عنوان الكتاب : الكيميـــــاء

ومسائل الحياة اليومية

المؤلـــــف : حسن عبد السلام

سنة النشـــر : ١٩٤٠

رقم العهـــدة : د ١٠١٢٣

الـــ ACC : ٢٣٦٩٢

عدد الصفحات : ٢٧٥

رقم الفيلـــــم : ٢٠

AC/CX79C.

وزارة المعارف العمومية

٤٦/١

الكيمياء

ومسائل الحياة اليومية

في المنزل ، في الصناعة ، في الطب ، في الزراعة

وفي كثير من مسائل الحياة العملية

S ٣٧٢/١٠١٢

تأليف

حسن عبد السلام

الحائز على درجة الشرف من الطبقة الأولى في الكيمياء من انجلترا

ومفتش الكيمياء بوزارة المعارف

حقوق الطبع محفوظة للوزارة

القاهرة

مطبعة التأليف والترجمة والنشر

١٣٥٩ هـ — ١٩٤٠ م

المقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين . والصلاة على سيدنا محمد خاتم الأنبياء والمرسلين .

وبعد ، فهذه بعض موضوعات فى الكيمياء ، وتطبيقاتها فى الحياة العملية ، وقد راعيت فى اختيارها أن تكون ذات صلة وثيقة بما يقابله الإنسان فى حياته اليومية ، حتى يستطيع أن يفهم الظواهر الكيميائية التى تحيط به ، ويلم ببعض التطبيقات العملية التى قد يحتاج إليها فى شئونه .

وتوخيت فى كتابة هذه الموضوعات نوعا من التلخيص والايجاز ، وحذفت جزءاً طويلاً من الشرح النظرى الذى يفسر التطبيقات المذكورة ، لأتمكن من جمع كثير من المعلومات النافعة فى هـذا الحجم الصغير ؛ وليتمكن القارئ من الوصول إلى الغرض المطلوب منها فى أقصر وقت ، وبأسهل طريقة ممكنة ، فلا يفوته شىء من العمليات الهامة التى قد يحتاج إليها فى حياته .

وإنى أنشد بتقديم هذا الكتاب إلى الجمهور أن يجد فيه الشباب المثقف ، وعلى الأخص طلبة المدارس الثانوية والعليا ، ما يدفعهم إلى مواصلة ما تعلموه من مبادئ الكيمياء ؛ فهم يتداولون بين أيديهم كتباً من الكيمياء البحتة القاصرة على المركبات الكيميائية ، تحضيرها وخواصها . وإن وجد بها بعض الاستعمالات فهى قليلة مقتضبة ، بحيث لا تولد فيهم شوقا إلى الاستزادة من العلم بأسرار الكون ، وما يحيط بهم من التطبيقات العملية فى الحياة . فهذا الكتاب هو

حلقة الاتصال بين المدرسة والحياة . والطالب إذا لم يجد فى دراسته أمثلة ملموسة تساعده على فهم ما يحيط به ، أصبحت الدراسة جافة ثقيلة على نفسه ، وماتت عنده الرغبة فى الاستزادة من مناهل العلوم .

وقد أضفت إلى الكتاب بابين مهمين ، وهما باب المفرقعات ، وباب الغازات الحربية ، إذ لا يخفى أن الكيمياء أصبحت عاملا أساسياً فى التسليح الحربى فى السنين الأخيرة . ففى الحرب العظمى لعبت الكيمياء دوراً خطيراً فى تجهيز الجيوش بالمفرقعات الشديدة المدمرة ، والغازات الخانقة المهلكة . ولا يزال التسابق إلى التسلح الكيميائى من أعظم مظاهر النشاط بين الدول فى جميع بقاع العالم . لهذا كان لزاماً على كل واحد منا أن يدلى بما يعلمه فى هذا الموضوع ، حتى يتهيأ للأمة جميع الوسائل الضرورية لتعزيز تسليحها وتقوية أسباب الدفاع عن كيانها .

وعلى الاخصائيين فى الكيمياء والراغبين فى التبحر والاستقصاء ، الرجوع إلى المطولات والمراجع التى أخذت عنها ، وهى مذكورة فى أول الكتاب ؟

المؤلف

مراجع الكتاب

The Treasures of Coal-Tar : A. Findley.
Industrial Chemistry : Sidtler and Matos.
Physiological chemistry : Hammarsten-Mandel.
Food and Dietetics : R. Hutchinson.
The Science of Nutrition : Lusk.
Chemistry in Modern Life : Arrhenius.
Chemical Discovery and Invention : Tilden.
Chemistry of To-Day : P. G. Bull.
Cosmetics : Theodor Koller.
The Chemistry of Synthetic Drugs : Percy May.
Poisons : Their Effects and Detection : A. W. Blythe.
Explosives : S. Levy.
The Arts and Crafts of Ancient Egypt : Flinders Petrie.
Chemicals in War : Prentiss.
American Cyclopedia of Formulas : A. Hopkins.
The Encyclopedia Britannica.
An Eng-Ar. Dictionary : Dr. M. Sharaf.

المعمل العظيم

"Le vie est fonction chemique"

Lavoiser

معنى الحياة — عملية الاحتراق فى الجسم — التركيب الكيميائى للدم
الجهاز الهضمى — العناصر التى يتركب منها الجسم — الغدد — الهرمونات

نعم هو معمل عظيم ؛ بل هو أعظم المعامل التى قد تخطر ببالك قدراً وأدقها عملا ، وأكثرها تعقيداً ، ذلك هو جسم الإنسان .

إنك إذا دخلت أحد المعامل الحديثة للبحث والتحليل ، أدهشك ما بداخلها من الأجهزة المتنوعة التى هى نهاية ماوصلت إليه قدرة الإنسان من مهارة فى الصنع ، ودقة فى القياس ، وحذق فى التفكير والابتداع ؛ بيد أن تلك الأجهزة التى أدهشك أمرها ، والتى استنفدت من الإنسان وقتاً طويلا ومجهوداً هائلا فى تحضيرها وتركيبها ، لا تعد شيئاً إذا هى قيست بالأجهزة الدقيقة التى بها تحدث مئات من العمليات الطبيعية والكيميائية فى جسم الإنسان .

فى هذا المعمل العظيم يقوم كل عضو بوظيفة معينة ، فهناك عضو لتحضير الحامض وآخر لتحضير القالى ، وهناك أجهزة للترشيح ، وأغشية للانتشار الأسموزى ، ومضخة ماصة كابسة ، وبعض صمامات الأمن ، كما أنه مجهز بكثير من العناصر والمركبات التى تجدها فى أحدث المعامل والصيدليات . ودعنا الآن ندخل ذلك المعمل الحصين ، ونجول فيه جولة قصيرة حتى نتبين ما يجرى داخله من العمليات ، ونفهم بعضاً من أسرار الحياة .

معنى الحياة :

وإن أول ما يهمنا من تلك الأجهزة الكثيرة التى فى جسم الإنسان لهو ذلك العضو العجيب الذى بواسطته تدب الحياة فى الجسم ، فإذا ما وقفت نبضاته فارقته الحياة . وما هى الحياة ؟ الحياة فى نظر الكيميائيين عملية احتراق ، أو هى تفاعل كيميائى بين الكربون والإيدروجين وغيرهما من عناصر الجسم ، وبين الأكسجين الذى يحيط بنا ؛ فأنت قد تمتنع عن الأكل بضعة أسابيع دون أن تفارقك الحياة ، وقد تمتنع عن الشرب بضعة أيام وتلبث بعدها حيا ، ولكنك إذا حرمت من الأوكسجين برهة وجيزة وقفت عملية الاحتراق ، وفارقتك الحياة . فالجسم فى احتراق مستمر ، تحترق أنسجته وخلاياه باتحادها مع الأوكسجين الذى تتنفسه ، فتنبعث الحرارة ، وتتولد الطاقة ، وتتحرك العضلات ، ويعمل الفكر ، وتدب الحياة فى الجسم .

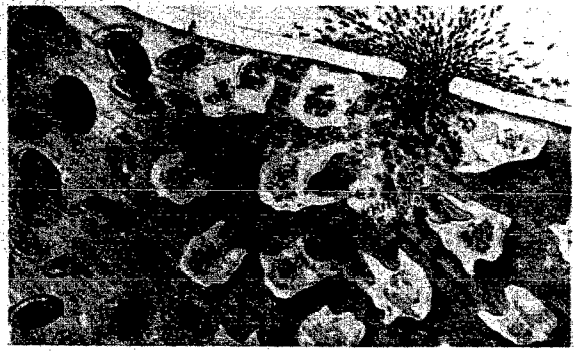
وعملية احتراق الأنسجة أو اتحادها بالأوكسجين تحدث بدون انقطاع ؛ بيد أنها قد تزيد أو تنقص تبعاً لدرجة حرارة الجو الذى يعيش فيه الإنسان ولما يقوم به من الأعمال ؛ فقد وجد أن الشخص المستريح يستنفد من الأكسجين ٢٤ لتراً فى الساعة فى فصل الصيف و٢٨ لتراً فى الشتاء و ٣٦ لتراً أثناء هضم الطعام و ٨٠ لتراً إذا كان يقوم بتمرينات عنيفة كالجرى مثلا .

ووصف القلب لايتسع له نطاق هذا الكتاب ، فارجع إليه إن شئت فى كتب التشريح ؛ بيد أن مايهمنا من شأنه أنه يعمل ليل نهار من غير ما كلل ولا توان ، فيدفع أكسير الحياة وهو الدم ، إلى جميع أجزاء الجسم ، فيعمل على تدفئتها ، ويجمع ما تكون فيها من النفايات .

تركيب الدم :

عند تحليل الدم نجد أنه يتركب من شيئين أساسيين :

(١) سائل يشبه فى تركيبه ماء البحر ، أى هو ماء مذاب فيه أغلب الأملاح التى فى مياه البحر ، وبنسبة قريبة جداً من نسبتها فى تلك المياه ، وأهمها أملاح الصديوم والبوتاسيوم ؛ وهذا السائل يعرف بالبلازمة أو السائل الدموى ؛ وهو يحتوى أيضاً على بعض الألبومين والجلوبيولين ، والفبرينوجين (Fibrinogen) ،



(شكل ١)

الكريات الدموية البيضاء وهى تحاول ابتلاع البكتيريا التى تهاجم الجسم من الخارج

وقليل من الدهن والسكر وبعض المتخلفات التالفة التى تتجمع فى الجسم نتيجة احتراق الأنسجة ، مثل حامض الكربونيك والبولينا[1].

(١) البولينا أو اليوريا هى أميد حمض الكربونيك ، واسمها الكيميائى كاربميد : ك ا (ن هـ٢)٢ ، وهى توجد ذائبة فى دم الحيوانات ناتجة عن تأكسد البروتينات ؛ وتر شح من الدم بواسطة الكلى . وتخرج مذابة فى البول ؛ وهى تزيد فى البول كلما زاد المقدار الذى يتناوله الشخص من البروتينات ؛ وقد أمكن تحضيرها فى المعمل بتبخير محلول من سيانات الأمنيوم ن هـ٤ ن ا ك ← ك ا (ن هـ٢)٢

(٢) ويسبح فى هذا السائل نوعان من الأجسام الصغيرة أحدهما كرات الدم الحمراء ، والثانى كرات الدم البيضاء ؛ أما الكرات الحمراء فهى خلايا حية يدخل فى تركيبها مركب حديدى يعرف بالهيموجلوبين ، وهو الذى يكسبها اللون الأحمر ؛ ويتركب الهيموجلوبين من مادة بروتينية وهى الجلوبين متحدة مع مادة نتروجينية أخرى غنية بالحديد وهى الهماتين . والهيموجلوبين هذا يكون الواسطة التى بها يحمل الأكسجين من الرئة إلى جميع أجزاء الجسم ، ويحدث ذلك باتحاد هذا الغاز بالحديد الذى فى الدم إتحاداً ضعيفا (loose combination) فينتج منهما مركب يعرف بالأكسيهموجلوبين ؛ ويتأثر هذا الاتحاد كثيراً بالضغط الواقع عليهما ، ففى الرئة حيث كمية الأكسجين وافرة عند الشهيق يساعد ضغط الغاز على هذا الاتحاد ؛ وعندما يسير المركب الناتج فى الدم ويصل إلى العضلات والأنسجة التى استهلكت ما لديها من الأكسجين يلاقى جواً مخالطا من هذا الغاز ، فينفك لوقته ، وتقتنص الخلايا ما به من الأكسجين كى تستمر فى عملية الاحتراق ، وبعد ذلك يرجع الدم إلى القلب فيدفعه الأخير ثانية إلى الرئتين كى يشحن بكمية أخرى من الأكسجين وهكذا .

(شكل ٢)

يتعكر ماء الجير إذا نفخت فيه وهو ناتج من تكون ثانى أكسيد الكربون داخل الجسم

فالهيموجلوبين إذن هو العربة التى تنقل الأكسجين من الرئة إلى الأنسجة . فما هى العربة التى تنقل غاز حامض الكربونيك الناتج من عملية الاحتراق

وتطرده خارج الجسم ؟ هـذه العربة ما هى إلا ملح كربونات الصديوم الذاب فى السائل الدموى ، فعند ما يصل إلى الأنسجة يجد ضغط ثانى أكسيد الكربون كبيراً فيتحد[1] معه مكونا ملح بيكربونات الصديوم الذى يسير فى الدورة الدموية إلى الرئتين ، وهناك يكون ضغط هـذا الغاز قليلا فينفصل بسهولة من الدم ويخرج فى الزفير . أماالفضلات الأخرى التى تتخلف من عملية التمثيل ومن تأكسد الأنسجة ، مثل البولينا وحامض البوليك وملح الطعام وأملاح الفوسفات والكبريتات ، فيحملها الدم إلى الكليتين ، وهناك تنفصل منه فى صورة السائل المعروف بالبول ، أو يحملها إلى الغدد العرقية على سطح الجلد ، وهناك تنفصل من الدم على صورة قطرات مائية تعرف بالعرق .

هذا والدم فى مجموعه قلوى[2] التأثير قليلا . وقد تسمع بعض الناس يتحدثون عن حموضة الدم ، وهو تعبير لا صواب فيه ، لأن الدم لو أصبح حامضى التأثير لمات الإنسان لساعته ، والمقصود بالتعبير المتقدم هو نقص قلوية الدم عن المعدل المعتاد بسبب تراكم بعض المواد الحامضية فيه .

الأفران والوقود :

وهناك جهاز آخر كبير يمتد فى الجسم وهو الجهاز الهضمى ، ووظيفته تناول الطعام وتغيير أجزائه تغييراً طبيعيا وكيائيا حتى يتحول إلى مواد سهلة الذوبان فى المـاء ، وبذلك يمكن امتصاصها بالجهاز الدورى (الدم) خلال جدر القناة الهضمية ، وحملها إلى جميع أنسجة الجسم ؛ فالغذاء هو الوقود اللازم للجسم ، والجهاز الهضمى هو الواسطة فى توصيل الوقود إلى الدم ، والدم هو الواسطة فى

(١) ويلعب هيموجلوبين الدم دوراً معيناً ليجعل هذا الاتحاد ممكنا .
(٢) P. H. = 7.38

نقل الوقود والأكسجين اللازم لحرقه إلى الأفران (خلايا الجسم وأنسجته) ، وهناك يحترق الوقود فتتولد الحرارة والطاقة اللازمتان للجسم ، ويستنفد جزء منه فى بناء الأنسجة .

العناصر التى يتركب منها الجسم :

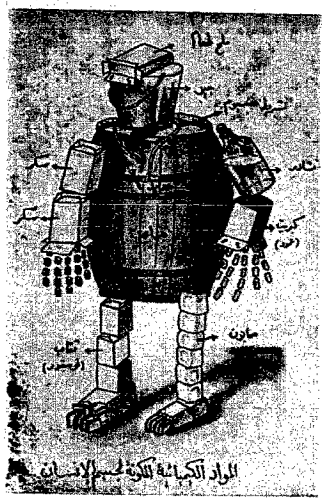
وحيث أن بناء أنسجة الجسم إنما يحدث بواسطة ما نأكله من أنواع الأغذية ؛ أمكن أن نقول إن جسم الإنسان يتركب من ستة عناصر مهمة ، وهى الأكسجين والكربون والايدروجين والنتروجين والفوسفور والكالسيوم وهى العناصر التى تتركب منها معظم الأغذية ، ومجموعها نحو ٩٩٪ من وزن الجسم .

وهناك بجانب العناصر المذكورة نحو عشرة عناصر أخرى يحتوى الجسم كميات صغيرة جداً منها ، وهى البوتاسيوم ويوجد منه نحو ٢٠٠ جم ، والكبريت ١٠٠ جم ، والكلور ٣٠ جم ، وحوال ٢٠ جم من كل من الصديوم والمغنسيوم .

وقد تعجب أنه لم يذكر الحديد ، وهو كما تعلم العنصر الذى يوجد فى هيموجلوبين الدم ، وبواسطته ينقل الأكسجين من الرئة إلى أنسجة الجسم ؛ والواقع أن جميع الحديد الذى فى جسم الإنسان يبلغ فقط نحو ٣ر٢ جم ، ويليه عنصر اليود ويوجد بقدر ٠ر٠٢٥ من الجرام . أما العناصر الباقية فهى السليكون والفلور والمنجنيز والنحاس . وهذه نعلم بوجودها ، أما كمياتها فلا يمكن تحديدها لصغرها ؛ والعنصران الأخيران أضيفا حديثاً إلى العناصر التى يحتويها الجسم . والحقيقة أن موضوع العناصر التى يتركب منها الجسم ، ليس من السهولة بحيث يمكن أن يحاط به على وجه التحديد ؛ وأنك إذا فتحت كتب الكيمياء لوجدت اختلافاً بين العلماء فى تعيينها وحصرها ، فمن ذلك بعض عناصر مثل الألومنيوم والليثيوم والخارصين والبروم ، يقول بعض العلماء بوجودها ، وبعضهم ينفى ذلك ؛

ومن ذلك أيضاً عنصر المنجنيز ؛ فقد مكث الكيميائيون بضع سنوات يترددون فى أمره ، تارة يضيفونه إلى قائمة العناصر التى يتركب منها الجسم ، وتارة ينكرونه ، إلى أن قام العالم مكولم حديثاً ببعض تجارب أثبت بها ضرورة وجود هذا العنصر فى غذاء الحيوان ؛ وكانت هناك مشادة بين الكيميائيين منذ سنين مضت فى أمر النحاس ، انتهت بإثبات أن هذا العنصر ضرورى وجوده مع الحديد فى عملية تكوين كرات الدم الحمراء ، وبذلك أضيف النحاس إلى قائمة العناصر التى يحتويها الجسم .

أما ماعدا ما تقدم من العناصر فيكون وجوده طارئا ؛ فقد يوجد الذهب أو البلاتين أو الفضة فى جسم الإنسان إذ حشا أضراسه بأحد هذه الفلزات ؛ وقد يوجد الزئبق والبورون إذا كان يكثر من تعاطى الأدوية ؛ وقد يوجد الألومنيوم إذا لم يعتن الشخص بغسل ما يأكله من الفواكه والخضر وتخليصها مما يعلق بها من التراب ، والأخير كما هو معلوم يحتوى على عنصر الألومنيوم . وهكذا .



(شكل ٣)

هذا وجميع العناصر التى يتركب منها الجسم لا توجد منفردة فيه ؛ بل متحدة بعضها مع بعض ومكونة مركبات عضوية وغير عضوية . فالأربعة

العناصر الأولى : وهى الكربون والإيدروجين والأكسجين والنتروجين ، توجد على هيئة مركبات عضوية تعرف بالبروتينات ومنها تتكون جميع أنسجة الجسم ، ويوجد الأكسجين والايدروجين متحدان فى الماء الذى يكون الجزء الأكبر من وزن الجسم ، ويوجد الحديد متحداً مع الجلوبين وهو البروتين الذى فى الدم ، وهكذا ؛ وفيما يلى ذكر لأهم المواد غير العضوية التى توجد فى الجسم . ووظيفة كل منها :

(١) الماء : يوجد الماء فى الجسم بنسبة أكبر من جميع المواد الأخرى مجتمعة ، فهو وحده يكون نحو ٧٠٪ من الوزن الكلى للجسم ، وهو يوجد فى جميع أجزاء الجسم ، فى الأنسجة والعظام والأعصاب ، ولكن يتفاوت مقداره من ٢٪ (فى ميناء الأسنان) إلى ٩٨٪ فى اللعاب . ولأن الماء سهل الانتشار ، وله القدرة على إذابة عدد كبير من المركبات ، فهو وسط صالح لنقل الأملاح والمواد المذابة من بعض أجزاء الجسم إلى الأجزاء الأخرى ، وهو يساعد على نقل المواد المهضومة من القناة الهضمية إلى الدورة الدموية ومن ثم إلى جميع أنسجة الجسم ، كما أنه ينقل المواد التالفة من الأنسجة إلى الدم ثم إلى الأعضاء الخاصة بطردها خارج الجسم ؛ وتقدر كمية الماء التى تفرزها هذه الأعضاء بنحو ٣ لترات كل ٢٤ ساعة .

(٢) أملاح الكالسيوم : يوجد الكالسيوم فى الجسم على هيئة فوسفات وكربونات الكالسيوم فى الهيكل العظمى . وعلى هيئة فلوريد الكالسيوم بكمية صغيرة جداً فى الأسنان والغضاريف . وتوجد أيضاً أملاح الكالسيوم مذابة فى الجسم على هيئة بيكربونات حيث تلعب دوراً هاماً فى عملية تجلط الدم بعد خروجه من الجسم الحى . ومع أن التفاعلات التى تتضمنها هذه العملية غير معلومة على وجه التحديد فى الوقت الحاضر ، فيغلب على الظن أن التجلط سببه تكون

مادة تعرف بالفبرين ، وهذه المادة تتكون بواسطة أملاح الكالسيوم الذابة فى الدم مع خميرة الثرمبين .

ومن المفهوم أيضاً أن أملاح الكالسيوم لها تأثير واضح على انقباض عضلات القلب ، فكما أن أملاح البوتاسيوم تسبب انبساط هذه العضلات فقد وجد أن أملاح الكالسيوم تساعد على انقباضها ، أى أن تأثير أملاح البوتاسيوم والصديوم من جهة وأملاح الكالسيوم من جهة أخرى ، هما اللذان يسببان انتظام حركة عضلات القلب .

(٣) أملاح المغنسيوم : توجد هذه الأملاح فى عظام الجسم بنسبة أقل كثيراً من أملاح الكالسيوم ، فالأولى تكون نحو ١٢٪ بالوزن من رماد العظام ، حين تكون الثانية نحو ٨٥٪ من هذا الرماد . أما فى أنسجة العضلات فنجد عكس ذلك ، أى أن أملاح المغنسيوم تزيد على أملاح الكالسيوم ، ولكنها أقل من أملاح الصديوم ؛ ويعتقد الباحثون أن هذه الأملاح الثلاثة مجتمعة هى المسئولة عن تأدية العضلات لوظائفها .

(٤) أملاح الصديوم والبوتاسيوم : توجد أملاح الصديوم والبوتاسيوم فى جميع السوائل التى بالجسم ، كما أنها تدخل فى تركيب الأنسجة ؛ وأملاح الصديوم أكثر وجوداً فى السوائل من أملاح البوتاسيوم . أما فى الأنسجة فأملاح البوتاسيوم تزيد على أملاح الصديوم . وأهم هذه الأملاح فى الجسم هو ملح الطعام ، حيث الغرض من وجوده حفظ الضغط الأسموزى فى معدل معين ، كما أنه يعدل سرعة انتشار السوائل فى جميع أجزاء الجسم ، وهو مسئول عن توليد حامض الايدروكلوريك الذى تفرزه المعدة ؛ فقد ثبت بالتجربة أن منع امداد الجسم بهذا الملح له تأثير مباشر على إفراز المعدة لهذا الحامض[1] .

(١) ليس معنى هذا ضرورة تناول ملح الطعام ذاته مع الطعام ، لأنه موجود فى كثير من الأغذية الطبيعية كالخضر واللحوم والحبوب والبقول . ويرى كثير من الباحثين أن أكثر

وتوجد فوسفات الصديوم والبوتاسيوم أيضاً فى جميع السوائل والأنسجة التى بالجسم ، ووظيفتها المحافظة على حالة الاتزان بين الحوامض والقلويات ، والعمل على معادلة الأحماض التى تتكون باستمرار داخل الجسم ، حتى تبقى قلوية الدم عند درجة معينة ؛ ومن هذه الأحماض حامض الكربونيك الذى يتولد من تأكسد المواد الغذائية واحتراق الأنسجة ، والأحماض الاخرى التى تتولد عند هضم الطعام وتمثيله ؛ بيد أن هناك عوامل أخرى تعمل على المحافظة على حالة الاتزان بين الحامض والقلوى ، منها طرد غاز ثانى أكسيد الكربون عن طريق الرئتين ، وحامض البوليك بواسطة الكليتين ، كما أن تولد النشادر القلوى التأثير فى أثناء تمثيل المواد البروتينية عامل آخر يساعد على إرجاع حالة التعادل التى يجب أن يكون عليها الجسم .

(٥) مركبات الحديد : يوجد الحديد بكمية صغيرة جداً فى الجسم ، فمقداره يبلغ فقط نحو ٣ر٢ جم ، كما أسلفنا ، ومع ذلك فإن هذا المقدار الصغير يؤدى وظيفة هامة وهى نقل الأكسجين من الرئتين إلى جميع أنسجة الجسم .

ويغالى البعض فى أهمية الحديد للجسم ، وينصحون بتعاطى المقويات التى تحتوى على الحديد ؛ والحقيقة أن الحديد يوجد فى كثير من الأغذية التى نأكلها ومقدار صغير جداً منه يكفى لامداد الجسم بما يحتاج إليه . وليس الحديد وحده هو العنصر الضرورى للجسم ، فجميع العناصر التى يتركب منها الجسم سواء فى أهميتها ، وإذا فقد أحدها من الغذاء نشأ عن فقده خلل فى إحدى وظائف الجسم . ومثلك فى ذلك مثل السيارة التى تسير على أربع عجلات ، فإنك إذا نزعت واحدة منها أيا كان موضعها لا تسير السيارة .

هذا ويوجد الحديد فى كثير من أنواع الطعام ، فجميع اللحوم تحتوى بكمية

الناس يسرفون فى إضافة هذا الملح إلى الطعام ، وأن هذا الإسراف مسئول عن حموضة المعدة ونقص قلويه الدم والروماتزم وكثير من المتاعب التى تنتاب الإنسان .

كبيرة ، ولكن لما كانت اللحوم غنية أيضاً بالفوسفور والكبريت وهذه المواد حامضية تقلل من قلوية الدم لم يحسن الإكثار من أكلها ، والأفضل الحصول على الحديد من الخضر والفواكه ، مثل الكرنب والسبانخ والبسلة والتمر والتين والزيتون وغيرها .

الغـــدد :

وبالجسم عدا ما تقدم عدد كبير من الغدد وظيفتها تحضير مواد كيميائية معينة وصبها فى الجسم ، فتساعده بذلك على تأدية العمليات الخاصة بالهضم والتمثيل والنمو والحصانة ضد الأمراض . وتنقسم الغدد إلى قسمين بالنسبة إلى طريقة توصيلها السوائل التى تحضرها إلى الجسم ، فهناك غدد لها قنوات تمر فيها السوائل التى تفرزها الغدة إلى الجزء المختص من الجسم ، كما هو الحال فى غدد اللعاب التى تصب مفرزاتها بواسطة قنوات تمتد من الغدد إلى تجويف الفم ؛ وغدة البنكرياس لها قناة تصل مابينها وبين الأمعاء تنتقل فيها العصارة البنكرياسية إلى القناة الهضمية وتساعد على الهضم ؛ وهذه الغدد تعرف بالغدد القنوية ، وتسمى مفرزاتها بالمفرزات الخارجية .

والقسم الثانى من الغدد ليس له قنوات ولذا سميت بالغدد الصمّ ، وهى تفرز مفرزاتها مباشرة فى مجرى الدم ، أى أن الدم يمتزج بها حين يمر فى الأوعية الدموية التى تخترق الغدة ؛ وهذه المفرزات تعرف بالهرمونات أو المفرزات الداخلية ، ومن أمثلة الغدد الصم الكظران (غدتان فوق الكليتين) والغدة النخمية والغدة الدرقية وجزائر لانجرهانس فى البنكرياس وغيرها .

الأدرينالين :

فى سنة ١٨٩٤ وجد شافر وأوليفر أن هناك غدتين فوق الكليتين

(الكظران : Supra - renal glands) تحتويان على مادة تساعد على رفع ضغط الدم فى الشرايين ، وبعد محاولات عدة لاستخلاص تلك المادة تمكن تاكامين سنة ١٩٠١ من الحصول على الخلاصة التى تحدث التأثير المتقدم ، وذلك بتقطيع الغدد المذكورة إلى قطع صغيرة جداً ثم وضعها فى ماء ساخن مضاف إليه بعض الحامض ، وبعد ترسيب البروتينات التى فى الخلاصة بالتسخين وتركيز المحلول بمعزل عن الهواء (حتى لايتلف الأكسجين الاصل الفعال المراد استخلاصه) ومعالجته بالكحول والنشادر انفصلت منه بلورات بيضاء وهى الجوهر الفعال فى الخلاصة ، وتعرف بالأدرينالين[1] أو خلاصة الكظرين وقد أمكن تحضير هذه المادة أيضاً بتسخين الكاتكول مع حامض الكلوروخليك وأكسيكلورور الفسفور . وكلا المركب الصناعى والأدرينالين الطبيعى (يحصل عليه من غدد بعض الحيوانات) يستخدمان الآن لرفع ضغط الدم وتنبيه الأعصاب الدموية وإيقاف النزيف ؛ ولذا فهو يفيد فى العمليات الجراحية الصغيرة لطرد الدم بعيداً عن الموضع الذى يحقن فيه هذا الهرمون ، وفى إيقاف حوادث النزيف التى يصاب بها بكثرة بعض الأشخاص (من الأنف مثلا) .

وقد وجد أنه عند حقن هذا الهرمون فى الجسم يسرع نبض القلب وتتقلص الشرايين ويصفر الوجه وتزيد نسبة الجلوكوز التى يطلقها الكبد فى مجرى الدم ، وهى نفس الأعراض التى تحدث عند الخوف والهياج والغضب . والأحوال الأخرى التى يسيطر فيها الانفعال على الإنسان ؛ ويغلب على الظن أنه عند حدوث الأعراض السابقة يزيد مايتصب فى الجسم من هذا الهرمون ، ومعنى آخر أن الجسم يسرع فى إفراز هذا الهرمون لنجدتنا عندما نواجه أمراً عسيراً أو خطراً داهماً .

---

(١) الأدرينالين : ك١٧ هـ١٣ آ٣ ن .

الثيروكسين :

وهناك فى وسط الرقبة وبالقرب من الحنجرة غدة أخرى صماء تعرف بالغدة الدرقية تفرز هرمونا أو إفرازاً داخلياً هاما يعرف بالثيروكسين ، وهذا الهرمون يتحكم فى جميع التفاعلات الكيميائية الخاصة باستحالة الغذاء وتمثيله(Metabolism) وتكوين الأنسجة ونموها ؛ وفى بعض الحالات غير العادية يزيد إفراز هذا الهرمون أو يقل عن المعدل ، وفى كلتا الحالتين تتأثر جميع أعضاء الجسم تقريباً ويختل عمل بعضها اختلالا كبيراً .

نقص الإفراز :

يتوقف نوع الشذوذ أو الخلل الناشئ عن نقص إفراز الغدة الدرقية كثيراً على مقدار هـذا النقص ، وعلى السن الذى يحدث عنده ؛ فإذا كان ضمور الغدة كبيراً فى الطفولة ولم يعالج نقص الإفراز فى حينه ، فإنه يعوق النمو الطبيعى للجسم والعقل ويصير الطفل قزما قبيح المنظر مصابا بالعته والخبل ؛ وهناك درجات متفاوتة من الشذوذ تقل عن الحالة المتقدمة . وإذا كان الشخص بالغاً فإن نقص الإفراز لايؤثر طبعاً فى نموه لأنه كامل النمو ، بيد أنه يصاب بداء الميكسيديما[1] (Myxoedema) .

(١) الميكسيديما مرض ينشأ عن ضمور الغدة الدرقية ، وأعراضه كثيرة متنوعة منها البدانة فى بعض أجزاء الجسم دون الأخرى ، كالاليتين والبطن والذقين ، ويصبح الجسم غير متناسق القوام ، وقد يتضخم الوجه والأيدى حتى تظهر كأنها ورمة ، وتظهر حبوب وانتفاخات تحت العينين ، ويبطؤ عمل القلب . وقد ينخفض ضغط الدم ويرتبك عمل المعدة والأمعاء والكليتين ، وتزول هذه الأعراض بسرعة بمجرد حقن المصاب بخلاصة الغدة الدرقية (مستخرجة من غدد بعض الحيوانات كالغنم والثيران ، أو بالتركيب الكيميائى) .

S ٢٧٢ / ١٠١٢٢

محتويات الكتاب

صفحة

المقدمة ١

المعمل العظيم ٤

الأغذية ٢٠

هضم الطعام ٣٧

الفيتامينات ٥٥

تتمة فى الأغذية... ... ... ٧٨

العقاقير ١٠٧

السموم ١٣٢

الكنز الثمين ١٤٣

الكيمياء والزراعة ١٥٧

صناعة الفخار ١٧٩

صناعة الزجاج ١٩٢

التركيب الكيميائى لبعض مستحضرات التزيين ٢٠٣

المفرقعات... ... ... ٢٣٩

الغازات الحربية ٢٥٧

زيادة الإفراز :

وقد تتضخم الغدة الدرقية ويزيد إفرازها ، وعند ذلك يصاب الشخص بنوع من الجويتر[1] وتنشأ عن ذلك أعراض مضادة لما تقدم ، فتزيد سرعة التفاعلات الكيميائية داخل الجسم ، ويصبح الشخص نحيلا وتجحظ عينه ويرتفع ضغط الدم ويزيد النبض ويظل يحترق بسرعة حتى يموت ، وفى هـذه الحالة تستأصل الغدة ويحقن المصاب بمقدار بكافٍ ما تفرزه هذه الغدة . وقد قام بتحضير الثيروكسين فى حالة نقية كندال بأمريكا سنة ١٩١٥ ، وذلك من مستخلصات غدد الغنم والثيران . وقد أمكن حديثاً تحديد التركيب الكيميائى للثيروكسين ، وتوصل هارنجتون ، وبارجر بانجلترا سنة ١٩٢٦ إلى تحضيره من مواد غير حية بطريقة البناء الكيميائى ، وهو يحتوى على ٦٥ر٤٪ يود ، ٢٣ر٤٪ كربون ، ١ر٤٪ إيدروجين ، ١ر٨٪ نتروجين .

البتوترين :

وفى قاعدة المخ من الخلف توجد غدة صغيرة صماء تعرف بالغدة النخمية . وهى تصب فى الدم مباشرة هرمونا يسمى بتوترين ، وحجم هذه الغدة لا يزيد فى المقدار عن حجم نهاية الخنصر ؛ بيد أنه وجد أن جميع العالقة وضخام الأجسام غددهم النخمية كبيرة وفى حجم بيضة الدجاج تقريباً . وهذا مايدعو إلى الاعتقاد بأن تضخم هذه الغدة وزيادة إفرازها يسبب النمو غير الطبيعى . كما أن هذا الهرمون يتحكم فى أحوال العقل والشعور وفى بعض الصفات التناسلية للإنسان . وهذا الهرمون لم يمكن تحضيره بالتركيب الكيميائى إلى الآن .

(١) يعرف هـذا المرض بالجويتر الجحظى (Exopthalmic Goiter) ، وهو يتميز باستئصال الغدة وحقن المصاب بالثيروكسين . أما الجويتر العادى وأعراضه تبدو فى تضخم الغدة فيكفى لمنعه أخذ كميات قليلة من أحد مركبات اليود .

الأنسولين :

هذا الهرمون تفرزه بعض أجزاء غدة البنكرياس وتصبه مباشرة فى الدم ، وهو المسئول مباشرة عن حفظ نسبة الجلوكوز فى الدم عند معدل معين ؛ فإذا قل إفراز هذا الهرمون قل احتراق السكر وتجمع فى الدم مسبباً مرض البول السكرى ، وهو يعالج الآن بحقن الصاب بالأنسولين المحضر من بنكرياس بعض الحيوانات . والتركيب الكيميائى لهذا الهرمون غير معروف على وجه التحديد ، ولم يصل الكيميائيون بعد إلى بنائه من مواد غير حية .

الخلاصة :

(١) يفقد ابن الستين أو من يناهز هذه السن مظهره الخارجى من نضرة وخفة ونشاط ، ويشعر بالتعب والإعياء لأى مجهود جثمانى ، ويفقد نشاطه التناسلى ويبطؤ عمل المخ ، ويغلب على الظن أن الغدد الصم هى المسئولة عن جميع هذه التغييرات ، ويعلق العلم الحديث شأنا عظيما على هذه الغدد وتأثيراتها فى جسم الإنسان والحيوان .

(٢) أن الهرمونات هى مواد كيميائية معقدة التركيب تصبها الغدد المذكورة مباشرة فى الدم ، وتؤدى وظيفة عوامل مساعدة أو وسيطة فى إحداث كثير من العمليات البيولوجية والفسيولوجية فى الجسم ، وينشأ عن نقص إفراز إحداها أو زيادته خلل فى توازن الوظائف الحيوية ، وما يترتب عليها من اضطراب الأعضاء اضطرابا يختلف فى الشدة والسرعة حسب السن ومقدار النقص أو الزيادة .

(٣) إن الهرمونات تؤثر تأثيراً كبيراً فى الأخلاق وفى أحوال العقل والشعور وجميع الأحوال التى يسيطر فيها الانفعال على الإنسان .

(٤) إن الهرمونات تشبه الفيتامينات فى أن وجود مقادير صغيرة جداً منها فى الجسم ضرورى لنموه وقيام أعضائه المختلفة بوظائفها على الوجه الأكمل . ولكنها تختلف عن الفيتامينات فى أمرين وهما .

(ا) إن الفيتامينات لايحضرها الجسم ذاته بل يعتمد فى الحصول عليها على الخارج (من الأغذية وأشعة الشمس) .

(ب) إن زيادة الهرمون أو نقصه عن معدل معين يضر الجسم ضرراً بليغا . أما الفيتامينات فإن نقصها يؤدى إلى اضطراب الجسم ، وزيادتها تفيد الجسم وتساعد على تقويته وتحصينه .

الأغـــــــذية

المواد الكربوايدراتية — السكر الكحولى — المواد الدهنية
الزبدة الصناعية — المواد البروتينية وأنواعها — الأملاح المعدنية فى الطعام

تجلس كل يوم إلى المائدة ، فتجد أمامك رغيفاً من الخبز وبعض الخضر والأرز وقليلا من اللحم وبعض الفاكهة ؛ وأريد الآن أن أقص عليك ماذا يحدث لأنواع الغذاء التى تأكلها ، وضرورة كل منها للجسم .

أولا : أنواع الطعام

تقدم لك أن الطعام الذى تأكله يستنفد معظمه فى توليد الحرارة والطاقة اللازمتين للجسم ، ويستخدم الجزء الباقى فى بناء أنسجته ، وفى تأدية الوظائف والعمليات الكثيرة التى يقوم بها ؛ وعلى ذلك يكون الغرض الأساسى من تناول الطعام منحصراً فى الأمور الثلاثة الآتية :

(١) توليد الحرارة اللازمة لدفء الجسم ، والطاقة اللازمة لما يقوم به من الأعمال الجسديه والعقلية .

(٢) إصلاح ما تهدم من أنسجة الجسم ، وبناء أنسجة جديدة فى حالة النمو .

(٣) إمداد الجسم بالأملاح والعناصر والمواد الضرورية لتأدية كل عضو وظائفه الخاصة به .

وقد بينت المباحث والتحليلات الكيميائية التى أجريت على جميع أنواع الطعام أن المأكولات المتنوعة تحتوى على واحد أو أكثر من المواد الآتية :

(١) مواد كربوايدراتية .

(٢) مواد دهنية .

(٣) مواد بروتينية .

(٤) أملاح معدنية .

(٥) مواد أخرى لم يعرف وجودها فى الأغذية إلا من عهد قريب وهى تعرف بالڤيتامينات .

(٦) ماء .

السكر والأرز والبطاطس :

أما المواد الكربوايدراتية فتوجد فى جميع المود السكرية مثل سكر القصب وسكر العنب وسكر الشعير ، وفى المواد النشوية مثل الأرز والقمح والذرة والبطاطس ، وتتركب الكربوايدراتات من ثلاثة عناصر وهى الكربون والإيدروجين والأكسجين ، ومنها ما يأتى :

سكر العنب أو الجلوكوز : ($ك_٦ يد_{١٢} ا_٦$) : ويمكن الحصول عليه هو والفركتوز (سكر الفواكه) من عسل النحل ومن بعض الفواكه ؛ ويوجد بكميات صغيرة فى دم الإنسان ؛ وقد يوجد فى البول عند الأشخاص المصابين بالبول السكرى . وهو ينتج بتأثير الأحماض المخففة فى سكر القصب أو بفعل بعض الأنزيمات[1] فيه ، ومن تحليل النشا وغيره من المواد الكربوايدراتية .

سكر الشعير أو المالتوز : ($ك_{١٢} يد_{٢٢} ا_{١١}$) : وهو يوجد فى الشعير والذرة وكثير من الحبوب التى فى حالة الانبات ؛ وهو ينتج عند تحليل النشا أو أى مادة نشوية . ويتحلل بفعل الأحماض المخففة أو بعض الأنزيمات[2] وينتج من تحلله سكر الجلوكوز .

(١) مثل أنزيم الانفرتاز (Invertase) الذى يوجد فى القناة الهضمية وفى الخميرة العادية (خميرة الخباز) .

(٢) مثل أنزيم المالتاز الذى يوجد فى القناة الهضمية وفى الخميرة العادية .

سكر اللبن أو اللكتوز : (ك١٢ يد٢٢ ا١١) : وهو يوجد فى لبن جميع الحيوانات الثديية ، وليس له وجود فى المملكة النباتية ؛ وليس للخميرة أى تأثير على هذا السكر ، ولكنه يتحلل بفعل الأحماض الساخنة والمخففة وبفعل أنزيم اللكتاز (فى القناة الهضمية) إلى الجلوكوز والجلكتوز ؛ وعندما يختثر اللبن (يحمض) يتحول سكر اللكتوز فيه إلى حامض اللبنيك ، وذلك بفعل نوع خاص من البكتريا .

سكر القصب أو السكروز : (ك١٢ يد٢٢ ا١١) : ويوجد فى كثير من النباتات أهمها قصب السكر والبنجر والذرة وحبات التين ، وأنواع النقل كالجوز واللوز والبندق وما إليها ، كما أنه يوجد فى كثير من الفواكه ؛ وهو يتحلل بسهولة بفعل الأحماض المخففة وبفعل أنزيم الأنفرتاز إلى مخلوط من الجلوكوز والفركتوز .

النشا النباتى أو الأميلوز : (ك٦ يد١٠ ا٥)ن : هو كربوايدرات معقد التركيب يخزنه النبات فى جسمه ليتغذى به ؛ وحيث أنه لا يذوب فى الماء فان النبات يحلله عند الحاجة إليه إلى سكر سهل الذوبان . والنشا مادة غير متبلورة ، بيد أن حبيباته لها شكل خاص يمكن تمييزها بسهولة تحت الميكروسكوب وتختلف باختلاف مصدر النشا . وهو يتحلل بفعل الحرارة أو الأحماض المخففة أو الأنزيمات إلى دكسترين وسكر الشعير وسكر العنب ؛ وإذا سخن النشا باحتراس مع حامض الكلوروديك المخفف فانه يتحلل إلى جلوكوز .

النشا الحيوانى أو الجليكوجين : (ك٦ يد١٠ ا٥)ن : وكما أن النبات يخزن النشا فى أجزاء مختلفة من جسمه ليتغذى به عند الحاجة ، فكذلك الحيوان يخزن نوعاً من النشا ، يعرف بالجليكوجن ، فى بعض أجزاء جسمه

(كالكبد والعضل) ، وعند احتياج الجسم إليه يتحول ثانية إلى جلوكوز بفعل بعض الأنزيمات فى الكبد . وتركيب هذا النشا يماثل كثيراً النشا النباتى ، وهو يتحلل بفعل الأحماض وبعض الأنزيمات إلى جلوكوز .

الدكسترين : (ك٦ يد١٠ ا٥)ن : وهو مركب ينتج من تحليل النشا بفعل الحرارة أو الأحماض أو الأنزيمات[1] ، ويختلف عنه فى أنه يذوب فى الماء ، وهو يستخدم كصمغ فى عمل طوابع البريد ، ومثبت عند طبع البفتة وغيرها من المنسوجات ، ومع أن قانونه الكيميائى يماثل قانون النشا ، إلا أن الجزء أقل تعقيداً ، أى أن (ن) أصغر فى حالة الدكسترين منها فى النشا .

السليلوز : (ك٦ يد١٠ ا٥)ن : هو المادة الأساسية التى تتكون منها جميع الألياف والأنسجة النباتية ، وقانونه الأولى هو نفس قانون النشا ، إلا أن جزء السليلوز أكبر من جزء النشا ، وهو لا يتحلل بنفس السهولة التى بها يتحلل النشا أو الكربوايدرات الأخرى التى تقدمت ، فالأحماض المخففة لا تؤثر فيه حتى مع الغليان . ولتحليله يجب أن يعالج أولا بحامض الكبريتيك المركز ثم إضافة الماء إليه وتسخين المزيج إلى درجة الغليان ، فيتحلل عندئذ إلى جلوكوز . وهذه العملية لا يفيد استخدامها فى الصناعة لأن نفقاتها كبيرة ولذا فان معظم الجلوكوز فى التجارة لا يزال يحضر من النشا .

ومن خواص السليلوز أنه يذوب فى :

(١) مركب شفيزر (Schivezers وهو أكسيد النحاسيك النشادرى) .

(٢) محلول كلورور الزنك فى (كل يد) .

ومع أن السليلوز يدخل فى بعض أنواع الطعام (الخضروات والفواكه) ،

(١) مثل أنزيم البنيالين الموجود فى اللعاب وهو يحول النشويات غير القابلة للذوبان إلى دكسترين (سهل الذوبان) وسكر الشعير .

فهو لا يفيد فى تغذية الجسم ، وكل عمله أنه يزيد من حجم الطعام فى القناة الهضمية والأمعاء ، وبذلك يساعد على الامساك . ولكن قليلا منه تؤثر عليه بعض أنواع من الفطريات والبكتريا التى تسكن الأمعاء الغلاظ ، وذلك بفرز بعض أنزيمات خاصة تحيله إلى سلوبيوز Sellobiose ، وهو نوع من السكر الثنائى يشبه الملتوز ، ومن ثم تحيله إلى جلوكوز لتتخذه غذاء لها .

التخمر الكحولى :

تتفاعل بعض الكربوايدرات مع نبات الخميرة[1] ، وينتج من تفاعلهما الكحول (الايثيلى) وثانى إكسيد الكربون ؛ فعند إضافة الخميرة إلى محلول الجلوكوز يتخمر نحو ٩٥٪ من الجلوكوز الموجود فى المحلول ، ويتحلل حسب المعادلة الآتية :

$$ك_{٦}يد_{١٢}ا_{٦} \longrightarrow ٢ك_{٢}يد_{٥}ايد + ٢ك ا_{٢}$$

جلوكوز — كحول إيثيلى — ثانى اكسيد الكربون

ويتحول الجزء الباقى من السكر إلى جليسرين وبعض المركبات العضوية ؛

(١) الخميرة نوع من النباتات الفطرية الواطئة التى لا ترى إلا بالميكروسكوب ، وهذه النباتات لا تحتوى على مادة الكلوروفيل فى خلاياها ، وعليه فهى لا تستطيع أن تعمل غذاءها بنفسها بل تعيش طفيلية على الوسط الذى تنمو فيه . والهواء الجوى يكون عادة متحملا بنبات الخميرة عالقة بذرات التراب ، ولذا قد يحدث التخمر فى المحاليل السكرية المخففة إذا تعرضت مدة كافية للهواء ، وهـذا التخمر ناشئ عن إصابة المحلول بالخميرة التى تتكاثر وتتخذ السكر الذى فى المحلول غذاء لها محولة إياه إلى كحول وثانى أكسيد الكربون .

ويمكن زرع نبات الخميرة عند الحاجة كما يحدث عند عمل العجين للخبز وعند عمل البيره ؛ وارتفاع سطح الخبز سببه تأثير الخميرة على السكر الذى فى العجين ، فعند خبز العجين يتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون ويرتفع معه سطح العجينة مسبباً الفجوات التى نشاهدها فى الخبز . ويوجد نبات الخميرة فى الطبيعة على المواد السكرية المعرضة للهواء مثل سطح الفاكهة ورحيق الأزهار .

ويتفاعل الفركتوز بمثل هذه الطريقة مع الخميرة متحولا إلى كحول وثانى اكسيد الكربون ، إلا أن التفاعل أبطأ منه فى حالة الجلوكوز .

(شكل ٤)

إضافة الخميرة إلى العجين يساعد على ارتفاع سطحه عند الخبز

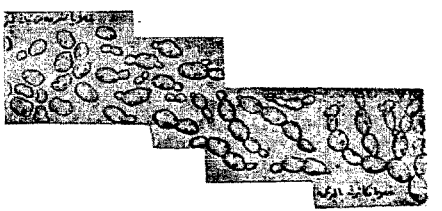
وقد ثبت أخيراً أنه ليس من الضرورى وجود الخلايا الحية ذاتها (نبات الخميرة) لاحداث التحول المذكور ، وأن المادة الفعالة هى فى الواقع أنزيم (إفراز داخلى) يعرف بالزيماز تفرزه خلايا الخميرة . فاذا أضيف الزيماز (بدون الخميرة) إلى محلول الجلوكوز فانه يسبب تخمر المحلول وتحويله إلى كحول وثانى اكسيد الكربون .

وبالمثل يمكن تخمير محلول سكر القصب بواسطة الخميرة العادية (خميرة الخبز) لأنها تحتوى علاوة على الأنزيم السابق على أنزيم آخر يعرف بالأنفرتاز . وهذا الأخير يحول سكر القصب أولا إلى جلوكوز وفرتكوز ، وبعد ذلك يؤثر الأنزيم الآخر (الزيماز) على كل من السكرين الناتجين ويحولهما إلى كحول وثانى اكسيد الكربون .

$$ك_{١٢}\,يد_{٢٢}\,ا_{١١} + يد_{٢}\,ا \xrightarrow{\text{انفرتاز}} ك_{٦}\,يد_{١٢}\,ا_{٦} + ك_{٦}\,يد_{١٢}\,ا_{٦}$$

سكر القصب — جلوكوز — فركتوز

وتجرى هـذه العملية بأخذ محلول من سكر القصب (٨ ٪ بالوزن ،) ويضاف إليه مقدار من نبات الخميرة (مستحضرة من معمل البيرة مثلا ، فتكون مشتملة على المواد الغذائيـة الأخرى غير الموجودة بمحلول السكر) ، ثم يحفظ المزيج فى درجة ٣٠ مئوية لمدة ٢٤ ساعة ، ثم يصفى المحلول وتجرى عليه عملية التقطير ، ثم يؤخذ الكحول الناتج ويقطر ثانية لفصل ما به من الماء .



(شكل ٥)

الخميرة المعتادة نبات وحيد الخلية يتكاثر بالبرعمة

كذلك يمكن تخمير سكر الشعير بواسطة خميرة الخباز لأنهـا تحتوى على المالتاز ، وهو الأنزيم الخاص بتحليل هذا النوع من السكر .

أما سكر اللبن فلا يمكن تخميره بالخميرة العادية لأنها لا تحوى على الأنزيم اللازم لتحليله . كذلك النشا والدكسترين النقيان فهما غير قابلين للتخمر بالخميرة العادية .

وما الأنزيمات إلا مركبات كيميائية (غير حية) تولدها أنسـجة حية

من بعض أجزاء النبات أو الحيوان ، ومثلها الزيمـاز (Zymase) والأنفرتاز والمالتاز وغيرها ممـا سيأتى ذكره فى باب الهضم ؛ وهى تقوم مقام العوامل الوسيطة أو المساعدة ، فى أنها تساعد بعض التفاعلات الكيميائية دون أن يتغير تركيبها عند نهاية التفاعل ؛ والأنزيمات الهاضمة للطعام يصبح فعلها أشد ما يكون إذا كانت درجة الوسط الذى تعمل فيه قريبة من درجة الجسم ، فاذا انخفضت درجة الحرارة أو ارتفعت عن تلك الدرجة كثيراً فانها تصبح عديمة التأثير .

الزبدة والشحم وزيت الزيتون :

توجد المواد الدهنية منتشرة فى الطبيعة ، فهى توجد فى المملكة النباتيـة على هيئة سوائل مثل زيت الزيتون وزيت السمسم وزيت النخيل وزيت جوز الهند وزيت بذرة القطن وزيت الخروع ؛ أما فى الحيوانات فهى توجد فى

(شكل ٦)

مزارع جوز الهند بجزيرة تاهيتى ومنها يصدر زيت جوز الهند

الغالب فى صورة أجسام صلبة مثل دهن اللبن (الزبدة) ومثل شحم البقر وشحم الخنزير ، وقد توجد أيضاً فى صورة سوائل مثل الزيوت التى تستخرج من بعض الأسماك ؛ وتتركب جميع هذه المواد الدهنية من أملاح عضوية قاعدتها الجليسرين متحداً مع بعض الأحماض العضوية (١) .

الزبدة الصناعية :

وقد أمكن تحويل كثير من الزيوت السائلة ، مثل زيت بذرة القطن ، إلى مواد دهنية جامدة وذلك بتفاعل الزيوت مع الايدروجين باستخدام بعض العوامل المساعدة ، وتباع هذه الدهنيات باسم المرجرين (Margarine) أو الزبدة الصناعية ، وهى تستخدم فى الطهى والأكل بدلا من السمن والزبدة الطبيعيين ؛ أما زيت السمك فلا يصلح لعمل دهن لطهى الطعام لأنه بالتسخين يعطى روائح غير مقبولة . وكان منشأ استعمال المرجرين بدلا من الزبدة فى الأكل أن أن الحكومة الفرنسية عينت جائزة سنة ١٨٧٠ لمن يجد حيلتها بمادة دهنية صلبة تقوم مقام الزبدة بحيث تكون أرخص فى تكاليف إنتاجها ولا يصيبها الفساد بسرعة مثل الزبدة ؛ وقد فاز بهذه الجائزة كيماوى فرنسى يدعى ميج موريس ، فقد وجد هذا العالم أنه بتبريد شحم البقر بطريقة خاصة يمكن فصل الاستيارين الصلب من المادة الزيتية السائلة فى هذا الدهن ؛ ثم تبع ذلك كشف طريقة تحويل الدهنيات السائلة إلى مواد صلبة باتحادها مع الايدروجين ، وأصبح فى

(١) فالجليسرين مع حامض البيوتريك مثلا ينتج البيوترين ، وهو الدهن الذى يغلب فى اللبن والزبدة والسمن .

$$\underset{\text{جليسرين}}{\text{ك}_3\text{هـ}_5\text{ا}_3} + 3\,\underset{\text{حامض البيوتريك}}{\text{ك}_4\text{هـ}_8\text{ا}_2} \rightarrow (\underset{\text{بيوترين}}{\text{ك}_4\text{هـ}_7\text{ا})_3\text{ك}_3\text{هـ}_5} + 3\,\text{هـ}_2\text{ا}$$

والجليسرين مع حامض الاستياريك ينتج الاستيارين ، وهو الدهن الذى يغلب فى شحوم الحيوانات .

استطاعة الكيماويين تحضير أنواع متعددة من الزبدة الصناعية من أى مادة دهنية توجد تحت أيديهم ؛ فهم يصنعون زبدة رخوة نوعا ما كى يسهل استعمالها فى فصل الشتاء ، وزبدة جامدة كى تتحمل حرارة الصيف وهكذا . هذا والزبدة الصناعية تعادل الطبيعية تماماً فى قابليتها للهضم ، وتمد الجسم بنفس المقدار من الطاقة والحرارة (٤٢٠٠ سعراً لكل رطل) ، ولكنها لا تحتوى على الڤيتامينات الثمينة التى توجد فى الزبدة الطبيعية ، ولكن يقابل ذلك أن الأخيرة قد تكون ملوثة ببعض جراثيم التدرن التى قد توجد فى اللبن الذى صنعت منه . والجدول الآتى يبين متوسط تركيب الأنواع المختلفة من المرجرين التى تباع الآن فى الأسواق .

شحم حيوانى صلب	٢٥ ٪
دهن نباتى صلب	٣٥ ٪ (٢٩ من تراب جوز الهند و٦ من نوى البلح)
دهن نباتى سائل	٢٦ ٪ (١٣ من بذرة القطن و٧ من الفول السودانى و٦ من السمسم)
لبن وماء وملح	١٤ ٪
	١٠٠

خواص المواد الدهنية :

تتركب المواد الدهنية من ثلاثة عناصر وهى : الكربون والايدروجين والاكسجين ، غير أن نسبة الايدروجين والاكسجين فيها ليست النسبة بينهما فى الماء . وجميعها أخف من الماء وعديمة الذوبان فيه ، ولكنها تذوب فى المذيبات العضوية مثل الكحول والاثير والبنزين . وهى تنصهر بسهولة بفعل الحرارة إذا كانت صلبة ، وباستمرار التسخين يتصاعد منها أبخرة نتيجة تحللها ، وهذه المواد التطايرة قابلة للاشتعال .

وتتفاعل المواد الدهنية مع القلويات فينتج من تفاعلها صابون وجليسرين[١] .

وتتحلل بفعل بخار الماء الساخن المضغوط ، وينتج من تحللها جليسرين والحامض العضوى الذى يتكون منه الدهن[٢] .

تزنخ الدهن :

وإذا تركت المواد الدهنية فى الهواء مدة من الزمن فانها تزنخ ، ويصبح تأثيرها حامضياً فى عباد الشمس ؛ ويعزى هذا التأثير إلى أن الدهن يصبح وسطاً ملائماً لنمو بعض أنواع البكتيريا التى تحلل الدهن إلى الأحماض الدهنية المتقدمة ، وهذه تكسبه الرائحة الزنخة[٣] ؛ وتتحلل المواد الدهنية فى القناة الهضمية بواسطة بعض الأنزيمات إلى المركبات السابقة .

الزبدة والقشدة :

ويحتوى اللبن على نحو ٤ ٪ من وزنه من المواد الدهنية ، وهى خليط من مركبات جليسرينية لمدة أحماض دهنية ، منها حامض البيوتريك والپالمتيك والأوليك والاستياريك وغيرها ، وتوجد هذه المواد الدهنية على هيئة حبيبات دقيقة عالقة باللبن ، وإذا ترك اللبن مدة من الزمن فان جميع المواد الدهنية تطفو على سطحه (لأن وزنها النوعى أقل) وتكون طبقة كثيفة بعض الشىء

(١) $(ك_{١٧}\,هـ_{٣٥}\,ك_{١١})_{٣}\,ك_{٣}\,هـ_{٥} + ٣\,س\,اهـ \rightarrow ٣\,ك_{١٧}\,هـ_{٥}\,ك_{١١}\,اس + ك_{٣}\,هـ_{٥}\,(اهـ)_{٣}$

استيارين — ايدركسيد الصديوم — ستيارات الصديوم (صابون) — جليسرين

(٢) $(ك_{١٧}\,هـ_{٣٥}\,ك_{١١})_{٣}\,ك_{٣}\,هـ_{٥} + ٣\,اهـ_{٢} \rightarrow ٣\,ك_{١٧}\,هـ_{٣٥}\,ك_{١١}\,اهـ + ك_{٣}\,هـ_{٥}\,(اهـ)_{٣}$

استيارين — حامض الاستياريك — جليسرين

(٣) يمكن إزالة الرائحة الزنخة بمعالجة الزبد بمحلول بيكربونات الصديوم كى يتعادل مع الأحماض التى تسبب الرائحة ؛ أو باصرار بخار الماء الساخن على الزبد .

تعرف بقشدة اللبن ، وهى تحتوى غير الدهن على بعض بروتين اللبن وسكره ، وعند خض القشدة أو فرز اللبن ، تتجمع الحبيبات السالفة وتلتحم مع بعضها مكونة دهناً جامداً متماسكا وهو الزبدة ؛ وفى الجدول الآتى تحليل متوسط لكل من المادتين الدهنيتين القشدة والزبدة .

المادة	القشدة	الزبدة
ماء	٧٢٫٣ ٪	١١ ٪
بروتين	٢٫٥ »	١ »
دهن	١٩ »	٨٥ »
سكر	٤٫٥ »	٠٠
أملاح معدنية	١٫٧ »	٣ »

السمن :

يتبين من الجدول المتقدم أن الزبدة ليست دهناً نقياً ، بل تحتوى على ماء وبروتين وأملاح ، فاذا سخنت تسخيناً كافياً فانها تنصهر ، ويبخر جميع ما بها من الماء ، ويرسب ما بها من الأملاح والبروتينات (هذا الراسب هو ما يعرف بالمورتة) ؛ ويتجمد السائل المتبقى عندما يبرد وهو ما يعرف بالسمن ، وعلى ذلك يعتبر السمن دهناً خالصاً (١٠٠ ٪) ، وهو مخلوط من عدة أحماض دهنية منها حامض البيوتريك والأوليك والبالمتيك والاستياريك متحدة مع الجليسرين .

اللحوم والبيض والجبن :

يحتوى البيض واللحم والجبن والعدس والفول وكثير غيرها من المأكولات

على مواد تشبه فى التركيب والخواص زلال البيض وتعرف بالمواد البروتينية ، وهى مواد معقدة التركيب توجد فى أنسجة النباتات والحيوانات لأنها ضرورية لنمو خلاياها . وتحتوى على عناصر الكربون والإيدروجين والاكسجين والنتروجين ، وبعضها يحتوى علاوة على العناصر المتقدمة على الكبريت والفوسفور والحديد . ومعظم البروتينات معقدة التركيب ، ويتعسر قياس أوزانها الجزيئية بالطرق العادية . وقد قيست الأوزان الجزيئية للبروتينات حديثاً بطريقة الضغط الأسموزى وبذا استخرجت القوانين الكيميائية لبعض البروتينات الهامة .

النبات والحيوان :

والنباتات على وجه العموم لها القدرة على صنع البروتينات من أملاح نتروجينية غير عضوية تمتصها من التربة التى تنمو بها . وطريقة صنع النبات لهذه البروتينات المعقدة من مواد بسيطة غير عضوية ليست معلومة للكيميائيين على وجه التحديد . أما الحيوان وهو يتركب من نفس المواد الحية التى يتركب منها جسم النبات ، فليست له القدرة على صنع البروتينات من مواد غير عضوية فالانسان وجميع الحيوانات تعتمد فى غذائها البروتينى على النبات أو على بعض الحيوانات الأخرى ، وبمعنى آخر فان النبات يصنع البروتينات من مواد غير حية ويوصلها إلى الحيوان .

وتهضم المواد البروتينية بتأثير بعض الأنزيمات فى القناة الهضمية مثل الببسين (فى العصارة المعدية) ، والتربسين (فى العصارة البنكرياسية) ، فتتحول فى النهاية إلى بوليبتيدات وأحماض أمينية ، والأخيرة سهلة الامتصاص ، تمتصها الأوعية الدموية فى الأمعاء ، وتسير مع الدم كى توزع على أنسجة الجسم ،

أما المواد التالفة الناتجة من احتراق البروتينات ، كالبولينا وغيرها ، فيحملها الدم إلى أعضاء الاخراج الخاصة بها .

والبروتينات على العموم تتحلل بالحرارة ويتصاعد منها غاز النشادر وثانى أكسيد الكربون ، ومن بعضها غاز كبريتور الايدروجين ، وإذا تركت مدة فى الهواء تعفنت وتصاعد منها النشادر وكبريتور الايدروجين ، فينشم منها الرائحة الكريهة .

أنواع البروتينات :

وتقسم البروتينات إلى ثلاثة أقسام ، وكل قسم يحوى عدة فصائل ، وكل فصيلة تشمل عدداً منوعاً من البروتينات ، ومن ذلك يتبين أن هناك عدداً كبيراً جداً من البروتينات تختلف فى تركيبها وخواصها . فالأقسام الثلاثة الأولى هى :

(١) البروتينات البسيطة .
(٢) البروتينات المركبة .
(٣) البروتينات المشتقة .

(١) البروتينات البسيطة . وتشمل الفصائل الآتية :

(ا) فصيلة الألبومينات : وهى قابلة للذوبان فى الماء ، وإذا وضعت فى ماء ساخن تحولت إلى أجسام نصف صلبة ، ويقال عندئذ أنها تخثرت . وهى توجد فى بياض البيض ؛ وفى الدم ، وفى القمح والعدس والبسلة وغيرها ؛ ويمكن ترسيبها من محاليلها باضافة محلول من أحد أملاح النحاس أو الرصاص أو الزئبق ؛ ولذا يؤخذ بياض البيض عادة عند التسمم بأحد هذه الأملاح .

(ب) فصيلة الجلبيولينات : وهى غير قابلة للذوبان فى الماء ، ولكنها تذوب فى محاليل الأملاح (كمحلول ملح الطعام) ؛ وهذا يفسر سبب ذوبانها فى السوائل

التى فى جسم الحيوان ؛ وهى توجد فى صفار البيض واللبن ، ومصل الدم ، وفى أنسجة العضلات ، وفى بعض الحبوب كالذرة والقرطم ، وبعض الخضروات كالفاصوليا .

(ج) فصيلة الجلوتلينات : وهى بروتينات بسيطة لا تذوب فى الماء أو الكحول أو محاليل الأملاح المتعادلة ، ولكنها تذوب بسهولة فى محاليل الأحماض والقلويات ؛ وهى توجد فى بعض الحبوب كالقمح والأرز .

(٢) البروتينات المركبة : ومنها ما يأتى :

(أ) الفوسفوبروتينات : وهى تحتوى على عنصر الفوسفور ، ولها خواص حامضية ، ولا تذوب فى الماء وتذوب فى المحاليل القلوية ، ولا تتجلط بالتسخين ؛ وهى توجد فى صفار البيض وفى الكازين (بروتين اللبن والجبن) .

(ب) الهموجلوبينات : وهى بروتينات مركبة تحتوى على مادة بروتينية وهى الجلوبين ، متحدة مع مادة نتروجينية أخرى غنية بالحديد ، وهى الهماتين ؛ وهى توجد فى كرات الدم الحمراء .

(٣) البروتينات المشتقة :

تتفاعل البروتينات مع الماء (بفعل الأنزيمات أو الأحماض غير العضوية) ، وينتج من تفاعلهما مركبات أصغر فى الوزن الجزيئى وأبسط فى التركيب تعرف بالبروتينات المشتقة ؛ ويحدث هذا التفاعل على دفعات متتالية ، فالمركبات الناتجة من التحليل الأول تسمى ميتا بروتينات ، ثم تتولد البروتيوزات ، وهذه مع الماء تنتج الببتونات ، وثالثاً تتكون البوليببتيدات ، وأخيراً تتكون الأحماض الأمينية .

الكشف عن بعض العناصر فى البروتينات :

(١) الكشف عن النتروجين : يجفف البروتين جيدا ويسحق ، ثم يمزج

بالصودا الجيرية (Soda lime) ، ثم يسخن المزيج فيتحول النتروجين إلى غاز النشادر ، يمكن ادراكه بتأثيره فى عباد الشمس .

(٢) الكشف عن الكبريت : يحول الكبريت العضوى إلى ملح كبريتور قلوى باغلاء البروتين بضع دقائق مع محلول ايدركسيد البوتاسيوم أو الصديوم ، ثم يرشح المزيج ويضاف إلى الراشح محلول خلات الرصاص فيتكون راسب أسود من كبريتور الرصاص . أو يصهر البروتين مع خليط صهار (مركب من جزئين من كربونات الصديوم مع جزء من أزوتات البوتاسيوم) ، فيتأكسد الكبريت العضوى إلى ملح كبريتات يكشف عنه بالتفاعلات الخاصة بهذا الأساس الحامضى .

(٣) الكشف عن الفوسفور : امزج البروتين (صفار البيض مثلا) مع خليط الانصهار السابق ثم انقل المزيج إلى بودقة وسخنه جيدا ، فيتحول الفوسفور العضوى إلى ملح فوسفات . أضف إلى الناتج ، بعد الترشيح ، محلول مولبيدات الأمنيوم مع قليل من حامض الأزوتيك وسخن فإن تكون راسب أصفر دل ذلك على وجود الفوسفور فى البروتين .

الكالسيوم والفوسفور والحديد :

وتحتوى الأغذية زيادة ، على ما تقدم ، كميات صغيرة من بعض الأملاح المعدنية التى تدخل فى كثير من العمليات الحيوية فى الجسم ؛ فأملاح الكالسيوم والفلور ضرورية لبناء الهيكل العظمى وتقوية غضاريف العظام وألياقها ؛ والفسفور لتقوية المجموع العصبى ؛ والحديد لتحضير هموجلوبين الدم ؛ وكلورور الصديوم لازم لتكوين حامض الكلورديك الذى يكون جزءا أساسياً من العصارة المعدية الهاضمة ؛ ومركبات اليود لتحضير افرازات الغدة الدرقية ؛ والفوسفات لحفظ قلوية الدم ، وكربونات الصديوم لإزالة غاز حامض الكربونيك من الجسم وفى بعض عمليات الغسيل والتنظيف داخل الجسم ؛ وهذه الأملاح توجد فى

كثير من الخضر كالكرنب والسباغ والبسلة ؛ وتوجد أيضاً فى اللحوم واللبن والجبن وغيرها .

تحول الأغذية :

وأنواع الأغذية التى تقدمت ؛ وهى المواد الكربوايدراتية والدهنية والبروتينية ؛ نأكلها عادة على هيئة أجسام صلبة أو مواد غير قابلة للذوبان فى الماء ؛ وحيث أن هذه الأغذية توزع على جميع أنسجة الجسم بواسطة الدم ، فيجب أن تتحول إلى مواد سهلة الذوبان حتى يمكن امتصاصها من القناة الهضمية وانتقالها إلى الدورة الدموية ؛ فهذا التحول من صورة غير قابلة للذوبان إلى صورة أخرى سهلة الذوبان وقابلة للامتصاص هو ما يعرف بهضم الطعام وسنتكلم عنه بشىء من التفصيل فى الباب التالى .

هضم الطعام

الهضم — الامتصاص — الاحتراق والتمثيل — البول
الكرى — قلوية الدم — دورة التروجين فى الجسم

يقصد بالهضم جميع التغيرات التى تطرأ على الطعام بعد دخوله الفم إلى أن يخرج الجزء المتبقى منه من فتحة الشرج ؛ والامتصاص[1] معناه نفوذ الجزء المهضوم من الطعام من الجهاز الهضمى إلى الدورة الدموية ؛ وبعد امتصاص الطعام يتحد جزء منه بالأكسجين لتوليد الحرارة والطاقة اللازمتين للجسم ؛ ويتحول الجزء الباقى إلى مواد معقدة تستخدم فى بناء أنسجة جديدة ، وهاتان العمليتان تعرفان بالتمثيل . وعلى ذلك تكون التغيرات الأساسية التى تطرأ على الطعام بعد دخوله الفم ثلاثة وهى :

(١) الهضم .
(٢) الامتصاص .
(٣) التمثيل .

فالعملية الأولى وهى الهضم ؛ الغرض منها تحويل الأطعمة من أجسام صلبة غير قابلة للذوبان فى الماء إلى مواد سهلة الذوبان ؛ ومن مركبات معقدة إلى مواد بسيطة ، حتى تستطيع أن تنفذ من جدار القناة الهضمية . ويسهل على الأنسجة الاستفادة بها عند ما يحملها الدم إليها .

والعوامل التى تحدث هذا التغير بعضها ميكانيكى كالتمزيق فى الفم ، والطحن فى المعدة ، والترليق فى الامعاء ؛ وبعضها طبيعى كالذوبان ؛ وبعضها كيميائى

(١) تنفذ الأطعمة — بعد تحويلها بالعصارة الهاضمة إلى مواد سهلة الذوبان — خلال الجدر المخاطية للأمعاء بواسطة عمليات ثلاث ، وهى الانتشار والضغط الأسموزى والامتصاص . (diffusion, osmosis & absorption)

مثل التفاعلات الكيميائية التى تطرأ على مواد الطعام . وأعضاء الهضم هى :

(١) الفم بما فيه الغدد اللعابية .

(٢) المعـــدة .

(٣) الامعاء الدقيقة ، ومعها الكبد والبنكرياس .

(٤) الامعاء الغليظة وهى تنتهى بفتحة الشرج .

الفم واللعاب :

يبتدئ هضم المواد الكربوايدراتية فى الفم ، والمادة الهاضمة هنا هى اللعاب ، وهو سائل تفرزه بعض الغدد التى توجد فى جوانب الفم ، اثنان منها تحت اللسان ، واثنان تحت الفك السفلى من الجانبين ، واثنان تحت الأذنين ؛ وهذه الغدد تعرف بالغدد اللعابية ، وهى تمتص من الدم المواد التى تحتاج إليها ، ومنها تحضر اللعاب ، وترسله فى أنابيب دقيقة تنتهى بفجوة الفم ، وهناك يمتزج بالطعام عند مضغه[1] .

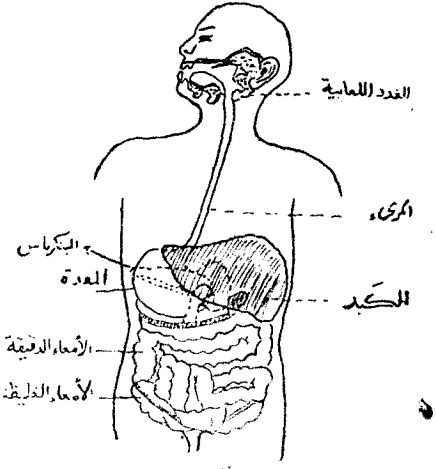
واللعاب سائل عديم اللون قلوى التأثير قليلا ؛ ويتركب من مادة بروتينية (الميوسين) ، وأنزيم يعرف بالبتيالين[2] (اللعابين) ، وبعض أملاح مثل ملح الطعام وفوسفات الصـديوم وقليل من سلفوسيانيد البوتاسيوم . وتأثير اللعـاب الكيميائى أنه يتفاعل مع المواد الكربوايدراتية غير القابلة للذوبان ، ويحولهـا إلى مواد سهلة الذوبان ، مثل الدكسترين ، والمالتوز

(١) الأطعمة الجافة والصلبة اليابسة هى خير ما يساعد على إفراز اللعاب ، أما الأطعمة الرخوة فإنها تسبب إفرازاً قليلا من هذا السائل ، كذلك الأطعمة الحامضية تزيد عادة من هذا الافراز .

(٢) البتيالين لفظ يونانى قديم معناه البصاق .

أو سكر الشعير ؛ ويستمر تأثير اللعاب فى الطعام بعد مغادرته الفم ونزوله إلى المعدة .

وعند ما يصل الطعام إلى المعـدة ، يمتزج هناك بالعصارة المعدية التى تحتوى على حامض الكلوردريك ؛ وهذه العصارة من شأنها أن توقف عمل أنزيمات اللعاب ، لأن هذه الأخيرة لا تعمل إلا فى وسط قلوى ؛ بيد أنه لما كانت العصارة المعدية تُفرز من جدار المعدة وتستغرق زمناً ما لتتخلل كتلة الطعام ،



(شكل ٧)

وتصل إلى جميع أجزائه ، أمكن القول بأن هضم المواد النشوية يستمر داخل المعدة ، بواسطة أنزيمات اللعاب ، إلى ما بعد تناول الطعام بنحو نصف ساعة .

وعند ما يصل الطعام إلى الأمعاء يؤثر فيه نوعان من العصارات الخاصة بهضم المواد النشوية ، فالعصارة الأولى تأتى من غدة البنكرياس ، وتصب فى قمة الأمعاء الدقيقة ، وهى قلوية التأثير لما تحويه من ملح كربونات الصديوم ؛ وتحوى أيضاً أنزيماً خاصاً يعرف بالأميلوبسين ، وفائدته هضم النشا الذى لم يصل إليه اللعاب فى الفم ، أو الذى هضمه اللعاب هضماً ناقصاً ، فهو يحول كلا من النشا والديكسترين إلى سكر الشعير ؛ ويغلب على الظن أن عمله فى هضم النشويات أسرع من البتيالين .

والعصارة الثانية ، وتعرف بالعصارة المعوية ، تخرج من غدد صغيرة متصلة بجدار الأمعاء نفسها ؛ وهى قلوية التأثير أيضاً ، وتحتوى على ثلاثة أنزيمات تساعد على إتمام هضم المواد النشوية والسكرية وهى :

(١) أنزيم الأنفرتاز ، وهو يحول سكر القصب إلى سكرى الجلوكوز والفركتوز .

(٢) أنزيم اللتاز ، وهو يحول سكر الشعير إلى جلوكوز .

(٣) أنزيم اللكتاز ، وهو يحول سكر اللبن إلى جلوكوز وجلكتوز .

أى أنه خلال عمليات الهضم ، تتحول المواد النشوية وأنواع السكر المركبة ، إلى أنواع السكر البسيطة (جزيئاتها صغيرة نسبياً) ، التى أغلبها الجلوكوز ؛ وعلى هذه الصورة الأخيرة تمتص جميع المواد النشوية والسكرية التى نأكلها ، خلال جدر الأمعاء ، وتنتقل إلى الدورة الدموية بواسطة الأوعية الشعرية الموجودة بالقناة الهضمية ؛ ويغلب على الظن أن الكبد هو أول عضو فى الجسم يستقبل الكربوايدرات المهضومة ، لأن من وظائفه أن يخزن جانباً منها ، كى يمد به الجسم عند الحاجة .

ولتخزين السكر فى الكبد ، يحول أولاً إلى مادة غير قابلة للذوبان ، يقال لها جليكوجن ، أو النشا الحيوانى ، وذلك بواسطة أنزيم خاص تفرزه

خلايا الكبد[1] ؛ وهذا التحول من سكر بسيط إلى كربوايدرات مركب ، هو عكس ما يحدث عند تحليل النشا إلى جلوكوز .

وهذا النشا الذى يخزن فى الكبد والعضلات ، يأخذه الدم شيئاً فشيئاً ، كى يحل محل الكربوايدرات التى تحترق باستمرار داخل الجسم ؛ ولكن قبل أن ينتقل الجليكوجن إلى الدم ، يجب أن يتحول ثانية إلى جلوكوز ، بفعل أنزيم آخر فى الكبد ؛ أى أن الكبد وظيفته تنظيم مقدار الجلوكوز اللازم وجوده فى الدم[2] ، فهو يخزن ما يزيد عن هذا المقدار ، كى يمد به الجسم ثانية وقت الحاجة .

ثم يسرى الجلوكوز مع الدم ، وينتشر فى الأنابيب الشعرية التى تتخلل الأنسجة حتى يصل إلى الخلايا ، وهنالك يؤثر عليه أنزيم فى الخلية ، فيفقد جزيئاً من الماء ، ويتحول إلى كربوايدرات غير قابل للذوبان ومماثل للجليكوجن المخزون فى الكبد ، ويبقى راسباً فى الخلية حتى يحتاج إليه الجسم فيتحول إلى جلوكوز ، بواسطة أنزيم آخر فى الخلية ، ثم يحترق إلى غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء .

وإذا زادت المواد النشوية التى يأكلها الشخص زيادة كبيرة عن المقدار الذى يستهلكه الجسم ، فإن بعضاً من الكربوايدرات الزائدة قد تتحول داخل الجسم إلى دهن ؛ والتفاعلات الكيميائية التى تتضمن هذا التغيير ليست مفهومة تماماً فى الوقت الحاضر ، ولكن التجارب التى أجريت فى هذا

---

(١) وتقوم العضلات أيضا بهذه العملية ، أى أنها تستخلص الجلوكوز من الدم وتحوله بفعل الانزيمات إلى جليكوجن تخزنه فى أنسجتها .

(٢) هناك كمية معينة من السكر حول (٠,١٪) تدور باستمرار مع الدم ، وكلما استهلكت الانسجة مقدارا من السكر ، حول الكبد جزءاً من الجليكوجن المخزون به إلى جلوكوز ، وبذلك تبقى النسبة المتقدمة فى معدل ثابت .

العدد ، أثبتت أن الدهن يمكن أن يتولد داخل جسم الحيوان نتيجة غذاء كربوايدراتى .

ويمكن تلخيص العمليات المتقدمة الخاصة بهضم المواد الكربوايدراتية وتمثيلها فيما يأتى :

أولا : الهضم :

	الانزيم	الوسط الذى يحمله	أين يؤثر	نوع التفاعل	المواد التى يؤثر عليها	المواد التى تنتج
(١)	البتيالين	اللعاب	الفم	قلوى قليلا	النشا	دكسترين وسكر الشعير
(٢)	الاميلوبسين	العصارة البنكرياسية	الأمعاء الدقيقة	»	النشا والدكسترين	سكر الشعير
(٣)	الملتاز	العصارة المعوية	» »	»	سكر الشعير	جلوكوز
(٤)	الانفرتاز	» »	» »	»	سكر القصب	جلوكوز وفركتوز
(٥)	اللكتاز	» »	» »	»	سكر اللبن	جلوكوز وجلكتوز

ثانياً : التمثيل :

(١) تخزن الكربوايدرات فى صورة نشأ حيوانى وهو الجليكوجن .

(٢) يحول هذا النشأ إلى جلوكوز ويسير فى الدورة الدموية إلى أنسجة الجسم ، وهناك يخزن ثانية على هيئة جليكوجن ، حتى يحتاج إليه الجسم ، وعند ذلك يتحول إلى جلوكوز ويحترق .

(٣) الكربوايدرات الزائدة عن حاجة الجسم ، يمكن أن تتحول إلى دهن داخل الجسم .

البول السكرى :

إذا زادت كمية الكربوايدرات التى يأكلها الشخص زيادة كبيرة عما يستطيع الكبد والأنسجة خزنه ، فقد تزيد كمية السكر فى الدم عن المعدل المعتاد ، ويصحب ذلك ظهور السكر فى البول ؛ ولكن هذه الزيادة تزول وينعدم السكر فى البول بمجرد رجوع الشخص إلى الاعتدال فى تناول كمية النشويات . بيد أن بعض الأشخاص يتكرر خروج السكر فى بولهم بدون انقطاع ، حتى مع الاعتدال الزائد فى تناول المواد السكرية والنشويات ، وهذا مع بعض أعراض أخرى ، يدل على اصابتهم بداء خاص يعرف بالديابيتس أو البول السكرى ، وهو ينشأ من عجز الجسم عن حرق جميع الكربوايدرات التى يأكلها الشخص ، فتتراكم فى الدم وتخرج فى البول .

وقد تقدم لك أن الجليكوجن الذى تخزنه أنسجة الجسم ، يجب أن يتحلل أولا إلى جلوكوز بواسطة بعض الأنزيمات ، حتى يمكن احتراقه وتأكسده ، ولكن هذه الأنزيمات ليس لها دخل فى عملية التأكسد ذاتها ، وإنما يحدث التأكسد بواسطة إفراز آخر داخلى (هرمون) تفرزه غدة البنكرياس[1] ، فاذا انقصت كمية هذا الهرمون فى الجسم عن حد معين ، تخلف بعض السكر فى الدم دون أن يحترق ، ويصاب الشخص عندئذ بالبول السكرى . وقد قام العالمان ف . باتنج و ك . بست ، بجامعة تورنتو بعدة تجارب على الكلاب ، فوجدا أنه عند استئصال الغدة المذكورة من الكلب ، تظهر عليه مباشرة أعراض هذا الداء ؛ وبعد مجهود متواصل تمكنا من استخلاص مادة تسمى الأنسولين من بنكرياس بعض الحيوانات (الثيران والغنم والخنازير) ؛

(١) وهو غير الإفراز الخارجى الذى تفرزه هذه الغدة فى الأمعاء ، وتقدم ذكره فى هضم النشويات .

وعند حقن المصابين بهـا عادت عملية الاحتراق عندهم إلى حالتها العادية ؛ وقد أسدت هذه المادة خدمات جليلة للانسانية ، وبواسطتها يعالج آلاف من المصابين فى جميع بقـاع الأرض ، لتخفيف وطأة المرض عنهم . وجامعة تورنتو هى الوحيدة التى تقوم بتحضير الأنسولين ، وذلك لتضمن جودته ونقاوته ، فلا تتعرض صحة المصابين للخطر .

الكشف عن السكر فى البول :

يكشف عن السكر فى البول بواسطة محلول فهلنج ، ويتركب هذا المحلول من مزيج من كبريتات النحاس وملح روشل (طرطرات الصديوم والبوتاسيوم) ، مع إيدروكسيد الصديوم أو البوتاسيوم ؛ فعند إضافة هذا المحلول إلى البول الذى به سكر (جلوكوز) وتسخين[1] المزيج يتكون راسب أحمر من أكسيد النحاسوز . وتفسير التفاعل أن القلوى يتفاعل مع ملح النحاس مكوناً إيدروكسيد النحاس الذى يتفاعل مع الطرطرات مكوناً طرطرات النحاسيك ، وهذا الأخير يذوب فى القلوى مكوناً محلولا أزرق قاتما ، وعند التسخين[2] يتحلل هذا الملح ويختزل بالجلوكوز إلى أكسيد النحاسوز ، أما الجلوكوز فيتأكسد إلى بعض الأحماض العضوية مثل حامض الكربونيك والتليك والأكساليك .

تحضير ملح فهلنج :

محلول (أ) : أذب ٣٤٫٦٤ جم من كبريتات النحاس المتبلورة النقية فى

(١) يسخن كل من المحلولين (فهلنج والبول) على حدة ، ثم يضافان إلى بعضهما ، فان تكون راسب ملون (أصفر أو أحمر) كان الاختبار موجبا (وهذا الاحتياط لازم لوجود مواد مختزلة فى البول غير السكر) .

(٢) ٢ نح (أد)٢ ← نح٢ أ (أكسيد النحاسوز) + د٢ أ + ا وهذا الأكسيجين يؤكسد الجلوكوز .

كمية صغيرة من ماء يغلى ، وخفف المحلول إلى ٥٠٠ سم٣ .

محلول (ب) : أذب ١٧٥ جم من ملح روشل النقى (طرطرات الصديوم والبوتاسيوم) ، و٥٠جم من إيدروكسيد الصديوم فى ماء ساخن ، وخفف المحلول إلى ٥٠٠ سم٣ . ثم احفظ كل محلول على حدة ، مع إحكام السداد ؛ وعند الاستعمال يضاف حجمان متساويان منهما إلى البول ؛ ولتعيين كمية السكر فى محلول ما ، يوضع هـذا المحلول (البول مثلا) فى سحاحة ، ويضاف تدريجيا إلى حجم معلوم من محلول فهلنج الساخن لدرجة ١٠٠ حتى يتغير لونه[1] ، ومعرفة درجة تركيز محلول فهلنج يمكن حساب كمية السكر فى المحلول الذى تحت الفحص .

المواد الدهنية : هضمها وتمثيلها :

ليس للعصارة التى تفرزها الغـدد اللعابية أى تأثير على المواد الدهنية ؛ وعلى ذلك فهى تصل إلى المعدة دون أن يصيبها تغيير ما ، وقد يهضم جزء منها فى المعـدة[2] إذا كانت على هيئة مستحلب أو حبيبات دقيقة (كما فى اللبن وصفار البيض والقشدة) ، ولـكن العضو المختص بهضم جميع المواد الدهنية سائلة كانت أم صلبة هو الامعاء الدقيقة ، فهناك يؤثر عليها عصارة آتية من غدة البنكرياس ، تحمل أنزيما يسمى ستيابسين (ويعرف أيضاً بالليباز) ، وهـذا الأنزيم يحلل المادة الدهنية إلى أحماض دهنية[3] وجليسرين ، وإذ كانت العصارة المعوية قلوية

(١) ولتعيين نقطة التعادل بدقة يستعمل كاشف خارجى من حديد وسيانيد البوتاسيوم مع بعض من حامض الخليك المركز .

(٢) يحدث ذلك بواسطة أنزيم فى العصارة المعدية يسمى الليباز المعـدى (وهو غير الليباز الذى يفرزه البنكرياس ويؤثر فى الامعاء) ، وهو ضعيف التأثير جدا ، ولـكنه يساعد الحامض المعـدى على إذابة جدر الخلايا الدهنية المحيطة بالدهن ، ليسهل تأثير العصارات المختلفة عليه .

(٣) (ك١٧ د٣٥ ك ا)٣ ك٣د٥ + ٣د٢ ا ← ٣ ك١٧د٣٥ ا٢ + ك٣ د٥ (ا د)٣

ستيارين حامض الاستياريك جليسرين

(لاحتوائها على كربونات الصديوم) فان الأحماض الدهنية الناتجة تتحد مع القلوى وينتج من اتحادها صابون[1] ؛ والصابون الناتج من تصبن كمية الدهن الأولى التى تصل إلى الأمعاء ، يساعد على تجزئة الدهن الذى يليه إلى حبيبات صغيرة ، وبذلك تزيد مساحة سطح الدهن المعرض لتأثير الصفراء .

الصفراء :

والصفراء سائل عنروى يفرزه الكبد ، ويخزن مؤقتاً فى كيس خاص ، يعرف بالحويصلة الصفراوية ؛ وهذا السائل قلوى التأثير ، ويتركب من أملاح صديومية لعدة أحماض عضوية ، أهمها حامض التوركوليك (Taurocholic) ، وحامض الجليكوكوليك (glychocholic) ، مع كولسترين ومخاط وبعض أصباغ ، وهو ينتقل إلى الأمعاء بقناة تصل ما بينها وبين الحوصلة ، وتعرف بالقناة الصفراوية[2] ، ووظيفة الصفراء ليست معلومة على وجه التحديد ، ولكن يظهر أن وظيفتها مزدوجة ، فهى تساعد على الهضم ، وفى الوقت نفسه تساعد على الابراز ؛ فأما فى الهضم فيظهر أنها تنشط اللبياز فى العصارة البنكرياسية وتساعده على تحليل المواد الدهنية ؛ كما أنها تخفض مقدار التوتر السطحى بين جزئيات الدهن والماء ، وبذلك تساعد على امتزاجهما وامتصاص المادة الدهنية ؛ وأما مساعدتها فى الابراز فهى تعمل كملين طبيعى ، لأنها تنبه الغدد المعوية وتزيد من إفرازها ، وبذلك تساعد الأمعاء على دفع محتوياتها وإخراج المواد البرازية .

(١) ص٣ ك١م + ٢ ك١٧ ا٣٥ ا٣ اد ⟵ ٢ ك١٧ ا٣٥ ا٣ اص + ك١م + ا اد٣
كربونات الصديوم حامض الاستياريك صابون

(٢) يحدث فى بعض الأحيان أن تنسد القناة الصفراوية (بواسطة برد أو حصاة أو ديدان أو ضغط الأعضاء المجاورة) ، وعند ذلك تفيض الصفراء ويمتصها الدم فيصفر الوجه وباقى أنسجة الجسم ، وهذا ما يعرف بمرض اليرقان أو الصفراء ، ويترتب على عدم وصول الصفراء إلى الأمعاء أن يرتبك هضم المواد الدهنية فتخرج مع البراز بدون هضم .

وعند ما يتم هضم المواد الدهنية ، تكون قد تحولت جميعها إلى أحماض دهنية وصابون وجليسرين ، وهذه المواد الثلاثة سهلة الذوبان ، فتمتصها جدر الأمعاء . وفى خلال عملية الامتصاص تتحد الأحماض الدهنية بالجليسرين ثانية مكونة مواد دهنية خاصة بجسم الانسان ، وتختلف عن المواد الدهنية التى يأكلها فى غذائه ؛ ثم تنفذ الحبيبات الدهنية خلال الأوعية اللبنية إلى الدم ، وتمر معه على جميع أنسجة الجسم[1] ، وقد يحدث أن يحترق بعضها مباشرة إلى غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء ، ولكن الجزء الأكبر منها تخزنه أنسجة الجسم كوقود احتياطى ، وعند ما يحتاج إليها الجسم تحترق المركبات السابقة ، ويتولد من الاحتراق الحرارة والطاقة اللازمتان للجسم .

ويحسن الاشارة هنا إلى أن المواد الكربوايدراتية لها بعض التأثير فى تمثيل المواد الدهنية ؛ فاذا نقصت المواد الأولى فى الغذاء أو لم يتم تمثيلها داخل الجسم ، فان تأكسد المواد الدهنية لا يحدث على الوجه الأكمل ، ويترتب على ذلك تجمع مواد سامة (مركبات الأسيتون) فى الجسم ، وأعراضها الصفراء والغثيان ؛ وهذا هو السبب فى أننا لا نأكل المواد الدهنية منفردة فى الطعام ، بل تكون مصحوبة دائماً بالمواد النشوية كالخبز والبطاطس ؛ أما الأشخاص المصابون بابيول السكرى ، فحيث أنهم يعجزون عن تمثيل الكربوايدرات تمثيلا كاملا ، فإن المركبات الضارة المتقدمة تتجمع فى الجسم وتسبب حموضة الدم[2] والمعدة ؛ وإذا حقن الأنسولين فى الجسم فإن تمثيل المواد النشوية يصبح كاملا ، وعند ذلك يتم احتراق المواد الدهنية إلى ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء .

وتعتبر المواد الدهنية أصعب المواد الغذائية هضما ، لأن هضمها لا يبتدئ إلا

(١) المواد الدهنية هى الوحيدة بين أنواع الأغذية المهضومة التى لا تمر خلال الكبد قبل توزيعها على الأنسجة .

(٢) عند ما نقول حموضة الدم نقصد أن قلويته نقصت ؛ لأنه إذا أصبح الدم حامضيا بالذات لمات الانسان لساعته .

عند وصول كتلة الطعام إلى الأمعاء ، وهذا يستغرق نحو ثلاث أو أربع ساعات بعد الأكل . وإذا كان الطعام ذا دهنيا ومقليا فى دهن آخر (كما يحدث عند قلى اللحم السمين فى السمن) ؛ فإن الكتلة الغذائية تصبح مشبعة بالدهن ؛ وتستغرق فى هضمها عندئذ خمس أو ست ساعات .

ويمكن تلخيص هضم المواد الدهنية وتمثيلها فيما يأتى :

(١) قد يبتدئ هضم المواد الدهنية فى المعدة إذا كان الدهن على هيئة حبيبات دقيقة ، وذلك بواسطة أنزيم فى إفراز المعدة يسمى الليباز المعدى .

(٢) عند ما يصل الدهن إلى الأمعاء يؤثر فيه أنزيم الاستيابسين (الليباز البنكرياسى) الذى يفرزه البنكرياس ؛ ويحلله إلى أحماض دهنية وجليسرين ؛ وتساعد الصفراء على هذا التحليل ، وعلى تجزئة الدهن إلى حبيبات دقيقة جدا .

(٣) عند نفاذ الحوامض الدهنية والجليسرين من جدار الأمعاء ، بواسطة عملية الامتصاص ، تتحد ثانية مكونة حبيبات دهنية جديدة ، يحملها الدم إلى الأنسجة حيث تخزن كوقود احتياطى ، وعند ما تحترق ، تتحول إلى ثانى أكسيد الكربون والماء ، مع تولد مقدار من الحرارة والطاقة ؛ وقد يتحول جزء منها إلى مواد سكرية .

(٤) ويساعد على امتصاص المواد الدهنية أنزيم يسمى الفسفاتيز موجود فى الدم ، ووظيفته تحليل الفسفات العضوية إلى حامض فسفوريك ، الذى يتحد بالدهنيات ليكون فسفوليبين ، والأخير سهل الامتصاص والتمثيل .

المواد البروتينية . هضمها وتمثيلها :

لا يبتدئ هضم المواد البروتينية حتى تصل إلى المعدة ، وتمتزج بالعصارة المعدية التى يفرزها جدار المعدة ، وتتكون هذه العصارة من ماء مذاب فيه بعض

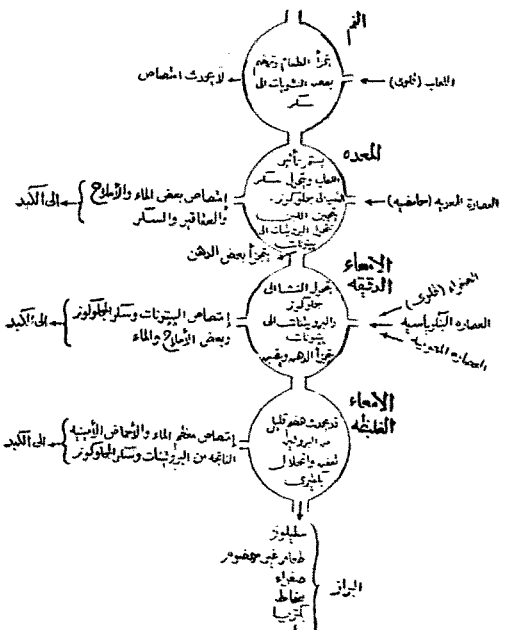
مركبات عضوية وأملاح معدنية وكمية صغيرة جدا من حامض الكلوردريك . وهذا الحامض الأخير تفرزه مجموعة خاصة من خلايا المعدة تختلف عن الخلايا التى تفرز بقية العصارة المعدية . وهناك ثلاثة أنزيمات فى هذه العصارة وهى : (١) البيسين ، وهو خاص بتحليل المواد البروتينية . (٢) النفحين ، وهو خاص بهضم اللبن . (٣) الليباز المعدى ، وقد تقدم عند الكلام على المواد الدهنية . فالأنزيم الأول ، وهو البيسين ، وظيفته تحليل الاجسام البروتينية المعقدة إلى مواد أبسط فى التركيب ، وهذا الأنزيم يكون خاملا عند ما تفرزه الغدد المعدية ، ولكنه يصبح فعالا عند ما يمتزج بالحامض الذى تفرزه المعدة . والنفحين أنزيم له وظيفة خاصه وهو أنه يحول الكازينوجين (وهو بروتين سهل الذوبان يوجد فى اللبن) إلى بروتين غير قابل للذوبان وهو الكازين ، وبعد ذلك يؤثر البيسين فى الكازين كباقى البروتينات الأخرى .

وتتم عملية هضم البروتينات بعدة خطوات يتحول البروتين فى كل خطوة منها إلى مركب أبسط فى التركيب وأصغر فى الوزن الجزيئى[1] ؛ وعند ما تصل هذه المركبات إلى الأمعاء يؤثر فيها أنزيمان أحدهما وهو التربسين يوجد فى العصارة التى يصبها البنكرياس فى الأمعاء ، وفعله مثل فعل البيسين ، ولذا فهو يكمل التحليل الذى بدأه الأنزيم الأخير ؛ والأنزيم الثانى وهو الأريبسين يوجد فى العصارة الهاضمة التى تفرزها الأمعاء الدقاق ذاتها ، وهو يساعد فى تحليل البروتينات والمركبات التى تنتج منها حتى تتحول فى النهاية إلى الأحماض الأمينية .

ولا يزال هناك اختلاف فى الرأى حول طبيعة التغيير الذى يصيب الأحماض الأمينية عند نفاذها من جدار الأمعاء إلى الدورة الدموية ، وحول نوع البروتين

(١) المواد التى تتحلل إليها البروتينات أولا هى الميتا بروتينات ثم البروتيوزات ، وهذه تتحلل إلى بيتونات ، والبيتونات تتحلل إلى بوليبيتيدات ، وأخيراً تتكون الأحماض الأمينية التى هى نهاية ما تتحلل إليه المواد البروتينية .

عملية الهضم



(شكل ٨)
هضم المواد الغذائية

الذى يحمله الدم إلى أنسجة الجسم المختلفة ، ولكن يغلب على الظن أن الأحماض الأمينية تنفذ من القناة الهضمية إلى الدم دون أن يعتريها تغيير ، وعندما يمر بها الدم على الكبد يحجز الأخير الجزء الأكبر من هذه الأحماض حيث يحولها إلى بولينا ، ويوزع الباقى على بقية الأنسجة لبناء ما تلف منها ؛ وإذا تولد بعض النشادر أثناء تمثيل المواد البروتينية فان الكبد يحجزه عند مرور الدم به ويحوله إلى مادة البولينا ، وهى أهم المواد النائفة التى تتولد نتيجة هضم البروتينات وتمثيلها .

وبعد مرور الدم بالكبد ، تنتقل الأحماض الأمينية إلى الأنسجة حيث يستخدم بعضها فى بناء جزئيات بروتينية جديدة بدلا من التى استهلكت فى عملية الاحتراق ؛ وبعضها الآخر يتحلل وينفصل منه النشادر ؛ وهذا يتحد مع ثانى أكسيد الكربون الذى فى الدم ويكون كربونات النشادر ، وهذا المركب الأخير يتحول فى الكبد إلى مادة البولينا التى تخرج فى البول . والجزء الباقى من الجزئ البروتينى — بعد انفصال النشادر — يتركب من الكربون والأكسجين والأدروجين ، وهذه العناصر تتأكسد فى عملية الاحتراق إلى ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء ، ويتولد من تأكسدها مقدار من الحرارة والطاقة ؛ وهناك أدلة قاطعة أيضا على أن هذه العناصر الثلاثة قد تتمثل داخل الجسم إلى مواد كربوايدراتية أو تتحول إلى مواد دهنية .

دورة النتروجين فى الجسم :

يدخل النتروجين إلى الجسم على هيئة المواد البروتينية التى تأكلها ، ويخرج منه فى صورة مادة البولينا ، وحامض البوليك ومركبات أخرى نتروجينية يفرزها الجسم فى البول والعرق ؛ وفى معظم الحالات (للبالغين) يكون مقدار النتروجين الذى يطرده الجسم مساويا تماما النتروجين الذى يدخل الجسم عن طريق الأغذية . ولكن هناك بعض حالات يكون مقدار الأول فيها أقل من الثانى ، وفى هذه

الحالات يخزن الجسم النتروجين الزائد مؤقتا حتى تزول الحالة الطارئة ؛ وبعد ذلك يرجع النتروجين إلى حالة التعادل التي يجب أن يكون عليها ؛ وهذه الحالات هي:

(١) النمو عند الأطفال .

(٢) عقب الصيام وفي دور النقاهة .

(٣) عند القيام ببعض الأعمال الجسدية العنيفة .

(٤) في حالات الحمل عند النساء .

إبراز النتروجين :

تمر بعض المواد البروتينية في أثناء هضم الطعام من الأمعاء الدقيقة إلى الأمعاء الغليظة ، وهناك يؤثر فيها بعض البكتيريا وتحولها إلى مواد متعفنة تخرج مع البراز ؛ وإذا امتص جزء منها من جدار الأمعاء الغليظة وانتقل إلى الدم فإن الكليتين تستخلصانه من الدم وتبرزه في البول في حالة كبريتات ايثيرية .

تركيب البول :

البول سائل حامضي التأثير ، ويتركب من نحو ٩٦ ٪ ماء والباقي مواد عضوية وأملاح معدنية ؛ وترجع حموضة البول إلى وجود حامض البوليك وفوسفات الصديوم الحامضي . وأهم الأملاح في البول ملح الطعام ، كما يوجد به كبريتات وفوسفات الصديوم والبوتاسيوم والكلسيوم والمغنسيوم ؛ وهذه المواد ترشحها الكليتان من الدم بمعدل خاص بحيث تبقى نسبة وجودها في الدم ثابتة ؛ وأهم المواد العضوية في البول ما يأتي :

(١) مادة البولينا ($ن_{2}يد_{4}$)$_{2}$ك ا ، وهي تتكون في الكبد نتيجة احتراق البروتينات ، وتزيد في البول كلما زاد المقدار الذي يتناوله الشخص من المواد البروتينية .

(٢) حامض البوليك ، وهو يتولد في أنسجة الجسم نتيجة تمثيل بعض المواد البروتينية (النيكلوبروتينات)

(٣) الكرياتينين ، وهو مركب عضوي ينتج من تأكسد أنسجة العضلات وكمية هذا المركب في البول لا تتأثر بما يستنفده الشخص من البروتينات .

الخلاصة :

ويمكن تلخيص ما تقدم بشأن هضم المواد الغذائية ، وتمثيلها في النقط الأربع الآتية :

(١) لا يمكن امتصاص المواد الكربوايدراتية وتمثيلها حتى تتحول إلى أنواع بسيطة من السكر (الجلوكوز والفركتوز) ، لأن الجزيئات الكبيرة لا تستطيع أن تنفذ من أغشية الأوعية الدموية والليمفاوية . كذلك لا يمكن امتصاص المواد الدهنية حتى تتحول إلى أحماض دهنية أو أملاح هذه الأحماض (صابون) وجليسرين . والمواد البروتينية يجب أن تتحول إلى أحماض أمينية ، وربما إلى بعض البوليبتيدات البسيطة .

(٢) إن هذا التحول من مواد غير قابلة للذوبان إلى مواد سهلة الذوبان ، ومن جزيئات كبيرة غير قابلة للامتصاص والنفاذ في الأغشية إلى جزيئات بسيطة يسهل امتصاصها ، يحدث بواسطة عوامل عضوية وسيطة وهي الأنزيمات .

(٣) أن هذه الأنزيمات توجد في العصارات الهاضمة التي تفرزها الأغشية المبطنة لأعضاء الهضم ، أو الغدد المتصلة بالجهاز الهضمي ؛ وهذه العصارات هي :

(ا) اللعاب : وتفرزه الغدد اللعابية في الفم .

(ب) العصارة المعدية : تفرزها بعض الخلايا المبطنة لجدار المعدة .

(حـ) العصارة البنكرياسية : تفرزها غدة البنكرياس ، وتصب في الأمعاء الدقيقة .

(د) الصفراء : يفرزها الكبد ، وتصب فى الأمعاء الدقيقة .

(هـ) العصارة المعوية : تفرزها بعض الخلايا المبطنة لجدار الأمعاء .

وكل من هذه العصارات (ما عدا الصفراء) يحتوى على أنزيمات تساعد على تحليل المواد الغذائيه .

(٤) فى عمليه الاحتراق والتمثيل ، تتأكسد المواد الكربوايدراتية والدهنية داخل الجسم إلى ثانى أكسيد الكربون وماء ؛ وتتأكسد المواد البروتينية إلى ثانى أكسيد الكربون وماء ومادة البولينا .

والآن قد يسألنى القارىء : لقد أخذ الجسم كفايته من المواد الكربوايدراتية من الخبز والأرز ، وأخذ البروتين من اللحم ؛ والمادن من الخضر ؛ والدهن من السمن والزيت ونحوها ، فما بالنا نأكل البرتقالة بعد الغداء ، ألجشع منا أم لضرورة غذائيـة ؟ وللإجابة على هذا السؤال سأقص عليك قصة شائقه ، وهى قصـة الڤيتامينات ؛ وسأحكى لك كيف أجرى هوبكنز بانجلترا تجاربه على الجرذان ، وفنك بيولاندا أبحاثه على الدجاج والحمام ، فأحدثا بذلك انقلابا فى معتقداتنا بشأن الأطعمة ، وأضافا بابا مهما إلى علم التغذية الحديث .

الڤيتامينـــات

اكتشاف الڤيتامينات — تجارب هوبكنز وفنك على الجرذان والطيور — الرمد الصامل — الالتهاب العصبى — داء الحفر — تأثير الحرارة على الڤيتامينات — الكاروتين — الستيرولات — الكساحة — تأثير الأشعة — العقم ومعالجته — المستحضرات الطبية

تمهيد :

إن جميع الحيوانات — ما عدا الأليفة منها — لها القدرة بحكم غريزتها على اختيار أنواع الغذاء الصالحة لها ، أما الإنسان فقد أفسدت غريزته مئات الألوان من الطعام التى أصبحت تعرض أمامه فى المنزل وفى المطاعم . وبعـد أن كان يسعى للطعام عند ما يحل به الجوع تغلب عليه الجشع فأصبح يأكل ثلاث مرات أو أكثر فى اليوم ، لكثرة ما يعرض عليه من أصناف المأكولات ، ولأنها تعرض أمامه بألوان جذابة وأشكال متعددة ، وأصبح يضاف إليها التوابل والروائح والأفاويه ممـا يثير فيه رغبة غير طبيعية لالتهامها وازدرادها ؛ ويقول البروفسور ر . هـ . بليمر (R. H. Plimmer) فى هذا الشأن : « لقـد أصبحت المأكولات التى تقدم لنا فى الوقت الحاضر تعانى الكثير من عمليات الطهى الطويلة المعقدة ، فهى تفقد بما يصيبها من عمليات الغسيل والتقشير والسلق والتدخين والتحمير الجزء الأكبر من عناصرها الحيوية (يعنى الڤيتامينات) ، وأصبح ذلك البائس المسكين (يعنى الإنسان المتمدن) يندفع وراء مشتهياته الغذائية بعد أن غمرته تلك المنتجات التى تعد بالمئات ، وبأكل جميع ما يقدم له دون أن يعرف شيئاً عما سلب من طعامه ، ثم يعجب بعد ذلك إذا انتابته الأمراض والعلل ، أو شعر بالخمول والكسل وعدم النشاط وضعف الشهية وغير ذلك من الأعراض التى أصبحت تصيبه فى مدنيته الحاضرة » ، ثم يقول بعـد

ذلك : « لقد كان أجدادنا يعيشون على الحبوب الكاملة والثمار الطازجة ، ومن المحتمل أنهم كانوا يأكلون لحم الحيوان ، ولكن طريقة إعداده وطهيه كانت سهلة قصيرة كالشى مثلا ؛ فكانوا يمضغون طويلا ، وكانت بنيتهم قوية وأسنانهم سليمة جيدة ، وهذه الصفات نجدها أيضاً فى الوقت الحاضر فى الإنسان غير المتحضر الذى يعيش فى بقعة من الأرض منعزلة أو بعيدة عن العالم المتمدن ، فهو يعيش فى بيئة غير صحية تماماً ، تحيط بها البرك والمستنقعات ، وترتع فيها الهوام ، وقد يتعرض فضلا عن ذلك لكثير من الطوارئ الطبيعية القاسية ، كالبرد القارص والقيظ الشديد ، ومع كل ذلك فهو يتمتع عادة بصحة جيدة ، ولا تصيبه أمراض المدنية الحديثة ، مثل الامساك وعسر الهضم والنزلات المعوية والزائدة الدودية وحصى الكلى والمرارة وغيرها ؛ ومن العجيب أن بعض الأوروبيين الذين يهاجرون إلى تلك البلاد النائية ويعيشون فى منازل نظيفة وتحت ظروف صحية ملائمة ، كثيراً ما تصيبهم الأمراض المتقدمة ، وكثيرون منهم يموتون بالسرطان ؛ ولو أن أهل تلك البلاد تركوا الثمار والحبوب ، وتحولوا إلى المأكولات التى يستوردها الأوربيون لاصابتهم تلك العلل والأمراض » .

اكتشاف الڤيتامينات :

كان من المعلوم حتى أواخر القرن التاسع عشر ، أن الغذاء يجب أن تجتمع فيه خمسة مواد أساسية حتى يكون صالحاً للجسم ، وهذه المواد هى :

(١) المواد الكربوايدراتية } وكلاهما يولدان الحرارة والطاقة اللازمتين للجسم
(٢) المواد الدهنية }

(٣) المواد البروتينية ، وهى ترمم ما تهدم من أنسجة الجسم وتبنى أنسجة جديدة .

(٤) أملاح معدنية ، وبها تؤدى أعضاء الجسم وظائف معينة .

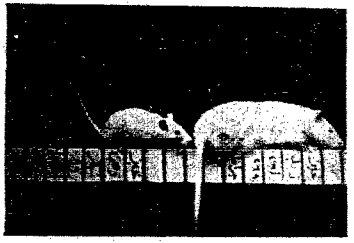
(٥) الماء ، وهو الوسط الذى تذوب فيه المواد السابقة ، وبواسطته تنتقل من بعض أجزاء الجسم إلى الأجزاء الأخرى .

بيد أنه كان من المعلوم أيضاً أن هذه المواد ، وإن كانت تمد الجسم بجميع ما يحتاج إليه ، فان ثمة مادة أخرى غير مفهوم كنهها وقتئذ ، يجب أن توجد فى الغذاء من حين لآخر ، حتى لا يصاب الجسم ببعض أمراض معينة ؛ فمن ذلك أن عدة آلاف من البحارة كانوا يموتون سنويا بمرض الأسقربوط أو داء الجفر[1] (Scurvy) ، لأنهم كانوا يعتمدون فى أسفارهم ورحلاتهم الطويلة على المأكولات الجافة والمحفوظة ؛ وكان المظنون فى ذلك أن اللحوم المالحة المقددة التى كانوا يكثرون من أكلها فى تلك الأسفار هى سبب ذلك الداء الوبيل ؛ إلى أن جاء الرحالة الكابتن كوك فى أواخر القرن الثامن عشر ، فبين للناس أن ذلك الداء يمكن درؤه إذا أعطى للبحارة بعض الخضر والفواكه الطازجة من حين لآخر ؛ وكان يأمر رجاله بالنزول إلى الموانىء لاحضار هذه المواد إلى السفينة . ولم يكن الكابتن كوك يدرى شيئاً عن الڤيتامينات ، ولكنه كان يعزو ذلك التأثير السحرى العجيب إلى الخضروات وحدها ، ونحن نعلم الآن أن المسؤول الحقيق عن تلك الظاهرة فعل مركبات كيميائية معينة موجودة فى الخضر وغير الخضر ، هى ما تعرف بالڤيتامينات .

ولقد جاء الاكتشاف الحقيق للڤيتامينات نتيجة أبحاث عملت على بعض الجرذان ، بمعمل الفسيولوجيا بجامعة كمبردج فى أوائل هذا القرن ، قام بها العالم الانجليزى السير جولاند هوپكنز (F. Gownland Hopkins) ، ففى هذه

(١) أعراضه التهاب اللثة وورم حول المفاصل وهبوط عام ؛ ويسهل الشفاء من هذا الداء فى مراحله الأولى باعطاء المصاب كميات وافرة من عصير الفواكه ، والخضروات الطازجة .

التجارب أتى هوبكنز بمجموعتين متساويتين من الجرذان — تتكون كل مجموعة منهما من ثمانية جرذان — ومتشابهتين من حيث الأصل والحجم والنوع ، ووضعهما تحت ظروف واحدة ؛ ثم أعطى للمجموعة الأولى غذاء مركبا من الكازين (بروتين نقى) ، والسكر (كربوهيدرات) ، وبعض الدهن النقى ، ورماد بعض الحبوب (أملاح معدنية) ؛ وأعطى المجموعة الأخرى هذه المواد ذاتها مع إضافة نحو ٣ سم٣ من اللبن الطازج لكل فأر فى كل وجبة ، فلاحظ أن جرذان المجموعة الثانية كانت تنمو نموا طبيعياً مطرداً ، بعكس أفراد المجموعة الأولى التى أصابها الضعف والاضمحلال والهزال ؛ وبعد مضى ثلاثة أسابيع عكس الأمر ، فأعطى المجموعة الأولى غذاء الثانية ، وغذاء الأولى للثانية ، فتغيرت حالة كل من المجموعتين ، إذ أخذت أفراد المجموعة الأولى تنتعش وتنمو ، وأفراد القسم الثانى تذبل وتضمحل . وفى هذه التجارت كان اللبن يعطى للفأر بعد الغذاء لا معه حتى



(شكل ٩)

تأثير الڤيتامينات على نمو الحيوان

هذان الفأران ولدا معاً ، عمر الأول منهما بالزيد واللبن وهما يحتويان على الڤيتامينات ؛ وأعطى الثانى دهناً خالصاً وسكراً وهما خاليان من الڤيتامينات . فصار وزن الأول ٢٦٨ جم ، بينما أصبح وزن الثانى ٨٩ جم فقط . فإن شئت لطفلك النمو والصحة فانقص له من الحلوى وأكثر من اللبن .

لا يكون هناك مجال للاعتراض بأن طعم اللبن يثير الشهية ، ويؤثر فى مقدار ما يأكله الجرذان .

وقد بدأ هوبكنز هذه التجارب سنة ١٩٠٦ ، بيد أنه لم ينشر نتيجة أبحاثه حتى عام ١٩١٣ ، وقد نسب هوبكنز ذلك التأثير العجيب إلى مادة موجودة بكمية صغيرة جدا فى اللبن ، وقد توجد أيضا فى كثير من أنواع المأكولات الطازجة ، بيد أنه لم يحدد ما إذا كانت هى مادة واحدة فى أنواع الغذاء المختلفة أم مواد مختلفة لها تأثيرات متشابهة ، كما أنه لم يذكر شيئا عن كنه هذه المادة وتركيبها الكيميائى ؛ وقد أشار إليها باسم « العنصر الاضافى للغذاء » ، وذكر أنها لا تولد طاقة فى الجسم ولا تبنى أنسجة مثل مواد الغذاء ذاتها ، ولكن بدونها يتعطل النمو الطبيعى لجسم الحيوان . وحول هذا التاريخ (سنة ١٩١١) كان أحد الكيميائيين البولانديين ويدعى فنك (C. Funk) يقوم ببعض تجارب على الدجاج والحمام أثبت بها أنه إذا اقتصر فى تغذية هذه الطيور على الأرز المصقول فانها تصاب بمرض[1] يشبه كثيراً مرض البرى — برى[2] ، وهذا الأخير مرض شديد الوطأة كان يصيب البحارة اليابانيين ، وبعض الأهالى فى آسيا ، لاعتمادهم فى غذائهم على الأرز المقشور . وقد أعطى فنك قشور الأرز إلى طيور مصابة بهذا المرض فشفيت منه ، واستنبط من ذلك أن القشور التى تنزع من الأرز فى أثناء صقله تحوى زيادة على الكربوايدرات والمواد الغذائية الأخرى مادة من تلك المواد الاضافية للغذاء ، وأن عدم وجود هذه المادة فى غذاء الدجاج ، أو الأشخاص الذين يعيشون على الأرز يؤدى إلى اضطرابات فسيولوجية معينة ؛ وقد وجد فنك بعد ذلك أن قشور

(١) هذا المرض الذى تصاب به الطيور يعرف بالالتهاب العصبى المتعدد (Polyneuritis)

(٢) مرض البرى — برى (Beri-beri) هو نوع من الاستسقاء العام المصحوب بفقر الدم وتنميل أو شلل فى الأطراف السفلى ؛ ويظهر هذا المرض بشكل حاد أو مزمن فى الهند واليابان وسيلان ، والشكل الحاد يكون مميتا غالبا ويجوز حدوث الشفاء فى الشكل المزمن .

الأرز ليست وحدها التى تشفى الطيور ، بل أن اللبن والخميرة وبعض الأغذية الأخرى يمكن أن تحل محل القشور وتعمل عملها تماما ، وعلى ذلك فهذه الأغذية تحتوى أيضا على تلك المادة التى فى قشور الأرز .

وكان فنك يعتقد بأن هذه المادة هى نوع من أنواع البروتينات ، ولذا اقترح لتسميتها لفظ الفيتامين ، ومعناه الأمينات الحيوية (Vita-amine) لأن الأحماض الأمينية كما تقدم لك هى قاعدة جميع البروتينات ، ولأن الفيتامينات لها ذلك الفعل الحيوى العجيب ؛ وقد كتب فى أبحاثه عن هذه المادة ما يأتى : « إنى أقترح لفظ الفيتامين لهذه المادة التى تشفى الطيور ، لأن مقادير صغيرة جدا منها لازمة لحياة الطيور والحيوان والانسان . ويصح اعتبار هذه المادة قاعدة بروتينية ، ومن المحتمل أنها من فصيلة البرميدينات (Pyrimidine) .

وفى عام ١٩١٥ كان ما كولم (E. V. McColium) بأمريكا يقوم بأبحاثه على اللبن ، واكتشف وجود مادتين فيه لهما أثر فعال فى نمو الحيوانات ، أحدهما فى القشدة والأخرى تظل فى اللبن بعد نزع القشدة منه ؛ وقد أطلق على المادة الأولى ذائب الدهن ا (Fat Soluble A) وعلى المادة الثانية ذائب الماء ب (Water Soluble B) ، ذلك لأنه لم يوافق على اللفظ الذى اقترحه فنك وهو الفيتامين ، وقد وجد فيما بعد أن ذائب الدهن ا يوجد فى دهن الحيوانات ، وفى الخضروات ، وأن ذائب الدهن ب يوجد فى الخميرة ، وفى بعض الحبوب والبقول ، وفى الكبد وصفار البيض ، وقد أطلق عليهما بعد ذلك فيتامين ا وفيتامين ب .

وحول ذلك التاريخ أيضاً كان بعض الباحثين يقوم بتجارب على الخنازير ؛ فوجد أنه باعطاء الخنزير غذاء من كربوايدرات نقى وبروتين الخ مضافا إليه بعض اللبن والخميرة (لاحتوائهما على فيتامينى ا ، ب) فانه يصاب بمرض يشبه كثيراً داء الحفر ، وعند إضافة كميات صغيرة من عصير البرتقال إلى غذاء الحيوان يشفى تماما

من ذلك المرض ، فعصير البرتقال يحتوى على النوع الثالث من الفيتامينات ، وهو فيتامين ج .

وفى سنة ١٩١٨ نشر الدكتور ميلانبى (E. Mellanpy) بجامعة شفيلد نتائج تجاربه على الكلاب ، أثبت بها أن دهن الحيوان يحتوى زيادة على ذائب الدهن ذائباً دهنياً آخر أطلق عليه فيتامين د ، وأن عدم وجود هذا الفيتامين فى الغذاء يتسبب عنه إصابة الحيوان بالكساح .

(شكل ١٠)
توجد الفيتامينات بكميات صغيرة جدا فى الأطعمة ، ومع ذلك فتأثيرها كبير جدا على الصحة والنمو

مصدر الڤيتامينات :

والمعروف الآن أن الڤيتامينات مركبات كيميائية ليست معقدة التركيب كثيراً كما كان يظن أولا ؛ وقد أمكن بالفعل تحضير بعضها وهى ڤيتامينات ا ، ج ، د . والمصدر الطبيعى الأول لجميع الڤيتامينات نجده فى المملكة النباتية . أما الحيوانات فليست عندها القدرة على عمل جميع الڤيتامينات فى أنسجتها ، لذلك تعتمد فى الحصول على الجزء الأكبر منها على النبات ، وقد تخزن بعضا منها فى جسمها . كذلك يمكن أن ينتقل الڤيتامين من الأم إلى ابنها الرضيع بواسطة لبنها الذى ترضعه به .

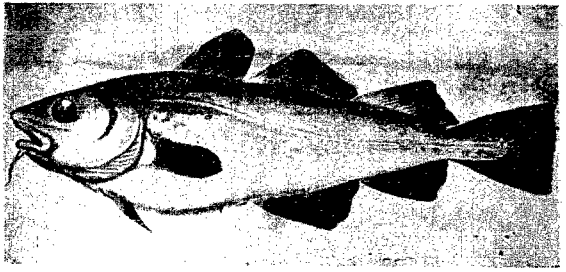
والڤيتامينات المعروفة الآن عشرة وهى : ا ، ب١ ، ب٢ ، ب٦ ، ب١٢ ، ب ، ج ، د ، هـ ، و . وعدم وجود أى نوع منها فى الغذاء يتسبب عنه شذوذ فى الجسم أو خلل فى وظائفه ، وكميات صغيرة منها فى الطعام تكفى لصيانة الجسم وحفظه من الأمراض .

ڤيتامين ا (A) : للمحافظة على صحة الجسم ، ومنع الاصابة بالرمد والزكام ، وبعض أمراض الرئة والأمعاء .

يوجد هذا الڤيتامين فى دهن الحيوانات ، ولا يوجد فى الزيوت النباتية ، وإذا منع هذا الڤيتامين من غذاء الحيوان وقف نموه وساءت حالته ، فقد وجد بالتجربة أن الجرذان التى أضيف إلى غذائها مقدار من الزبدة نمت وترعرعت ، والجرذان التى أعطى لها زيت الزيتون بدلا من الزبد ذبلت تدريجياً ثم ماتت . والمأكولات التى تحتوى على هذا الڤيتامين هى اللبن والزبد وصفار البيض ودهن البقر والغنم ، ويوجد أيضاً فى الجزر والطاطم وعلى الأخص فى كبد بعض الأسماك مثل سمك البقلة (Cod) والهلبوت[1] (Hallbut) وسمك سليمان (Salmon) ؛

(١) نوع مبطوح من السمك .

وليس فى استطاعة الحيوان أن يصنع هذا الڤيتامين لنفسه ، بل يحصل عليه عندما يأكل النبات ؛ أما الأسماك التى تقدمت فتعيش على صغار الأسماك وهذه الأخيرة تحصل على الڤيتامين من الكائنات النباتية الميكروسكوبية العالقة بالماء ، والتى تتغذى بها .



(شكل ١١)

سمك البقلة ومنه يستخلص الزيت المعروف بزيت كبد الحوت وهو غنى بڤيتامين ا ، د

خواصه : وڤيتامين ا يذوب بسهولة فى المواد الدهنية ، ويتحلل إذا سخن فى الهواء ، فالأطعمة التى تسخن فى الهواء (كما فى عملية القلى أو التحمير) تفقد ما بها من هذا الڤيتامين ، أما إذا كانت عملية الطهى تستلزم تغطية الاناء (كالسلق مثلا) ، فإن الطعام لا يفقد كثيراً من ڤيتامينه بالتسخين ، وعلى ذلك فالخضروات المحفوظة واللبن المجفف تحتوى على هذا الڤيتامين .

وإذا نقص هذا الڤيتامين من غذاء الأطفال ؛ فإن وزنهم يهبط بسرعة ، وتقل مناعتهم ضد الاصابة بالأمراض ، كما أنهم يصابون بالتهاب القرنية ، وهو مرض يعرف بالرمد الجاف أو الصامل[1] (Xerophthalmia) ، وقد يؤدى إلى

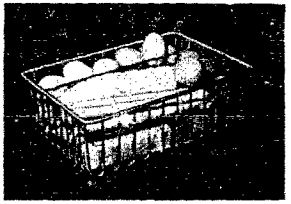
(١) تخن الملتحمة وجفافها عقب التهاب المدامع الزمن .

(شكل ١٢)
بعض الأطعمة التى تحتوى على فيتامين ا

فقد البصر ؛ ولمعالجته يعطى الطفل جرعات صغيرة من زيت السمك ، وعلى كل حال يحسن إعطاء الطفل من حين لآخر قليلا من هذا الزيت وبخاصة فى زمن الشتاء حين تجف المراعى وتعيش البهائم على الكلأ الجاف فيصبح ابنها فقيراً إلى هذا الفيتامين . أما البالغون فما دام غذاؤهم يحتوى على كمية وافرة من الخضراوات واللبن والزبد والبيض فلا يحتمل تعرضهم لنقص هذا الفيتامين ؛ وحيث أن فى استطاعة الجسم أن يخزن هذا الفيتامين فلا ضير عليهم إذا نقص من غذائهم مدة من الزمن ، أما الصغار فلأنهم فى نمو مستمر ، فحاجتهم إليه أشد ، ولذا وجبت العناية بدرس غذائهم كما تقدم .

وقد وجد حديثاً أن فيتامين ا قريب الشبه جداً بمادة تعرف بالكاروتين ، وهى المادة الملونة التى توجد فى بعض الخضروات كالجزر والطماطم ، وهذه المادة

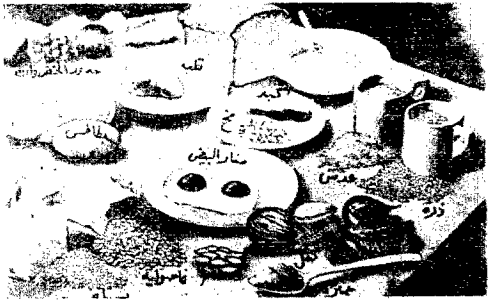
الملونة يمكن تحويلها إلى فيتامين ا بتأثير أشعة ذات طول موجى معين ؛ وإذا سلطت أشعة أخرى على الكاروتين فانها تفسده ، ولا يمكن بعد ذلك تحويله إلى الفيتامين المذكور ، وهناك تجارب ملونة خاصة للكشف عن وجود هذا المركب ؛ هذا ويتحول الكاروتين إلى فيتامين ا فى الكبد .



(شكل ١٣)
الزبدة والبيض والطماطم وكبش الماء غنية بفيتامين ا

فيتامين ب١ (B_1) : لتحسين الشهية وتقوية الهضم .

قام الكيمياوى البولاندى فنك بتجارب واسعة النطاق على الطيور أثبت بها أن قشور الأرز تحتوى على مادة فعالة لها أثر كبير فى منع إصابتها بمرض الالتهاب العصبى المتعدد (Polynewritis) ، وهذا المرض يشبه كثيرا داء البرى —



(شكل ١٤)
أطعمة بها فيتامين ب١

رى الذى يصاب به الأهالى فى شرق آسيا ؛ وقد وجد فنك أن إضافة مقادير صغيرة من الخميرة إلى غذاء الطيور يشفى المصاب منها بهذا الداء ، ويمنع إصابة السليم منها ؛ وعلى ذلك حاول الحصول من الخميرة على تلك المادة الفعالة فى شفاء الطيور . وقد عالج ٢٠٠ رطل من نبات الخميرة فحصل منها على نحو جرامين من مادة شديدة الفعل جدا ، حتى أن إعطاء ٠٠٢ر٠ جم منها للدجاجة يشفيها من المرض المذكور فى بضع ساعات . وقد حسب فنك فى مبدأ الأمر أن المقدار الصغير الذى حصل عليه ، جميعه فيتامين نقى ، ولكن وجد بعد ذلك أن جزءاً صغيراً جداً من الجرامين المذكورين هو الفيتامين ، والباقى شوائب . وهذه المادة الفعالة التى توجد فى الخميرة وقشور الأرز توجد أيضا فى اللبن ، وهى التى أطلق عليها ماكولم بأمريكا ذائب الماء ب ، وتوجد فى كثير من الحبوب الكاملة مثل القمح والذرة والأرز ، وفى البقول مثل العدس والفول والفاصوليا ، وتوجد أيضا فى البطاطس وفى الكبد وصفار البيض . ووجود هذا الفيتامين فى الغذاء يساعد على النمو عند الأطفال ، وعلى نشاط فعل التمثيل (Anabolism) داخل الجسم ، وفتح الشهية ، وحفظ الأعصاب فى حالة جيدة عند البالغين . ويمكن القول بأن السواد الأعظم من الجمهور فى الشعوب المتحضرة فى الوقت الحاضر لا يحصلون على المقدار الكافى من هذا الفيتامين ، لأنهم يعتمدون فى غذائهم على الخبز الذى

(شكل ١٥)
أطعمة بها فيتامين ب٢

يصنع من دقيق القمح الأبيض بعد إبعاد النخالة منه ، والنخالة هى الجزء الغنى بهذا الفيتامين ؛ ومن المحتمل أن نقص هذا الفيتامين فى غذاء كثير من الناس هو السبب فيما يشعرون به من الضعف والهبوط وفقد الشهية والإمساك وفقر الدم ؛ ولذا ينصح كثير من الأطباء والاخصائيين فى علم التغذية الحديث بالرجوع إلى خبز الحبوب الكاملة التى لم يبعد جزء كبير من قشورها ونخالتها . وهذا الفيتامين لم يحصل عليه فى صورة نقية إلا حديثا ، ويغلب على الظن أن تركيبه الكيميائى ما يأتى :

(ك١٢ يد١٧ ا ن ٤ ب كل)

فيتامين ب٢(B2) : لمنع الاصابة بالأمراض الجلدية .

وقد أثبتت الأبحاث التى عملت حديثا أن هناك مادة أخرى توجد دائما مع فيتامين ب١ ، وأن نقص هذه المادة فى الغذاء يتسبب عنه بعض الأمراض الجلدية فى الجسم ، وعلى الأخص المرض المعروف بالبلاجرا[1] (Pellagra) . وتموت بهذا المرض ما يزيد على ٧٠٠ نسمة كل عام فى الولايات المتحدة وحدها . وكان هذا الداء يعزى أولا إلى عدم وجود كمية كافية من البروتين الحيوانى فى الغذاء ، ولكن تبين حديثا أن نقص فيتامين ب٢ من الغذاء هو المسؤول عن هذا المرض . ولمعالجة البلاجرا يعطى المصاب كميات وافرة من مستخلصات الكبد ، لأن الأخير غنى بهذا الفيتامين ، وهو يوجد أيضا فى الخميرة واللبن والبيض والسمك واللحوم . وتركيبه لا كتوفلافين .

فيتامين ج (C) : لتحصين الجسم ضد الأمراض وعلى الأخص داء الحفر ، وأمراض اللثة والبيوريا وسهولة النزيف .

(١) البلاجرا (خشونة الجلد) ، مرض إقليمى يظهر الشتاء ويتميز بحمول واضطرابات عصبية وهضمية وأعراض جلدية تظهر أولا فى الربيع وتعود كل حول فى الموسم ، وهو مقصور على الفلاحين .

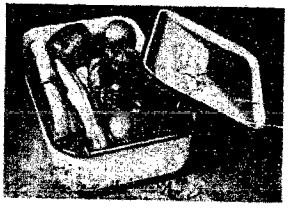
(شكل ١٦)
المأكولات الغنية بفيتامين ج

جاء اكتشاف هذا الفيتامين نتيجة أبحاث عملت على خنازير غينيا (الخنازير الهندية : guinea-pigs) فى المدة ما بين سنة ١٩٠٧ و سنة ١٩١٢ . وكان من المعلوم قبل ذلك بنحو مائة وخمسين عاما أن عصير البرتقال والليمون وغيرهما من الفواكه تمنع الاصابة بداء الحفر أو الأسقربوط ، وتساعد على الشفاء منه ؛ فكانت السفن فى القرن التاسع عشر تحمل معها زجاجات من عصير الليمون ، لأن أياماً وأسابيع كانت تنقضى فى أسفارها الطويلة قبل أن ينزل رجالها إلى مرفأ يأخذون منه ما يحتاجون إليه من الفاكهة الطازجة ، حتى لايقعوا فى حبائل هذا المرض . وعلى ضوء هذه المعلومات قام هولست (Holst) وهاريت شيك (Harriet Chick) بإجراء تجارب على الخنازير ، فوجدا أنه يمكن إحداث داء الأسقربوط فى هذه الحيوانات إذا أعطيت غذاء خاليا من الخضراوات وعصير الفواكه مدة كافية من الزمن ، وعند إضافة قليل من عصير البرتقال إلى غذائها تشفى بسرعة من هذا المرض .

ويوجد فيتامين ج فى البرتقال والليمون والفلفل الأحمر والطماطم والكرنب والخس وفى كثير من الخضراوات والفواكه الطازجة ، أما الخضراوات والفواكه المجففة فانها لا تحتوى على هذا الفيتامين ؛ وقد تمكن البحاثة كنغ بجامعة بتسبرج

الأمريكية من تحضير عينة نقية من هذا الفيتامين سنة ١٩٣٢ .

وإذا سخنت المواد التى تحتوى على هذا الفيتامين أو تركت مدة فى الهواء فانها تفقد مزاياها النافعة نتيجة تحلل الفيتامين وتأكسده . وإذا سخنت الخضراوات فى الماء مدة تزيد على نصف ساعة فان ما بها من الفيتامين يخرج فى الماء ، ولذا كانت خير طريقة لطهى الخضراوات الاغلاء السريع أو التفوير[1] حتى لا يُفقد جميع ما بها من الفيتامين .



(شكل ١٧)
الفلفل والجزر والطماطم والسكرات غنية بفيتامين ج

فيتامين د (D) : لمنع الكساحة عند الأطفال .

وفى سنة ١٨٩٠ كان الدكتور ا . بالم (T. A. Palm) بانجلترا ، يقوم بعمل إحصائية للأطفال الذين يصابون بالكساحة وبين العظام فوجد أن عدداً كبيراً منهم يصابون بهذا المرض فى إنجلترا وفى ممالك أوربا الشمالية ، وعلى العكس من ذلك فى ممالك أوروبا الجنوبية . ولاحظ أيضاً أن هذا المرض نادر فى القطر المصرى ، وعند فحص جثث قدماء المصريين المحنطة لم يظهر فى هياكلهم العظمية ما يدل على أنهم كانوا يصابون بلين العظام . وعلى ذلك يعتبر بالم أول من نبه إلى أهمية أشعة الشمس فى منع الاصابة بهذا الداء ، وكوسيلة للشفاء منه . وقد مكث الناس عشرين عاما بعد ذلك وهم يجهلون العلاقة بين أشعة الشمس وهذا المرض ، حتى جاء اكتشاف فيتامين د قبيل الحرب العظمى ، فنحن نعلم الآن أن الأشعة التى فوق البنفسجى فى الشمس هى التى تبنى الفيتامين فى الجسم من

(١) أى وضع الخضر فى مصفاة فوق ماء يغلى مع إحكام تغطية الاناء .

ستيرول (Sterol) الجلد حتى لو كان ناقصاً أو معدوما فى الغذاء .

بيد أنه كان من المعلوم أيضاً[1] أن الغذاء عامل مهم فى منع الاصابة بلين العظام ، فقبائل الاسكيمو مثلا يقضون وقتاً طويلا من السنة فى ظلام دامس عند ما تغيب الشمس عن تلك الأرجاء القطبية النائية ، ومع ذلك فأطفالهم

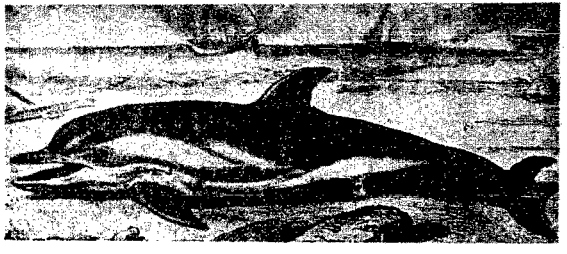
(شكل ١٨)
الأغذية الغنية بڤيتامين د

لا يصابون بلين العظام . والسبب فى ذلك طبعاً أن أفراد هذه القبائل يتناولون كميات كبيرة من زيت السمك كى يساعدهم على مقاومة البرد ، وزيت

(١) كان الناس فى القرن التاسع عشر يعالجون مرض الكساحة بماء الجير ، لأنهم كانوا يظنون أن الكالسيوم هو أهم عنصر فى العظام ، وكانوا يظنون أن المرض ناشئ عن عدم وجود كمية كافية من هذا العنصر فى الجسم ، بيد أن ماء الجير لم يساعد على شفاء الأطفال من الكساح ، وشوهد بعد ذلك أن المواد الدهنية وعلى الأخص منها زيت السمك تفيد كثيراً فى الشفاء من هذا المرض .

السمك غنى بڤيتامين د ، فيمكن الاستعاضة به عن أشعة الشمس ، وبمعنى آخر فان زيت السمك وأشعة الشمس متساويان فى قدرتهما على شفاء الكساحة كل على انفصال .

وفى أثناء الحرب العظمى كثرت إصابة الأطفال بالكساحة ولين العظام فى برلين ، فاقترح الدكتور هلدشنسكى الألمانى معالجة الأطفال بأشعة فوق البنفسجى الصناعية ، تولدها مصابيح كهربائية خاصة (مصابيح بخار الزئبق أو قوس التنجستن) ، حيث كان من الصعب الحصول على أشعة الشمس وخصوصاً فى أيام الشتاء القصيرة والملبدة بالغيوم ، وقد أسفرت التجربة عن نجاح عظيم ، وأمكن شفاء هذا الداء بسهولة ، وفى وقت قصير بهذه الأشعة الصناعية .



(شكل ١٩)
سمك الدلفين (الدرفيل) وزيت كبده غنى بڤيتامين د

ثم جاء عالمان أمريكيان سنة ١٩٢٤ وأدخلا على موضوع معالجة الكساحة بالأشعة تحسينا جديداً ، فقد وجدا أنه بتعريض بعض أنواع الطعام التى لا تحتوى على ڤيتامين د للأشعة التى فوق البنفسجى (طبيعية كانت أم صناعية) ، فانها تكتسب خواص الأطعمة الغنية بهذا الڤيتامين . وقد حلل العلماء بعد ذلك تعيين الجزء الفعال من الطعام الذى يتأثر بهذه الأشعة ويتحول إلى ڤيتامين د ، ويقول

الدكتور ارلى هاريس فى ذلك : « كان من الطبيعى بعد ذلك أن نعرض أجزاء الطعام المختلفة كل على انفصال لنرى أيها يتأثر بالأشعة ويصير فعالا ، ولم يمض وقت طويل حتى وجدنا أن هذا الفيتامين يتولد من أحد الستيرولات (Sterols) ، وهى مواد شحمية توجد فى المواد الدهنية التى بالأغذية . ثم عرضنا مادة الكولستيرول (Cholesterol) ، وهى أشهر أنواع الستيرولات للأشعة فأصبحت فعالة جداً فى منع لين العظام وفى شفائه ، وعلى ذلك اعتبرنا فى مبدأ الأمر أن فيتامين د ما هو إلا كولستيرول بعد تعريضه للاشعة التى فوق البنفسجى .

(شكل ٢٠)
استخدام الأشعة الصناعية فى شفاء الكساحة عند الأطفال

ولكن وجدنا بعد ذلك أن فيتامين د لا يمكن أن يكون مركب الكولستيرول ذاته بل إن بعض الشوائب التى به هى التى تتأثر بفعل الأشعة ، لأن الكولستيرول التام النقاوة لا يصبح فعالا بتأثير الأشعة ، وعلى ذلك كانت الخطوة التالية فحص جميع الستيرولات الأخرى بتعريض كل منها للأشعة على حدة ، وبعد مضى ست

سنوات فى البحث وجدنا أن الأرجستيرول (Ergosterol) هو المادة الوحيدة التى تتأثر بالأشعة ، وعليه يكون وجوده فى الشوائب التى بالكولستيرول هو الذى جعل المادة الأخيرة فعالة فى شفاء الكساح ؛ وبعد محاولات عدة فاشلة أمكننا الحصول سنة ١٩٣٢ على بلورات نقية من فيتامين د من الأرجستيرول المتقدم الذكر . والفيتامين النقى فعله عظيم جداً حتى أن ملعقة واحدة منه تعادل فى تأثيرها ٤٠٠ر٠٠٠ ملعقة من زيت السمك العادى ؛ وبمعنى آخر فإن أوقية واحدة منه تكفى لإمداد مليون طفل بالمقدار اللازم من هذا الفيتامين كل يوم » .

هذا ويمكن استخلاص مادة الأرجستيرول من الخميرة ومن بعض المواد الدهنية النباتية ، وعند تعريض الأرجستيرول للأشعة التى فوق البنفسجى مدة قصيرة يتحول إلى فيتامين د ؛ كما وجد أنه بتعريض الخميرة مباشرة لهذه الأشعة يتولد فيها مقدار كبير من هذا الفيتامين . وتستخدم هذه الظاهرة الآن لتحضير كميات كبيرة من هذا الفيتامين فى التجارة . كذلك يمكن توليده فى الأغذية الأخرى التى لا تحتوى عليه ، بتعريضها لتلك الأشعة ، فيتحول ما بها من الستيرول إلى فيتامين د ، وتصبح فعالة كزيت السمك فى منع الكساح وفى الشفاء منه .

وتعزى قدرة الأشعة على شفاء الكساح إلى أن مادة الأرجستيرول توجد فى أجسام الحيوانات تحت الجلد مباشرة ، فاذا ما تعرض الحيوان للشمس (أو للأشعة الصناعية) تحول بعض الأرجستيرول إلى فيتامين د . وهذا الفيتامين هو الوحيد بين جميع الفيتامينات الذى يمكن الجسم تكوينه بدون الاعتماد على حصوله من الخارج ، بيد أنه لا يخزن طويلا بعد تكوينه داخل الجسم . ويؤكد كثير من الأخصائيين أنه إذا أمكن تنوير الجمهور بشأن ما نعرفه الآن عن الأشعة وهذا الفيتامين ، فإن مرض الكساحة سيصير بعد بضعة سنين أثراً من آثار العهد القديم .

فيتامين هـ (E) : لتأخير الشيخوخة ومعالجة العقم وتنشيط القوى التناسلية .

فى سنة ١٩٢٢ أجرى إيفانز (H. M. Evans) ومساعدوه بجامعة كاليفورنيا تجارب على بعض الجرذان فأثبت أنه يمكن توليد العقم فى الفأر ، إذا لم يحتو الغذاء على بعض مواد معينة . وقد وجد أنه بإعطاء الفأر العاقر أجنة القمح أو بعض البذور (فى حالة التنبيت) أو القرطم أو الخس ترجع إليه القدرة على التناسل والإخصاب . ومن هذه التجارب استنتج العلماء أن هناك فيتامينا آخر فى الأطعمة المذكورة غير الفيتامينات المعروفة وقتئذ وأطلقوا عليه فيتامين هـ ، وأن هذا الفيتامين هو المسئول عن الصفات التناسلية فى الحيوان ، وأنه يوجد غالباً فى الأطعمة التى تحتوى على فيتامين ا وأنه لا يفقد مفعوله بالتسخين .

هذا وقد اكتشف حديثاً بعض فيتامينات أخرى غير التى تقدمت ، ولكن الآراء لم تتفق بعد على تحديد خواصها ، والمواد التى توجد فيها . ومن هذه فيتامين (P) الذى أعلن الأستاذ سنت جورجى الهنغارى اكتشافه سنة ١٩٣٦ وهو يوجد مع فيتامين ج فى الليمون والفلفل الأحمر ؛ ونقص هذا الفيتامين فى الغذاء يؤثر فى حالة الأوعية الشعرية ، ويجعل الشخص عرضة للاصابة بنزيف من اللثة أو الأنف أو بعض أجزاء البشرة .

الخلاصة :

وخلاصة ما تقدم أن الطبيعة تودع فى منتجاتها مواد كامنة وهى الفيتامينات ، كياتها ضئيلة جداً ، ولكن فعلها قوى فى المحافظة على الصحة ومنع حدوث شذوذ فى الجسم أو خلل فى إحدى وظائفه ؛ وقد توصل الكيمياويون إلى معرفة عدد من الفيتامينات وتحديد خصائصها ، ولكن البعض الآخر لا يزال مجهولا لنا ؛ وأنه باكتشاف هذه الفيتامينات أمكن منع كثير من الأمراض التى كانت

تنتاب الانسان ، أو على الأقل تقليلها ؛ فداء الحفر الذى كان يصيب آلافا من البحارة كل عام يكاد يكون معدوما الآن ، وكذلك مرض البرى — برى الذى كان متفشيا فى آسيا ؛ وأمكن أيضاً تقليل مرض الكساحة الذى يصيب الأطفال لعدم توفر فيتامين د فى غذائهم .

غذاؤنا فقير إلى فيتامين ب ١ : ويمكن القول بأننا نحصل الآن على المقدار الكافى من أغلب الفيتامينات لتحسن وسائل المواصلات ، بحيث أصبح فى استطاعة الكثير من الناس الحصول على كمية وافرة من اللبن ومن الفواكه والخضر الطازجة ؛ ولكن لا يزال طعام الكثير منا فقيراً إلى فيتامين ب ١ ، لأننا نعتمد كثيراً فى غذائنا على مواد ليس بها هذا الفيتامين ، مثل دقيق القمح الأبيض واللحوم والأرز والسكر والسمن ، وهى تكون الجزء الأكبر من طعامنا ، أما المواد الأخرى التى تحتوى عليه ، مثل الحبوب الكاملة والخميرة وصفار البيض والكبد ، فاننا لا نأكل منها مقداراً كافياً بحيث يعادل النقص فى الأغذية الأخرى التى نأكلها بكمية كبيرة . ويؤكد الأخصائيون فى علم التغذية الحديث ، أن وجود هذا الفيتامين بوفرة فى طعامنا يساعد على الهضم كثيراً ، ويفيد المجموع العصبى بدرجة محسوسة ، ويحسن الصحة على وجه العموم .

ومما تصبوا إليه نفس كل كيميائى وتطير إليه أحلامه ، أن يصبح قادراً على تحضير جميع الفيتامينات فى معمله ، بحالة نقية وفى صورة فعالة مركزة ، حتى يقدمها لأخيه الانسان ، وخصوصاً أولئك الذين لا تمكنهم ظروفهم أو بيئتهم من الحصول عليها مباشرة من الطبيعة ، وبذلك يخلص الإنسانية من بعض ما تعانيه من الأمراض بسبب نقص هذه الفيتامينات من مواد الغذاء .

المستحضرات الطبية :

ويباع الآن فى كثير من مخازن الأدوية بعض الفيتامينات ، مستخلصة من

مثل هذه الرسوم ، على وجه التقريب ، المقادير النسبية لكل من الفيتامينات فى المأكولات المتنوعة
(شكل ٢١)

بعض أجزاء النبات أو الحيوان (مثل الكالسيفرول[1]) أو فيتامين د المحضر من مادة الأرجسترول) ، ولكن لا يزال هناك كثير من الجدل بين الأطباء والكيماويين بشأن نقاوتها وصلاحيتها ، فيحسن الانتظار حتى ينجلى الأمر فى شأن هذه المستحضرات . والأفضل أن تعتمد فى الحصول على الفيتامينات على الطبيعة وما تنتجه لك من المأكولات الطازجة ، حتى يستفيد الجسم مما بها من المواد الثمينة ، وتكسبه الصحة والنشاط ؛ فاشرب اللبن بوفرة وكل الخضر الطازجة بعد غسلها جيداً ، وأكثر من الفواكه ، وتجنب أنواع الأغذية التى حفظت مدة طويلة أو التى استخدم فى طهيها عمليات معقدة ؛ أما الفيتامينات المحضرة ففضلا عن غلو ثمنها فقد لا تكون تامة النقاوة ، وقد يضاف إليها بعض العقاقير الضارة ، كما أنها قد تفقد بعض مزاياها الحيوية فى عملية استخلاصها ، أو بمضى الزمن عليها فى مخازن الأدوية .

---

(١) Calciferol

تتمة فى الأغـــذية

الطعام والطاقة — المسعر الحيوانى — المعادن فى اللبن — التغيرات الكيميائية عند الطهى — الأطعمة القلوية والحامضية — العوامل التى تساعد على الهضم — البكتريا والطعام — تركيب اللحوم — النباتيون — وظيفة السليلوز — غذاء الفلاح .

الطعـام والطاقة :

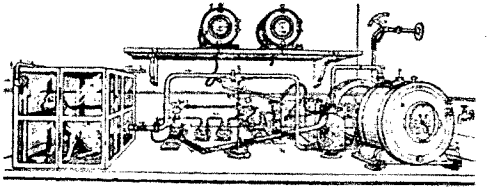
تقدم لك أن نواتج احتراق المواد الغذائية فى الجسم هى نفس المركبات التى تنتج لو أحرقت خارج الجسم (فى مسعر أوفرن) . وهذه النواتج هى غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار المـاء . وهذا ينطبق تماماً على المواد الكربوايدراتية والدهنية ، أما المواد البروتينية ، فينتج من تأكسدها داخل الجسم مادة البولينا ، زيادة عن المركبين المذكورين .

وقد أمكن قياس مقدار الحرارة التى تتولد من حرق وزن معين من الطعام بوضعه فى مسعر خاص ، وأمكن أيضا قياس مقدار الحرارة التى يولدها شخص تناول ذلك الوزن المعين من الطعام ، وذلك بواسطة مسعر كبير ، يعرف بالمسعر الحيوانى ، يمكن به قياس الحرارة التى يولدها جسم الحيوان .

المسعر الحيوانى :

ويتكون هذا المسعر من غرفة صغيرة محكمة القفل من جميع الجهات ، وبداخلها كرسى أو سرير صغير ، وجدرانها مصنوعة بحيث لا يمكن أن تتسرب الحرارة منها أو إليها ، أما الحرارة التى يولدها الشخص داخل المسعر فهى تمتص بواسطة كمية من الماء تمر فى أنابيب تمتد حول المسعر من الداخل ؛ ويمكن قياس كمية الماء التى تدخل المسعر ودرجة حرارة الماء عند دخوله وعند خروجه ، ومن ثم

يمكن حساب مقدار الحرارة التى يولدها الشخص داخل المسعر ؛ وهناك أنبوبتان واحدة لتجديد الهواء ، والأخرى لإدخال الطعام وبعض الأدوات إلى المسعر ، وهناك أجهزة أخرى لقياس كميات ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء التى تخرج من الشخص ، وكمية الأكسيجين التى يتنفسها ، ودرجة الحرارة وغير ذلك ، وقد تستغرق التجربة الواحدة عشرة أيام .



(شكل ٢٢)
مسعر حيوانى صغير

وقد وجد عند إجراء هذه التجربة أن كمية الحرارة التى تتولد بتأكسد مقدار من الدهن واحدة سواء حدث التأكسد ببطء داخل جسم الانسان أو سريعاً بواسطة حرق الدهن فى مسعر عادى ، وكذلك الحال مع المواد الكربوايدراتية مثل السكر والنشا . أما فى حالة البروتينات فقد وجد أن مقدار الحرارة التى تنتج من تأكسد وزن معين من البروتين داخل الجسم أقل منها إذا أحرق هذا الوزن فى مسعر عادى ، ولكن الفرق يساوى تماما مقدار الحرارة التى تتولد من احتراق كمية البولينا والمواد النيتروجينية الأخرى التى تكونت فى الجسم من ذلك الوزن من البروتين ، وبمعنى آخر أننا لو أحرقنا المواد النتروجينية التى يفرزها الشخص خارج الجسم بعد تناول ذلك الوزن من البروتين إحراقاً كاملا فى مسعر عادى ، لوجدنا أن مجموع الحرارة المتولدة فى الدفعتين يساوى مقدار الحرارة التى تتولد لو أحرقنا ذلك الوزن من البروتين دفعة واحدة فى المسعر العادى .

وقد وجد فى التجربة السابقة أن رطلا من المواد الكربوايدراتية يولد نحو ١٨٦٠ سعرا حراريا ، وكذلك الرطل من البروتين[1] ، أما الرطل من الدهن فيولد نحو ٤٢٠٠ سعرا ، أى أنه بالنسبة للحرارة والطاقة التى تولدها الأغذية ، فإن رطلا من الدهن يكافئ ٢¼ رطلا من كل المواد الكربوايدراتية أو البروتينية .

وإذا حسبت هذه المقادير بالجرامات نجد أن :

المواد الكربوايدراتية والبروتينية تولد ١ر٤ سعرا لكل ١ جم من المادة

المواد الدهنية » ٣ر٩ » » » » » »

والجدول الآتى يبين مقدار الطاقة التى يستنفدها الشخص فى كل ساعة تحت ظروف معينة .

الحالة	عدد السعرات فى الساعة	الحالة	عدد السعرات فى الساعة
النوم	٧٠	المشى البطىء	٢٠٠
اليقظة مع السكون	١٠٠	المشى السريع	٣٠٠
الكتابة	١٤٠	الجرى أو الأعمال العضلية الفنية	٥٠٠

فاذا حسبنا مجموع الطاقة التى يستنفدها الشخص فى ٢٤ ساعة ، مع اعتبار أنه ينام ٨ ساعات ، ويشتغل ٨ ساعات فى عمل متوسط غير عنيف ، ويستريح ٨ ساعات ، نجد أن مقدار الطاقة اللازمة = ٨ × ٦٥ + ٨ × ١٠٥ + ٨ × ٢٠٠ = ٢٩٦٠ سعراً فى اليوم . وفى الأقطار الباردة جداً ، يفقد الجسم مقادير كبيرة من الحرارة باستمرار بواسطة الاشعاع ، ولذا فإن مجموع الطاقة التى يستنفدها فى ٢٤ ساعة قد يبلغ ٧٠٠٠ سعراً ؛ وفى الأقطار الحارة ٢٥٠٠ سعراً ؛ والنساء نحو ⅔ المقدار اللازم للرجال أى حول ٢٥٠٠ سعراً فى الأحوال العادية ؛

(١) السعر الوارد ذكره فى هذا المقال يعادل ١٠٠٠ سعر عادى ويسمى بالكالورى الكبير .

وسنعتبر فيما يلى أن المقدار المتوسط للشخص هو ٣٠٠٠ سعراً فى اليوم .

وحيث أنه من السهل تعيين كمية الحرارة التى تتولد من احتراق أنواع الأغذية المختلفة بواسطة المسعر كما تقدم ، فإنه يمكن حساب كمية الغذاء اللازم تناولها فى اليوم الواحد .

وإذا رجعنا إلى الأرقام المتقدمة والجدول الذى فى صفحة ١٠٦ وجدنا أن ثلاثة أرباع رطل من الدهن النقى (مثل زيت الزيتون) تكفى لتوليد الـ ٣٠٠٠ سعر اللازمة للشخص فى اليوم الواحد ؛ وكذلك ٢½ رطلا من السكر أو نحو ٣ أرطال من اللحم تولد نفس المقدار من الحرارة ؛ ومن البديهى أنه لا يمكن أن نقتصر على نوع واحد من هذه المواد الثلاثة ، لأن الجسم يحتاج فى تأدية وظائفه الكثيرة إلى أنواع مختلفة من الأغذية ، فيجب إذن أن نختار من المواد الثلاثة المقادير المناسبة بحيث يكون مجموع ما تولده من الحرارة ٣٠٠٠ سعراً .

وبديهى أيضاً أن نبدأ بالمواد البروتينية ، لأنها الوحيدة بين أنواع الغذاء الثلاثة التى ترمم أنسجة الجسم وتبنى ما تهدم منها . بيد أن تحديد المقدار اللازم منها ليس بالأمر اليسير ، وقد اختلف العلماء والباحثون فى تحديد هذا المقدار اختلافاً شاسعاً ، ذلك لأن إجراء التجارب على الشخص باعطائه كميات معينة من البروتين ، لا تظهر نتائجها إلا بعد عدة سنين تكون فى أثنائها عوامل أخرى قد لعبت دورها فأثرت على تلك النتائج . ومع ذلك يعتبر كثير من الباحثين أن الشخص البالغ يلزمه ١٠٠ جرام من المواد البروتينية كل يوم . ويرى البعض الآخر أن المقدار اللازم ١٢٠ جراماً من هذه المواد ، بينما يقول شيتندن بأمريكا ، بناء على عدد كبير من التجارب أجراها على الجنود ، أن ٥٠ جم من البروتين تكفى للشخص البالغ كل يوم . ومما يؤيد هذا الرأى الأخير أنه وجد عند تحليل لبن الأمهات أن يحوى من البروتين ما يولد ٧٪ من مجموع الطاقة التى يولدها اللبن ، فاذا حسبنا وزن البروتين الذى يولد ٧٪ من ٣٠٠٠ سعراً — وهى الطاقة

اللازمة للشخص الواحد — وجدنا الوزن حول ٥٠ جراماً . ويعترض البعض على هذه الحجة بأن البروتينات التي يأكلها الشخص البالغ ليست سهلة الهضم والتمثيل مثل البروتين الذي في لبن الأم ، وعلى ذلك يجب أن ترتفع النسبة إلى ١٠٪ من مجموع الطاقة بدلا من ٧٪ ؛ ويرد على الاعتراض الأخير بأن الشخص البالغ قد كمل نموه ، فهو لا يحتاج إلى النسبة التي تلزم الطفل النامي من البروتين . ويميل هندهيد بالدانمارك إلى هذا الرأي أيضاً ، فقد لاحظ هذا العالم أن الوفيات سنة ١٩١٧ و ١٩١٨ كانت أقل منهما في السنوات الأخرى ، وهو ينسب ذلك إلى أنه في سنوات الحرب كان من الصعب الحصول على اللحوم والمواد البروتينية الأخرى .

ومن المعروف أيضاً أن قبائل البنغال بالهند ، وهم من النباتيين ، يتمتعون بصحة جيدة على العموم ويعمرون طويلا ، وهم يأكلون من البروتينات مقداراً أقل من ٥٠ جراماً كل يوم .

ومع ذلك يرى كثير من الفسيولوجيين أنه لا بأس من زيادة مقدار البروتين على ١٠٠ جم كل يوم ، إذا كان الشخص في مقتبل العمر ، وفي صحة جيدة ، لأن المقدار الزائد عن حاجة الجسم يتحلل ويخرج دون أن يضر الجسم ؛ أما إذا كان الشخص عليلا أو متقدما في السن فإن الإكثار من البروتينات يضر الجسم لأنها لا تهضم هضما كاملا ، وقد تؤثر فيها البكتيريا وتحيلها إلى سموم في الجسم .

هذا والمائة جرام من البروتين تولد فقط ٤١٠ سعر ، وعلى ذلك فنحو ٢٥٩٠ سعرا الباقية يجب أن تولدها مواد دهنية وكربوايدراتية . والأولى تولد كمية كبيرة من الطاقة ، ولكن حيث أنها تستغرق وقتاً طويلا في هضمها ، ولسبب غير مفهوم تماماً لا يتم هضمها إلا إذا وجدت المواد الكربوايدراتية بجانبها ، فيحسن أن تزيد كمية الأخيرة في الطعام على كمية الدهن ؛ وتعتبر كمية الكربوايدرات اللازمة في اليوم نحو ٤٠٠ جرام في المتوسط ، وهذه تولد ١٦٤٠

سعراً ؛ وبذلك يبقى ٩٥٠ سعراً ، وهذه تتولد من نحو ١٠٠ جم من الدهن ؛ أي أن مجموع الوجبات الثلاث في اليوم يجب أن تحتوي على ٤٠٠ جرام من الكربوايدرات ، ١٠٠ جرام من كل من الدهن والبروتين .

وحيث أنه يمكن للمواد الكربوايدراتية أن تتمثل إلى دهن داخل الجسم ، فيجوز الاستغناء عن المواد الدهنية إذا أكل الشخص كمية كافية من المواد الأولى ، والدليل على ذلك أن فقراء الصينيين واليابانيين يعيشون كلية على الأرز وبعض الحبوب الأخرى . وعلى العكس من ذلك قبائل الاسكيمو فهم يأكلون قليلا من المواد الكربوايدراتية في الشتاء ، وكثيراً من المواد الدهنية ، حيث أن الأخيرة تولد كمية كبيرة من الحرارة التي تلزم الجسم في تلك الأقطار الباردة .

وغني عن البيان أن الأرقام التي تقدمت إنما تمثل المواد النقية ، وحيث أن الأطعمة التي نأكلها تحتوي على نسبة كبيرة من الماء (انظر الجدول ص ١٠٦) فيجب مراعاة ذلك عند تعيين وزن كل نوع من أنواع الغذاء .

اللبن ومكانته في التغذية :

يمكن اعتبار اللبن الغذاء الوحيد الذي يحتوي على جميع المواد الضرورية للحياة ، ولذا سمي بالغذاء الكامل . فهو يحتوي على الكربوايدرات ، وكل من المواد البروتينية والدهنية ، والأملاح المعدنية ، والفيتامينات ، وكمية كبيرة من الماء . ويعتبره كثير من الأطباء أفضل المواد الغذائية على الاطلاق ، لأنه يحتوي على المواد المتقدمة بكميات مناسبة لاحتياج الجسم إليها وبصورة يسهل على الجسم الاستفادة منها ، كما أنه لا يترك بعد هضمه فضلات تجهد الكلى أو تسمم الجسم أو تزيد من حموضة الدم . وعند إجراء تجارب التحليل على اللبن وجد أن متوسط تركيب لبن البقرة كما يأتي :

٨٧ر٤ ٪ ماء ، ٤ر٧ ٪ سكر اللبن ، ٣ر٧ ٪ دهن ، ٣ر٥ ٪ بروتين ، ٧ر٠ ٪ مواد معدنية .

وأهم البروتينات التى فى اللبن الكازينوجن (فوسفوبروتين) ، واللكتالبومين (البومين) ، وكمية البروتين الأول تكون عادة نحو ستة أمثال الثانى فى اللبن ، وكلا النوعين من أحسن المواد البروتينية قابلية للهضم والتمثيل ، ويولدان جميع الأحماض الأمينية اللازمة لبناء أنواع الأنسجة المختلفة فى الجسم . كذلك الدهن الذى فى اللبن من أسهل المواد الدهنية هضما . كما أن اللبن غنى بڤيتامين ا الذى يساعد على الصحة والنمو ، وڤيتامين د الذى يمنع إصابة الأطفال بلين العظام وتقوسها مثل تقوس عظام الرجلين وعظم الجبهة وغيرها ، وهو المرض المعروف بالكساحة .

ويحتوى اللبن أيضاً على ڤيتامين ب ، أما ڤيتامين ج فقد يكون معدوما وقد يوجد بكمية صغيرة جداً . هذا والفليان المستمر يتلف معظم ما باللبن من الڤيتامينات ، ولذا يحسن إيقاف التسخين بعد دقيقة من ابتداء الفليان ، أو يعقم اللبن بطريقة باستير (Pasteurization) لحفظ السوائل العضوية ، وهى التسخين لدرجة ٦٠° أو ٧٠° م لاتلاف الخمائر التى بها ، ثم حفظها بعيداً عن الهواء .

وتتركب قشدة اللبن من مخلوط من المواد الدهنية أهمها البيوترين والاستيارين والبالمتين والأوليين . وحيث أن كثافة القشدة أقل من كثافة اللبن ، فان كثافة اللبن المسم تكون أقل من اللبن الذى انتزع منه القشدة ؛ واللبن الجيد الذى لم ينتزع جزء من مادته الدهنية كثافته ١ر٠٣٩ أما اللبن الفرز فكثافته ١ر٠٣٤ . وحيث أنه باضافة الماء إلى اللبن تنخفض كثافته فان الاعتماد فى قياس الكثافة على الهيدرومتر ليس كافياً لتعيين جودة اللبن .

المعادن فى اللبن :

وفضلا عما تقدم فان اللبن يجهز الجسم بمقادير حسنة من الأملاح المعدنية

التى لا غنى للجسم عنها فى تأدية وظائفه ، مثل فوسفات الكلسيوم والصديوم والبوتاسيوم وكاروورات هذه المعادن ، كما يوجد به أيضاً بعض مركبات الكبريت والمغنسيوم والحديد والسيليكون ، وبعض المركبات الأخرى بمقادير يسيرة . وأهم هذه المركبات أملاح الكالسيوم ، فهى مفيدة جداً لبناء العظام عند الأطفال ، خصوصاً وأنهم فى نموستمر ، ولذا يجب أن يكون اللبن جزءاً كبيراً من غذاء الأطفال فى كل وجبة . كذلك النساء فى أشهر الحمل والرضاعة ، فهن فى حاجة شديدة إلى أملاح الكالسيوم . أما البالغون فحاجتهم إليها أقل ، ومع ذلك يحسن أن يكون اللبن جزءاً من غذائهم ، حيث أنه غنى بالمواد الحيوية التى تقدم ذكرها . بيد أن الاقتصار عليه كغذاء غير ممكن ، لأن المقدار منه الذى يولد ٣٠٠٠ سعراً فى اليوم (راجع الجدول ص ١٠٦) يبلغ ثمانية أرطال ، وهذا متعسر بالنسبة لأغلب الناس ، وأيضاً لكثرة البروتين فى اللبن ولنقص كمية الحديد اللازم لتجديد كريات الدم الحمراء .

وإذا كان الأطفال فى سن الرضاعة ، وأريد تغذيتهم بلبن البقر أو الجاموس ، وجب أن نتذكر أن لبن الأم يحتوى على كمية أقل من كل من المواد البروتينية والمواد المعدنية ، وعلى كمية أكبر من سكر اللبن ، مما توجد عليه هذه المواد فى لبن البقر أو الجاموس ، كما أنهما يختلفان فى مقدار الدهن وفى نوع البروتينات التى فى اللبن ، وعلى ذلك يجب أن تجرى على لبن البقر التغييرات الآتية ، حتى يصير مناسباً للطفل فى سن الرضاعة وهى .

(١) أن يخفف اللبن بماء الشعير (أو ماء الأرز) حتى تقل كمية البروتين النسبية .

(٢) إضافة قليل من سكر اللبن حتى ترتفع نسبة الكربوايدرات فى اللبن .

(٣) إضافة كمية صغيرة من القشدة إلى اللبن ليعوض النقص الذى حدث فى كمية الدهن بتخفيف اللبن .

الكشف عن المعادن فى اللبن :

بخركية من اللبن إلى الجفاف ، ثم سخن الجسم الصلب المتخلف تسخيناً كافياً حتى تتحلل جميع المواد العضوية ويتحول إلى رماد ، ثم أجر عليه التجارب الآتية :

(١) الفوسفور : أذب بعض الرماد فى قليل من حامض النيتريك المركز وأجر عليه تجربة الموليبدات [1] .

(٢) الكالسيوم : أذب جزءاً آخر من الرماد فى حامض النيتريك واجعل المحلول قلويا باضافة محلول النشادر ، ثم أضف إليه محلول اكسالات الأمنيوم

(٣) الحديد : أضف إن محلول الرماد فى حامض النيتريك محلول كبريتوسيانات البوتاسيوم ، فيتلون المحلول بلون أحمر كالدم .

(٤) الصديوم والبوتاسيوم : استخدم الجزء المتبقى من الرماد فى الكشف عن الصديوم والباتاسيوم بواسطة اللهب ، باستعمال سلك بلاتينى .

التغيرات الكيمياوية التى تطرأ على الطعام عند طهيه :

الخبز : يصنع الخبز باضافة الماء إلى دقيق بعض الحبوب ، مع وضع قليل من نبات الخميرة أو مسحوق الخبز (Baking Powder) ، لتوليد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يساعد على انتفاخ العجين عند خبزه . وأشهر أنواع الخبز وأكثرها استعمالا ما صنع من دقيق القمح ؛ والتفاعلات التى تحدث فى عملية الخبز ما يأتى :

(١) يتحول جزء من النشا الذى تتكون منه العجينة إلى دكسترين بتأثير

(١) راجع كتاب الكيمياء التحليلية للمؤلف .

حرارة الفرن ، وهذا الدكسترين يكون القشرة الجامدة اللامعة التى تعلو سطح الرغيف .

(٢) يتحول السكر (سيكروز) الذى فى الدقيق (ويوجد بنسبة ١ ٪) إلى دكستروز وذلك بتأثير أنزيم الانفرتاز الذى يوجد فى الخميرة .

(٣) يتحول جزء من النشا إلى مالتوز أو سكر الشعير بتأثير أنزيم الديستاز الذى يوجد فى الدقيق . ومع أن الخميرة ذاتها لا تحتوى على هذا الانزيم فمن المحتمل أن وجودها فى العجين يزيد فى سرعة التحول المذكور .

(٤) يتحول المالتوز الناتج فى الخطوة السابقة إلى دكستروز بتأثير أنزيم المالتاز الذى يوجد فى الخميرة .

(٥) ثم يتحول الدكستروز بتأثير الخميرة إلى كحول وثانى أكسيد الكربون ، وهذا الغاز يسبب الفجوات التى نشاهدها فى الخبز وتكسبه قواما اسفنجيا يجعله من أسهل المواد النشوية للهضم .

ويتركب الخبز بعد صنعه من نحو ٣٧٪ ماء ، ٥١٪ كربوايدرات ، ٩٪ بروتين ، ونحو ١٪ دهن ، ١٪ أملاح معدنية ، ومجموع هذه المواد كلها يكون الثلث فقط من حجم الخبز ، والباقى تجاويف هوائية .

مساحيق الخَبْز :

يتركب مسحوق الخبز من مزيج من مسحوقين جافين لا يتفاعلان ما داما جافين ، ولكن بمجرد إضافة قليل من الماء يحدث التفاعل بينهما ويتولد منهما غاز ثانى اكسيد الكربون . وأحد المسحوقين يكون عادة بيكربونات الصديوم ، فهو يدخل فى تركيب جميع مساحيق الخبز ؛ والمسحوق الثانى يكون مادة حامضية التأثير تتفاعل مع الملح الأول عند وجود الماء ، ويخرج ثانى اكسيد الكربون . ومن هذه المواد الحامضية حامض الطرطريك ، وزبدة الطرطير

(طرطرات البوتاسيوم الحمضى Cream of tartar) ، وفوسفات الكالسيوم الحامضى ، والشبّه ، وكلها مساحيق جافة .

ويمكن تحضير عينة من مسحوق الخبز باضافة ٥ جم من حامض الطرطريك و ١٥ جم من زبدة الطرطير إلى ٢٠ جم بيكربونات الصديوم ، و ٣٠ جم من النشا .

طهى اللحم :

يتركب اللحم الأحمر من عدة بروتينات (ميوسين وألبومين وهموجلوبين ونيوكلوبروتين) وجلاتين ودهن وأملاح معدنية مع كمية كبيرة من الماء . ويتحلل جزء من بروتين اللحم بعد ذبح الماشية إلى عدة مركبات نتروجينية وخلاصات عضوية مثل الكرياتينين Creatinine والجوانين والبولينا وحامض البوليك ، وهذه المواد هى التى تكسب اللحم طعمه الخاص المعهود . والمواد المعدنية فى اللحم هى مركبات الكالسيوم والمغنسيوم والصديوم والبوتاسيوم والحديد . ويوجد الأخير على صورة مركب عضوى معقد التركيب ، وهو الهموجلوبين . وتتوقف التفاعلات الكيماوية التى تحدث عند الطهى على الطريقة التى تتبع فى إعداد اللحم للأكل ، فإذا أريد المحافظة على طعم اللحم وأملاحه المعدنية فيجب طهيه بطريقة تجلط البروتين الذى على سطحه بسرعة ، وبذلك يمتنع تسرب العصارات والمستخلصات منه ، وأحسن وسيلة لذلك عملية الشى . ويمكن أيضاً وضع قطعة اللحم كلها دفعة واحدة فى ماء يغلى لمدة خمس دقائق ، حتى يتجلط سطحها ، ثم تترك على نار بطيئة مدة كافية حتى تنضج ، ثم تقطع بعد ذلك .

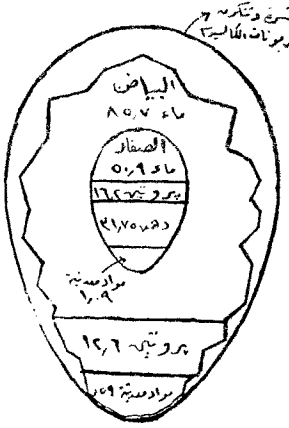
وأهم التغيرات الكيمياوية التى تحدث عند طهى اللحم هو تحليل الكولاجن ، وهو بروتين غير قابل للذوبان ، إلى جلاتين وهو مركب سهل

الذوبان ، وبذلك يزول النسيج الجامد الذى يربط ألياف العضلات بعضها ببعض ويصبح اللحم غضاً سهل المضغ ، وتزيد سرعة تأثره بالعصارات الهاضمة فى المعدة .

وعند تحضير الحساء (الشوربة) ، يفضل تقطيع اللحم إلى قطع صغيرة ما أمكن ويضاف الماء البارد إليها ، ثم توضع على نار بطيئة ساعتين أو ثلاث . والقول بأن اللحم يفقد كثيراً من محتوياته الغذائية عند غليه فى الماء خطأ محض ، والحقيقة أنه يفقد فقط بهذه الطريقة نحو ١٪ مما به من البروتين ونحو ٥٪ مما به من المستخلصات القابلة للذوبان ، ونصف ما به من المواد المعدنية ، وقليل من الدهن .

البيض :

يتركب البيض من نحو ٧٣٪ ماء ، و ١٤٪ بروتين ، و ١٢٪ دهن ، ١٪ أملاح معدنية . والدهن جميعه تقريباً موجود فى الصفار على صورة مستحلب أو حبيبات دقيقة جداً ومعه عدة بروتينات أهمها الفوسفوبروتين . أما البياض فمعظمه البومين ، وجلوبيولين وأملاح ولا يصحبه دهن . وأهم التفاعلات التى تحدث عند طهى البيض تجلط البروتين بتأثير الحرارة ، وفى الوقت نفسه يتحد مع بعض الماء الذى يتكون منه البيض . والأفضل عند



تركيب البيض

(شكل ٢٣)

سلق البيض أن يوضع فى ماء درجته حول ٧٥° م لمدة ١٥ دقيقة ، لأن وضعه فى ماء يغلى لبضع دقائق يسبب تجلط البياض بسرعة ، وهذا يعوق وصول الحرارة إلى الصفار ، وبذلك يصبح نضوج البيضة وتجمدها غير منتظم فى جميع أجزائها .

الخضر :

الغرض الأساسى من طهى الخضر هو تصديع السليلوز وجعله غضاً طرياً ، وتمزيق حبيبات النشا وإنضاجه ، لأنه عسر الهضم جداً . بيد أنه فى هذه العملية تفقد الخضر كثيراً من الأملاح التى تخرج فى الماء الذى تغلى فيه ، وأهمها أملاح البوتاسيوم المفيدة للجسم . كما أن الحرارة قد تتلف ما بالخضر من الڤيتامينات ، ولهذا يفضل فى طهيها عملية التفوير ، أى وضع الخضر فى مصفاة فوق ماء يغلى مع أحكام تغطية الأناء . ويحذر بتاتاً إضافة كربونات الصديوم ، لأنها تتلف ما بالخضر من الڤيتامينات .

الأطعمة السهلة الهضم :

تختلف الأنواع العديدة من الطعام فى قابليتها للهضم والامتصاص . فالبروتينات التى تتكون منها اللحوم مثلا أسرع هضما من بروتين البقول . وهى تمتص بواسطة الدم بعد تجزئتها بالعصارة الهاضمة امتصاصا يكاد يكون كاملا ، ويتخلف منها جزء صغير جداً من النفاية[1] . كما أن اللحوم تحتوى على مستخلصات عضوية منبهة (مثل الكريانين والزانثين)[2] ، وذات طعم شهى ، فتعمل على تنشيط الجهاز الهضمى .

(١) ولقد ثبت الإكثار من أكل اللحوم بدون أكل كمية كافية من المواد ذات الألياف الكثيرة (الخضر مثلا) يؤدى دائما إلى الامساك .

(٢) Creatin كرياتين ، Xanthin كزانثين

وأسهل أنواع اللحوم هضماً صدور الطيور ويليها السمك ولحم الضأن ولحم البقر ، أما لحم العجل (البتو) فهو بطىء التأثر بالعصارة الهاضمة ، ولحم الخنزير أصعب أنواع اللحوم قابلية للهضم ، وذلك لما يتخلل أنسجته من الدهن . كما تختلف أجزاء الحيوان الواحد فى قابليتها للهضم ، فالمخ و (الحلويات) والكرشة أسهل هضماً من الأجزاء الأخرى . واللحوم التى تطهى فى الدهن (عملية القلى أو التحمير) أصعب كثيراً فى الهضم من اللحوم التى تطهى بدونه (السلق والشى) .

ومن أسهل الأطعمة قابلية للهضم اللبن الخلى ، وشوربة اللحوم والبيض المسلوق فهى تستغرق فى هضمها ساعة أو اثنتين على الأكثر ، والجدول التالى يبين المدة التى يستغرقها هضم كثير من أنواع الطعام : —

المدة التى يستغرقها هضم الطعام

٢ — ٣ ساعة	٣ — ٤ ساعة	أكثر من أربع ساعات
دجاج مسلوق	دجاج مشوى	لحم الخنزير
سمك	لحم البقر	لحم العجل
لحم الضأن الصغير	لحم الضأن	الجبن
لبن غير مغلى	الخبز	الفول
أرز مسلوق	المرنبيط والسباغ	البسلة
بطاطس مسلوق ومدهوك	الخضر المفضة	الخبز وجذور الخضروات

ويمكن القول على وجه العموم بأن المنتجات الحيوانية أسهل هضماً وأسرع امتصاصاً وتمثيلاً من المنتجات النباتية ، فقد وجد مثلا أن جميع ما باللحم من البروتين (أى ١٠٠ ٪) قابل للامتصاص فى الدورة الدموية ، فى حين أن ٧٥ — ٨٥ ٪ فقط من بروتين البقول قابل للامتصاص . وأن ٩٥ ٪ من الدهن الحيوانى قابل للهضم يقابلها ٨٠ ٪ من الزيوت والمواد الدهنية النباتية . وأن ١٠٠ ٪ من

كربوايدرات اللبن والبيض يمتص بواسطة الدم يقابلها ٩٥ ٪ من الكربوايدرات النباتية .

واللحوم ولو أنها سهلة الهضم ، إلا أن الإكثار من أكلها قد يضر بالصحة ، لأن المواد الناتجة من هضمها (الأحماض الأمينية) أغلبها حامضى التأثير ، وهذا يقلل من قلوية الدم ، كما أنها قد تؤذى الكبد والكليتين لاضطرارهما إلى ترشيح النفايات المتولدة من احتراقها وتمثيلها (البولينا وحامض البوليك) من الدم وطردها إلى الخارج . والمفهوم الآن أن تجمع بعض هذه النفايات فى الجسم هو المسئول عن بعض أمراض خاصة منها الروماتيزم ، وأمراض المفاصل وتصلب الشرايين وبعض الأمراض الأخرى المشابهة .

العوامل التى تساعد على الهضم :

ومن المعلوم أننا نشرب الحساء عادة فى مبدأ الأكل ، أو نأكل بعض الأغذية المالحة أو الحامضية (Hors d' oeuvre) ، مثل السردين والزيتون والمخللات ، وقد يشرب بعض الناس قليلا من المشروبات الكحولية ، وهذه العادات تساعد جميعها على الهضم ، لأن مستخلصات اللحوم والأحماض والكحول تنبه المعدة وتساعد على زيادة إفرازها ، فيسهل هضم المواد البروتينية التى تؤكل بعد ذلك .

العقاقير التى تساعد على الهضم :

وهناك أيضاً بعض عقاقير تهيج أغشية المعدة وتساعد على إفراز عصارتها ، وأهمها العقاقير المرة مثل الكينا وصبغة الجوز المقيء (تحتوى على الاستركنين) والجنطيان (gentian) وصبغة الكواشيه (quassia) والكلومبا (Calumba) ، وجميعها عقاقير نباتية مرة تنشط المعدة وتفيد فى الدسبيسيا الوهنية (dyspepsia)

وسوء الهضم[1] ؛ كذلك الكحول ومستخلصات اللحوم والجرجير وجذور الفجل تفيد فى تنشيط المعدة وزيادة إفرازها .

البكتيريا والطعام :

يموت الجزء الأكبر من البكتيريا التى تدخل الجسم مع الطعام بتأثير الحامض الذى فى عصارة المعدة . وقد يحدث فى بعض حالات مرضية أن يكون إفراز الحامض أقل مما يجب ، وهذا يساعد على انتقال بعض البكتيريا الضارة إلى الأمعاء حيث تنمو وتتكاثر .

اللحوم ووظيفتها فى التغذية :

تتكون اللحوم بجميع أنواعها من ألياف خيطية رفيعة وطويلة ، وكلما قصرت الألياف كان اللحم غضيراً ليناً وسهل الهضم[2] ، فالألياف التى تكون صدر

(١) يمكن تحضير دواء مقو للمعدة ومفيد فى حالات ضعف الشهية كما يأتى :
بيكربونات البوتاسيوم ٧ قمحات (جرام واحد = ١٥٫٤ قمحه)
صبغة الجوز القيء ٣ نقط
كلوروفورم ٦ نقط
نقيع الكلومبا ٣٠ جم (نحو معلقتين كبيرتين)
وهذه المقادير تكون جرعة واحدة تؤخذ ثلاث مرات فى اليوم قبل الأكل بنصف ساعة . والمزيج الآتى ينشط المعدة أيضاً ويساعد على الهضم ويحضر بالنسبة الآتية :
حامض النتروكلوردريك المخفف ٣٠ نقطة
سائل الاستركنين ٥ نقط
كلوروفورم ٥ نقط
صبغة الكلومبا ٢ جم
نقيع الجنطيان ٢٥ جم
ويؤخذ من المزيج ملعقتين كبيرتين فى نصف كوب من الماء ثلاث مرات فى اليوم بعد الأكل .

(٢) وهذا هو السبب فى أن الجزار أو الطاهى يضرب اللحم جيداً على الصد قبل تقطيعه أو طهيه ، فان ذلك يساعد على تقطيع الألياف وتمزيقها فتصبح سهلة الهضم .

الدجاجة مثلا قصيرة جداً إذا قورنت بألياف لحم البقر[1] ، ولذا كانت الأولى رَخْصة وأسهل هضما من الثانية . ويتخلل الألياف راسب من الدهن ، وكلما زاد مقدار هذا الدهن قلت قابلية اللحم للهضم ، ولذا كانت لحوم البط والأوز والضأن السمين والخنزير صعبة الهضم نوعاً ما .

تركيب اللحوم :

وتتركب اللحوم من ماء وبروتين ودهن وأملاح معدنية . فالماء يكون نحو ثلثي وزن اللحم (قبل الطهي) ، وكلما سمن الحيوان زادت نسبة الماء فيه وقلت تبعاً لذلك قيمته الغذائية .

ويتراوح مقدار ما باللحم من البروتينات ما بين ٨ — ٢٣ ٪ (أنظر الجدول ص١٠٦) ، وأهم هذه البروتينات الميوسين . وأثناء حياة الحيوان ، يوجد الميوسين ذائباً في صورة محلول يتخلل الأنسجة والعضلات ، وهذا البروتين يتجلط بعد الموت[2] ، وبصبح اللحم يابساً ، ولكن بعد مضي مدة يتحول الميوسين المتجمد إلى سائل ثانية ، وبذلك يزول تيبس اللحم ، ولذا يفضل تعليق اللحوم مدة قبل طهيها حتى يزول تيبسها ، أو تنقع اللحوم في الخل المخفف أو يعطى الحيوان قليلا من الخل قبل ذبحه .

ويحتوى بروتين اللحم أيضاً على الجلاتين ، وهو — أي الجلاتين — يوجد بكثرة في لحوم الحيوانات الصغيرة السن . ويحتوى اللحم أيضاً على بعض المواد المعدنية التي أهمها حامض الفسفوريك وكربونات البوتاسيوم ، وعلى كمية من الدهن وقليل جداً من الكربوايدرات ، وبعض المواد العضوية التي تكون مستخلصات

(١) يحسن عند أكل هذا النوع من اللحم أن يقطع إلى قطع صغيرة ما أمكن في اتجاه عمودي في اتجاه الألياف فان ذلك يسهل كثيراً من عمل المضارة الهاضمة .

(٢) وهذا يفسر تصلب العضلات بعد الموت Rigor mortis .

اللحوم وتكسبها ذلك الطعم الشهي المعهود . ولذا فان اللحوم التي تغلى مدة طويلة في الماء يخرج منها بعض مستخلصاتها وتفقد طعمها ، والجدول الآتي يبين على وجه التقريب متوسط تركيب بعض أنواع اللحوم ،

	لحم البقر	الضأن	البتلو	الخنزير	الدجاج	السمك
ماء	٦٣,٧	٦٥,٢	٧١	٦٠,٩	٦٦,٨	٧٦,٧
بروتين وجلاتين	٢٠	١٤,٥	١٧	١٢,٣	٢١	٢٠,٦
دهن	١٥	١٩,٥	١١	٢٦,٢	١١	١,٧
مواد معدنية	١,٣	٠,٨	١	٠,٦	١,٢	١,١
الحرارة التي يولدها رطل واحد	١٠٠٥	١٠٩٢	٧٨٠	١٣٣٣	٧٨٠	٨٦٥

اللحوم البيضاء وبعض الأمراض :

وليس للحوم البيضاء (الطيور والأرانب[1] إلخ) تأثيرات كيماوية خاصة بها (Specific) ، وعلى ذلك فالاعتقاد السائد بأن هذه اللحوم أفضل من اللحم الأحمر (البقر والضأن إلخ) في دور النقاهة ، وفي شفاء بعض الأمراض ، لأنها لا تجهد الكليتين ولا تسبب تهيج المفاصل وبعض أجزاء الجسم الاخرى — ليس له أساس علمي يبرره ، وكل ما هنالك أنها تستغرق وقتاً أقل في هضمها ، كما أن قيمتها الغذائية أقل (راجع الجدول المتقدم) ، فيشعر الريض بالجوع بسرعة ، وهذا ينعش حالته المعنوية . وهناك بعض الأمراض يجب عند الاصابة بها الامتناع عن اللحوم بجميع أنواعها ، وتقليل المواد البروتينية الأخرى ما أمكن ، ومن هذه الأمراض النقرس وآلام المفاصل الحادة والروماتزم الحاد والتهاب الكلى وبعض الأمراض التي يصحبها ترسب حامض البوليك (Uric acid كما يدين بالبول) في الجسم ، ولذا يجب تقليل المواد البروتينية لأنها تولد هذا الحامض ،

(١) الأرانب تحوى لحما أبيض وأحمر ، لأن بعض عضلاتها أحمر ، والآخر أبيض Pale .

والإكثار من الفاكهة وشوربة الخضر حيث أنها قلوية التأثير داخل الجسم ، فتساعد على إزالة الحامض . ويجب الامتناع عن أكل البروتينات كذلك فى أحوال الحميات ، فانها تساعد على ازدياد عملية التأكسد والاحتراق ، فترتفع درجة حرارة المحموم .

التهاب الكلى :

وعلى الأخص عند الاصابة بهذا الالتهاب ، يجب تجنب المواد البروتينية ما أمكن ، وذلك لعدم قدرة الكليتين على ترشيح ناتجى احتراقها (البولينا وحامض البوليك) من الدم وطردها خارج الجسم ، ولذا يفضل حذف اللبن أيضاً زيادة عن اللحوم إذا كان الالتهاب حاداً . وفى الالتهاب غير الحاد يمكن شرب اللبن بشرط تخفيفه بالماء ، أما المواد الكربوايدراتية والدهنية ، فيمكن التغذى بهما ، لأن نواتج احتراقها تطرد من الجسم بواسطة الرئتين والأمعاء . ويطرد الجزء الأكبر من مستخلصات اللحوم بواسطة الكليتين ، ولذا يجب تجنب شوربة اللحوم أيضاً والاستعاضة عنها بشوربة الخضراوات . ويتوقف طرد الماء من الجسم لدرجة كبيرة على الكليتين ، ولذا فإن الماء قد يتراكم فى الجسم وقد يؤدى إلى الاستسقاء إذا لم تتمكن البشرة والأمعاء من طرده خارج الجسم .

النباتيون :

تحتوى الأغذية النباتية على نسبة كبيرة من المواد الكربوايدراتية بخلاف المنتجات الحيوانية . فالجزء الأكبر منها لا يحتوى على كربوايدرات قطعياً . وتحتوى الأغذية الأولى أيضاً على المواد البروتينية والدهنية . فمن الممكن إذن الاقتصار على المملكة النباتية فى الحصول على كل ما يلزم الانسان من الأغذية ، ما عدا أن مقدار الغذاء اللازم لتوليد الحرارة وبناء الأنسجة يكون كبيراً فى

هذه الحالة ، وهذا قد يجهد الجهاز الهضمى[1] نوعاً ما .

وهناك اعتراض آخر على الاقتصار على الأغذية النباتية ، وهو أن بروتينات النباتات لا تولد جميع الأحماض الأمينية اللازمة لبناء جميع أنسجة الجسم ، وهذه الصعوبة يمكن التغلب عليها بتناول كمية كافية من اللبن ، ولذا فإن معظم النباتيين[2] فى الوقت الحاضر يدخلون اللبن ضمن غذائهم ، وإذا أضيف إلى الغذاء الجبن والبيض ، فإنه يمكن تقليل كمية الخضر اللازم أكلها ، وفى هذه الحالة يصبح الغذاء النباتى كاملا من جميع نواحيه .

وأهم الكربوايدرات فى الأغذية النباتية السكر بأنواعه والنشا والسليلوز ؛ أما البروتينات النباتية فهى من فصيلة الجلوبيولينات ، وهى قابلة للذوبان فى الماء المذاب فيه كمية صغيرة من الملح ؛ والمواد الدهنية التى فى الأغذية النباتية قوامها سائل ، لاحتوائها على كمية كبيرة من الأوليين وكمية صغيرة نسبياً من كل من الاستيارين والبالتين .

وأهم ميزة للأغذية النباتية أنها غنية بالأملاح المعدنية التى أهمها أملاح البوتاسيوم وأملاح الأحماض العضوية ، ولذا فهى تفيد فى المحافظة على قلوية الدم ، وهى مفيدة على الأخص للذين يميلون إلى البدانة وللمتقدمين فى السن وللمرضين للاصابة بداء النقرس وآلام المفاصل والتوكسيميا أو تسمم الدم (Toxaemia) .

ضرورة السليلوز والمواد ذات الألياف فى الغذاء :

تقدم لك أن جميع الأطعمة يجب أن تتحول إلى سوائل قبل أن يمكن امتصاصها بالدم خلال الجدر المخاطية للأمعاء ، والعمليات التى تمهد لهذا التحويل

(١) أمعاء الانسان قصيرة بالنسبة لأمعاء الحيوانات آكلة العشب ، ولذا فهو يجد فى غذائه إلى بعض المنتجات الحيوانية حيث أنها مركزة وتشغل فى الأمعاء حيزاً ليس بالكبير .

(٢) النباتيون الأصليون ، وهم بعض قبائل البنغال فى الهند ، لا يدخلون منتجات الحيوانية أياً كان مصدرها فى غذائهم .

هى كما ذكرنا الطعى والمضغ وتأثير العصارات الهاضمة فى الفم والمعدة والأمعاء . بيد أن بعض أجزاء الطعام لا تتحول إلى سوائل بتأثير العمليات المتقدمة ، مثل الألياف السليلوزية التى تتكون منها الخضر والفواكه . ومع أن هذه الألياف غير قابلة للهضم ، فوجودها ضرورى فى الغذاء لأنها تنبه الأمعاء وتساعد على قذف محتوياتها إلى الخارج وتمنع الإمساك . وقد تسبب هذه الألياف عسراً فى الهضم أو مغصاً عند بعض الأشخاص ، وخاصة إذا كانت من النوع الجامد أو الخشن ، مثل ألياف الخيار والجزر والبندق ونحوها ، وفى هذه الحالة يجب التأنى فى مضغها والإكثار من الخضر الغضة الناعمة مثل الكوسة والقرنبيط والباذنجان والكرنب المسلوق جيداً .

الفواكه :

وجود الفواكه ضرورى فى الغذاء لما تحويه من الأحماض النباتية والفيتامينات والأملاح ، وهذه الأحماض قد توجد منفردة أو متحدة مع البوتاسا ، وأهمها حامض الستريك (الليمونيك : كـ$_{٦}$ هـ$_{٨}$ أ$_{٧}$) ويوجد فى الليمون والبرتقال وما إليها ، وحامض الطرطريك (كـ$_{٤}$ هـ$_{٦}$ أ$_{٦}$) فى العنب ، وحامض الماليك (التفاحيك : كـ$_{٤}$ هـ$_{٦}$ أ$_{٥}$) فى التفاح . وهذه الأحماض النباتية تتحول إلى كربونات قلوية داخل الجسم ، ولذا فهى تحافظ على قلوية الدم كما أنها تساعد على إدرار البول وتنشط عمل الأمعاء .

وقد تسبب الفاكهة الطازجة عسراً فى الهضم عند بعض الأشخاص لما تحويه من السليلوز . وفى هذه الحالة يجب الاعتماد على الفواكه المطهية مثل التفاح والخوخ المطبوخين .

ومن أسهل الفواكه قابلية للهضم العنب والليمون والبرتقال والتين ، والتفاح والخوخ المطبوخين ، وأقل منها قابلية فى الهضم المشمش والكمثرى والقراصيا والموز والأناناس .

غذاء الفلاح :

إن انحطاط مستوى المعيشة فى الريف يجعل من المتعسر على الفلاح أن يأكل قسطاً كافياً من الأغذية الجيدة التى تحتوى على العناصر الحيوية المهمة التى يحتاج إليها جسمه ، فنحن إذا فحصنا غذاء الفلاح حسب علم التغذية الحديث وجدنا أن المأكولات الغنية بڤيتامين ا وأهمها اللبن والقشدة والزبد والبيض والجبن الجيد (الدسم) والكبد ، تكاد تكون معدومة من غذائه[1] ، وهذه الأطعمة من شأنها أن تساعد على منع الإصابة بالرمد وقرح القرنية وبعض أمراض الرئة والأمعاء .

وبالمثل بالنسبة إلى ڤيتامين ب الذى يتوفر فى المنتجات الحيوانية ، فهو يساعد على منع الاصابة بالأمراض الجلدية وفقر الدم ، ولما كانت هذه المنتجات غالية الثمن فإن الفقراء لا يأكلونها بل يعتمدون فى غذائهم على أكل الذرة التى ليست لها خاصة الوقاية أو أن خاصتها للوقاية ضعيفة .

والحقيقة أن مسألة تغذية الفلاحين مشكلة هامة وجديرة بالبحث والعناية إذا أردنا تقليل الأمراض التى تنتابهم وإنقاص عدد الوفيات الكثيرة بينهم .

غذاء التلاميذ فى المدارس الأميرية :

وهذه مسألة أخرى جديرة بالدرس والعناية ، فنحن إذا فحصنا الغذاء الذى يقدم لتلاميذ المدارس الأميرية ظهر كل يوم ، وجدناه خالياً من كثير من الڤيتامينات وبعض العناصر الحيوية التى تجعله غذاء كاملا ومتفقاً مع قواعد علم التغذية الحديث .

---

(١) يوجد هذا الڤيتامين أيضاً فى الخضروات الرخيصة مثل الفجل والكرات والجزر ، ولكن مقداره قليل فيها ، فلا يعادل نقصه فى الأغذية الأخرى التى يأكلها الفلاح بكثرة كبيرة (خبز الذرة) ، والتى لا يوجد بها هذا الڤيتامين .

ويتركب هذا الغذاء فى الغالب مما يأتى :

(١) رغيف مصنوع من الدقيق الأبيض ، ليس به شىء من الڤيتامينات .

(٢) بعض من الخضر قد طهيت بطريقة أتلفت جميع ما بها من الڤيتامينات .

(٣) قطعة من اللحم ، طهيت فى السمن فأصبحت من أعسر المأكولات هضما .

(٤) بعض الأرز القشور ، فقد بصقله ما به من الڤيتامينات ، أو بعض المكرونة وهى خالية من الڤيتامينات .

(٥) بعض الفطائر أو الحلوى ، وهى خالية أيضاً من الڤيتامينات ، أو بعض الفاكهة وهى الوحيدة التى تحوى شيئاً من الڤيتامينات .

(شكل ٢٤)
تلاميذ أحد المدارس يتجلدون وهم يتناولون اللبن فى الصباح

فاذا فحصنا هذه المأكولات تحت ضوء المعلومات التى تقدمت (راجع الجدول ص ١٠٦) وجدنا أن الڤيتامين ا يكاد يكون معدوماً فى غذاء التلميذ ، وكذلك ڤيتامينات د ، هـ ، و - وقد يوجد به ڤيتامين ب (مجموع ب١ ، ب٢ ، ب٣)

غير أن مقداره قليل بحيث لا يعادل النقص فى الأغذية الأخرى التى يأكلها بكثرة .

أما ڤيتامين ج فقد يتوافر فى غذاء التلميذ إذا أعطى له بعض الفاكهة ، وقد ينعدم إذا أعطى له بعض الحلوى أو الفطائر .

أما المأكولات الغنية بالڤيتامينات ، والتى يجب أن توجد بكثرة فى غذاء التلميذ ، فهى ما يأتى :

ڤيتامين ا : القشدة ، الزبدة ، الكبد ، صفار البيض ، الجبن الدسم .

ڤيتامين ب (مجموع ب١ ، ب٢ ، ب٣) : الخميرة ، الكبد ، اللبن ، صفار البيض ، الخبز الكامل (الأسمر) ، اللحم .

ڤيتامين ج : الطماطم (نيئة) ، الخس ، الكرنب المسلوق بعملية التفوير (بالبخار) . البرتقال والليمون وكثير من الفاكهة والخضر الطازجة .

ڤيتامين د : القشدة ، الزبدة ، الجبن الدسم ، اللبن ، دهن اللحم .

ڤيتامين هـ : الكبد ، الخس ، الخبز الكامل ، الزبدة .

ڤيتامين و : الخميرة ، صفار البيض ، اللبن ، الكبد .

وفيما يلى جدول يمكن الاسترشاد به عند تحضير غذاء التلاميذ .

السبت	الأحـــد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء
قليل من الخبز الكامل (١)	بطاطس مسلوق بالبخار	بعض الخبز الكامل	بعض الخبز الكامل	بطاطس مسلوق بالبخار
كوب من اللبن الطازج (٢)	كرنب مسلوق بالبخار	بعض الزبد	سباغ	بعض الزبد
بعض الزبد والجبن	كبد مشوى شيا طفيفاً	سمك مشوى	لحم مشوى شيا طفيفاً	بيضتان
سلاطة (خس وطماطم وجرجير) (٣)	ـــــلاطه	ـــــلاطه	سلاطه	ـــــلاطه
قراصيا بالقشدة	بليلة باللـــبن	كوب من الكاكاو ومجهز باللبن الخالص	دندرمه باللبن (٤)	أرز باللبن (٥)
	برتقالتان	موز بالقشدة	فاكهة	فاكهة

ونستخلص من هذا البيان أن الأطعمة التي يجب أن يشمل عليها غذاء التلميذ بكثرة هي :

(١) اللبن ومنتجاته (القشدة والزبدة والجبن الدهني) .

(٢) الخضر الطازجة (الخس والخيار والطماطم النيئة) .

(٣) الكبد أو البيض أو السمك .

(٤) الفاكهة .

وجميع هذه المأكولات (ما عدا الفاكهة) تكاد تكون معدومة في غذائه

---

(١) الخبز الأسمر whole wheat bread .

(٢) معقم بالطريقة الباستيرية .

(٣) يحسن تحبب إضافة الخل إلى السلاطة ، لأنه يهيج المعدة ويثير رغبة غير طبيعية لاشتهاء الطعام ، والأفضل إضافة بعض الزيت والليمون ، لان الاخير يفتح الشهية دون أن يضر بأجهزة الهضم ، كما أنه غني بالڤيتامينات .

(٤) النشويات المحضرة من اللبن الطازج غذاء جيد ومفيد للتلاميذ ، لاحتوائها على ڤيتامين (ب) ، (و) الضروريين لنمو أجسامهم ، وهي تحتوي أيضاً ڤيتامين ا ، د .

(٥) يجب استخدام الأرز غير المصقول ، كما يحسن عدم غلي اللبن معه ، فيطهى الأرز على حدة ، ثم يضاف إليه اللبن ، حتى لا يفقد الغليان ما به من الڤيتامينات .

الحاضر . وإذا راعينا أن التلاميذ في نمو مستمر ، وأنهم يقومون بمجهود عقلي وجثماني كبير ، وأن الكثير منهم يهرعون إلى المدارس في الصباح ، دون أن يتمكنوا من تناول طعام الإفطار في منازلهم لضيق الوقت أو لسوء التدبير المنزلي ، وجب علينا الاعتناء بوجه خاص بوجبة الغداء التي يتناولها التلاميذ ، حتى لا تظهر عليهم أعراض سوء التغذية (Malnutrition) .

وبهذه المناسبة أقول أن نظام المقاصف (الكانتين) المتبع في جميع المدارس الأميرية نظام مضر بصحة التلاميذ ، لأنهم يشترون منها الحلوى والفطائر والمأكولات الرخيصة في فسحة ما بين الصباح والظهر ، فتفسد شهيتهم وتعوقهم عن التمتع بما يأكلونه من الغداء وتمثيله تمثيلا صحيحاً كاملا .

وثمة نظام سيء آخر موجود في جميع المدارس الأميرية ، وتجب المبادرة إلى درسه وتعديله ، ألا وهو تأخير موعد الغداء إلى ما بعد الساعة الثانية عشرة . فإن كان نظام الخمس أو الست حصص قبل الغداء يناسب المدرسة وموظفيها ، فهو لا يناسب الطلبة المساكين . وقد يرد على ذلك بأن الغداء يولد عند التلاميذ الخمول والميل إلى النوم ، وأنهم لا يستفيدون كثيراً من الدراسة بعد الغداء . والواقع أن الخمول الذي يشعر به التلاميذ إنما ينشأ عن سوء اختيار أنواع المأكولات التي تقدم إليهم ، فهي في كثير من الأحيان مشربة بكمية كبيرة من السمن الرخيص ، فتصبح ثقيلة على المعدة ، كما أن كمية النشويات (الخبز والأرز والمكرونة) بها كبيرة ، فتسبب عسراً في الهضم وشعوراً بالضيق والامتلاء .

والحقيقة أن الغذاء الجيد الذي يتفق وقواعد التغذية الصحيحة يولد الانتعاش بدل الخمول ، فهو بمثابة دواء مجدد للقوى وباعث على الحركة والنشاط . وقد جربت ذلك بنفسي في الأيام التي طلبت إلينا وزارة المعارف أن نجلس إلى موائد التلاميذ ونشاطرهم غداءهم . فقد كنت أشعر بالخمول عقب الأكل والميل إلى التثاؤب في وقت العمل ، ويصبح التدريس وقتئذ أمراً من أعسر الأمور . وفي

ما عدا تلك الأيام كنت أكتفى ببعض الجبن واللبن والفاكهة فى وجبة منتصف النهار ، فكنت أشعر بعدها بالميل إلى الحركة والنشاط .

وقد قامت مدرسة فاروق الأول بتجربة ناجحة فى العامين المنصرمين ، فكانت تعطى التلميذ قدحاً من اللبن وبعضاً من البسكوت والزبد فى الساعة العاشرة ، ثم تعطيه وجبة الغداء فى الساعة الثانية بعد الظهر . وعندى أن هذا النظام أصلح ما يكون للتلاميذ ، ويفضل أن تسير عليه جميع مدارس القطر ، ما عدا أن المأكولات التى تقدم فى وجبة الغداء يجب تعديلها حسب ما تقدم .

وقصارى القول أن التدابير المعمول بها الآن فى تغذية التلاميذ لم يراع فيها القواعد العلمية الحديثة ، فرغم أن المأكولات التى تعطى للتلميذ كثيرة كبيرة ، إلا أن نسبة مايها من الدهن والبروتين والنشا وكذلك الأملاح المعدنية والفيتامينات ، قاصرة عن أداء الغاية المقصودة من التغذية ، فنرجو أن تعمل وزارة المعارف على درس هذا الموضوع الخطير وإحلاله موضع الأهمية والاعتبار .

الخلاصة :

يتضح لنا مما تقدم فى هذا الباب وما قبله أن الغذاء يجب أن يتوفر فيه الأنواع الأربعة الآتية :

(١) الخبز والأرز والسكر وغيرها من المواد الكربوايدراتية .

(٢) اللبن والبيض واللحوم وما إليها من المواد البروتينية .

(٣) الزبد والسمن والزيوت ونحوها من المواد الدهنية .

(٤) الكرنب والقرنبيط والعنب والبرتقال ، وما شابه ذلك من الخضر والفواكه .

(١) فالمواد الكربوايدراتية تمد الجسم بالحرارة والطاقة ، كما أن بعضها يحتوى بعض أنواع الفيتامينات وبعض الأملاح المعدنية .

(٢) والمواد الثانية تجهز الجسم بما يلزمه من البروتينات التى تبنى أنسجته ، بيد أنه لما كانت هذه المواد تتأكسد داخل الجسم إلى مواد حامضية ، وهذه تقلل من قلوية الدم وتسبب زيادة العمل على الكلى والكبد ، فإنه يفضل عدم الإكثار منها ، وقد حددنا فى هذا الباب الكمية المناسبة من هذه المواد .

(٣) والمواد الدهنية تمد الجسم بمقدار كبير من الحرارة والطاقة .

(٤) والمواد الاخيرة وهى الخضر والفواكه تجهز الجسم بكثير من الأملاح المعدنية والفيتامينات . ولأنها حامضية الطعم فهى تساعد على إفراز العصارات الهاضمة ، كما أنها تتأكسد داخل الجسم إلى مواد قلوية نوعاً ما ، ولذا فهى تحافظ على قلوية الدم . وفضلاً عما تقدم فإن الخضروات والفواكه حجمها كبير بالنسبة لما فيها من المواد الغذائية ، فهى تشغل فراغاً كبيراً فى الأمعاء ، وتساعد بما فيها من الألياف السليلوزية على مرور الفضلات الصلبة فى الأمعاء ومنع الامساك .

والجدول التالى يلخص لك كثيراً من المعلومات التى تقدمت فى الأبواب الثلاثة السابقة :

الغـــذاء	المـاء	البروتين	الدهن	كربوايدرات	أملاح معدنية	القيمة الحرارية لكل رطل	فيتامين ا	فيتامين ب	فيتامين ج
اللحـــم	٨٧,٣	٣,٥	٣,٧	٤,٨	٠,٧	٣٢٠	+	++	+
السمـــكة	٧٢,٣	٢,٥	١٩	٤,٥	١,٧	٩١٢	+++	+	—
الجبن (مجفف)	٢٧	٢٨	٣٧	٤	٤	٢١٠٠	++	+	—
الزبد	١١	١	٨٥	—	٣	٣٦٠٠	+++	—	—
البيض	٧٣	١٤	١٢	—	١	٧٦٠	++	++	—
الخبز (أبيض)	٣٧	٩,٣	٠,٥	٥٢	١,٢	١١٢٠	—	—	—
الخبز (أسمر)	٤٣	٧,٣	٠,٥	٤٨	١,٢	٩٩٦	—	++	—
الأرز (المصقول)	١٢	٨	٠,٥	٧٩	٠,٥	١٦٤٠	—	—	—
البطاطس	٧٦	٢	—	٢١	١	٣٤٠	—	+	+
السكر	—	—	—	١٠٠	—	١٨٤٠	—	—	—
البسلة	٢,٥	١٨,٥	٦٤,٥	١٣	١,٥	٣٢٠٠	—	++	—
الفول السودانى	٩	٢٦	٣٨,٥	٢٤,٥	٢	٢٥٦٠	—	++	—
الفاصوليا الخضراء	٨٩	٣,٥	—	٧,٥	١	١٩٦	—	++	—
البسلة (الخضراء)	٧٥	٥,٥	—	١٧,٥	٢	٤٦٠	—	++	++
العسل	٨٧,٦	١,٢	٠,٣	٩,٦	٠,٥	٢١٥	—	+	++
البطاطا	٦٩	١,٣	٠,٦	٢٦,٢	٠,٨	٥٤٥	—	+	+
القمح	٨٩,٦	١	٠,٢	٧,٨	٠,٦	١٧٥	—	+	
السكر	٨٧,٥	١,٢	٠,١	٩,٤	٠,٨	٢٠٥	—	+	
الكرنب	٩٢	١,٥	—	٥,٥	١	١٤٥	++		+++
الخس	٩٥	١	—	٣	١	٩٠	++	—	+++
الجزر	٨٨	١	—	١٠	١	٢٠٥	++	+	+++
الخضاض	٩٤	١	—	٤	١	١٠٥	++	—	+++
البرتقال	٨٧	٠,٨	٠,٢	١١,٥	٠,٥	٢٧٥	—	—	+++
التفاح	٨٤,٥	٠,٥	٠,٥	١٤	٠,٥	٢٩٠	—	—	+
الموز	٧٥,٣	١,٣	٠,٦	٢٢	٠,٨	٤٦٠	—	—	++

— به بعض الڤيتامين . + + غنى بالڤيتامين .

— + + أكثر غنى بالڤيتامين .

العقاقير

تأثير العقاقير فى الجسم — الأصول الفعالة — التركيب الكيماوى للعقاقير
العقاقير المرة — العقاقير المسهلة — العقاقير المنبهة — العقاقير المخدرة
طبع العقاقير — الإسراف فى تعاطى العقاقير

استخدم الإنسان العقاقير فى التطبيب والمداواة من عهد بعيد جداً . فكان يأخذ من الأعشاب والنباتات أكثر العقاقير التى كان يحتاج إليها .

وكثير من العقاقير التى نستخدمها فى الوقت الحاضر ، يرجع اكتشافها إلى بعض القبائل غير المتحضرة التى كانت تعيش فى آسيا وأفريقا ، إذ كانوا يعنون عناية زائدة بجمع الأعشاب والنباتات ذات الميزات الطبية الخاصة .

وكانت عملية استخلاص الدواء من الأعشاب فى أول الأمر سهلة بسيطة ، كالتجفيف والسحق ، أو النقع والترشيح . ولذا كانت العقاقير الناتجة لجة غير نقية ، يصحبها مواد أخرى تحدث تأثيرات أخرى فى الجسم بجانب التأثير الذى استخدم من أجله العقار ، وبتقدم الإنسان فى عمليات الفصل والتقطير والتجزئ ، أمكنه الحصول على بعض العقاقير نقية بعض النقاء . ثم جاءت الكيمياء الحديثة ، فتناولت جميع العقاقير الفعل بطرق جديدة من التهذيب والتنقية والتكرير ، وفصلت الجزء الضار وأبقت الجزء النافع ، بحيث أصبح تأثير الكثير منها نوعياً (Specific) .

وأضافت إلى كل ذلك طريقة هامة جديدة فى تحضير العقاقير ، تعرف بطريقة التأليف أوالتركيب (Synthetical process) ، وهى تحضير الدواء من مواد أولية بسيطة ، وبناؤه بناء كيماويا دون الرجوع إلى النبات أو الحيوان .

ويمكن تعريف العقاقير بأنها تلك المواد التى تبطل تأثير الأمراض فى الجسم .

أو تساعد أنسجته على أداء وظيفتها أداء صحياً كاملا (بشرط ألا يقتصر عملها على تغذية الجسم ، وإلا اعتبرت غذاء لا دواء) .

تقسيم المقاقير :

ليس من السهل تقسيم المقاقير تقسيما علمياً منتظما إلى فصائل أو مجموعات معينة ، لأننا لو اتخذنا التركيب الكيماوى قاعدة لتقسيمها ، لأصبح عدد المجموعات كبيراً جداً ، فلا نستفيد كثيراً من هذا التقسيم ؛ فمادة الأپومورفين[1] (Apomorphine) مثلا لا تختلف فى تركيبها الكيماوى عن المورفين ، إلا فى جزئ واحد من الماء ، ومع ذلك فالمادة الأولى ليست لها تلك الخاصة المهمة التى فى المورفين ، وهى التخدير والتسكين وإزالة الآلام ، وجلّ استعمالها فى الطب كمقيئ لا غير .

وإذا أردنا تقسيم المقاقير بالنسبة إلى تأثيراتها الفسيولوجية ، واجهتنا أيضاً عقبات عسيرة . فالأدوية المنبهة والمنعشة مثلا قد تؤثر فى خلايا العضو ذاته ، أو تؤثر فى العصب الذى يمتد فى ذلك العضو ، أو تؤثر فى المجموع العصبى بأجمعه . ومع أن النتيجة النهائية قد تكون واحدة فى الحالات الثلاثة ، وهى حدوث التنبيه ، إلا أن الفعل الفسيولوجى وطريقة إحداث الأثر بواسطة الأدوية المختلفة ليس واحداً فى هذه الحالات[2] .

كما أن كثيراً من المقاقير يؤثر على الأجزاء المختلفة من الجسم فى آن واحد

(١) أحد القلويات العضوية (Alkaloids) فى الأفيون .

(٢) تقليل من الكحول مثلا ينبه المعدة بسبب أنه يهيج الغدد المعدية ويساعدها على الإفراز ، فى حين أن المقاقير المرة مثل الكينا والاستركنين تنبه المعدة بسبب تأثيرها على أعصاب الذوق أو على المجموع العصبى بأجمعه .

بتأثيرات متغايرة ؛ فالأتروپين[1] مهبط لفعل نهايات بعض الأعصاب ، وهو نفسه منبه لأجزاء المخ العليا .

طريقة تأثير المقاقير فى الجسم :

وقد يكون تأثير المقاقير راجعاً لخواصها الطبيعية أو لخواصها الكيماوية ، فتأثير زيت البرافين ، وهو إحداث اللين ، يتوقف على خاصة طبيعية فحسب ، وهى تزييت جدار الامعاء وتزليق محتوياتها . وتأثير بيكربونات الصديوم كيماوى محض وهو أنه يتعادل مع السوائل الحامضية فى الجسم مثل حامض الكلوردريك الذى فى المعدة . وهناك عدد كبير من المقاقير تأثيره طبيعى وكيماوى معاً ، مثل زيت الخروع فهو يزيت الامعاء ، وفى الوقت ذاته يتحلل إلى الحامض الخروعى (Ricinoleic acid) وجليسرين . وعدد آخر من المقاقير نعرف تأثيرها فى الجسم ، ولا نعرف التفاعل الذى ينتج منه ذلك التأثير . هذا وأنسجة الجسم المختلفة تقوم بأداء عدد كبير جداً من العمليات الطبيعية والكيماوية ، وفعل كثير من المقاقير أنها تساعد على زيادة أو تقليل نشاط هذه العمليات ، وذلك بتفاعلها مع السوائل التى يتكون منها الجسم ، أو بتنبيه خلايا المخ أو الحبل الشوكى أو تهبيطها ، أو بتأثيرها على الخلايا التى تتكون منها الأنسجة أو الأعصاب التى تصل إليها .

وبعض المقاقير الأخرى تؤثر فى الجسم بأن تمده ببعض المواد الضرورية له ، وأبسط الأمثلة لذلك حامض الكلوردريك الذى يعطى فى بعض الحالات التى تعجز فيها المعدة عن إفراز هذا المركب بكمية كافية . كذلك عنصر اليود ضرورى وجوده فى الجسم ، كى تقوم الغدة الدرقية بافراز مادة خاصة (الثيروكسين)

(١) الأتروپين (ك ١٧ يد ٢٣ ن ١ م) ، أحد القلويات العضوية التى توجد فى نبات البلادونا أو ست الحسن .

لازمة للنمو الطبيعي للجسم ، ولاستحالة الأغذية وتمثيلها . وفى بعض المناطق التى ينعدم فى تربتها هذا العنصر أو يكاد ، يصاب أهلها بمرض يعرف بالجويتر (Goiter) أو تضخم الغدة الدرقية ، واستخدام عقاقير تحتوى على عنصر اليود ، مثل كمية صغيرة من يودور البوتاسيوم تحول دون الإصابة بهذا الداء .

وقد يحدث أن يصاب الجسم ببعض أمراض معينة ، أو شذوذ فى تأدية وظائفه بسبب نقص بعض الڤيتامينات فى مواد الأغذية ، فنقص ڤيتامين (د) من غذاء الأطفال ينشأ عنه الإصابة بالكساحة ، ونقص ڤيتامين (ج) يؤدى إلى مرض يعرف بداء الحفر أو الأسقربوط . وقد تمكن الكيماويون حديثاً من استخلاص بعض هذه الڤيتامينات من المواد الطبيعية التى تحتوى عليها ، وتحضير عقاقير منها ، للشفاء من تلك الأمراض أو لمنع الإصابة بها .

وإذا كان المرض ناشئاً عن الإصابة ببعض الجراثيم الطفيلية ، فإن إدخال العقاقير فى الجسم حينئذ يراد به قتل هذه الجراثيم . وفى الحالات التى يكون فيها المرض ناشئاً عن جرثومة حيوانية (مثل الملاريا والزهرى والحمى القرمزية ، والديسنطريا الأميبية ، وداء الكلب) ، فان استخدام العقاقير حينئذ يساعد على إبادتها فى كثير من الأحوال ، بعكس الأمراض التى تنشأ عن بكتيريا نباتية (مثل الحمى التيفودية والانفلونزا والدفتيريا والتهاب الرئة) ، فإن استخدام العقاقير لا يساعد فى القالب على التخلص منها . وقد تبين حديثاً أن العقاقير لا تقتل الجراثيم مباشرة ، إذ وجد أنه يوضع الجراثيم فى محلول مركز من هذه العقاقير خارج الجسم ، فإنها تعيش مدة طويلة ، ولذا يغلب على الظن أن فعل العقاقير فى الجسم أنها تنشط أنسجته وتزيد من قدرتها الحيوية على مقاومة الجراثيم والتخلص منها

مصدر العقاقير :

الجزء الأكبر من العقاقير مصدره المملكة النباتية . والجزء الباقى يؤخذ

من بعض المواد المعدنية[1] . وزيادة عن هذه المصادر الثلاثة قد أضيف إلى قائمة العقاقير فى السنين الأخيرة عدد كبير من هذه المواد حضرت فى المعامل الكيماوية من مواد بسيطة بعملية التأليف أو التركيب .

وبعد الفحم الحجرى (وهو من أصل نباتى) مصدرا لعدد لا يستهان به من العقاقير والمواد المطهرة ، مثل السكرين ، وحامض الكربوليك ومشتقاته ، والانيلين ومركباته ، والأدوية الخاصة بتخفيض الحرارة فى الحميات ، (antipyretics) وبعض العقاقير الأخرى التى سيأتى ذكرها .

أجزاء النبات التى يؤخذ منها العقاقير :

تستخلص العقاقير إما من لحاء بعض الجذور ، أو من قشور الساق ، أو من النباتات الزهرة لبعض النباتات ، أو من الثمار أو الأوراق .

الجذور :

فمن جذور الابيكاك[2] (عرق الذهب) ، يمكن استخلاص مركب الإمتين ، وهو يستخدم مدراً للصفراء ؛ ومن جذور الجولنكة يستخلص دواء مقو ومدر للبول ومضاد للحمى المتقطعة ؛ ومن جذور القنا أو المسك النباتى Musk-Root يمكن الحصول على دواء مقو للأعصاب ، وبديلا من المسك فى الأمراض العصبية ؛ ومن جذور شجرة الكلومبا أو ساق الحمام (تنمو فى شرق أفريقيا والهند) يمكن استخلاص عقار مر يسمى كاومبين (ك ٢١ يد ٢٢ ا ٧) ، يؤخذ قبل الأكل لمنع

(١) من أمثلة المواد المعدنية التى تستخدم فى تحضير العقاقير الزرنيخ و زئبق والأيود ، والحديد والباريوم والرصاص وبعض أملاح هذه الفلزات . كما أن كثيراً من المياه المعدنية الطبيعية التى تستخدم فى الاستشفاء تحتوى على الحديد والكبريت والكالسيوم والمغنسيوم والصديوم والبوتاسيوم والنحاس واليود والراديوم وغيرها .

(٢) (Ipecacuahna) : تنمو فى الولايات المتحدة والبرازيل .

الشهية ، لأن طعمه المر يؤثر فى أعصاب الذوق ، ويزيد مقدار العصارة الهاضمة التى تفرزها المعدة .

قشور الساق :

ومن قشور شجر الصفصاف (willows) ، وشجر الحور[1] (poplars) ، يمكن الحصول على الساليسين ، وهو مقو ونافع للروماتزم ؛ ومن قشور السنكونا يمكن الحصول على الكينا أو الكينين[2] الذى يستخدم فى مداواة حمى الملاريا .

(١) الحور شجر ينمو فى الهند وفى البلاد الحارة الرطبة .

(٢) الكينين (ك٢٠ يد٢٤ ن٢ أ٢ ، ٣ مد٢ أ . Quinine) . الكينين أهم القلويات العضوية التى توجد فى قشور السنكونا ؛ وفى هذه القشور يوجد عدة قلويات عضوية أخرى مثل الكينيدين . (Quinidin) والسنكونين (Cinchonin) والسنكوندين (Cinchonidin) . والذى يباع فى الصيدليات والتجارة هو عادة كبريتات الكينين المتعادلة ، وهو يباع على هيئة بلورات إبرية خفيفة بيضاء . وقد يحتوى على شوائب من بعض أو جميع القلويات المتقدمة . والجرعة الواحدة من أدوية الكينين تحتوى عادة على قمحة واحدة (١ جم = ١٥٫٤ قمحة) من كبريتات الكينين إذا كان الدواء للتقوية العامة (Tonic) ، فشراب إستون (Easton' S Syrup) مثلا ، وهو مكون من فوسفات الحديد والكينين والاستركين ، يحتوى على ½ قمحة من كبريتات الكينين فى كل ملعقة شاى ؛ أما إذا كان الدواء لمعالجة الحميات ، فقد تحتوى الجرعة الواحدة على ١٠ قمحات أو أكثر .

وكانت الكينا مستعملة بكثرة فى الماضى كدواء مقو للمعدة والمهضم ، أما الآن فتستخدم بعض العقاقير المرة الأخرى لهذا الغرض ، وأهم استعمال للكينا الآن فى مداواة حمى الملاريا وفى تخفيض درجة الحرارة (مؤقتاً) فى بعض الحميات الأخرى .

هذا ولا يحسن الاعتماد كثيراً على أقراص الكينين لأنها فى الغالب تمر فى الأمعاء دون أن يتنبهها الهضم ، ولذا يفضل دائماً تناولى الكينين فى أدوية سائلة . وإذا كانت الأقراص هى الوحيدة فى متناول الشخص، فيجب سحق القرص جيداً وإذابته فى الماء قبل تناول الدواء، ويفضل كثير من المختصين فى الوقت الحاضر أن تكون أدوية الكينين قاصرة على أحد أملاحه مع قليل من الحامض اللازم لاذابة الملح وبعض الشراب لمعادلة طعم الكينين المر ، أى أن الجرعة الواحدة من دواء الكينا يجب أن تحتوى على ١٠ قمحات من كبريتات الكينين ، ١٠ نقط من حمض الكبريتيك المخفف ، ٤ جم من شراب الليمون أو البرتقال ، ٣٠ الى ٤٠ جم من الماء . أما أملاح الحديد والمقويات الأخرى فيفضل أن تعطى فى أدوية أخرى منفصلة .

والكينين يخفض درجة الحرارة فى الحميات لسببين :

وقد يؤخذ الدواء من خشب الساق ذاته مثل الكواشين (quassin) ، وهو الأصل الفعال فى نوع من الخشب المر يعرف بخشب الكواشيه[1] ، وهو يستخدم فى تحضير حبوب الكينين المركبة .

أو يؤخذ العشب بأجمعه عند تحضير العقار ، كما يحدث عند استخلاص زيت النعناع . ومن أمثلة العقاقير التى يحصل عليها من النهايات المزهرة القنب الهندى أو الحشيش ، وبعض الزيوت الطيارة التى تستخلص من بتلات الأزهار .

الأوراق :

وبعض العقاقير الأخرى تؤخذ من الأوراق ، فمن أوراق نبات الجرسة (Fox glove) ، يمكن الحصول على الدجتالين (digitalin) ، وهو عقار يفيد فى تنبيه القلب ومداواته ؛ ومن أوراق شجرة الجوز الأسود يحصل على خلاصة مقوية ومانعة للانسداد الموى ؛ وأوراق الكابسلا (Capsella) يستخدم

أولا — أنه يساعد على زيادة إفراز العرق ، فتزيد الحرارة المفقوده بالاشعاع .

ثانياً — أنه يعرقل عمليات التأكسد داخل الجسم (بدليل أن كمية ثانى أكسيد الكربون الخارج من الرئتين ، والبولينا والمواد الأخرى التى فى البول ، تقل عند تناول الكينين) ، ومعنى ذلك أنه يعوق تأكسد الأنسجة ، فتقل الحرارة المتولدة فى الجسم . وإذا أخذ هذا العقار بكمية كبيرة ، فإنه يؤثر على القلب ، ويخفض ضغط الدم بدرجة كبيرة ، كما أنه يسبب الصداع والصمم ويحدث طنيناً فى الأذن .

(١) خشب الكواشيه (Quassia) وهو نوع من الخشب المر يحصل عليه من بعض أشجار تنمو فى أمريكا الجنوبية وجزائر الهند الغربية ؛ وتبيع هذا الخشب يكون صبغة مرة تستخدم فى تحضير بعض الأدوية المقوية (Tonics) والنافعة للهضم والمعدة ؛ وحيث أنها لا تحتوى على مادة التنين (Tannin) ، فيمكن مزجها مع أملاح الحديد . ويستخدم تبيع هذا الخشب بكثرة لطرد الديدان الخيطية (Threadworm) عند الأطفال ، وفى هذه الحالة تغسل الأمعاء أولا بحقنة شرجية من الماء الفاتر والصابون ، ثم يعطى الطفل بعدها ثلاث أو أربع حقنات شرجية (نصف لتر فى كل مرة) من هذا التبيع .

تقيمها من الخارج لايقاف النزيف ، ومن الداخل لتحصين الجسم ضد داء الاسقربوط .

وبعض العقاقير تؤخذ من الثمار مثل الاستركنين[1] ، ويحصل عليه من ثمر الجوز القيء ؛ والكبسيسين ، وهو الجوهر الفعال فى الفلفل الأحمر ؛ ومثل زيت الليمون والبرتقال .

وبعضها يؤخذ من سقيان النباتات التى تنمو تحت الأرض مثل الجنزبيل (ginger) ، والكلوشيك (Clochicum) وهو يؤخذ من بصلات تنمو تحت الأرض لنبات يعرف بالحلاح ، ويستخدم لمعالجة النقرس (داء المفاصل) ؛ ومن الأعشاب البحرية يحصل على ملح يودور البوتاسيوم ، وهو يدخل فى تحضير كثير من العقاقير التى تستخدم لمداواة بعض الأمراض الشريانية ، وأمراض المفاصل المزمنة وفى تركيب الأدوية التى تعطى لتسهيل السعال وتخفيف وطأته ؛ ومن الكالتريش (Callitriche) — وهو جنس من الأعشاب المائية — يحصل على نقيع يدر البول ، ومستحلب يستخدم فى عمل اللبخ وفى تحضير بعض المستحضرات لتجميل الشعر .

(١) الاستركنين : أحد القلويات العضوية النباتية ؛ والمادة النقية عديمة اللون والرائحة ولكن طعمها مر جداً لدرجة أن المحلول المخفف بنسبة ١ : ٧٠٠٠٠ يمكن إدراك طعمه بسهولة باللسان ؛ وهو يستخدم فى الطب لأغراض عديدة ، فطعمه المر يفيد المعدة ويفتح الشهية ، ويساعد على الهضم ، كما أنه ينبه عضلات الأمعاء فيساعد على التين وطرد الفضلات . وهو بسبب ارتفاع ضغط الدم لسببين . أولا : لأنه ينبه عضلات القلب . ثانياً : أنه يساعد على انقباض أوعية الدم ؛ ولكن أهم تأثيراته — هى على المجموع العصبى ؛ فهو منبه جيد ينشط عمل الأعصاب بدرجة كبيرة ، بيد أن تأثيره مؤقت يعقبه هبوط وانحطاط ، وإذا كانت الجرعة كبيرة تسبب عنها العضلات وتشنج الأطراف ؛ وهو يدخل فى تركيب كثير من الأدوية المجهزة ، مثل شراب إيستون الآنف الذكر ، وقد تسبب عن تناول بعض الأشخاص لهذا الشراب جرعات كبيرة بعض حوادث التسمم ، ولذا أنقصت نسبة مابه من الاستركنين إلى النصف .

وقد يؤخذ العقار من الصموغ والمواد الراتنجية التى توجد فى بعض الأشجار ، مثل صمغ الكامبوجيا (Cambogia) ، وهو مسهل شديد ومدر قوى للبول .

عقاقير من أصل حيوانى :

وهناك عقاقير مهمة يحصل عليها من بعض غدد الحيوان ، فمن غدة البنكرياس (من الثيران والغنم وغيرها) ، يمكن الحصول على خلاصة هامة تعرف بالأنسولين تستخدم بكثرة هائلة فى مداواة البول السكرى ؛ ومن الغدة الدرقية لبعض الحيوانات تجهز خلاصة الثيروكسين التى تستخدم لمعالجة الفاهة عند الأطفال الذين تظهر عليهم بوادر البله والقزعة ؛ ولشفاء الكسيدما (Myxedema) عند الكبار .

وتحتوى الغدد التى فوق الكليتين على خلاصة فعالة (الأدرينالين أو خلاصة الكظر) تفيد فى تنبيه الأعصاب الدموية وتستخدم موضعياً لايقاف النزيف ، وإذا أعطيت من الداخل أثناء نوبات الربو[1] (asthma) فإنها تساعد على تخفيف وطأة النوبة وإزالة التشنج والانقباض .

ومن الغدة النخمية التى فى قاعدة المخ يحصل على خلاصة فعالة تعرف بالبتوترين ، تستخدم لإحداث انكماش الأوعية الشريانية الدقيقة ، وتقلص الرحم فى وقت الطلق ، وانكماش المثانة والأمعاء .

العقاقير المحضرة بالتركيب الكيماوى :

وهناك عدد كبير من العقاقير تحضر من مواد أولية بسيطة بطريقة التركيب أو التأليف الكيماوى (Syathetic drugs) ، وهذه العقاقير يتزايد عددها ويكثر

(١) مرض يمتاز بنوبات من السعال وعسر فى التنفس .

استعمالها كل يوم ، وذلك لتقاوتها ولمعرفة تأثيراتها على وجه التحديد ، ومن هذه العقاقير مايأتى :

الأسبيرين ومشتقات حامض السالبسيليك :

الأسبيرين هو حامض الأسيتل سالبسيليك ($ك_{٩}يد_{٨}$. $ك_{٢}ا_{٢}$. $ك_{٦}يد_{٤}$ $ك_{١}ا_{٢}يد$) ، وأول من مهد لتحضيره بطريقة التأليف والتركيب كولب الألمانى سنة ١٨٧٣ ؛ فقد تمكن من بناء حامض السالبسيليك من الفينول[1] ، وباتحاد هذا الحامض مع أندريد الخليك ينتج الأسبيرين المتقدم الذكر ، وميزته عن حامض السالبسيليك ذاته أنه لايسبب الاضطرابات الهضمية التى تنتج عند استخدام هذا الحامض بمفرده .

السكرين : ($ك_{٦}يد_{٤}$ $<$ $\begin{matrix}ك_{٦}ا_{٤}\\ك_{٦}ا_{٢}\end{matrix}$ $>$ ن يد)

ويحضر بتفاعل التولوين (من قطران الفحم) مع حامض الكبريتيك وأكسدة المركب الناتج . وهو مسحوق أبيض متبلور أحلى ٥٠٠ مرة من السكر العادى ، ويستخدم بدلا عنه فى غذاء المصابين بالبول السكرى ، والبدانة المفرطة ، كما أنه يفيد فى علاج الحمة والحمى المعفنة والسيلان .

الأسيتانليد : ($ك_{٦}يد_{٥}$. $ك_{٢}يد_{٣}ا$ ن يد : Acetanilide) ، ويعرف أيضاً بالأنتيفبرين ، وهو من العقاقير التى تحضر بالتركيب الكيماوى (باتحاد حامض الخليك المركز مع الأنيلين) ، وهو يدخل فى تركيب كثير من أدوية الصداع ، لأنه مسكن للألم ، كما أنه يخفض حرارة الحميات ويزيل آلام الأعصاب والروماتزم ؛

(١) يحضر حامض السالبسيليك الآن فى التجارة بتفاعل فينو اكسيد الصديوم مع ثانى أكسيد الكربون مع استخدام الضغط والتسخين (حول درجة ١٤٠° م) .
$ك_{٦}يد_{٥}ا_{٣}س + ك_{٢}ا_{٣} \rightarrow ك_{٦}يد_{٤}ا_{٣}يد . ك_{٦}يد_{٤}ا_{٣}س$

بيد أن الإكثار منه قد يؤدى إلى اضطراب القلب والأنيميا والزُراق (ازرقاق الجلد بسبب عدم حدوث عملية التأكسد على الوجه الأكمل) .

الفيناستين : ($ك_{١٠}يد_{١٣}ن_{٢}ا_{٢}$) ، وهو يحضر بالتركيب الكيماوى من حامض الكربوليك ، وبلورانه بيضاء عديمة الطعم قليلة الذوبان جداً فى الماء .

وهو يستخدم فى الطب لتخفيض الحرارة فى الحميات ولإزالة الصداع والآلام العصبية (النورالجيا) والروماتزمية ؛ وهو أكثر قابلية للتأكسد داخل الجسم من الأسيتانليد ، ولذا كان تأثيره السام أقل ؛ ويعطى معه الكافين فى الغالب لمعادلة فعله الهبط على القلب والمجموع العصبى .

الأنتيبيرين : ($ك_{١١}يد_{١٢}ن_{٢}ا$) .

وهو أحد العقاقير التى حضرت أخيراً بطريقة التركيب الكيميائى ، ويستخدم فى تخفيض الحرارة العالية فى الحميات . ويحضر فى الصناعة بتسخين (١ — فينيل ٣ — ميثيل ٥ — بيرازولون) مع يودور الميثيل والكحول الميثيلى ؛ ثم معالجة المركب الناتج بايدركسيد الصديوم .

السالفرسان : (٦٠٦) ($ك_{١٢}يد_{١٤}ا_{٢}ن_{٢}كل_{٢}ز$) .

وهو مركب عضوى يحضر بتفاعل الفينول مع حامض الزرنيخيك ومعالجة المركب الناتج بحامض النيتريك ، ثم اختزاله بملغم الصديوم ؛ وأول من حضره العالم الألمانى أرليخ وهانا ؛ ويستخدم فى معالجة الزهرى والحمى الرجعية والانيميا الخبيثة . وهو مسحوق أصفر يذوب بسهولة فى الماء ومحلوله حمضى ، ولذا يعادل قبل حقنه بمحلول الصودا الكاوية . ويتأكسد بسرعة إذا عرض للهواء إلى مركب أشد سما ، ولذا يحفظ داعماً فى أنابيب مفرغة من الهواء ، أو محلوله بغاز غير فعال . ويستخدم الآن بدلا عنه مركب آخر قريب الشبه به ، وهو النيوسلفرسان ، حيث أن محلوله فى الماء قلوى ، فيمكن حقنه مباشرة دون تحضير ما ، وله جميع التأثيرات الطبية التى للمركب الأول .

السالول : (ساليسلات الفينيل : ك٦ يد٤ . ا يد . ك ا٢ ك٦ يد٥) .

ويحضر بتأثير غاز الفوسجين على مزيج من الفينول وحامض الساليسليك. وبلوراته صغيرة عديمة اللون والطعم ، ولها رائحة ضعيفة ، وتستخدم كمطهر ومخدر موضعى .

النوفوكين : (ك١٣ يد٢١ ن٢ ا٢ كل) .

وهو أحد القلويات العضوية التى حضرت بالتركيب الكيماوى ، وله جميع مزايا الكوكايين المخدرة وليست له تأثيراته السامة ، ويستخدم فى الجراحة وطب الأسنان .

الأدرنالين : (ك٩ يد١٣ ا٣ ن) .

وهو الجوهر الفعال فى خلاصة الكظرين (الغدتين فوق الكليتين) . وقد أمكن تحضير مادة تشبه الأدرنالين الطبيعى فى التركيب والفعل الفسيولوجى ، وذلك بتسخين الكاتكول مع حامض الكلوروخليك واكسيكلورور الفوسفور ، وهو يستخدم فى الطب لرفع ضغط الدم وتنبيه الأعصاب الدموية وإيقاف النزيف .

وهناك محاولات عديدة لتحضير الكينين والاسترکنين والمورفين بطريقة التأليف الكيماوى ، ولكنها لم تصل إلى نتيجة حاسمة بعد ، وبعد البلازموكين الذى قامت بتحضيره معامل باير أخيراً أقرب المركبات التى حضرت بالتركيب الكيماوى إلى الكينين .

الأصول الفعالة فى العقاقير :

إن العقار أو النقيع أو الإفراز الذى يؤخذ من أنسجة النبات أو الحيوان ، يتكون فى الغالب من مركبات كيماوية عدة ، وفى كثير من الحالات يكون واحد فقط من هذه المركبات هو الذى ينتج الأثر المطلوب فى الشفاء والمداواة .

وقد تمكن الكيماويون من فصل المادة المطلوبة نقية من المزيج الخام فى كثير من العقاقير التى تؤخذ مباشرة من النباتات ، وتسمى هذه المواد النقية بالأصول أو الجواهر الفعالة .

وفى المتاد تكون المادة النقية أو الأصل الفعال أصلح للاستعمال من العقار الخام ، بيد أنه قد يفضل فى بعض الحالات استخدام العقار الخام لبطء فعله ، ولأن أثره يدوم مدة أطول منها فى حالة استخدام المادة النقية .

وتنقسم الأصول الفعالة إلى عدة فصائل من المركبات العضوية منها ما يأتى :

(١) القلويات العضوية : (Alkaloids) وهى مركبات عضوية قاعدية ، وهى لا تذوب عادة فى الماء ولكنها تكون أملاحا سهلة الذوبان ؛ وكثير من العقاقير يرجع تأثيرها إلى وجود أحد القلويات العضوية بها ، ومثلها الكينين والأستركنين والمورفين والأتروبين والأرجوتكسين ، وهى تؤخذ فى الغالب من النباتات العليا ، ما عدا الأرجوتكسين فهو يؤخذ من أحد أنواع الفطر[1].

(٢) الجلوكوسيدات : (Glucosides) وهى فصيلة من المركبات العضوية وهى تتحلل بالحوامض المخففة إلى جلوكوز ومركب آخر ؛ ومثلها الدجتالين وهو الأصل الفعال فى نبات الدجتاليس ، والساليسين ويوجد فى قشور وأوراق الصفصاف والحور .

(٣) الزيوت الثابتة : وهى مركبات من الأحماض الدهنية والجليسرين ، ومثلها زيت الخروع ، ويتوقف فعله المسهل على توليد الحامض الخروعى فى الأمعاء الدقيقة .

(٤) الزيوت الطيارة : ومثلها زيت التربنتينا وزيت القرنفل وزيت البرتقال

(١) رتبة من النباتات الدنيا ليس لها جذور أو أوراق ولا تحتوى على الكلوروفيل .

وزيت الكمون ؛ وهى سائلة فى درجة الحرارة العادية وتشبه فى التركيب زيت التربنتينا ، وتتكون من مزيج من عدة إيدروكربونات تعرف بالتربينات ، وأهمها البينين[١] والماسين[٢] والليمونين والكامفين .

(٥) الستيارويتينات Stearoptenes : هى ايدروكربونات متبلورة وتحتوى على الأكسجين ، ومثلها الكافور[٣] والمنتول[٤] والثيمول[٥] .

---

(١) البينين (ك ١٠ يد ١٦) . (Pinene)هو أهم محتويات زيت التربنتين ويحضر من بعض أنواع الصنوبر .

(٢) الماسين (ك ١٠ يد ١٦) (Macene) وهو زيت عطرى يحصل عليه عند تقطير أزهار جوزة الطيب .

(٣) الكافور (ك ١٠ يد ١٨ أ) : مادة متبلورة بيضاء يحصل عليها من زيت طيار من شجرة الكافور ، وهو ذو رائحة نفاذة وطعم حاد به شىء من المرارة ، وهو يستخدم بكثرة كمكن لتخفيف نوبات التشنج والهياج والجنون الوقتى ونوبات السعال الديكى ، ولإزالة الفواق (الزغطة) والأوجاع التى قد تصحب الحيض ؛ ويستعمل كدواء منفث فى حالات الربو والنزلات الصدرية ؛ ويستخدم محلوله فى الأثير أو الزيت كمنبه قوى فى حالات الكوليرا وهبوط القلب وذلك بحقن المحلول فى العضلات ؛ وهو يدخل أيضاً فى تركيب بعض معاجين الأسنان لتقوية اللثة ؛ وفى بعض مساحيق البدرة لتخفيف الأكزيما والالتهابات الجلدية .

(٤) المنتول (ك ١٠ يد ٢٠ أ) : مادة متبلورة بيضاء يحصل عليها من نبات النعناع اليابانى أو الصينى ، وهى تستخدم بكثرة كمطهر ومخدر موضعى ، فعند وضعها على الجلد تبرد الجزء الذى توضع عليه وتسهله وبذلك يزول الإحساس بالألم ، كما أنها تزيل الحكة الناشئة عن الأكزيما وبعض الالتهابات الجلدية ؛ والمادة العطية تسيل بسهولة عند وضعها على الجزء الذى فيه الألم ؛ ويستخدم مزيج المنتول مع الفينول أو الثيمول أو الكافور لمعالجة البرد والزكام وتخفيف نوبات الضيق وعسر التنفس فى حالة الربو . ويدخل فى تركيب كثير من معاجين الأسنان لمعالجة اللثة وتطهير الفم والأسنان ، وفى بعض المراهم التى يدلك بها الصدر من الظاهر لمعالجة السعال والنزلات الشعبية ، وفى الأدوية التى يستنشق بخارها لمعالجة الزكام والتهاب الحلق وغيرها .

(٥) الثيمول : مادة متبلوره عديمة اللون لاذعة الطعم توجد فى زيت السعتر (ك ١٠ يد ١٤ أ يد) ، وهى مطهر شديد يستخدم محلولها فى الماء لتطهير الأمعاء فى بعض الحميات ولقتل بعض الديدان ، ويستنشق بخارها لتنبيه شعب الجهاز التنفسى وتطهيرها ؛ ويستخدم محلولها لتعقيم الآلات الجراحية ، وتشرب به الضمادات التى توضع على الجروح لتطهيرها .

(٦) التانينات tannins : هى مواد غير متبلورة عديمة اللون وسهلة الذوبان فى الماء ، ولها فعل قابض وتأثير حامضى . وتركيبها الكيمائى ليس معروفا على وجه التحديد ، ولكن بعضها عبارة عن جلوكوسيدات لحامض الجاليك أو المفصيك . وأهم التانينات حامض التانيك tannic acid ، وهو قريب الصلة كثيرا بحامض المفصيك الذى يوجد بكمية كبيرة (٥٠ ٪) فى المفص gall - nuts الذى ينمو على بعض أنواع شجر البلوط . ويوجد أيضا فى الشاى (١٠ ٪) ، وفى حبوب البن ، وفى أوراق وأعناق نبات السماق الذى يستخدم فى دباغة الجلود . وحامض التانيك التجارى ليس مركبا قائما بذاته ، بل مخلوط من عدة مركبات .

والحامض النقى (ك١٤ يد١٠ ا٩) مادة غير متبلورة وعديمة اللون وتذوب بسهولة فى الماء ، وبصعوبة فى كل من الكحول والأثير . والمحلول المائى له طعم مر قابض ، وله خاصة مهمة وهى أنه يجلط الألبومين والجلاتين ، ففى الأمعاء مثلا يتحول إلى ملح تانينات قلوى ، وبذلك يجمد الدم ويؤدى وظيفة مادة قابضة إذا كان هناك نزيف ، غير أن استعماله بكثرة يؤدى إلى الإمساك الشديد .

وحامض التانيك يترسب من محاليله المائية بواسطة الجلد الحيوانى ، وهو ما يحدث فى عملية دباغة الجلود ، كما أنه يلون أملاح الحديديك باللون الأزرق القاتم ومن ثم كان استعماله فى صناعة الحبر المعتاد .

طرق تحضير الأدوية :

تتوقف طريقة تحضير الدواء على طبيعة العقار المستخدم وعلى الكيفية التى يراد بها تعاطيه ، ومن هذه الطرق ما يأتى :

(١) الإذابة فى الماء aqua : وذلك بإذابة العقار مباشرة فى الماء مثل ماء الكافور .

(٢) الخرج أو التقطير distillation : بتقطير العقار مع الماء مثل ماء النعناع.

(٣) النقع infusion : يصب الماء وهو فى درجة الغليان على العقار ثم يرشح المزيج بعد مدة ، مثل نقيع الكلومبا .

(٤) الاستخراج بالغليان decoction : وذلك بغليان العقار فى الماء لمدة عشر دقائق ثم ترشيحه ، مثل ماء الكراوية واليانسون .

(٥) الصبغات ، أو الإذابة فى الكحول tincture : باذابة العقار فى الكحول مثل صبغة الجوز المقيئ .

(٦) الاستخلاص extraction : بنقع العقار فى محلل أو مذيب مناسب ثم يبخر النقيع إلى الجفاف للحصول على مستخلص جاف ، أو يركز بالتسخين للحصول على مستخلص سائل .

الكراوية والعرق سوس واليانسون :

حيث أن بعض العقاقير طعمها غير مقبول للذوق ، وقد تسبب النشيان عند المريض ، أو يرفض الأطفال تعاطيها ، فانه يضاف إليها عادة أحد المواد ذات النكهة flavourings ، لاخفاء طعم الدواء أو رائحته التى تعافها النفس ، ومن هذه المواد شراب البرتقال والليمون والكلوروفورم أو أحد البلاسم[1] الزكية الرائحة .

(١) جمع بلسم ، وهى مواد عضوية بعضها راتنجى وبعضها زيتى القوام ، وتؤخذ من بعض الأشجار ولها رائحة عطرية زكية .

ولبعض المواد ذات النكهة التى تضاف إلى الأدوية تأثير علاجى بجانب إخفاء طعم الدواء أو رائحته ؛ فبعضها مسكن ومنبه خفيف للقلب ، وبعضها مصرف للأرياح ، وبعضها نافع للنفخة ؛ ومن هذه المواد اليانسون aniseed والنعناع peppermint والمرقسوس liquorice والكراوية caraway والقرنفل cloves والكزبرة coriander والشبت anethum .

العقاقير المسهلة :

يمكن اعتبار أن عمل العقاقير المسهلة يتوقف على أحد الأمرين الآتيين أو كليهما .

أولا : أنها تعمل على زيادة كمية الماء فى الأمعاء .

ثانيا : أنها تنبه حركات الأمعاء وتساعد على نشاطها .

فالأدوية التى تحدث التأثير الأول هى أملاح معدنية مثل الملح الانجليزى وسلفات الصودا (كبريتات الصوديوم) ومسحوق سيدلتز والمياه المعدنية ؛ ووجود هذه المركبات المالحة فى الأمعاء يعمل على جذب كمية كبيرة من الماء من الجسم إليها فتدفع محتوياتها إلى الخارج .

الملح الانجليزى : هو كبريتات المغنسيوم المائى (ماكب ا ، ٧ يم ا) ويعرف بملح إبسوم Epsom salt ، وسمى كذلك لأنه كان يحضر بتبخير المياه التى تخرج من بعض الينابيع المعدنية بجهة إبسوم بانجلترا ، أما الآن فيحضر بتفاعل حامض الكبريتيك مع كربونات المغنسيوم .

مسحوق سيدلتز : وهو مسحوق فوار يمكن تحضيره بمزج ٩٣ جم من طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم مع ٣١ جم من بيكربونات الصوديوم ؛ ويقسم المزيج إلى ١٢ قسما متساوية ويوضع كل منها فى غلاف أزرق . ويؤخذ ٢٧ جم

من حامض الطرطريك ، وتقسم إلى ١٢ قسما ويوضع كل منهما فى غلاف أبيض . وعند الاستعمال تذاب محتويات الغلاف الأزرق فى كوب من الماء ثم تضاف إليه محتويات الغلاف الأبيض .

والنوع الثانى من المقاقير المسهلة يحدث تأثيرها بواسطة تنبيه الأمعاء ، إما بفعلها السام الذى يهيج أغشية الأمعاء مثل الزئبق الحلو (كلورور الزئبقوز ى٢ كل٢) والحنظل ، وأما بواسطة التخمر مثل الخميرة ، وأما بالتزليق مثل زيت البرافين وزيت الخروع .

أملاح الفواكه :

تتركب أملاح الفواكه من أملاح فوارة ، مثل بيكربونات الصوديوم والبوتاسيوم ؛ مع بعض أحماض الفواكه ، مثل حامض الليمونيك وحامض الطرطريك ؛ وبعض الأملاح المسهلة ، مثل كبريتات المغنسيوم أو الصديوم . ولتحويل هذه المواد إلى مسحوق محبب (granulated) يسخن الزيج لدرة حرارة معينة ، ثم ينخل وتكرر العملية على الحبيبات الكبيرة كما هو مبين فيما يلى ؛ وقبل إضافة كبريتات المغنسيوم (أو الصديوم) يجب تسخينه أولا لدرجة ٧٠°م حتى يفقد معظم ما به من ماء التبلور .

وأملاح الفواكه منعشة لأنها تسهل الهضم ، وتزيل الشعور بالضيق والامتلاء بعد الطعام ، وتساعد على الليّن وعدم الإمساك ، كما أنه يضاف إليها عادة بعض المقاقير ذات المزات الطبية الخاصة ، مثل ليمونات الكافين (Caffein Citrate)(١)

(١) يحضر باذابة وزنين متساويين من الكافين وحامض الستريك (الليمونيك) فى نصف هذا الوزن من الماء الساخن .

لتأثيره المنبه ، والأنتيبيرين المخفض للحرارة ، وساليسيلات الليثيوم لتخفيف الأوجاع ، وبرومور البوتاسيوم لتسهيل النوم والتغلب على الأرق ، وفوسفات الصديوم لإزالة الحموضة من المعدة والدم . وعند إضافة مثل هذه المقاقير (وعلى الأخص العضوية منها) إلى أملاح الفواكه يجب مراعاة الاحتراس عند التسخين حتى لا يتلون المسحوق . ويفضل تجنب التسخين بتاتاً ، وذلك بسحق الزيج مع الكحول ثم تبخيره سريعاً . وهذه العملية أكثر نفقة من الأولى لضياع معظم الكحول ، ولكن الملح الناتج يكون ناصع البياض ، وفيما يلى أوزان المواد التى تدخل فى تركيب بعض أملاح الفواكه .

(١)	١٣٦٠	جم	سكر (بودرة)	
	٩٠٨	»	بيكربونات الصديوم	(مسحوق جاف)
	٧١٠	»	حامض الطرطريك	» »
	١١٤	»	» الليمونيك	(متبلور)
	٨٥	»	كبريتات مغنسيوم	(مسحوق جاف)

يمزج الجميع ، ويسخن الزيج لدرجة ٩٥°م حتى يأخذ المسحوق شكل حبيبات ، ثم تفصل الحبيبات الصغيرة بواسطة منخل مناسب ، ويحفظ الباقى لتكرار العملية . والحبيبات التى نفذت من المنخل تجفف فى درجة لا تزيد عن ٥٥°م وتعبأ فى زجاجات جافة . وتكوّن الحبيبات فى هذه العملية سببه الماء الموجود فى حامض الليمونيك والسكر ، فهو يساعد عند انفصاله على تكون الحبيبات .

(٢)	٥٠٠	جم	فوسفات صديوم	متبلور
	٤٧٧	»	بيكربونات صديوم	مسحوق جاف
	٢٥٢	»	حامض الطرطريك	» »
	١٦٢	»	» الليمونيك	متبلور

(٣) ملح فيشى :

٢١٠	جم	بيكربونات الصديوم
١٠	»	كربونات البوتاسيوم
١٠	»	ملح انجليزى جاف (كبريتات المغنسيوم)
٢٠	»	كلورور الصديوم

ولعمل ماء فيشى يذاب جزء من هذا المزيج فى ٢٠٠ جزء من الماء .

العقاقير فى الطب البيطرى :

تستخدم كثير من العقاقير المستعملة فى الطب البشرى لدواة الحيوانات ، ما عدا أنه بالنسبة لكبر حجم بعضها (كالجاموس والبقر الخ) ، فإن الأدوية التى تعطى لها يجب أن تكون مركزة حتى تنتج الأثر المطلوب . كما أن هناك بعض أمراض تصاب بها الحيوانات ولا يصاب بها الإنسان ، وهذه تتطلب عقاقير خاصة ، مثل فلورور الصديوم الذى يستخدم فى إبادة الحيوانات الطفيلية التى تعيش على أجسام الغنم والطيور ؛ وكبريتات البوتاسيوم لقتل الكائنات الطفيلية التى تنمو على جلد الخيل والكلاب ؛ والأريكُلين[1] لطرد الديدان الشريطية من القطط والكلاب .

القهوة والشاى والدخان :

يكاد تعاطى هذه العقاقير الثلاثة يكون من لوازم الحضارة الراهنة ، وهى لا ضرورة لها البتة لتأدية الجسم وظائفه المعتادة ، ولكن الناس يقبلون عليها إما لتأثيرها المنبه مثل القهوة والشاى ، أو لتأثيرها المهدئ أو المسكن مثل الدخان .

(١) قوى عضوى من جوز الأريكا .

فالقهوة والشاى يحتويان على مادة الكافين ، الأولى بنسبة ١٫٣ ٪ ، والثانى بنسبة ٣٫٥ ٪ . وتأثير الكافين[1] أنه ينبه القلب والمجموع العصبى ويزيل الشعور بالتعب . وتحتوى القهوة والشاى أيضاً على التانين (حامض التانيك) ، وهى مادة قابضة تؤثر على المعدة والأمعاء ، وتسبب ارتباكا فى الهضم وتؤدى إلى الامساك . لذا يجب عند عمل الشاى أن لا يغلى الشاى مطلقاً فى الماء ، بل يضاف الماء المغلى إلى وريقات الشاى ، وألا تزيد مدة النقع عن خمس دقائق ، لأن كمية التانين التى تخرج من الوريقات تزيد كثيراً بإطالة مدة النقع والغليان . وحيث أن الكافين (وهو المادة المرغوبة فى الشاى) يستخلص معظمه من الوريقات فى الدقائق الأولى للنقع ، فيجب ألا يزيد النقع عن المدة المذكورة ، وألا يغلى الشاى ثانية بعد عمله فى المرة الأولى . أما التانين الذى فى حبوب البن فيحتاج إلى مدة طويلة من النقع قبل أن يعمل الماء المغلى على استخلاصه من هذه الحبوب ، غير أن غلى القهوة لمدة طويلة يفقدها الزيوت والنكهة العطرية الطيارة التى تمتاز بها .

ومن المسلم به ، ويعرفه الناس عن طريق التجربة والمشاهدة ، أن تعاطى هذه المواد الثلاثة باعتدال لا يصيب الجسم بضرر ذى بال ، بيد أن الإسراف فى شرب الدخان قد يؤدى إلى ارتباك الهضم ، وخفقان القلب ، وسرعة الانفعال والأرق ؛ وإذا استمر الشخص على تعاطيه بكثرة زمناً طويلا فإنه يؤدى إلى الإصابة بالربو ، وقد يؤدى إلى فقد البصر . وأهم المواد المضرة فى التبغ أو الدخان اثنتان وهما النيكوتين (ك ١٠ يد ١٤ ن ٢) ، وأول أكسيد الكربون (ك ا) . والسجائر المعبودة أقل أنواع التدخين ضرراً لأنها رفيعة ، ويحيط بها الهواء إحاطة كافية ، فيتأكسد معظم ما بها من النيكوتين .

(١) الكافين . ك ٨ ن ٤ ا ٢ .

(٢) أى أن مقدار الكافين فى الشاى يزيد عن ضعف مقداره فى القهوة ، وزنا بوزن

المورفين والهروين والكوكايين :

المورفين ($ك_{١٧}$ $يد_{١٩}$ $ن$ $ا_{٣}$) : هو أهم القلويات العضوية التى يحتوى عليها الأفيون ، ويمكن الحصول عليه فى صورة بلورات منشورية صغيرة ، وهو ذو طعم مر وعديم الرائحة ويذوب بكمية صغيرة فى الماء ، ومحلوله أو محلول أحد أملاحه يعطى لوناً أزرق قاتماً مع كلورور الحديديك . وأهم استخدام له فى الطب كمنوم ومخدر ، فهو يضعف الإحساس بالآلام ويزيلها بسرعة ؛ بيد أن بعض الناس يقبلون على تناول هذه المادة السامة كى يسبحوا فى عالم الخيال أو يحصلوا على نوع من النشوة أو السعادة الوقتية المبهمة ؛ وقد يكون منشأ هذه العادة المهلكة أخذ المادة مرة باذن الطبيب لتخفيف وطأة بعض الأوجاع والآلام ، وعند ما يزول تأثير الجرعة الأولى يعقبها هبوط وانحطاط وشعور بالهموم وضيق الخلق ، فيهرع البائس إلى جرعة ثانية كى يزيل بها الضيق عن نفسه ، وهكذا تتكون العادة الخبيثة . ونتائجها ارتباك فى عملية الهضم ، والهزال ، وحكة فى الجلد ، والأرق وسرعة الانفعال ، وانحطاط تدريجى فى القوى العقلية .

الهروين : الهروين هو أحد مشتقات المورفين ، وتأثيره مشابه لتأثير المورفين ولكنه أقل شدة ، وضرره ليس بالغا فى الشدة ضرر المورفين ، والإقلاع عن تناوله أسهل بعض الشىء من الإقلاع عن تناول المورفين .

الكوكايين . ($ك_{١٧}$ $يد_{٢١}$ $ن$ $ا_{٤}$) : هو أهم القلويات العضويه التى توجد فى نبات الكوكة . والمادة النقية مسحوق متبلور ناصع البياض ؛ وأول تأثير له أنه يزيل الإحساس بالضعف والتعب بسرعة ، ويولد قوة ونشاطاً مؤقتين فى الجسم والعقل ؛ ولكن هذا التأثير يزول ويعقبه هبوط عام وانحطاط شديد . والإدمان على تعاطى هذه المادة يؤدى إلى اضطراب فى الهضم ، والأرق ، ونوبات من الإغماء ، وخفقان القلب ، وتقلص العضلات ، ونقص الوزن .

ويشعر المدمن كأن جيشاً من الهوام يزحف فوق جلده ، وإذا استمر على تعاطى المخدر مدة طويلة فقد يؤدى به إلى السوداء أو الجنون . وليست هناك وسيلة للشفاء من هذه المادة المميتة غير تقليل الجرعة تدريجياً ثم الإقلاع عنها .

ويستخدم الكوكايين بكثرة فى الطب كمخدر موضعى . ولأن تأثيره المخدر يزول بعد وقت قصير ، فهو يستخدم على الأخص فى طب العيون والأسنان . ولا يمكن استخدام كميات كبيرة منه عند إجراء العمليات الجراحية ، وذلك لتأثيراته السامة .

طفح العقاقير (Drug Rash) :

كثير من العقاقير المتداولة الاستعمال تؤثر فى البشرة وتحدث بها طفحاً . وبعض الأشخاص يتأثرون بسرعة بالعقاقير ، فيظهر الطفح على البشرة بعد شرب الدواء بقليل ، أو بعد وضع الدهان على سطح الجلد ، حتى لو لم يكن به أى خدش ينفذ منه العقار .

وحيث أن كثيراً من العقاقير التى تحدث هذا التأثير هى التى تعطى لأجل الأمراض العصبية ، فيظن أن الطفح سببه تهيج الأجزاء المركزية من المجموع العصبى ، ومن ثم تنشأ الالتهابات المذكورة .

ومن الجائز أيضاً أن الالتهاب ينشأ عن العقار ذاته عند محاولة الجلد إفرازه إلى الخارج ؛ وقد يتعدد مظهر الطفح وشكله للعقار الواحد ، وأهم العقاقير التى تحدث طفحاً جلدياً بعد تناولها ما يأتى :

(١) العقاقير التى تحتوى على الزرنيخ : وهذه قد تحدث احمراراً منتشراً على سطح الجلد مصحوباً بحكة .

(٢) الساليسلات والاسبيرين : وهى تحدث طفحاً أحمر زاهياً مع ورم فى الوجه وجفون العينين .

(٣) البروميدات التى تؤخذ للتنويم ، وهى كثيراً ما تسبب الطفح وخصوصاً عند الأطفال ، والالتهاب الجلدى الناشىء عنها يشبه الأكنة (ما عدا أن البثور لا تحتوى على رؤوس سوداء) ، وهى تظهر على الوجه والصدر والعينين ، وقد تظهر بشكل عقد أو قروح فى الجلد ، وهى الصورة التى تظهر على جلد الأطفال فى سن الرضاعة بسبب تعاطى أمهاتهم لبعض الأدوية .

(٤) الكلورال (Chloral) وهو منوم ومسكن يعطى فى كثير من الأحوال للأطفال ، ويسبب طفحاً أحمر زاهياً يشبه الحمى القرمزية ، وهذا النوع قد يتكرر رجوعه حتى بعد الانتهاء من استعمال الدواء .

ومن العقاقير الأخرى التى قد تحدث طفحاً جلدياً البلادونا أوست الحسن ، واليودورات ، والأدوية التى تحتوى على المورفين .

وقد يأخذ الالتهاب الطفحى شكل احمرار أو بثور أو بقع ذات قشور أو دبل أو عقد صغيرة أو دمامل أو قروح ، وهى غير مصحوبة بحمى أو ارتفاع درجة الحرارة ، وتزول هذه الأعراض فى الغالب عند الانتهاء من الدواء .

الإسراف فى تعاطى العقاقير :

ولا يسعنا بعد كتابة ما تقدم إلا أن نقرر مايقول به كثير من الاخصائيين ، وهو أن معظم الناس يسرفون إسرافاً عظيما فى تعاطى العقاقير ؛ وقد نسوا أن الغرض من تناولها هو مساعدة الجسم على التغلب على اضطراب أو خلل فسيولوجى ألم به ؛ فهم يهرعون إليها عند الشعور بتعب أو توعك بسيط أو إمساك أو عدم وجود شهية كافية ؛ وهذه الأعراض البسيطة يجب أن تترك للجسم ذاته كى يتغلب عليها دون الالتجاء إلى العقاقير . وليست العقاقير هى التى تمنع حدوث الأعراض المتقدمة ، بل على العكس من ذلك قد تسبب تكرار

حدوثها بعد زوال تأثيرها المؤقت . والطريقة الوحيدة لمنعها تقوية الجسم ، وتحسين صحته العامة ، باتباع الوسائل والعادات الصحية الجيدة ، كالرياضة البدنية والتمتع بقسط وافر من الشمس والهواء النقى ، والراحة ، واختيار الأغذية البسيطة الطازجة ونحو ذلك . فيجب عليك ألا تلجأ إلى دواء إلا لحاجة ملحة أو ضرورة قصوى ، وبإذن الطبيب فقط . وألا تهرع إلى أخذ دواء بصفه صديق لك أو تقرأ عنه فى إعلان ما ، فان تعاطى الأدوية بدون مسوغ هام يفتك تدريجياً بالأجسام ويضعف قوى المناعة الطبيعية عند الانسان ، ويؤدى فى المستقبل إلى كثير من الارتباكات الفسيولوجية أنت فى غنى عنها .

وأحسن ما قيل فى هذا الصدد ، نكتة لاذعة ختم بها الدكتور و . هولر محاضرته فى اجتماع كلية هارفارد الطبية عن العقاقير وانتشارها الهائل :

« لو قذفنا بجميع ما لدينا من العقاقير الطبية إلى قاع البحر ، لتحسنت صحة الانسان كثيراً ، ولساءت صحة الأسماك » .

السمـــــوم

السموم المحرقة — السموم المهيجة — السموم العامة — حامض الفنيك
حامض البروسيك — الزرنيخ الأبيض — السليانى — زنجار النحاس
سم الفيران والصراصير — الكينين والاستركنين — الأفيون والمورفين

السم مادة تسبب بتأثيرها على الجسم ، أو بامتصاصها فى الجهاز الدورى ، خللا فى وظائف بعض الأعضاء ، كالكبد والكلى والقلب والمجموع العصبى ، وقد تؤدى بعد ذلك إلى فقد الحياة . وتأثير السم قد يكون موضعيا ، أو تأثراً عاما على مجموع الجسم بعد امتصاصه فى الدورة الدموية . وتأثير معظم السموم من النوع الثانى . وهناك عدة عوامل يتوقف عليها تأثير السم فى الجسم ، منها ما يأتى :

(١) كمية السم : إن الأعراض التى تنشأ عن تعاطى مقادير صغيرة من السم تكون فى الغالب بسيطة ، ويمكن إزالة أثر السم فى هذه الحالة بسهولة ؛ وكلما زادت كمية السم تعسرت إزالته وكان خطره أعظم ، إلا فى بعض أنواع السموم التى إذا أخذت بكمية كبيرة سببت قيئاً مستمرا ، وبذلك يطرد معظم السم خارج الجسم ، مثل حامض الاكساليك .

(٢) إذا تكرر أخذ سم معين بكميات صغيرة فى فترات غير متقاربة ، فقد يحصل للجسم شبه مناعة ضد هذا السم ، ويحدث ذلك كثيراً عند تعاطى مواد مثل الأفيون والمورفين والكوكايين .

(٣) طريقة تناول السم : إذا أخذ السم بالفم ، وكان على هيئة محلول ، كان تأثيره السام أشد فعلا مما لو كان فى حالة صلبة أو فى صورة مركبات غير قابلة للذوبان ، فالزرنيخ مثلا تأثيره السام ضئيل إذا كان على هيئة مركبات لا تذوب فى الماء حتى لو أخذ بكمية كبيرة ؛ كذلك الاستركنين يؤثر ببطء زائد إذا

تناوله الشخص فى صورة أقراص صلبة ؛ وكلما كانت المعدة خالية من الطعام كان مفعول السم سريعاً وخاصة إذا كان فى حالة ذائبة .

أعراض التسمم :

تجب العناية الزائدة عند تشخيص حوادث التسمم ، فقد وجد أن أعراض بعض السموم تشبه كثيراً أعراض بعض الأمراض العادية فالسم الناشىء عن لدغة العقرب يسبب أعراضاً تشبه نوعاً ما أعراض مرض الدفتيريا ؛ وأعراض التسمم بالزرنيخ تشبه أعراض الكوليرا ؛ وفى الغالب تكون علامات التسمم ما يأتى :

(١) ظهور الأعراض فجأة ، وخاصة بعد تناول طعام أو شراب أو دواء أو عقب التعرض لأحد الأبخرة السامة .

(٢) ظهور أعراض متشابهة على عدة أشخاص فى آن واحد .

(٣) ويسهل التأكد من حدوث التسمم بالتحليل الكيماوى للقىء والبول والبراز ، وكذلك الطعام أو الدواء الذى تعاطاه الشخص .

إزالة السم :

تتوقف طريقة معالجة التسمم على طبيعة السم الذى تناوله الشخص . وعلى كل حال فأول إسعاف تجب المبادرة إليه هو إزالة ما تبقى من السم الذى لم يمتص بعد فى الجهاز الدورى ، وذلك بإخلاء المعدة مما تحتوى عليه مباشرة عند ظهور الأعراض . وأسرع وسيلة لذلك إعطاء المصاب أقرب مقىء يمكن الوصول إليه ، مثل ملعقة صغيرة من مسحوق الخردل (المستردة) فى قدح من الماء الدافىء ، أو ثلاث ملاعق من مسحوق الشبه فى قليل من العسل الأسود ، ثم يملأ القدح

بالماء الساخن . ويمكن تسهيل القيء أيضاً بمحلول مركز دافىء من ملح الطعام ، أو محلول مخفف من كربونات الصوديوم النشادر (٢ جم فى كوب من الماء) . وبعد حدوث القيء يجب تجرع كميات وافرة من الماء الفاتر كى تساعد على استمرار القيء ، وإذا تعسر ذلك يجب استخدام مضخة المعدة لتفريغها .

وإذا عرفت المادة التى تسمم بها المصاب فإنه يعطى الترياق المضاد لذلك السم كما هو مفصل فيما يلى ؛ وإذا لم تعرف المادة التى أحدثت التسمم — وهو ما يحدث فى كثير من الأحوال — يعطى المصاب مزيجاً من كميات متساوية من كل من المانيزيا المكلسة[1] ومسحوق الفحم النباتى وسيسكوسيد الحديد[2] ، وهذا المزيج عديم الضرر ، والمواد التى يتركب منها تكاد تكون ترياقاً لجميع المواد التى قد يحدث التسمم بها . وإذا تعسر الحصول عليها يجب تهدئة المعدة بأحد السوائل الغرائية[3] ، مثل مستحلب الصمغ أو بياض البيض أو اللبن أو النشا مذاباً فى الماء أو ممزوجاً بأحد الزيوت النباتية ؛ ثم يعطى المصاب ملينا بسيطا كملعقتين كبيرتين من زيت الخروع ، أو ملعقة صغيرة من المانيزيا ؛ وإذا كان هناك ألم أو علامة تدل على وجود التهاب فى الداخل يعطى المصاب بضع نقط من اللودنوم (صبغة الأفيون) مع استعمال الكمدات الساخنة .

هذا ويمكن تقسيم السموم إما بالنسبة إلى خواصها الطبيعية ، أو بالنسبة إلى تركيبها الكيميائى ، أو بالنسبة إلى تأثيراتها المختلفة على الجسم . فاذا قسمت بالنسبة إلى تركيبها الكيماوى ، فهناك الأحماض المعدنية مثل حامض الكبريتيك ؛ والأحماض العضوية مثل حامض الفينيك ؛ والقلويات المعدنية مثل الصودا الكاوية ؛ والقلويات العضوية (Alkaloids) مثل الاستركنين ؛ والأملاح المعدنية

(١) كربونات المغنيوم بعد طرد ثانى أكسيد الكربون بالتسخين الشديد .
(٢) أكسيد الحديديك (Fe_2O_3) .
(٣) (Mucilaginous liquids) .

مثل السليانى وأملاح الزرنيخ ؛ والغازات السامة مثل الكلور وأول أكسيد الكربون . وإذا قسمت بالنسبة إلى تأثيراتها فهناك السموم المحرقة (Corrosive) ، وهى تحرق أنسجة الجسم بمجرد ملامستها مثل الأحماض الشديدة ؛ وهناك السموم المهيجة (Irritants) وهى تحدث التهابات فى الأغشية المخاطية ، مثل حامض الاكساليك ومركبات الزرنيخ والبروم ؛ وهناك السموم العامة وهى تؤثر على المجموع العصبى أو القلب أو الكبد أو الكلى أو الرئتين بدون أن تحدث التهاباً أو حروقاً فى أغشية الجسم ، مثل السموم النباتية وحامض البروسيك وأملاحه ؛ وهناك الأطعمة السامة كالمأكولات الفاسدة والمتعفنة .

وأشهر المواد السامة ما يأتى :

الأحماض المعدنية :

وأشدها فتكا أحماض الكبريتيك والنيتريك والادروكلوريك . وهى تحرق أنسجة الجسم عند ملامستها إياه ، وأعراضها الفواق (الزغطة) وطعم لاذع حاد فى الفم ، وظمأ شديد وحرارة فى الجوف ، وألم عظيم فى الحلق والمعدة والأمعاء ، ويكون الألم مصحوباً بقيء وزيف وخيوط ناشئة من تقطع الأغشية المخاطية . ويترك حامض الكبريتيك بقعاً سوداء وحامض النيتريك بقعاً صفراء على الجلد ، وإذا لم يعالج المصاب بسرعة فقد يموت قبل مضى ٢٤ ساعة . وطريقة معالجة التسمم بهذه الأحماض المحرقة أن يتناول المصاب بأسرع ما يمكن كمية من قلوى ضعيف كالمانيزيا أو ماء الجير أو كربونات الصديوم مذابة فى اللبن أو فى الماء ، ويعطى المصاب قدحاً منها كل دقيقتين ، وإن لم توجد هذه المواد يسعف المصاب مؤقتاً بمحلول الصابون حتى تحضر المانيزيا ، وهنا لا يصح غسل المعدة خوفاً من ثقبها ، وعلى كل حال فهذه الأحماض الشديدة تحدث التهابات ومضاعفات عدة . ولذا تجب العناية بعلاج المصاب علاجاً وافياً تحت إشراف الطبيب مدة كافية .

الأحماض العضوية :

ومنها حامض الفنيك والبروسيك والأكساليك .

حامض الفنيك : يستخدم هذا الحامض بكثرة كمطهر ؛ ويلجأ إليه البعض عند الانتحار ؛ وقد تحدث الإصابة به عن غير قصد ، حيث أنه فى متناول كل إنسان لا تنتشار استعماله فى المنازل ؛ وأعراضه تشبه أعراض الأحماض المتقدمة ، ولكن لخواصه المخدرة قد يبطل القىء ويقل الألم ؛ وقد يحدث الموت بعد تجرعه بساعات قليلة إذا كانت الجرعة كبيرة ؛ ويعالج هذا السم بغسل المعدة بماء الجير بواسطة أنبوبة لينة حتى يتحول الحمض إلى ملح فينات الكالسيوم وهو مركب غير سام .

حامض البروسيك . (أو حامض الايدروسيانيك . يد ك ن) . وهو سم مميت سريع الفعل جداً ، فقد يموت به المصاب بعد دقائق قليلة إذا كانت الجرعة كبيرة ؛ وإذا لم تحدث الوفاة فإن الشخص يفقد الإحساس كلية ولا يستطيع تحريك عضلاته ، ويمكن إدراك رائحة السم بسهولة (رائحة اللوز المر) بالقرب من فم المصاب ؛ وخير طريقة للعلاج إعطاؤه كمية من ماء الكلور أو محلول مسحوق إزالة الألوان أو محلول مخفف من النشادر ، أو نصف ملعقة من الكلوروفورم فى قليل من الجلسرين ، مع استخدام التنفس الصناعى .

حامض الاكساليك . بلوراته صغيرة بيضاء تذوب بسهولة فى الماء ، وهى تستعمل فى تنظيف القبعات وفى إزالة الحبر من الملابس ؛ وتحدث الإصابة بهذا الحامض ، إما عن غير قصد (حيث أن بلوراته تشبه كثيراً الملح الانجليزى) أو بقصد الانتحار ؛ وأعراضه آلام فى الحلق والمعدة وقىء حامضى مصحوب بشىء من التريف ؛ وشعور المصاب بالبرودة والاغماء والاصفرار وسرعة النبض .

ولشدة ذوبان هذه المادة وسرعة امتصاصها قد يحدث الموت فى أقل من ساعة إذا كانت الجرعة كافية . ويعالج هذا السم بأخذ كميات كبيرة من ماء الجير مع إضافة قليل من الطباشير (كربونات الكالسيوم) ، ثم غسل المعدة بالماء ، ثم إدخال ماء الجير ثانية وإعطاء المصاب كمية من زيت الخروع .

القلويات المعدنية :

مثل البوتاسا الكاوية والصودا الكاوية والنشادر . وفعل هذه المواد شديد جداً إذا كانت مركزة ، وأعراضها طعم لاذع فى الفم ، وفواق ، والتهاب فى الحلق وألم فى المعدة والأمعاء ، وقىء مصحوب بتريف ، ويعالج التسمم باعطاء المصاب مشروبات حمضية ضعيفة كالخل وعصير الليمون وحامض الطرطريك ؛ ويمكن استخدام الزيوت النباتية : مثل زيت الخروع وزيت الزيتون لأنها تتحد مع القلوى وتكون صابوناً .

الاملاح المعدنية :

ومنها مركبات الزرنيخ والنحاس والرصاص والزئبق والفوسفور .

مركبات الزرنيخ : تعتبر هذه المركبات أهم السموم المهيجة ، وترجع سمة انتشارها فى حوادث التسمم الجنائية إلى كون مركبات الزرنيخ عديمة الطعم ، فلا يمكن إدراك وجودها فى الطعام أو الشراب . والزرنيخ الأبيض (أنهيدريد الزرنيخور) هو أهم هذه المركبات وأكثرها استعمالا ؛ وهو مسحوق أبيض يشبه الدقيق أو السكر المطحون ، ويصعب إدراك طعمه إذا خلط بالمأكولات .

وهناك مستحضرات كيماوية مختلفة تحتوى على الزرنيخ الأبيض ، وتباع فى التجارة لأغراض كثيرة مثل تبخير أشجار الفواكه وإبادة النباتات الطفيلية

وحفظ الأخشاب وعمل بعض سموم الفيران . وقد حظر استخدام الزرنيخ فى عمل الدهانات لما كان ينشأ عنه من حوادث التسمم .

ولا يباع الزرنيخ الأبيض فى التجارة (إلا لأغراض طبية) ، إلا إذا أضيفت إليه النيلة أو مسحوق الكربون أو أى مادة ملونة .

وإذا أخذ الزرنيخ بالفم بكمية كافية أحدث قيئاً [1] مصحوباً باسهال شديد وآلام فى المعدة والأمعاء ، وقد تتسبب عنه الوفاة فى ساعات قليلة ، وهو فى الغالب يؤثر على القلب والكلى ، وقد يتعدى تأثيره إلى مجموع أجزاء الجسم . ويعالج المصاب باعطائه مقيئاً ، ثم يعطى ملعقة صغيرة من إكسيد الحديديك المائى كل عشر دقائق ، وإن لم يوجد هذا المركب يعطى جرعات كبيرة من اللبن غير المقلى مع بياض البيض ، أو ماء الجير مع الزيت ، أو المانيزيا فى كمية كبيرة من الماء ، وتجب معالجة التهابات المعدة التى تتبع التسمم بالكمدات الساخنة والمشروبات الغرائية مثل مستحلب النشا أو الصمغ أو الدكسترين أو بياض البيض .

مركبات الزئبق : وأكثرها شيوعاً محلول السليمانى (كلورور الزئبقيك — كل٢) ، وهو من المواد المستعملة بكثرة فى التطهير ، وينشأ عنه بعض حوادث التسمم ؛ ومن علاماته طعم معدنى فى الفم ، والتهاب فى الحلق ، وآلام مبرحة فى المعدة والأمعاء ، وقىء ملون بألوان شتى ، وإسهال شديد وصعوبة وألم عند التبول . ويعالج هذا التسمم باعطاء المصاب مقيئاً فى الحال . ثم جرعات متتالية من بياض البيض بكمية كبيرة وقدحاً من اللبن كل عشر دقائق أو مزيجاً من الدقيق والماء . كما تجب الغرغرة بمحلول كلورات البوتاسيوم (١٥ جم فى كأس من الماء) مع ابتلاع ملعقة من هذا المحلول كل ساعة أو ساعتين .

(١) يكون القىء فى الغالب ملونا باللون الأصفر المائل للاخضرار ؛ أو باللون البنى .

مركبات النحاس : قد يحدث التسمم بمركبات النحاس بسبب حفظ الطعام أو طهيه فى أوعية نحاسية ، فيتلوث الطعام بزنجار النحاس (وهو مزيج من ملح خلات النحاس القاعدية وكربوناته) ؛ كما أنه حدثت بعض إصابات من التسمم بسبب أكل بعض الخضر التى تحفظ فى العلب كالبسلة وبعض أنواع المخللات ، لأن هذه الخضر يضاف إليها عادة ملح كبريتات النحاس [1] كى يكسبها لوناً أخضر زاهياً ، ولذا أصبحت هذه المادة تضاف الآن بنسبة ضئيلة جدا لا تزيد عن ٠٠٠٠٠٠٠٠ من وزن المادة المراد حفظها .

وأعراض التسمم بالنحاس هى الفواق (الزغطة) والقىء والظمأ الشديد وطعم معدنى كريه فى الفم ؛ وإذا كانت كمية السم كبيرة فقد يتسبب عنه الموت ، وعند ذلك يسبقه الدوار والاغماء والتشنج . ويعالج هذا التسمم باعطاء المصاب شراباً سكريا ساخناً حتى تطرد المعدة محتوياتها ، ثم يعطى بياض البيض وكمية كبيرة من اللبن وملعقة صغيرة من أكسيد الحديديك المائى .

مركبات الرصاص : تكثر حوادث التسمم بهذا المعدن لأن مركباته تدخل فى كثير من أنواع الطلاء التى يستخدمها النقاشون مثل الساسيكوت والمرتك الذهبى والاسبيداج وغيرها ؛ كما أن أنابيب الرصاص التى ينقل فيها الماء قد تلوثه ببعض أدركسيد الرصاص إذا كان هذا الماء نقيا مثل ماء المطر . وأعراض التسمم بهذا المعدن طعم معدنى حلو فى الفم ، وضيق فى الحلق ، وفواق وقىء مصحوب ببعض النزيف ، وإذا كانت كمية السم كبيرة فقد تؤدى إلى التشنج ثم الموت ، وإذا أخذ بكميات صغيرة لمدة طويلة فانه يحدث إمساكا مزمناً وبسبب ما يعرف بالمغص الرصاصى أو مغص النقاشين ، ومن علاماته أيضاً خط أزرق على

(١) يتحد هذا الملح مع الكلوروفيل الذى فى الخضر مكوناً فيلوسيانات النحاس وهو مركب أخضر اللون ويدوم لونه مدة طويلة وبذلك يعتقد المشترى أن الخضر طازجة .

حافة اللثة ، ويعالج هذا التسمم بمحلول الشبه (٥٠ جم فى لتر ماء) أو باللبن الإنجليزى أو سلفات الصودا (٣٠ جم فى لتر من الماء) .

ويجب إحداث القيء بأخذ القيئات التى تقدمت ، وإعطاء المصاب كمية من زيت الخروع لتنظيف الأمعاء .

مركبات الفوسفور :

يدخل عنصر الفوسفور فى بعض الأدوية التى تستخدم فى المنازل لإبادة الفيران[1] والصراصير ، وقد حدثت بعض حوادث تسمم بهذه الأدوية ، وأعراضها ألم فى المعدة والأمعاء وقيء وإسهال ومضاضة وتوتر فى البطن . ويعالج هذا التسمم باعطاء المصاب مقيئا[2] وجرعات كبيرة من اللانيزا وبعض السوائل النرائية لتهدئة المعدة . وكانت حوادث التسمم المزمن بالفوسفور تكثر فى الماضى فى مصانع الثقاب (عيدان الكبريت) بسبب استخدام الفوسفور الأصفر فى هذه الصناعة ، وكانت أعراضه مرض النيكروزيس (Necrosis) ، وهو نخر العظام وتفتتها ، وبخاصة عظام الفك السفلى بسبب التعرض لبخار هذا العنصر ؛ وقد تسبب عن كثرة الإصابات أن انعقد مؤتمر دولى فى برن سنة ١٩٠٦ وحرم استخدام الفوسفور الأصفر فى هذه الصناعة .

(١) يمكن تقسيم سموم الفيران إلى قسمين : أحدهما سريع الفعل مثل سيناميد البوتاسيوم والأستركنين ، والآخر بطىء مثل الفوسفور والزرنيخ . ولعمل سم يحتوى على الفوسفور تسخن ٥ أجزاء من الفوسفور و ٣ أجزاء من زهر الكبريت و ٣٠ جزءا من الماء فوق حمام مائى حتى ينصهر الفوسفور ويمتزج بالكبريت ، ثم يضاف ٣٠ جزءاً من الدقيق و ٣٠ جزءاً من السكر وجزء أو اثنان من البنسون ، ويقلب المزيج مع إضافة بعض الماء حتى يحصل على عجينة ثخينة ، ثم تقطع إلى كرات صغيرة وتترك حتى تجف . أو تسحق ١٠ أجزاء من الفوسفور فى بعض الماء ويضاف إليها ٢٠ جزءاً من الجليسرين و ١٠٠ جزء من مسحوق بذر الكتان و ١٥ جزءاً من مستخلصات اللحوم ، وتقسم العجينة الناتجة إلى كرات صغيرة وترش فوقها مسحوق الدقيق والسكر .

(٢) فى حالات التسمم بالفسفور يمنع بتاتا إعطاء المصاب شيئا من الزيوت ، لأن الزيوت تذيب الفوسفور وتسهل امتصاصه فى الدم .

القلويات العضوية :

وهى تدخل فى تركيب معظم السموم النباتية مثل الكينين والأستركنين والأفيون والمورفين والكوكايين .

الكينين :

يستخدم هذا المركب فى تحضير كثير من الأدوية ؛ وقد يحدث التسمم به بسبب زيادة الجرعات التى يتناولها الشخص من الدواء عن مقدار معين ، وأول علامات التسمم بالكينين طنين فى الأذن وصداع وعدم القدرة على رؤية الأجسام بوضوح ، وإذا استمر الشخص على تناول هذه الجرعات فقد يعقبها الإصابة بالصم وفقد البصر (فى مبدأ الأمر تكون الإصابة مؤقتة) . وقد تقف حركة القلب من تأثير الكينين ويموت الشخص ؛ ولذا يجب عند معالجة الملاريا تقليل الجرعات بمجرد شعور المصاب بطنين فى الأذن ، وعند زوال الطنين يمكن زيادة الجرعات تدريجياً إلى ما كانت عليه .

الأستركنين :

قد يحدث التسمم بهذا المركب عند تعاطى بعض الأدوية التى تحتوى عليه ، وفى هذه الحالة يكون تأثيره بطيئا ؛ وقد يخطىء شخص فى مقدار الجرعة التى يتناولها من الدواء أو يأخذ المادة بقصد الانتحار ، وعند ذلك تكون أعراضه تقلص العضلات وتصلب العمود الفقرى ، ثم ترجع للجسم حالته الطبيعية وبعد فترة تعتريه نوبة أخرى من التقلص والتشنج أطول من الأولى ، ثم تزول الأعراض ثانية ويعترى الشخص ذهول يعقبه تقلص مرة ثالثة وهكذا . ومن علامات هذا التسمم أيضاً أنك إذا لمست جسم المصاب أو تقدمت نحوه ترجع إليه النوبة فى

الحال . ويعالج المصاب باعطائه مقيئا فى الحال مع إجراء عملية التنفس الصناعى برفق وعناية زائدة حتى لا تسبب اشتداد النوبات . ثم يعطى بعد ذلك ملعقة شاى من الكلوروفورم فى الجليسرين أو فى مزيج من الدقيق والماء كل عشر دقائق حتى تزول النوبات ، ويعطى بعدها شيئاً من الكونياك وبعض المواد المنبهة مع تدفئة الأطراف ، ويحبذ البعض استخدام الأفيون فى معالجة هذا التسمم .

الأفيون والمورفين ومستحضراتهما :

الأفيون مزيج من عدة قلويات عضوية توجد فى نبات الخشخاش أو أبى النوم ، ويحصل عليه بقطع شقوق فى ثمر الخشخاش فتسيل منها عصارة لبنية تترك مدة حتى تجف ، فيتكون منها الأفيون . وأهم البلاد التى تصدره هى تركيا وبلاد العجم والهند ، وأجود أنواعه ما أتى من بلاد الترك لأنه يحتوى على ١٢ — ١٨ ٪ من المورفين ($ك_{١٧} \, د_{١٩} \, ن \, ا_{٣}$) ، وأهم استخدام له فى الطب ، لأنه يضعف الاحساس بالآلام ويزيلها بسرعة .

ويحدث التسمم بهاتين المادتين إما بقصد الانتحار أو بسبب تعاطى كمية كبيرة من بعض الأدوية أو الحقن التى تحتوى عليهما ، زيادة عن المدمنين الذين يقبلون على هذه المواد المخدرة كى يسبحوا فى عالم الخيال أو يحصلوا على نوع من النشوة الوقتية المبهمة . وأعراض التسمم بها دوخان ونعاس وذهول ، ونبض وتنفس سريعان فى مبدأ الأمر ثم يبطؤ النبض ويصبح خافتا ويبطؤ التنفس ، ويشحب لون الوجه ، ويضيق إنسان العين . ويعالج المصاب برش الماء البارد على وجهه وتدليك الصدر بخرقة مبللة مع إعطائه مقيئاً من الخردل وجرعات كبيرة من الماء الساخن بها آثار من برمنجنات البوتاسيوم ، ثم يعطى بعض القهوة الساخنة ؛ وإذا كان المصاب غائباً عن صوابه تجرى له عملية التنفس الصناعى ويعطى حقنة شرجية من القهوة الساخنة .

الكنز الثمين

لفحم الحجرى ومنتجاته — عملية التقطير المتلف — غاز الإضاءة — القطران ومستخرجاته لأسمدة — المفرقعات — العقاقير — الصبغات — الروائح العطرية . . . . . الخ

الفحم الحجرى :

إذا صح أن يشبه الفحم الحجرى بشىء ، فأقرب مايقال إنه يشبه مغارة مملوءة لمواد الثمينة والتحف النادرة طمسها الأتربة والرمال ؛ وقد قضى الناس أعمارهم يحفرون ويجيئون فوقها ، وهم لايدرون أى ثروة عظيمة وطئتها أقدامهم ، وأى كنز ثمين حجبته الرمال عن أبصارهم . وقد مرت أزمنة بل قرون طويلة على هذه الحال ، إلى أن جاء الكيميائيون فى السنين الأخيرة ، فأتوا بتلك المادة السوداء ، وضعوها فى أنابيق خاصة ، وسلطوا عليها الحرارة بعد أن حجبوها عن الهواء ؛ إذا بها تتحلل إلى عدد كبير من المركبات التى يمكن استخدامها فى تحضير كثير من المواد الهامة النافعة ؛ فمن صبغات زاهية متعددة الألوان ، وروائح زكية يفوق بطرها عطور الأزهار اليانعة والورود والرياحين ، وعقاقير مهمة تفيد فى شفاء لحميات وإزالة الأوجاع والآلام ، وأسمدة تقوى الأرض وتزيد من محصولاتها ، غازات تسطع بنورها عند الإشعال ، فتبدل ظلام ليلنا الحالك نوراً ساطعاً ، تدخل الدفء والحرارة إلى بيوتنا ، إلى سوائل وزيوت متنوعة تستخدم فى كثير من الأغراض التى تقابلنا فى حياتنا اليومية ، وغير ذلك مما سيأتى ذكره وتفصيله عند حين .

عملية التقطير المتلف :

عند تسخين الفحم الحجرى فى الهواء يحترق الجزء الأكبر منه إلى غاز ثانى أكسيد الكربون ، ويتخلف منه بعد الاحتراق كمية يسيرة من الرماد . أما إذا

سخن الفحم بعيداً عن الهواء (فى وعاء مقفل) ، فإنه لايجد الأكسجين اللازم لاحتراقه ، وعند ذلك يتحلل بالحرارة إلى عدة مركبات عضوية ، وتعرف هذه

شكل (٢٥)
استخراج الفحم الحجرى من مناجمه

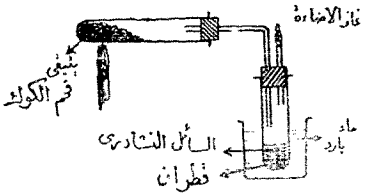
العملية بالتقطير المتلف للفحم الحجرى ، وأهم منتجاته الأولية ما يأتى :

(١) غاز الفحم ، وهو فى الواقع مخلوط من عدة غازات ، أهمها غاز الإيدروجين (يكون نحو ٤٨٪ من غاز الفحم) ، وغاز الميثان أو البرك (نحو ٣٢٪) ، وغاز أول أكسيد الكربون (نحو ٨٪) ، والباقى غازات أخرى مثل

الإيثيلين والنتروجين وثانى أكسيد الكربون وكبريتور الإيدروجين . وبإمرار هذا المخلوط على طبقة من أكسيد الحديديك (لأكسدة كبريتور الإيدروجين) ، وأخرى من الجير المطفأ (لامتصاص ثانى أكسيد الكربون) يخرج الغاز المعروف بغاز الاستصباح ، وهو يستخدم وقوداً وفى الإضاءة .

(٢) السائل النشادرى ، وهو ماء مذاب فيه غاز النشادر وكبريتور الأمنيوم ومركبات أخرى ، ومنه يستخلص النشادر الذى يستخدم فى صناعة الثلج وتحضير الأسمدة .

(٣) القطران ، وهو مخلوط من عدة مركبات عضوية ، ويمكن الحصول منه على مئات من المواد النافعة كالعقاقير والصبغات والروائح وزيوت الوقود وغيرها .



(شكل ٢٦)
يتحلل الفحم بالتسخين إلى أجسام صلبة وسوائل وغازات

(٤) ويتخلف فى الموجات بعد انتهاء التقطير فحم الكوك ، وهو يكون ٧٠٪ من وزن الفحم الحجرى الذى أجريت عليه عملية التقطير ، والجدول الآتى يبين متوسط المقادير التى تنتج عند تقطير طن واحد من الفحم .

طن واحد من الفحم الحجرى .	١٢٠٠٠ قدم مكعب من غاز الفحم . مقدار من النشادر يكفى لتحضير ١٥ رطلا من كبريتات النشادر (سماد) ؛ ١٢٠ رطلا من القطران (يحصل منها على بعض وحامض كربوليك ونفثالين كما هو مبين فيما بعد) . ١٤٠٠٠ رطل من فحم الكوك .

القطران :

وقطران الفحم هو فى الحقيقة مخلوط من نحو مائتين من المركبات العضوية ، يفصل منها عادة نحو مائة مركب لاستخدامها فى الحياة العملية ، والمركبات الأخرى توجد بكميات صغيرة بحيث لا يفصل كل منهـا على حدة ، بل فى صورة مجموعات من هذه المواد . وقبل تجزئة القطران وفصل المواد المتعددة التى يحتوى عليها يجب أولا إزالة أكبر كمية ممكنة من المـاء الذى يحتويه ، وذلك بتسخين القطران لمدة طويلة بإمرار بخار الماء الساخن فى أنابيب حلزونية تتخلل طبقاته ، ثم يعرض بعد ذلك لسلسلة من عمليات التقطير ، فيحصل على المواد الآتية :

أولا : النفط الخام (Crude naphtha) ، وهو يتطاير بين (٤٦ — ١١٠)°م وتتبعه الزيوت الخفيفة (١١٠ — ١٧٠)°م .

ثانياً : تبخر الزيوت المتوسطة أو زيت الكربوليك (١٧٠ — ٢٣٠)°م .

ثالثاً : تبخر الزيوت الثقيلة أو زيت الكريوزوت (٢٣٠ — ٢٧٠)°م .

رابعاً : يتصاعد زيت الانثراسين فى النهاية (٢٧٠ — ٤٠٠)°م ، ويتخلف القار فى الموجات .

أولا — النفط الغفل والزيوت الخفيفة : النفط الغفل الناتج من عملية التقطير الابتدائية مخلوط من عدة مركبات عضوية منهـا ثانى كبريتور الكربون والبنزين والتولوين والزيلين (Xylene) والمسيتايين (Mesitylene) ، وكل منها له درجة غليان خاصة ، ولذا فان النفط الخام ليست له درجة غليـان معينة ، فهو يبتدىء فى التطاير حول درجة ٤٦°م ، ويستمر فى البخر حتى تنتهى عملية التقطير .

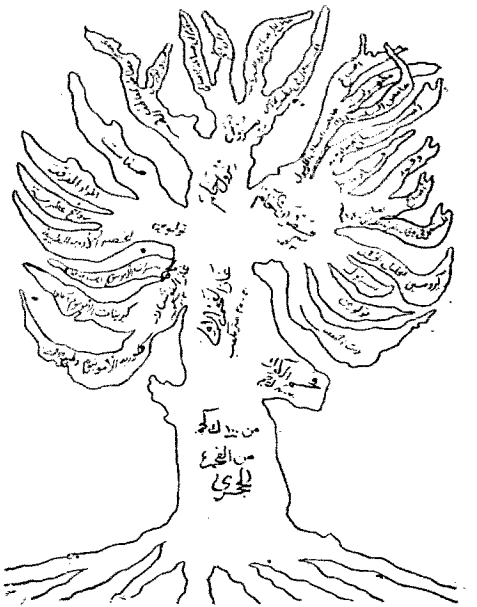
وبإعادة عمليـة التقطير على النفط والزيوت الخفيفة التى نتجت من العملية الأولى يتصاعد البنزين (Crude benzol) [1] وهو مخلوط من عدة إيدروكربونات منها البنزين والتولوين والزيلين مع بعض النفط . وللحصول على البنزين والتولوين النقيين (لاستخدامهما فى عمل الصبغات والعقاقير والمواد المفرقعة) يجب تعريض البنزين الفج لسلسلة من العمليات ، فيقطر أولا على حدة ثم يغسل بمحلول الصودا الكاوية لإزالة الأحماض القطرانية ، ثم بحامض الكبريتيك لإزالة ما بقى من الصودا أو بعض الشوائب الأخرى ، إلى غير ذلك من عمليات الفصل والتكرير .

ثانياً — الزيوت المتوسطة : وتعاد عملية التقطير أيضاً على الزيوت المتوسطة ، فينتج منها النفتالين ويبقى حامض الكربوليك الخام (حامض الفنيك) الذى يباع جزء منه فى التجارة لاستخدامه فى عمل المطهرات ، ويعرض الجزء البـاقى للعمليات التى تقدمت وهى الغسيل والمعالجة بالأحماض والقلويات ثم التبخير ، فينتج منها حامض الكربوليك النقى أو الفينول مع مخلوط من ثلاث مواد متشابهة تعرف بالكريسولات (Cresols) ، ويبقى النفتالين بتسخينه حتى يتحول إلى بخار يتكاثف عند تبريده إلى بلورات رقيقة بيضاء .

ثالثاً — الزيوت الثقيلة : وهى تتركب من عدة مواد أهمها الكريوزوت والنفتالين .

رابعاً — زيت الأنثراسين : ومنـه يحصل على الأنثراسين ، وهى مادة مهمة تدخل فى صناعة عدد كبير من الصبغات . ومقادير المركبات الناتجة من عمليـة التقطير تتوقف على نوع القطران المستعمل (أى على نوع الفحم) ، وعلى الطريقة التى

(١) يحسن الإشارة هنا إلى أن البنزين الناتج من قطران الفحم يكتب بالانجليزية (Benzol أو Benzene) وهو غير البنزين (Benzoline أو Benzine) الذى ينتج من تكرير زيت البترول .



نواتج عملية التقطير الجاف للفحم الحجرى

(شكل ٢٧)

تستخدم نواتج تقطير الفحم الحجرى بكثرة عظيمة جداً فى حياتنا اليومية

اثبتت فى التقطير والفصل والتكرير ، ولكن متوسط ما ينتج من طن واحد من القطران يكون فى الغالب كما يأتى :

٣٥ رطلا من البنزين والتولوين و١١ رطلا من الفينول و٥٠ رطلا كريسولات و١٨٠ رطلا نفتالين و٢٠٠ رطلا كريوزوت و٦ أرطال أنتراسين .

الخواص :

البنزين سائل عديم اللون سريع الالتهاب يغلى عند ٨٠٫٥°م ، لا يذوب فى الماء ، ولكنه يذوب فى الأثير ؛ وهو يذيب الكبريت والفسفور والطاط والمواد الدهنية ، ويشبهه فى كل ذلك التولوين ما عدا أنه يغلى عند ١١١°م . أما حامض الكربوليك النق والنفتالين والانثراسين فهى أجسام صلبة بيضاء متبلورة ، الأول منها ينصهر عند ٤١°م والثانى عند ٨٠°م والثالث عند ٢١٣°م

عقاقير ومفرقعات :

وبمعالجة كل من البنزين والتولوين بمزيج من حامضى النتريك والكبريتيك يتحولان إلى نيتروبنزين ونيتروتولوين اللذين يستخدمان بكثرة فى عمل المفرقعات الحديثة . ومن الفينول يحضر حامض البكريك وهو أساس لبعض المفرقعات الشديدة ، كما أنه يستخدم فى معالجة الحروق . ومن الأنيلين[1] يمكن تحضير كثير من العقاقير التى تستخدم لتخفيف الآلام وتباع بأسماء مختلفة منها الأنتيفبرين والأستنالايد والأمونال وغيرها . ومن التولوين يحضر السكرين الذى يستخدم بدلا من السكر فى غذاء المصابين بالبول السكرى . ومن الفينول يحضر الفيناسيتين

(١) يحضر الأنيلين من البنزين وذلك بتسخينه مع مزيج من حامض النيتريك والكبريتيك فيتحول إلى نترو بنزين (ك٦ هـ٥ ن أ٢) ، وباختزال الأخير بالايدروجين (حارصين وحامض) يتحول إلى أنيلين (ك٦ هـ٥ ن هـ٢) .

(لتخفيض الحرارة فى الحميات)، وحامض الساليسليك (للروماتزم)، والأسبيرين[1] (للصداع)، والسلفرسان (٦٠٦) للزهرى؛ وعدد آخر من المراهم والعقاقير.

كاوتشوك وأطلية:

ويستخدم زيت النفط بكثرة فى التجارة لتحضير عدد كبير من أنواع الطلاء

(شكل ٢٨)
بعض المستحضرات التى يحصل عليها من نواتج تقطير القطران

(البويات)، ويستخدم البنزين الغفل لإزالة الصمغ والراتنجات عند تحضير أنواع الورنيش المختلفة والجالاكا وما إليها، وهو يستخدم أيضاً فى إزالة الكبريت

(١) كان أول دواء حضر من قطران الفحم هو حامض الساليسليك. وقد قام بتحضيره

عند صناعة الكاوتشوك، وفى تحضير نوع من المطاط لا ينفذ منه الماء (Water proof) يستخدم فى صنع معاطف المطر، ومن البنزين والتولوين تحضر جميع أصباغ الأنيلين كما هو موضح فيما بعد:

ويستخدم حامض الكربوليك (الفنيك) بكثرة هائلة للتطهير وقتل الحشرات الصغيرة وإتلاف بيض البعوض وإزالة الروائح الكريهة من الباول والمراحيض والمياه الراكدة وما إليها، ويستخدم النفتالين فى تحضير كثير من الصبغات أهمها النيلة الصناعية، كما أنه يستخدم فى حفظ الملابس والسجاجيد والفراء مدة طويلة من الزمن حتى لا تتلفها العتة أو الفراش أو غيرها من الحشرات.

تخليل الخشب:

وقد استخدم الكريوزوت حديثاً فى حفظ العوارض الخشبية (الفلنكات) التى توضع تحت قضبان السكك الحديدية وحمايتها من التعفن والتلف، وتعرف هذه العملية بتخليل الخشب (Pickling Of wood). وهى تتلخص فى وضع قطع الخشب فى مرجل اسطوانى كبير به بعض الكريوزوت وتفريغ جميع ما به من الهواء، وبهذه الطريقة يخرج الهواء من مسام الخشب، وعند تسخين المرجل لدرجة ١٠٠°م يبخر الكريوزوت ويتشربه الخشب، ثم يرفع الضغط داخل المرجل إلى عشرة ضغوط جويه حتى يساعد على نفوذ الكريوزوت فى كتلة الخشب؛ وإذ تذكرنا الملايين العدة من هذه القطع التى تلزم لقضبان السكك الحديدية فى جميع أنحاء العالم أمكننا أن ندرك أهمية هذه الطريقة ومدى انتشارها فى عملية حفظ الخشب، وفى انجلترا وحدها يستخدم ما يقرب من ٢٠٠٠٠٠٠٠ قطعة من

من الفينول (حامض الفنيك) كولب (Kolbe) الألمانى سنة ١٨٧٤، ويتفاعل حمض الساليسليك مع حامض الخليك ينتج الأسبيرين.

الكيريوزوت لمعالجة الخشب بهذه الطريقة .

ويستخدم القار الذى يتخلف من القطران فى حفظ الحديد من الصدأ ، والخشب من التعفن والتلف ، ويمحض من مزيجه مع تراب الفحم قوالب تستخدم كنوع من الوقود ، ويستخدم القار أيضا فى صناعة الورنيش الأسود وفى رصف الشوارع .

شكل (٢٩) استخدام القار فى رصف الشوارع

مئات من الصبغات الزاهية الألوان :

بيد أن ما يدعو إلى الدهشة فى عملية تقطير القطران ، أنه يمكننا الحصول من تلك المادة الزجية ، السوداء المنظر ، الكريهة الرائحة ، على مئات[1] من الصبغات الزاهية الرونق المتعددة الألوان ، وعدد آخر من الزيوت العطرية الزكية ، وعلى السكرين ، وهو مركب حلو المذاق يفوق فى حلاوته سكر القصب المعتاد بنحو ٥٠٠ مرة . وكانت أول صبغة حضرت من قطران الفحم صبغة أرجوانية

(١) عند تقطير القطران نحصل على المواد الأولية الآتية :
بنزين — تولوين — زيلين — فينول — كريسول — نفتالين — أنتراسين — فينانثرين وغيرها ، ومن هذه المواد المذكورة يمكن بطريقة التأليف الكيميائى الحصول على نحو ٩٠٠ من الصبغات ، وهذه تعطى نحو ٥٠٠٠ من الألوان (Shades) المختلفة .

لونها قريب الشبه من زهرة الزيزفون (نبات من فصيلة الخبيزة) ، قام بتحضيرها العالم الانجليزى السير و . هـ . بيركن سنة ١٨٥٦ ؛ ولعله يلذ للقارىء أن يعلم أن بيركن وقتئذ كان فى سن العشرين تقريباً ، وكان يبحث فى القطران عن مادة غير الصبغات ، إذ كان هدفه ومطمعه أن يؤكسد الأنيلين الذى حصل عليه من القطران ، ولكنه بدلا من الحصول على بلورات نقية كما كان يتوقع تكونت لديه مادة قطرانية سوداء ، وعندما أراد أن يغسلها بالكحول تحولت لدهشته إلى محلول أرجوانى جميل[1] ، فكانت هذه المصادفة أساساً لتحضير جميع صبغات الأنيلين[2] من قطران الفحم ؛ وقد بطل استخدام هذه الصبغة فى تلوين المنسوجات الحريرية والصوفية لأنها تنصل (تبهت) بسرعة فى ضوء الشمس ، ولكنها لا تزال تستخدم بكثرة إلى الآن فى تلوين طوابع البريد . هذا وكثير من الصبغات التى تؤخذ عادة من النباتات يمكن تحضيرها الآن فى المعمل أو المصنع ، وذلك بعد معرفة تركيبها الكيميائى ، وفى الغالب تكون الصبغة المحضرة أكثر نقاء وأجمل رونقا ، وأقل ثمنا من الصبغة التى يحصل عليها من النبات ؛ ومن أهم الصبغات التى حضرت من القطران فى العهد الحديث بطريقة التأليف الكيميائى (Synthesis) ، صبغتا النيلة الزرقاء والحمرة التركية .

النيلة عند قدماء المصريين : وتعتبر النيلة من أقدم الصبغات الثابتة التى عرفها الإنسان ، وليس أسهل للاستدلال على أنها صبغة قديمة ثابتة ، من النظر إلى

(١) للحصول على هذه الصبغة يضاف ثانى كرومات البوتاسيوم إلى محلول من الأنيلين فى حامض الكبريتيك المخفف فيتكون راسب قاتم اللون ، ويعد على الراسب فى ريب بعد لإزالة الشوائب بذاب فى الكحول ، وعند ذلك يتلون الأخير بلون بنفسجى محمر ؛ وقد أعيدت هذه العملية باستخدام مواد مؤكسدة أخرى غير ثانى كرومات البوتاسيوم ، وأدى ذلك إلى كشف صبغة المجنتة الحمراء (Red dye magneta) وهى إيدروكلورور [illegible] .

(٢) الأنيلين ذاته (كـ٦ هـ٥ ن هـ٢) سائل زيتى القوام عديم اللون ، ولكن مشتقاته ذات ألوان عدة زاهية ، فمنها الأرجوانى والبنفسجى والأزرق والأحمر والبرتقالى والأصفر والأخضر ؛ ويغلب عن الظن أن اسم الأنيلين مأخوذ من اللفظ العربى النيلة ، حيث أنه ينتج عند تقطير النيلة الزرقاء مع إيدركسيد الصديوم .

اللفائف التى تحيط بجثث قدماء المصريين المحنطة ، فإن لونها الأزرق لا يزال واضحاً . وكانت الهند فيما مضى القطر الوحيد الذى يصدر هذه الصبغة الهامة لجميع أنحاء العالم ، ففى أواخر القرن الماضى كانت تزرع نحو مليون من الفدادين من نبات النيلة ، تربو قيمة محصولها على أربعة ملايين من الجنيهات كل عام ، ولما قامت مصانع باير بألمانيا بتحضير هذه الصبغة من قطران الفحم ، هبط محصول الهند من النيلة الطبيعية تدريجياً حتى أصبح فى سنة ١٩١٥ ما يوازى ستين ألفا من الجنيهات فقط .

النيلة الصناعية : ويمكن القول بأن وضع الحجر الأساسى لتحضير النيلة الصناعية يرجع إلى فرتز الألمانى سنة ١٨٤٠ ، فهو أول من استكشف أن النيلة تعطى عند تحليلها مركب الأنيلين ، بيد أن المشكلة التى اعترضت الكيميائيين وأعجزتهم عدداً طويلا من السنين هى استنباط طريقة للوصول إلى عكس العملية السابقة — أى الابتداء بالأنيلين العديم اللون وتحويله إلى صبغة النيلة الزرقاء — ولم يفلحوا فى حل هذه المشكلة إلا فى العقد التاسع من القرن الأخير ، فقد تمكن أدولف باير بعد بحث دام سبعة عشر عاما من تحضير النيلة الزرقاء من البنزين أو التولوين ، ولكن تكاليف العملية عند استخدام أحد هذين المركبين كانت باهظة لا تسمح بمنافسة الصبغة الطبيعية ، ولذا فإن التطبيق الصناعى لعملية باير لم يبتدئ إلا فى سنة (١٨٩٧) ، وذلك عند كشف طريقة للحصول على هذه الصبغة من المركب الأرخص ثمنا وهو النفثالين (من قطران الفحم أيضاً) . وقد كللت أبحاث باير للوصول إلى هذه الطريقة الشركة القائمة بهذه الصناعة ما يربو على المليون ونصف المليون من الجنيهات . ويمكن تلخيص الطريقة الصناعية التى تستخدم لتحضير النيلة الزرقاء فى معامل باير فى الوقت الحاضر فيما يأتى .

نفثالين ← حامض الفثاليك ← حامض الانثرانيليك ← اندوكسيل (Indoxyl) ← النيلة الزرقاء .

الحمرة التركية : ومن الصبغات المهمة التى يحصل عليها من قطران الفحم صبغة حمراء تعرف بالحمرة التركية (Turkey Red) أو الأليزارين (Alizarin) ، وهى صبغة قديمة جداً كان يحصل عليها أولا من جذور نبات الفوة (Madder Root) . وكانت حقول فرنسا وحدها تنتج من هذا المحصول نحو نصف مليون طن سنويا ، ولكن عز على الكيميائيين أن تنفرد الطبيعة بإنتاج هذه الصبغة الهامة ، فأتوا بجذور الفوة واستخلصوا منها الجوهر الفعال وهو الأليزارين ، وكان ذلك سنة ١٨٢٨ ، ثم لبثوا بعد ذلك نحو أربعين عاما بين بحث وتحليل حتى تمكنوا من تحديد كنهه الكيميائى[1] ، فاذا هو أحد مشتقات الأنثراسين . وعند ذلك قامت منافسة شديدة بين پركين الانجليزى ، وجراب وليبرمان العالمين الألمانيين لتحضير الأليزارين من قطران الفحم ، فلم تمض سنة واحدة (سنة ١٨٦٩) حتى توصلوا جميعاً وفى نفس الوقت تقريباً إلى الطريقة الصناعية لتحضير هذه الصبغة المهمة ، بيد أن العالمين الألمانيين كانا أسبق فى تسجيل استكشافهما ، وبذلك فازت ألمانيا بحق احتكار هذه الصناعة . وقد اكتسح الأليزارين الصناعى الصبغة الطبيعية كلية من الأسواق فى سنوات قليلة ، وتحولت جميع الحقول التى كانت تزرع نبات الفوة إلى زراعة الحبوب وشتى الزراعات .

ويمكن تلخيص الاستعمالات المتقدمة لمنتجات تقطير القطران فى الجدول الآتى :

المادة	استعمالها فى حالتها الغفل	استعمالها فى الحالة [illegible]
البنزين	وقود سائل ومذيب فى صناعة المطاط	تحضير عقاقير وصبغات و[illegible]
التولوين	مذيب	صبغات ومفرقعات
حامض الكربوليك	مطهر	عقاقير وصبغات ومفرقعات
النفثالين	قاتل للحشرات والعثة والفراش	صناعة الصبغات
الانثراسين		صناعة الصبغات

(١) الأليزارين : [illegible] .

تغذية التربة :

ومن المواد المهمة التى تنتج من عملية التقطير المتلف للفحم الحجرى ، سائل يحتوى على غاز النشادر ، وبتقطير هذا السائل لتنقيته من القطران وإضافة حامض الكبريتيك إليه يتحول إلى ملح كبريتات الأمنيوم (سلفات النشادر) الذى يفصل بالتبلور . وتحضر ألمانيا من هذه المادة نحو ٢٥٠٠٠٠ طن ، وإنجلترا نحو ١٢٥٠٠٠ طن كل عام ، يصدر الجزء الأكبر منها إلى الممالك الأخرى حيث يستخدم سمادا نتروجينيا فى الزراعة . وكان من مساوىء هذا السماد قديما أنه يأكل الغرائر التى يعبأ فيها بسرعة ويتجمد إلى كتل كالأسمنت ، وذلك بسبب وجود قليل من حامض الكبريتيك مع البلورات ، ولذا ترش البلورات الآن بمحلول مخفف من النشادر كى يتعادل مع جميع الحامض الذى يلصق بها ، ثم تجفف البلورات جيداً بعد ذلك .

الكيمياء والزراعة

ساعات العمل للنبات — عناصر النبات — ملح شيلى — اقتناص النتروجين الجوى — الأسمدة الفوسفورية — أملاح البورون والمنجنيز — الاسمدة العضوية — التركيب الكيماوى لطمى النيل

يمكن القول بأننا نعتمد فى الحصول على جميع ما نأكله على المنتجات الزراعية ، فنحن وإن كنا نأكل اللحوم ، فإن الحيوانات التى نأكلها إنما تمت وترعرعت على ما تغذت به النباتات .

وقديماً كان عدد سكان الأرض قليلاً بالنسبة لما هو عليه الآن ، وكانت الأراضى الزراعية عذراء قوية تعطى حاصلات وافرة ، أما الآن فقد زاد عدد سكان العالم زيادة عظيمة ، وأصبحت الأرض مجهدة بما توالى عليها من الزراعات ، ولذا كان من الضرورى معالجة الأرض ، وإمدادها بما يرجع إليها خصبها وحيويتها ؛ وكان من اللازم تحسين وسائلنا الزراعية ، حتى يمكننا الحصول من المساحات المحدودة التى لدينا على سطح الأرض ، على أغذية وملابس تكفى لإمداد تلك الجيوش الجرارة التى يتزايد عددها كل عام . وفى الخمسين سنة الأخيرة تعاون العالم الكيماوى والعالم النباتى على درس التربة وتعرف خصائصها ، والوصول إلى أنجع الوسائل التى بها يمكن الحصول على أكبر محصول جيد من أصغر مساحة ممكنة . ولكن يحسن بنا أن نرجع إلى الوراء نحو ثلاثة قرون لنعرف ما قام به الكيماويون والنباتيون فى هذا الصدد حتى نلم بالموضوع من جميع نواحيه .

ففى سنة ١٦١٦ قام فان هلمونت بأول تجربة لتعيين نوع المواد التى يتكون منها جسم النبات ، وفى هذه التجربة أتى بنبات حديث وزن خمسة أرطال وزرعه فى حوض من الفخار يحتوى على ٢٠٠ رطل من الطين الجاف ، وسقى النبات بالماء

المقطر أو ماء المطر ، وبعد خمس سنوات وجد أن وزن النبات أصبح ١٦٩ رطلا ، ونقص وزن الطين بمقدار أوقيتين فقط ، واستنتج من ذلك أن الزيادة الكبيرة فى وزن النبات جاءت جميعها من الماء . ونحن نعلم الآن أن ذلك الاستنتاج خطأ محض ، فإن هلمونت لم يعتبر عاملاً مهما فى زيادة وزن النبات ، وهو عنصر الكربون الذى ينتزعه النبات بعملية التمثيل الضوئى من ثانى أكسيد الكربون ، ومع أن هذا الغاز يوجد بنسبة ضئيلة جداً فى الهواء (٤ . ر . ٪) ، وتستنفد النباتات مقداراً هائلا منه كل يوم فى بناء أنسجتها ، فإن نظام الطبيعة المحكم يقضى بأن يتولد هذا الغاز باستمرار حتى تبقى نسبته ثابتة فى الهواء .

وقد أجريت عدة تجارب لتعيين ما إذا كانت زيادة نسبة هـذا الغاز فى الحيز الذى ينمو فيه النبات تزيد من سرعة التمثيل الضوئى ، فوجد أن هناك زيادة محسوسة فى مبدأ الأمر ، وبعد ذلك لا يتأثر نمو النبات مهما زادت نسبة الغاز . ومن المحتمل أن يفكر بعض العلماء فى المستقبل فى طريقة للانتفاع بثانى أكسيد الكربون الذى يخرج من المداخن وما شابهها ، لمساعدة نمو النباتات فى حيز مقفل (مثل البيوت الزجاجية) ؛ أو أفضل من ذلك البحث عن مادة يوضعها فى التربة تتحلل بفعل الشمس ويخرج منها ثانى أكسيد الكربون .

وقد فكر البعض أيضاً فى زيادة عدد ساعات العمل التى يقوم بها النبات ، فعملية التمثيل تحدث عادة خـلال عشر أو اثنتى عشرة ساعة كل يوم ، وهى المدة التى يسطع فيها ضوء الشمس . وقد أجريت بعض تجارب سلطت فيها أشعة ضوئية صناعية على شجيرات الطماطم بعد ساعات النهار ، فوجد أن عملية التمثيل الضوئى استمرت بعد ذلك بضع ساعات ، بشرط أن يحصل النبات على خمس ساعات على الأقل يستريح خلالها فى الظلام . وإذا زادت ساعات العمل عن ١٩ ساعة فى اليوم ، فان النبات يذبل تدريجياً ويموت . والتجارب التى من هذا

القبيل ما زالت فى المهد ، وأمر إتمامها والوصول منها إلى نتـائج حاسمة ، موكول لعلماء المستقبل .

ولنرجع إلى المواد التى يتكون منها النبات ، فنقول أن أهم العناصر التى يتركب منها جسم النبات هى الكربون والايدروجين والأكسجين ، وهذه يحصل عليها من ثانى أكسيد الكربون الذى فى الهواء ، ومن الماء الذى فى التربة . ويحتوى أيضاً على عدد من العناصر الأخرى ، أهمها النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم ، مع كميات صغيرة من الكبريت والحديد والكالسيوم والمغنسيوم ، وقد يوجد به

شكل (٣٠)
يحتاج النبات إلى عدة ساعات يستريح فيها كما يفعل الحيوان
الشجيرة التى فى طرف الصورة من اثنين نمت فى ضوء الشمس المعتاد
أما الشجيرات الأخرى فقد نمت جميعها بتأثير ضوء صناعى

الصديوم والكلور ، وجميع هذه العناصر يحصل النبات عليها من التربة . بيد أنه بزرع الأرض مرات متوالية يستنفد النبات معظم ما بها من الأملاح الضرورية لنموه ، كما أن مياه الصرف والرشح تنزع من التربة بعض هذه الأملاح ، فتضمحل خصوبة الأرض على ممر السنين وتقل صلاحيتها للزراعة .

الأسمدة :

وقد عرف الإنسان من بدء عهده بالزراعة ، أنه بإضافة بعض المواد العضوية المتعفنة ، مثل روث البهائم والتراب أو التبن المشرب ببول الحيوان (السماد البلدى) إلى التربة التى أنهكتها الزراعات المتوالية ، يرجع إليها نشاطها ويزيد محصولها . وكان الاعتقاد قديماً أن النبات يعيش على المواد العضوية التى يحتوى عليها السماد ، بيد أنه حول منتصف القرن الماضى أدرك الناس أن المواد العضوية تتحول أولا إلى أملاح غير عضوية عن طريق التأكسد ، ثم تذوب فى الماء الذى تروى به التربة ويمتصها النبات . وكان أول من نبه إلى هذا الرأى ليبج الكيماوى الألمانى سنة ١٨٤٠ ، وقد زعم فى مبدأ الأمر أنه بإحراق السماد لطرد جميع ما به من المادة العضوية ، فإن الرماد المتخلف يفعل فى التربة تماماً فعل السماد قبل حرقه ، ولكن وجد عند تحليل الرماد أنه خال من النتروجين ، وأجاب ليبج على ذلك بأن فى قدرة النبات الحصول على هذا العنصر من الهواء الجوى .

وجاء بعد ذلك العالمان الانجليزيان هنرى جلبرت وجون لوز سنة ١٨٤٣ ، فوجدا أن إضافة رماد السماد إلى التربة لا يساعد على تحسين كثير من الزراعات . ولكن بإضافة ملح كبريتات النشادر إلى التربة تزاد محصولها زيادة واضحة ، ومعنى ذلك أن كثيراً من النباتات ليس فى استطاعتها استخدام النتروجين الذى فى الجو ، بل يجب أن يكون هذا العنصر فى صورة مركب سهل الذوبان قبل أن يستفيد منه النبات . والسماد العضوى يحتوى على النتروجين ، ولكنه يفقد مع المادة العضوية عند حرق السماد .

ومن الضرورى إذا أردنا أن نحافظ على خصوبة الأرض وحيويتها وقدرتها على إنتاج محصول معين ، أن نرجع إليها جميع المواد التى ينتزعها النبات الذى نزرع فيها ، وكانت وسيلة ذلك قديماً إضافة السماد العضوى (الروث والعظام

وما إليها) إلى التربة ، ولكن بزيادة المساحات المزروعة فى السنين الأخيرة زيادة كبيرة ، أصبح من المتعذر الاقتصار على الأسمدة العضوية كوسيلة لتسميد الأرض ، مما دعا العلماء والكيميائيين إلى التفكير فى تحضير أسمدة صناعية كى يغذوا بها تلك المساحات الزراعية الكبيرة التى تتزايد كل عام .

والعناصر التى تلزم إضافتها للأرض بكميات كبيرة ، هى النتروجين والبوتاسيوم والفوسفور ، وهذه يجب أن تكون فى صورة مركبات قابلة للذوبان فى الماء ، حتى يمكن النبات امتصاصها من التربة ، ولكن يجب فى الوقت نفسه أن لا تكون سهلة الذوبان جداً ، وإلا سهل انتزاعها من التربة بواسطة مياه الصرف أو مياه الأمطار . والأسمدة النتروجينية هى أكثر أنواع الأسمدة استعمالا لأنها أسرع زوالا من التربة من المركبات الأخرى ، ولذا وجب تكرار إضافتها إلى الأرض فى فترات متقاربة ، وهذا يستلزم استهلاك كميات كبيرة منها .

الأسمدة النتروجينية :

يوجد غاز النتروجين بكثرة هائلة فى الطبيعة ، فهو يكون ٤ حجم الهواء الذى يحيط بالكرة الأرضية ، ومع ذلك فكثير من النباتات لا تستطيع أن تتغذى به مباشرة ، إذ يجب أن يكون الغذاء فى صورة أملاح فى تربة الأرض قبل أن يستطيع النبات تمثيلها والاستفادة مما بها من النتروجين . وتحتوى الأراضى الزراعية عادة على مقدار من نترات الكالسيوم ، ولكن سرعان ما يستنفد النبات الجزء الأكبر من هذا الملح ، وعند ذلك يجب إمداد الأرض بملح يحتوى النتروجين ، مثل نترات الصديوم أو الكلسيوم .

وهناك نوع من النباتات فى قدرتها تمثيل النتروجين وهو فى حالته العنصرية أو المنفردة ، فنباتات الفصيلة البقلية ، مثل الحمص والفول والبرسيم ، تستطيع

الانتفاع بالنتروجين الجوى مباشرة ، وذلك بمساعدة كائنات عضوية دقيقة لا تدرك إلا بالمجهر تعيش فى التربة ؛ كما أن هذه النباتات يمكنها أن تخزن النتروجين فى عقد توجد على جذورها ، وهذه العقد تعيش فيها كائنات حية صغيرة تمتص هذا العنصر من الهواء ، وتحوله إلى مركب عضوى يستفيد منه النبات عند الحاجة . وتعد هذه الطريقة إحدى الوسائل لتسميد الأرض بالنتروجين ، وذلك بأن يزرع فيها إحدى نباتات الفصيلة البقلية ، مثل البرسيم ، وبعد زرع هذا المحصول تحرث الأرض جيداً مع بقاء الجذور ، حتى يستفيد منها النبات الذى يزرع بعدها ، وقد عرف الإنسان هذه الوسيلة منذ عهد بعيد واستخدمها فى زراعاته .

ملح شيلى :

وأهم الأسمدة النتروجينية ملح نترات الصديوم الذى يستخرج من مناجم شيلى [1] بأمريكا الجنوبية ، ففى تلك المنطقة تمتد مساحات عظيمة تحتوى على رواسب طبيعية من ملح نترات الصديوم مختلطاً مع مواد طفلية ورملية ؛ ويقدر ما يستخرج من هذا الملح سنوياً بنحو ٣ مليون طن ، تصدر جميعها إلى معظم أقطار العالم ، حيث يستخدم الجزء الأكبر منها فى تسميد الأرض ، ويستخدم الباقى فى صناعة حامض النتريك والمفرقعات والصبغات وبعض الصناعات الأخرى . ولما كانت بلاد شيلى هى المصدر الطبيعى الوحيد لهذه المادة وكان الطلب عليها شديداً فقد ارتفعت أثمانها فى العهد الأخير ، وأصبحت قاصرة عن سد حاجات

(١) تمتد فى شمال جمهورية شيلى صحراء شاسعة تحتوى على طبقات مكدسة من نترات الصديوم الخام تعرف باسم الكاليش ، ويحصل عليها بنسف الصخور التى على السطح لتتكشف طبقات الملح ، ثم تنقل قطع النترات الخام إلى مطاحن خاصة حيث تكسر إلى قطع صغيرة ، ثم تعالج بعد ذلك بماء الساخن عدة مرات ، فتذوب النترات فى الماء ويرسب الطفل والرمل والمواد الغريبة الأخرى فى قاع الأوعية ، ثم يصفى المحلول الناتج ويترك فى أحواض كبيرة ليبرد ويتبلور .

العالم ؛ ولهذا فكر الكيميائيون فى عمل النترات بطرق صناعية من النتروجين الذى فى الجو ، وهذا ما يعرف بتثبيت النتروجين الجوى .

اقتناص النتروجين الجوى :

وإذ كانت مناجم شيلى لا تسد حاجة العالم من الأسمدة النتروجية ، كما أن مآلها النفاد بعد بضعة قرون ، فيجب أن نفكر فى مصدر آخر كبير نحصل منه على هذا الغذاء الضرورى للنبات . والهواء هو أغنى هذه المصادر ، فأربعة أخماسه نتروجين حر مباح لمن يشاء . وقد حسب بعضهم كمية هذا العنصر التى تعلو مساحة قدرها ميل مربع واحد ، فإذا بها تزيد عن عشرين مليون طن من هذا الغاز . بيد أن المشكلة التى اعترضت العلماء ، وحيرت أفكارهم عدداً كبيراً من السنين ، هى مشكلة استنباط طريقة لتحويل هذا الغاز المنفرد إلى مركب يستفيد منه النبات . وكان طبيعيا أن يتجه نظرهم فى أول الأمر إلى الطبيعة ، فيعملوا على محاكاتها وتقليدها ، فنحن نعلم أنه عند حدوث البرق — وهو شرارة كهربائية عظيمة — يتحد غاز

(شكل ٣١)
نوع من البرسيم وقد ظهرت على جذوره العقد التى بها تمتص النتروجين من الجو

الأكسجين الذى فى الهواء بغاز النتروجين ، فيكونان بعض أكاسيد النتروجين ، ثم تأتى الأمطار فتذيب هذه الأكاسيد الحامضية ، وتنقلها إلى التربة ، وهناك تتحد مع القواعد التى فى الأرض وتكون نترات الكالسيوم أو الصديوم ، فيمتصها النبات ويستفيد مما بها من النتروجين .

وبذلك كانت أول طريقة لتحويل النتروجين الجوى إلى سماد صالح للنبات ، إمرار شرارة كهربائية صناعية فى مخلوط من هذا الغاز والأكسجين ، ثم يؤكسد الغاز الناتج إلى فوق أكسيد النتروجين ويذاب فى الماء ، وبعد ذلك يضاف الجير أو أى قاعدة أخرى إلى الحامض المتكون . وتعرف هذه العملية بتثبيت النتروجين الجوى ، ومعناها تحويل النتروجين من غاز غير قابل للحفظ أو النقل أو التعبئة ولا يمكن أن يستفيد منه النبات ، إلى مادة سهلة الخزن والحمل والتعبئة وقابلة للذوبان فى الماء ، بحيث يمكن أن يمتصها النبات من الأرض وأن يمثل مابها من النتروجين . والمواد النتروجية التى يمتصها النبات من الأرض هى عادة أملاح النترات ، ولكن حيث أن أملاح الأمنيوم تتأكسد ببعض الكائنات الميكروسكوبية التى فى التربة إلى نترات ، فانه يمكن تسميد الأرض أيضا بملح من أملاح الأمنيوم .

طرق تثبيت النتروجين الجوى :

وهناك فى الوقت الحاضر عدة طرق لتثبيت نتروجين الهواء ، أهمها الطرق الثلاثة الآتية :

أولا . طريقة بيرك وأيد : تعد هذه الطريقة أقدم طرق تثبيت النتروجين ، وقد اقترحها أولا عالمان من النرويج ، وهما بيرك وأيد سنة ١٩٠٣ ، وفى هذه الطريقة يمرر الهواء فى فرن به قوس كهربائى كبير ، فيتحد النتروجين مع

الأكسجين ، مكونان أكسيد النيتريك ، ثم يؤكسد الغاز الأخير إلى فوق أكسيد النتروجين ، ويذاب فى الماء ، فينتج منه حامض النيتريك :

$$ن_٢ + ا_٢ \longrightarrow ٢ ن ا$$

$$٢ ن ا + ا_٢ \longrightarrow ٢ ن ا_٢$$

$$٣ ن ا_٢ + بد_٢ ا \longrightarrow ٢ بد ن ا_٣ + ن ا$$

ثم يعادل حامض النيتريك الناتج بقاعدة ما (الجير هو المستخدم فى الغالب لأنه أرخص القواعد) ، فيتحول إلى ملح نترات الكالسيوم الذى يستخدم كسماد

وتستخدم هذه الطريقة فى البلاد التى تكون فيها الطاقة الكهربائية رخيصة ، وهى البلاد التى تكثر فيها مساقط المياه ؛ وتكاد النرويج تكون الوحيدة بين ممالك العالم التى تتبع فيها هذه الطريقة ، وهى تنتج فقط نحو ٤ ٪ من مجموع الأسمدة الصناعية التى يحضرها العالم .

ثانياً . طريقة هابر : وهذه أهم الطرق وأرخصها وأكثرها انتشارا ، فهى تستخدم فى ألمانيا وإنجلترا وأمريكا وبعض الممالك الأخرى ، ويتنبأ لها البعض بأنها ستكتسح الطرق الأخرى من الصناعة فى المستقبل القريب[1] . وأول من فكر فى هذه الطريقة هابر الكيماوى الألمانى ؛ وتتلخص هذه الطريقة فى تسخين مخلوط غازى النتروجين (من الهواء السائل) والإيدروجين (من تحلل الماء وفحم الكوك) ، إلى درجة قريبة من ٥٠٠ م ، وتحت ضغط شديد (٢٠٠ ضغط جوى) ، مع استخدام عامل وسيط ؛ فينتج من اتحادهم غاز النشادر حسب المعادلة الآتية :

$$٣ بد_٢ + ن_٢ \longrightarrow ٢ ن بد_٣$$

(١) قبل استخدام هذه الطريقة كانت ألمانيا تستورد ٦٠٠ر٠٠٠ طن من نترات شيلى ؛ وقد هبط هذا المقدار بعد الحرب إلى ٢٤٠٠٠ فقط ، وهذا يدل على مقدار نجاح هذه الطريقة وسعة انتشارها .

والعامل الوسيط المستخدم فى هذه العملية لا يزال سراً من أسرار الصناعة ، فطبيعته ليست معلومة لنا على وجه التحديد ، ولكن يغلب على الظن أنه خليط من مسحوق الحديد والموليبدينوم أو بعض الفلزات الأخرى مسحوقة سحقاً جيداً .

ويحول غاز النشادر الناتج فى هذه العملية إلى سماد باحدى الطريقتين الآتيتين :

(١) — يمرر النشادر فى حامض الكبريتيك ، فيتولد من اتحادهما ملح كبريتات النشادر الذى يستخدم كسماد .

(٢) — يؤكسد النشادر إلى حامض النيتريك بإمراره مع الهواء على بلاتين مسخن ، ثم يعادل الحامض بالجير فينتج ملح نترات الكالسيوم وهو السماد المطلوب .

ثالثاً . طريقة السيناميد : فى هذه الطريقة يسخن أولا مخلوط من الجير وفحم الكوك تسخيناً شديداً فى فرن كهربائى ، فينتج من اتحادهما ملح كربيد الكالسيوم ، وبإمرار النتروجين (من الهواء السال) على هذا الملح بعد تسخينه تسخيناً شديداً ، ينتج ملح سيناميد الكالسيوم الذى يستخدم سماداً ، وهو ما يعرف بالنتروليم (Nitrolim) .

$$كا + ٣\,ك \longrightarrow كا\,ك_٢ + ك$$

$$كا\,ك_٢ + ن \longrightarrow كا\,ك\,ن_٢ + ك$$

وتنتج هذه الطريقة نحو ٢٠ ٪ من مجموع الأسمدة الصناعية التى تحضر فى الوقت الحاضر ، ولكن من المحتمل أن تقل هذه النسبة فى المستقبل بسبب مزاحمة طريقة هابر لهذه الطريقة .

كبريتات النشادر :

وبجانب العمليات المتقدمة فهناك عملية التقطير المتلف للفحم الحجرى التى

تستخدم بكثرة فى الصناعة للحصول على فحم الكوك وغاز الاضاءة (غاز الاستصباح) ؛ ففى هذه العملية يتولد أيضاً محلول النشادر ، وبإضافة حامض الكبريتيك إليه ينتج ملح كبريتات النشادر الذى يستخدم كسماد نتروجينى ، وتصدر انجلترا نحو ١٢٥٠٠٠ كل عام من هذا السماد ، وتحضر ألمانيا نحو ٢٥٠٠٠٠ طن منه بهذه الطريقة . ومن مزايا استعمال هذ الملح كسماد أنه قابل للامتصاص بسهولة داخل التربة فلا تكتسحه المياه فى البلاد الكثيرة الأمطار .

والجدول الآتى يبين الزيادة فى مقدار ما يستهلكه العالم من كل نوع من أنواع الأسمدة النتروجينية .

نوع السماد	سنه ١٩٢٥	سنة ١٩٣٦	سنة ١٩٣٧
نترات شيلى	٤٢١٠٠٠	٣٥٥٠٠٠	٢٨٩٠٠٠ طن من النتروجين
أملاح نشادر من الفحم	٣٠٢٠٠٠	٣٣٠٠٠٠	٣٤١٠٠٠ » » »
أسمدة بثبيت النتروجين الجوى	٤٩٥٠٠٠	٦٤١٠٠٠	٨٠٧٠٠٠ » » »
المجموع	١٢١٨٠٠٩	١٣٢٦٠٠٠	١٤٤٦٠٠٠ » » »

وهذه الأرقام تمثل مقدار النتروجين بالأطنان ، أى أن مقادير الأسمدة نفسها أكبر من ذلك بكثير ، ويتبين من هذا الجدول أن استهلاك العالم للأسمدة النتروجينية فى زيادة مستمرة ، وأن مقدار ما يستنفده من أسمدة النتروجين الجوى يزيد تدريجياً بمرور السنين ، فى حين أن مقادير الأنواع الأخرى لم تتغير كثيراً .

الأسمدة الفوسفورية :

الفوسفور عنصر لا ندحة عنه لنمو النبات وبناء جسمه ، ولذا كان من الضرورى إضافته إلى التربة من حين لآخر على هيئة مركب سهل الذوبان . وأهم الأسمدة الفوسفورية فوق فوسفات الجير وفوسفات النشادر والعظام

والفضلات القاعدية ، وكل من هذه الأسمدة كفيل بتزويد التربة التى أنهكتها الزراعات المتوالية بحاجتها من هذا العنصر .

فوق فوسفات الجير :

يوجد فوسفات الجير على شكل صخور قريبة الشبه بالحجر الجيرى ، وتركيبه الكيماوى ثالث فوسفات الكالسيوم ، كا٣ (فو ا٤)٢ ، وهو عبارة عن أسنان وعظام أسماك تكونت فى البحار من عصر جيولوجى قديم هو ، العصر الطباشيرى .

ويوجد هذا الصخر فى مناطق واسعة فى شمال أفريقيا وفى منطقة فلوريدا بأمريكا . وقد كشفته مصلحة المناجم لأول مرة فى مصر سنة ١٨٩٨ فى الواحة الداخلة ، ثم تتبعت طبقاته فوجدته منتشراً فى مساحات واسعة فى كل من الصحراء الشرقية والغربية ، بيد أن مايستغل منه فى الوقت الحاضر فى صناعة الأسمدة قاصر على الطبقات القريبة من البحر الأحمر ، لسهولة شحنها فى المراكب وقلة نفقات استخراجها . وفوسفات الكالسيوم الموجود فى الطبيعة غير قابل للذوبان فى الماء[1] ، ولذا فهو لا يصلح للاستعمال سماداً حتى يحول إلى مركب سهل الذوبان ، كى يسهل على النبات امتصاصه والاستفادة مما به من الفوسفور . وأول من فكر فى هذا التحويل جون لوز سنة ١٨٤٢ ، وذلك بمعالجة الفوسفات الطبيعى بحامض الكبريتيك ، فيتحول إلى فوسفات أحادى الكالسيوم وهو السماد المطلوب .

فوسفات ثلاثى الكالسيوم + حامض الكبريتيك ← فوسفات أحادى الكالسيوم + كبريتات الكالسيوم . ويحتوى السماد المستعمل عادة على كبريتات الكالسيوم الناتجة من التفاعل ، أى أنها لا تفصل من الفوسفات ، حيث أنها تساعد على حفظ السماد فى حالة جافة ، كما أن لها بعض خواص الأسمدة ، ويطلق على المخلوط فوق فوسفات الجير ؛ وتستورد المصانع التى تصنع هذا

السماد معظم الفوسفات الفقل اللازم لهذه العملية من بعض البلاد التى فى شمال أفريقيا مثل مصر وتونس ومراكش ، ومن منطقة فلوريدا بأمريكا . ويستخرج حجر الفوسفات فى مصر من الجهات القريبة من شاطئ البحر الأحمر ، وأهمها سفاجة والقصير . ويبلغ مجموع ما يستخرج منه سنويا فى القطر المصرى نحو ثلثمائة ألف طن كل عام ، يصدر الجزء الأكبر منها إلى اليابان ، والبعض إلى انجلترا وإيطاليا .

وكل عشرة أطنان من الفوسفات الخام تعطى ثمانية أطنان من فوسفات أحادى الكالسيوم .

العظام :

كانت العظام تستعمل من زمن طويل فى تسميد الأرض . ولكن لم ينتشر استعمالها لهذا الغرض حتى أوائل القرن التاسع عشر ، وهى تسخن أولا فى بخار الماء ، أو تعالج بالبنزين لإزالة المواد الدهنية العالقة بها ، وبعد ذلك تسحق وتحول إلى ما يعرف بدقيق العظام ؛ ويمكن استعمال هذا المسحوق فى جميع الحالات التى يستعمل فيها فوق الفوسفات ، إلا أنه أضعف تأثيراً وأقل ذوباناً من الأخيرة . ولذا كان استعماله منتشراً فى الحدائق الخاصة . وفى أيدى من ليست لهم خبرة كافية بالأسمدة .

فوسفات النشادر :

يحضر هذا السماد فى التجارة باتحاد غاز النشادر (المحضر بطريقة هبر) مع حامض أكسيد الفوسفور . فينتج من اتحادهما ملح فوسفات النشادر ، وهو سماد سهل الذوبان ومفيد جداً للتربة ، ويعد النبات بالفوسفور والنتروجين

معاً ، ويتنبأ الكثيرون بأنه سيحل محل فوق الفوسفات : ولكن لا يمكن لغير المستقبل أن يحكم أيهما ستكون له المرتبة الأولى فى التجارة .

الفضلات القاعدية أو خبث المعادن (Basic slag) : هذا السماد عبارة عن مسحوق مائل للسواد ، وهو ينتج كمركب ثانوى فى صناعة الحديد الصلب عند أكسدة الشوائب التى فى الحديد الزهر ، فيتحد مابه من الفوسفور مع الجير الذى يضاف عند استخلاص هذا النوع من الحديد ، وينتج منهما فوسفات الكالسيوم؛ ويحتوى هذا السماد على بعض الفحم والجير والشوائب الأخرى ، وهو يفيد على الأخص فى تسميد الحشائش ، والأراضى المغمورة بالمياه ، والأراضى الحامضية أو القليلة الجير .

أسمدة البوتاسيوم : كان الناس قديماً يسمدون الأراضى برماد الخشب والأعشاب البرية ، لاحتوائها على كربونات البوتاسيوم ، وبعد اكتشاف رواسب استاسفورت بألمانيا (حول سنة ١٨٦٠) أصبحت بلاد العالم تستمد معظم ماتحتاج إليه من الأسمدة البوتاسية من هذه الرواسب . وقد وجدت استاسفورت منافسين مهمين لها فى السنين الأخيرة ، وهما رواسب الألزاس بفرنسا ، ورواسب كاليفورنيا بالولايات المتحدة . وقامت محاولات لاستخراج أملاح البوتاسيوم من البحر الميت ، وهى تتدرج الآن إلى طور الصناعة .

وتمتاز أملاح البوتاسيوم فى تسميد الأرض بأنها تنشط النبات ، وتساعد الأوراق على تمثيل ثانى أكسيد الكربون ، وتكوين الكربوايدرات . ولذا كان تأثير هذا النوع من الأسمدة أظهر ما يكون فى المحصولات الكربوايداتية ، كالبطاطس والقصب والبنجر .

وتستخدم أملاح البوتاسيوم أيضاً فى الأماكن التى يقل فيها ضوء الشمس عن القدر الذى يكفى لنمو النبات ، وهذا بديهى ، لأن ضوء الشمس ضرورى

لعملية التمثيل الكلوروفيلى ، وحيث أن هذه الأملاح تساعد الورقة على التمثيل ، فهى خير ما يستعاض به عن ضوء الشمس .

العناصر الأخرى فى التربة :

تحتوى الأسمدة التى تقدمت على العناصر الثلاثة التى يستنفدها النبات بكثرة من الأرض ، وهى النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم . أما الكالسيوم فيوجد دائماً فى التربة بمقدار يكفى لتغذية النبات ، ولا بأس من إضافته إلى الأراضى الزراعية من حين لآخر على صورة جير أو حجر جيرى ، حيث أنه يفيد التربة ، وخاصة إذا كانت حامضية ، كما أنه يساعد على تفتيت الطمى المتصلب وجعل التربة هشة مسامية . والعناصر الأخرى التى تلزم لتغذية النبات هى المغنسيوم والحديد والكبريت ؛ فالمغنسيوم لأنه يدخل فى تركيب مادة الكلوروفيل ، والحديد لأنه ينشط خلايا الأوراق ويساعدها على بناء الكلوروفيل ، والكبريت لأنه يدخل فى تركيب بعض البروتينات النباتية . وحيث أن النباتات تستنفد مقادير يسيرة جداً من هذه العناصر ، فإن التربة تظل دائماً محتوية على نسبة كافية من مركبات هذه العناصر ، دون أن تحتاج إلى إضافتها من الخارج .

ومن المحتمل أن النبات يحتاج أيضاً إلى مقادير صغيرة من بعض العناصر الأخرى ، مثل البورون والمنجنيز والألومنيوم ، التى يجب أن تكون فى الأرض حتى ينمو النبات نمواً طبيعياً كاملا . وقد بين الدكتور شيف بأمريكا أن نقص عنصر البورون أو المنجنيز من التربة كاف لقتل النبات ، وطريقته فى إثبات ذلك أنه أخذ رملا وغسله مراراً حتى نظف ، وزرع فيه نباتات معينة ، ثم أضاف إلى الرمل العناصر المغذية جميعها ، وأمسك عنه البورون مرة ، والمنجنيز مرة أخرى ، فضمر النبات وذبل وأصيب بأمراض شتى ، ثم أضاف

هذين العنصرين فانتعش النبات ، ولكن التجارب التى عملت من هذا القبيل لا تكفى للوصول إلى أية نتيجة حاسمة ، ومن الجائز أن وجود آثار صغيرة من بعض المواد فى التربة يلعب دوراً مهماً فى نمو النبات ، كما تفعل الڤيتامينات فى نمو الحيوان .

الأسمدة العضوية :

لا تزال هذه الأسمدة تستعمل بكثرة فى جميع بلاد العالم ، وهى تشمل السماد البلدى وذرق الحمام (زبل الحمام) ، والمواد البرازية ، وبقايا السلخانات ، والعظام والدم المجفف والدبال ، وبقايا النباتات وكناسة المنازل ، وبقايا المدابغ (كالشعر وقصاصة الجلود) . وقد سميت بالأسمدة العضوية ، لأنها تتركب من أصل نباتى أو حيوانى ، ولتمييزها من الأسمدة غير العضوية ، وهى الأملاح المعدنية المتقدمة الذكر .

وتعد الأسمدة العضوية أكثر أنواع الأسمدة فائدة للتربة ، حيث أنها تحتوى على جميع العناصر الضرورية للنبات ، كما أنها تحسن خواص التربة الطبيعية ، وتزيد مقدار ما بها من البكتيريا . وأكثر هذه الأسمدة انتشاراً ما يقابل السماد البلدى عندنا (سماد الزرائب والاصطبلات) ، وهو يتكون من روث الدواب وبولها مع شىء من القش أو التبن أو التراب أو الرماد . وليس الروث ذاته بذى فائدة كبيرة للنبات لأنه يتكون من الطعام (التبن والبرسيم والفول) الذى لم يهضمه الحيوان ، وعلى ذلك يصعب على التربة تحليله وجعله صالحاً لتغذية النبات . أما البول فيحتوى على النتروجين والبوتاسيوم فى صورة مركبات سهلة الذوبان فيستطيع أن يهضمها النبات ، ولذا تتوقف قيمة السماد البلدى فى تخصيب الأرض على مقدار ما فيه من بول الحيوان .

موازنة :

عند ما توصل الكيماويون إلى عمل الأسمدة الصناعية ونجحت التجارب التى عملت بهذه الأسمدة على الزراعات المختلفة ، ظن الكثير من الناس أن الأسمدة الطبيعية مقضى عليها ، وأن الأولى ستحل محلها فى جميع الزراعات ، ولكن وجد أن للأسمدة الطبيعية مزايا خاصة لا تتوافر فى الأسمدة الصناعية ، وعلى ذلك سيستمر استعمالها دائماً بجانب الأسمدة الصناعية . من هذه المزايا أن أثر السماد الطبيعى لا يستنفد فى عام واحد ككثير من الأسمدة الصناعية ، كما أن الزراعات التى تمد بالأسمدة الطبيعية فى العادة أقل تأثراً بالطوارىء العارضة والآفات من التى تعتمد فى غذائها على السماد الصناعى . وبعض الزراعات كالليمون والبرتقال تعطى بالسماد الطبيعى محصولا أجود كثيراً مما لو استعيض عنه بالسماد الصناعى .

ويحسن أن نذكر فى هذا الصدد أن التجارب التى ابتدأها جلبرت ولوز سنة ١٨٣٣ ، والتى أشرنا إليها سابقاً لا تزال مستمرة إلى الآن ، وهى تشير إلى أن الأحواض التى وضع فيها سماد طبيعى أعطت محصولا منتظما مدة الثمانين السنة الماضية ، ولم تظهر أى علامات تدل على ضعف الأرض أو اضمحلالها ، بعكس الأحواض التى استخدم فيها أسمدة صناعية فان إنتاجها لم يكن منتظما فى جميع هذه السنين ، وهناك ما يدل على أن تربتها قد أنهكت لدرجة ما ؛ فمن المحتمل إذن أن السماد الطبيعى يحتوى على آثار صغيرة من بعض مواد خاصة تنشط التربة ، وتفعل فيها فعل الڤيتامينات فى جسم الحيوان .

التركيب الكيميائى لطمى النيل :

يتركب طمى النيل من حبيبات رفيعة جداً ، الجزء الأكبر منها رمال رفيعة مختلط بها سليكات الألومنيوم وأكاسيد الحديد وغيرها . وهذه المادة

ناتجة من صخور بازلتية تكون الهضاب العالية فى بلاد الحبشة حيث ينبع النيل الأزرق . وقد تراكمت هذه المواد التى يحملها الفيضان عاماً بعد عام وكونت التربة الزراعية التى تمتاز بخصبها العظيم . ونتيجة تحليل عينة من طمى النيل ، حديث التكوين ، جمعت من ساحل الروضة فى أغسطس سنة ١٩٢٦ ، هى ما يأتى :

٥١,٤٠ ٪	س أ٢	٠,٤١ ٪	ص٢ أ
١٦,٦٩ »	لو٢ أ٢	٠,١٢ »	م أ٢
١١,٣٦ »	ح٢ أ٢	٠,٦٤ »	ك أ٢
٤,٣٥ »	كا أ	٠,٣١ »	ك أ٢
٣,٨٨ »	ما أ	٠,٢١ »	فو٢ أ٥
٢,١٤ »	ت أ٢(١)	٠,٤٧ »	مركب عضوى
١,٦٦ »	بو أ٢	٠,١٦٨ »	نتروجين

والأسمدة المهمة فى الطمى هى حامض الفوسفوريك والبوتاسا والنتروجين (وهو يوجد فى المواد العضوية التى فى الطمى) ، وقد وجد أن طمى النيل يمد الأرض بكميات من الفوسفات والبوتاسا تكفى لكثير من الزراعات ، أما مقدار النتروجين فى الطمى فأقل كثيراً مما تستهلكه الزراعات المختلفة فى القطر من هذا العنصر .

هذا بالنسبة للمواد العالقة فى الماء ، أما المواد النتروجينية الذائبة فيه (نشادر ونترات ونتريت) فنسبتها ضئيلة جداً إذا قورنت بالمواد الذائبة فى الأنهر الأخرى ، خصوصاً وأن مياه النيل تمر فى مناطق استوائية ، فننتظر من شدة التبخر ان تكون نسبة المواد الذائبة فيها أكبر من الأنهر الأخرى ، ولكنها على العكس من ذلك كما ذكرنا ، ويعزى ذلك إلى عدم وجود نهيرات تصب فى

(١) ت = تيتانيوم .

النيل ، فتجلب إليه ما تذيبه مياهها من أملاح الطبقات التى تمر عليها . زد على ذلك أن أغلبية المناطق التى يمر فيها النيل خلو من الزوابع والأمطار التى تغسل الصخور والأراضى المجاورة لمجرى النهر وتنقل إليه ما فيها من الأملاح .

هذا ومجموع الأملاح الذائبة فى لتر واحد من مياه النيل حول ٠,٢ جم فى شهر يولية ، وحول ٠,١٥ جم فى يناير وهى كما يأتى :

	يناير	يوليه
كالسيوم	٢٢,٣ مليجرام	١٧,١ مليجرام
صوديوم	١٨,٩ »	٤٢,١ »
مغنسيوم	٧,٨ »	١٠,٦ »
بيكربونات	١١٦ »	١٥٢ »
كربونات	٣ »	١٢ »
سليكات	٢٠ »	١٢,٨ »
كلورور	٨,٤ »	١٨,٤ »
كبريتات	٧,٤ »	١٠,٢ »
المجموع	١٥٦ »	٢٠١,٥ »

الاستغناء عن الأسمدة التى ترد إلى مصر من الخارج :

لا تزال مصر تعتمد على الخارج فى الحصول على الجزء الأكبر مما تحتاج إليه من الأسمدة ، فهى تستورد من أمريكا وألمانيا وانجلترا كل عام ما يزيد عن ربع مليون طن الأسمدة تبلغ قيمتها نحو مليونين من الجنيهات ، كما يتبين من الجدول الآتى :

١٩٣٠	٣١٧,٧٢٢ طنا	٢,٤١٩,١٨٩ جنيها
١٩٣١	٢٦١,٦٩٥ »	١,٨٠٠,٣٨٤ »
١٩٣٢	٢٣٤,٥٥٧ »	١,٦٥٢,١٤٧ »

والجزء الأكبر من هذه الأسمدة سماد نتروجيني ، وبعضها سماد فسفوري ، وقليل منها سماد بوتاسي .

وفيما عدا ذلك تستخدم مصر بعض الأسمدة المحلية ، مثل السماد البلدي الذي يحصل عليه من الزرائب ، والمواد التي تحملها مجاري المدن بعد تجفيفها ، والسماد الكفري[1] ، الذي يؤتى به من التلال والخرائب وأطلال المدن القديمة ؛ ومثل العظام والدم المجفف وقصاصات الجلود ونحو ذلك من متخلفات السلخانات والمدابغ .

وإذا تم مشروع توليد الكهرباء من مساقط المياه بأسوان وغيرها ، فيمكن عند ذلك تحضير أملاح النترات والسينانيد من الهواء الجوي مباشرة ، والاستغناء بها عن جميع الأسمدة النتروجينية التي ترد إلينا من الخارج .

كذلك الأمر إذا تم مشروع تحضير حامض الكبريتيك داخل القطر ، فانه يمكن عند ذلك تحويل الفوسفات الصخري الذي يوجد بكثرة على سواحل البحر الأحمر إلى ملح فوق الفوسفات ، ومن ثم يمكن الاستغناء عن الأسمدة الفوسفورية التي ترد إلينا من انجلترا واليابان

قمامة المدن وتحويلها إلى أسمدة :

وثمة مشروع آخر كبير يمكن بتنفيذه الاستغناء عن جزء كبير من الأسمدة الخارجية ، وهو مشروع تحويل قمامة المدن إلى سماد . وقد قامت بدرس هذا المشروع لجنة فنية بوزارة الزراعة ، ولكنها لم توافق على إقامته لأسباب صحية واقتصادية . ولكنا نرى مع ذلك أن الوقت قد حان لإعادة فحص هذا المشروع ، وأن نغض النظر عن الاعتبارات التي بنت عليها اللجنة قرارها الآنف الذكر ،

(١) يحتوي هذا النوع عادة على نسبة مرتفعة من الأملاح التي قد تضر بالتربة .

خصوصاً وأن هذه الاعتبارات قد تغيرت كثيراً في الوقت الحاضر . فأما الأسباب الصحية فإن طريقة الدكتور بيكاري الإيطالي وغيرها من الطرق الحديثة المتبعة في تحويل القمامة إلى سماد ، تضمن لنا تماماً تجنب جميع الأخطار التي قد تستهدف لها الصحة العامة بسبب إقامة المشروع . وأما الأسباب الاقتصادية التي دعت إلى رفض المشروع فهي أن السماد المحضر من القمامة سيكلف البلاد أكثر مما تتكلفه الآن عند شرائه مباشرة من الخارج . بيد أن تدهور ثمن القطن تدهوراً عظيماً في الآونة الأخيرة ، وكذلك ارتباك الحالة السياسية الدولية يستلزمان منا إعادة النظر في سياستنا الاقتصادية ، والعمل على تقليل الواردات الأجنبية وتشجيع الصناعة المصرية والانتاج المحلي مهما كلفنا الأمر[1] .

طريقة بيكاري :

وتتوقف طريقة بيكاري لتحويل القمامة إلى سماد ، على عملية التخمر الطبيعي للفضلات . وفي هذه الطريقة توضع القمامة في غرفة تعرف بالخلية ، ثم تندى بقليل من الماء ويحكم غلق الخلية من جميع الجوانب ما عدا فتحة في أعلاها للتهوية الغرض منها إسراع التخمر بواسطة الأكسجين الجوي . وينشأ عن تخمر المواد العضوية التي بالقمامة ارتفاع في درجة الحرارة يعمل على تسخين الخلية بالتدريج ، حتى تصل درجتها إلى نحو ٦٥°م ؛ وهذه الدرجة كافية لهلاك معظم أنواع البكتيريا الخطرة التي تتولد وتتكاثر في القمامة . وفي الوقت نفسه فإن العاملين المتقدمين ، وهما التخمر وارتفاع درجة الحرارة ، يعملان على تحلل القمامة وتحويلها إلى كتلة

(١) هناك بعض مصانع صغيرة في مصر تقوم بتحويل القمامات إلى سماد ، غير أن العمل بها يجري على نطاق ضيق محدود ، وبطرق قديمة غير فنية ، فهناك مصنع المسيو « سافن زمنا فودا » صاحب شركة وقاية القطن والنباتات المصرية . وقد منح هذا المصنع تصريحاً من وزارتي الزراعة والصحة في سنة ١٩٣٠ باستلام جزء من قمامة الشوارع لحرقها في أفرانه الخاصة ، وتحويلها إلى سماد عضوي ، وهناك مصنع صغير آخر بجهة أبي السعود بمصر القديمة .

سمادية خالية من جراثيم الأمراض ، بينما تكون العناصر المخصبة فيها محفوظة لم يتلفها التسخين . وهذه الطريقة منتشرة الاستعمال فى إيطاليا وأمريكا وألمانيا ، وترجع أهميتها إلى توافر مواد الغذاء الضرورية للنبات فى السماد الناتج ، وهى النترات والفوسفات والبوتاسيوم والدبال (Humus) .

وثمة طريقة أخرى حديثة تستخدم فى الحصول على السماد ، وهى شحن القمامة فى غرفة معدنية محكمة القفل ، مع تسليط تيار من بخار الماء الساخن عليها فى درجة معينة ، فتتركز المادة المخصبة وتتحول إلى السماد المطلوب .

هذا وينتج من عملية تحويل القمامة إلى سماد بعض نواتج ثانوية بجانب السماد ذاته ، وهذه النواتج تباع أيضاً فى التجارة وأهمها ما يأتى :

(١) تجمع الأوراق والخرق البالية من القمامة وتباع لمصانع الورق لتحويلها إلى العجينة التى يصنع منها الورق .

(٢) تجمع فضلات الزجاج المكسور والصينى وتباع لمصانع الزجاج لإضافتها إلى العجينة التى يصنع منها الزجاج .

(٣) تجمع علب الصفيح وقطع الحديد والمعادن الأخرى التى فى القمامة وتباع لتجار الخردة لصهرها والانتفاع بها فى كثير من الأغراض .

(٤) تغربل القمامة (قبل تسخينها) فينزل منها تراب ناعم يفيد استخدامه على الأخص فى تسميد الحدائق .

(٥) يستخدم الجزء المتبقى من القمامة — بعد أخذ السماد — وقوداً فى بعض أغراض التسخين ، مثل تسخين الماء للحمامات . ويستخدم الرماد والحصى المتخلفان بعد حرق الوقود فى بعض أغراض البناء (الأسرمل) ، وفى رصف الطرق وتمهيدها . فاذا راعينا أن هذه النفايات مطلوبة لحد ما فى التجارة ، فإن تكاليف العملية تصير غير باهظة بخلاف ما يتصور البعض ، ويصبح استغلال القمامة عندئذ مشروعاً تجارياً مضمون النجاح .

صناعة الفخار

فضل قدماء المصريين على هذه الصناعة — آثار بنى حسن والهرم المدرج — عملية الطلاء عند قدماء المصريين — صناعة الفخار حديثا — خامات الفخار فى القطر المصرى — المصانع المصرية

فى مقبرة من مقابر قدماء المصريين ، بالقرب من طيبة ، صورة ملونة ، تمثل صانع الفخار وهو يشكل آنية من الفخار على قرص مستدير[1] ، وقد جلس بجانبه أحد العمال يدير ذلك القرص . وترجع تاريخ هذه الصورة إلى سنة ١٨٠٠

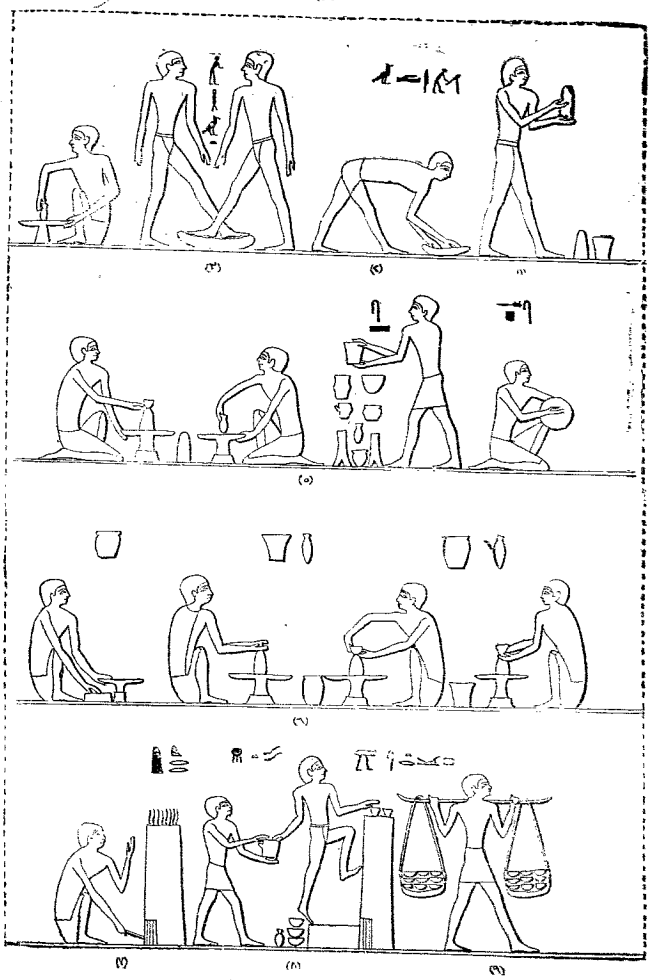
(شكل ٣٢)

نماذج الفخار فى العصور القديمة

قبل الميلاد تقريباً . أما الأشكال التى فى صفحة ١٨٠ فترجع إلى عهد الأسرة الثانية

---

(١) لايزال هذا القرص يستعمل إلى الآن فى جميع بلاد العالم لتشكيل الفخار ، وهو يدار فى مصر بالقدم ، ويعرف بالدولاب . وقد يدار أيضاً بالبخار أو بالكهرباء .



(شكل ٣٣) صناعة الفخار عند قدماء المصريين

عشرة (٣٤٠٠ ق . م) ، وهى منقوشة على جدران أحد المقابر بآثار بنى حسن[١] . وهذه الأشكال تمثل لدرجة كبيرة من الوضوح صناعة الفخار فى ذلك العهد . ففى الشكل (١) — ترى عاملاً ممسكاً بيديه قالباً من الطين ، وفى (٢) ترى العامل يعجنه بيديه ، وفى (٣) — عاملين يعجنان الطين بأرجلهما ، وفى (٤) — العامل وهو يدير القرص بأحدى يديه ويكيف الآنية بيده الأخرى . وفى (٥) ، (٦) — العامل وهو يقوم بصنع نماذج مختلفة من الفخار ، وفى (٧) — ترى العامل وهو يوقد الفرن إعداداً لحرق الفخار . وفى شكل (٨) — أحد العمال وهو يناول زميله بعض الأوانى لوضعها فوق الفرن . وفى (٩) — ترى العمال يحملون الأوانى فى سلال إلى المخازن .

بيد أنه من الحق أيضاً أن صناعة الفخار ترجع إلى عهد أقدم كثيراً من التواريخ التى تقدمت . فهناك نحو ألف قطعة من قطع الفخار التى جمعت يرجع عهدها إلى ما قبل التاريخ : (٥٠٠٠ — ٨٠٠٠ ق . م) ، ويمكن تمييزها عن القطع التى صنعها قدماء المصريين بعدم وجود حرف أو حافة على جوانبها (أنظر شكل ٣٢) . ويغلب على الظن أن هذه الصناعة أقدم الصناعات الكيميائية التى عرفها الإنسان ، لأن المادة الأساسية لعمل الفخار ، وهى الطين ، تكاد تتوافر فى كل مكان على سطح الأرض . وكان الإنسان الأول ، أى فى عصر ما قبل التاريخ ، يعجن الطين بيديه على حجر مسطح حتى يصير مطاوعا مطاطاً قابلاً للتشكيل ، ثم يكيفه باليد حتى يأخذ شكل الإناء الذى يريد صنعه ، ويتركه بعد ذلك حتى يجف فى الشمس . والفخار المصنوع بهذه الطريقة الأولية كان هشاً كثير المسام ، ولكنه كان صالحاً لحفظ القمح والحبوب المجففة . وبتقدم الإنسان ، استخدم القرص الدائر (الدولاب) لتشكيل قطع الفخار واستخدم النار لحرقها ،

(١) Arts & Crafts of Ancient Egypt : F, Petrie

فنتجت نماذج مختلفة الألوان ، منها الأغبر والرمادى والأدكن والأحمر ، تبعاً لدرجة الحرارة التى سخن إليها الفخار ، ونوع الطين الذى استخدم فى صناعته .

وكانت عملية طلاء الفخار وصقله (Glazing) معروفة أيضاً قبل قدماء المصريين ، ولكن التقدم الفجائى العظيم ، لم يشاهد إلا فى قطع من الفخار المصرى القديم . فهناك قطعة من زهرية ، عليها اسم مينا ، أول ملوك مصر ، وهى من الفخار المطلى ولونها أخضر . ومن العجيب أن نشاهد على هذه القطعة اسم الملك وقد نقش بلون آخر يغلب على الظن أنه كان بنفسجياً ، ولو أنه قد تحلل الآن نوعاً ما . فكأن المصريين فى ذلك العهد (٥٥٠٠ ق . م) كانوا يستخدمون لونين على الأقل فى طلاء الفخار . ولم تكن عملية الطلاء عندهم مقصورة على الأوانى الفخارية بل نجدها أيضاً على جدران المقابر من الداخل ، فقد وجدت قطع كثيرة من المربعات الخزفية (القاشانى) طول كل قطعة منها نحو قدم ، وفيها ثقوب يمكن بها تثبيت القطع على الحائط بسلك من النحاس . وهذه القطع مغطاة بطبقة من الطلاء الجامد ، لونه أزرق مائل للاخضرار . وهناك مدخل مصنوع من هذه المربعات الخزفية ، يرجع تاريخه إلى مبدإ الأسرة الثالثة ، وقد نقش عليه إسم الملك زوسر (Zeser) وألقابه . وهذا المدخل يوجد الآن بمتحف برلين ، وأصله مدخل إحدى الغرف بداخل الهرم المدرج .

وأول طلاء استخدمه قدماء المصريين فى صناعة الفخار طلاء أخضر مائل للزرقة ، وهذا اللون نجده شائعاً فى آثار الأسرة الأولى والتى تليها . وفى عهد الأسرة السادسة يظهر لنا طلاء ذو لون آخر وهو اللون الأزرق النيلى ، ونجده على جعران للملك مرنرع (Mernera) ، وعلى بعض زهريات صغيرة تابعة لذلك العهد . وكانت هذه الألوان تحضر من بعض مركبات النحاس ، فإذا كان مركب النحاس المستخدم نقياً تماماً من الحديد كان اللون الناتج أزرق

صافياً ، وإن كان به بعض آثار من أحد مركبات الحديد نتج اللون المائل للاخضرار . وقد تحللت بعض القطع الزرقاء بتعرضها للرطوبة وتحولت إلى اللون الأبيض . أما القطع الخضراء فقد تحولت إلى اللون البنى ، وذلك بسبب تحلل سليكات الحديدوز الأخضر اللون ، وتكون أكسيد الحديديك البنى .

وفى عهد الأسرة الثانية عشرة نشاهد تقدماً عظيماً جداً فى أنواع الطلاء الذى يطلى به الفخار . فمن مخلفات هذه الأسرة (سلطانيات) ، وزهريات ، وعقود ، وجعارين ، وتمائم (amulets) ، مصنوعة من الخزف ، وذات ألوان كثيرة متنوعة ، منها الأصفر الليمونى ، وأصفر الكروم ، والأحمر القرمزى ، والأحمر القاتم ، واللبنى (أبيض) ، والبنفسجى المائل للزرقة . وقد استخدموا أكاسيد المعادن الأخرى للحصول على ألوان مختلفة من الطلاء ، فاستخدموا الهماتيت (أكسيد الحديديك) لتحضير اللون الأحمر ، وأكسيد المنجنيز للون الأرجوانى (purple) ، وأملاح النحاس للون الأزرق ، والنحاس مع الحديد للحصول على ظلال (shades) مختلفة بين الأزرق والأخضر ، والنحاس مع المنجنيز لتحضير ظلال مختلفة من اللون البنفسجى ، والقصدير لعمل طلاء ناصع البياض .

صناعة الفخار :

تشمل صناعة الفخار (ceramics) جميع الأجسام التى يدخل فى تكوينها الطين ، مثل الطوب والقرميد ، وأنابيب المجارى ، والأوانى الفخارية والخزفية والقاشانى ونحو ذلك . وتتوقف هذه الصناعة على خاصيتين مهمتين للطين ، وهما :

(١) أن الطين إذا مزج بالماء يكتسب مرونة تجعله قابلاً للمط والتشكيل فى القوالب وغيرها ، وإذا ضغطت قطعتان منه التصقت إحداهما بالأخرى .

(٢) أنه يتحول بالحرق إلى كتلة جامدة كالحجر ، وفى الوقت نفسه يحفظ تماماً الشكل الذى كيف به قبل الحرق .

وهذا التغير الذى يطرأ على الطين عند حرقه ينشأ عن فقد الماء الذى به بواسطة الحرارة ؛ وهذا الماء بعضه كان قد أضيف إلى الطين عند عجنه وإعداده للصب أو التشكيل ، والبعض الآخر أصله موجود فى الطين الجاف ، أى أنه يدخل فى التركيب الكيمائى للطين ذاته (لو٢ ا٣ ، ٢ س ا٢ ، ٢ يد٢ ا) .

فالماء الذى أضيف إلى الطين عند تشكيله يطرد عند تسخين الجسم لدرجة ١١٠° م[1] ؛ وفقد هذا الماء يسبب انكماشاً فى الحجم ، ولكن الجسم يبقى حافظاً لمرونته . أما الماء الذى يدخل فى تركيب الطين فلا يخرج جميعه إلا فى درجة أعلى من ٥٠٠ م ، وبفقد هذا الماء يتجلط الطين (coagulate) وتزول مرونة الجسم ويصبح قابلاً للكسر ، ولا يتحد ثانية مع الماء ولو سحق سحقاً جيداً . أما التغير الكيميائى الذى يطرأ على الطين عند حرقه ، فلا يحدث إلا فوق درجة ١٠٠٠° م[2] ، وعندها تتحد الألومينا بالسليكا ، وينتج منهما مركب يعرف بالملّيت (mullite) وهو : لو٢ ا٣ ، س ا٢ .

الطـين :

يطلق لفظ الطين فى الجيولوجيا والزراعة على كل راسب مكون من حبيبات قطرها أقل من ٠٫٠٥ من المليمتر مهما كان نوع المادة المكونة لها . والطين المستخدم لصناعة الفخار يحتوى على سليكات الالومنيوم المائى لو٢ ا٣ ، ٢ س ا٢ ، ٢ يد٢ ا) ، وأنقى أنواعه الطين المعروف بالكاولين أو الطين الصينى

(١) Applied Chem : Thorp, Vol IV

(٢) Inorganic Chem : Partington

(China—clay)[1] ، وأصله من الصخور المعروفة بالفلسبار[2] المنتشرة فى كثير من الصخور البركانية مثل الجرانيت والديوريت والبازلت . وهذه الصخور تتفتت بفعل الأمطار وغيرها من عوامل التعرية ، ثم يتحلل ما بها من الفلسبار ، إما بعملية التميؤ (hydrolysis) ، أو بفعل حامض الكربونيك الذى فى الهواء ، إلى سليكات الألومنيوم المائى وبعض المركبات القلوية القابلة للذوبان .

٢ بو لوس٢ ا٨ + ٣ يد٢ ا ⟵ لو٢ ا٣ ، ٢ س ا٢ ، ٢ يد٢ ا + ٤ س ا٢ + ٢ بو ا يد .

٢ بو لوس٢ ا٨ + ٢ يد٢ ا + ك ا٢ ⟵ لو٢ ا٣ ، ٢ س ا٢ ، يد٢ ا + ٤ س ا٢ + بو٢ ك ا٣ .

على أن أغلب أنواع الطين المعروفة تحتوى زيادة على سليكات الألومنيوم المائى على كمية من الكوارتز[3] والسليكا ، وعلى الميكا ، وأكسيد الحديديك ، وكربونات الكالسيوم[4] ، وكمية صغيرة من أكسيد التيتانيوم . وأقل أنواع الطين صلاحية لعمل الفخار ما احتوى كمية كبيرة (٥ ٪ أو أكثر) من أكسيد الحديديك ، وهو يستخدم عادة فى عمل الطوب . والطين المحتوى على (٤ إلى ٥ ٪) من أكسيد الحديديك يستخدم فى عمل الأوانى الفخارية الحمراء . والمحتوى على (٢ — ٣ ٪) من هذا الأكسيد لعمل الأوانى الفخارية الغبراء

(١) يوجد على هيئة رواسب فى منطقة كورنوال بانجلترا ؛ وفى فرنسا وألمانيا وأمريكا والصين .

(٢) الفلسبار هو سليكات الألومنيوم والبوتاسيوم

(٣) الكوارتز (Quartz) : تركيبه الكيميائى ثانى أكسيد السليكون ويتبلور عادة فى أشكال منشورية سداسية تنتهى بأهرام سداسية .

(٤) هناك من المواد الطينية ما هو خال من المادة الجيرية والقلويات ، ويمتاز عن غيره بتحمله درجات عالية جداً من الحرارة ، وهو يعرف بالطينة النارية (Fire - Clay) ، ويستخدم فى تبطين الأفران الشديدة الحرارة ، وفى عمل الطوب النارى والحجر النارى .

اللون . أما الخزف الصينى (porcelain) ، فيستخدم فى عمله طينة خالية تماماً من أكاسيد الحديد ، وتحتوى على نسبة كبيرة من الكاولين النقى . وتتركب من ٥٠ ٪ كاولين ، ٣٠ ٪ من الكوارتز ، ٢٠ ٪ من الفلسبار . وبعض الصينى الجيد يتركب من ٣٠ ٪ كاولين ، ٢٧ ٪ كوارتز ، ٤٤ ٪ من رماد العظام (فوسفات الكالسيوم) .

عمل الفخار :

ولعمل الفخار يعجن الطين بالماء ، ثم يترك مدة كبيرة من الزمن فى الهواء ليكتسب المرونة التى تجعله قابلاً للمط والتشكيل . ثم تؤخذ قطعة منه ، وتضرب جيداً[1] ، وتوضع على الدولاب أو القرص المستدير ، وتكيف باليد أثناء دوران القرص إلى الشكل المطلوب ، أو تشكل بواسطة القوالب . ثم تترك فى الهواء حتى تجف ، وتوضع بعد ذلك فى الأفران المعدة لحرقها .

حرق الفخار :

ومعظم الأدوات الفخارية تحرق عادة على دفعتين ، فالفخار الناتج بعد عملية الحرق الأولى[2] يعرف بالفخار البسكويت (Bisque) ، لأنه يكون مسامياً وقابلا لنفوذ السوائل منه . فيعرض بعد ذلك لعملية الصقل أو الطلاء ، وفيها يغطى الفخار بطبقة من مادة زجاجية ، ويحرق ثانية لدرجة عالية حتى ينصهر الطلاء تماماً ويملأ جميع المسام .

(١) يساعد الضرب على خروج فقاقيع الهواء من الطين حتى لا تتشقق الآنية عند حرقها فى الفرن .

(٢) تبلغ حرارة الفرن فى هذه العملية حول (١٢٧٠ — ١٤٠٠)°م .

طلاء الفخار :

وتطلى الأوانى الفخارية المنزلية (القدر والأرمة والمواجير) عادة بطلاء من الرصاص ، فتغمس الآنية فى مجينة سائلة تتركب من ٦٠ ٪ من أول أكسيد الرصاص (المرتك الذهبى) ، ٢٠ ٪ من مسحوق الصوان[1] ، والباقى من نفس الطينة التى عملت منها الآنية . ثم تحرق ثانية فى أفران شديدة الحرارة ، فينصهر الطلاء إلى مادة زجاجية تتخلل المسام وتغطى جميع سطح الإناء .

الخزف :

يصنع الخزف بطريقة مشابهة للطريقة التى يصنع بها الفخار ، غير أن العجينة التى تستخدم فى صنعه تكون عادة من الكاولين والكوارتز والفلسبار بنسب معينة . والطلاء الذى يطلى به الخزف الصينى يتركب من ٣١ ٪ كاولين ، ٤٣ ٪ كوارتز ، ١٤ ٪ جبس ، ١٢ ٪ من مكسور الصينى (broken china) أو من ٢٣٫٢ ٪ كاولين ، ٥٠٫٤ ٪ من مسحوق الكوارتز ، ٩٫٨ ٪ جبس ، ١٦٫٦ فلسبار .

وهناك طريقة أخرى لطلاء الفخار تتبع عادة فى صقل أنابيب المجارى وبعض الأوانى الفخارية الرخيصة ، ويرجع بدء استعمال هذه الطريقة إلى القرن الثانى عشر ، وفيها تسخن الآنية لدرجة مرتفعة جداً فى قمين الحرق ، ثم ينثر بعض من ملح الطعام المعتاد داخل الفرن ، فيبخر الملح من تأثير الحرارة الشديدة ، ويتفاعل البخار مع السليكا التى فى الطين مكوناً سليكات الصديوم المنصهرة ، فإذا بردت تكونت طبقة زجاجية صلبة على سطح الفخار ، أما الكلور ، فينطلق خارج الفرن .

(١) الصوان أكسيد السليكون ومعه سليكات الألومنيوم .

الخزف الملون :

وللحصول على الخزف الملون ، تصهر المادة الملونة ، وهى عادة أكسيد أحد المعادن ، مع خلطة الطلاء (frit) ، قبل طلاء الفخار وحرقه للمرة الثانية . أو يلون الجسم بعد طلائه وحرقه بأحد الأكاسيد المعدنية ، ثم يحرق للمرة الثالثة ، فينصهر الأكسيد ويتحد مع الطلاء مكوناً سليكات الفلز الذى يتكون منه اللون . والأكاسيد المستعملة فى تلوين الخزف هى أكسيد الكوبلت لاحداث اللون الأزرق ، وأكسيد الكروم للون الأخضر ، وأكسيدا الحديد واليورانيوم للون الأصفر ، وأكسيد المنجنيز للون البنى .

مصانع الفخار فى مصر :

كانت صناعة الفخار فى مصر إلى سنة ١٨٥٠ م قاصرة على عمل الطوب والأوانى الفخارية البسيطة ، مثل القلل والأزيار والبرابخ ونحوها . وحول ذلك التاريخ أرسلت الحكومة بعض الطينات المصرية إلى أوروبا لفحصها وتحليلها ، فأثبت التحليل صلاحيتها لإنتاج أنواع جيدة من الفخار والخزف . وعند ذلك أنشأ بعض الأجانب مصنعاً كبيراً للفخار فى طرة[1] ، وفيه تدرجت الصناعة

(شكل ٣٤)
الصانع المصرى وهو يقوم بتكييف قدر من الفخار

(١) انتقل المصنع بعد ذلك إلى روض الفرج .

إلى عمل الأوانى الفخارية الجيدة ، والأدوات الصحية ، والمربعات الخزفية وأنابيب المجارى ، والطوب النارى ، وغير ذلك . ثم أنشىء بعد ذلك مصنع آخر أجنبى بجهة كفر عمار بالقرب من الصف ، لصناعة الفخار بجميع أنواعه ، وهو أكبر مصانع الفخار فى القطر المصرى ، وقد تطورت فيه هذه الصناعة إلى درجة كبيرة من الرقى ، بحيث أصبحت منتجاته تضارع منتجات أعظم مصانع الفخار فى أوروبا فى الجودة والرخص والاتقان .

وزيادة على المصنعين المذكورين فهناك فى الوقت الحاضر مصانع أخرى فى شبرا والجيزة والاسكندرية ودمنهور ، تقوم بعمل الطوب العادى والقرميد والطوب المفرغ . ومصانع فى مصر القديمة وقنا وإسنا لعمل القلل والأزيار ، وأصص الزرع وأنابيب الصرف وغيرها من الأوانى والأدوات الفخارية البسيطة . وهناك بجانب ما تقدم ما يزيد على ٥٠٠ من المصانع الصغيرة التى تقوم بعمل الطوب الأحمر ، وهى منتشرة فى الأرياف وتعرف بالكوشات أو القائن ، وبعض المعامل الصغيرة لعمل البرابخ المستعملة فى الرى والصرف ، والمواجير والقمع .

ويتركب كل من هذه المعامل الصغيرة من دولاب إلى خمسة دواليب ، ومخزن بسيط للطين ، وبعض أحواض لتخمير الطين ، وفرن للحريق يوقد بالحطب والبوص وقليل من الخشب .

خامات الفخار فى مصر :

تتوافر فى مصر معظم المواد اللازمة لصناعة الفخار ، وأهمها ما يأتى :

(١) الطين العادى ، وهو موجود حيثما كانت مياه النيل ، وهو يحتوى على كمية كبيرة من أكاسيد الحديد (٥ ٪ أو أكثر) ، ولذا لا يصلح إلا لعمل الطوب الأحمر والأوانى الفخارية الرخيصة مثل البرابخ والمواجير وأصص الزرع .

ويؤتى بهذا الطين من شواطئ الترع ومن الجزائر التى بالنيل .

(٢) الطفلة ، وبها كمية صغيرة من أكسيد الحديديك ، وهى صفراء خفيفة لزيادة نسبة الرمال الخشنة بها ، وتصلح لعمل القلل والأزيار . وهى توجد فى الجيزة وقنا وإسنا وأسوان .

(٣) الطين الأسوانى ، وهو طين دسم يوجد بوفرة فى أسوان ، ويمتاز بارتفاع نسبة سليكات الألومنيوم ، فهو أقرب أنواع الطين المصرى إلى الكاولين ولذا يصلح لعمل الأوانى الخزفية الممتازة .

(٤) طينة تبين[1] ، وهى صفراء ، وتحتوى على الرمل والجير ، وتضاف إلى الطين العادى عند صناعة كثير من الأوانى الفخارية ، ويؤتى بها من تبين بمديرية الجيزة .

(٥) الكوارتز والفلسبار ، ويضافان إلى الطينة التى تصنع منها الخزف الجيد ، ويدخلان أيضاً فى تركيب الطلاء ، وهما يوجدان فى أسوان وبالقرب من الشلالات .

(٦) الرمل الأبيض النقى ، وهو يضاف إلى الطين عندما يكون الأخير ثقيلا أسود ، ويوجد بالعباسية وعلى الطريق الموصل للسويس .

(٧) الزلط ، يسحق ويضاف إلى العجينة التى تصنع منها الطلاء ، وهو يوجد بكثرة فى العباسية والفيوم ومريوط ، وجهات أخرى فى الصحراء الشرقية والغربية .

وتخلط مصانع مصر هذه الخامات كلها أو بعضها بنسب معينة ، حسب نوع الفخار المراد صنعه . أما المصنع الكبير بجهة كفر عمار فيستخدم زيادة على الخامات المذكورة نوعاً جيداً من الكاولين ، يبتاعه من الخارج لعمل

(١) قرية تبين تابعة لمركز الصف بمديرية الجيزة .

الأصناف الفاخرة من الخزف والفخار . كذلك بعض المواد التى تستخدم فى عملية الطلاء مثل المرتك الذهبى ، وبعض الأكاسيد المعدنية اللازمة لتلوين الخزف ، يؤتى بها من الخارج .

ويمكن إجمال القول بأن صناعة الفخار الجيد فى القطر المصرى مركزة فى الوقت الحاضر فى مصنعين اثنين يملكهما بعض الأجانب . أما المصانع المصرية فجميعها فى حالة يرثى لها ، فهى لا تزال تعمل بطرق أولية غير فنية ، ولا تكسب من هذه الصناعة غير مبلغ زهيد من المال . فمن واجب الحكومة أن تشيد مصنعاً نموذجياً للفخار ، على مثال معهد الزجاج ، حتى يقوم بفحص الخامات المتوفرة فى مصر ومبلغ صلاحيتها ، والمواد الضرورية للطلاء ، وتعيين النسب اللازمة لعمل الأنواع المختلفة من الفخار ، ودرس مسألة الأفران من حيث طريقة بنائها وتبطين جدرانها ، حتى لا يضيع الجزء الأكبر من الوقود سدى . كما أن المصنع النموذجى سيغذى المصانع المصرية بعمال أكفاء عندهم دراية فنية بهذه الصناعة .

صناعة الزجاج

الزجاج عند قدماء المصريين — آثار تل العمارنة — صناعة الزجاج حديثاً — أنواع الزجاج — المواد الملونة — المصانع والخامات فى القطر المصرى

فى الأساطير التاريخية القديمة ، أن الفينيقيين هم أول من كشفوا طريقة صنع الزجاج . وحديث هـذه الأسطورة أن بعض البحارة الفينيقيين كانوا ينقلون البضائع ، ومن بينها مادة النطرون (كربونات الصوديوم) من مصر إلى البلاد الأخرى فى العالم القديم ، ورست سفينتهم ذات يوم على شاطىء البحر فى سوريا فى بقعة رملية خالية من قطع الحجر والصخور ، وأرادوا طهى طعامهم ، فلم يجدوا أمامهم غير قطع النطرون التى جاءوا بهـا فى السفينة ، ليقيموا بها موقداً صغيراً توضع عليه آنيتهم . وما أن انتهوا من غذائهم وأخذوا يهدمون الوقد ، لكى يعودوا بقطع النطرون إلى السفينة ، حتى وجدوا من بينها قطعاً براقة ، من مادة غريبة شفافة ، فعجبوا لها أشد العجب ، ومن ثم توصلوا إلى معرفة ماهية الزجاج ، واستنباط الخامات والوسائل اللازمة لصناعته .

ونحن لو سلمنا بأن المواد الأولية لعمل الزجاج كانت حقيقة متوافرة فى تلك الأسطورة ، لأن الرمل والنطرون كافيان لإنتاج نوع من الزجاج ، فإنه من الصعب أن نصدق أن حرارة النار التى أوقدها البحارة كانت من الشدة[1] بحيث تكفى لصهر المواد المذكورة ، واتحادها لتكوين الزجاج .

وذهب بعض المؤرخين إلى أن صناعة الزجاج منشؤها الصين ، وحجتهم فى

(١) أقل درجة ينصهر عندها الزجاج حول ١٢٠٠ م ، وهذه الدرجة تكفى لصهر المعدن المصنوع منه الإناء .

ذلك أن قطعاً من الزجاج وجدت فى بعض المقابر المصرية القديمة ، وعليها نقوش ورسوم صينية أو شبه صينية ، وهذه القطع محفوظة الآن فى بعض المتاحف فى أوروبا .

وهذا القول أيضاً بعيد الاحتمال ، لأنه لم يعثر فى بلاد الصين ذاتها على قطع من الزجاج ، أو بقايا أفران ، أو أى كتابة عن الزجاج يرجع عهدها إلى ما يقرب من عهد قدماء المصريين . والغالب على الظن أن تلك النقوش إنما جاءت قريبة من الحروف أو الزخرفة الصينية عن طريق المصادفة ليس إلا ، خصوصاً وأن النقش على الزجاج ليس بالأمر الهين . أو أن تلك القطع هى نماذج عملت خصيصاً لإرسالها إلى بلاد الصين ، وحفظت بعد ذلك فى مصر لسبب من الأسباب .

لذلك يميل أكثر المؤرخين إلى الاعتقاد بأن صناعة الزجاج صناعة مصرية صميمة نشأت فى مصر ، ونمت وترعرعت بأيد مصرية . وليس أسهل للاستدلال على ذلك من النظر إلى قطع الزجاج المصرية القديمة ، وهى تعد بالمئات ، وتوجد فى جميع متاحف العالم . وهناك أيضاً بعض الكتابات الهيروغليفية والرسوم التى وجدت على جدران المقابر . وقامت بعثة السير فلندرز بترى (Sir Flinders Petrie) حديثاً باكتشاف مصنع كامل للزجاج فى تل العمارنة ، يرجع تاريخه إلى حوال ١٣٧٠ ق . م ، وبقاياه تدل على مبلغ عناية قدماء المصريين بهذه الصناعة . ووجدت فى محفوظات مدينة البندقية — التى اشتهرت بصناعة أجود أنواع الزجاج عدة قرون — كتابات تدل على أنهم كانوا يستجلبون خامات الزجاج وبعض العمال من مصر فى مبدأ عهدهم بهذه الصناعة . هذه القرائن وغيرها تدل على أن المصريين هم أول من قام بصناعة الزجاج ، وأن لهم الفضل الأكبر فى انتشارها فى جميع بلاد العالم .

أما كيفية توصل قدماء المصريين إلى اكتشاف هـذه الصناعة فيميل بعض

المؤرخين إلى تخيل الفرض الآتى ، وهو ليس ببعيد الاحتمال والوقوع .

كان قدماء المصريين يصنعون الطوب فى قمائن لا تزال آثارها باقية فى جهة بنى حسن ، وبالقرب من هذه القمائن توجد تلال من الحجر الجيرى ، وكميات كبيرة من رمال الصحراء الشرقية . كما أن بعض القمائن تدل على أنه فى تلك الجهة ، كانت توجد بحيرة من بحيرات النطرون ثم جفت ؛ أى أن المواد الثلاثة اللازمة لتكوين الزجاج تجمعت فى مكان واحد ، فمن المحتمل إذن أن هذه المواد اختلطت بالطين الذى كان يصنع منه الطوب ، وعند إحراق الأخير فى القمائن الشديدة الحرارة ، تحولت إلى قطع صغيرة من الزجاج ، ومنها توصل المصريون إلى استنباط طريقة لصناعته .

هذا ومن أقدم قطع الزجاج المعروفة عين من الزجاج الأزرق تشبه حجر الفيروز ، وعليها اسم أمنحتب الأول (١٥٥٠ ق . م) . وقطعة من زهرية من

(شكل ٣٥)
زهريتان من الزجاج من عهد الأسرة الثامنة عشرة

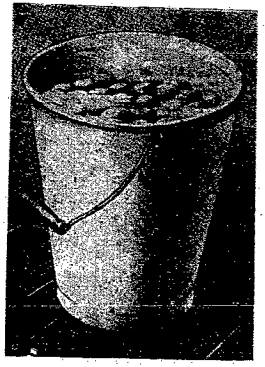
الزجاج مرصع عليها اسم تحتمس الثالث ، وهى موجودة الآن بالمتحف البريطانى . وهناك عقود من الزجاج صنعت حول ذلك التاريخ ، ولون حباتها أسود مع وجود نقطتين بيضاوين على جانبى الخرزة ، وفناجين وكئوس من الزجاج الأبيض والأسود . ثم تنوعت ألوان الزجاج بسرعة بعد ذلك ، فى عهد أمنحتب الثالث وتوت عنخ أمون (١٤٠٠ — ١٣٥٠ ق . م) ، نشاهد ألوانا كثيرة من الزجاج منها الأزرق القاتم ، والأزرق الفاتح ، والأخضر والأصفر ، والبرتقالى ، والأحمر (قليل جداً) ، زيادة على اللونين الأبيض والأسود .

ويمكن استنتاج الطريقة التى اتبعت فى صنع الزجاج من بقايا المصنع الذى أنشأه قدماء المصريين فى تل العمارنة ، ويرجع تاريخه إلى عهد أمنحتب الرابع ١٣٧٠ ق . م) . وقد تمكنوا فى ذلك العهد من عمل زجاج شفاف عديم اللون تقريباً ، وخالياً من الرصاص والحديد والبوراكس . والخامات التى استخدمت فى صنعه كانت السليكا النقية (كان يحصل عليها بتفتيت حصى الكوارتز) ، وكربونات البوتاسيوم (من رماد الخشب) . وكان المزيج يصهر فى بواتق من الفخار ، ثم يترك الزجاج ليبرد ، وبعد ذلك تكسر البوتقة للحصول على ما تحويه من الزجاج ، وتهشم الطبقة التى على السطح والجوانب ، ويؤخذ الزجاج الذى فى قلب القطعة فيكون نقياً خالياً من الخبث والشوائب . ثم يصهر ثانية إلى عجينة مائعة ومنها يؤخذ جزء من الزجاج ، ويشكل إلى الأداة أو الآنية المطلوبة .

وفى عهد حكم الرومان انتقلت صناعة الزجاج إلى الاسكندرية ، ومنها كان يصدر لجميع أجزاء الإمبراطورية الرومانية . ثم انتقلت الصناعة بعد ذلك إلى روما ومنها إلى القسطنطينية ثم إلى البندقية ، وفى البندقية رسخت عدداً من القرون ، وتطورت إلى درجة كبيرة من الرقى . ومنها انتشرت الصناعة إلى جميع أجزاء القارة الأوربية .

تركيب الزجاج :

إذا صهر الرمل النقى (ثانى أكسيد السليكون) يتحول إلى مادة زجاجية ، يمكن أن يعمل منها أجود أنواع الزجاج[١] ، وهو زجاج الكوارتز ؛ غير أن الرمل ينصهر بصعوبة كبيرة جداً ، بحيث يكلف نفقات كبيرة إذا أريد استخدامه بمفرده فى صناعة الزجاج ؛ لذلك تضاف إليه دائماً مادة صهارة (Flux) تخفض درجة انصهاره ، والمادة المستعملة لهذا الغرض هى فى الغالب الصودا أو النطرون (كربونات الصديوم) ، فهى تساعد على انصهار الرمل وتتحد به مكونة سليكات الصديوم .



(شكل ٣٦)
الزجاج المائى الذى يستخدم فى حفظ البيض هو فى الواقع نوع سائل من الزجاج وتركيبه الكيمائى سليكات الصديوم

ص$_2$ ك ا$_2$ + س ا$_2$ = ص$_2$ س ا$_2$ + ك ا$_2$.

وسليكات الصديوم هو نوع من الزجاج يعرف بالزجاج المائى (Water - glass) ، وهو لايصلح لعمل الأوانى والأدوات الزجاجية لأنه قابل للذوبان فى الماء ، ولكن له استعمالات أخرى منها حفظ البيض[٢] .

(١) هذا الزجاج ينفذ الأشعة فوق البنفسجية ، فى حين أن جميع أنواع الزجاج الأخرى تحول دون نفاذها ، وهو يستخدم الآن فى عمل بعض النوافذ .

(٢) يستخدم أيضاً فى عمل بعض أنواع الصابون الرخيص ، وفى صناعة الأخشاب والمنسوجات غير القابلة للاحتراق ، والتى لا ينفذ منها الماء ، كما تصنع منه بعض الأربطة التى تستخدم فى التجبير . وهو يباع فى صفائح على هيئة مادة لزجة عديمة اللون . ولاستخدامها فى حفظ البيض تذاب أولا فى الماء ، ثم تصب فوق البيض ، فتلتحم مسام البيض بهذه المادة الزجاجية ويمتنع دخول الهواء إلى داخل البيضة . وبهذه الطريقة يمكن حفظ البيض طازجاً مدة طويلة (لغاية ١٢ شهراً) .

وإذا استخدمنا كربونات الكالسيوم ، بدلا من كربونات الصديوم ، نتج عندنا زجاج غير قابل للذوبان فى الماء ، ولكنه يذوب فى الأحماض ، وهو سليكات الكالسيوم كا ك ا$_2$ + س ا$_2$ ⟵ كا س ا$_2$ + ك ا$_2$.

فإذا صهرت المواد الثلاثة معاً (السليكا وكربونات الصديوم وكربونات الكالسيوم) نتج منها زجاج شفاف ، عديم الذوبان فى كل من الماء والأحماض . وتركيبه على وجه التقريب ص$_2$ ا ، كا ا ، ٦ س ا$_2$ ، أى أنه سليكات مزدوج للصديوم والكالسيوم ، وهذا هو الزجاج الذى تصنع منه الأدوات الزجاجية الشائعة الاستعمال مثل الكئوس والدوارق والقنينات وزجاج النوافذ ونحو ذلك .

(شكل ٣٧)
بعض الاستعمالات الشائعة التى يستخدم فيها الزجاج

وهو يصنع بصهر ١٠٠ جزء من الرمل مع ٣٥ — ٤٠ جزءاً من كربونات الصديوم[١] ، ١٥ جزءاً من الحجر الجيرى . فتصحن هذه المواد وتمزج جيداً ، ثم توضع فى بواتق مصنوعة من الطين النارى ، وتسلط عليها حرارة شديدة (١٣٧٥° م أو أكثر) ، فيتحول المزيج إلى كتلة لزجة نصف سائلة ، ومنها تصنع الأدوات المطلوبة ، إما بصبها فى قوالب أو بتشكيلها بالنفخ وهى ساخنة .

(١) يمكن استخدام ملح كربونات الصديوم مع الفحم النباتى ، بدلا من كربونات الصديوم :
٢ س ص$_2$ كب ا$_3$ + ك + ٢ س ا$_2$ = ٢ ص$_2$ س ا$_2$ + ك ا$_2$ + ٢ ك ا$_2$.

وبعد ذلك تبرد ببطء[1] (Annealing) فى فرن خاص يعرف بفرن التبريد ، وتستغرق هذه العملية ٢٤ ساعة أو أكثر .

وقد يحتوى الزجاج العادى على كميات صغيرة من الألومنيا ، وهى تأتى فى الغالب من البواتق التى يصهر فيها الزجاج .

ويسمى الزجاج العادى أيضاً بالزجاج الصودى ، لأنه يحتوى على الصديوم ، أما الزجاج البوتاسى ، وهو يعرف بزجاج بوهيميا ، فيحتوى على البوتاسيوم بدلا من الصديوم . وهو أغلى من الزجاج الصودى ، ويمتاز بأنه يقاوم تأثير الحرارة وفعل المواد الكيمياوية أكثر من الزجاج العادى ، ولذا يصلح لعمل الأجهزة والأدوات الكيميائية .

وهناك أيضاً الزجاج الصوانى (Flint - glass) ، وهو نوع من الزجاج البوتاسى ، ماعدا أنه يحتوى على الليثارج (أكسيد الرصاص ، Pb_2O) أو على أكسيد الرصاص الأحمر (Pb_3O_4) ، بدلا من الجير . ويمتاز هذا النوع بلمعانه وشفافيته وارتفاع معامل انكساره ، ولذا يصنع منه الزجاج البلّورى (الكريستال) ، والماس الكاذب ، والعدسات وما إليها من أدوات الإبصار .

وهناك زجاج بينا (Gena glass) ، وهو يحتوى على حامض البوريك (Boracic acid) ، بدلا من بعض السليكا ، ويمتاز بانخفاض معامل تمدده ، وتحمله التغييرات الفجائية فى درجات الحرارة[2] ، ولذا يصلح لعمل الترمومترات

(١) إذا لم تبرد الآنية ببطء ، كان الزجاج الناتج سريع الكسر ، يتفتت جميعه إلى مسحوق ناعم بمجرد الاصطدام البسيط .

(٢) بدأت بعض المصانع حديثاً تحضر زجاج البوريك بكميات كبيرة فى التجارة ، وعلى الأخص فى عمل بعض الأوعية التى يخبز فيها العجين ، والتى كانت تصنع عادة من الصفيح . وميزة هذه الأوعية الزجاجية أن عملية الخبز فيها تستغرق وقتاً أقل ، لأن الزجاج يعكس فقط نحو ١٠ ٪ من حرارة الاشعاع التى تقع عليه داخل الفرن ، فى حين أن الأوعية المعدنية تعكس أكثر من ٨٠ ٪ من هذه الحرارة .

وزجاجات المصابيح ، وبعض القبابات التى تستخدم فى المعامل الكيميائية .

ولتلوين الزجاج ، تضاف إليه عند صهره أحد المواد الآتية :

اللون الأحمر الياقوتى : أكسيد النحاسوز ، أو أحد مركبات النحاس أو الذهب .

اللون الأزرق : أكسيد الكوبلتيك أو أكسيد النحاسيك .

اللون الأخضر : أكسيد الكروميك ، أو أكسيد الكروميك ومعه أكسيد النحاسيك ومادة مختزلة .

اللون الأصفر : الكبريت أو كبريتور الكادميوم ، أو أكسيد اليورانيوم .

اللون البنفسجى : أكسيد المنجنيز بكمية قليلة .

اللون الأبيض اللبنى الشفاف : مادة الكرايوليت[1] ، أو فوسفات الكالسيوم .

اللون الأسود : كميات كبيرة من أكسيد الحديديك أو أكسيد النحاسيك أو ثانى أكسيد المنجنيز .

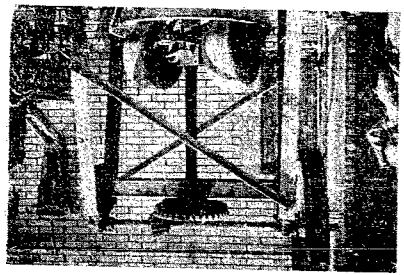
مصانع الزجاج فى مصر :

اندثرت صناعة الزجاج تماماً فى القطر المصرى فى القرون الأخيرة فلم تقم لها قائمة إلا فى عهد محمد على باشا ، فقد أنشأ مصنعاً للزجاج بالقرب من الاسكندرية[2] ، غير أن المنافسة الأجنبية قضت على ذلك المصنع وهو لم يزل فى المهد . وفى سنة ١٨٨٥ أنشأ بعض الأعيان من المصريين مصنعاً للزجاج بمنطقة راغب باشا بالاسكندرية ، ولكنهم لم يوفقوا أيضاً ، رغم ما أنفقوا من المال وما بذلوا من الجهد فى إحضار الفنيين والعمال من الخارج . ثم قامت محاولات أخرى

(١) الكرايوليت فلورور مزدوج للصديوم والألومنيوم (لوفلم ، ٣س فل) .

(٢) فى الجهة المسماة الآن بمحطة معمل الزجاج بالقرب من الاسكندرية .

لصناعة الزجاج فى مصر ، ولكنها ما لبثت أن اندثرت بعد قيامها بقليل ، لأن مصانع الزجاج فى الخارج لم تكف يوماً عن محاربة هـذه الصناعة الأهلية بشتى الوسائل . وفى أثناء الحرب العظمى تعطلت حركة التجارة الخارجية وصعب استيراد الزجاج من أوربا فقامت مصانع صغيرة محلية (بناحية باب النصر والجمالية



(شكل ٣٨)
طاحونة لطحن خامات الزجاج ومزجها بالمعهد الاميرى

بالقاهرة) ، لعمل دوارق المـاء ، ومصابيح البترول وزجاجاتها ، وبعض الحلى الريفية . ولم تكن هـذه المصانع تصنع الزجاج من خاماته الأولية ، بل كانت تأتى بالزجاج القديم والمكسور (إما من تجار الزجاج أو مما يجمع من القمامات) ، وتضعه فى الأفران حتى ينصهر ، ثم تصنع منه الأدوات التى تقدمت .

وفى سنة ١٩٣١ أنشىء قسم الزجاج بوزارة التجارة والصناعة (مصلحة الصناعة وقتئذ) ، وبدأ فى عمل الترتيبات الضرورية لإحياء هـذه الصناعة على أساس علمى منظم ، فأرسلت البعثات من المصريين إلى الخارج ، ودرست مسألة الخامات المتوافرة فى مصر دراسة وافيـة . وفى سنة ١٩٣٣ أنشىء المعهد النموذجى الأميرى للزجاج ، وجىء له بالخبراء والفنيين من الخارج ، وألحق به عدد

من الطلبة يتمرنون على صناعته . ويقع هذا المعهد فى شارع المنصورية ، (وهو الطريق الذى يصل بين الدراسة والعباسية) وبه نحو ستة أفران ، فرنان حوضيان ، وفرن بوتقيـة ، وفرن للتحميص ، وفرن للتبريد ، وفرن صغير لعمل الخرز والحلى المصنوعة من الزجاج . كما أن به آلة لكبس الزجاج ، وأخرى لنفخ الزجاج بالهواء المضغوط (شلر) عند عمل البرطمانات والقوارير . وبه طاحونة لصحن الحجر والرمل ، وخلاطة تمزج فيها الخامات . ويقوم المعهد الآن بعمل التجارب اللازمة لصنع زجاج النوافذ فى مصر .

(شكل ٣٩)
فرن صغير لعمل الخرز والحلى الزجاجية بالمعهد الاميرى

ثم قام أحد العصاميين من الوطنيين بإنشاء مصنع للزجاج فى شبرا ، وهو ينمو مطرداً ويسير بخطى واسعة نحو الرقى والنجاح . وأنشىء معمل آخر فى الاسكندرية ومعامل أخرى فى القطر ، مما يبشر بأن مصر التى اكتشفت صناعة الزجاج ، ونشرتهـا فى جميع بلاد العالم ، ستكون عما قريب فى الصف الأول من الأمم التى تقوم بصناعته .

خامات الزجاج فى مصر : تكاد جميع الخامات الضرورية لصنع الأنواع المختلفة من الزجاج تتوافر فى القطر المصرى ، وأهم هذه الخامات ما يأتى :

(١) الرمل ، وأجود أنواعه لصناعة الزجاج ما كان أبيض خالياً من مركبات الحديد ، وهو يوجد فى أبى دربة وأبى درج ، وكلاهما بناحية السويس ، وبالقرب من أسوان والفيوم . ورمل العباسية (بالقرب من عين موسى) ، ورمال مريوط وطورسينا وهى تصلح لصناعة زجاج النوافذ .

(٢) الحجر الجيرى ، وأنقى أنواعه ما يوجد فى جبل الطير (مركز سمالوط بالمنيا) .

(٣) النطرون (كربونات الصديوم) ، ويوجد بحوش عيسى بالقرب من دمنهور . غير أن مصانع الزجاج فى مصر لا تزال تأتى بهذه المادة من الخارج ، لأن النطرون المصرى يساعد على سرعة تآكل جدران الأفران .

(٤) ويوجد بمصر من مواد التلوين أكاسيد المنجنيز والحديد والنحاس ، وفوسفات الكالسيوم . ويمكن استيراد ما لا يوجد منها من الخارج ، لأن نسبتها صغيرة جداً فى تركيب الزجاج .

التركيب الكيميائى لبعض مستحضرات التزيين

الكريمات والمراهم — تركيبها وتحليل نموذج منها — المساحيق المتنوعة — صبغات الشعر — طلاء الأظافر — الروائح العطرية — الكولونيا — معاجين الاسنان ... الخ

تمهيد :

يمكن تقسيم المواد التى تستخدم فى التزيين والتجميل فى الوقت الحاضر إلى ثلاثة أقسام وهى :

(١) قسم يحتوى على بعض عناصر ومركبات لها فائدة مؤكدة فى الوجه الذى خصصت له .

(٢) وقسم يحتوى على مواد لا فائدة منها البتة ، ولكنها فى الوقت نفسه لا تضر البشرة أو الشعر أو الجزء من الجسم الذى تستعمل فيه .

(٣) والقسم الثالث يحتوى على مواد لها تأثير ضار بالبشرة والشعر والأسنان ، وخصوصاً إذا أسرف فى استعمالها .

والحقيقة أن صناعة مواد التجميل لا تزال تعانى من بعض القائمين بها الشىء الكثير ، فهم يضيفون إلى هذه المواد عند صنعها بعض مركبات غريبة يزعمون أن لها فعل السحر فى إكساب البشرة نعومة فائقة وبياضاً ناصعاً . والواقع أن هذه المواد لا تفيد البتة ، بل قد ينتج من الإسراف فى استعمالها بعض الأضرار البليغة ، وربما كان السبب فى ذلك أن التشريع الخاص بالمستحضرات الطبية لا يسرى على المواد الخاصة بالتجميل ، مثل الكريمات بأنواعها ومساحيق الوجه وصبغات الشعر ونحوها ، لأنها ليست معدودة من الأدوية ، فهى تفلت عادة من

(شكل ٤٠)
بعض المستحضرات الشائعة للتجميل

فحص معامل الصحة ، وبذلك ترك الحبل على الغارب للقائمين بهذه الصناعة ، أن يضيفوا إليها ما شاء لهم جشعهم من الخامات الرديئة والزيوت الرخيصة والمركبات غير النقية ، غير عابئين بمصلحة الجمهور .

ولا يزال القائمون بصنع هذه المواد يحيطون صناعتهم بجو من الأسرار ، وسياج من الادعاءات الباطلة كي يلقوا فى روع جمهور المستهلكين أن هذه المستحضرات تكلف نفقات كبيرة ، وبذلك يخلقون الفرص التى بها يبتزون مكاسبهم الطائلة من الناس . ويقول كولر (Koler) الإخصائى فى هذا الموضوع أن الوقت قد حان لتنوير الجمهور فى هذا الشأن ، وتفهيمه أن هذه الصناعة لا يكتنفها شىء من الأسرار ولا تتكلف تلك الأثمان الباهظة التى يدعونها ، بل هى من البساطة والسهولة وقلة نفقات تجهيزها بحيث تسمح لكثير من السيدات تحضيرها فى المنزل فى وقت قصير وبقليل من النفقات ، ويطلب كولر أن يوضع تشريع خاص تضاف به مواد التجميل إلى قائمة الأدوية والمواد الأخرى التى تسيطر على

فحصها معامل الصحة فى البلاد المختلفة ، ويحتم على أصحاب هذه الصناعة حسن اختيار الخامات الأولية وتركيبها تركيبا فنياً صحيحاً ، ويقول أنه حتى يسن ذلك التشريع فلن يرجى لهذه الصناعة أن تتخلص مما يشوبها فى الوقت الحاضر من وسائل الغش والتهريج وإضافة المواد غير المرغوب فيها وعرضها فى الأسواق بتلك الأسعار الفاحشة التى يطلبها مروجوها .

ومواد الزينة المذكورة فى هذا الباب تشمل الكريمات المتعددة للمحافظة على الوجه ، ومساحيق البدرة ، وصبغات الشعر المتنوعة ، والمساحيق التى تستخدم لإزالة الشعر ، والمحاليل التى تمنع العرق ، والكولونيا والعطور ومعاجين الأسنان وطلاء الأظافر وغير ذلك .

معاجين الوجه :

معجون الوجه أو الكريم مادة تساعد البشرة على تأدية وظائفها الفسيولوجية وتحفظها فى حالة صحية جيدة ؛ وعلى ذلك فالكريم الذى يعوق البشرة عن أن تؤدى وظائفها الأساسية على أكمل وجه لا يعد كريماً جيداً حتى لو أكسبها رونقا ناضراً ونعومة مؤقتة ؛ لأنه سرعان ما يسد منافذها ويمنع الغدد عن القيام بعملها وهو إفراز العرق . ويحسن بنا قبل المضى فى شرح وظيفة الكريم أن نعرض لمسألة هامة ، وهى تركيب البشرة وشرح وظائفها .

البشرة :

البشرة عضو حى معقد التركيب يغطى جميع سطح الجسم ، وهى تتركب من طبقتين أساسيتين السفلى منهما وهى الطبقة المهمة تعرف بالأدمة ، يعلوها طبقة رقيقة جداً تعرف بالقرنية . وتجد فى طبقة الأدمة ، غدد العرق التى تلعب دوراً

مهما فى عملية الإفراز ، فهى تلى الكليتين فى قدرتها على طرد كمية كبيرة من الماء[1] خارج الجسم ، ويحتوى هذا الماء على بعض النفايات التى تتكون فى الدم أو تنتج من هدم خلايا البشرة ذاتها . وتحتوى البشرة أيضاً على فصيلة من الخلايا وظيفتها إفراز مادة دهنية خاصة تعمل على تشحيم الجلد وتطريته ، وبذلك تمنعه من أن يصير جافا يابساً .

وعلى ذلك يكفى الإنسان للمحافظة على بشرة وجهه فى حالة صحية جيدة أن يغسل وجهه بنوع من الصابون الجيد[2] ، مع الماء الدافىء مرة أو مرتين فى اليوم . ولكن حيث أن كثيراً من الناس فى الوقت الحاضر يتعرضون جزءاً كبيراً من النهار للشمس والهواء والغبار ، لاشتراكهم فى الألعاب الرياضية والأسفار وقضاء أشهر الصيف على شواطىء البحار ، فلا بأس من استخدام أحد الكريمات الجيدة بضع مرات فى الأسبوع لتنظيف البشرة تنظيفاً كاملاً ، ولإزالة خلايا البشرة الميتة ، وللمحافظة على رخاوة البشرة ومرونتها .

وتحتوى الأنواع العديدة من المعاجين أو الكريمات التى تستخدم فى تنظيف الوجه على المواد الآتية ، كلها أو بعضها .

(١) مادة منبهـــة لتنبيه خلايا البشرة ومساعدتها على تأدية وظائفها الفسيولوجية .

(١) يعرف السائل الذى تفرزه الغدد التى على سطح الجسم بالعرق ، وهو سائل دهنى كثافته ١٫٠٠٥ جم وبه قليل من ملح الطعام ، وسلفات وفوسفات الصديوم ، وبعض البولينا وحامض اليوريك . ويتراوح مقدار ما يفرزه الجسم من هذا السائل بين ٧٠٠ ، ٩٠٠ جم كل ٢٤ ساعة تبعاً لاختلاف الفصول ونوع العمل الذى يقوم به الشخص .

(٢) يحتوى الصابون الرخيص عادة على بعض الصودا غير المتعادلة أو بعض المواد الغريبة التى تضاف لزيادة وزنه ، وهذه المواد تهيج البشرة وتساعد على تيبسها ، ولذا يفضل عدم استعماله فى تنظيف الوجه .

(٢) مادة دهنية للمحافظة على رخاوة البشرة ومرونتها ولإزالة الأوساخ وأجزاء البشرة الميتة .

(٣) مادة قابضة لتقليل اتساع المسام .

(٤) مادة مطهرة أو عقار خاص لتطهير البشرة وإزالة الالتهابات الجلدية البسيطة .

(٥) مادة قاصرة لتبييض البشرة وإزالة أثر الشمس والهواء وماء البحر .

وتوضح المعادلات الآتية المواد التى تدخل فى تركيب بعض المعاجين :

(١) المعجون البارد كولد كريم (cold cream) لتنظيف البشرة وتطريتها :

٨٥ جراماً	زيت لوزحلو
٣٥ »	لانولين[1]
١٢ »	شمع النحل (أبيض)
١٢ »	سبيرماستى[2]
١ »	بوراكس[3]
٦٠ »	ماء ورد

وطريقة تحضير هذا الكريم أن يؤتى بوعاء عميق من الصينى ويوضع فوق حلة صغيرة بها بعض الماء (حمام مائى) ، ويسخن الأخير إلى الغليان ، ثم يوضع اللانولين والشمع والسبيرماستى فى الوعاء ، وبعد انصهار المزيج يضاف الزيت تدريجياً مع التحريك المستمر ، ثم يضرب المزيج جيداً لمدة عشرين دقيقة ،

(١) دهن من صوف الغنم .

(٢) السبيرماستى مادة دهنية ناصعة البياض موجودة فى شحم نوع من الحيتان (الحيتان الفيطية) .

(٣) البوراكس أو البورق ، هو ملح بورات ثنائى الصديوم ص٢ ب٤ أ٢ ، وهو ملح أبيض متبلور يستخدم محلوله مطهراً .

ويضاف إليه بضع نقط من أحد الزيوت العطرية ، ويعبأ فى الأوعية الخاصة به .

(٢) مرهم لمعالجة البشرة الخشنة :

مسحوق الشبة	١٠ جم
بياض البيض	٢ بيضة
حامض البوريك[1]	٣ جم
صبغة الجاوى[2]	٤٠ نقطة
زيت الزيتون	٤٠ »
محلول الجلاتين	٥ نقط
دقيق الأرز	كمية مناسبة

وبضع نقط من أحد الزيوت العطرية .

امزج الشبة ببياض البيض وسخن باحتراس شديد على لهب صغير جداً حتى لا يتجلط البياض ، ثم اترك المزيج ليبرد وضعه فى هاون وأضف إليه حامض البوريك وصبغة الجاوى والزيت والجلاتين والعطر ، وقلب المزيج جيداً مع إضافة الدقيق تدريجياً حتى تحصل على القوام المناسب .

(٣) كريم لتدليك الوجه وأزالة التجعدات (Massage Skin Food)

شمع نحل نقى	١٥ جم
سبيرماسيتى	١٥ »
زيت جوز الهند	٣٠ »
لانولين	٣٠ »
زيت لوزحلو	٦٠ »

(١) (Boric or boracic acid)

(٢) الجاوى نوع من الراتنجات يسيل عند شق ساق شجرة الجاوى .

اصهر المواد الصلبة فى وعاء من الصينى فوق حمام مائى وأضف الزيوت مع التحريك المستمر ، ثم ارفع المزيج من الحمام ، وأضف إليه ٣٠ جم من ماء زهر البرتقال وثلاث نقط من صبغة الجاوى ، واضرب المزيج جيداً حتى تحصل على الكريم .

(٤) دهان لتبييض الوجه (Bleaching skin salve) :

لانولين	٣٠ جم
زيت لوز مرّ	١٠ »
بوراكس	١ »
جليسرين	١٥ »
فوق أكسيد الايدروجين (ماء الأكسجين)	١٥ »

امزج الزيت واللانولين ، ثم أضف إلى المزيج محلول البوراكس فى الجليسرين وفوق أكسيد الايدروجين مع التحريك المستمر ، حتى يصبح قوام المزيج سميكاً .

(٥) محلول لترطيب البشرة :

وإذا كانت البشرة خشنة أو جافة فيحسن غسلها باستمرار بماء فيشى ، وبجانب ذلك تعالج مرتين فى اليوم بالمحلول الآتى :

١٠٠ جم	ماء زهر البرتقال
١٠ »	جليسرين
٢ »	بوراكس

(٦) محلول لإزالة صقرة الشمس[1] :

٤ جم	بوراكس
٢ »	كلورات البوتاسيوم
١٠ »	جليسرين
٤ »	كحول
٧٠ »	ماء الورد (أو أى ماء مقطر)

يغسل الوجه بهذا المحلول مرتين أو ثلاث مرات فى اليوم بقطعة ناعمة من الاسفنج ، ثم يجفف الوجه بلطف بفوطة ناعمة .

أو يذاب ١٠ قمحات[2] من ملح السليمانى (كلورو الزئبقيك) فى نصف لتر من الماء المقطر ، ثم يضاف إلى المحلول ١٥ جم من الجليسرين ويغسل الوجه بهذا المحلول عدة مرات فى النهار بقطعة من الإسفنج .

ملحوظة : محلول السليمانى سم شديد ، فيجب أن يوضع بعيداً عن متناول الأطفال .

(٧) — محلول لمعالجة الأكنة[3] السوداء . (black heads)

لإزالة البثرات أو الدرنات السوداء التى قد تظهر على الوجه يمكن استخدام إحدى المعادلتين الآتيتين :

(ا) فوق اكسيد الايدروجين ٣٠ جم

(١) الصقرة هى سمرة الوجه (sun-tan) الناشئة عن تعرض الوجه لاشعة الشمس مدة طويلة .

(٢) جرعم واحد = ٠٫١٥ قمحات .

(٣) الأكنة أو الأنصل السوداء هى مرض التهابى فى الغدد الدهنية تنشأ عنه بثرات أودرنات سوداء على سطح الجلد .

لانولين (دهن صوف الغنم)	١٠ جم
كزمولين (دهان البترول)	٣٠ »
(ب) ثيمول (زيت السعتر)	١ »
حامض البوريك	٢ »
صبغة قشور الهاماليس[1] (witch hazel)	١٨ »
ماء ورد	١٨٠ »

تمزج المواد المذكورة فى أى من المعادلتين ، ويعالج بها الوجه فى الصباح والمساء بواسطة قطعة من الإسفنج ، ويحسن قبل وضع المزيج على الوجه أن يغسل بالماء الساخن ونوع من الصابون الجيد . وبعد وضع المزيج يجفف الوجه بفوطة خشنة مع استعمال الضغط حتى تخرج الإفرازات الجامدة ، ومن المفيد كثيرا فى معالجة هذه الدرنات تعريض الوجه لبخار الماء الساخن مع تغطية الرأس بقطعة من القماش حتى لا يضيع البخار .

الكريم المتلاشى (vanishing cream) :

يعرف هذا الكريم أيضا بكريم النهار ، والغرض من استعماله أن يكون قاعدة لتثبيت مسحوق[2] البودرة على الوجه ، كما أنه يكون غشاء رقيقا يحول بين دخول دقائق المسحوق إلى المسام ، وسمى بالكريم المتلاشى (vanishing) ، لأنه لا يترك أثرا دهنيا على الجلد بعد استعماله ، وفيما يلى بعض وصفات لتحضير عينة منه :

(٨) حامض استياريك ١٠ جم

جليسرين ٧٠ »

(١) هذه الصبغة قابضة ومسكنة ومقوية للبشرة .

(٢) تحتوى هذه الكريمات عادة على الجلسرين الذى يكسبها لزوجة ، وبذلك تساعد على تثبيت المسحوق على الوجه .

بيكربونات الصوديوم	١	جم
كربونات النشادر	١	»
ماء مقطر	٣٠	»
(٩) جيلاتين	١	»
جليسرين	٣٠	»
حامض استياريك	٧٫٥	»
صودا كاوية	١٫٥	»
ماء مقطر	٤٥	»
(١٠) اكسيد الزنك	٢	»
جليسرين	٢٠	»
كولد كريم	٨٠	»

وطريقة تحضير هذه الكريمات أن تضاف الحوامض الدهنية مع الجليسرين إلى نصف كمية الماء الموجود ، ثم يسخن المزيج فوق حمام مائى حتى ينصهر تماما ، ثم يضاف محلول المواد القلوية فى باقى الماء تدريجيا مع التقليب المستمر ، ثم يرفع المزيج عن الحمام ويضرب لعشر دقائق ثم يترك ليبرد ، وبعد يومين يضرب جيداً فى هاون .

وفيما يلى وصف لبعض المواد التى تدخل فى تركيب كثير من الكريمات ، مع ذكر خصائصها وكيفية الحصول عليها فى الصناعة .

زيت اللوز الحلو :

وهو مادة دهنية يحصل عليها بإيقاع ضغط كبير على اللوز المقشور ، فيخرج منه أولا زيت مائل إلى الاصفرار ، وهو خليط من عدة جليسريدات مختلفة ، أهمها

الأولين . وهذا الزيت رفيع القوام بالنسبة إلى الزيوت الأخرى ، ولذا كانت له قيمة خاصة فى عمل الكريمات ، حيث أنه سهل الانتشار والنفاذ داخل مسام البشرة ، فيذيب ما بها من الكائنات الميتة ، ويساعد على حفظ الجلد طريا ناعما ، بيد أنه لغلو ثمنه يخلط عادة عند عمل الكريمات فى التجارة ببعض الزيوت الأخرى الرخيصة .

اللانولين (دهن صوف الغنم) :

مادة دهنية تستخلص من جلد الغنم فى عملية صنع الصوف من شعرها ؛ وهو يتركب من كحول متبلور يعرف بالكالسترول ($ك_{٢٧}هـ_{٤٥}ا$هـ) ، وهو أحسن المواد الدهنية التى تدخل فى تحضير الكريمات ، لأنه أقرب المواد إلى الدهن الذى يتركب منه جلد الانسان ، كما أنه سريع النفوذ والانتشار فى مسام الجلد ، ولذا يستخدم بكثرة فى تحضير الكريمات .

السبيرماستى (دهن الحوت) :

مادة صلبة ناصعة البياض يحصل عليها من دهن بعض الحيوانات البحرية مثل الدلفين والقرش والحيتان القيطسية ، واسمه الكيماوى بالميتات السيتيل ($ك_{١٥}هـ_{٣١}$. $ك_{١}ا$. $ك_{١٦}هـ_{٣٣}$) وهذه المادة لا تترك أثراً دهنياً على الورق ، ووجودها فى الكريم يساعد على ترطيب البشرة اليابسة .

شمع النحل :

مادة نقية بيضاء يحصل عليها من النحل ، ووجودها فى الكريم يفيد البشرة لأنها تساعد على إزالة الخلايا الميتة ، وتلطف من الالتهاب الذى قد

يصيب الوجه بعد تعرضه للشمس أو الهواء الجاف أو فى حالة الالتهابات البسيطة .

شمع البرافين :

مادة بيضاء عديمة الطعم والرائحة ، وتضاف عادة إلى الكريمات التى تحضر فى التجارة لأنها رخيصة وتساعد على تجمد الكريم ، وجعله فى قوام سميك ، وهى عديمة الفائدة للبشرة .

الجليسرين :

سائل حلو المذاق ينتج كمركب ثانوى فى صناعة الصابون ويدخل فى تركيب كثير من كريمات الوجه ، وهو مفيد للبشرة لأنه يقويها ويدرأ عنها المؤثرات الجوية ، وهو فى الوقت نفسه ملطف ومسكن للجلد إذا أصابه قشف أو لفحة من الشمس .

المواد المعدنية فى كريمات الوجه :

يلاحظ فى المعادلات التى تقدمت لتحضير بعض الكريمات أنها خالية من المركبات المعدنية ، لأننا لا نرى ضرورة ملحة لإضافتها . ولا يزال هناك جدل بين العلماء بشأن تأثيراتها الضارة للجسم ، أما الكريمات التى تحضر فى التجارة فتحتوى عادة على واحد أو أكثر من المركبات المعدنية الآتية :

(١) أمنيات الزئبق (Ammoniated mercury) ، وهو مركب من الزئبق والنشادر .

(٢) كلورور الزئبقيك (السليمانى) .

(٣) كربونات الرصاص القاعدية (الاسبداج) .

(٤) اكسيكلورور البزموت .

(٥) اكسيد الزنك .

(٦) استيارات الزنك

بيد أن وجود هذه المركبات المعدنية فى الكريم قد يؤثر فى الجسم تأثيراً سيئاً ، فهى قد تحدث تسمماً بطيئاً بانتشارها فى الجلد ووصولها إلى الدورة الدموية ، كما أن وجود هذه الرواسب الثقيلة (أملاح المعادن) فى الكريم قد يسد بعض المسام والمنافذ الدقيقة التى على سطح البشرة ، وبذلك يعوقها عن القيام بأهم وظائفها الفسيولوجية وهما الإفراز والتنفس .

ومع ذلك فإن القائمين بصناعة مستحضرات التجميل لا يحجمون عن إضافة هذه المركبات عند صناعة كريمات الوجه ، لأنهم وجدوا أنها تكسب البشرة بياضاً ناصعاً ، كما أنها سريعة الفعل فى إزالة البقع التى قد تتكون على سطح الجلد ، وتزيل الصقرة السمراء التى تنتج من التعرض للشمس مدة طويلة أو الاستحمام فى مياه البحر المالحة ، ولاريب أن هذه النتائج السريعة المؤقتة تغرى السيدات ، فيقبلن على استعمال هذه الكريمات .

ومن أهم أنواع التسمم الذى قد ينشأ عن استعمال بعض الكريمات التسمم بمركبات الزئبق التى تضاف إليها مثل كلورور الزئبق أو السليمانى وأمنيات الزئبق ، والنوع الثانى هو التسمم بمركبات الرصاص[1] التى قد تسرى فى الدم خلال البشرة ، وعلى الأخص إذا كانت بها بعض الخدوش .

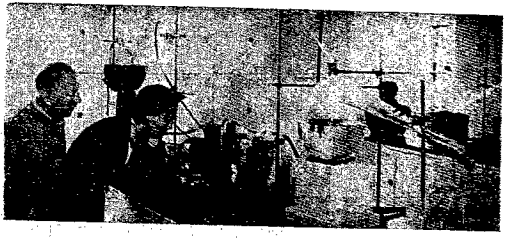
وكيفية إزالة هذه المركبات المعدنية لآثار الشمس والبقع التى قد تتكون على سطح الجلد أنها تهيج البشرة وتفتك بالخلايا الرقيقة التى على سطحها ، فإذا

(١) هذا النوع من التسمم يصاب به بعض السباكين والنقاشين الذين يشتغلون فى مهنتهم بالرصاص ومركباته ، ومن علاماته خط أزرق ضعيف يظهر على حافة اللثة .

ما تهدمت الطبقة الرقيقة على السطح ظهرت من تحتها طبقة جديدة ليس بها آثار الشمس .

بيد أن فعل هذه المركبات الضارة لايقف عند سطح البشرة ، فكثيراً ما تتحد مع البروتين المكون لأنسجة البشرة مكونة البومينات الزئبق ، وهذا الملح الناتج قابل للذوبان والانتشار فى أجزاء الجلد حتى يصل إلى عمق كاف يجعله قابلا للامتصاص بالدم ، وخصوصاً إذا كان بالبشرة بعض القروح أو الخدوش . وقد أثبتت التجارب وجود الزئبق بالجسم وفى البول نتيجة وضع بعض الكريمات على البشرة . وهذا الامتصاص يحدث فى الغالب عن طريق فتحات الغدد الدهنية ، ومن الطبيعى أن المواد الشحمية والدهنية التى يتكون منها الكريم ذاته تعوق عملية الامتصاص هذه ، ولكن ذلك لايمنع أن تنتشر مركبات الزئبق ببطء عن طريق تلك الغدد حتى تصل إلى أوعية الدم ، وما ذكرناه عن مركبات الزئبق يسرى لدرجة ما على مركبات البزموت ، غير أن فعلها أقل خطراً من مركبات الزئبق .

ومع أن هذه المركبات لها تأثير فعال فى معالجة بعض القرحات الجلدية



(شكل ٤١)
أحد المعامل الكيميائية لفحص مستحضرات التجميل

إلا أنها قد تترك بقعاً فى الجلد بعد زوال القرحة ، وقد تسبب التهابا جديداً فى فتحات قنوات الغدد الدهنية أو البصيلات الشعرية ، وهذه الالتهابات قد تزول بسرعة وقد تؤدى إلى ظهور بثرات وحلمات جلدية صغيرة ، كما أنه فى بعض الأحيان قد تنشأ بعض المضاعفات الجلدية من الاستمرار فى استعمال الزئبق .

الكشف عن وجود مركبات معدنيه فى كريم الوجه :

ضع بعضاً من الكريم الذى تحت الفحص فى جفنة وصب فوقه قليلا من حامض الأزوتيك المركز ثم سخن المزيج لبضع دقائق ، خفف المزيج بالماء ورشح ثم اختبر المحلول الراشح بالتداريب الآتية :

(١) أضف إلى قليل من المحلول الراشح بضع نقط من محلول كلورور القصديروز فإن تكون راسب أبيض أو مائل قليلا للاصفرار فإنه يدل على وجود أحد أملاح الزئبق فى الكريم .

(٢) أضف إلى قليل من الراشح بعضا من محلول كرومات البوتاسيوم ، فإن تكون راسب أصفر يذوب فى محلول الصودا الكاوية دل ذلك على وجود أحد مركبات الرصاص ، وإن لم يذب الراسب الأصفر فى محلول الصودا دل على وجود مركب للبزموت فى الكريم .

(٣) أضف إلى المحلول محلول إيدركسيد الصديوم أو البوتاسيوم لجعله قلويا . ثم أمرر فيه غاز كبريتور الإيدروجين فإن تكون راسب أبيض دل على وجود مركب من الزنك ، وأن تكون راسب بنى أو أسود دل على وجود مركب من الزئبق أو البزموت أو الرصاص .

مساحيق الوجه (البودرة) :

ليس استعمال مساحيق الوجه من مبتكرات المدنيـة الحديثة ، فقد عرفها

القدماء منذ مئات السنين واستخدمها نساؤهم فى تجميل وجوههن ، وكانت أهم المساحيق التى استخدمت فى ذلك العهد مسحوق حامض الساليسيليك ، وهو مسحوق أبيض قابل للذوبان فى الماء وله بعض الخواص المطهره ؛ ومثل هـذا المسحوق لا يمكن أن يضر البشرة لأنه يذوب بسرعة فى العرق الذى تفرزه البشرة فلا يمكن أن يسد المسام ؛ وقد يكون أقرب المساحيق المستعملة الآن إليه مسحوق التلك الذى يستخدم للأطفال الصغار ، وهو يتركب من كربونات المغنسيوم الجاف وحامض البوريك وهما مركبان يذوبان بسهولة فى أى محلول حامضى ضعيف ، ولما كان محلول العرق حامضياً فلا يحتمل أن تتأثر المسام بمثل هذا المسحوق ، ولكن المرأة المصرية لم يرقها أن تستخدم هذا المسحوق العديم الضرر ، خصوصاً وأنها تمضى أكثر أوقاتها خارج المنزل ، وهى تريد أن يبقى المسحوق على وجهها عدة ساعات دون أن يتأثر بالعرق أو الهواء ، ومن هنا نشأ استعمال المساحيق العديمة الذوبان التى تباع الآن فى الأسواق والتى منها مايأتى :

(١) ١٠ جم أكسيد زنك أبيض .
٦٠ « طباشير مرسب[1] .
١٠ « حجر تلك ناصع البياض .
٢٠ « دقيق الأرز أو نشا .
٦ « خلاصة السنا .

(١) يحضر الطباشير المرسب بالتفاعل المزدوج بين كربونات الصديوم النقية وملح كالسيوم نقى ، ثم يفصل كربونات الكالسيوم الناتج بالترشيح ويجفف جيداً . ولا يصح استخدام الحجر الطباشيرى المعتاد لأنه يحوى شوائب تضر بالبشرة ، ومع ذلك فكثير من المصانع تستخدم هذا الحجر مباشرة فى صناعة بودرة السيدات . وأحسن مناطق الحجر الطباشيرى بمصر ، بل وفى معظم أقطار العالم منطقة جبل الطير بالقرب من سمالوط بالوجه القبلى ، على الضفة الشرقية للنيل ، لأن الحجر الجيرى بها خال من أكسيد الحديد ، فهو ناصع البياض جداً ، ويستخدم بكثرة فى غش بودرة السيدات .

٦ جم خلاصة الياسمين .
٢ « صبغة المر .

ويمكن تلوين المسحوق بقليل من الكرمين (لعلى) .

تسحق الأجزاء الصلبة جيداً ويقلب المزيج ثم ينخل بمنخل دقيق .

(٢) ٧٠ جم نشا .
١٠ « دقيق الأرز .
١٠ « مسحوق التلك .
١٠ « عرق الطيب (نبات السوسن) .
٢ « خلاصة السنا .
٧ « خلاصة الياسمين .

تحليل مساحيق الوجه :

(١) الكشف عن النشا بواسطة محلول اليود فى يودور البوتاسيوم ، فيتلون محلول النشا باللون الأزرق .

(٢) الكشف عن المعادن : ضع بعض المسحوق فى جفنة مع قليل من حامض الإيدروكلوريك المركز ثم رشح واختبر المحلول الراشح بالوسائل الآتية :

(ا) أضف إلى الراشح بعضاً من محلول كارورر الأمونيوم (مركز) ، ثم اجعل المحلول قلويا بإضافة محلول النشادر ، وأضف بعد ذلك قليلا من محلول أكسالات الأمنيوم ، وسخن قليلا فإن تكون راسب أبيض دل ذلك على وجود أحد أملاح الكالسيوم .

(ب) رشح المخلوط الناتج فى (ا) وأضف إلى الراشح محلول فوسفات

ثنائى الصديوم ، فإن تكون راسب أبيض بعد قليل دل ذلك على وجود أحد أملاح المغنسيوم[1].

(د) الكشف عن الزنك (ص ٢١٨) .

(٣) الكشف عن البوراكس : أضف إلى المسحوق قليلا من حامض الكبريتيك المركز ، ثم أضف إلى المزيج قليلا من الكحول (الإيثيلى) وأشعل المزيج فإن تكون لهب مائل للاخضرار دل ذلك على وجود البوراكس أو أحد أملاح حامض البوريك .

(٤) الكشف عن الكربونات : بتعكير ماء الجير .

(٥) الكشف عن السليكات : أصهر قليلا من المسحوق مع كربونات الصديوم ، ثم أذب المركب الناتج فى الماء وأضف إليه كمية كبيرة من حامض الإيدروكلوريك ، وبخر إلى الجفاف فيظهر راسب من السليكا لايذوب فى جميع الأحماض ماعدا حامض الإيدروفلوريك .

مستحضرات شعر الرأس :

كانت مستحضرات الشعر أولا قاصرة على الحناء وعلى بعض صبغات سوداء للشعر ، أما الآن فقد تنوعت كثيراً هذه المستحضرات ، وأصبح يضاف إليها مواد مختلفة إما لتلميع الشعر وإكسابه رونقاً ، أو لجعله قابلا للتجعيد بسهولة ، وبعض مواد أخرى يقال إنها تغذى بصيلات الشعر وتنشط خلايا جلد الرأس وتساعد على حفظ الشعر فى حالة جيدة ؛ كما أن بعض المستحضرات التى تباع

(١) يجب إزالة الكالسيوم أولا بالترسيب ، كما تقدم قبل الفحص عن المغنسيوم ، وإلا فإن هذه التجربة لا تؤكد وجود المغنسيوم . أما الغرض من إضافة محلول كلورور الأمونيوم فهو منع رسوب المغنسيوم مع الكالسيوم .

الآن فى الأسواق ، الغرض منها منع سقوط الشعر ، وبالأخص عند الأشخاص الذين يصابون بالحميات ويغلب عندهم سقوط الشعر وهم فى دور النقاهة . وكانت هذه المستحضرات تحتوى على الكينين والريزورسين وحامض البوريك مذابة فى الكحول ، بيد أنه لما كان الكحول يؤثر فى جلد الرأس ويسبب جفاف البشرة فقد أصبحت مقويات الشعر تتكون من محاليل مائية للمواد المتقدمة بدلا من إذابتها فى الكحول[1] ، ويعتقد بعض الإخصائيين أن هذه المركبات عديمة الفائدة وأن التحسين الذى يراه الأشخاص الذين يداومون على استخدامها إنما ينشأ من عملية تدليك الشعر وجلد الرأس بالأصابع وبالفرشاة عند استخدام هذه المحاليل .

وهناك محاليل تعمل على إعادة الشعر إلى لونه الأصلى الطبيعى ، وبعضها يكسب الشعر لوناً ذهبياً أو أشقر أو كستنائياً أو بلاتينياً أو أحمر إلى غير ذلك من الألوان المختلفة التى أصبحت معهودة للرائى فى المجتمعات الحاضرة . فالمحاليل التى تحدث اللون الأسود منها ما يحتوى على صبغة قشور الجوز ، ومنها ما يرسب كبريتور الرصاص أو كبريتور الفضة على الشعر ، وهذه الأخيرة تباع عادة فى

(١) المزيج الآتى يستعمل أحياناً لمنع سقوط الشعر ومداواة الصلع الحديث العهد :

٥	جزء	ريزورسين
١٥	»	صبغة الفلفل الأحمر
١٠	»	زيت خروع
١٠٠	»	كحول

وكمية كافية من زيت الورد

يدلك الشعر جيداً بهذا المزيج فى الصباح والمساء .

والمزيج الآتى يفيد أيضاً فى منع سقوط الشعر :

١	جزء	حامض الساليسيليك
٢٫٥	»	كبريت مرسب
٢٥	»	ماء ورد

زجاجتين أحدهما تحتوى على محلول من نترات الفضة أو خلات الرصاص فى الماء المقطر ، والزجاجة الأخرى تحتوى على محلول من كبريتور البوتاسيوم أو الصديوم ، فينتج من تفاعلهما سوياً راسب أسود من كبريتور الفضة[1] أو الرصاص . ومن هـذه الصبغات أيضاً مزيج من خلات الرصاص وهيبونوسفوت الصديوم وبرومور النشـادر وبعض الـكبريت المرسب ؛ وأقل الصبغات السوداء ضرراً صبغة قشور الجوز .

ولإحداث اللون الأصفر يغسل الشعر جيداً بمحلول صودا الغسيل (كربونات الصديوم) المخفف ويلى ذلك معالجة الشعر بمحلول برمنجنات البوتاسيوم ، ويمكن بهذه الطريقة إحداث درجات مختلفة من الألوان كالأصفر الذهبى والأشقر والأصفر القاتم والبنى . ومن الواضح هنا أن اللون النـاتج يتوقف على درجة

(١) لتحضير هذه الصبغات تؤخذ المقادير الآتية :

١ — تذاب ١٥ جم من نترات الفضـة فى ٩٠ جم من المـاء المقطر ، ويحفظ المحلول فى زجاجة بنية اللون . ثم يذاب ١٥ جم من كبريتور البوتاسيوم فى ٩٠ جم من المـاء المقطر وتحفظ فى زجاجة عادية . وعند الاستعمال ينظف الشعر جيداً ويوضع عليه المحلول الثانى أولا ثم المحلول الأول فيتولد عنهما صبغة سوداء اللون .

٢ — صبغة سوداء فى زجاجة واحدة :

٢٫٤	جم	نترات النحاس
٣٠	جم	نترات الفضة
١٧٠	جم	ماء مقطر

وكمية كافية من ماء النشادر

أذب الأملاح فى المـاء ثم أضف ماء النشادر تدريجياً حتى يختفى الراسب المتكون .

٣ — صبغة بنية اللون :

١٦	جم	نترات الفضة
٣	جم	نترات النحاس
١٢٠	جم	ماء مقطر

وكمية كافية من ماء النشادر

يذاب الملحان فى المـاء ثم يضاف ماء النشادر تدريجياً حتى يصبح المحلول رائقاً .

ويمكن الحصول على ظلال (shades) متفاوتة من اللون البنى بزيادة كمية المـاء فى المزيج .

تركيز محلول البرمنجنات المسـتعمل إذ ينتج من تفاعله مع محلول الصودا إيدركسيد المنجنيز م (إ د) ، وهذا المركب هو الذى يكسب الشعر لونه الجديد ؛ ويجب على السيدة عند اتباع هـذه الطريقة أن يكون بجانبهـا محلول الهيبو (ثيوكبريتـات الصديوم) لإزالة البقع التى يتركها محلول البرمنجنات على الجلد أو الملابس ، وإن لم يتيسر محلول الهيبو فيمكن استخدام عصير الليمون .

بيد أن استخدام المركبات المستعملة لتلوين شعر الرأس أمر غير مرغوب فيه من كثير من الإخصائيين ، لأن بعضها يذهب بنعومة الشعر الطبيعية وبعضها يقصف الشعر ويجعله خشن الملمس ، كما أن فوق اكسيد الإيدروجين المستخدم كثيراً لتلوين الشعر يضره ويعوق نموه ؛ ووجود أملاح المعادن الثقيلة فى هذه المحاليل قد تسبب ضرراً أو تسمماً للجسم ذاته ، من جراء وجود بعض خدوش فى جلد الرأس .

أما الحناء الطبيعية التى تستخدم لتلوين الشعر باللون البنى أو المائل للاحمرار فلا تضر الشعر ، بل تقوى جذوره وتكسبه لمعاناً وتعيد إليه نضارته .

برلي انتين الشعر :

(١) سائل : ٤٠ جزء زيت زيتون .
٣٠ » جليسرين .
٣٠ » كحول .

ويرج المزيج قبل الاستعمال .

(٢) صلب : ٧ أجزاء شحم حيوانى .
٧ » سبيرماستى .
١ » شمع نحل نقى .

٧ أجزاء زيت لوز .

تصهر الأجسام الصلبة فوق حمام مائى ، ثم يضاف الزيت تدريجياً مع التقليب المستمر ، ثم يضاف إليه قليل من الكركم أو الزعفران الأصفر ، أو صبغة الأنيلين الخضراء ، ويضرب المزيج حتى يجمد . ويمكن استخدام زيت الخروع بدل الزيوت المذكورة فى المعادلتين السابقتين .

مركبات إزالة الشعر : تتركب المساحيق والماجين التى تستخدم لإزالة الشعر (من تحت الابط مثلا) من كبريتورات قلوية ، وهذه المركبات تعمل على إبادة البروتين الذى تتكون منه مادة الشعر ؛ والأملاح المستخدمة عادة هى كبريتورات الباريوم والكالسيوم والاسترانشيوم ، غير أن هذه المركبات القلوية لا تفيد إلا فى إزالة الشعر من فوق سطح الجلد ، أما البصيلات أو الجذور فلا تتأثر بها ، وعلى ذلك فنتيجة استخدام هذه الادوية تماثل ما يحدث عند حلق الشعر بالموسى ، أى أن الشعر الذى ينبت بعدها يكون أغزر وأكثر صلابة منه قبل إزالته ، ولذا لا يصح استخدامها بتاتاً على الوجه أو الرقبة أو الأذرع لأنها تترك بعض الآثار التى تشوه البشرة . ويمكن تحضير هذه المركبات بأحد الطرق الآتية :

(١) ٢٠ جم كبريتور الاسترانشيوم .
٣٠ « اكسيد الزنك .
٣٠ « مسحوق النشا .

تمزج هذه المواد جيداً بملعقة من الخشب وتحفظ فى حالة جافة ، وعند الاستعمال يضاف إلى جزء من المزيج بعض الماء الفاتر حتى تتكون معجينة مناسبة ويغطى بها سطح الجلد ، وبعد ثلاث دقائق تزال العجينة (ويجب إزالتها قبل ذلك عند الشعور بأى التهاب) ، ويدلك سطح الجلد باحتراس لنزع الشعر ، ثم يغسل

بسرعة بالماء الفاتر ، ويحسن وضع قليل من الكريم البارد على الجلد بعد إزالة الشعر .

(٢) ٣٠ جم كبريتور الباريوم .
١٠ « نشا .

وعند الاستعمال يضاف إلى المزيج كمية مناسبة من الماء كما تقدم .

وهذا المخلوط هو الذى يستخدم عادة فى المستشفيات لإزالة الشعر قبل إجراء العمليات الجراحية . أما المسحوق الذى يباع فى الأسواق فهو يتركب فى الغالب مما يأتى :

(٣) ٢٥ جم كبريتور الباريوم .
٥ « صابون .
٣٥ « مسحوق التلك .
٣٥ « نشا القمح .
٢٠ « بنزالديهايد .

وإذا لم يوجد كبريتور الباريوم فيمكن تحضيره من كبريتات الباريوم ، وذلك بمزج كميتين متساويتين من هذا الملح ومسحوق الفحم النباتى مع كمية من زيت بذر الكتان ثم تسخن العجينة تسخيناً شديداً إلى أن يقف احتراقها ، ثم تسحق بعد أن تبرد فينتج منها ملح كبريتور الباريوم .

تحليل مساحيق إزالة الشعر :

(١) طرق الكشف عن النشا ومركبات الزنك والكلسيوم تقدمت .

(٢) الكشف عن الباريوم .

(أ) خذ بعضاً من المسحوق على سلك نظيف من البلاتين مندى بحامض

الكلوردريك المركز وضعه فى لهب بنزن غير المضيء فإن تلون باللون الأخضر الشاحب دل على وجود الباريوم ، ويفضل مقارنته بوضع أحد مركبات الباريوم فى اللهب .

(ب) سخن جزءاً من المسحوق مع حامض الخليك ورشح المزيج ثم أضف إلى الراشح محلول كرومات البوتاسيوم فإن تكون راسب أصفر (كرومات الباريوم) دل على وجود الباريوم .

(٣) الكشف عن الصديوم : مركبات الصديوم تلون اللهب بلون أصفر وهاج .

(٤) الكشف عن الكبريتورات : أضف إلى بعض من المسحوق حامض الكلوردريك (درجة تركيز ٢٥ ٪) وسخن قليلا فإن تصاعد غاز كريه الرائحة (مثل رائحة البيض الفاسد) يسود ورقة خلات الرصاص دل ذلك على وجود ملح كبريتور فى المسحوق .

مركبات لمنع إفراز العرق (Non Perspirants) :

حيث أن العرق كثيراً ما تمتصه الملابس ، فقد أصبح من الشائع وضع مادة تقلل من كمية العرق التى تفرزها بعض أعضاء الجسم كى لا تتلف الملابس بسرعة بتأثير العرق الحامضى ، وكى لا يشوه العرق منظرها . والمركبات التى تستخدم لهذا الغرض مواد قابضة تساعد على انكماش المسام عند وضعها على الجلد ، وبذلك تقل كمية العرق المفرزة فى ذلك الموضع من الجسم . ومن أهم المواد القابضة محلول الشبه المركز ، ولهذا تدخل فى تركيب كثير من المستحضرات التى تباع لهذا الغرض ، ومنها ما يأتى :

(١) ١٠ جم شبه .

٤ جم حامض البوريك .

١٠٠ « ماء ، ويلون المزيج بأحد صبغات الأنيلين .

(٢) مزيج من البوراكس وحامض البوريك وحامض الساليسليك والجليسرين والكحول .

تحليل مركبات منع العرق :

(١) الكشف عن الشبه : بواسطة الكشف عن الألومنيوم والبوتاسيوم والكبريتات .

(٢) الكشف عن حامض البوريك وأملاحه : (ص ٢٢١) .

(٣) الكشف حامض الساليسليك : حضر محلولا مركزاً من المادة التى تحت الفحص وأضف إليه بعض نقط من محلول مخفف لكلورور الحديدك ، فان تلون باللون البنفسجى دل على وجود حامض الساليسليك ، ويحسن إعادة التجربة مع حامض الساليسليك ذاته ومقارنة النتائج .

طلاء الأظافر (Nail enamel) :

(أولا) الطلاء : ويتركب من ٦ جم سليولويد .

٦٠ « خلات الأميل

١٨٠ « أسيتون

١ « فلوكسين (صبغ من قطران الفحم)

يذاب السليولويد (قطعة من شريط سينمائى بعد تنظيفه) فى مخلوط خلات الأميل والأسيتون ، ويمكن تسخين المزيج قليلا (بوضعه فى ماء ينلى) لجعله سميك القوام ثم يحفظ فى زجاجة محكمة القفل ، وعند وضع هذا الطلاء على الأظافر يجب

أولا إزالة الطلاء القديم تماما منها ، ثم يوضع الطلاء بفرشاة من شعر الجمل ، ويجب الانتظار حتى تجف الطبقة الأولى قبل إعادة الطلاء .

ملحوظة : لا تقرب المحلول من اللهب مطلقا عند عمله أو عند وضعه على الأظافر . ويمكن تحضير الطلاء أيضاً بإذابة الكولوديون[٣] فى مزيج من الكحول الأميلى والأسيتون .

(ثانياً) محلول إزالة الطلاء السابق (Enamel remover) ، وهو يتركب من :

٣٠ جم كحول .
٣٠ « اتير .
٣٠ « أسيتون .

ويوضع المحلول على الأظافر بفرشاة ، وقبل أن يجف تفرك الأظافر بقطعة من القماش .

الروائح العطرية :

تنقسم الروائح العطرية إلى قسمين أساسيين : طبيعة وصناعية .

فالقسم الأول مصدره الأساسى كائنات عضوية حية (المملكة النباتية على الأخص) .

ويحضر القسم الثانى فى الصناعة بطرق كيميائية من مواد يحصل عليها من قطران الفحم الحجرى أو البترول .

(١) الكولوديون هو محلول قطن البارود فى مخلوط من الكحول والإتير ، وهذا المحلول يترك عند التبخير غشاء رقيقاً لامعاً من قطن البارود لا يسمح بنفوذ الماء منه ؛ ويحصل على قطن البارود بمعالجة القطن بمزيج من حامض النتريك وحامض الكبريتيك ، ثم غسله بالماء .

وللحصول على الزيوت العطرية من النباتات تستخدم إحدى العمليات الآتية وهى : (١) الضغط . (٢) التقطير . (٣) الاستخلاص بالمواد الدهنية . (٤) النقع فى السوائل العضوية مثل الإتير والكلوروفورم .

(١) الضغط : إن استخدام الضغط للحصول على الزيت العطرى من النباتات ليس بالعملية الاقتصادية ، لأن الجزء الأكبر من الزيت يبقى فى خلايا النبات وأوعيته . ولذا فإن هذه العملية لا تستخدم إلا إذا كانت الأجزاء النباتية غنية بالزيت المراد استخلاصه وأوعيتها سهلة العصر والتمزيق ؛ فتوضع هذه الأجزاء فى أكياس من القماش وتكبس بآلات ميكانيكية ضاغطة حتى تنفجر أوعية النبات ويخرج منها الزيت العطرى . وتستخدم هذه الطريقة فى الحصول على زيت البرتقال والليمون والنارنج من قشور هذه الثمار .

(٢) التقطير : وللحصول على المادة العطرية بهذه الطريقة توضع أجزاء النبات فى جهاز التقطير وتغطى بالماء ، أو توضع الأجزاء فى شبكة تعلو سطح الماء . فعند مرور البخار الساخن عليها يتشبع بالمادة العطرية ، وفى كلتا الحالتين يعرض المحلول الناتج لسلسلة من عمليات التقطير حتى يتم فصل الزيت عن الماء . وتستخدم هذه الطريقة للحصول على ماء الورد ، وماء الزهر ، وماء النعناع ، وماء العتر ، وزيوت هذه العطور .

(٣) الاستخلاص : تقوم هذه الطريقة على أن المواد الدهنية تمتص الروائح[١] العطرية بسهولة ، وتستخلصها من أجزاء النبات أو الزهور ، فتوضع بتلات الزهور فى كمية معينة من شحم الخنزير مثلا ويسيح[٢] الدهن فوق حمام مائى ويغلق الإناء

(١) ومن قبيل ذلك إنك إذا وضعت اللبن ملاصقاً للسمك فان اللبن يكتسب بعد وقت رائحة السمك ، لأن هذه الرائحة تنتشر فى الهواء وتمتصها المادة الدهنية التى فى اللبن .

(٢) وفى بعض الزهور الرقيقة التى لا تتحمل حرارة الدهن المنصهر (مثل النرجس =

جيداً وتحفظ حرارته حول ٦٠° م لمدة ساعات فيخرج العطر تدريجياً من الزهور إلى الدهن ، وبعد ذلك يرشح الدهن المنصهر بقمع من الصفيح به ثقوب تسمح للدهن بالمرور منها ولا تسمح للزهور ، ثم يضاف إلى الدهن كمية جديدة من الزهور وتكرر العملية عدة مرات حتى يتشبع الدهن بالزيت العطرى ؛ ثم يترك المزيج أسبوعين أو ثلاثة مع إحكام قفل الإناء ، وبعدها يرشح الزيت من الدهن المتجمد فيكون هذا الزيت هو العطر المطلوب ؛ ويمكن إضافة كمية من الكحول إلى الدهن المتخلف ، وإعادة العملية لاستخلاص ما تبقى به من العطر ؛ وفى كلتا الحالتين يحسن أن يوضع المزيج فى الثلج مباشرة قبل الترشيح حتى يجمد الدهن تماماً وتسهل عملية الفصل . وتستخدم هذه الطريقة للحصول على زيوت الورد والياسمين والنرجس والبنفسج .

(٤) النقع : لاستخدام هذه الطريقة تنقع الزهور فى أحد السوائل العضوية مثل الإتير والكلوروفورم وثانى كبريتور الكربون وغيرها من المركبات السهلة التطاير مدة من الزمن ، ثم يقطر المزيج بعد ذلك فيتطاير السائل العضوى ويتخلف الزيت العطرى ثم يعاد التقطير للتنقية . وتستخدم هذه الطريقة فى الحصول على زيت النرجس والبنفسج والياسمين .

الطرق الكيميائية : نشطت الطرق الكيميائية لتحضير الروائح العطرية نشاطاً عظيما فى الخمس والعشرين سنة الأخيرة ، وأثرت تأثيراً عظيما على المنتجات الطبيعية ، فنزلت أثمانها نزولا كبيراً[1] . ومما ساعد على رواج المستحضرات

= والبنفسج) ، تنقع الزهور فى بعض الزيوت النقية بدل الدهن ، وبعد مدة تنزع الزهور وتوضع كمية جديدة بدلها حتى يتشبع الزيت بالعطر ، ثم يفصل العطر برج الزيت مع الكحول كما تقدم .

(١) بلغ ثمن الرطل من زيت الورد أثناء الحرب العظمى ٤٠٠ جنيه ، ولما أمكن تحضير المادة العطرية المشابهة للورد بالطريقة الكيماوية (من مادة الجيرانيول بعد إضافة السترونيلول والنيرول) بيع الرطل بثلاثين جنيهاً .

الكيميائية سهولة تحضيرها ونقاوتها وقلة نفقاتها ، كما أنه يمكن تحضير مئات من الروائح المتنوعة التى تناسب الأذواق المتعددة والأغراض الكثيرة التى تستخدم من أجلها . ويعتقد بعض الاخصائيين أنه بمرور السنين سيكون للمستحضرات الكيميائية المكانة الأولى فى التجارة ، بل ربما تكتسح بعض المستحضرات المأخوذة من النبات اكتساحاً كاملا من جميع الأسواق[1] . وقد يدهشك إذا علمت أنه يمكن الحصول من قطران الفحم وحده على عشرات من الروائح الزكية . ولا يتسع المجال هنا لشرح العمليات[2] التى تتضمن طريقة الحصول على هذه المركبات ، بل لا تزال طريقة تحضير بعضها من أسرار الصناعة .

(١) تستورد فرنسا من ألمانيا كل عام ما قيمته مليون ونصف مليون من الجنيهات من الزيوت العطرية المحضرة بالطرق الكيماوية ، وكل ما تفعله فرنسا أن تضيف إليها الكحول بنسب مختلفة ، وتضعها فى زجاجات رشيقة وتضع عليها الأسماء الخلابة (مثل Soir Paris (Nuit d' amour , Scandale , Rumeur etc) ، وتبيعها لجميع ممالك العالم على أنها من رحيق الزهور .

(٢) فاذا ابتدأت بالفينول مثلا (الفينول هو المادة السامة التى تعرف بحامض الفنيك ، وهو أحد المواد التى يحصل عليها عند تقطير القطران) وأضفت إليه محلول كربونات الصديوم تكون لديك مسحوق أبيض عديم الرائحة وهو حامض الساليسيليك ، فاذا أضيف إليه الكحول الميثيلى وسخن المزيج مع قليل من حامض الكبريتيك فانه يتحول إلى ساليسيلات الميثيل ، وهو أحد الزيوت العطرية التى استخرجها الإنسان قديما من النباتات (مثل عنب القطا) ، ويعرف بزيت الجلترية (oil of writer green) .

وإذا أضيف إلى الفينول المتقدم الذكر الصودا الكاوية والكلوروفورم وسخن المزيج نتج أحد مركبين ، أولهما جسم أبيض عديم الرائحة والآخر زيت زكى الرائحة ؛ فاذا أضفنا إلى المركب الأول الكحول الميثيلى نتج عندنا مركب جميل الرائحة وهو الأنيسيك الهديد (كـ٨ هـ٨ أ) كـ٦ هـ٤ (كـ أ يد) ، وإذا أضيف إلى المركب الثانى حامض الخليك تكون لدينا الكومارين (كـ٩ هـ٦ أ٢) وهو شديد الشبه كثيراً برائحة الفانيلا ، ويستخدم بدلا عنها عند صناعة المثلجات وأنواع الحلوى والشيكولاته والفطائر الرخيصة ، وقد أمكن الحصول من القطران أيضاً على مركب يسمى الأيونون (كـ١٣ هـ٢٠ أ) ورائحته قريبة الشبه كثيراً برائحة البنفسج الطبيعى . ومن أراد التوسع فى هذا الموضوع فعليه الرجوع إلى المصنفات الآتية :

(1) Essence Industry, by Erish Walter

(2) Scientific Cyclopedia of Formules by, A, A, Hopkins

ولا تنحصر أهمية الزيوت العطرية فى عمل الروائح والكولونيات ومواد الزينة ، بل لها استخدام كبير فى التجارة ، فهى تدخل فى صناعة الصابون ، وصناعة الحلويات والشيكولاته والفطائر والمربات والأدوية والمطهرات ومساحيق تنظيف الأسنان وكثير من الأغراض التجارية المهمة .

استخدام الكحول فى عمل الروائح : لما كانت الزيوت العطرية بمفردها ضعيفة الرائحة ، وفى بعضها لا تكون الرائحة مما يقبله الذوق وترتاح إليه النفس ، فان هذه الزيوت تمزج عادة بكمية معينة من الكحول ، فقد وجد أن الكحول يساعد على إظهار رائحة كثير من العطور ، بل قد يكسب الزيت رائحة عطرية جديدة . والسبب فى ذلك أن الكحول مادة سهلة التطاير ، فينتشر بسرعة فى الهواء ويحمل معه ذلك الأريج الذى كان كامناً فى العطر . ويرجع السبب فى البون الشاسع بين أثمان الزيوت العطرية النفيسة والأخرى الرخيصة إلى أمرين :

(١) أن القائمين بتحضير النوع الثانى لا يعنون باختيار الزهور الطازجة الجيدة ولا يقتصرون على بتلات الأزهار ، بل يضعون الزهور بأكملها فى الأنابيق ومعها سيقان الزهور وبعض أوراق النبات ، ويكتفون بعملية واحدة من عمليات التقطير ، فيخرج الزيت غفلا ، لأنه خليط من عدة زيوت مختلفة فى أجزاء النبات

(٢) والسبب الأهم أنهم يمزجون الزيوت بنوع رخيص من الكحول مثل كحول الخشب (الكحول المثيلى) أو بالكحول الأثيلى غير النقى ، فتمتزج رائحة الكحول الرخيص برائحة العطر . والنوع الأول وهو الكحول المثيلى له تأثير سيئ جداً على أعصاب البصر ، وقد حدثت إصابات عديدة نتيجة وجود هذا الكحول فى بعض مستحضرات الزينة والروائح العطرية والمشروبات الروحية . وقد حرمت السلطات المختصة فى كثير من الأمم استخدام هذا الكحول فى الأغراض المتقدمة ، غير أن الرقابة على مواد الزينة غير كافية ، ولا يزال كثير منها يفلت من الفحص فى معظم الأمم .

الكشف عن كحول الخشب فى مستحضرات الزينة : (اختبار روبنسن) :

يؤكسد الكحول فى هذه التجربة إلى فورمالدهيد بفعل برمنجنات البوتاسيوم ويضاف المركب الناتج مع قليل من الحامض المخفف الى اللبن ويسخن المزيج قليلا ، فان تكون لون مائل للاحمرار فإنه يدل على وجود الكحول الميثيلى . ولإجراء التجربة خذ ١٠٠ سم٣ من السائل المشتبه فيه وأضف إليه مقداراً من كربونات الصديوم حتى يصير المخلوط قلوياً ، ثم خفف المزيج بإضافة حجم مساوله من الماء وقطر المحلول حتى يتجمع لديك ١٠٠ سم٣ من السائل المقطر ، ثم أعد التقطير وأضف إلى الـ ١٠ سم٣ التى تتطاير أولا ٣ سم٣ من محلول برمنجنات البوتاسيوم (١ ٪) وبضع نقط من حامض الكلوردريك المركز ثم رشح . أضف إلى الراشح ١٠ سم٣ من كل من الماء واللبن (غير المغلى) وحامض الكلودريك وسخن مع التحريك حتى يغلى السائل ، فإن تكون لون مائل للاحمرار دل على وجود الكحول المثيلى .

ماء كولون (الكولونيا) :

الكولونيا هى محلول مخفف من مزيج من بعض الزيوت العطرية فى الكحول ، ويجب أن يكون الكحول المستخدم نقياً مكرراً ، لأن وجود أقل شائبة به يؤثر كثيراً فى رائحة المزيج . وهناك تركيبات كثيرة ومتنوعة لعمل الكولونيا منها ما يأتى :

(١) ١٠٠٠	جزء	كحول (٩٠ ٪)
٤٤	»	زيت برجموت
١٥	»	زيت ليمون
٤	أجزاء	زيت زهرة النيرولى
١	جزء	زيت حمى لبان
١	»	زيت لاونضة

تذاب الزيوت العطرية فى الكحول ويترك الزيج فى مكان دافئ بضعة أيام ، ثم يرشح الزيج فوق طبقة من كربونات المغنسيوم .

(٢) ١٠	أجزاء	زيت برجموت
١٥	جزء	زيت زهر النيرولى
٥	أجزاء	زيت الليمون
٥	»	محلول العنبر
٥	»	صبغة الجاوى
٥	»	زيت سدرة أو قرنفل
١	»	زيت حمى لبان
١٠٠٠	»	كحول

ويمكن تلوين الكولونيا بوضع أوراق شجر الليمون فى الزيج .

مستحضرات تنظيف الأسنان :

تتركب معاجين الأسنان المعروضة الآن فى الأسواق من ثلاث مواد رئيسية وهى :

(١) مادة حاكة (٢) صابون رخو (٣) مادة مطهرة .

فالمادة الحاكة التى تستخدم فى المعاجين التى تباع فى التجارة هى عادة أحد المواد الآتية : (كربونات المغنسيوم) — مسحوق التلك (سليكات المغنسيوم) — مسحوق الطباشير (كربونات الكالسيوم) — مسحوق حجر الخفاف (سليكات الألومنيوم) ؛ والغرض من المادة الحاكة طبعاً هو المساعدة على إزالة الرواسب والطبقات الملونة (صفراء أو سمراء) التى قد تتكون على السطح حتى تظهر الأسنان من تحتها ناصعة البياض ، ولا بأس من استخدام المواد الثلاثة الأولى لهذا الغرض ، أما مسحوق حجر الخفاف فيزيل بسرعة الطبقة الملونة ، ولكنه فى الوقت

نفسه قد يؤثر فى الأسنان تأثيرا سيئاً ، فهو يعمل عمل المبرد فيها ، ويبرى تدريجياً الطبقة الصادة اللامعة (الميناء) التى تكسو الأسنان ، وبذلك يعرضها للتلف بسرعة ، كما أنه يذهب بجمالها وبهائها الطبيعى .

وتحتوى معاجين الأسنان بجانب المادة الحاكة على صابون رخو ، الغرض منه تنظيف الأسنان والفم ، بيد أن بعض المصانع تجعل هذا الصابون قلوياً ، على زعم أن التأثير القلوى قد يعالج ما يحدث عند بعض الأشخاص من حموضة الفم ، وما يتبعها من الرائحة الكريهة التى تتولد من تعفن بعض المواد العضوية داخل الفم . وتجعل بعض المصانع الأخرى المعجون حامضياً ، ورأيهم فى ذلك أن التأثير الحامضى للمعجون ينشط غدد اللعاب وينبهها لإفراز عصيرها القلوى الذى ينظف الأسنان ويطهرها ؛ وبعض المعاجين الأخرى لا تحتوى على صابون أو مواد حمضية أو قلوية .

أما المواد المطهرة التى تدخل فى تركيب هذه المعاجين فهى تنحصر غالباً فى المركبات الآتية وهى : الثيمول[١] ، المنتول[٢] ، السالول[٣] ، الليسترين[٤] ، كلورات البوتاسيوم ، وقد يضاف إلى المعجون أيضاً مادة قابضة مثل الشبة لمعالجة اللثة ، وأحد المواد العطرية مثل روح النعناع أو زيت القرفة ، وأحد المواد الملونة

---

(١) الثيمول (Thymol) : مادة متبلورة عديمة اللون لاذعة الطعم . ولها رائحة السعتر (Thyme) وتوجد فى زيت السعتر الطيار (ك١٠ يد١٤ أ يد) وهو يدخل فى تركيب معاجين الأسنان كمطهر ومخدر موضعى (anaesthetic) .

(٢) المنتول (ك١٠ يد٢٠ أ Menthol) مادة متبلورة بيضاء يخصل عليها بتقطير بعض أنواع النعناع (النعناع اليابانى) وهو مطهر شديد ومخدر موضعى ، ويدخل فى تركيب معاجين الأسنان لمعالجة اللثة وتطهير الفم والأسنان .

(٣) السالول (salol) : وهو ساليسيلات الفينيل (ك١٣ يد١٠ أ٢) ، ويوجد على هيئة بلورات صغيرة عديمة اللون والطعم ولها رائحة ضعيفة وهى مطهرة ومسكنة .

(٤) اللسترين : هو مخلوط من الثيمول واليوكاليبتول وزيت الجلترية وروح النعناع والبوراكس .

مثل الكرمين[1] (اللعلى) ، ويمكن تحضير معجون للأسنان بإحدى الطرق الآتية :

(١) ٥٠	جم	كربونات كالسيوم مرسب
١٢٫٥	»	فوسفات كالسيوم
١٢٫٥	»	مسحوق الصابون
٢	»	كرمين (لعلى)
١٢٫٥	»	جليسرين
١	»	منتول
٣٫٥	»	كحول

يضرب الصابون فى قليل من ماء الورد الدافئ ويضاف إليه الجليسرين وصبغة اللعلى ، ثم يذاب المنتول فى الكحول ويضاف مع المساحيق المذكورة إلى مزيج الصابون ، ثم يقلب المزيج الكلى جيداً مع إضافة كمية مناسبة من ماء الورد حتى تحصل على العجينة اللازمة .

(٢) ١٥٠	جم	كربونات كالسيوم مرسب
٤٥	»	مسحوق الصابون
٥	»	منتول
٤٠	»	سالول
١	»	زيت النعناع
٢	»	زيت اليوكالبتوس[2]
١	»	زيت القرنفل
٤٥	»	جليسرين

(١) الكرمين أو اللعلى (كـ١٧ هـ١٨ أ٢ : Carmin) هو صبغ أحمر مأخوذ من دودة القرمز .

(٢) زيت كافور يحصل عليه بتقطير ورق شجرة الكافور .

ويضاف إلى المزيج كمية مناسبة من الكحول أو ماء الكلوروفورم لعمل العجينة اللازمة .

(٣) ٤٠	جم	كربونات كالسيوم مرسب
٤٠	»	عطر الطيب
١٠	»	مسحوق الصابون
١٠	»	بوراكس
٢	»	مر ، ويضاف إليها كمية مناسبة من الجليسرين

وإذا أضيف قليل من صبغة اليود إلى الماء الدافئ وعملت بالمحلول غرغرة مرتين فى اليوم كان ذلك مفيداً للأسنان واللثة ومطهراً للفم ، خصوصاً عند التهاب اللوز وتضخمها .

تحليل عينة من معاجين الأسنان :

(١) اختبر قلوية المعجون أو حموضيته بإذابة بعض منه فى الماء وملاحظة تأثيره فى عباد الشمس .

(٢) الكشف عن حجر الخفاف والتلك الخ : بواسطة الكشف عن الألومنيوم والمغنسيوم والكالسيوم والسليكات والكربونات وجميعها تقدمت .

(٣) الصابون : رج بعض المعجون فى الماء فى أنبوبة اختبار ، فإن تكونت رغوة دلت على وجود الصابون .

(٤) الكلورات : جفف قليلا من المعجون وامزجه بثانى اكسيد المنجنيز وسخن ، فإن تصاعد غاز يساعد على توهج الشظية ، دل ذلك على وجود الكلورات .

(٥) البوتاسيوم : بواسطة سلك البلاتين يعطى لهباً بنفسجياً ، ويحسن فحص اللهب من خلال قطعة من زجاج الكوبلت .

الفم الكريه الرائحة : إن الرائحة الكريهة التى تتولد فى أفواه بعض الأشخاص قد يكون سببها بعض الغازات التى تطردها القناة الهضمية أو حالة غير

عادية فى المعدة ، أو وجود بقايا مواد غذائية متعفنة بين الأسنان ، أو تنشأ عن مرض فى الفم أو الأسنان ، وعلى الأخص مرض البيوريا . وفى جميع الحالات يجب أن يعرض الشخص نفسه على الطبيب المختص ، حتى يشخص السبب الأصلى فى رداءة الرائحة ، بيد أنه يمكن تطهير الفم وإزالة الرائحة مؤقتاً بأحد المحاليل الآتية :

(١) ٥ أجزاء سالول
١٠٠٠ جزء كحول
١٠ أجزاء زيت القرنفل
١ جزء زيت النعناع

يمضمض الفم بهذا المحلول عدة مرات فى اليوم مع تدليك الأسنان واللثة بالأصبع أو بفرشاة أثناء الغسيل .

(٢) ٥٠٠ جزء ماء النعناع
٦٠ » منقوع قشور الكرز
٢٥ » بوراكس

يمضمض الفم بهذا المحلول وتغسل الأسنان به .

(٣) ٢٥ جزء فوق أكسيد الإيدروجين
١٠٠ » ماء النعناع

يغرغر الفم مرتين فى اليوم بملعقتين كبيرتين من هذا المزيج فى كوب من الماء .

(٤) ١ جزء برمنجنات البوتاسيوم
١٩ أجزاء ماء مقطر

يؤخذ خمس نقط من هذا المحلول فى كوب من الماء ، ويغرغر به الفم مرتين فى اليوم .

المفـــرقعات

البارود — النيتروسليولوز — السليولويد — الكلوديون — النيتروجليسرين
طمى الكيزلجر — الديناميت — المواد المفجرة — الكوردبت — جواثر
نوبل — حامض البكريك — ثالث نيترو التولوين — مفرقعات الهواء المسال .

يدخل عنصر النتروجين فى تركيب جميع الكائنات الحية ، وعليه تعتمد النباتات والحيوانات فى نموها وتكاثرها . ومع ذلك ، فهذا العنصر الضرورى لحياتها ، هو نفسه المسئول عن موت وهلاك مئات الآلاف من الأنفس والأرواح أثناء الحروب . فالمفرقعات الشديدة مثل البارود والنيتروجليسرين وحامض البكريك والديناميت إنما تقتل وتدمر بسبب ما تحويه من عنصر النتروجين .

والمفرقعات مواد قابلة لتوليد ضغط فجائى ، وهذا الضغط ينشأ عن تحولها من أجسام صلبة أو سائلة ، إلى غازات حجمها يزيد كثيراً جداً عن حجم المادة المفرقعة ، ثم تتمدد هذه الغازات تحت تأثير الحرارة المتولدة ، فتسبب انفجار الأجهزة التى تحتوى عليها ، أو انطلاق القذيفة التى تعوق تمددها بقوة وسرعة عظيمتين .

ومن درس التفاعلات والتحليلات الكيماوية ، يعلم أن المواد الكيماوية تنقسم إلى قسمين أساسيين ، بالنسبة إلى انبعاث الحرارة أو امتصاصها عند تكوين المركب ؛ فمواد النوع الأول ينبعث منها مقدار معين من الحرارة عند بنائها من عناصرها exothermic ، ومواد النوع الثانى تمتص الحرارة عند تكوينها ، أى أن هذه المواد الأخيرة تستمد الطاقة من الخارج عند تحضيرها endothermic . ومن أمثلة النوع الأول الماء والحجر الجيرى والرمل ، وبديهى أن مثل هذه المواد لا تصلح لأن تكون مفرقعاً ، لأنها أطلقت جزءاً كبيراً من طاقتها عند تحضيرها .

ولذا نجد أن جميع المفرقعات هى مواد القسم الثانى ، فهى تبعث عند انفجارها جزءاً مما خزنته من الطاقة فى تكوينها ، وعلى ذلك فالشروط الأساسية التى يجب أن تجتمع فى المواد المفرقعة ما يأتى : (١) أن تكون قابلة للتحول إلى حجم كبير من الغازات . (٢) أن تكون من المواد التى تمتص الحرارة فى تكوينها فتنبعث منها الحرارة عند انحلالها . (٣) أن يحدث توليد الحرارة وتحويل المادة إلى غازات فى آن واحد .

ويمكن القول بأن أى مادة قابلة للاحتراق أو التفاعل الكيماوى ، مع توليد حرارة كافية ، قد تحدث انفجاراً شديداً إذا تفاعلت فى حيز مقفل ، وكان التفاعل سريعا وكاملا . وعلى العكس من ذلك أن كثيراً من المواد المدمرة التى تنفجر بقوة شديدة تحت ظروف ملائمة ، قد يتعسر إشعالها أو تحترق بهدوء إذا اشتعلت فى حيز غير محدود ، فالدقيق مثلا ، وهو صعب الاحتراق فى حالته العادية يحدث فرقعة شديدة إذا كان جافا تام الجفاف ، وكان منتشراً فى حيز مقفل على هيئة دقائق صغيرة غير متلاصقة ، ومن هذا القبيل حوادث الانفجار الشديدة التى تحدث فى بعض مناجم الفحم بسبب انتشار غبار الفحم فى جوها[1] . وثالث النيتروتولوين T. N. T. ، وهو من أخطر المفرقعات التى استخدمت بكثرة فى الحرب العظمى يمكن إشعاله بدون انفجار إذا أحرقت كميات صغيرة منه فى حيز غير مقفل . كذلك يمكن إشعال البارود بدون أى فرقعة إذا سخن فى الهواء ، ولم يكن هناك ما يحول دون تمدد الغازات التى تتولد منه .

وهنا يجب أن نبين أن تفاعل المادة المفرقعة يختلف عن عملية الاحتراق العادى فى أن الأكسجين اللازم للتفاعل لا يأخذه المفرقع من الخارج (إلا فى المفرقعات التى بالغاز المسال وسيأتى ذكرها) ، بل يستمده من نفس المادة أو

(١) تنشأ بعض حوادث الانفجار فى مناجم الفحم عن وجود غازات قابلة للاشتعال ، وبعضها عن انتشار تراب الفحم الدقيق فى جو المنجم .

المواد التى يتكون منها ، وأن سرعة الفرقعة وشدتها تتوقفان على نوع هذه المواد وعلى الظروف التى يقع تحتها الانفجار .

المركبات المفجرة (detonators) :

وبعض المفرقعات low evplosives مثل البارود ، تنفجر بسبب اشتعال المواد المكونة لها ، وفى هذا النوع يُبدأ التفاعل الكيماوى الذى يؤدى إلى الانفجار بالإشعال ، ثم ينتشر من طبقة إلى الطبقة التى تليها بطريقة تشبه ما يحدث عند احتراق قطعة من الخشب أو الفحم ، ومن البديهى أنه فى هذه الحالة تتوقف سرعة الاشتعال على حجم وشكل حبيبات المسحوق المفرقع وعلى درجة تلاصقها ، وأنه بتغيير هذه الظروف يمكن تغيير سرعة الانفجار والتحكم فى مقدار الضغط المتولد .

والنوع الثانى من المفرقعات high explosives ينفجر بواسطة مواد كيماوية مفجرة detonators ، فهو لا يحترق بالمعنى المقصود من هذا اللفظ ، بل ينفجر المفرقع أو ينحل انحلالا فجائياً ، ويتولد جميع الضغط المطلوب منه دفعة واحدة . وينشأ هذا الانحلال أو الانفجار الفجائى عن طرق أو صدمة ، أو بواسطة مادة أخرى مفجرة ، أى قابلة للانفجار بصدمة حادة ، فتتولد بذلك هزة أو موجة اضطراب تصل إلى المادة المفرقعة وتسبب انفجارها .

ولحدوث انفجار كامل شديد ، يجب أن تكون المادة المفرقعة فى حيز محكم الغلق ، وأن تكون جزئياتها متلاصقة أشد الالتصاق ، وإلا فان صدمة الانفجار قد تهشم الغلاف المحتوى على المادة المفرقعة وتشتت معظمها دون أن تنفجر انفجاراً كاملا . وفى المعتاد يحدث هذا التشتت أو التبعثر لدرجة ما ، حتى لو أحكم شحن المادة المفرقعة داخل القنبلة ، وما الدخان الأصفر الذى يشاهد عند انفجار

القنابل المحتوية على حامض البكريك إلا نتيجة تبعثر جزء من الحامض وعدم انفجاره انفجاراً كاملا .

والمركب المستعمل بكثرة كمادة مفجرة هو المفجر الزئبق fulminate of mercury ، لأنه ينفجر بسرعة إذا أصيب بطرقة حادة . ولأن هذا المركب شديد الحساسية يراعى عند صنعه أشد الاحتياطات ، وهو يحضر بمعالجة الزئبق بالكحول وحامض النيتريك (١٠٠ جزء من الزئبق فى ١٠٠٠ جزء من حامض النيتريك الذى كثافته ١ر٤ ، مع التسخين الهادئ ، ثم يضاف إلى المزيج ٨٣٠ جزء من الكحول) ، ثم يرشح المسحوق الناتج ويغسل جيداً بالماء ويجفف .

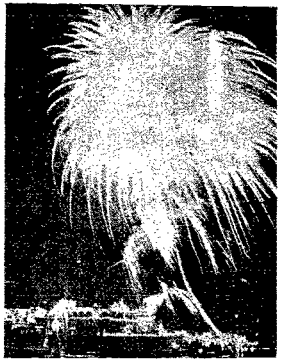
ويستخدم أيضاً أزيد الرصاص كمادة مفجرة ، وهو يحضر بتفاعل خلات الرصاص مع أزيد الصديوم .

وأهم المفرقعات المعروفة الآن هى البارود والنيتروجليسرين والنيتروسايلولوز وثالث نيتروتولوين ، وحامض البكريك ؛ ولما شح وجود الجليسرين والفينول فى نهاية الحرب العظمى ، اضطر الألمان إلى استخدام مفرقعات أخرى مثل ثانى نيترو بنزين ، وثانى نيترو تولوين ، وثانى نيترو نفتالين ، والمفرقعات التى بالغاز المسال . وسنتجنب عند شرح هذه المفرقعات التفاصيل الميكانيكية ، مقتصرين على طرق التحضير والخواص الكيماوية لهذه المواد .

البارود :

يعد البارود أول مادة مفرقعة عرفها الإنسان ، وقد اختلف المؤرخون فى تعيين كاشف هذا المركب وتاريخ استعماله ، فالإنجليز ينسبون فضل الأسبقية إلى روجر بيكون ، والألمان ينسبونه إلى شوارتز ، وذلك فى القرن الرابع عشر . وذهب البعض الآخر إلى أنه كان معروفاً لدى البيزانتيين فى القرن السابع .

وهناك قرائن عديدة تدل على أن الصينيين هم أول من استعملوا هذا المفرقع وذلك فى القرن العاشر ، وأن العرب نقلوه بعد ذلك إلى أوروبا ، وأن بيكون وشوارتز كان لهما الفضل فقط فى تحسين البارود بتعديل نسب المواد المكونة له .



(شكل ٤٢)
استخدام البارود وغيره من المركبات النتروجينية فى عمل الصواريخ

والبارود مزيج من ثلاث مواد ، وهى ملح البارود أو نيترات البوتاسيوم (٧٥ ٪) ، ومسحوق الفحم النباتى (١٥ ٪) ، ومسحوق الكبريت (١٠ ٪) . وقد بطل استخدام البارود فى عمل القذائف الحربية الكبيرة ، ولكنه لا يزال يحضر بكميات كبيرة فى الصناعة لاستخدامه فى الأسلحة النارية الصغيرة ، وفى إحداث الانفجار فى المناجم والمحاجر ، وفى المفرقعات التى يستعملها الأطفال[1] .

وانفجار البارود نتيجة تفاعل كيماوى ، تتحول بواسطته المركبات الصلبة إلى غازات حجمها كبير جداً (نحو ٢٨٠ مرة) إذا قيس بحجم المخلوط قبل الانفجار . فعند أثناء انفجار البارود ينفصل الأكسجين من ملح نيترات البوتاسيوم ويتحد بالكربون الملاصق للملح مكوناً غاز ثانى أكسيد الكربون ، وينطلق النتروجين أيضاً فى حالته الغازية العنصرية ، أما كبريتور البوتاسيوم الذى يتولد من التفاعل

(١) فى هذه المفرقعات يوضع قليل من البارود مع قطعة صغيرة من الخيز فى قطعة من النسيج ، وتربط ربطا محكما ، فاذا ألقيت على الأرض بعنف انفجر البارود .

فهو جسم صلب ينتشر فى الهواء ، وهو الدخان الأبيض الذى يشاهد عند الانفجار .

$$٢ \text{ بوناثم} + ٣ \text{ ك} + \text{كب} \longrightarrow ٣ \text{ ك}_{٢}\text{ثم} + \text{ن}_{٢}$$

نترات البوتاسيوم كربون كبريت ثانى إكسيد الكربون نتروجين

$$+ \text{ بو}_{٢}\text{ كب}$$

كبريتور البوتاسيوم

وهذه المعادله تمثل التفاعل الذى يحدث فى جو مطلق .

المفرقعات النتروجينية الحديثة :

بدأ استخدام البارود فى الأغراض الحربية فى القرن الرابع عشر ، ومضى عليه بعد ذلك ما يقيف على ٥٠٠ عاماً وهو المادة المفرقعة الوحيدة التى يعتمد عليها فى تلك الأغراض ؛ وإنه لمن العجيب حقاً أن حروب نابليون الطويلة والتى أزهق فيها مئات الآلاف من الأرواح ، لم يستخدم فيها غير هذه المادة البسيطة ، وأنه فى غضون خمسة قرون لم يتوصل العلماء إلى كشف مفرقع آخر غيرها ، فالتقدم العظيم الذى وصلت إليه المفرقعات حديثاً لم يبدأ إلا فى منتصف القرن التاسع عشر ، وذلك نتيجة كشف قطن البارود والنيتروجليسرين وغيرها من المركبات العضوية النتروجينية . وكانت هذه المركبات معروفة قبل ذلك التاريخ ، ولكن تأخر استخدامها فى عمل المفرقعات لما كان ينجم عنها من الأخطار الشديدة عند تحضيرها . ويرجع الفضل إلى الفريد نوبل الكيماوى السويدى فى التفكير فى طريقة للانتفاع بهذه المواد المدمرة دون التعرض لأخطارها الشديدة .

وتختلف المفرقعات النتروجينية الحديثة عن البارود فى أن الأخير يتكون من مخلوط من عدة مواد ، بحيث يوجد كل من الأكسجين والعناصر القابلة للالتهاب فى جزيئات منفصلة ، أما المفرقع الحديث فيتركب فى الغالب من

مادة واحدة تحوى الأكسجين والنتروجين والعناصر القابلة للالتهاب (الكربون والايدروجين) جميعها فى جزىء واحد . ولما كان الأكسجين مرتبطاً بالنتروجين فى هذا الجزىء ، وكان ميله أشد للكربون والايدروجين ، فان الجزىء يكون فى حالة غير مستقرة (unstable) ، فإذا ما سخنت المادة أو أصيبت بصدمة أو اضطراب معين ، عدلت العناصر ترتيبها ومواضعها بما يتفق مع ميولها الكيماوية ، فينولد من هذا التعديل حرارة شديدة ، وتتولد غازات يكون حجمها كبيراً جداً بالنسبة لحجم المواد الأصلية فيحدث الانفجار . وجميع المفرقعات — كما بينا سابقاً — مواد يمكن أن تتحول بسرعة عظيمة جداً إلى مخلوط غازى حجمه كبير جداً بالنسبة إلى حجم المادة المفرقعة ، وهذا التحول السريع ما هو إلا نوع من الاحتراق أو الاتحاد بالأكسجين ، وعلى ذلك فالشرط الأساسى فى المادة المفرقعة أن تحتوى على الأكسجين بوفرة حتى يساعد على هذا التحول السريع ، وأن تكون فى الوقت نفسه سهلة الاشتعال أو الاتحاد بهذا الغاز . وحيث أن حامض النيتريك (يحتوى على ٧٦ ٪ من وزنه من الأكسجين الذى ينحل بسهولة من الحامض) يتوفر فيه الشرط الأول ، والمركبات العضوية (التى تحتوى على الكربون) يتوفر فيها الشرط الثانى ، فإن عملية صناعة المفرقعات الحديثة تنحصر فى معالجة أحد المركبات العضوية بحامض النيتريك ، فينتج من تفاعلهما المفرقع المطلوب .

والمواد العضوية التى تدخل فى صناعة المفرقعات هى السليولوز (من القطن والخشب) ، والجليسرين ، والبنزين ، والتولوين ، وحامض الفنيك ، والنفثالين ، وهذه المواد تحتوى على نسبة كبيرة من الكربون والايدروجين ، وهما عنصران شديدا الاختزال ، أى لهما قدرة كبيرة على الاتحاد بالأكسجين . فعند معالجة المادة العضوية بحامض النيتريك ، ينتج منهما مركبات عضوية نتروجينية ، وينتج أيضاً الماء ، ويضاف حامض الكبريتيك دائماً مع حامض النيتريك حتى

يمتص الماء المتولد فى هذه العملية ، وفائدته أيضاً أنه يهدئ من حدة التفاعل بين المادة العضوية وحامض النيتريك ، ويمنع خطر الانفجار عند حدوث هذا التفاعل .

وفى خلال الحرب العظمى منع تصدير ملح شيلى[1] (نيترات الصديوم) اللازم لتحضير حامض النيتريك إلى ألمانيا والنمسا ، ولولا براعة الكيماويين والمهندسين الألمان وتوصلهم إلى طريقة لصنع هذا الحامض من نتروجين الهواء الجوى ، لتعطلت صناعة المفرقعات فى ألمانيا ، ولتقدمت ساعة الظفر والانتصار للانجليز والحلفاء .

• النيتروسليولوز (قطن البارود) :

يحضر هذا المفرقع الشديد بمعالجة السليولوز بمزيج من حامضى النيتريك والكبريتيك . ويوجد السليولوز بوفرة هائلة فى المملكة النباتية ، فالقطن يحتوى على ٩٠ ٪ من هذا المركب ؛ وتتراوح نسبته فى الأخشاب ما بين ٤٠ ٪ و ٦٠ ٪ ، فهو يكون الألياف التى تتركب منها سيقان وأوراق النباتات . وعندما وقع الحصار حول ألمانيا فى الحرب العظمى ، وتعذر عليها الحصول على القطن اللازم لصناعة مفرقعاتها ، اعتمدت على الأخشاب ، فعالجت لبها بطرق خاصة

(١) عند ما أعلنت الحرب العظمى وقف كل من الفريقين المتحاربين للآخر بالمرصاد ، يحول بينه وبين نترات شيلى ، أما إنجلترا فقد أرسلت أسطولها إلى ألمانيا فأغلق شواطئها ومنع وصول المراكب إلى موانيها ، وأرسلت ألمانيا غواصاتها إلى سواحل شيلى فكانت تسف كل سفينة مشحونة تغادر تلك البلاد ؛ واستمرت الحالة على ذلك بضعة أشهر ، كانت فى خلالها ، خطوط النار فى الميدان الغربى ، تلتهم بسرعة هائلة ما ادخره الحلفاء من المفرقعات النتروجينية ؛ فاضطرت انجلترا إلى إرسال أسطول كبير إلى المحيط الهادى لتطهيره من الغواصات وحراسة المراكب الآتية من شيلى . وإن كانت انجلترا قد أغلقت البحر حول ألمانيا ، فانها لم تكن تستطيع غلق الجو ، فعمل الكيماويون الألمان على سحب ما شاءوا من النتروجين منه ، فكانوا يحضرون منه ٢٠٠٠٠٠ طن من حامض النيتريك كل عام كانت تستخدم جميعها فى عمل المفرقعات .

لتنقيته من المواد الراتنجية والمعدنية التى به ، وحصلت منه على نوع خاص من الورق[1] يصلح لتحضير الفرقعات . وهناك محاولات لتحضير المفرقعات من النشا ، لأن تركيبه الكيماوى قريب جداً من تركيب السليولوز ، ولكن هذه المفرقعات النيترونشوية لم تلق نجاحاً ما فى عالم الصناعة .

ويحتوى النيتروسليولوز المستخدم فى عمل المفرقعات على ١٣٫٣ ٪ من النتروجين ؛ وهناك نوع آخر منه يحتوى على ١٢٫٤ ٪ من هذا العنصر أو نسبة أقل ، وهو سهل الذوبان فى مخلوط الكحول والأثير ، ويحضر منه السليولويد ، وهذا المركب الأخير يستخدم بكثرة هائلة فى الصناعة لعمل الحرير الصناعى ، وأفلام التصوير والسينما ، ومقابض السكاكين ، والأمشاط وسماعات التليفون ، ومئات غيرها من الأدوات التى تستخدم فى حياتنا اليومية ؛ وهناك نوع آخر يعرف بالكولوديون يستخدم فى الجراحة ، وعمل طلاء الأظافر ، وتغطية أفلام السينما .

ولتحويل القطن العادى إلى قطن البارود ، يجب أن ينقى جيداً من التراب والأعشاب والمواد الغريبة التى تكون علقة بأليافه . ثم يجفف جيداً بتيار ساخن من الهواء ، وبعد ذلك يعالج بحامضى النيتريك والكبريتيك كما تقدم .

وقد تأخر انتشار النيتروسليولوز واستعماله كمفرقع ، لما كان ينجم عنه من أخطار كثيرة فى صنعه أو عند نقله وخزنه ، وقد تبين بعد ذلك أن هذه الأخطار تنشأ عن مواد حامضية فى النيتروسليولوز تسبب تحلله تدريجياً وتنتهى بانفجاره ؛ ومن ثم تحسنت طرق غسل هذا المركب وتنقيته ، فأصبح يعالج بالماء فى درجة الغليان مرات متوالية لعدة ساعات ، ثم يضاف إليه قليل من مسحوق الطباشير

(١) هناك نوع من ورق الترشيح — الذى يستخدم فى عمليات التحليل الكيماوى — لا يترك رمادا بعد احتراقه ، وبعد هذا الورق أنقى أنواع السليولوز

(كربونات الكالسيوم) لإزالة ما تبقى من آثار الحامض ، ثم يغسل ثانية بالماء ويجفف تجفيفاً جزئياً بحيث يبقى نحو ٥٠ ٪ من وزنه ماء ، لأن قطن البارود التام الجفاف شديد الحساسية وسريع الانفجار إذا أصيب بصدمة أو احتكاك بسيط ، ولذا يترك القطن الناتج على حالته الرطبة حتى يمكن نقله أو خزنه دون التعرض لخطر الانفجار ؛ وقبل تحويله إلى المفرقعات المطلوبة ، يجفف بتيار من الهواء أو بإحلال الكحول محل الماء .

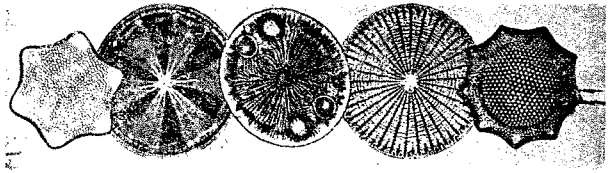
ويبدو القطن البارودى فى منظره كأنه القطن العادى العديم الخطر ، فهو خفيف ومنفوش مثله ، ويصعب استخدامه مباشرة فى حشو القنابل وما إليها ، ولذا يذيبه الكيماويون أولاً فى سائل الأسيتون أو فى مزيج من الكحول والإتير ، ويضاف إليه شىء من الجيلاتين أو الفازلين ، حتى يتحول إلى كتلة لينة قابلة للعط ، ثم يكبس ويقطع حسب الحجوم والأشكال المطلوبة .

النيتروجليسرين :

يحضر هذا المفرقع بمعالجة الجليسرين بمزيج من حامضى النيتريك والكبريتيك ، والمركب الناتج سريع الانفجار شديد الخطر ؛ فاذا بدا لك أن تحضر قليلاً منه فالأولى بك أن تكتب وصيتك قبل أن تحاول ذلك . وقد حدثت انفجارات عديدة فى المعامل الكيماوية ، وفى المصانع التى تقوم بتحضير هذا المركب ذهب ضحيتها عدد كبير من الأرواح . ولذا فهم يحيطون الجهاز الذى يجرى فيه هذا التفاعل بحوض كبير ملآن بالماء ، حتى إذا شاهد القائمون بالعمل أن التفاعل ابتدأ فى الخروج عن سيطرتهم ، وأنه وصل إلى مرحلة من مراحل الخطر أغرقوا الجهاز بما فيه تحت الماء ؛ ويعرف ذلك بانبعاث أبخرة حمراء من أكاسيد النتروجين ، وارتفاع معين فى درجة الحرارة (يجب ألا تزيد عن ٣٠° م) . وبعد انتهاء التفاعل يترك المزيج مدة من الزمن حتى ينفصل النيتروجليسرين ويطفو على سطح الحامض

المتخلف ، ثم يغسل بعد ذلك بكمية كبيرة من الماء وقليل من ملح كربونات الصديوم لإزالة ما يلصق به من الحامض .

والنيتروجليسرين سائل زيتى القوام لا يذوب فى الماء ، ولكنه يذوب بسهولة فى المذيبات العضوية مثل الإتير والبنزين وزيت الكافور ؛ وهو يتحول إلى جسم صلب إذا برد لدرجة ٥° م ، والجسم الصلب أقل حساسية من السائل . وينفجر السائل بالتسخين أو الطرق متحولا إلى مخلوط غازى من ثانى أكسيد الكربون والأكسجين والنتروجين وبخار الماء ، ويبلغ حجم هذه الغازات ١٣٠٠ مرة قدر حجم السائل قبل انفجاره ، ثم يتمدد هذا الحجم إلى ثمانية أمثاله بالحرارة الناتجة من التفاعل ، أى أن ١ سم٣ من النيتروجليسرين السائل يتحول إلى ٩٠٠٠ سم٣ من المخلوط الغازى المتقدم فى لحظة قصيرة جداً .



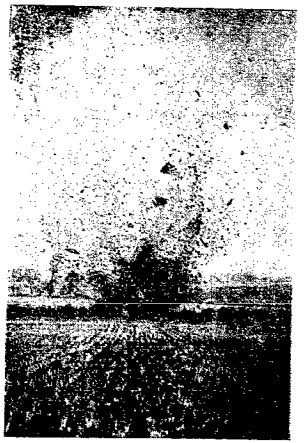
(شكل ٤٣)

حفريات الدياتوميا التى يتكون منها طمى الكيزلجر ، وأصلها نباتات دقيقة جداً تعيش فى الماء وتفرز كيانات كبيرة من السليكا تصنع منها هذه الهيا كل

وقد تأخر استعمال هذا المفرقع لحساسيته الشديدة ، إلى أن فكر الفريد نوبل فى طريقة لامتصاصه بالأجسام الصلبة حتى يصبح فى مأمن من الانفجار السريع وأول ما استخدم من هذه الأجسام الفحم النباتى ثم نشارة الخشب ، والآن يستخدم نوع من الطمى المسامى لهذا الغرض ، له قدرة كبيرة على امتصاص السوائل ، ويعرف بالكيزلجر[1] . والمفرقع الناتج فى الحالة الأخيرة يعرف بالديناميت

(١) الكيزلجر نوع من الطمى الطبيعى له قدرة على امتصاص ضعف حجمه من السوائل =

(٧٥ ٪ نيتروجليسرين ، ٢٥ ٪ طمى) ، وهو يمتاز عن النيتروجليسرين بأنه قابل للنقل والخزن والتعبئة دون التعرض لخطر الانفجار . وأهم استعمال للديناميت فى وقت السلم نسف الصخور فى المناجم والمحاجر ، وعند عمل النفق تحت الأرض أو فى الجبال . وطريقة استعماله أن يحفر ثقب ضيق إلى العمق المطلوب فى الصخر وتوضع فيه شفكة الديناميت ومعها المادة المفجرة (detonator) ، ويحدث الانفجار بواسطة فتيل متصل بالمادة المفرقعة يشعل من طرفه الآخر ، أو بارسال تيار كهربائى فى سلك يمتد إلى مسافة بعيدة من مكان الانفجار.

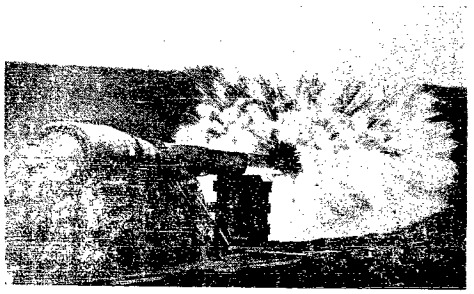


(شكل ٤٤)
المفرقعات فى وقت السلم — استخدام الديناميت فى نسف الأرض لاقتلاع ما بها من الجذور

والجليسرين اللازم فى صناعة المفرقعات ، مادة عضوية حلوة المذاق ، تدخل فى تركيب جميع المواد الدهنية النباتية والحيوانية ، ويحصل عليها من نفاية صناعة الصابون . وأهم المواد الدهنية التى تستخدم فى هذه الصناعة زيت النخيل وزيت جوز الهند وبذرة القطن والسمسم ونحوها . وفى هذه العملية تعالج الدهنيات بالصودا الكاوية . فينتج من تفاعلهما صابون وجليسرين ، ثم يفصل الصابون

= وأصله بقايا حفريات نباتية تعرف بالدياتومية ، وهى فصيلة من الأعشاب الدقيقة تعيش فى الماء وتميز كميات كبيرة من السليكا .

بإضافة كمية من ملح الطعام إلى المزيج ، ويركز السائل المتخلف بتسخينه بالبخار المضغوط مع تقليل الضغط الواقع عليه ، ومتى وصل السائل إلى درجة تركيز معينة رسب الملح وأمكن فصله عن الجليسرين ؛ ثم يقطر الجليسرين فى الفراغ مع تسخينه ببخار الماء المضغوط للحصول عليه فى حالة نقية جداً تصلح لصناعة المفرقعات .



(شكل ٤٥)
المفرقعات فى وقت الحرب — اندفاع القذيفة بقوة عظيمة سببه ضغط شديد يتولد عن تفاعل كيماوى بسيط

ولم يكن الحصول على كمية كافية من هذه المادة بالأمر الهين أثناء الحرب العظمى ، فللحصول على طن واحد من الجليسرين تجب معالجة ١٢ طناً من الزيت أو المادة الدهنية ؛ وقد عملت جميع مصانع الصابون فى بريطانيا على التعاون والاشتراك فى إمداد مصانع المفرقعات بالكمية اللازمة منه ، واضطرت فى نهاية الأمر إلى استخدام زيت السمك والحيتان لاستخلاص عدة آلاف من الأطنان من الجليسرين اللازم لهذه الصناعة ؛ أما ألمانيا فلأنها كانت تعتمد فى الحصول على الزيوت النباتية على المستعمرات البريطانية ، فقد أدى الحصار البحرى الذى

ضرب حولها إلى نقص شديد جداً فى المواد الدهنية داخل البلاد ، وأصبح من العسير الحصول على كل من الصابون والجليسرين والمارجرين ، مما اضطر بعض المصانع إلى معالجة رمم الحيوانات لاستخلاص ما بها من الدهن .

الجدائل المفرقعة (الكورديت Cordite) : ذكرنا فيما تقدم أن قطن البارود ، وهو جسم صلب ، لا يصلح للاستعمال حتى يذاب فى سائل ما ؛ وأن النيتروجليسرين ، وهو سائل ، يتعسر استعماله إلا إذا مزج بمادة صلبة تشربه ، فلم لا نذيب الأول فى الثانى حتى نحصل على مفرقع مزدوج شديد ؛ ولا بد أن هذه الفكرة البسيطة قد طرأت عليك عند قراءة هذه السطور ، ولكنها طرأت قبل ذلك على الفريد نوبل الكيماوى السويدى سنة ١٨٧٨ ، فعمل بها وطبقها وكسب منها الملايين من الجنيهات .

وكأنما روعه بعد ذلك خطورة الاكتشاف الذى توصل إليه ، وأشفق أن يتخذه الإنسان وسيلة للهلاك والتدمير ، فرصد ما كسبه من الأموال لمن يعمل على رفاهية الإنسانية بتقدم الفنون ، ونشر السلم بين الشعوب ، وهذا منشأ جوائز نوبل الشهيرة التى تعطى لأقطاب العلم والأدب والسياسة فى جميع العالم كل عام .

(شكل ٤٦)
الكورديت وقطن البارود

والمادة التى تنتج عند امتزاج قطن البارود بالنيتروجليسرين تعرف بالكورديت ، ويجعل المزيج متماسكا بإضافة الفازلين أو الجلاتين إليه ؛ ونسب المواد التى تدخل فى تركيبه ما يأتى :

٥٨ جزءاً من النيتروجليسرين .
٣٧ « « القطن البارودى .
٥ أجزاء فازلين .

وطريقة تحضيره أن يضاف النيتروجليسرين تدريجياً إلى قطن البارود مع مراعاة ألا تزيد درجة حرارة المزيج على ٣٠° م ، ثم يضاف إليه الأسيتون ، ويعجن المزيج جيداً لبضع ساعات ، ثم يضاف الفازلين ويعجن المزيج ثانياً ، ثم تضغط العجينة الناتجة خلال ثقوب ضيقة فتخرج على هيئة حبال رفيعة تجفف عند درجة ٤٠° م حتى يتبخر جميع الأسيتون ، ثم تقطع إلى أحجام قصيرة للاستعمال . وهذا المفرقع من أخطر المفرقعات التى استخدمت فى الحرب العظمى ، وسمى بالكورديت لأنه يحضر على هيئة حبال (Cords) .

وزيادة على جعل العجينة متماسكة ، يؤدى الفازلين وظيفة أخرى مهمة ، وهى أنه يسبب رسوب غشاء رقيق من مادة صلبة دهنية على جدار أنبوبة البندقية أو المدفع من الداخل ، وهذا الغشاء الدهنى يسهل انزلاق القذيفة وخروجها من الأنبوبة بدون كثير احتكاك ، وبذلك يبطؤ تآكلها .

وثمة مفرقعين آخرين استخدما بكثرة فى الحرب العظمى وما قبلها ، وهما حامض البكريك وثالث نيتروالتولوين .

حامض البكريك :

يحضر هذا المفرقع من الفينول أو حامض الفنيك ، وهى المادة التى تستخدم بكثرة فى عمليات التطهير ؛ ومن الغريب أن هذه المادة التى تستخدم فى المحافظة على الحياة من الجراثيم والحشرات المؤذية ، تستخدم فى الوقت ذاته لإبادة الحياة ، وفى الهلاك والتدمير .

وطريقة تحضير هذا المفرقع أن يعالج الفينول (يحصل عليه من قطران الفحم الحجرى) بحامض الكبريتيك المركز لتحويله إلى أحماض الفينول سلفونيك (Phenol sulphonic acids) ، ثم يضاف حامض النيتريك المخفف إلى المحلول الناتج فينتج منهما جسم أصفر متبلور وهو حامض البكريك أو ثالث نيتروفينول ، يفصل بالترشيح ويغسل جيداً بالماء ثم يجفف .

وهناك طريقة أخرى حديثة لتحضير حامض البكريك مباشرة من البنزين بطريقة التركيب أو التأليف الكيماوى ، وفى هذه الطريقة يعالج البنزين بغاز الكلور فينتج منهما الكلوربنزين ، ثم يضاف إلى المركب الناتج مزيج من حامضى النتريك والكبريتيك لتحويله إلى ثانى نيتروكلوربنزين ، ثم يعالج المركب الأخير بالصودا الكاوية فيتحول إلى ثانى نيتروفينول ، وأخيراً يضاف إليه مخلوط الحامضين المركزين فيتحول إلى ثالث نيتروفينول أو حامض البكريك .

وكان أكثر استعمال هذا المفرقع فى أثناء حرب البوير فى جنوب أفريقيا ، وكان معروفاً باسم الليديت فى انجلترا والميلينيت فى فرنسا والشموز فى اليابان . وقد نبذت ألمانيا استعماله فى أوائل القرن الحاضر واستخدمت عوضاً عنه ثالث نيتروتولوين (T.N.T.) ثم تبعتها فى ذلك معظم دول أوروبا ؛ أما انجلترا فانها واظبت على استخدامه فى السنتين الأولين من الحرب العظمى ، وبعدها كان الأماتول (Amatol) وهو مخلوط النتروتولوين مع نيترات الأمنيوم ، أهم المفرقعات التى استخدمها الانجليز والحلفاء .

ولم يستعمل هذا الحامض بكثرة فى الحرب العظمى لأنه يستغرق وقتاً عند تحضيره . وبأكل الأوعية التى يحفظ فيها مكوناً مركبات سهلة الانفجار ، وقد وقعت حوادث مميتة بسبب حفظ قنابل البكريك مدة طويلة من الزمن اتحد فيها الحامض مع المعدن الذى تتكون منه القنبلة .

ثالث نيتروتولوين : (T.N.T.)

استخدم هذا المفرقع بكمية أكبر من أى مفرقع آخر فى الحرب العظمى ، فقد حضر منه فى المدة ١٩١٤ — ١٦١٨ نحو ٢٣٨٫٠٠٠ طن ، وهو يحضر بإضافة التولوين (سائل يشبه البنزين وينتج معه عند تقطير الفحم الحجرى) تدريجياً ومع التحريك المستمر إلى مزيج من حامضى الكبريتيك والنيتريك ، ثم يفصل من مخلوط الأحماض ويصب فى الماء كى يتجمد ، وبعد ذلك يغسل وينقى بمحلول كبريتيت الصديوم .

وهو مركب أصفر متبلور ، ويمتاز بأنه لا يأكل المعادن ، ولا يتأثر بالماء ، كما أنه ينصهر فى درجة منخفضة (٨٠°م) ، وبذلك يمكن صهره وملء القنابل به وهو سائل من غير تعرض للانفجار ؛ والجسم الصلب قليل الحساسية حتى أن إطلاق رصاصة فى كمية منه لا تسبب انفجاره ، ولذا فهو سهل النقل والخزن والتعبئة ، وتزيد حساسيته بإضافة مقادير صغيرة من مواد تحتوى على الأكسجين مثل النترات والكلورات ؛ والمادة التى استعملت بكثرة فى الحرب العظمى مع ثالث نيتروالتولوين هى نترات الأمنيوم ، ومخلوطهما يعرف بالأماتول .

ومع أنه عسر الانفجار بالطرق أو التسخين أو الاصطدام ، فانه ينفجر بشدة هائلة إذا أصيب بهزة موجية معينة كالتى تحدث بواسطة مادة مفجرة مثل المفجر الزئبقى (Fulminate of murcury) وأزيد الرصاص (Lead azide) .

مفرقعات بالغازات المسالة (Lipuid air (Explosives) :

يتركب هذا النوع من المفرقعات من مادة قابلة لامتصاص السوائل ، وتكون فى الوقت نفسه سهلة الاحتراق مثل نشارة الخشب والفلين والسناج ، وغاز مسال وهو الأكسجين . ويحدث الانفجار بسبب تبخر الغاز المسال فى

لحظة قصيرة جداً عند إشعال الشفكة (١سم٣ من الأكسجين السائل يتحول إلى ٧٥٠ سم٣ من الغاز) . وتصنع الشفكة بحزم المادة القابلة للاحتراق فى قطعة من القماش أو ورق خاص قابل لامتصاص السوائل ، ثم تغمس الشفكة فى الغاز السال حتى تتشبع به ، وبعد إخراجها من السائل تشعل بواسطة فتيل متصل بها أو باستخدام تيار كهربائى ومادة مفجرة كما تقدم فى حالة الديناميت ؛ ويجب أن تشعل الشفكة فى فترة لا تتجاوز خمس عشرة دقيقة بعد إخراجها ، لأن الغاز السائل يتبخر بسرعة فائقة فتقل قدرتها على الانفجار .

والتفاعل الكيماوى فى هذا النوع من المفرقعات لا يختلف عنه فى المفرقعات التى تقدمت ، إلا أن الأكسجين يستمد من الخارج (من الغاز السائل) بدلا من أن يكون داخلا فى تركيب المفرقع ذاته ومزية هذه المفرقعات أنه يمكن خزنها مدة طويلة وهى فى مأمن من الانفجار ، إذ لا يمكن أن تنفجر قبل غمسها فى الغاز السائل .

وتتوقف قدرة الشفكة على الانفجار على حجمها وكثافة محتوياتها ، ويزيد عمرها (أى أكبر مدة يمكن أن تمضى بين إخراجها من الغاز السائل وإشعالها) بزيادة قطرها ، فالشفكة التى قطرها ½ ١ بوصة مثلا تمعر ٣٠ دقيقة فقط ، فى حين أن الشفكة التى قطرها ٦ بوصات يمكن أن تمعر بضع ساعات .

وقد استعملت هذه المفرقعات فى حفر نفق سمبلون (طوله ١٢ ميلا) بين إيطاليا وسويسرا ؛ واستعملتها ألمانيا فى الحرب العظمى عند ما عجزت عن الحصول على الجليسرين والقطن اللازمين للمفرقعات الأخرى ؛ وهى تستعمل الآن فى مناجم الفحم بأمريكا ، ومناجم الحديد فى اللورين ، ومناجم النحاس فى شيلى .

الغازات الحربية

الكلور — الفوسجين — الخردل — اللويسيت — القناعات الواقية

ابتدأ الألمان الحرب العظمى بمقذوفات كبيرة الحجم ، يبلغ قطر بعض أنواعها نصف متر تقريباً ، ولم يمض زمن كبير على إشعال نارها حتى فاجأوا العالم بمقذوفات متناهية فى الصغر هى جزيئات الغازات السامة . وكان الجنود — قبل عهدهم بالغازات — يسمعون قصف المدافع ودوى القنابل ، ويرون الرصاصات تمرق كالأسهم فوق رؤوسهم وهم آمنون مطمئنون فى الخنادق . أما الغازات السامة فكانت تنتشر فى الهواء ، وتتخلل الشقوق ، وتتسرب إلى الخنادق ، وتنفذ إلى كل مكان . وكانت الجزئيات الخبيثة تنطلق وراء الجنود فى كل بقعة من الميدان ، وكأنها تبحث عنهم أو تطاردهم ، بل كانت تكمن لهم فى الخنادق كما يكمن القط بالقرب من جحر فريسته . ولم تكن ثمة وسيلة لإدراك وجودها ، فالقنابل كانت ترى بالعين ، والرصاصات تسمع طلقاتها بالأذن ، أما الغازات السامة فكثير منها عديم اللون ، وهى تنتشر فى الهواء دون أن تسمع لها همساً ، وإذا كان لبعضها رائحة ، فانها لم تكن كافية لإنذار الجنود بالموت الزؤام الذى يوشك أن يحل بهم .

وكانت الغازات السامة معروفة قبل الحرب العظمى ، ولكن الناس فى ذلك العهد لم يتوقعوا استعمالها ، لأنهم كانوا يعلمون أن الحرب ما هى إلا نزال الشريف للشريف ، والشريف لا يطعن خصمه من الخلف ، ولا يدس له السم من وراء حجاب ، ولأن مؤتمر هيج الذى اشترك فيه جميع الدول وانعقد عام ١٩٠٨ ، كان قد حرم استخدام جميع المواد والوسائل والأسلحة السامة فى الحروب . بيد أنه فى أوائل الربيع سنة ١٩١٥ ، جاء إلى الخطوط الألمانية فى ميدان الحلفاء جندى كان أسيرا لدى الألمان ، وتمكن بعد لأى من الإفلات

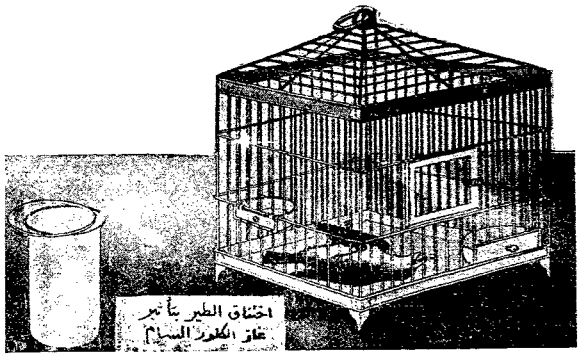
فحكى لزملائه أنه شاهد الألمان يضعون اسطوانات من الغاز السام فى الخنادق الأمامية ، ولكنهم لم يعبأوا بقوله ، ولم يأخذوا الحيطة لأنفسهم ، فما كان يوم ٢٢ ابريل سنة ١٩١٥ حتى شاهد الحلفاء سحباً كثيفة قريبة من سطح الأرض ، تنطلق من خنادق العدو ، وتتحرك بسرعة نحوهم ، حاملة بين طياتها الذعر والموت والفناء . وبعد ذلك بنصف ساعة كان الجنود من الصفوف الأمامية يرتمون على الأرض وقد أصابتهم نوبات قاسية من السعال الشديد ، فكانوا يطبقون بأيديهم على حناجرهم ويدفنون وجوههم فى الوحل ، تخلصا من تأثير الغاز ، ورقد الكثير منهم حيث سقطوا رقدتهم الأخيرة ، وقد جحظت أعينهم وتقلصت أطرافهم وخرج الزبد والدم من أفواههم وارتسمت على وجوههم إمارات تنطق بهول ما عانوه فى لحظاتهم الأخيرة من الذعر وآلام الاختناق .

(شكل ٤٧)

فى الحرب الحاضرة — سيدة تريض طفليها وقد لبسوا جميعاً القناعات الواقية

غاز الكلور : ولم تك تلك السحب المهلكة غير غاز الكلور الخانق السام . ومن مارس الكيمياء فى حداثته قد يذكر أن هذا الغاز أصفر مائلا قليلا للاخضرار ، وأنه يحضر عادة من ملح الطعام ، ويحفظ فى اسطوانات من الحديد ، بعد تحويله إلى سائل بالضغط والتبريد . وعند استخدامه فى الحروب توضع الاسطوانات فى الخنادق بحيث تبرز فوهاتها فوق سطح الأرض ، فإذا ما فتحت

خرج تيار الغاز واندفع فى اتجاه الريح ، ولأنه أكثف من الهواء مرتين ونصف مرة تقريباً ، يظل ملاصقاً لسطح الأرض .



(شكل ٤٨)

وأحسن الظروف التى تلائم استخدام غاز الكلور فى الحروب ، أن تكون الأرض منحدرة قليلا نحو العدو ، وأن تكون الرياح فى ذلك الاتجاه ، وسرعتها بطيئة حوالى ١٠ كيلومترات فى الساعة . وإذا حدث أن عكست الرياح اتجاه سيرها بعد إطلاق الغاز ، فانه يرجع ثانية ويهاجم الصفوف التى أطلقته . ولذا يغلب على الظن أنه إذا استخدم هذا الغاز فى الحرب الحاضرة ، فانه سيقذف على هيئة قنابل ملأى بسائل سهل التطاير يحتوى على هذا العنصر ، وتصوب القذيفة إلى ما وراء الصفوف الأمامية ، حتى يصيب الغاز قريبا من العدو أيا كان اتجاه الريح .

ولما كان الكلور غازا غير ثابت ، أى أنه يتبدد بسرعة فى الهواء ويزول

تأثيره ، كما أنه تسهل الوقاية منه ، إذ يكفى وضع كمامة صغيرة على الوجه تحوى إدركسيد الصديوم أو ثيوسلفات الصديوم (وهو الملح المعروف بالهيبو) ، فتمتص هذه المواد الكلور وتمنعه من الدخول إلى الرئتين[1] ، رأى الألمان إعادة الغارة الغازية باستخدام غازات أخرى ، فكانت تجربتهم الثانية بغاز يعرف بالفوسجين ، وهو أشد خطراً من الكلور وأكثر سما وفتكا ، إذ يكفى وجود جزء منه فى ١٠٠٠٠ جزء من الهواء لإحداث إصابة مميتة .

بيد أن دول الحلفاء لم تقف مكتوفة الأيدى أمام تلك الغازات المهلكة ؛ فسرعان ما عمدت إلى محاربة ألمانيا بنفس اللعبة الخطرة والوسيلة الفتاكة التى ابتدأ بها الألمان ، فلم يمض عام واحد على الغارة الأولى حتى كانت الولايات المتحدة تحضر ٢٠٠ طن من الغازات السامة فى اليوم الواحد ، فى حين كان إنتاج ألمانيا منها لا يزيد على ٣٠ طنا فى اليوم . وقبل انتهاء الحرب كانت مصانع الغازات فى إنجلترا تنتج ٥٠٠ طن من الكلور ، ٥٠٠ طن من الفوسجين ، ٥٠٠ طن من الكلوروبكرين ، ٤٠٠ طن من غاز الخردل فى كل شهر .

الفوسجين (ك ا كل$_2$) :

يتركب هذا الغاز من الكلور الخانق متحداً مع أول اكسيد الكربون السام . ويمكن اتحاد هذين الغازين بتعريض مخلوط منهما لضوء الشمس ، ولكن الطرق الصناعية الحديثة لا تعتمد على الضوء فى تحضير هذا الغاز ، بل يستخدم الفحم المسامى لمساعدة التفاعل ، وفى هذه العملية يؤتى بصناديق من الحديد طولها نحو ثمانى أقدام وتحشى بالفحم المسامى ؛ ثم يمرر فيها مخلوط الغازين تحت ضغط كبير . ويحصل على الكلور اللازم لهذه العملية بالتحليل الكهربى لملح الطعام ،

(١) كان الجنود الكنديين فى الحرب العظمى يتبولون على مناديلهم ، ويضعونها فوق وجوههم ، فيتفاعل الكلور مع النشادر الذى فى البول وبذلك يبطل مفعوله .

وعلى أول اكسيد الكربون بإمرار تيار بطىء من الأكسجين النقى على طبقات مسخنة من فحم الكوك .

والفوسجين غاز عديم اللون إذا كان نقياً ، ولكن عند إطلاقه فى الهواء يمتزج ببخار الماء ويكون سحابة بيضاء اللون ، ورائحته تشبه رائحة الدريس أو التبن المتعفن . وهو مهيج شديد لأعضاء التنفس والرئتين ، ومدر للدموع ، ويصيب من يتعرض له بنوبة من السعال الشديد ، وإذا استنشق منه الإنسان كمية كافية فإنها تؤدى إلى موته . وقد يوجد فى الهواء بكمية صغيرة جداً بحيث لا يشعر برائحته الانسان ، ومع ذلك فهذه الكمية الصغيرة قد تحدث تأثيراً سيئاً فى القلب يدوم عدة أيام ، وقد يموت الشخص خلالها إذا قام بأى مجهود عنيف .

الكلوروبكرين (ك كل$_3$ ن ا$_2$ Chlorpicrin) :

حضر هذا المركب بكمية كبيرة فى أمريكا فى أثناء الحرب العظمى . وهو ليس شديد السم مثل الفوسجين ، ولكن له مزية خاصة وهى أن المواد الواقية التى يحتوى عليها خزان القناع لا تمتصه بسهولة ، وأنه يسبب العثيان والقىء ، فيضطر الجندى لخلع كمامته ، وعند ذلك يعرض نفسه لأبخرة أشد فتكا من الكلوروبكرين ، قد يدفعها العدو وراء الغاز الأول مباشرة .

والكلوروبكرين سائل يميل عادة فى قنابل تحوى ٢٠ ٪ من كلورور القصدير ، ووجود الملح الأخير يسبب انتشار السائل على هيئة سحب كثيفة بيضاء تمتزج بالهواء وتنفذ من الكمامات . وهو يحضر بتفاعل غاز الكلور مع حامض البكريك (ثالث نترو الفينول) ، وطريقة ذلك أن يمزج مسحوق القصر أو التبيض (وهو ما يعرف بكلورور الجير) بالماء لعمل مستحلب منه ، ثم يضاف إليه محلول بكربات الكالسيوم ، فيسخن المزيج من جراء التفاعل ويتطاير منه

الكلوربكرين مع بخار الماء ، وعند تكثيفهما يهبط سائل الكلوربكرين أسفل طبقة الماء ، ويمكن فصله بعد ذلك وملء القنابل به .

غاز الخردل (Di - chlor - ethyl - sulphide) :

$$\text{كل} . \text{ك}_٢ \text{يد}_٤ > \text{كب}$$
$$\text{كل} . \text{ك}_٢ \text{يد}_٤$$

قد ينسى الكثيرون ممن دخلوا المعامل الكيميائية فى حداثتهم جميع المواد التى قاموا بتحضيرها ، ما عدا اثنين منهما ، وهما غاز الكلور ، وغاز كبريتور الإيدروجين . فالأول غاز خانق يهيج الحنجرة ويؤذى الرئتين ، والثانى غاز سام بغيض الرائحة (تشبه رائحته رائحة البيض الفاسد) . والسعيد من أفلت فى دراسته من الإصابة بنوبة سعال شديد بسبب التعرض للغاز الأول ، أو بنوبة غثيان بسبب استنشاق كمية من الغاز الثانى .

ويمكنك إذن أن تتصور ما يحدث إذا اتحد هذان الغازان الكريهان دون أن يفقدا شيئاً من خواصهما السامة . فهذا المركب الذى ينتج من اتحادهما ما هو إلا غاز الخردل . وهو ليس بغاز ولا هو بذى صلة بنبات الخردل ، ولكنه زيت يشبه فى رائحته[1] زيت الخردل ، ويمكن تحويله بسهولة إلى غاز . وأول من قام بتحضيره فكتور ماير ، الكيمائى الألمانى سنة ١٨٨٦ ، ولكنه وجدأنه مادة شديدة الخطر ، فنبذه جانباً ، ولم يتابع أبحاثه فيه . وقد بقيت المادة المهملة بعد ذلك نحو أربعين عاماً وليس لها وجود إلا فى بطون بعض كتب الكيمياء ، مع فئات من المركبات الأخرى التى اكتشفت ولم يوجد لها أى استعمال . بيد أنه فى صيف سنة ١٩١٧ (١٢ يولية) لم يشعر الحلفاء[2] إلا ورذاذ من هذه المادة

(١) هذه الرائحة قريبة الشبه برائحة الثوم أو الفجل .

(٢) حدث ذلك فى ميدان إيبر (ypres) بإقليم فلاندر ببلجيكا ، ومنها جاءت التسمية الفرنسية للخردل وهى يبريت (yprite) .

الخبيثة يتساقط عليهم ، ويحرق أجسامهم . وفى عشرة الأيام التالية لهذا التاريخ قذف الألمان بنحو نصف مليون قنبلة ، تحوى ٢٥٠٠ طن من غاز الخردل . وقد أحدث هذا الغاز من التأثير السيىء فى جيوش الحلفاء ما جعل تلك الدول تهرع إلى اتخاذه وسيلة رئيسية من وسائل الهجوم . غير أن تحضير هذه المادة الخطرة لم يكن بالأمر الهين ، وقد استنفدت صناعة كميات كبيرة منها مجهوداً هائلاً من الكيمائيين والمهندسين ، ومات كثير من العمال والقائمين بالعمل فى المصانع التى أنشئت لتحضير هذا الغاز .

والمواد الأساسية الأولى لتحضير غاز الخردل ثلاثة ، وهى : غاز الكلور والكحول والكبريت . فعند إمرار الكحول مع بخار الماء الساخن فى أنبوبة محشوة بالكاولين (نوع من الطين الأبيض وهوسليكات الألومنيوم) المسخن ، يتحول الكحول إلى غاز يعرف بالإيثيلين ($\text{ك}_٢ \text{يد}_٤$) .

وعند إمرار تيار من الكلور فى الكبريت المنصهر يتحد معه مكوناً سائلا يعرف بأول كلوريد الكبريت ، وباتحاد هذا المركب مع الإيثيلين ، ينتج السائل المسمى بالخردل واسمه الكيميائى ثانى كلور كبريتور الإيثيل ($\text{كل ك}_٢ \text{يد}_٤ \text{ كب ك}_٢ \text{يد}_٤ \text{ كل}$) ، وهو سائل شفاف زيتى القوام ، ولونه أصفر قريب من لون الكهرمان ، وكثافته ١٫٢٧ جم ، وهو يغلى عند درجة ٢١٧° م متحولا إلى بخار أثقل من الهواء ٥٫٥ مرات . ويتجمد عند درجة ١٤° م إلى بلورات بيضاء ، ولأن هذه الدرجة قريبة من درجة الجو فى جزء كبير من السنة ، فيجب إضافة مذيب ما إلى سائل الخردل ، كى يخفض درجة تجمده ويحفظه فى حالة سائلة فى درجات الحرارة العادية ، وقد استخدم الألمان لهذا الغرض ١٠ — ٢٥ ٪ من بعض السوائل الطيارة مثل رابع كلوريد الكربون ، والكلور بنزين ، والنتروبنزين . واستخدم الأمريكان سائل الكلوربيكرين ، وميزته أن له تأثيراً ساماً ، فوق أنه يذيب الخردل ويخفض درجة تجمده . ومع وجود هذه السوائل

الطيارة ممتزجة بالخردل فهو لا يتطاير بسهولة إذ يبقى أثره ٢٤ ساعة فى الهواء الطلق فى فصل الصيف ، ونحو أسبوع فى الغابات والأمكنة غير المكشوفة ، أما فى الشتاء فقد يدوم أثره بضعة أسابيع فى الهواء الخالص أو فى الأمكنة غير المكشوفة .

وسائل الخردل يذوب بكمية صغيرة فى الماء ، وهو فى الوقت نفسه يتحلل[1] فى الماء إلى كبريتو ثنائى الجليكول (Thiodiglycol) وحامض الإيدروكلوريك .

$$\text{كب} < \begin{matrix} \text{ك بد}_2 \text{ل بد}_2 \text{كل} \\ \text{ل بد}_2 \text{ل بد}_2 \text{كل} \end{matrix} + ١٢ \text{بد}_2 \longleftarrow$$

$$\text{كب} < \begin{matrix} \text{ك بد}_2 \text{ك بد}_2 . ١ \text{بد} \\ \text{ك بد}_2 \text{ك بد}_2 . ١ \text{بد} \end{matrix} + ٢ \text{بد كل}$$

ويحدث هذا التميؤ أو التحلل المائى (Hydrolysis) عند ملامسته بخار الماء الذى بالهواء ، أو الماء الذى على سطح الأرض ، ومعنى ذلك أن الخردل يفسد ويبطل تأثيره تدريجياً إذا كان الهواء رطباً ، أو كانت الأرض مبللة بالماء . وتزيد سرعة التميؤ بوجود القلويات ، والكربونات القلوية ، ومذيبات الخردل التى تمتزج بالماء مثل الكحول .

ويذوب الخردل بسرعة فى كثير من المذيبات العضوية مثل الإتير والكلوروفورم والأسيتون وفى الدهنيات العضوية ، نباتية كانت أم حيوانية . ويذوب بصعوبة فى الزيوت المعدنية وفى الفازلين والبرافين . وهو يذوب أيضاً فى المواد الراتنجية والصمغية مثل الكاوتشوك والمطاط ، ولذا ينفذ الخردل بسهولة من الأحذية والقفازات المصنوعة من الجلد أو المطاط ، كما أنه ينفذ من جميع أنواع الملابس ، وعلى الأخص إذا وقع عليها السائل ذاته . ومن أجل هذه الخاصة

(١) عند وضع ١ جم من سائل الخردل فى لتر من الماء ، يتحلل جميعه فى مدة ٣٠ دقيقة ، وتزيد هذه السرعة عند تسخين الماء .

الهامة ، خاصة الذوبان والنفوذ كانت الوقاية من الخردل أمراً من أصعب الأمور ، فهى لا تحدث إلا عن طريق هدم جزىء الخردل وتحليله إلى جزيئات من مواد أخرى غير ضارة . ومن خير المواد فى إتلاف الخردل وإبطال مفعوله مسحوق التبييض المعروف بكلورور الجير ، وهو فى الحقيقة كلورو هيبو كلوريت الكالسيوم (كا ا كل$_2$) ، فهو يتفاعل مع الخردل مكوناً كبريتو اكسيد الخردل (mustard sulphoxide) وكلورور الكالسيوم ، وهما مركبان غير سامين عديما الضرر .

$$\text{كا ا كل}_2 + \text{كب} < \begin{matrix} \text{ل بد}_2 \text{ل بد}_2 \text{كل} \\ \text{ل بد}_2 \text{ك بد}_2 \text{كل} \end{matrix} =$$

$$\text{كا كل}_2 + \text{كب ا} < \begin{matrix} \text{ل بد}_2 \text{ل بد}_2 \text{كل} \\ \text{ك بد}_2 \text{ل بد}_2 \text{كل} \end{matrix} [1]$$

ويمكن القول بأن غاز الخردل أقرب الغازات التى استخدمت فى الحروب السابقة إلى حد الكمال ، إذ تجتمع فيه كثير من الصفات اللازمة للغاز الحربى ، فهو أولا غاز مستديم (Persistent) ، أى أنه لا يتطاير بسرعة مثل الكلور أو الفوسجين بل يكمن جزء منه فى الأمكنة التى أطلق فيها ، وتمتصه التربة والخيام والملابس ، وقد يبقى فيها بضعة أيام بعد إطلاقه ، حتى إذا خلع الجندى كمامته وجد السم كامناً له بالمرصاد . وقد حدث فى كثير من الأحيان أن خلع الجنود قناعاتهم بعد مضى ١٢ ساعة من غارة بغاز الخردل ، فوجدوا الغاز لا يزال فى انتظارهم ، وأصيب بعضهم بالتهاب حاد فى العينين وبعضهم الآخر بالتهاب الرئتين . وقد يحدث أن تسطع أشعة الشمس على مكان فيتبخر السائل الذى امتصته التربة ويصيب من جلس فى ذلك المكان . أو تكون الملابس مشربة بالسائل ، وعند الشىء أو القيام بمجهود جثمانى يتبخر السائل بتأثير حرارة الجسم وينفذ إلى الجلد ويصيبه بالحروق . ويختلف تأثير الخردل فى الجلد من احمرار فقط ، إلى

(١) Chemicals in War; A, M, Prentiss .

حروق بسيطة ، إلى نقطات مؤلمة ، وجميعها يمكن الشفاء منها وإزالتها دون أن تترك أثراً دائماً ، إذا بودر إلى معالجتها فى الحال .

وغاز الخردل — فوق تأثيره فى الجلد — يحدث تهيجاً شديداً فى العينين ويؤثر فى أغشية الأنف والرئتين ، وإذا استنشق الإنسان كمية كبيرة منه فإنه يسبب النزلة الشعبية والتهاب الرئتين وبعض المضاعفات الأخرى التى قد تؤدى إلى الوفاة .

وهناك بجانب الغازات التى قد تقدمت — وهى الكلور والفوسجين والكلوروبكرين والخردل — غازات أخرى استخدمت فى الحرب العظمى ، وقد تستخدم فى الحرب الحاضرة ، ومن هذه الغازات بعض مركبات الكلور والبروم واليود والسيانوجين مثل غاز كلوروفينيل ثانى كلورو الأرسين (Chlorvinyl dichlorarsine) : ك يد كل ك يد ز كل٢ ، وهو المعروف باللويسيت[1] ، والبرومو أسيتون (Bromacetone) : ل ح يد٣ ك ا ك يد٢ بر ، ويعرف بالرمز (B . A .) ، والكلور أسيتوفينون : ك٦ يد٥ ك ا ك يد٢ كل ويعرف بالرمز (C. A. P.) ، والبروموسيانيد البنزيل ك٦ يد٥ ك يد بر ك ن ، (B. B. C) . وفى قائمة الغازات التى استخدمت فى الماضى نحو ثلاثين مركباً لكل منها مزايا معينة ، فغاز الخردل مثلا لا يصلح استخدامه إذا أريد الاستيلاء على الخنادق ، لأن أثره يبقى بضعة أيام فيها ، فيتعذر على الجيش الظافر احتلالها ، وأصلح الغازات لذلك الغرض غاز الفوسجين لأنه سريع التطاير . وقد تكون مزية الغاز أنه ضعيف الرائحة جداً بحيث لا يدركها الجندى ، ولكنه يسيل الدمع بغزارة مثل كلور الفينيل كاربيل أمين (ك٦ يد٥ ك ن كل٢ : Phenyl carbylamine chloride) ، أو يحدث العطاس الشديد مثل ثانى فينيل كلورو

(٢) نسبة إلى الدكتور لويس بأمريكا (Dr, W; Lee Lewis) ، وهو يحضر بتفاعل غاز الاسيتيلين مع ثالث كلوريد الزرنيخ وإضافة حامض الايدروكلوريك إلى المركب الناتج .

الأرسين (ك٦ يد٥)٢ ز كل (Di Phenyl chloro arsine) بحيث يتعذر على الجندى لبس كمامته ، وعند ذلك يطلق العدو من الغازات ما هو أشد سماً وفتكا من الأولى .

وقد يكون الغاز سريع الفعل شديد الفتك ، ومع ذلك لا يصلح للاستخدام فى الحروب لصعوبة تحضيره أو حفظه ، فالغازات الحربية يجب أن تكون سهلة النقل والحفظ والتعبئة ، وأن يمكن تحضير آلاف الأطنان منها فى مدة وجيزة وبنفقات غير باهظة ، وألا تتحلل أو تفقد شيئا من تأثيرها قبل مضى ستة أشهر على تحضيرها ، وألا تتفاعل مع جدر الاسطوانات أو القنابل التى تحفظ فيها .

مزايا الخردل :

وفيما يلى ملخص للمزايا التى جعلت الخردل أهم الغازات الحربية المعروفة الآن على وجه الاطلاق :

١ — سام سريع التأثير : ١٥ر٠ مليجرام فى لتر من الهواء لمدة عشر دقائق تسبب الوفاة[1] .

٢ — مستديم (Persistent) ، إذ يبقى أثره من ٦ إلى ٢٤ ساعة فى الهواء الخالص .

٣ — لا يرى بالعين ورائحته ضعيفة جداً ، وليست له علامة أخرى تنذر الجنود بوجوده حولهم .

٤ — ينفذ من جميع أنواع النسوجات والمطاط والمواد العضوية الأخرى .

(١) غاز الخردل سمى إذا كانت درجة تركيزه فى الهواء بين ٠٠٦ر٠ إلى ٣ر٠ مليجرام فى لتر من الهواء ، فان كانت درجة التركيز ١٥ر٠ جم ./. لتراً فإنه يسبب الموت إذا استنشقه الانسان لمدة عشر دقائق ، وإن كانت ٠٧ر٠ جم ./. لترا فانه يسبب الموت إذا تعرض له الإنسان نصف ساعة ، وإن كانت ٠٠١ر٠ جم ./. لتراً وتعرض له الانسان ساعة كاملة فانه يؤذى العينين والرئتين .

٥ — يسهل الحصول على المواد الأولية اللازمة لتحضيره ، وهى الكحول والكبريت والكلور .

٦ — مركب ثابت (Stable) ، يمكن حفظه مدة طويلة ، ويتحمل انفجار القنابل التى تحويه دون أن يتحلل .

٧ — أكثف من الهواء ٥ر٥ مرات ، فيبقى ملاصقاً لسطح الأرض .

٨ — الوقاية منه ليست بالأمر الهين .

القناعات الواقية :

الغرض من القناع الواقى تنقية الهواء الذى يستنشقه الإنسان من الغازات السامة والمواد الكيميائية الضارة التى قد توجد به عند حدوث غارة جوية . ويتركب القناع المستعمل فى الخدمة العسكرية من ثلاثة أجزاء رئيسية وهى :

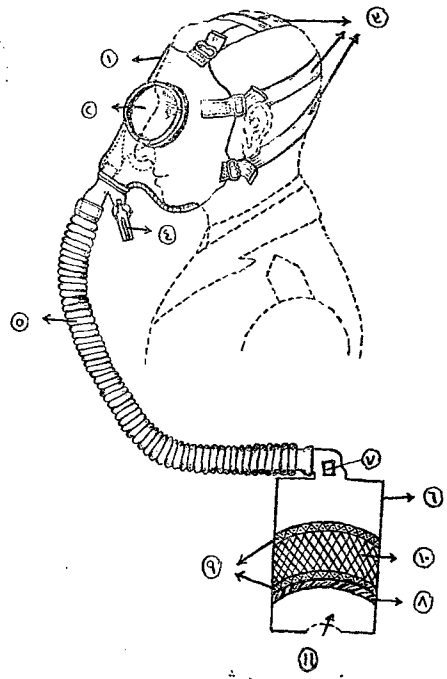
(١) الوجه . (٢) علبة المرشح . (٣) الأنبوبة المتغضنة ، وهى تصل مابين الوجه والمرشح ، وبداخلها حلقات مستديرة من المعدن ، الغرض منها منع انطباق جدران الأنبوبة والتصاقها ببعض عند انثنائها .

١ — أما الوجه فقطعة من المطاط الرفيع تغطى وجه الإنسان غطاء محكما ، فلا ينفذ هواء الشهيق إلى الأنف أو الفم إلا من خلال المرشح ، وبذلك لا يصل الرئتين إلا هواء نقى . وبالجزء العلوى من الوجه عوينات مصنوعة من الزجاج الجامد ، أو من مادة شفافة غير قابلة للكسر تسهل الرؤية من خلالها . وبه ثلاثة أربطة يثبت بها وراء الرأس . وهناك صمام فى أسفل الوجه يخرج منه هواء الزفير .

٢ — وأما المرشح (canister) فهو علبة من المعدن ، بها مواد خاصة تنقى الهواء الذى يمر خلالها من الغازات الضارة التى قد توجد به .

ويتركب المرشح من ثلاثة أجزاء أساسية وهى :

القناع العسكرى



١ الوجه وهو من المطاط الرفيع
٢ علبة المرشح
٣ العوينات
٤ أربطة الرأس
٥ صمام لخروج هواء الزفير
٦ الأنبوبة المتغضنة
٧ صمام لدخول الهواء
٨ قطن أو لباد
٩ مصفاة معدنية
١٠ فحم نباتى منشط ومعه الصودا الجيرية
١١ فتحة دخول الهواء

(شكل ٤٩)

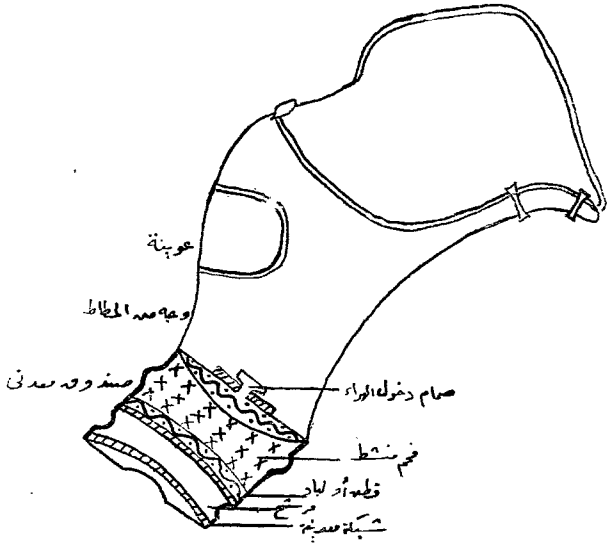
(ا) الصندوق المعدنى وبأسفله فتحة مستديرة مركب عليها صمام خاص يسمح بدخول الهواء إلى المرشح ولا يسمح بخروج الهواء .

(ب) جهاز الترشيح وهو مصفاة من المعدن ثقوبها ضيقة ، وملأى بالمادة الكيميائية من الداخل ، ويحيط بها من الخارج طبقة من القطن أو اللباد ، وهذه الطبقة تعمل على حجز الدقائق الصلبة أو السائلة التى تتركب منها دقائق الدخان السام .

(ح) المادة الكيميائية ، وهى تفصل الغازات السامة من الهواء ، وذلك بواسطة الامتصاص ، أو بالتعادل الكيميائى ، أو بهما معاً . ويجب أن تكون هذه المادة مسامية القوام حتى لا تعوق سير الهواء أو تسبب مقاومة فى التنفس ، ويجب ألا تتفاعل مع المعدن الذى يتكون منه المرشح . وألا تفسد إذا كان الهواء مشبعاً بالرطوبة . وأن تمتص الغازات بسرعة كبيرة ، لأن الهواء الداخل لا يلامسها إلا لمحة سريعة جداً . وأن يكون لها قدرة على امتصاص كمية كبيرة من الغازات حتى لا يُحتاج إلى تجديدها فى فترات متقاربة . ويجب أن تكون رخيصة متوفرة .

ويمكن القول بأن المادة الوحيدة التى تتوافر فيها جميع الشروط المتقدمة هى الفحم النباتى المنشط (activated) . وأحسن أنواع الفحم النباتى لهذا الغرض ما صنع من قشور جوز الهند . وقد استخدم أيضاً فى الحرب الماضية قشور البندق والأنواع الأخرى من قشور الجوز ، ونوى بعض الفواكه ونحو ذلك . وبتعريض الفحم النباتى لفعل الحرارة[1] وبخار الماء الساخن ، يتحول إلى مايعرف بالفحم المنشط ، وهو ما يملأ به جميع المرشحات .

(١) يسخن الفحم لدرجة ٩٠٠° م عدة ساعات ، وذلك لتنظيف المسام وتخليصها من المواد العضوية حتى تقوم بوظيفتها — وهى امتصاص الغازات — على أكمل وجه .



(شكل ٥٠)
القناع الشمى

وعند مرور الهواء المحمل بالغازات السامة خلال الفحم المنشط تُجذب جزيئات الغاز نحو المسام وتلتصق بحبيبات الفحم ، كما تجذب برادة الحديد نحو المغناطيس ، وتعرف هذه الظاهرة بالامتصاص (Adsorption) . أما الهواء النقى فيمر فى طبقة الفحم دون أن يمتص ، وينفذ إلى الأنبوبة المتفضنة التى توصله إلى وجه القناع .

بيد أن الفحم لا يمتص الأبخرة السريعة التطاير ، مثل الفوسجين ، امتصاصاً كاملا ، فهى تنفصل عنه تدريجياً وتنفذ مع الهواء . ومن أجل هذا السبب يوضع عادة مع الفحم النباتى مادة كيائية أخرى ، وهى الصودا الجيرية (٨٠ ٪

فحم نباتى ، ٢٠ ٪ صودا جيرية) كى تساعد على امتصاص الغازات المتقدمة .

والصودا الجيرية مزيج من الجير المطفأ والأسمنت وطمى الكيزلجور (Kieselguhr) وإيدركسيد الصديوم بنسبة معينة . فالغازات السهلة التطاير التى تفلت عادة من الفحم النباتى ، تمتصها الصودا الجيرية ، وتتحد معها اتحاداً كيميائياً . ومن مزايا استخدام هذه المادة بجانب الفحم ، أن زيادة مقدار الرطوبة فى الهواء ، أو ارتفاع درجة الحرارة ، تقلل من قدرة الفحم على امتصاص الغازات ، ولكن هذه العوامل نفسها تزيد قدره الصودا الجيرية على امتصاص هذه الغازات .

ويصح أن نورد هنا ما ذكره الجنرال أموس فرايز (Amos. Fries) بأمريكا بشأن الغازات : « إن المعارضة القوية التى قامت ضد استخدام الغازات السامة فى الحروب ليس لها ما يبررها ، والحقيقة أن موجة الاعتراض تقوم دائماً عند استخدام سلاح جديد فى الحرب ، لم يعهده الناس من قبل ؛ فقديماً قالوا إن استخدام البنادق بدل السيف والسهام والرمح ليس من البسالة أو الفروسية فى شىء ، ويزعمون الآن أن استخدام الغازات بدل البنادق وحشية وقسوة ، والواقع أن الغازات هى أقل وسائل الحروب قسوة وأقربها إلى الإنسانية ، فهى إن قضت على الجندى فهى تفعل ذلك فى فترة قصيرة ، أما الجروح الناشئة عن الرصاص وشظايا القنابل ، فقد تستغرق بضعة أشهر قبل أن تلتئم ، يعانى الجندى خلالها أشد الآلام . وتدل الإحصاءات التى عملت فى الحرب العظمى على أنه فى كل ١٠٠٠ إصابة بالغازات كانت حوادث الوفاة بين ٣٠و٤٠ فقط ، فى حين أنه بلغت حوادث الوفاة باستخدام الرصاص والمقرفعات الأخرى ٧٥٠ وفاة لكل ١٠٠٠ إصابة ، كما أن حوادث الإصابة بعاهة مستمرة بسبب الغازات تكاد تكون فى حكم النادر ، بعكس المقرفعات فحوادث فقد البصر وبتر الأذرع

والساقين بسببها تعد بالآلاف . فلا داعى إذن لذلك الذعر والخوف الذى حل فى أفئدة البسطاء من الناس لكثرة ما سمعوه عن أهوال الغازات الخانقة . وأولى بنا جميعاً الآن أن يكفوا عن المغالاة فى وصف هذه الأخطار فان ذلك ليس من التشجيع فى شىء ، وقد يثبط عزائمهم ويعوقهم عن حماية أنفسهم عند حدوث الغارات ، خصوصاً وأن وسائل الوقاية من الغازات أصبحت الآن فى متناول الجميع »[1] .

---

(١) Creative chemistry : sIosson