والطبيعية . ويكفى للدلالة على أهمية ما كشفه باستير أنه كان الأساس الذى بنى عليه بحث من أجل البحوث فى الكيمياء العضوية ، وهو ماقام به فى تحضير السكرات اميل فيشر الكيميائى الألمانى الشهير .

وقد خصصت أكاديمية العلوم جلسة كاملة يوم ١٨٥٣/١/٣ لبحوث باستير فى حامض الطرطريك وأملاحه وما تفرع عن ذلك . وعلى أثر إتمامه هذه البحوث عاد باستير إلى أربوا حاملا لوسام اللجيون دونير من طبقة فارس .

٤ — باستير يعين عميداً لكلية العلوم فى ليل Lille

بدء بحوثه فى التخمير (١٨٥٤ — ١٨٥٧)

نحن الآن فى سبتمبر سنة ١٨٥٤ وعمر باستير ٣٢ سنة . وقد عين أستاذاً فى كلية العلوم الجديدة فى ليل وعميداً لها . وليل مدينة فى الشمال الشرقى من فرنسا ، مشهورة بزراعة البنجر والحبوب وتقطير الخمور . وفى هذه المدينة بدأ بحوثه العظيمة فى التخمير .

ولقد رأى أن تساهم كلية العلوم فى ليل بنصيب فى إحياء

الصناعات التى تعتمد عليها هذه المدينة : فأجاب داعى رجال المال وأرباب النفوذ من ذوى الأعمال الذين جاءوه يقولون : -

« نريد تعاونا بين العلم والصناعة ، يزيدها نماء وازدهارا . فبقدر ما تؤدى إلينا فى هذه الناحية من خدمات ، يكون ما تدره المدينة عليك وعلى معاملك من رعاية وخيرات » .

استمع باستير لهذا النداء وأجاب داعى المدينة ، وعنى بموضوع التخمير .

جاءه ذات يوم رجل من أهل ليل ، ممن كانوا قد استمعوا إلى محاضرات له فى التخمير . وكان هذا الرجل واسمه بيجو ممن يشتغلون بتقطير الكحول من سكر البنجر المخمر ، وقال لباستير « النجدة ياسيدى ، فانى فى حرج من صناعتى ، فاختمار البنجر لا يتم على ما أريد ، وخسارتى من ذلك عظيمة . فهلا مددت إلىَّ يد المعونة وأنقذتنى » . ولم يخيب باستير رجاء الرجل ، وكان أباً لأحد تلاميذه فى كلية العلوم ، فذهب إلى مصنعه وأخذ عينات مما فى الأحواض التى لا تعطى نتائج طيبة ، وكذلك أخذ عينات مما فى الأحواض المليئة بالسائل المختمر السليم . واختبر هذه العينات جميعا فى معمله . وبدأ بعينات الأحواض السليمة ، فوضع قطرة منها تحت المجهر واختبرها فوجدها مليئة بكريات صغيرة صفراء فى جوفها جسيمات تتحرك كأنما هى ترقص . ودقق النظر فاذا بعض هذه الكريات

فرادى . وإذا بطائفة أخرى منها تتصل بعضها ببعض كالعنقود ، وإذا بطائفة ثالثة وحداتها متقاطرة . فأيقن أن هذه الخمائر حية ، وأنها هى التى تحول السكر إلى الكحول . ثم جاء دور العينات التى أخذها من الأحواض الفاسدة ، فاختبرها ولكن القطرات فى هذه الحالة لم يكن فيها شىء من الكريات التى رآها من قبل . أخـــذ يفكر فى الذى شاهده وفى معناه . ودقق النظر فى السائل الذى أخذ منه هذه القطرات ، فرأى فيه بقعا صغيرة غامقة اللون لاصقة بجدار القارورة ، وبقعا أخرى مثلها تطفو على سطح السائل . وهذه البقع لا توجد فى القوارير التى بها عينات السائل السليم حيث وجد الخمائر والكحول .

وكانت خطوته التالية أن أخذ شيئا من هذه البقع ، ووضعها فى ماء نقى ، ثم فحصه بالمجهر فلم يجد فى هذا السائل كريات الخمائر ، ولكنه وجد شيئاً جديداً ، وجد أحياء كثيرة متزاحمة كالعصى بعضها فرادى وبعضها متصل متقاطر . وهى جميعا أصغر كثيراً من الخمائر .

ذهب إلى مصنع بيجومرة أخرى وأخذ عينات من قاع أحواض مريضة لم يكن أخذ منها شيئاً من قبل . واختبرها فوجد أن جميع السوائل فى الأحواض المريضة تحتوى حامض اللبن وليس بها كحول . فخطر له عند ذلك خاطر ، وهو أن هذه العصى حية ،

وأنها هى التى تصنع حامض اللبن ، وأنها قد تكون اقتتلت مع الخمائر فقضت عليها فلم يظهر الكحول . كان هذا الخاطر ظنا ، ولكن باستير اطمأن إلى هذا الظن ، وخيل اليه أنه قد أصاب الحقيقة ، ووقف على تفسير ظاهرة التخمر التى أشكلت على الكثيرين من قبله .

فرسم خططا كثيرة لاختبار هذا الظن ، وما زال يعمل ويجد دون أن تثبط همته خيبة حتى وصل إلى كنه هذه الحقيقة .

ابتدع مرقا صافيا يكون غذاء طيبا لهذه العصى ، وصنعه بأن أخذ شيئاً من خميرة جافة فأغلاه بالماء ثم صفاه ، وأضاف إلى هذا المرق الرائق قليلا من كربونات الكلسيوم ، ليعادل ما فيه من حموضة ، ثم وضع فيه ما علق بابرة غمسها فى البقع الدكناء بالأحواض المريضة ، فحمل بذلك الى المرق بعض العصى الصغيرة التى مر ذكرها ، وترك المرق بما فيه فى محضن دافىء ، وأخذ يرقب ما يحدث . وبعد انتظار طويل مضاه فى قلق واضطراب ، رأى بعض فقاعات صغيرة غازية تصعد متقاطرة فى القارورة من البقع الداكنة ، وقد أخذ عدد هذه الفقاعات يتزايد شيئا فشيئاً . وفحص قطرة من السائل بمجهره فرآها مليئة بالعصى . وأعاد التجربة فأخذ قطرة من هذا السائل ولقح بها عينة جديدة من المرق الخالى من العصى فما لبث أن وجد المرق يعج بتلك العصى . وكان كلما وجد العصى وجد معها فى السائل حامض اللبن .

لقد وجد باستير السبب فى الصعوبة التى لاقاها بيجو فى مصنعه ، وكانت سببا فى تلف عمليته وفى كساد تجارته . ان هذه العصى الحية تقضى على الخمائر التى تصنع الكحول من السكر المتخمر ، فينتج بدلا منه حامض اللبن . وسر باستير بما كشف فأعلنه ، وكتب فيه مقالا بعث به إلى أكاديمية العلوم .

واستمر باستير فى هذه البحوث بدقته المعهودة ونشاطه المعروف فكان عونا لصناعة الخمور . وما وافت سنة ١٨٥٧ إلا وكان قد نشر رسالة صغيرة الحجم كبيرة الأثر ، أحدثت انقلابا خطيرا فى الآراء الخاصة بالتخمير وأسبابه ، والعوامل التى تساعد على حدوثه . وفيما يلى بيان عن هذه الآراء وعما وصل اليه باستير من بحوثه .

من المشاهدات المعروفة منذ الأجيال الغابرة أن عصير الفواكه والمحاليل السكرية ، إذا تركت زمنا فى الهواء العادى يتغير طعمها وتصير كحولية ، وقد يزيد التحول فيكتسب المحلول طعما حريفا حامضيا . كذلك الحال ، بوجه عام ، فى اللبن وفى كثير من المواد المألوفة . وكان الوصف الشامل لهذه الظواهر أن يقال إن المادة حدث لها تخمر (Fermentation) . وهذه الكلمة الانجليزية لها نظير فى اللاتينية ، فهى مشتقة من كلمة Fervère ومعناها يغلى إشارة إلى ما يحدث فى كثير من عمليات التخمر ، إذ يتصاعد منها غاز . والغاز الذى يتصاعد فى تخمر الفواكه والسكريات ، هو غاز ثانى

أكسيد الكربون المعروف .

كل هذا كان معروفا لا جدال فيه ، ولكن الذى لم يعرفه الناس ، حتى الذين سبقوا باستير من العلماء أو عاصروه ، هو سبب هذا التخمر والعوامل التى تساعد على حدوثه .

فقد لاحظ كانيار دلاتور Cagniard Latour العالم الفرنسى ، واشفان Schwann العالم الألمانى ، كل منهما على حدة وفى وقت واحد ، ان البيرة تحتوى جسيمات دقيقة مستديرة هى الخميرة ، وأن هذه تزداد بالتوالد والانقسام وفرض كل منهما — دون أن يقيم أى دليل عملى — ان هذه الجسيمات تعمل بحيويتها فى المادة النشوية أو السكرية فتخمرها ، ولكن لم يذهب أى منهما أبعد من ذلك .

ثم جاء لافوازييه الكيميائى الفرنسى الشهير ، الذى كشف الأكسجين ، فلاحظ أن التخمر الكحولى انحلال للمادة النشوية أو السكرية الى الكحول وثانى أكسيد الكربون ، ولكنه لم يعرض بشىء إلى الخميرة (١) وكيفية تأثيرها . وجاء دور

---

(١) خميرة البيرة فطر وحيد الخلية بيضى الشكل يتكاثر بالتبرعم .

وتخمر المواد النشوية الى الكحول يتم على خطوتين رئيسيتين ففى الأولى تتحول المادة النشوية الى مواد سكرية قابلة للذوبان فى الماء ، وفى الخطوة الثانية تتحول هذه المواد الى الكحول وثانى أكسيد الكربون وبعض أنتجة أخرى .

ليبج [١] العالم الألمانى وشيخ الكيميائيين ، وكان معاصرا لباستير فاتخذ له رأيا مخالفا لآراء هؤلاء . فهو لم ينكر وجود هذه الخمائر الدقيقة ، ولكنه نفى حيويتها ، كما نفى دخل هذه الحيوية فى إحداث التخمر . وكان رأيه أن الخمائر أجسام زلالية ميتة ، تنحل فيحدث انحلالها هزة عنيفة ، ينتقل تأثيرها إلى الوسط الموجودة فيه ، فتحدث فى المواد الأخرى الموجودة فى هذا الوسط انحلالا يظهر أثره فيما يصفه الناس بالتخمر .

أما باستير فقد أقام الدليل العملى على أن الخمائر كائنات حية ، وأنها تعمل عملها لأنها حية ، وأن لكل تخمير خمائر خاصة به ، فالخميرة التى تحول المواد السكرية الى الكحول وثانى أكسيد الكربون غير التى تحولها إلى الخل ، وهذه غير التى تحول اللبن إلى حامض اللبنيك Lactic Acid . وزاد على ذلك بأن برهن عمليا على خطأ ما ذهب إليه ليبج شيخ الكيميائيين وأميرهم ، من أن وجود

---

(١) هو جوستس فون ليبج (Justus von Liebig .) الكيميائي الالماني الشهير ومخترع المكثف البسيط المعروف باسمه ، والمستعمل فى كل معمل . وقد ولد ليبج سنة ١٨٠٣ ببلدة دارمشطاط بالمانيا ، ودرس فى باريس على جاى لوساك . ثم عين فى سنة ١٨٣٦ أستاذا للكيمياء فى جامعة جيسن بالمانيا ، فأدخل فيها تدريس الكيمياء العملية ، فصارت بجهوده أشهر مدرسة للكيمياء فى العالم اذ ذاك . ثم تركها فى سنة ١٨٥٢ ليشغل كرسى الأستاذية في ميونيخ ، وقد توفى بها سنة ١٨٧٤ . وله بحوث قيمة ، ولاسيما فى الكيمياء العضوية والزراعية فهو من واضعي أسسها الحالية .

الزلاليات أمر لابد منه لحدوث هذه التغيرات .

فلما تم له ذلك ، أصبح داعية للميكروبات ، يحرص على أن يعلم الناس قدرها وخطورتها . كيف لا وهذه الخلائق الصغيرة الدقيقة تستطيع أن تعمل مع حقارتها ما لا تستطيعه العالقة ، فملايين الجالونات من خمر فرنسا ، وملايين الجالونات من بيرة ألمانيا ، لا يصنعها فى الواقع عمال من البشر ، وإنما يصنعها عمال آخرون هم هذه الخلائق الدقيقة التى تعمل ليل نهار دون كلل أو ملل .

وأكبر الناس باستير ، وعمره دوماس وغيره من أساتذته السابقين بالمدح والثناء ، وكافأته أكاديمية العلوم اعترافا بفضله وعلمه ، إذ منحته فى ١٨٦٠/١/٣٠ جائزة الفسيولوجيا العملية .