آراء جديدة فى خزن الحبوب ☆

بقلم ث . ا . أوكملى

بمصلحة البحوث العلمية والصناعية ببريطانيا

لما بدأت زراعة الغلال فى البلاد ذات الجو الجاف كانت سهولة خزنها من بين العوامل الهامة التى يسرت زراعتها ، أما انتشار زراعة الغلال تدريجا فى البلاد التى يكون جوها رطبا وقت الحصاد أو حاراً أثناء فترة الخزن ، فقد كان يعتمد على استنباط أساليب فنية جديدة لخزن الغلال ، وكان العلاج فى الأجواء المحيطية الباردة أن يجرى الحزم والتكويم فالنشر ، ويؤجل الدراس إلى حين الحاجة إلى الحبوب ، أما فى الأجواء الحارة ، فإن الأساليب تختلف فى بلد عنه فى الآخر اختلافا كبيرا ، ولكن ثمة طريقة ذائعة هى خزن الحبوب فى حفر بباطن الأرض تحفر بطرق تقليدية كثيرة وتبطن جوانبها بمواد مختلفة .

وقد ساعدت هذه الطرق وغيرها على نشر الحضارة فى أكثر أرجاء الكرة الأرضية ، ولا نستبعد أن تكون قد حدثت خسائر فادحة فى الفصول غير المناسبة ، ولكن الزراع تقبلوها كشىء لا يمكن دفعه ، ومع أن الكثيرين حاولوا إجراء إصلاحات وتحسينات محلية إلا أن طرق الخزن بقيت على حالها لم تتغير إلى اليوم ، فلما دخل العلم ميدان الزراعة لم يكن خزن الحبوب من أهدافه الأولى ، ولكن الانقلاب الذى حدث فى إنتاج الغلال بسبب استخدام الآلات وخاصة آلة الحصاد الجامعة « Le Combine Harvester » اقتضى إعادة بحث المشكلة بحثا علميا ، وقد اخترعت آلة الحصاد الجامعة الآنفة الذكر لاستخدامها فى بلاد الجو الجاف أيام الحصاد ، ولكن اقتصادها فى المجهود وسرعتها فى انجاز الحصاد أكسباها رواجا

(☆) تعريب الأستاذ أمين محمد سلام ، نقلا عن النشرة الزراعية البريطانية ، المجلد الأول ، العدد الأول.
The British Agricultural Bulletin Vol. 1. No 1. - Spring 1948

وإقبالا حتى فى بريطانيا وأمثالها من البلدان التى لا ترى صلاحية الحبوب للخزن ، وقد نشأت فى بريطانيا خلال الحرب دعوة قوية إلى دراسة خزن الحبوب دراسة علمية ، وكان الدافع إلى ذلك الحاجة الماسة إلى خزن كميات هائلة من الحبوب مدة طويلة جداً بأقل خسارة ممكنة . وتتناول البحوث العلمية الحديثة للخزن النواحى الأساسية للموضوع كصفات الحبوب وخواصها البيولوجية وخواص آفاتها ، وهى نواح لاتختلف فى بلد عنها فى الآخر . وسنحاول فى هذه المقالة أن نستعرض بعض هذه الأسس وطرق تطبيقها عمليا حتى يستطيع الباحثون فى البلاد الأخرى أن يراجعوا الطرق التى يتبعونها ويبحثوها على ضوء العلم الحديث .

وقد قدرت مؤسسة الأغذية والزراعة ما يفقده العالم سنويا من القمح بنحو ٢٦ مليون طن مترى ، وهو يوازى ٦,٦ ٪ من مجموع محصول الحبوب فى ٤٨ دولة من أعضائها . وترجع هذه الخسارة إلى العوامل الآتية :

١ — الحشرات : ليست من أسباب الخسارة الهامة فى الحبوب المخزنة فى بريطانيا ، ولكنها تسبب نصف الخسارة التى تصيب الحبوب المخزنة فى بقية أنحاء العالم ، ولكى نكافح ذلك ينبغى أن نهتم اهتماما عظيما بالبحوث الحديثة لحياة الحشرات فى مقادير الحبوب الكبيرة المخزنة ، وليس ضرر الحشرات مقتصراً على ما تتغذى به ، بل إنها تتلف مقداراً عظيما بالمضغ والنخر ، فضلا عما تسببه من سخونة للحبوب .

٢ — القوارض : وتستطيع القوارض أن تتلف مقداراً عظيما من الحبوب بالأكل والإتلاف والبعثرة إذا كانت هذه الحبوب مخزنة فى غرائر ، أما اتخاذ إجراءات وقائية ضد القوارض فى مخازن الحبوب فإجراء يسير لايتطلب شيئا من البحث العلمى بل يكفيه بعض التفكير السليم ، والطريقة الثانية ، وهى طريقة القضاء على القوارض نفسها ، لاتزال محل البحث العلمى .

٣ — الفطر وغيره من الجراثيم : وخطر الجراثيم فى إتلاف الحبوب المخزنة يقدر تقديراً يقل عن الحقيقة . فحين تتغير حالة الحبوب المخزنة أو يتغير لونها أو تصبح ذات رائحة شاذة أو تتعفن فعلا ، فإن الجانب الأكبر من الخسارة تسببه الجراثيم ، وثمة اكتشاف مثير للاهتمام ، وهو أن الفطريات موجودة داخل قشور القمح والذرة

والشوفان ، وقد توجد فى حبوب أخرى أيضا ، ولكن العلم إلى الآن لم يثبت خطورة هذه الفطريات ، ومع ذلك فإن من المستطاع مقاومتها وغيرها من الجراثيم باستخدام مبيدات الفطر الغازية أو الصلبة كوسيلة لخزن الحبوب دون تجفيف .

٤ — عمليات حيوية فى الحبوب نفسها: الحبوب مادة حية، والحياة تتضمن تحولا كيميائيا مستمراً ، ولهذا فإن الحبوب ، حتى وإن لم توجد بها حشرات أو جراثيم ، تتحول باستمرار من حال إلى حال أسوأ فى أغلب الأحيان ، ولكن إذا جففت تجفيفا معقولا كان هذا التحول بطيئا لا ضرر منه ، وأهم التحولات الكيميائية هى تأكسد المواد الدهنية وتحللها مائيا « hydrolysis » ، وهذا مما يزيد فى حموضتها ، وتغيرات طفيفة فى الزلال تسبب فى القمح تحسنا أول الأمر .

وأهم من ذلك فقدان القابلية للحياة ، وهذا شىء خطير إذا كانت الحبوب للتقاوى أو الخميرة « malting » وكل ما من شأنه أن يزيد من سرعة التنفس ، مثل ارتفاع درجة الحرارة أو كمية الماء ، كفيل بتعجيل التحولات الكيميائية المذكورة ، وربما كان للجراثيم دخل فى ذلك أيضا ، ولكن لم يعرف بعد مدى خطرها فى هذا الصدد ، كما لم يعرف بعد : هل الحبوب السليمة من العدوى — إذا وجدت — تحتفظ بقابليتها للحياة — فى حالة خزنها — أكثر من الحبوب العادية أم لا ؟

تجفيف الحبوب للخزن: إن أكثر العوامل التى تعد من الاسباب الخطيرة لتلف الحبوب المخزنة فى الاجواء الرطبة لا أهمية له فى الاجواء الجافة حيث تحصد الحبوب كذلك جافة ، ويستطاع حفظها على ما هى عليه من الجفاف ، ولذلك يعتبر التجفيف هو العلاج العالمى الناجع ضد أخطار خزن الحبوب .

والتجفيف هو أفضل علاج معروف الآن ، ولكن له شروطا ، وأولها أن الحبوب المجففة يجب أن تبقى جافة ، وهذا يتطلب مبانى جديدة أو صوامع لا يدخلها الهواء . وثانيها أن الاجواء الحارة تستلزم قدراً من التجفيف الذى يضمن سلامة نسبية أعظم بكثير جدا مما تستلزمه الأجواء الباردة . وإذا جففت الحبوب تجفيفا كافيا بحيث يكون توازن الرطوبة النسبية « equilibrium - relative humidiy » تحت ٦٥ ٪ أو بمعنى آخر تكون نسبة الماء ١٣ ٪ « فى القمح والذرة » فإن ذلك

لحسن الحظ يقضى على الفطر وغيره من الجراثيم قضاء يكاد يكون مبرما . ولكن الحشرات — وإن كان التجفيف يحد من غوائلها — قد تنمو بسرعة وتصبح آفات خطيرة فى الحبوب الجافة جداً إذا كان الجو شديد الحرارة . مثال ذلك أن الخنفساء المسماة تروجودرما جرانيريا (Trogoderma Granaria) من أخطر آفات الحبوب المخزنة فى صعيد مصر حيث تكون الحبوب شديدة الجفاف والجو شديد الحرارة أيضا . وهذه الحشرة نفسها تصيب « المولت » فى بريطانيا وغيرها من البلدان المعتدلة بأذى بالغ إذا وضع فى المخزن وهو دافىء بعد التجفيف مباشرة حتى إذا كانت نسبة الماء فيه لاتعدو ٤ ٪ .

وثالث شروط التجفيف مصدره من ناحية الاقتصاد فإن التجفيف يسبب انخفاض وزن الحبوب ، ومن ثم تنحط قيمة المحصول مالم يعوض ذلك ارتفاع الاسعار . ولو وجدت وسيلة لتذليل هذ العقبة الاقتصادية لكان فى ذلك خير نفع للعالم بأسره .

ويستطاع إجراء التجفيف الفعلى على طريقين : فإما أن تجفف الحبوب تجفيفا سريعا « أى بين ٢٠ و ٣٠ دقيقة تقريبا » ثم تخزن ، وإما أن تجفف كلها تجفيفا بطيئا « فيما بين ٧ أيام و ٢٠ يوما أو أكثر » .

وللتجفيف السريع مجففات تجارية عديدة فى متناول الجميع وفى كل منها تستخدم الحرارة مع تيار هواء مندفع . وقد يؤدى الاهمال أو سوء الاستعمال إلى إتلاف قمح الطحن أو حبوب التقاوى برفع درجة الحرارة إلى أعلى مما ينبغى . غير أنه فى الإمكان تفادى الخطر إذا كان بالمجفف ضابط حرارى (Thermostatic control) وإذا لم تكن الحبوب لدقيق الخبز أو للتقاوى أو لصناعة المولت فلا مانع من تجفيفها فى درجة حرارة عالية نسبيا « قد تبلغ ٨٢ و ٩٣ درجة مئوية » دون التأثير على الصفات الغذائية ، وربما تؤثر تأثيراً سيئا على كمية محصول الزيت فى الحبوب الزيتية . ومن مزايا الحرارة العالية أنها تقتل الحشرات التى تتسرب إلى الحبوب وهى فى الحقل . ولهذا يستطاع الاستفادة من آلة التجفيف هذه فى البلدان التى يخشى فيها من الإصابة بفراشة أنجوموا ز للحبوب (Sitrotoga cerealella) أو سوسة الأرز (sitophilus « caandra » aryzae) .

وتجفيف الحبوب كلها مرة واحدة تجفيفا إجماليا بطيئا هو أسلوب جديد مازال فى طور التكوين فى بريطانيا اليوم . ومن مزاياه أن معدات الخزن المطلوبة فى جميع المزارع عادة هى جزء هام من جهاز التجفيف . ويمكن استخدام أى صومعة من صوامع الخزن لعملية التجفيف بنجاح لا بأس به وإن كان الأفضل أن تصمم صوامع خاصة لهذا الغرض . ويستخدم مجرى للهواء — كما فى المجففات العادية — لنقل الحرارة إلى الحبوب وحمل بخار الماء إلى الخارج . فيدفع الهواء المسخن إلى درجة حرارة الجو « أى أعلى بنحو يتراوح بين ٢٫٥ و ١٤ درجة مئوية » إلى داخل الصومعة خلال قاع مثقب . وترتفع درجة حرارة الحبوب تدريجيا حتى أن الهواء الخارج يحمل معه كمية من البخار تزيد على الكمية التى يحملها معه وهو داخل .

وتجف الحبوب فى قاع المخزن أولا ثم يجف ما لدى القمة ، وهذا أحد عيوب العملية ، فإن من اركانها إمرار هواء رطب ساخن خلال الطبقات التى لم تجفف بعد . ولهذا فإنه سرعان ما تتلف الحبوب التى تتعرض لهذه المعاملة . ومن اجل ذلك وجب أن يكون التحكم فى معدل مرور الهواء وعمق الحبوب بحيث يكفل جفاف الطبقات العليا قبل وقوع الضرر . أو بمعنى آخر ، أن يكون معدل مرور الهواء مناسبا لعمق الحبوب تقريبا . ولكن لما كان الضغط اللازم لدفع كمية معينة من الهواء خلال الحبوب متناسبا مع عمق الحبوب أيضا فإن استهلاك القوة المحركة يكون متناسبا كذلك مع مربع العمق . وهذا مايسهل التحكم فى طول مجرى الهواء خلال الحبوب تحكما دقيقا . وإذا كانت الصومعة أعمق من ذلك ففى الإمكان استعمالها بشرط أن يدخل الهواء من مجار على ارتفاعين مختلفين أو أكثر تكون قرب القاع ، ويخرج من منافذ قرب الوسط .

ويتوقف أقصى طول المجرى الهوائى — من الوجهة الاقتصادية — على النفقات النسبية للاتساع والارتفاع فى بناء الصومعة ، وعلى نفقات القوة المحركة وآلات دفع الهواء . وعادة يكون المجرى أقصر فى الأجواء الحارة والأجواء الرطبة منه فى الاجواء الباردة والجافة . فالطول المناسب لمجرى الهواء فى بريطانيا هو عشرة أقدام ، ولكن يفضل أن يقصر إذا كانت الصوامع قصيرة . أما معدل تيار الهواء فيكون

نحو قدم فى كل دقيقة لكل قدم من العمق ، وهذا يتطلب ضغطا قدره ٤ ، ٠ من البوصة ماء وإذا كانت آلة دفع الهواء تدار بواسطة آلة حرارية ، من آلات الاحتراق الداخلى أو البخار ، كان من المستطاع استخدام دخان العادم (Waste heat) لتسخين تيار الهواء أو جزء منه .

تهوية الصومعة : يحدث فى بعض الأجواء أن تكون درجة حرارة الهواء منخفضة فى أثناء فترة الخزن الشتوية ولا ترتفع الرطوبة عنها فى أيام الحصاد . فلكى تحفظ الحبوب فى حالة جيدة مدة طويلة فى مثل هذه الظروف يمرر خلالها هواء لم تطرأ عليه أية معاملة . وهذه الطريقة من شأنها — إذا صحبها درجة حرارة منخفضة — أن تحفظ الحبوب فى حالة جيدة طوال الشتاء إلى مطلع الصيف ، وإن كانت درجة التجفيف الناتجة عنها قد تكون صغيرة جدا . وتستحق هذه العملية التى تسمى « تهوية الصوامع » دراسة وافية فى البلدان ذات الجو الموائى .

أما أى العنصرين أولى بالاهتمام : التهوية أم التبريد ، عند إقامة صومعة لهذا الغرض فأمر تقرره الأحوال الجوية . ففى بريطانيا لا تؤدى هذه الطريقة إلا لتجفيف طفيف ، وليس لها من فائدة هناك غير أنها تضمن تنظيم درجة الحرارة . كما أنها لا تعتبر مناسبة لشعير التخمير Malting او حبوب الطحن فى بريطانيا وان كانت مناسبة لكثير من أغذية الحيوان ، وكانت طريقة التهوية بالصوامع قد بدأت تنتشر فى ألمانيا قبيل الحرب وإن كان يشك فى أنها قد وضعت موضع اختبار على مستوى وكان الرأى السائد اذ ذاك أن تجرى التهوية ليلا حين يكون الهواء باردا .

التجفيف المتقطع : هو طور جديد فى أساليب تجفيف الحبوب يتطلب اختبارا وتمحيصا وخاصة حين تكون نفقات القوة المحركة أو الوقود تستدعى اعتبارا خاصاً . ويعتمد هذا الأسلوب على أن معدل الجفاف قد يكون سريعا فى البداية حين يشمل التجفيف القشرة الخارجية فقط ، ولكنه سرعان ما يهبط بعد ذلك إلى أن تحد منه حركة الماء الداخلى ، فإذا وقف التجفيف عندئذ تسرب الماء ببطء من داخل الحبوب إلى القشر الخارجى وحينئذ يستأنف التجفيف بالمعدل العالى الأصلى حتى يجف القشر الخارجى مرة ثانية ، وبهذه الطريقة يمكن توفير بعض القوة المحركة بالتجفيف

على فترات قصيرة ، من ٣ دقائق إلى ٥ مثلا ، تتخللهـــا فترات « راحة » تتفاوت بين ساعة وثلاث ساعات . وقد يطبق هذا المبدأ فى طريقة التجفيف السريع أو طريقة التجفيف الإجمالى البطىء أو فى طريقـة وسط بين هاتين كطريقة إدهولم (Edholm) السويدية .

فصل الحبـوب المبتلة : وينبغى ألا يغيب عن البال أن في الإمكان فصل الحبوب المبتلة عن الحبوب الجافة فصل تلقائيا بواسطة لوحة فاصلة تتحرك أوتوماتيكيا طبقا لإشارة مقياس رطوبة كهربائى ، لم يشرع بعد فى إنتاج هذه الآلات إنتاجا تجاريا ولكن الفكرة يستطاع تنفيذها عمليا ، وقد برهنت على ذلك عمليا فى المعمل . وتستخدم هذه الطريقة فى المستقبل كلما كانت الحبوب التي تصل إلى المخزن تتفاوت نسبة المـاء فيها فتنعزل الحبوب التى تتعدى رطوبتها حدا معينا وينخفض متوسط الماء فى البـاقي ولا تحتاج إلى التجفيف إلا كمية صغيرة من القمح الرطب رطوبة ملحوظة ، وبهذا يتحقق الغرض كله . وتتوقف حياة الحبوب فى المخزن على حياة الجانب الأكثر رطوبة فيها ، ولذلك فإن الحبوب التى تبقى بعد فصل الجانب الرطب منها تبقى فى حالة جيـدة مدة أطول بكثير جدا مما كان ينتظر من معدل نسبة المـاء فيها .

الحرارة الجوية وخزن الحبوب : لما كانت الأجواء الحارة تزيد من معدل تلف الحبوب فإنه لا يمكن تحديد نسبة الماء السليمة العاقبة إلا إذا أمكن معرفـة درجة الحرارة السائدة . ففى معظم مناطق الهند نرى أن أعـــلى نسبة مائية مأمونة العاقبـة هى ٩ ٪ أو ١٠ ٪ أما فى الأجواء الباردة فإن نسبة قدرها ١٦ ٪ تكفي على الأقل للخزن طوال الشتاء حتى مطلع الصيف .

وليست درجـة الحرارة الجوية هى العامل الوحيد الجدير بالاعتبـار ، فقد أثبتت البحوث الحديثة أن الحرارة تتغلغل خلال الحبوب ببطء شديد جدا . وقد استطـاع الباحثون أن يحسبوا مدى توغل تغيرات الحرارة اليومية خلال الحبوب ، فإذا بهـا لا تتوغل أكثر من ست بوصات تقريبـا ، بينما دورة الحرارة السنوية من الصيف إلى الشتاء لا أثر لها على عمق عشرة أقدام ، هذا إلى أنها تتأخر نحو ثلاثة أشهر وعلى

ذلك فإن الحبوب إذا خزنت خزنا إجماليا لا تتغير درجة حرارتها تغيرا ملحوظا خلال شهور بل أعوام أيضا ، إلا إذا كانت الأحوال مناسبة للسخونة الناشئة من تلقاء ذاتها. ولهذا ينبغى أن تكون الحبوب فى أبرد درجة حرارة ممكنة حين وضعها في المخزن .

وتسبب تقلبات الحرارة الجوية تفاوتا بين باطن الحبوب جملة وبين ظاهرها ، وخاصة إذا كانت الحبوب ملاصقة لمواد جيدة التوصيل للحرارة كالكمرات والحوائط المعدنية . فإن كان التفاوت عظيما فقد يتسبب عنه انتقال الماء ، أى أن الماء الذى تحتوى عليه الحبوب يتحرك تدريجيا من الأجزاء الساخنة إلى الأجزاء الباردة فى جملة الحبوب. وانتقال الماء هذا له خطره وخاصة إذا كانت الحبوب أدفأ من الجو الخارجى ، إذ أنه يؤدى إلى تبليل الطبقات الخارجية تبليلا سريعا قد يترتب عليه ضرر بالغ لهذه الطبقات. ويحدث هذا التكثيف على الأخص على جدران الصوامع المعدنية . وقد يتسرب الماء ثانيا إلى الحبوب ويسبب تعفنا . ويتبين من شرح عملية انتقال الماء أن الماء المقصود هو الماء الموجود عادة فى الحبوب لا الذى ينشأ عن عيب فى طريقة منع تسرب المياه الخارجية إلى المبنى . وفى المستطاع تجنب حدوث انتقال المـــاء إذا حفظت الحبوب فى درجة حرارة أبرد من درجة الحرارة الخـارجية ، وذلك لوقاية حوائط الصوامع من الخارج بمواد عازلة للحرارة كالتبن أو القلين أو الخشب إذا كان ذلك فى الامكان. ولمنع التكثيف عند قمة الصومعة تصنع نوافذ صغيرة فى الصوامع أو فى الحوائط فوق مستوى الحبوب .

وأكثر الآفات الحشرية التى تصيب الحبوب من أصل استوائى أو شبه استوائى. فأنسب درجة حرارة لها هى ما بين ٢٨ ، ٣٥ مئوية والدرجة القصوى التى لا سبيل للآفات أن تعيش أو تتكاثر فيما هو أعلى منها هى عادة ما بين ٣٣ ، ٤٠ مئوية ، ولهذا ينبغى أن تحفظ الحبوب فى درجة حرارة منخفضة قدر المستطاع عن أنسب درجة . وقد يكون هذا اجراء عسيرا فى الأجواء الحارة ، ولهذا اقترح البعض أن تخزن الحبوب فى درجة أعلى من الدرجة القصوى . وهو اقتراح غير عملى وإذا طبق فربما أدى إلى عواقب أخرى وخيمة .

وقد قيل أيضا إن استعمال صوامع لا ينفذ إليها الهواء هو أفضل وسيلة للتغلب على جميع صعوبات خزن الحبوب . وهذا اقتراح وجيه ، ولكن يجدر بنا أن نبحث

عيوبه لكى نرد على المتحمسين له . ذلك أن الصوامع المانعة للهواء لا تسمح بخزن الحبوب الرطبة وإلا ترتبت « حالة التسمح المريض » كما أثبتت البحوث الحديثة . ثم إن الصوامع المانعة للهواء لا تقلل من المتاعب الناشئة عن التفاوت العظيم فى درجة الحرارة أو عن التكثيف السطحى فى الأجواء التى تتغير فيها درجة الحرارة بسرعة . بيد أن مزايا الصوامع المانعة هى كما يأتى :

(١) أنها تمنع دخول الحشرات أو القوارض وتقتل أى حشرات أو قوارض قد تكون الحبوب محتوية عليها قبل الخزن .

(٢) أنها تمنع امتصاص الرطوبة من الهواء الجوى أثناء مدة الخزن .

(٣) أنها قد تقلل من معدل الحموضة الدهنية .

وتستحق هـذه الطريقة اختبارا دقيقا وتمحيصا وافيا فى البلاد الحارة بشرط أن تحصد الحبوب جافة أو تكون الأحوال مواتية للتجفيف. وتستخدم فى هذه المناطق حفر فى الأرض تخزن فيها الحبوب وتعتبر تلك الحفر فى الواقع مانعة للهواء إلى حد كبير ، ونجاحها برهان على جدارة المخازن المانعة للهواء . فإذا قام الباحثون المحليون بدراسة التكوين الغازى فيما بين حبيبات التربة فى تلك الحفر فإن ذلك قد يثير أمامنا السبيل .