المقتطف

مجلة علمية صناعية زراعية

الجزء الرابع من المجلد السادس والثمانين

١ ابريل سنة ١٩٣٥ — ٢٧ ذو الحجة سنة ١٣٥٣

النفوذ الى سر الحياة

صلة مظاهر الحياة المختلفة بضروب الاشعاع

بين الخلية والكوكب

علم الحياة علمٌ واسع النطاق متشعّب الفروع، يتصل من ناحية بالفلسفة، ومن الناحية الأخرى بعلوم الطبيعة والكيمياء. فالجنرال سمطس السياسي والفيلسوف يذهب الى ان الحياة ليست وحدة مستقلة بل نظام معيّن. والانسان في نظر احد الفلكيين ليس الاّ مركّباً من مركبات الايدروجين[1] في حالته الغروية وقد اضيفت اليه اخلاط اخرى. اما الكيماويون فيحاولون ان يحلّلوا المادة الحية الى العناصر التي تتألف منها، فيقيسون المقادير اليسيرة من المعادن التي تدخل في تركيب جسم من الاجسام، وغرضهم ان يضعوا للجسم الحيّ تعريفاً كيمائياً كما يكتب كبار الطهاة وصفة لكعكة معينة او لضرب من الحلوى، ثم يعلنون ان المواد الكيمائية في جسم الانسان لا يزيد ثمنها على ١٨ قرشاً صاغاً!

ولو ان الكيمائيين يستطيعون ان يركبوا من هذه المقادير المختلفة جسماً حيّاً، لكانت الاجسام الحية ارخص من بعض اصناف الكعك والحلوى!

هنا مكمن السر! اننا نعلم بوجه عام مما تتألف الاجسام الحية. ولكننا نجهل الوصفة التي ركّبت بمقتضاها هذه الاجسام. ولا بدّ ان تبقى بعض الظواهر الغريبة في حياة الانسان كالبله والسرطان خفيةً مستترةً، حتى يتاح لنا الكشف عن هذه الوصفة

---

(١) اسم هذا المركب العلمي اوكسيبتروكاربيد الغروجين oxynitrocarbide of hydrogen

فالحلية (بروتوبلازمة) اقرب مظاهر الطبيعة الينا وابعدها عنا . فهي قريبة الينا ، لان اجسامنا مبنية منها . وهي بعيدة عنا ، لاننا اذا حاولنا الكشف عن اسرارها والتغلغل في فهم خفاياها ، وجدناها انأى من النجوم . فثمة نجوم لا نراها ولو استعملنا نظارة مرصد جبل ولسن العظيمة . ولكن المطياف وما يتصل به من الواح التصوير الشمسي ، يكشف لنا عما يتصل بها من الحقائق فنستطيع ان نعرف شيئاً غير يسير عن حالة باطنها . بل ان الفلكي ادرى بالنجم ، في بعض النواحي الاساسية ، من البيولوجي ببناء الخلية

نعم ان تسعين في المائة من مادة الكون مفرغ في اجسام النجوم والسُدُم . والنجوم والسدم على عظمتها ، مركبة من مادة في حالة توهج شديد يستطاع تفسيرها وتصويرها وفقاً لمبادىء الطبيعة والكيمياء . ولكن الخلية الحية على صغرها ، مركبٌ معقّد من السوائل والغازات والاشكال الغروية ، وهي على برودتها اذا قيست بدرجات الحرارة العادية لا بحرارة الشموس ، مقرٌ لتفاعل فذيّ وجزيئي خفيّ تنشأ منهُ شعلة الحياة

إن الحي ، في ما نعلمهُ عن الحياة ، لا ينشأ الاّ من الحيّ . ولكنّ الاحياء تعتمد كلّ الاعتماد على ما يحيط بها من الاشياء غير الحية . بل ان تغييراً تحدثه في بيئة الحيّ ، الطبيعية والكيميّة ، قد يفضي الى نشاط الحياة وتكاثرها ، او قد يفضي الى انحطاطها وانقراضها

خذ مثلاً على ذلك العلامة كارل Alexis Carel فانهُ كسر في سنة ١٩١٢ بيضة دجاجة توشك ان تفقس ليخرج منها صوصٌ ، واستخرج من جنين الصوص ، تلك القطعة النابضة فيهِ — قلبهُ — ووضعها في انبوب فيهِ محلول معيّن . في هذا الانبوب ، وجد قلب الصوص بيئة مثلى للحياة . فهو مصون فيها ، من فعل الجراثيم والسموم ، وتأثير البرد والحرّ ، ومجهّز بمصدر لا ينفد من المواد اللازمة لحياة ، مثل الاكسجين والسكّر وغيرهما . وقد انقضى على هذا القلب ثلاث وعشرون سنة ، وهو حيٌّ وافر الحياة ، لا تبدو عليهِ اية إمارة من إمارات الهرم والشيخوخة . بل ان جميع الدلائل تدلُّ على انهُ يستطيع ان يعيش ، اذا ظلّت بيئتهُ الطبيعية كما هي ، مائة سنة او على قول الكاتب العلمي جورج غراي ، « حتى تبرد الشمس »

ان في تجربة الدكتور كارلٌ هذه ، دليلاً ناهضاً على ان الاحياء تعتمد على غير الاحياء كل الاعتماد ، وهي حقيقة ليست بالجديدة ، ولا بالمبتكرة ، ولكن اقرارها على هذا الوجه ، يتصل باصول البحث عن سرّ الحياة ، لانهُ متى حلّ الكيماوي الاجسام الحية الى عناصرها الاولى ، ووجد انها لا تحتوي على شيء جديد ، لم يعهدهُ قبلاً في الصخور والنجوم ، يخطر ببال الباحث والقارىء ، السؤال الآتي وهو : متى او في اي دور من ادوار تطورها تتحول المادة الجامدة الى مادة حية ؟

ولا يخفى ان خارج الخلية مركبات مؤلفة من الكربون والايدروجين والنتروجين والاكسجين ، وجميعها عناصر لا حياة فيها ، تتألف منها الارض وما عليها والبحار وما فيها . هذه المواد تتخلل

اغشية الخلايا وتتحول فيها الى غذاء . ثم تتركب هذه الاغذية في جسم الخلية تركيباً جديداً فتنتقل من طبقة المواد الجامدة الى طبقة المواد الحية كخضوب النبات Chlorophyll وحمر الدم Haemoglobin وكذلك تسير الحياة في طريقها تصنع الحي من غير الحي محولة مادة النجوم الى مادة الخلايا ، متحركة بقوة خفية هي القنطرة بين الجمود والحياة

فالبحث عن هذه القنطرة ، قد اصبح في العصر الحديث ، كما كان في العصور السابقة ، غرضاً تمدى اليه الركائب وهدفاً تتقطع دونه الاعناق

عجيبة التركيب الضوئي

ليس بين وسائل العلم الطبيعي الحديث ونظرياته المبتكرة ، ما هو أجدى في نظر الباحثين عن سر الحياة ، من نظرية المقدار (الكونتم) في الطاقة ، والوسائل المستحدثة لتوليد ضروب الاشعاع وقياسها

فالضوء الذي كان سبيل الفلكي الى بواطن النجوم ، وسبيل الطبيعي الى قلب الذرة ، أصبح أدق وسيلة يعرفها الفسيولوجي لفهم التركيب الدقيق في الخلية الحية . بل أن الضوء في مقدمة الموضوعات التي يتناولها البحث الحيوي كذلك

ذلك ان الضوء هو المحرك الاكبر في الطبيعة . وقد اقترح الاستاذ دُنَن أحد علماء الكيمياء في جامعة لندن من بضع سنوات تحديد يوم معين كل سنة ، لعطلة رسمية عامة ، يخرج فيه سكان المدن الى الحقول والمراعي الخضر عند ما تهب نسمات الربيع الاولى ، لتقديم فروض الشكر الى الشمس على ما تهبنا اياه من نعمة الضوء ، وهو ما نفعله في مصر يوم شم النسيم . فالانسان ينفق الطاقة ، ومعظم الطاقة التي ينفقها مستمدٌ اصلاً من طاقة الشمس ، ولكنه يتناولها من خلية نباتية خاصة لها القدرة على التقاط طاقة الشمس وخزنها وهو ما يعرف بالتركيب الضوئي Photosynthesis

وموضع الخطر في فعل الخلية النباتية هو انها تصدُّ تيار الطاقة المتحدر . فالانسان — وسائر الحيوانات — عاجز عن ذلك . وقد اثبت العلم لنا ان تيار الطاقة ابداً سائر في سبيل الانحطاط . تخرج الطاقة من بواطن الشموس قوية الفعل قصيرة الأمواج ، ثم تتحدر رويداً رويداً في خلال اختراقها رحاب الكون ، تضعف قوة وتطول امواجاً ، ولكن النبات الاخضر يقف في سبيل هذا الانحدار سداً منيعاً . فليس من الغريب أن يرى بعض علماء الحياة ان دراسة التركيب الضوئي ، يجب ان تكون الخطوة الاولى في البحث عن سر الحياة . وليس من العجيب ان يكون ثلاثة من حائزي جوائز نوبل العلمية ، ممن عني بهذه الناحية من البحث وهم رتشارد ڤلستاتر Wilstatter واوتو فربورغ Warburg وهانس فشر Fischer

فالخضوب — أي المادة الخضراء في النبات Chlorophyll — هو الهدف الذي تتجه اليه جهود

الباحثين في عشرات من معامل البحث البيولوجي في مختلف انحاء العالم ، وجميع بحوثهم تستند الى التجارب الدقيقة التي قام بها فلستاتر من نحو ثلاثين سنة في جامعة زوريخ . فقد اثبت حينئذ ان كريات الخضوب في الاوراق الخضر تحتوي على مقادير معينة من السبغ الاصفر ، علاوة على صبغها الاخضر . واثبت كذلك ان الخضوب خضوبان ، يحتوي كلٌّ منهما على عناصر الايدروجين والنتروجين والاكسجين والمغنيزيوم ، ولكن ترتيب ذراتها في الخضوب الواحد يختلف عنهُ في الخضوب الآخر . وقد تتبع الخضوبين الى أصلهما الكيماوي ، فوجد انهُ مادة شبيهة بمادة الدم الحمراء المعروفة باسم هيموغلوبين . وكذلك توصّل هذا العالم ، في خلال بحثهِ عن استعمال النبات لضوء الشمس ، الى تبيُّن صلةٍ بين النبات والحيوان . فالهيموغلوبين في الدم ينقل الاكسجين في ثنايا الجسم الحي . أما الخضوب فيستخرج الاكسجين من ثاني اكسيد الكربون . فعمل الواحد يختلف عن عمل الآخر . ولكن أصلهما واحد . وكذلك تبيَّنا شاهداً على وحدة الطبيعة حيث لم يطلب العلم شاهداً من هذا القبيل

***

والمسألة الاساسية في كلّ هذا ، هي أن نفهم كيف يستطيع الصبغ الاخضر في اوراق النبات ، ان يجمع بين الماء وثاني اكسيد الكربون ، فيبني منهما مادة تنطوي على طاقة كامنة كالسكر — وهو التركيب الضوئي Photosynthesis . ومهما تكن الطريق فاننا نعلم نتيجة التركيب وعبارتها الكيماوية كما يلي : ثاني اكسيد الكربون + ماء + طاقة الشمس = سكر + اكسجين

كذلك يبني السكر في اوراق النبات ، ويعاد جانبٌ من اكسجين ثاني اكسيد الكربون والماء الى الهواء . أما السكر فيخزن في النبات ، ومنهُ تبنى المواد النشوية والادهان والمواد الزلالية . فهو غذاء الحياة الاساسي . وهو يحترق باتحاده بالاكسجين فتخرج منهُ المواد التي دخلت في تركيبهِ ، أي الماء وثاني اكسيد الكربون والطاقة

وكلُّ حيٍّ يستعمل السكر ، بحولهِ في جسمهِ بالاحتراق ، الى طاقة وماء وثاني اكسيد الكربون . ولكن ليس في الطبيعة على ما نعلم الا الخضوب ، يستطيع ان يفعل الفعل المقابل ، اي يستطيع ان يبني من هذه العناصر الثلاثة مادة السكر المنطوية على طاقة كامنة

وقد عني الاستاذ اوتو فربورغ — احد علماء المعمل البيولوجي في معهد القيصر فلهلم ببرلين — باستثناء بعض القطائر البحرية الخضر ، في ضوء ضعيف . فتولد في القطائر كريات قاتمة اللون كثيرة الخضوب يسهل عليها تركيب السكر . ثم ثبت له بالتجربة انهُ اذا زادت قوة الضوء نقصت مقدرة الخضوب على توليد السكر . اي ان توليد السكر ينقص بزيادة قوة الضوء . فكانت هذه الحقيقة اشبه ما يكون بالمفارقة . وظلت كذلك الى ان اخرج فربورغ نظريته التي يبيّن فيها ما يحدث داخل الخلية فجزيئات الخضوب — بحسب رأيهِ — تمتصُّ الضوء . ولكن هذا الامتصاص لا يتمُّ الا في جانب

يسير من الثانية . بل ثبت ان هذا الامتصاص في بعض التفاعلات لا يتعدى جزءاً من مليون جزء من الثانية. واذن فاستعمال تلك الطاقة — كائناً ما كان — يجب ان يتم في ذلك الجزء اليسير من الوقت. والمفروض انهُ يمكن استعمال الطاقة في هذا الجزء اليسير من الثانية ، اذا كانت حبة الخضوب متصلة حينئذ بثاني اكسيد الكربون بتوليد السكر عند بدء هذا الاتصال يكون كاملاً . فاذا زادت قوة الضوء اسرعت فعل التركيب . فيزداد بناء السكر . ولكن لا يلبث ان يسبح بناء السكر اسرع مما تستطيع الخلية ان تتصرف فيهِ . عندئذٍ يتصل السكرُ المحشود ، بين ثاني اكسيد الكربون وحبة الخضوب . على ان اتصال هذا الغاز بالخضوب لا ندحة عنهُ حتى يتم بناء السكر، لذلك يبطىء بناء السكر بعيد الزيادة في قوة الضوء

وقد عمد فريورغ في اخراج هذه النظرية الى نظرية « المقدار » فطبقها على فعل التركيب الضوئي . فالضوء بحسب هذه النظرية ليس تياراً متصلاً من الطاقة ، بل هو اشبه ما يكون بتيار من الماء منقذف من فتحة انبوب ، مؤلف من دقائق او قطيرات صغيرة متوالية . او هو اشبه بتيار من الرصاص المنقذف من فوهة مدفع رشاش . فالطاقة التي تلطم جزيء الخضوب ، تكون في مقادير صغيرة . فينشأ عن تصادم مقدار من الطاقة بجزيء من الخضوب ، ان يحل مقدار الطاقة محلَّ كهرب من كهارب الجزيء . فاذا عاد الكهرب الى مكانه ، بعد ان يزول فعل الاصطدام ، ينطلقُ مقدار الطاقة ثانية فيستعمله الخضوب ، في بناء السكر ، لان بناء السكر يقتضي ، كما بينا في العبارة الكيمائية ، وجود الماء وثاني اكسيد الكربون والطاقة اللازمة والخضوب ، والخضوب هو العامل الاساسي في التركيب الضوئي

ولكن مقادير الطاقة تختلف . فمقادير الضوء الازرق اقوى فعلاً من مقادير الضوء الاحمر . ومع ذلك يظهر ان الخضوب يفضل مقادير الضوء الاحمر على مقادير الضوء الازرق في صنع السكر. بل انهُ يستعمل مقادير الضوء الاحمر في الغالب لهذا الغرض

فكيف يعلل فريورغ هذا ؟ عمد الى احصائيات تجاربهِ ، فوجد ان فعل التركيب الضوئي يحتاج الى خمسة مقادير من الضوء الازرق لاستخراج الاكسجين من جزيء ثاني اكسيد الكربون. ولكنهُ يكتفي بأربعة مقادير من الضوء الاحمر لانجاز الفعل نفسهِ . وقد قام عالم المانيٌ آخر اسمهُ شمكه Schmucke بتجارب من هذا القبيل معتمداً اساليب غير اساليب فريورغ فوصل الى النتيجة نفسها . والظاهر ان الصبغ الاصفر في الخضوب — وحجمهُ في حبات الخضوب خُمس حجم الصبغ الاخضر — يمتصُّ الضوء الازرق بسهولة . ولكن مقادير الضوء الازرق التي يمتصها لا شأن لها في بناء السكر فهي طاقة ضائعة من هذا القبيل . وهذا يفسر لنا السرَّ الذي سبق ذكره . وهو ان مقادير الضوء الازرق وان كانت أنشط فعلاً من مقادير الضوء الاحمر ، اضعف اثراً في تركيب السكر في اوراق النبات

ولكن ما هي وحدة التركيب الضوئي ؟ اهي جزيء واحد من الخضوب او عدة جزيئات ؟

هذه المسألة موضوع بحث دقيق قام به عالمان اميركيان — احدهما روبرت امرسن في معهد كاليفورنيا التكنولوجي والثاني وليم ارنولد في جامعة هارفرد — فأثبتا ان نزع الاكسجين من جزيء واحد من ثاني اكسيد الكربون يقتضي وجود ٢٤٨٠ جزيئاً من الخضوب . وهذا لا يعني ان ٢٤٨٠ جزيئاً من الخضوب يجب ان تتألب حتى تنزع الاكسجين من جزيء واحد من ثاني اكسيد الكربون ، لان جزيء الخضوب كبير مؤلف من ١٤٦ ذرة وجزيء ثاني اكسيد الكربون صغير مؤلف من ثلاث ذرات فقط . ولكنه يعني ، انهُ كلما اتصل جزيء الخضوب بجزيء ثاني اكسيد الكربون لنزع اكسجينهِ منهُ ، كان ٢٤٧٩ جزيئاً من الخضوب قاعدة عن العمل

وقد تكون وحدة التركيب الضوئي جزيئاً كبيراً . فقد بين هارولد مستر احد علماء معمل جاك لوب ان الخضوب الحي في خلية النبات يختلف كل الاختلاف عن الخضوب الذي نستخرجه ونحلله بأساليبنا ووسائلنا الكيائية . فالبحث الطيفي في الخضوبين يدل على انهما مختلفان ، والخضوب خارج النبات لا يستطيع ان يبني السكر . ولكن التركيب الضوئي في النبات ، يمكن امراعه بوسائل صناعية . وقد استنبط امرسن وارنولد لذلك طريقة تمكنهما من حمل النبات على صنع خمس دقائق من السكر حيث كانت تصنع دقيقة واحدة من قبل

والظاهر ان التركيب الضوئي ، ليس فعلاً واحداً ، بل هو فعل دوري . ففي دوره الاول تتأثر جزيئات الخضوب بالضوء في جزء من الف جزء من الثانية . والدور الثاني دور التركيب الكيائي وهذا يمكن ان يتم في الظلام ويستغرق من الوقت اربعة آلاف ضعف ما يستغرقه الفعل الاول

الاشعة وموت الخمريا

بيد ان عالم الاشعاع لا يقتصر على ضروب الاشعة التي تراها العين . بل ان الاشعة التي تراها ضعيفة الطاقة اذا قوبلت بالاشعة التي تملأ رحاب الفضاء وتعجز العين المجردة عن تبينها مثل الاشعة الملتي فوق البنفسجي والاشعة السينية واشعة غما والاشعة الكونية . ثم ان الهواء حافل بدقائق صغيرة مكهربة تنطلق بسرعات عظيمة تقرب في بعض الاحيان من سرعة الضوء نفسها مثل دقائق الفا ودقائق بيتا (الكهارب) والايونات المختلفة

في هذه البيئة المضطربة ، من الانطلاق والاصطدام والتفتت والتألف ، نشأت الجبلة (Protoplasm) ونشرت نسيج الحياة فوق سطح الارض . فهل فعلت ذلك رغماً عن اصطدامها بضروب الاشعاع والدقائق المكهربة المختلفة ، او انها استمدت منها عوناً على بلوغ ما بلغت ؟ او ماذا يقع عند ما تصطدم احدى هذه الدقائق بخلية من الخلايا الحية ؟

مضى على العلماء ثلاثون سنة وهم يعلمون ان اشعة الراديوم واشعة اكس تفتك بالانسجة الحية .

ويرجع هذا الاكتشاف الى الاستاذ بكرل اذ لاحظ اتفاقاً انهُ بعدما وضع قليلاً من املاح الراديوم في انبوب بجيب صدرته ، اصيب جلدهُ تحت ذلك الجيب بقرحة . فكان هذا الاكتشاف الخطوة الاولى في استعمال الراديوم لاتلاف النسج المصابة بنوامٍ سرطانية . وقد مضت سنوات والعلماء المجربون يجمعون الحقائق التي يتعلمونها بالاختبار فثبت لهم مثلاً ان الخلايا الفتية اشدُّ تقبلاً لفعل الاشعة من الخلايا الهرمة ، اي ان الاشعة تعمل في اتلاف الخلايا الفتية منها في اتلاف الخلايا الهرمة . وثبت لهم كذلك ان النسج والاعضاء تختلف في مقاومتها لفعل الاشعة . واقلها مقاومة هي الدم والطحال ونخاع العظام والخلايا اللمفاوية أو الشبيهة باللمفاوية

على ان علماء البيولوجيا الطبيعية ، يصبون الى ما هو أدقُّ من ذلك . وقد توصلوا الى نتائج باهرة في هذه الناحية في معاهد اوربا واميركا ، نضرب مثلاً عليها بسلسلة من التجارب قام بها العالم ويكوف Wyckoff في معهد ركفلر الطبي . فقد تخيَّر ويكوف البكتيريا موضوعاً لمباحثهِ وجعل يطلق الدقائق الصغيرة على البكتيريا ، بسرعات مختلفة ثم يقيس ما يموت من البكتيريا وما يسلم

ففي التجربة الأولى التي جرَّبها مع الأستاذ رفرز استعملا تياراً من الكهارب منطلقة بسرعة ١٤٨٠٠٠ ميل في الثانية . ولما كان الكهرب ايوناً ، أي جزءاً مكهرباً من الذرَّة ، فهو شبيهٌ بالايونات الكثيرة المنطلقة ذهاباً وإياباً في الهواء . ثم نشر عدداً معروفاً من باشلس القولون في طبقة واحدة على لوح من مادة « الاغار » واطلق الكهارب عليها فلما انقضت ١٢ ثانية كان عدد الاحياء من باشلسات القولون ٣١١ باشلساً . وبعد انقضاء ٢٨ ثانية على الشروع في التجربة نقص عدد الباشلسات الحية الى ٢٦ باشلساً فقط ، ثم اجريت تجارب اخرى من هذا القبيل بانواع اخرى من البكتيريا فأفضت الى نتائج مماثلة

والمعروف انهُ اذا انطلق كهرب بهذه السرعة واصطدم بدقيقة من دقائق المادة ، قذف من الدقيقة ايونات كثيرة في مساحة يسيرة . فكأنَّ اصطدام الكهرب بالدقيقة يحدث فيها انفجاراً قويًّا . وقد أثبتت الامتحانات ان كهرباً منطلقاً بهذه السرعة يطلق من الدقيقة التي يصطدم بها ١٠٠٠٠ ايون في مساحة $\frac{1}{10000}$ من الملتر المكعب . فاذا اصابت الكهارب دقائق جسم البكتيريا احدثت فيها نوعاً من العاصفة باطلاق الايونات العديدة منها ، فيختلُّ توازن الجبلة الحيوي فتموت

وثمة طائفة اخرى من التجارب قام بها ويكوف وكان مدارها الاشعة السينية . فاداة الاصطدام في هذه التجارب ليست دقيقة مكهربة ، اوشحنة كهربائية تفعل فعل الدقيقة كالكهرب ، بل مقدار من الطاقة الشديدة النفوذ للمواد كمقادير الاشعة السينية . ولا يخفى ان طاقة اشعة اكس ، كطاقة امواج الضوء المرئي ، ليست في طبقة واحدة بل تختلف ، باختلاف طول امواجها . وكذلك اطلقت الاشعة السينية من خمسة ضروب مختلفة على باشلسات القولون فكانت النتيجة كما يلي :

مرت ملايين من « مقادير » Quanta الطاقة من خلال البكتيريا من دون ان تؤذيها . وامتصت

الخلايا ملايين اخرى من دون ان يحدث فيها الموت . فلما حدث الموت كان نتيجة لامتصاص مقدار واحد Quantum . وكان متوسط الكيبارب اللتاكة في الاشعة السينية العالية الطاقة ١ : ٤ اما في الاشعة السينية الضعيفة الطاقة (الضعف نسبي طبعاً) فكان المتوسط ١ : ٦٠ وقد جعل بقياس الموت في جميع هذه الخلايا وقوفها عن التكاثر بالانشطار

وقد تبين ويكوف من تجاربه هذه ان في الباشلس الواحد ، منطقة صغيرة شديدة التأثر بفعل الأشعة السينية ، حالة ان سائر جسمها ليس كذلك . فهي تقابل انساناً لا تقتله الرصاصة الا اذا أصابته في القلب . وقد حسب ويكوف حجم هذه المنطقة فاذا هو يقدره بنحو جزء من مائة جزء من حجم الباشلس . ولا يخفى ان باشلس القولون خلية واحدة اسطوانية الشكل طولها $\frac{1}{1000}$ من الملمتر وقطرها $\frac{1}{10000}$ من الملمتر . اقسم حجمها هذا على ١٠٠ تعرف حجم المنطقة الخاصة فيها التي تتأثر بفعل الاشعة السينية القتالة

أما في الطائفة الثالثة من هذه التجارب فقد استعملت الاشعة التي فوق البنفسجي . وهي أشعة لا ترى بالعين المجردة ، وانما تبينها بفعلها الكيماوي في الواح التصوير الشمسي . ثم هي أضعف طاقة من الاشعة السينية . ويمكن قسمتها الى مناطق تتدرج قوة او ضعفاً بحسب تدرج امواجها قصراً او طولاً . فهي أقصر امواجاً وأقوى فعلاً في ناحية الأشعة السينية من الطيف ، واطول امواجاً واضعف فعلاً في ناحية النور البنفسجي من الطيف . وقد استعمل ويكوف خمس طوائف مختلفة من هذه الاشعة فأطلقها على البكتيريا فوجد ان البكتيريوم الواحد يمتص مقداراً Quantum واحداً من ٤١٩٠٠٠٠ مقدار من طاقتها . فاذا حاولنا أن نفسر مقدرة الامتصاص على اساس الجزء الحساس في الباشلس الواحد كما فعلنا في التجربة السابقة كان الجزء الحساس للأشعة التي فوق البنفسجي ، لا يتعدى مساحة جزيء واحد من جزيئات البروتين . وهو استنتاج يرفض ويكوف ان يسلم به الآن لصغر حجم الجزيء من البروتين ، ويقول في تفسير ما حدث ان بعض الخلايا اشد تعرضاً بطبيعتها للتأثر بهذا الضرب من الاشعاع من الخلايا الأخرى

وكذلك نخرج من هذه التجارب بالنتائج التالية : ان مقداراً واحداً من طاقة الاشعة التي فوق البنفسجي يكفي لقتل خلية اذا كان في الخلية استعداد طبيعي لذلك . وان مقداراً واحداً من طاقة الاشعة السينية يكفي لقتل خلية اذا اصاب تلك المنطقة الصغيرة فيها حيث تنبض القة الحياة . ولكن هذا لا يعني ان المقادير الاخرى التي تمتصها الخلية من دون ان تموت بامتصاصها لا تفعل افعالاً بطيئة لا نعلم الآن شيئاً عنها (١)

(١) مما يتصل بهذا البحث اثر الاشعة السينية والاشعة الكونية في التطور والتحول النجاتي وكذلك الاشعة التي يقال انها تنطلق من الخلايا الحية وتعرف بالاشعة البيولوجية . ونحن لم نتعرض في مقالنا لهذين الموضوعين لاننا ذكرنا معظم ما يعرف عنهما في كتابنا « فتوحات العلم الحديث » صفحة ٢٧٢ وصفحة ٢٧٥