المقتطف

الجزء الاول من المجلد الثامن والتسعين

١ يناير سنة ١٩٤١ — ٣ ذي الحجة سنة ١٣٥٩

أشعة الشمس

وحياة النبات

الشمس هي مصدر [illegible] التي تستمد منه الأرض الطاقة اللازمة لكل عمل طبيعي أو كيميائي في سطحها. قد تؤخذ الطاقة مباشرة من الشمس كما [illegible] حيث [illegible] في آلة [illegible] أو قد تؤخذ مدخورة كما [illegible] الطاقة من [illegible] الفحم [illegible] الفحم [illegible] إلا بقايا حرارة الشمس التي خزنتها [illegible] في عصور متقدمة [illegible] وكتب [illegible] آفاق العلم الحديث [illegible] الصلة بين الشمس وجو الأرض [illegible] تقلبات درجات الحرارة وأحوال الرياح. [illegible] موضوع [illegible] تأثير شعاع الشمس في حياة النبات

وأول [illegible] هو فعل التركيب الضوئي [illegible] فالأوراق الخضر هي أكبر معمل كيميائي على سطح الأرض. [illegible] مواد [illegible] وأكبر مورد للوقود. [illegible] في الأوراق الخضر [illegible] ثاني أكسيد الكربون بالماء فيتولد من اتحادهما السكر بتأثير [illegible] الكلوروفيل [illegible] وهذا الاتحاد لا [illegible] لأنها تستطيع أن تقتنص [illegible] من أشعة الشمس قدراً من الطاقة [illegible] 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 ويتمثل فيولد طاقة، ومنها ما يخزن ثم تطلق طاقته منه

وأدنى 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 الممالك والمدن . والعنصر الآخر الذي يجاري الطعام في تعيين حجم الممالك والمدن هو عنصر المواصلات . واذا كانت المواصلات في العصور القديمة تعتمد على المطايا الحية كالجمال والحمير والخيل 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 متغيراً 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 في القطب الآخر على هذا القياس ، والبلدان الواقعة بين خط الاستواء والقطبين متفاوتة في طول نهارها وليلها . ثم ان شدة ضوء الشمس تختلف كربع البعد عن الشمس . ولما كانت تلك 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 تكون الشمس الفة 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 نطقة معينة من سطح الأرض فلا بدع في ان تكون أصناف النباتات على سطح الأرض كثيرة متباينة . فمع 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 العالمين من العلماء عن تبيُّن علة رقيقة من الضوء وتركيب النباتات ونموّها . فالألوان الزاهية في ازهار الالب تمرى الى كثرة ما في ضوء الشمس على تلك المرتفعات من الأشعة التي فوق البنفسجي . والاوراق العريضة الرقيقة في النباتات الاستوائية ترتدّ الى قلة الضوء في نباتات الصحراء يستدل كثيراً على اختلاف تباين في مقدار الرطوبة والضوء

وهذه احكام تستوقف النظر ، ولكنها غير خاصة لاسلوب البحث العلمي . وليس في اتساع الاشتغال عليها اعتماداً كلياً ، إلا لأن أيدتها التجارب التي تجرّب في نباتات خاصة لقصود 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 ، وخرجوا بحقائق وأحكام 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 هي شأن عظيم في هذا الازهار ، بحيث أنت كمنت أن العامل المسيطر على الازهار هو مدى النهار أي مدى التعرض لضوء الشمس . فان النبات يزهر في الخريف عندما يكون مدى التعرض لضوء الشمس أقصر منه في الصيف . فهذا النبات يزهر في الصيف اذا وضعته في مختبر منتظم وعرضته 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 تقديم صاحب هذا الفصل مذكور في الكتاب السنوي 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 أثبت هتان الباحثان ان النباتات المزهرة ثلاث طبقات من حيث تأثرها بمدى تعرضها لضوء الشمس ، فالطبقة الأولى تبدأ الإزهار عند ما يكون النهار قصيراً ، والاخرى 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 أوراق ضخمة فالظنابة بأنه 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 يلي جزؤها الاوسط عُرّض لضوء طول النهار في الصيف . فأزهر الجزآن الأعلى والأسفل ولم يزهر الجزء الاوسط ولكن الجزء الاوسط بقيت مستكنة ، حتى أتيحت لهُ البيئة التي تؤاتي الإزهار أي التعرض لضوء مدى معيناً غير طويل .

وقد حاول باحث يدعى وتزو Watts ان يكشف أيّ الأمواج في الضوء الكهربائي المنبعث من مصباح يزيد التأثير في حمل النبات على الإزهار فجرّب تجاربهُ بنباتات تزهر في الخريف والشتاء اي عند ما يكون النهار قصيراً وبأخرى 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 ٧٢٠٠ انجستروم وان النباتات الخريفية الشتوية يقل إزهارها عند ما أضيف الى الضوء حزمة اخرى من الاشعة الحمر

ومن المشهور ان السنط الحساس يطبق ورقهُ في الليل ويفتحها في الصباح ، وهذا عائد الى تأثره بالضوء والظلام . وثبت هذه العادة في جبلة 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 فيه 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 للمعيشة والنمو فيها . ومنها اصناف من الطحالب Moss

أما النباتات المعرضة للضوء المتوهج فقد أستجابت لذلك استجابات متباينة بتفاوت النبات. فنبات «الايفي» الانكليزي (حبل المساكين : عيسى) Hedera Helix يرتب اوراقه في شكل يشبه الفسيفساء حتى تتعرض اكبر مساحة منها للضوء. ونبات الجنس النوعي [illegible] يرتب اوراقه بحيث يكون احد حرفيها متجهاً الى فوق والآخر منجهاً الى تحت، فتستقبل ضوء الشمس في الصبح او المساء كاملاً عند ما يكون ضعيفاً غير متوهج. فاذا ارتفعت الشمس الى السمت وتوهج ضوءها سقط على حروفها العليا فلا تتعرض إلا لجزء يسير منه. اي ان اتجاه الورق يكون عمودياً تقريباً لأشعة الشمس في الصبح والمساء، موازياً تقريباً للأشعة عند الظهر

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

وشدة الضوء تتفاوت من صفر في الليل الى توهج يبلغ عشرة آلاف شمعة عن بعد قدم منها في يوم رمضاء. ومعظم النبات ينمو نمواً طبيعياً في ضوء يشرٌ بوضوح عن الضوء المثل في عشرة آلاف شمعة وقد اسفرت تجارب علمية خاصة لسيطرة الجوّ بجزء من مائة من ذلك نباتات نمواً حسناً في ضوء تتفاوت شدته بين ألفي شمعة الى ثلاثة آلاف شمعة. والنتيجة العامة ان النباتات تزداد نمواً في أحوال الجوّ العادية بازدياد شدة الضوء الى ان تبلغ حد الشدة درجة 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 ان يسأل سائل ولماذا لا نستطيع أن نزيد فعل التركيب الضوئي في نباتاتنا حتى [illegible] كما لا نستطيع أن نجاريه حتى الآن بالاساليب الكيميائية والحوائج من إذ خصيب [illegible] التركيب الضوئي خصباً دقيقاً

إن التركيب الضوئي قوامه إتحاد ثاني أكسيد الكربون [illegible] بعض [illegible] السكر والأكسجين والعبارة الكيميائية كما يلي

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

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

والمولد السوبي يحتوي على قدر من ثاني أكسيد الكربون يبلغ ٣ أجزاء في ١٠٠٠ وهذا يبين لنا ان عملية التركيب الضوئي لا يمكن ان تحيى في ازدياد منصر زيادة 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، فمعدل سرعة التركيب الضوئي تزداد اذا توافر الضوء

وهذا هو ما فعله 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 طولها خمس أقدام ونشر فوقها شبكة من السلك الدقيق لمنع تأثير هبوب 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 هنالك عوامل متعددة تدخل فيها كالأثمار النباتية ، والمواد الغروية في المادة الحية ، والخمائر وما أشبه وهذه موضوعات لم تستوفَ بحثاً ، بل لم يكد البحث العلمي يمسّ 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 . ولكن النتائج الكمية ولا سيما النتائج الكمية 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 كمية 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 بتصفاة 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