٦ - باستير ينجى صناعات الخمور والحرير من الدمار

فيوفر بذلك لفرنسا ملايين الفرنكات

ذاع صيت باستير على أثر ذلك أكثر من قبل فانتخبته أكاديمية العلوم عضوا فيها وكان ذلك فى ١٨٦٢/١٢/٨ . وفى اليوم التالى ذهبت مدام باستير فوضعت اكليلا من الزهر والريحان على قبر العلامة بيو صديقه القديم. وقدم باستير للامبراطور نابليون الثالث فى مارس سنة ١٨٦٣ ، فكان مما قاله للامبراطور « أن كل أملى أن أكشف عن تلك الميكروبات التى تسبب الأمراض ». ويقال أن الامبراطور دعاه مع جماعة من الضيوف للنزهة والصيد فاعتذر وفضل أن يمضى الوقت فى بحوثه ، وكان قد حمل معه بعض الأجهزة والمواد ليشتغل بهـــا ، مع أن ضيافته فى القصر كانت لأسبوع واحد .

وكان من نتائج هذه الشهرة أن أصبح الفرنسيون يلجأون اليه فى كل صغيرة وكبيرة . ولقد حقق ثقتهم به واعتمادهم عليه ، فأراهم

فى نواح أخرى كيف يستطيع العلم أن يعاون الصناعة ، فينهض بها ويوفر المال .

أمراض الخمور والخل

وحدث فى ذلك الوقت أن أصيبت أنواع شتى من الخمور بأمراض مختلفة . من ذلك أن تعرضت صناعة النبيذ التى اشتهرت بها فرنسا إلى خسارة كبيرة قدرت سنويا ببضع ملايين من الفرنكات . وذلك من جراء حدوث حموضة أو عكارة فى النبيذ تغير طعمه ورائحته . فجاء أرباب الصناعة يستنجدون باستير . فبدأ بدرس هذه الأمراض فى بلده القديم أربوا ، واتخذ معمله فى مقهى عتيق عند مدخل البلدة ، واستعان بنجار القرية وسمكاريها على صنع ما أراد من أجهزة . ثم أخذ يسأل الخمارين أن يعطوه من كل خمر فاسدة مريضة ، فاختبرها ميكروسكوبيا ، فوجد فيها بجانب الخمائر أحياء دقيقة أخرى ، اختلفت باختلاف نوع المرض ، ثم ثبت لديه أن كل نوع من الفساد فى الخمر يسببه نوع خاص من البكتريا . وأصبح من الميسور له أن يشخص المرض بفحص ما فى الخمر من هذه الأحياء الدقيقة الدخيلة . وقد أجرى لنفسه فى ذلك امتحانا عمليا علنيا فنجح فيه ، إذ كان الاخصائيون من الذواقين المتدربين يؤمنون على ما يقول .

وأصبح حل الاشكال يتوقف على استنباط طريقة للتخلص من هذه الأحياء الدخيلة ، دون أن يتعرض الخمر لتلف جديد . فجرب باستير من المواد المطهرة ما استطاع دون أن يصل إلى نتيجة طيبة . فلم يبق أمامه إلا أن يجرب التسخين ، ولكنه تردد فى بادىء الأمر ، خشية أن يفسد طعم الخمر وتتغير خصائصه بهذه المعالجة . ثم زال تردده ، وجرب التسخين فاذا به أيسر طريقة للتخلص من هذه الأمراض . وتتلخص هذه الطريقة فى تسخين النبيذ تسخينا هينا مدة وجيزة إلى درجة حرارة أقل من درجة غليانه بكثير . وقد وجد أن الحموضة الموجودة فى النبيذ ، وتسخينه إلى حوالى درجة ٥٥°م يكفيان معا لاضعاف البكتريا الدخيلة ، فيقف عملها المتلف للنبيذ . ولكى يطمئن أرباب الصناعة الذين ترددوا فى قبول هذا الرأى ، أعطاهم عينتين من نبيذ واحد ، سخنت إحداهما بالكيفية السابقة ولم تسخن الأخرى ، فلم يجـــدوا بينهما فرقا فى الطعم أو الرائحة . ولقد أقرت رأيه لجنة من كبار أرباب هـــذه الصناعة والخبراء فيها . وهذه الطريقة التى خلص بها باستير النبيذ من المرض الذى كان يصيبه إذ ذاك هى أساس طريقة البسترة Pasteurisation المعروفة باسمه ، والتى تعالج بها الألبان والخمور وبعض المأكولات والمشروبات لنقيها شر التلف والفساد .

ولقد قال بعض الناس عند ذلك أن الطريقة التى وصل إليها

باستير ليست من ابتكاره ، فكثير من أرباب صناعة الخمور فى جنوب فرنسا يسخنون أنبذتهم . فلما سمع باستير بهذا ، لم يضع الوقت فى المهاترة ، بل ذهب إلى تلك المصانع لزيارتها ومعرفة مايتبع فيها ، فاتضح له أنهم يسخنون الأنبذة مدة طويلة لتعديل طعمها ، واسراع تعتيقها لا لتخليصها من الأمراض . فحمدالله إذ لم يعلم بأمر هذا التسخين ، وما يحدثه من تغيير فى الطعم والنكهة ، إذ لو كان علم به لما أقدم على تجربة التسخين ، ولما وصل إلى النتائج الطيبة التى وصل إليها ، وكان فيها إنقاذ هذه الصناعة (١) .

وحدث فى ذلك الوقت أن ترك باستير منصبه فى مدرسة المعلمين لتغيير فى نظامها ، فرشحته وزارة المعارف لوظيفة مفتش عام الدراسات العليا . وكادت اجراءات التعيين أن تتم عند ماتصل

---

(١) يخمر النبيذ بتخمير عصير العنب بواسطة خمائر خاصة توجد على جلد العنب وفى الهواء المحيط بكرمانه (أنظر مايلى فى الكتاب تحت رقم ٨) . ويحدث التخمر على خطوتين فيكون فى الأولى قويا ، وتتم فى مدة تتراوح بين أسبوع وثلاثة أسابيع ، ويكون فى الثانية بطيئا وتتم فى بضعة شهور . والتهوية ضرورية ونافعة فى بدء التخمر ولكنها مضرة فى نهاية الخطوة الأولى لاحتمال دخول فطريات التخمر الخلى (أنظر الهامش التالى) . ومتى تم التخمر يرشح الناتج ويعبأ فى البراميل ويترك شهورا أو سنوات ليتم نضجه أو تعتيقه فيتكون فيه أثناء ذلك مركبات عضوية (استرات Esters) تكسبه الطعم والنكهة الخاصة .

ويتعرض النبيذ لأمراض شتى فالحموضة تأتيه بفعل فطريات التخمر الخلى بسبب التهوية السريعة الزائدة والعكارة تأتيه من تخمر دخيل ، وفساد الطعم ومرارته يأتيانه بفعل فطريات أخرى دخيلة ، وهذا كله ما كشفه باستير ووصل إلى التخلص منه بطريقة البسترة .

بعـــلم باستير أن بلارد — وكان عندئذ أستاذا للكيمياء فى كلية العلوم — قد تقدم للوظيفة نفسها . فكتب باستير إلى وزير المعارف الخطاب التالى وفيه يتجلى النبل وتقدير التلميذ لأستاذه : —

« سيدى . لاريب فى أن سعادتكم تعلمون أنى بعد أن تخرجت فى مدرسة المعلمين عينت بفضل المسيو بلارد مساعدا لها ، وكان هو إذ ذاك أستاذا فى المدرسة . والتلميذ البار لا يستطيع أن ينافس أستاذا له يجله ويحترمه ، وعلى الأقل من أجل وظيفة ، يجب أن يكون للسن والخبرة الاعتبار الأول فى الاختيار لها » .

وكان سرور باستير عظيما عند ما استقر الرأى على تعيين بلارد . على أن باستير قام بجهود عنيفة وحملة صادقة أراد بها توجيه النظر إلى تحسين التعليم ، وأن يحث الحكومة والشعب على العناية بالمعامل والاكثار منها وعدم التقتير عليها ، ويطلب فى الوقت نفسه أن ينشأ له معمل يستطيع أن يجرى فيه البحوث والتجارب الخاصة بأمراض الحيوان والانسان . ووصل نداؤه إلى سمع الامبراطور ، فكللت جهوده بالنجاح ، ورخصت الحكومة فى النهاية باعتماد ٣٠٫٠٠٠ فرنك ، ورخصت الخاصة الامبراطورية بمثل ذلك لانشاء معمل له . وقد اختيرت قطعة أرض فى فناء مدرسة المعلمين ليقام عليها مبنى هذا المعمل الجديد .

وأتى بعد الخمر دور الخل . فجاء أهل المقاطعات الوسطى فى

فرنسا إلى باستير يستنجدونه لينجى صناعة الخل لديهم من البوار . فذهب اليهم ، وأجرى التجارب ، وعلمهم كيف يربون الميكروب النافع الذى يحول خمرهم إلى خل ، وكيف يعنون به حتى يحسن أخـــذ الأكسجين من الهواء فيؤكسد به الكحول إلى الخل الذى يريدون (١) .

دود القز وصناعة الحرير

لبث باستير بعد ذلك هادئا فترة من الزمن يعمل فى معمله بباريس ، إلى أن جاءه ذات يوم فى سنة ١٨٦٥ أستاذه القديم

---

(١) الخل محلول مخفف من حامض الخليك Acetic Acid فى الماء . وهو يحتوى بالاضافة إلى الحامض بعض المواد العضوية والمعدنية . ويتكون الخل أثناء تخمر بعض المشروبات الكحولية كالنبيذ . ويحـــدث التخمر بفعل كائنات حية دقيقة تسمى فطريات التخمر الخلى وأهمها النوع المعروف باسم Mycoderma Aceti . وقد توجد هذه الاحياء سابحة فى الهواء . فاذا عرضت السوائل الكحولية المخففة للهواء مدة طويلة ووصلت اليها هذه الفطريات تغير جوهر هذه السوائل فتصبح حريفة حامضية ذات طعم خاص . وذلك لأن هـــذه الفطريات تجد فيها بيئة صالحة لنموها وتكاثرها إذ تتغذى بما فيها من مواد معدنية وعضوية من بينها الكحول الذى يتأكسد إلى حامض الخليك فتصير هذه السوائل فى النهاية خلا .

ويصنع الخل بطريقتين أساسيتين تعرف إحداهما بالطريقة القديمة البطيئة وتعرف الثانية بالطريقة الحديثة السريعة . فى الطريقة الأولى يحضر الخل عادة من النبيذ الذى يحتوى على نحو ١٠ ٪ كحول ، وفى الطريقة الثانية يحضر الخل إما من الكحول النقى المخفف أو من المحاليل السكرية المتخمرة ويقتضى نجاح العملية فى كل من الطريقتين مراعاة درجة الحرارة المناسبة وتنظيم مرور تيار الهواء وعدم وصول خمائر أخرى وتكاثرها فى السائل الكحولى حتى لاتفسد العملية ويصاب الخل بالأمراض التى أشرنا اليها .

دوماس [1] وعيناه مغرورقتان بالدموع . جاءه مندوبا من الحكومة ليرجوه ويستحلفه أن ينقذ صناعة الحرير مما أصابها بسبب مرض دود القز وعجزه عن القيام بعمله ، وأن يساهم فى ارجاع الرخاء إلى المنطقة الموبوءة . وكان باستير يجل أستاذه ويحترمه ولا يريد أن يخيب له رجاء ، ولكنه فى الوقت نفسه لم يكن يعرف من أمر دود القز شيئا . فأراد لذلك أن يعتذر خشية الخيبة فى العمل ، ولكن المعلم القديم لم يقبل اعتذارا من تلميذه الذى وضعت البلاد فيه ثقتها . فصدع باستير للأمر ، وحزم أمتعته وأدواته ، وسافر هو ومساعدوه وعائلته . فلما وصل بدأ أولا أن يعلم شيئاً عن الدود ودورته فى صناعة الحرير . فكان مما علم أن دودة القز دودة تغزل حول نفسها ثوبا من الحرير هو الشرنقة ، تتحول الدودة داخلها إلى عذراء ، ثم إلى فراشة تخرج بعد حين من هذا

---

(١) هو جان باپتست اندريه دوماس Jean Baptiste André Dumas . ولد فى اليس (Alais) فى ١٤ يوليه سنة ١٨٠٤ حيث اشتغل صبيا لصيدلانى . ولما بلغ السادسة عشرة أرسل الى جنيف بسويسرا لدراسة الصيدلة . وقد عاون فى بعض بحوث طبية وأوربادينية .

ولما كان عمره أربعا وعشرين سنة عاد إلى باريس حيث عين معيدا للكيمياء فى مدرسة الصنائع العليا ، ثم تدرج إلى أن صار أستاذا للكيمياء فى السوربون . وله بحوث قيمة ، منها تقديره للتركيب الوزنى للماء والهواء ، واعادة تقدير الاوزان الذرية لمعظم العناصر التي كانت معروفة اذ ذاك . ومن هذه البحوث ما كان له أثر بالغ فى تغيير الآراء والاوضاع النظرية فى بعض نواحى الكيمياء . وتوفى فى ١٤/٤/١٨٨٤

الثوب الذى غزل حولها ، ثم تصعد شجر التوت فتأكل منه ، وتبيض البيض ، ومنه يأتى الجيل الجديد من الدود فى الربيع التالى . وعلم من أمر الندوة التى تصيب الدود أنها تتراءى على الدود فى صورة بقع صغيرة سوداء تظهر بظهور المرض ، ثم عرف بعد ذلك أنه تتكون داخل الدودة فى الوقت نفسه كريات صغيرة لاترى إلا بالمجهر .

فلما علم هذه الأمور جمع الزراع وأخبرهم أن ينتظروا حتى تضع انثى الدود بويضاتها ، ثم يفتحون الذكر والأنثى ، ويبحثون تحت جلدهما وبواسطة الميكروسكوب عن هذه الكريات الصغيرة فان هم وجدوها علموا أن البويضات مصابة ، وان لم يجدوها فالبويضات سليمة ، ونتاجها هو الصالح لاستخراج الحرير . ومازال بهم حتى علمهم كيف يقومون بهذا البحث الصغير . ولكن النتائج لم تكن مع ذلك مرضية ، وجاءه النقد المر من كل مكان فما وهن ، ولكن دأب على العمل ليعرف مصدر الخطأ فيصلح الأمور . وقد أصلحها بالفعل ، إذ قد وجد مع مساعده جرينيه (Grenez) أن هناك مصدرين للخطأ ، أولهما أن تلك الكريات لاتوجد تحت الجلد فقط ، وثانيهما أن الدود السليم إذا تغذى على ورق التوت الملوث من قبل بهذه الكريات يصاب هو الآخر بالمرض . فكانت الطريقة بعد ذلك أن يسحقوا الذكر والأنثى بعد أن تضع بويضاتها

ويبحثون فى المسحوق عن تلك الكريات ، فان لم يجدوها علموا أن البويضات سليمة فتركوها تفقس ، وغذوا الديدان الجديدة على ورق توت سليم ثبت أنه لم يلوث من قبل . وهكذا سلمت صناعة الحرير بفضل باستير بعد أن تكبدت فرنسا خسائر فادحة حتى لقد قدرت خسائر الياس Alais وحدها فى مدى خمسة عشر عاما بنحو ١٢٠ مليونا من الفرنكات ضاعت قبل أن يأتى باستير لنجدتها ونجدة غيرها من البلاد .

وبينما كان باستير منهمكا فى عمله هذا ، أتاه تلغراف يستدعيه إلى والده وكان فى شدة المرض ، فسافر من الياس إلى أربوا ، ولكنه لم يلحقه حيا ، فشيعه إلى مقره الأخير . ونعاه فى المساء إلى زوجته وأولاده بخطاب مؤثر تحس فيه حزنه العميق لفقد والده بعد والدته وبعد ابنته الكبرى ، وكانت قد توفيت فى أواخر سنة ١٨٥٩ من إصابة بالتيفويد . وتقرأ أيضا فى ذلك الخطاب الاعتراف الجميل بفضل والديه ، وماتجشماه من أجله هو من مصاعب وتضحيات ، ولاسيما فى السنوات الأولى من دراسته .

ولقد قضى باستير فى هـــذا العمل ست سنوات متتاليات (١٨٦٥ — ١٨٧٠) ، قضاها هو ومساعدوه فى تفكير مستمر وعمل مضنى .

وعارض أعماله أناس وأيدها آخرون . ومن الفريق الثانى عالم

إيطالى نشر بحثا يدعم فيه آراء باستير ، ويصوب طريقته فى علاج مرض دود القز . وحددت أكاديمية العلوم يوم ١٨٦٨/١٠/١٩ لمحاضرة يلقيها باستير ويضمنها ذلك البحث . ولكنه أصيب قبيل ذهابه إلى الأكاديمية بألم فى جنبه الأيسر ، ومع ذلك صمم على الذهاب ، وخشيت عليه مدام باستير ، فصحبته بعض الطريق ، وأخبرت بعض أصدقائه بالذى جرى . وألقى باستير خطابه دون أن يحدث له أثناء الجلسة شىء ، ثم عاد إلى المنزل بصحبة بعض إخوانه . وفى المساء عاوده الألم بشدة لم يقدر معها على النطق . وجاء الأطباء فقالوا ان الشلل يعاوده . واشتد المرض فوقفت حركة الجنب الأيسر ، ثم تحسن الحال قليلا ، ولكن جاءته بعد ذلك نكسة وكاد يقضى عليه . ومع ذلك فقد ظل الوقت كله محتفظا بقوته العقلية وبذكائه النادر .

وتوقع أولو الأمر أن باستير سوف لا يقدر على العمل ، ان قدرت له الحياة ، فأوقفوا بناء المعمل الجديد . فلما شفى باستير أو كاد ، وعلم بالأمر ، كتب فى ذلك إلى الأمبراطور ، فأمر الأمبراطور باستئناف العمل فى البناء . فلما تم انتقلت بحوث باستير إلى المعمل الجديد ، وظل العمل فيه قائما إلى أن تم فى سنة ١٨٨٨ تشييد المعهد الذى سيأتى ذكره فيما بعد .

ولم يكد باستير يقوى على الخروج ويسترد بعض صحته

حتى أراد السفر إلى الجنوب لانقاذ صناعة الحرير فى تلك الجهات . ولما أشفق عليه أعوانه وأصدقاؤه صاح فيهم يقول « ان من الاجرام القعود عن تخليص الدود من الوباء بينما الكثيرون من أربابه يطلبون القوت فلا يجدونه » .

وعرفت فرنسا لبحاثتها هذا الفضل العظيم فأكبرته ، وجاء دوماس الشيخ إلى تلميذه السابق يثنى عليه ويمتدح قدرته . ولم يبق فى البلاد من ينكر فضله إلا نفر قليل ممن كانوا لايزالون على حقدهم ، وحبهم للحط من كرامة الغير والانتقاص من قدر أعمالهم .

ولكن هذا لم يثن من عزم باستير أو يثبط همته ، فسافر إلى إيطاليا والنمسا وألمانيا لتطبيق طريقته ، ولمعونة من سألوه المعونة فى تلك البلاد .

٧ ـ الحرب السبعينية وتأثيرها فى باستير

اعتزازه بقوميته — وبحوثه فى البيرة

عاد باستير إلى فرنسا مساء إعلان الحرب بينها وبين الألمان ، أى فى ١٩ يوليه سنة ١٨٧٠ . وقد عرفنا كيف كان يحب وطنه ، ويعمل مافى استطاعته لإعلان شأنه وتثبيت مجده . لذلك كان حزنه شديداً عند ماعلم بهزيمة بلاده ، وأثر فيه ذلك تأثيراً سيئا