المقتطف

الجزء الاول من المجلد الثامن والتسعين

١ يناير سنة ١٩٤١ — ١ ذي الحجة سنة ١٣٥٩

الشمس

وحياة النبات

الشمس هي مصدر الطاقة التي تستمد منها الأرض الطاقة اللازمة لكل عمل طبيعي أو كيميائي على سطحها. قد تؤخذ الطاقة مباشرة من الشمس كما تؤخذ حيث يحصر في أوعية مثل الماء أو قد تؤخذ مخزونة كبترول الطاقة من بقايا النبات وهو مخزون فيها من زمن النجم إلى عهد حرارة الشمس التي يخزنها ثم استعمالها في مصر. وقد سبق لنا في فصول متفرقة وكتب وآفاق سير الحديث. فيبقى أن نتكلم عن الشمس وحرارة الأرض وما يتبعها من تغاير درجات الحرارة وأحوال الجو، وكذلك سنقصر موضوع اليوم على تأثير أشعاع الشمس في حياة النبات.

وأول ما يجذب النظر إليه في هذا الموضوع هو تأثير الشمس في تركيب السوق والأوراق الخضر في أكثر معظم كبيرة على سطح الأرض. وأغلب نسج مواد الغذاء، وأكثر مورد للوقود، وفضلاً عن ذلك فمصير الأمم من مصير النبات الذي يعيش في الأوراق الخضر بتحد ثاني أكسيد الكربون بالماء فيتولد من اتحادهما السكر بتأثير حبات البخضور أو الكلوروفل. فهذا الاتحاد لا يتم بدونها لأنها تستطيع أن تمتص من الشمس قدراً من الطاقة يتيح الاتحاد. وهذا السكر البسيط المتولد من اتحاد ثاني أكسيد الكربون والماء يتطور نشاء ومواد نشوية ومواد زلالية (بروتينات) وأحماضاً عضوية وأدهاناً وغير ذلك من مركبات النبات.

وكثير من هذه المركبات غذاء للنبات نفسه وللحيوانات أو للنباتات غير الخضر. ومنها ما يهضم ويمثل فيولد طاقة، ومنها ما يخزن ثم تنطلق طاقته منه

وإذن فالنباتات الخضر تجهز العالم بمواد الطعام الأصلية . وتاريخ السياسة الدولية من أقدم العصور الى الآن متأثر تأثيراً غير يسير بسعي الأمم الى الفوز بأرض تكثر فيها موارد الطعام. وفي العصور القديمة كان المتاح من الطعام عنصراً أساسيًّا في تعيين حجم المالك والمدن . والعنصر الآخر الذي يجاري الطعام في تعيين حجم المالك والمدن هو عنصر المواصلات . واذا كانت المواصلات في العصور القديمة تعتمد على المطايا الحية كالبغال والحمير والجياد والابل ، فانها في العصور الحديثة تعتمد على الوقود سواء أكان أم زيتاً . وما تحتويه مناجم الفحم وآبار الزيت على السواء مردُّهُ الى الطاقة الشمسية التي خزنت في النبات بفعل التركيب الضوئي . وكما تتنافس الأمم في سبيل الفوز بأرض غنية بموارد الطعام تتنافس كذلك في سبيل الاستيلاء على مناطق غنية بمناجم الفحم وآبار الزيت المعدني . ولولا ضيق المقام لأسهبنا في تعداد الأشعة التي من قبيل ما تقدم ، مرتدين بأصولها جميعاً الى طاقة الاشعاع الشمسي . ومن البداهة ان يكون مقدار ما يتلقاه سطح الأرض من طاقة الشمس متقلباً في مداه وقوته وانواع الأشعة التي يتألف منها

فطول النهار يختلف باختلاف خط العرض ، واختلاف الفصل . فطول النهار وطول الليل متساويان تقريباً عند خط الاستواء . وفي الطرف المقابل نجد ان الظلام يخيم على القطب الشمالي مدى اربع وعشرين ساعة في بعض الشتاء والشمس تشرق مدى اربع وعشرين ساعة في بعض الصيف . والقطب الآخر على هذا القياس ، والبلدان الواقعة بين خط الاستواء والقطبين متفاوتة في طول نهارها وليلها . ثم ان شدة ضوء الشمس تختلف كرهاً بعد عن الشمس . ولما كان فلك الأرض اهليلجيًّا والشمس في احد محرقيه فشدة ضوء الشمس الساقط على الارض يقل او ينقص وفقاً لكونها في نقطة الذنب او نقطة الرأس وهذا الفرق يبلغ ٧ في المائة . ثم ان الاختلاف في شدة ضوء الشمس يعود الى ما في الهواء من دقائق الغبار او بخار الماء . فاذا زاد البخار نقصت قوة الضوء . ويضاف الى هذا ان شدة الضوء تختلف باختلاف انحراف الشمس عن السمت وهو كبير في الشتاء ، لذلك فمقدار واحد من ضوء الشمس في وقت واحد من النهار يكون أضعف وأقل دفئاً في الشتاء منهُ في الصيف عندما تتوسط الشمس الفلة الزرقاء

وأما نوع الامواج التي يتألف منها ضوء الشمس الواصل الى سطح الأرض فيختلف كذلك . فالضوء الأبيض — معظم طاقته في منطقة اللون الأصفر — تكثر فيه الأشعة الحمر عند ما تميل الشمس الى الغروب والأشعة الحمر أطول أمواجاً ولذلك فهي أضعف طاقة من الصفر . والتبديل في أنواع الأمواج التي تدخل في تركيب ضوء الشمس الواصل الينا مردُّه الى فعل الغلاف الغازي الذي يحيط بالأرض . وهذا الفعل مزدوج ، منه تكسير الأشعة ومنهُ امتصاص متفاوت لأمواج مختلفة . فضوء الشمس أغنى بالأمواج الزرق البنفسجية في الصيف في المنطقة الشمالية المعتدلة منهُ في الشتاء

أما وهذه هي العوامل المتعددة الداخلة في تقدير نوع ضوء الشمس الذي يصل الى منطقة معينة من سطح الأرض فلا بدع في ان تكون أصناف النباتات على سطح الأرض كثيرة متباينة. ثم ان الحرارة والرطوبة عاملان أساسيان في احداث هذا التباين، ولكن الحرارة والرطوبة يتأثران كذلك بتفاوت ما يصل الى سطح الأرض من طاقة الشمس

وليس ثمة ريب في أن الباحث يستطيع أن يستخرج حقائق شتى من ملاحظة نمو النباتات في مواطنها، وهذا فرع قائم بذاته من علم النبات يعرف بعلم الايكولوجيا ecology فاذا تعدّى حدوده العامة الى دراسة أسباب النباتات المختلفة كل على حدة من حيث تأثرها بالبيئة خرجنا من علم الايكولوجيا الى علم الفسيولوجيا. فالايكولوجي يميل الى استخراج الاحكام العامة والفسيولوجي الى استخراج الاحكام الخاصة بأنواع او اصناف معينة من النبات

وقد اشير بحثهما بين الطائفتين من العلماء عن تبيُّن صلة وثيقة بين الضوء وتركيب النبات ونموّها. فالألوان الزاهية في الزهار الاناب تعزى الى كثرة ما في ضوء الشمس من الأشعة التي فوق البنفسجي. والاوراق العريضة الرقيقة في النباتات الاستوائية تعزى الى قلة الضوء في نباتات الصحراء يستدل كيرتي احكاماً اخر تباين في مقدار الرطوبة والضوء

وهذه احكام تستوقف النظر، ولكنها غير خاصة لاسلوب البحث الذكي. وليس في الوسع الاعتماد عليها اعتماداً كلياً، إلا اذا أيدتها التجارب التي تجرى في نباتات خاصة لقيود التجارب العلمية

ومن هنا بدأ الباحثون [1] في غرس النباتات في مختبرات يخصع كل منها لقياس العلمي مثل مقدار الرطوبة في الهواء، ودرجة الحرارة، وربع الضوء وقوته وهكذا، واخرجوا حقائق واحكاماً ذات أعظم الشأن النظري والعلمي في النبات والزراعة

من الأمور التي يعرفها جميع المشتغلين بفلاحة البساتين، انتظام ازهار أصناف من النباتات في بدء الفصول المختلفة

وقد أثبت البحث ان الحرارة ذات شأن عظيم في هذا الانتظام. فكنت أثبت كذلك أن العامل المسيطر على الازهار هو مدى النهار أي مدى التعرض لضوء الشمس. فمن النبات ما يزهر في الخريف عندما يكون مدى التعرّض لضوء الشمس أقصر منهُ في الصيف. فهذا النبات يزهر في الصيف اذا وضعتهُ في مختبر ينظم وعرضتهُ لضوء مدى تعرضه، لضوء الشمس في الخريف

وقد أثبت باحثان يدعيان جارنر Garner والارد Allard وهما من رجال وزارة الزراعة الاميركية بالتجارب المتعددة أنهما يستطيعان ان يحملا نباتات شتى على الازهار بضبط ساعات تعرضها

(١) ولي شرف تقديم صاحب هذا الفصل مشكوراً الى المكتب الشرقي لمعهد المتصوفي الاميركي واسمه آرل جونستون الباحث في قسم الاشعاع والاحياء بالمعهد المذكور

للضوء وذلك بوضعها في مستنبتات معتمة وتعريضها لضوء الشمس عدداً معيناً من الساعات

وقد اثبت هتان الباحثان ان النباتات المزهرة ثلاث طبقات من حيث تأثرها بمدى تعرضها لضوء الشمس ، فالطبقة الأولى تبدأ الإزهار عند ما يكون النهار قصيراً ، واخرى تبدأ الازهار عند ما يكون النهار طويلاً ، وثالثة بين بين لا تتأثر تأثراً ظاهراً بطول مدة معينة من التعرض لضوء الشمس . وقد طبقت هذه الحقائق تطبيقاً عملياً على احد اصناف نبات التبغ Tobacco الذي يزرع في ولاية ماريلاند الاميركية . وقد كشف هذا النبات في جنوب الولاية ، وهو ذو اوراق ضخمة فالظنانة بانه لها فائدة اقتصادية لا ريب فيها . ولكن ثبت انهُ لا يزهر ولا يولد بذراً في أيام الصيف الطويلة . فجرّبت التجارب به في مستنبت في فصل الشتاء فأزهر وأبذر وزرع في جنوب فلوريدا فأزهر وأبذر في فصل الشتاء . واذا كان النهار القصير لا يكفيها ضرمو للازهار والابذار أكمل عمله بتعريضها مدة معيَّنة إضافية لضوء الكهربائي

ومن أغرب ما أسفرت عنهُ هذه التجارب ، ان نبتة من صنف خاص يزهر في الخريف — أي عند ما تكون الأيام قصيرة — عرض جزؤها الأعلى وجزؤها الأسفل مدى عشر ساعات للضوء بينما جزؤها الاوسط عُرّض لضوء طول النهار في الصيف . فأزهر الجزآن الأعلى والأسفل ولم يزهر الجزء الاوسط ولكن الجرثومة فيه بقيت مستكنة ، حتى أتيحت لهُ البيئة التي تؤاتي الإزهار أي التعرض لضوء مدى معيناً غير طويل

وقد حاول باحث يدعى وتور Withrow ان يكشف أيُّ الأمواج في الضوء الكهربائي المنبعث من مصباح يزود النبات يؤثر في حمل النبات على الإزهار فجرّب تجاربهُ بنباتات تزهر في الخريف والشتاء اي عند ما يكون النهار قصيراً وبخرى تزهر في الربيع والصيف عند ما يكون النهار طويلاً . فوجد ان اعظم الفعل في النباتات الصيفية الربيعية هو للاشعة الحمر التي يتفاوت طول موجتها بين ٦٥٠٠ انجستروم و ٧٠٠٠ انجستروم وان النباتات الخريفية الشتوية يقل إزهارها عند ما اضيف الى الضوء حزمة اخرى من الاشعة الحمر

ومن المشهور ان السنط الحساس يطبق ورقهُ في الليل ويفتحهُ في الصباح ، وهذا عائد الى تأثره بالضوء والظلام . وثبت هذه العادة في جبلَّة النبات ، حتى اذا وضع في مكان مظلم ، مضت الأوراق تطبق وتفتح بضعة أيام ولكن الفعل يضعف حتى يسودها التأثر بالظلام فتبقى مطبقة

واذا صرفنا النظر عن مدى التعرض للضوء وجدنا ان لشدته أو ضعفه تأثيراً في نمو النبات . وليس في الأرض مكان تبلغ فيهِ شدة الضوء أو ضعفه مبلغاً يمنع النبات من النمو . ففي الصحارى نبات ينمو مع ان الضوء شديد متوهج ولكنهُ لا يتم نفسهُ لذلك . وفي الكهوف والاغوار حيث يقل الضوء حتى يكاد ينعدم أصناف خاصة من النبات لا يتم نفسها للعيشة والنمو فيها . ومنها اصناف من الطحالب Moss

أما النباتات المعرضة للضوء المتوهج فقد أستجابت لذلك استجابات متباينة بتباين النبات . فنبات « الايفي » الانكليزي (حبل المساكين : عيسى) Hedera Helix يرتب اوراقه في شكل يشبه الفسيفساء حتى تتعرض اكبر مساحة منها للضوء . ونبات الجنس الذي ينتمي اليه Abutilon Striatum يرتب اوراقهُ بحيث يكون احد حرفيها متجهاً الى فوق والآخر متجهاً الى تحت ، فتستقبل ضوء الشمس في الصبح او المساء كاملاً عند ما يكون ضعيفاً غير متوهج ، فاذا ارتفعت الشمس الى السمت وتوهَّج ضوءها سقط على حرفيها العليا فلا تتعرض إلا لجزء يسير منهُ . اي ان اتجاه الورق يكون عموديًّا تقريباً لأشعة الشمس في الصبح والمساء ، موازياً تقريباً لأشعتها عند الظهر

وقد يقع تغير في خلايا ورق النبات وفقاً لشدة الضوء أو ضعفه

وشدَّة الضوء تتفاوت من صفر في الليل الى توهج يبلغ عشرة آلاف شمعة عن بعد قدم منها في يوم رمضاء . ومعظم النبات ينمو نموًّا طبيعيًّا في ضوء يشرُّ بوهج عن الضوء المتمثل في عشرة آلاف شمعة وقد اسفرت تجارب علمية خاصة لسيطرة الجوّ بين ما غير ذلك نباتات نموًّا حسناً في ضوء تتفاوت شدتهُ بين ألفي شمعة الى ثلاثة آلاف شمعة . والنتيجة العامة ان النباتات تزداد نموًّا في أحوال الجوّ العادية بازدياد شدة الضوء الى ان تبلغ حدًّا شدة معينة . فاذا تعدتها لم يزد نمو النبات او فعل التركيب الضوئي في أوراقه

أما والتركيب الضوئي له المنزلة التي قدمنا ذكرها في صدر المقال فليس من العجب ، أن يسأل سائل ولماذا لا نستطيع أن نزيد فعل التركيب الضوئي في نباتاتنا خدمة لنا ، كما لا نستطيع أن نجاريهُ حتى الآن بالاساليب الكيميائية ، واحوالنا مع إدخال خضير ذلك من التركيب الضوئي خصباً دقيقاً

إن التركيب الضوئي قوامه إتحاد ثاني أكسيد الكربون بالماء بقدر معين بتوسط السكر والأكسجين والصيغة الكيميائية كما يلي

٦ ثاني أكسيد الكربون + ٦ ماء + ضوء = ٦ سكر + ٦ أكسجين

فالخامات التي تدخل في هذه العملية الكيميائية هي ثاني أكسيد الكربون والماء

والمولود السوي يحتوي على قدر من ثاني أكسيد الكربون يبلغ ٣٥ جزءاً في المليون . وهذا يبين لنا ان عملية التركيب الضوئي لا يمكن ان تعني في ازدياد مقدار ثاني أكسيد الكربون بازدياد شدة ضوء الشمس لأن هذا الازدياد يبلغ درجة لا يكفي عندها مقدار ثاني أكسيد الكربون الذي في الهواء لانجاز عملية التركيب ، ولكن اذا كان في الوسع زيادة مقدار ثاني أكسيد الكربون في منطقة معينة بوسائل كيميائية ، فمعدَّل سرعة التركيب الضوئي تزداد اذا توفر الضوء

وهذا هو ما فعلهُ جولستون الاميركي في سنة ١٩٣٥ في صفين متواليين في منطقة محدودة مزروعة حنطة (قمحاً) . فقد اتخذ جولستون أساساً لتجربته ثلاث مساحات متساوية مزروعة

حنطة من صنف واحد ، فترك احداها مطلقة للهواء ، وأحاط الاثنين الباقيين بجدران من الزجاج علوها خمس أقدام ونشر فوقها شبكة من السلك الدقيق لمنع تأثير دبوب الريح . ومدَّ في كل منهما أنبوباً ودفع فيهما عن طريق الأنبوب مقداراً من ثاني اكسيد الكربون يجعل معدله في هواء المستنبتين أكثر من معدله في الهواء الطلق . ثم قابل بين غلة هذه المناطق الثلاث . فاذا سوق القمح وسنابله وحبوبه في المستنبتين أعلى وأكبر من سوقه وسنابله وحبوبه في المنطقة التي تركت طلقة في الهواء

بقي ان نقول كلمة في العامل الثالث وهو نوام الضوء وتأثيره في نمو النبات

ليس ثمة ريب في ان الفعل الكيميائي المنطوي في التركيب الضوئي هو أعظم فعل كيميائي في العالم على بساطته ، ولكنه لا يتم إلا بتأثير الضوء على ما نعلم . إلا ان هناك عوامل متعددة تدخل فيها كالأثمار النباتية ، والمواد الغروية في المادة الحية ، والخمائر وما أشبه وهذه موضوعات لم تستوفَ بحثاً ، بل لم يكد البحث العلمي يمس إلا أطرافها

ولكن اذا حصرنا نظرنا في الضوء ، وتأثيره في هذه العملية الكيميائية العظيمة الشأن ؟ فان السؤال الأول الذي يخطر لنا ، هو هذا — أيُّ الأشعة التي يتألف منها ضوء الشمس أفعل في إحداث هذا الفعل الكيميائي . وقد بحث الباحثون نواحي مختلفة من الموضوع بغية التحقق من تأثير الأمواج المختلفة في اسراع التركيب الضوئي او ابطائه . ولكل النتائج العلمية ولا سيما النتائج العلمية الخاصة بالنباتات الاقتصادية ، لا تزال قليلة لا يصح بناء احكام عامة عليها

وفي مقدمة هؤلاء الباحثين رجل يدعى هوفر (وهو غير الرئيس الأميركي السابق) . فقد أجرى أبحاثاً كثيرة دقيقة لمعرفة أي الأمواج أشد تأثيراً في حمل الخلية على تمثيل ثاني أكسيد الكربون بقدر انتزاعه من الهواء . وقد لاحظ في تجربته جميع ما يلزم لاخضاع شتى عواملها لسيطرته كالتدقيق في معرفة الضغط الجوي ومقدار الرطوبة في الهواء ، وقياس مقدار ثاني اكسيد الكربون في الهواء ، وفرز الأشعة المختلفة التي في ضوء الشمس بعضها عن بعض بمصفاة لونية اخترعها باحث يدعى ما كبث . وقد أجرى ثلاث طوائف من التجارب ، كان مصدر الضوء في احداها مصابيح مازدا الكهربائية ، وفي الثانية مصباح القوس الزئبقي ، وفي الثالثة ضوء الشمس ، فاتفقت النتائج التي أسفرت عنها التجارب جميعاً وهي ان الأشعة الحمر أفعل الأشعة اطلاقاً في حمل نبات القمح على تمثيل ثاني اكسيد الكربون المنتزع من الهواء . وتليها الأشعة الزرق . أما الأشعة الخضر والصفر فلها تأثير يسير ، وأما الأشعة التي تحت الأحمر وفوق البنفسجي فليس لها تأثير ما في هذه العملية الكيميائية العظيمة في القمح

هذا بعض ما يتسع له المجال الآن ، وهو يبين عن نواح من البحث العلمي الفائق في مسائل حيوية للحضارة والحياة على الأرض