + c.PO_4 + d.SO_4 + CO_2 + (8 \div 10).h.\nu \longrightarrow C_kH_mO_n + H_2O + O_2 + \text{منتجات استقلاب الخلايا}$$

حيث أنَّ:

$d.SO4$ و $c.PO4$ و $b.NO3$: من التربة والماء.

CO_2 : من الهواء.

$(8 \div 10).h.\nu$: من الشمس.

منتجات استقلاب الخلايا: فيتامينات وأملاح وغيرها.

(b, c, d) : أعداد تمثل أصغر نسب مليونية مختلفة $[PPM]$

h : ثابت بلانك $h = 6.625 \times 10^{-34}$ $[JS]$

ν : التردد $\nu = c/\lambda$ $[s^{-1}]$

λ : طول الموجة $[m]$

c : سرعة الضوء $c = 2.99 \times 10^8$ $[m/s]$

يبين الطرف الأيسر من العلاقة أنه بالإضافة لثاني أكسيد الكربون من الهواء والماء من التربة أيضا هناك مجموعة عناصر كالآزوت والفوسفور والكبريت وغيرها من التربة يتم استخدامها أيضا في هذه العملية.
وبسبب نسبها الصغيرة جداً فلا تشكل كتلة ذات أهمية وهي لا تدخل في تركيب جزيء الكربوهيدرات وإنما تبقى في النباتات كنواتج تبادل وتكون مفيدة للكائنات الحية الأخرى وكذلك كسماد جيد.

العلاقة السابقة يمكن صياغتها بشكل تقريبي بالمعادلة التالية:

$$\langle 2-9 \rangle \qquad 12H_2O + 6CO_2 + 2.8MJ \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

ومن هذه المعادلة يتم تشكل سكر الغلوكوز (الأحادي) في العنب.
في عملية استخدام طاقة الكتلة الحية (حرق المواد العضوية) ينتج ثاني أكسيد الكربون الذي تم تثبيته من قبل النبات وتم سحبه من الهواء وإذا أخذنا بالاعتبار أن النبات يعود لينمو ويستخدم ثاني أكسيد الكربون مجددا فإن استخدام طاقة الكتلة الحية تعتبر من منظور بيئي غير ملوثة ويؤخذ ذلك بالاعتبار عند مناقشة موضوع التلوث البيئي.

8-2 أشكال ونواتج الكتلة الحية:

تمثل كل المركبات العضوية في جسم الكائن الحي شكلا من أشكال الكتلة الحية.
يعتبر السيللوز الشكل الأوسع انتشارا وهو عبارة عم مركب سكري معقد يتألف من سلاسل غلوكوز (سكر أحادي) نقية ترتبط ببعضها بواسطة روابط هيدروجينية. لا ينحل السيللوز في الماء أو المحاليل العضوية ويتحول في الأحماض والقلويات إلى هيدرات السيللوز التي تتفكك في الأحماض المركزة وفي درجات حرارة عالية إلى سكر أحادي. يعتبر السيللوز مادة خام ذات أهمية خاصة للصناعات الكيميائية.
الهيموسيللوز يتواجد في بنية النباتات الخشبية بنسب تتراوح بين $40\% \div 20$ وهو أيضا مركب سكري معقد إلا أنه لا يتألف من سلاسل غلوكوز نقية بل يحتوي على سكر ثنائي وثلاثي.

يشكل اللغنين حوالي 30% من الخشب وهو قابل للانحلال في بيسولفيت الكالسيوم وقلويات الصوديوم ولا ينحل في الماء.

للاستحصال على السيللوز من الخشب يسبب اللغنين صعوبات كبيرة.

تشكل بقية أشكال نواتج الكتلة الحية نسبة صغيرة بالمقارنة مع السيللوز والهيموسيللوز واللغنين.

يبين الجدول (8–1) ما تمثله المركبات العضوية المختلفة من النمو السنوي للكتلة الحية عالمياً:

الجدول (8–1)

نوع المادة العضوية	النمو السنوي	
	[%]	[Md · t/a]
السيليلوز	65	100
الهيموسيللوز	17	27
اللغنين	17	27
النشاء	0.82	1.05
السكر	0.08	0.1
الدهون البروتين الملونات	0.1	0.13

يمثل النشاء أيضاً مركباً سكرياً ذا جزيئات مركبة إلا أن روابطها أضعف بكثير من تلك في السيللوز والهيموسيللوز لا يشكل النشاء والسكر والدهون والبروتين والملونات إلا نسبة 1% من النمو السنوي للكتلة الحية معظمها على شكل نشاء.

8–3 احتياطي الكتلة الحية عالمياً:

يقدر حجم الكتلة الحية على الأرض بحوالي 3×104 [EJ] على اليابسة فقط أو ما يعادل 10^{12} طن مكافئ نفطي تحتوي هذه الكمية على حوالي 8×10^{11} طن من الكربون المثبت، يشكل الخشب نسبة تبلغ حوالي 80%. إن الاستثمار المستمر للكتلة الحية يتطلب مراعاة معدل النمو السنوي الذي يبلغ حوالي 3000[EJ/a] وهذا ما يشكل حوالي 10% من الكتلة الحية على

اليابسة وبالتالي فإن مجموع الكتلة الحية التي تموت وتندثر بالإضافة إلى ما يمكن استثماره لا يجوز أن يتجاوز هذه النسبة.

يبين الجدول (8-2) توزع إنتاج الكتلة الحية على اليابسة:

الجدول (8-2)

نوع اليابسة	المساحة 10^6 $[km^2]$	الإنتاجية النوعية $[g/m^2.a]$	الإنتاجية الإجمالية 10^9 $[t/a]$	محتوى الطاقة النوعي للمادة الجافة $[MJ/kg]$	المكافئ الطاقي السنوي $[kW.h/m^2]$	المكافئ الطاقي السنوي $[109\ MW.h]$	نسبة امتصاص الطاقة الشمسية
غابات	57	1205	68	18	5.3	343	0.54
أحراش	26	90	2.4	18.8	0.5	12	0.04
أعشاب	24	600	15	17.6	2.9	70	0.3
صحراء	24	1	0	16.7	0	0	0
أراضي زراعية	14	650	9	17.2	3.1	44	0.3
مياه عذبة	4	1250	5	18	6.3	25	0.5
مجموع اليابسة	149	669	100	18	3.4	496	0.3
المحيطات	361	155	55	18.8	0.8	303	0.07
الكرة الأرضية	510	305	155	18.4	1.6	799	0.14

تبلغ مساحة اليابسة حوالي $149 \times 10^6\ [km^2]$ منها حوالي $83 \times 10^6\ [km^2]$ غابات وأحراج من اليابسة تنتج حوالي $70 \times 10^9\ [t/a]$ من الكتلة الحية تعادل $44 \times 10^9\ [t]$ طن مكافئ نفطي حوالي 70% من هذه الكتلة تنتجها الغابات.

وبسبب توزع اليابسة فإن 60% من إنتاج الكتلة الحية على اليابسة يحصل في النصف الشمالي من الكرة الأرضية و 40% في النصف الجنوبي.

يمثل العمود الأخير من الجدول مردود استثمار الطاقة الشمسية من قبل المساحات الخضراء حيث تصل هذه النسبة في الغابات إلى 0.55% بينما تصل في الغابات الاستوائية 0.8% أما المحاصيل الزراعية فبعضها يصل إلى 5.4% كالشمندر و 4.8% لقصب السكر و 3.2% للذرة.

من الكتلة الحية على اليابسة يمكن جني نسبة محدودة للاستثمار إذ أن حوالي 50% من أجزاء النباتات (جذور وأوراق) ليست عملياً قابلة للاستثمار.

باختصار فإن المتاح فعلا من احتياطي طاقة الكتلة الحية وفق تقديرات حسابية محضة لا يتجاوز (3 ÷ 4) أضعاف استهلاك العالم من المصادر الأولية للطاقة.