الجزء الثاني

التكنولوجيا

المحتويات

الموضوع	الصفحة
مقدمة	٢٢٥
الثورة الصناعية	٢٣١
تكنولوجيا صناعة الصلب	٢٣٥
الآلات الحرارية	٢٣٧
النقل	٢٤٣
الصواريخ	٢٤٧
صناعة الطاقة	٢٥١
صناعة الكيماويات	٢٦٥
الطباعة	٢٦٧
صناعة الزجاج	٢٧١
صناعة البلاستيك	٢٧٥
طلي المعادن	٢٧٧
قياس الوقت، والساعة	٢٨١
التصوير الضوئي	٢٨٥
صناعة السينما	٢٨٩

الموضوع	الصفحة
المصعد	٢٩٣
تكييف الهواء	٢٩٥
صناعة المطاط	٢٩٩
صناعة النسيج	٣٠١
الهندسة الإنشائية	٣٠٧
الاتصالات	٣١٣
الدوائر الإليكترونية المتكاملة	٣١٧
الحاسب الآلي	٣١٩
تكنولوجيا المعلومات	٣٢٣
تكنولوجيا الاستنساخ	٣٢٧
المراجع	٣٣١

مقدمة

التكنولوجيا Technology هي دراسة الأساليب الفنية والتقنيات البشرية في صناعة وعمل الأشياء. وبالرغم من أن جميع التقنيات البشرية هي موضوع دراسة التكنولوجيا، إلا أنه أصبح من الشائع قصر نطاق التكنولوجيا على التقنيات الإنتاجية والصناعية، وتقنيات التشييد والنقل والاتصالات. وتعتبر دراسة تطور استخدام القوى المحركة، وأنواع ومصادر الطاقة من صميم اهتمام دراسة التكنولوجيا، ومفتاح فهم التاريخ الإنساني في المجال التكنولوجي. إن علم الآثار ودراسة الحضارات القديمة -الأركيولوجيا Archeology - معني بإعادة بناء الشكل التاريخي القديم، ودراسة الفنون الصناعية على مدى تاريخ تطور التكنولوجيا. لقد أثبتت دراسة الحضارات القديمة أن التكنولوجيا أقدم من العلم، فإذا كان العالم معنيًّا بالفهم المنهجي للظواهر والأنشطة الطبيعية والتي قد بدأ مع الحضارات الأولى، فإن التكنولوجيا قد بدأت مع ظهور الإنسان العاقل Homo Sapiens من خلال تصنيع أدواته البدائية التي استخدمها في الصيد وفي أنشطته الحياتية.

بدأ الإنسان أول طريق استخدام الأساليب الفنية في صناعة الأدوات، والتحكم في النار للاستفادة من الطاقة الحرارية، منذ عهد ليس بقصير قد يكون قد امتد لحوالي مئات الآلاف من السنين أو يكون قد طال لمليون سنة أو أكثر. في البداية، كان الإنسان منتشرًا في جماعات صغيرة متناثرة في بقاع شتى في أفريقيا شبه الاستوائية، لما كانت تتصف به هذه المناطق من ظروف طبيعية ملائمة للحياة. ربما فقدت معرفة التقنيات وأعيد اكتشافها مرات عديدة، قبل أن يتزايد البشر بدرجة تدعم استمرارية نقل المعرفة من جيل إلى آخر. كان الإنسان الأول يتمتع بمهارات غريزية تمكنه من تصنيع أداة صغيرة تقتضيها مناسبة عابرة في الصيد أو الحفر أو التقاط ثمار الأشجار.

لقد استطاع الإنسان ببطء -ولكن بتصميم- فرض كينونته على الطبيعة التي كانت في كثير من الأحيان تقف ضده من خلال البراكين والزلازل، والبرق والرعد والأمطار، والمناخ شديد البرودة وشديد الحرارة. كان الإنسان في أول الأمر هشًّا ضعيفًا، عرضة لأن يكون فريسة لحيوان ضاري، أو ضحية الظواهر الطبيعية. جاءت القفزة الثانية حينما اخترع الإنسان أدوات جديدة هيأت له البدء في عملية الزراعة، عن طريق تمهيد وتسوية وحرث الأرض، واستخراج المياه وتصريفها، وحصاد الثمار وتخزين الحبوب. وتغيرت أساليب الحياة من قنص وصيد، ورعي وتجوال، إلى استقرار وزراعة وحصاد، ووصف علماء الأركيولوجيا هذا التحول بأنه «ثورة العصر الحجري الحديث» لأنه يمثل تحولاً هائلاً في أنماط الحياة، وأساليب المعيشة. بدأت هذه الثورة على ضفاف الأنهار الكبرى مثل نهر النيل، ودجلة والفرات، والإندوس، والجانج، والنهر الأصفر، حيث كانت التربة خصبة، تحمل إليها مياه الفياضانات مزيدًا من الطمي.

كانت الظروف ملائمة لطبيعة التقنيات التي استخدمها المشتغلون بالزراعة في تلك العصور منذ حوالي عشرة آلاف عام قبل الميلاد، لتبدأ ثورة العصر الحجري الحديث حول الأنهار الكبرى، ثم تمتد هذه الثورة إلى غالبية مناطق الكتلة اليابسة في أفريقيا وآسيا وأوروبا. خلال هذه الفترة، اتسع نطاق تشكيل الحجر لصناعة الأدوات والأسلحة، وازداد أسلوب صناعتها صقلاً. عزز امتلاك الحيوانات الأليفة، تحويل صوف الماشية إلى ألياف لصناعة النسيج، وتحويل جلود الحيوانات إلى ملابس يستر بها الإنسان بدنه. أدى التقدم في استخدام النار والتحكم فيها إلى ابتكار القمائن والأفران لصناعة الأواني الفخارية والسيراميك، ثم بعد ذلك لتشكيل المعادن. تهيأت للإنسان بعد ذلك تقنيات صناعة الأدوات المعدنية، بعد أن قام باستخراج المعادن من خاماتها الطبيعية، ثم تشكيلها على هيئة أدوات وغيرها من المصنوعات التي تساعده في رحلته الحياتية. ومن هذا المنطلق يمكن إطلاق مصطلح «الحضارة» على التطور الهام الذي حدث في أساليب معيشة الإنسان.

أدى البحث على الموارد المعدنية إلى التوسع في الاستكشاف، ونمو التجارة، وذلك لندرة وجود هذه الموارد بكميات وفيرة وكافية. اتسمت بعض المعادن مثل الذهب والفضة بالندرة فتحولت إلى معادن ثمينة وقيمة. تعرف الإنسان إلى صناعة البرونز حيث حدث صدفة وجود مزيج من النحاس والقصدير بالقرب من النار، فتكون معدن صلدًا أمكن

استخدامه في صناعة الكثير من الأدوات. أمتدت حضارات العصر البرونزي على مدى الألف الثانية قبل الميلاد، والتي نشطت فيها حركة التجارة حول شواطئ البحر المتوسط، امتدت أيضًا لتشمل السواحل الإسبانية والبريطانية، وذلك بحثًا عن القصدير الذي كان عنصرًا حيويًّا لصناعة الأسلحة والأدوات والحلي. اتسمت مهارات الصناعات اليدوية بالبساطة، فكانت تقوم على تحويل المعادن الطبيعية نسبيًّا مثل النحاس والذهب إلى مشغولات معدنية عن طريق السبك والطرق والدرفلة والسحب. ونظرًا لأن البرونز أكثر صلابة من النحاس فقد أصبح مادة مفيدة لصناعة أدوات التقطيع وصناعة الأسلحة.

بدأ عصر الحديد منذ حوالي ثلاثة آلاف عامٍ خارج مراكز الحضارات السابقة، في مناطق آسيا الوسطى، وتميز باختراع تقنيات تشكيل خام الحديد. كان يوجد هذا الخام في مناطق واسعة جدًا وسط أراضي سبخة بحيث أمكن استخراجه بسهولة، كما كان يوجد في صورة ترسبات وسط صخور صلبة. كان من الضروري توافر أفران صهر تتحمل درجات الحرارة المرتفعة لساعات طويلة، من أجل تحويل الخام إلى معدن حديدي قابل للطرق والتصنيع، كانت هذه الأفران تقام عادة فوق قمم تلال مكشوفة في العراء للاستفادة من تيارات الرياح الطبيعية، واستخدام منفاخ يحركه العمال باليد أو بالقدم لتندفع منه تيارات هواء اصطناعية. حلت السلع المصنوعة من الحديد محل الأدوات والأسلحة المصنوعة من البرونز، مما ساعد على المزيد من التطور الحضاري.

انتشر نظام العبودية في مجتمعات الحضارات القديمة لتوفير قوة العمل اللازمة للأعمال شديدة الوضاعة، أو الأعمال التي كانت تتطلب مجهودًا بدنيًّا. عرقل نظام العبودية مسيرة التقدم التكنولوجي لوجود أعداد كبيرة من الأيدي العاملة من العبيد، التي أدت إلى الاسترخاء في بذل الجهد لتجديد التقنيات والمهارات الفنية لعمليات التصنيع، وإلى عدم تخصيص موارد كبيرة وأساسية من أجل التطوير. لقد أصبح شراء العبيد أقل تكلفة من استخدام تقنية جديدة، مما حول اهتمام الإنسان إلى الأهداف السياسية والثقافية والدينية بدلاً من الأهداف التقنية والتطور التكنولوجي. تمثلت مظاهر

تقدم الحضارات القديمة في القدرة على استغلال التكنولوجيا لتحسين القدرة الحربية، أو تشييد الهياكل الدينية والمباني والقصور ذات الروعة المعمارية والإنشائية. لم تشهد المجالات التقليدية مثل توفير طاقات العمل ومثل المجالات الإنتاجية والصناعية، سوى تقدم ضئيل.

يبدأ الاختراع أو الابتكار بفكرة، ولكن لن تتطور هذه الفكرة وتتحقق إلا إذا وجدت حاجة اجتماعية لها، وموارد اقتصادية لتنفيذها. أكد توماس أديسون على أن جميع اختراعاته من نتاج تسعة وتسعين في المائة من الجهد والعمل، ويتبقى واحد في المائة فقط من نتاج الإلهام، الذي يعتبر شرارة تشكيل الفكرة. إن الإلهام لا يتوافر إلا لعقل مهيأ جيدًا للصراع مع مشكلة غير مألوفة، فيصبح من الصعب تحديد الاستعدادات الملائمة التي تقود الباحث إلى الحل الصحيح، أو التغلب على مشكلة عويصة. إن الصفة العامة للعلماء والباحثين هي العمل الجاد، فالإبداع لا يأتي من الإلهام الفجائي لعقل خامل، إنما يأتي من العمل النشيط لإنسان ذي فعالية فعالة. تتمثل الخصائص الشخصية الأخرى التي تميز المبدعين والمبتكرين في الرغبة في اقتحام المجهول والغامض، والاستقلالية في التفكير والممارسة، والاستبطان الداخلي، وعدم الامتثال للأعراف والقوالب الجامدة. إن التفكير الخلاق أحد الوظائف العقلية التي ترتبط بالذاكرة والانتباه والخيال، وهو التفكير، النائي عن الغرائز والانفعالات، والذي أدى إلى تقدم الحضارة الإنسانية ورقيها.

قامت الحضارة الغربية التي تواصلت واستمرت على مدى الثلاثة قرون الأخيرة على دعامات الثورة التكنولوجية، التي هيأت للتطور الحضاري وواكبته. بعد سنوات طوال من الاضطهاد الديني، وعهود طويلة من الكبت الاجتماعي والسياسي، توافرت للقارة الأوربية مناخ مشجع من الحرية والديمقراطية أقنع أصحاب المشروعات لتوفير الموارد والأسواق، دون خوف من وقوع اضطهاد سياسي أو ديني، وكان له الأثر الفعّال في وضع جميع الاختراعات والابتكارات في حيز التنفيذ، والإنتاج والتسويق. إذا كانت التكنولوجيا تعني التقنيات البشرية بصنع وأداء الأشياء، فإن الطاقة تحتل مكانة مميزة في

منظومة التكنولوجيا؛ لأنها هي التي تهيئ للبشر القدرة على صنع المنتجات وأداء الأعمال.

كان المصدر الوحيد للطاقة هو عضلات الإنسان، ثم بدأ التطور التكنولوجي باستغلال مصادر أخرى تضاف إلى قدرات الإنسان أو تستبدل بها، مثل الروافع البسيطة وعصا الحفر. أمكن للإنسان ترويض الحيوانات لحمل الأثقال، وجر الأدوات الضخمة مثل المحراث. أدرك الإنسان إمكان استخدام المصادر الطبيعية للطاقة مثل الرياح، والماء، والمد والجزر، وطاقة حرق أفرع وورق الأشجار. استغل الإنسان طاقة الرياح، وطاقة سقوط المياه في الأنهار في أداء بعض الأعمال التي تستلزم جهدًا وتكرارًا مثل طحن الحبوب، مما استلزم تطوير تقنيات جديدة في فهم العمليات الميكانيكية الأساسية، وكذلك في تطوير المهارات الخاصة بالتشييد واللازمة لبناء الطواحين. جاءت الطفرة الهامة والحيوية في تاريخ البشرية من خلال اكتشاف الطاقات الهائلة المختزنة في الوقود الأحفوري، من فحم ونفط وغاز طبيعي. أعقب ذلك في عصور ليست بطويلة اكتشاف الطاقة المختزنة في الذرة ليهيمن الإنسان على طاقات كوكب الأرض، ويستغلها في سفه وإسراف، قبل أن يفيق من نشوة تبديد مصادر الطاقة التي لا يمكن تعويضها، فيتجه إلى مصادر أخرى من الطاقات الجديدة والمتجددة، ويتجه أيضًا إلى تكنولوجيات إدارة وترشيد استهلاك الطاقة.

إذا كان العلم هو المعرفة المكتسبة من دراسة السلوك في الطبيعة، فإن العمل وتطور تقنياته هو القمة المضافة للعقل الإنساني في المنظومة البشرية. تتمثل قيمة العمل في الكلمات القليلة للفيلسوف الألماني هيجل: إن أصغر عمل متحقق لهو أكبر قيمة من أجمل فكرة لم تستطع أن تتجاوز دائرة الإمكان، فبقيت مجرد مشروع... إنه لمن أخطر الأمور وأشدها ضررًا أن يحاول المرء وقاية نفسه تمامًا من كل خطأ. إننا إذا لم نخطئ، وإذا لم نحاول العلو على أخطائنا، فإنه هيهات لنا أن نصبح حكماء.

الثورة الصناعية

بدأت الثورة الصناعية في أوروبا وخاصة في إنجلترا في الربع الأخير من القرن الثامن عشر، بأفول عهد الرأسمالية التجارية، أو ما كانت تسمى بالمركنتيلية. وبعد ترسيخ عصر العقل في أوروبا والذي بدأ في القرن السابع عشر، وبعد أن توسع العلماء والمخترعون والمكتشفون في تطوير الصناعة بجميع مجالاتها، بزغ عهد صناعي جديد قائمًا على التكنولوجيا عالية التقنية.

شهدت الثورة الصناعية سلسلة تغيرات في عمليات التصنيع والتكنولوجيا الخاصة بها. إذا كان إنتاج الحديد باستخدام فحم الكوك قد بدأ في عام ١٧٠٩ بواسطة إبراهام دربي بإقامة مصنع لصهر الحديد في كولبروك ديل بإنجلترا، فإن التوسع في استخدام فحم الكوك قد واكب الثورة الصناعية التي أدت إلى زيادة الطلب على الحديد. ونظرًا للخواص الجيدة لفحم الكوك، أصبح في الإمكان إقامة أفران صهر أكبر حجمًا، كما أمكن تطبيق نظام دفعة الهواء السابق التسخين (فرن تسخين الهبوب) مما زاد من إنتاجية وكفاءة عملية التصنيع. أصبح الحديد -خاصة الحديد الزهر- متاحًا في جميع أسواق العالم لاستخدامه على نطاق واسع في أغراض البناء والتشييد. تغيرت تقنيات معالجة الحديد والصلب لمواجهة الطلب الزائد من السوق، فأصبح بالإمكان إعادة تسخين وتنقية الحديد الزهر عن طريق عملية «التسويط»، بمعنى تحريك الحديد المصهور مع خبث مؤكسد لجعله سهل التشكيل، وذلك لإنتاج حديد مطروق أو مطوع، كنوعية جديدة تستخدم في صناعة القضبان والألواح الحديدية.

حدث تطور مماثل في صناعات الخزف والزجاج والصابون، نتيجة للتقدم العلمي في مجال الكيمياء. كانت صناعة الخزف تقوم على تشكيل الصلصال على دولاب دوار، ثم حرقها في الأفران. لقد استطاع وليام كوك Coke خلال ستينيات القرن الثامن عشر عن طريق استخدام الطفل الصيني المعروف باسم الكولين وإحراقه في درجات حرارة عالية حتى يحدث التحول الكيميائي اللازم، لإنتاج خزف نصف شفاف. أما صناعة الزجاج التي حققت مستوىً رفيعًا من المهارة التكنولوجية في مدينة البندقية بإيطاليا، فإن انتشارها قد واكب قيام الثورة الصناعية، من خلال إقامة المصانع التي كانت تقوم بإنتاج المنتجات الزجاجية على نطاق واسع. كان من نتيجة تحضير حامض الكبريتيك المستخدم في إنتاج كربونات الصوديوم، وهو القلوي المفضل لصناعة الصابون، أن بدأ العلم في إنتاج هذه السلع المهمة.

أدى التطور السريع لصناعة المنسوجات في إنجلترا إلى زيادة الطلب على الكيماويات بكميات كبيرة، كما أصبحت صناعة الأقمشة الصوفية من أسباب الرخاء الصناعي والتجاري في بريطانيا. استخدمت المواد الكيميائية من أجل تنظيف وتبييض وصبغ الألياف الصوفية بدلاً من المواد الطبيعية مثل الشبة والأصباغ النباتية. أدى الطلب على المواد الكيميائية إلى التوسيع في صناعة الكيماويات. ساعد اختراع المحركات البخارية ثم الكهربائية على ميكنة آلات الغزل، وتمكن العامل من نسج خيوط كثيرة في وقت واحد. أدخلت الآلات أيضًا لتجهيز القطن الخام لأغراض الغزل، ولطباعة أنماط ملونة لتكون خيوطًا جاهزة حسب الطلب للتصنيع.

بدأ انتشار صناعة الإليكترونيات -بعد إنتاج الكهرباء على مستوى تجاري- في صورة متواضعة وبطيئة. تم إنتاج الراديو والصمامات الأيونية الحرارية في العقد الثاني من القرن العشرين، ثم اتسعت هذه الصناعة بصورة هائلة مع ظهور أجهزة التليفزيون، والحاسب الآلي، والآلات الحاسبة، والتي شاع استخدامها بعد نهاية الحرب العالمية الثانية. أصبحت الإليكترونيات ركيزة الرقي والارتقاء لاقتصاد الدولة في القرن العشرين، ولذلك لتنوع منتجاتها، وتشعب استخداماتها في جميع المجالات.

توافرت وسائل نقل الغذاء إلى مسافات طويلة منذ عام ١٨٥٠، وأخذت في الازدياد، ولكنها حتى ذلك الحين كانت تكاد أن تكون قاصرة على الغذاء في البلدان الساحلية من الدول الأوربية والولايات المتحدة الأمريكية. أدى النقل بالجملة بواسطة السكك الحديدية والسفن التجارية إلى توفير الحبوب الأمريكية للدول الأوربية خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر. تطورت تقنيات التبريد والتجميد بصورة فعالة منذ سبعينيات القرن التاسع عشر، واستخدمت هذه التقنيات في السفن التجارية لنقل اللحوم ومنتجات الألبان والفواكه الطازجة من دول أمريكا اللاتينية وبعض الدول الأفريقية والآسيوية إلى أوروبا. في هذه الفترة أيضًا، حدث تطور في صناعة التعليب بغرض تسويق اللحوم الأمريكية وغيرها من المواد الغذائية، كما بدأ التطور في تقنيات حفظ المواد الغذائية عن طريق التجميد السريع وتجفيفها في حالة تفريغ عالية Free-Drying وتعريضها للإشعاع.

تكنولوجيا صناعة الصلب والمعادن

بدأ التطور في الصناعة الثقيلة للحديد والصلب عام ١٨٥٦ على يدي هنري بسيمر بفضل اختراعه للمحول الذي من خلاله يتم إزالة الكربون من خام الحديد المنصهر بواسطة إطلاق دفعات هواء قوية. أدت هذه الطريقة إلى إنتاج نوع من الفولاذ الطري بكميات كبيرة لأول مرة، وواجهت هذه العملية مشكلات حادة خلال السنوات الأولى، خاصة بعد فشلها في إزالة العناصر غير المرغوب فيها من الحديد داخل المحول. ولكن أمكن إيجاد حلول لتلك المشكلات بإيجاد طرق بديلة لإنتاج الفولاذ بكميات وفيرة. ومن ثم تم وضع تصميم ناجح لأسلوب المجمرة المكشوفة والتي يمكن التحكم فيها بدقة أكبر مما هي الحال بالنسبة لمحول بسيمر، فضلاً عن إمكان ملاءمتها بسهولة لاستخدام الحديد الخردة. وانتشرت الطريقتان مع نهاية القرن التاسع عشر وشاع استعمالهما في جميع صناعات الحديد والصلب في أوروبا وأمريكا الشمالية. وحل الصلب محل الحديد في غالبية الاستعمالات المخصصة للماكينات، علاوة على استعماله في أغراض إنشائية كثيرة مثل بناء السفن وخطوط السكك الحديدية. قادت صناعة الحديد والصلب البريطانية الجهود على طريق التطور، ولكن سرعان ما اقتفى أثرها رجال الصناعة في فرنسا وبلجيكا وألمانيا والولايات المتحدة. ومع حلول مطلع القرن العشرين استطاعت ألمانيا بفضل التمركز المكثف لصناعتها الثقيلة في منطقة الرور، وأمريكا بفضل ما حققته من تطورات عظيمة حول منطقة بيتسبرج وغيرها، أن تلحقا ببريطانيا في إنتاج الصلب، وأصبح الصلب المعدن الشائع

والمهيمن في العالم الغربي.

أصبحت معادن أخرى ذات أهمية كبرى في اقتصاد المجتمعات التي يتطور نشاطها التصنيعي بسرعة كبيرة في القرن العشرين، فقد أصبح للنحاس أهمية كبرى في الصناعات الكهربائية بسبب قدرته العالية على التوصيل. وشاع استخدام القصدير في حفظ الطعام عن طريق صنع رقائق من الصلب المغطاة بطبقة من القصدير، والتي يمكن درفلتها ثم سدها بإحكام لتشكيل علبة الصفيح. ظلت عمليات استخراج المعادن الثمينة ذات أهمية، خاصة بالنسبة لاستخراج الذهب في جنوب أفريقيا وفي غيرها من البلاد. أدى الطلب العالمي على الذهب كقاعدة للعملات القومية إلى اندفاعات في حدة الطلب عليه في كاليفورنيا واستراليا وجنوب أفريقيا. جرى استغلال معادن أخرى جديدة أهمها الألومنيوم، وعلى الرغم من انتشار هذا المعدن على نطاق واسع فإنه لم يكن بالإمكان استخراجه من خام المعدن إلا بصعوبة شديدة، وذلك قبل اكتشاف طريقة التحليل الكهربائي (الإليكتروليتية) عام ١٨٨٦ في كل من فرنسا والولايات المتحدة، وأدت هذه الطريقة إلى إنتاج هذا المعدن بكميات كبيرة وزهيدة نسبيًّا. كانت هذه الطريقة تستهلك كميات كبيرة من الكهرباء، لذلك اتجهت المسابك الكبرى لصهر الألومنيوم إلى أن تقام بالقرب من مواقع توليد الكهرباء بكميات وفيرة مثل جبال الألب في فرنسا ومرتفعات اسكتلندا. وشاع استخدام الألومنيوم للأغراض الميكانيكية والإنشائية، وغالبًا ما كان هذا المعدن بديلاً عن الصلب حيث تكون خفة وزن المعدن نسبيًّا ميزة مطلوبة في الصناعة مثل صناعة هياكل الطائرات وغيرها من أنواع المحركات.

الآلات الحرارية

اقترن الدخول في عصر الطلب المرتفع على الطاقة باختراع المحرك، الذي يعمل ببخار الماء ومحرك الاحتراق الداخلي. ظهر المحرك البخاري في أوروبا مع نهاية القرن السابع عشر، لاستغلال الطاقة الكامنة في البخار. وفي عام ١٧١٢ صنع الإنجليزي توماس نيوكومن أول محرك بخاري لضخ المياه خارج منجم فحم في منطقة دادلي بوسط إنجلترا. كان المحرك عبارة عن ماكينة ضخمة، وتتكون آلية تشغيله من أسطوانة نحاسية عمودية مغلقة من أسفل ومفتوحة من أعلى وبداخلها كباس طليق حر الحركة، ويدخل البخار عن طريق غلاية أسفل الأسطوانة. بعد أن يتكثف البخار تحت الكباس نتيجة تعرضه لمصدر مياه باردة ينشأ فراغ جزئي، بذلك يمكن للضغط الجوي أعلى الكباس أن يدفع الكباس إلى أسفل داخل الأسطوانة. وفي حالة توصيل الكباس برافعة أو ذراع كبير دوار فإن حركة الكباس المتجهة إلى أسفل سوف تتحول إلى حركة متجهة إلى أعلى لقضبان الضخ عند الطرف الآخر للذراع، وعليه يمكن رفع المياه من أي عمق تصل إليه القضبان. كان ثقل القضبان كافيًا لاستعادة الكباس إلى قمة الأسطوانة ليبدأ المحرك شوطه الثاني. أدخل نيوكومن بعد ذلك كثير من التعديلات من أجل تبسيط وسلاسة التشغيل، وذلك بإضافة صمامات تتحكم في فتحة دخول البخار وفي عدد آخر من وظائف.

أدت أبحاث جيمس وات في تمدد البخار إلى استخدام هذه الخاصية في تطوير المحرك البخاري. عكف وات على تطوير نموذج محرك نيوكومن لرفع كفاءته من خلال

اختراع المكثف المستقل، واستخدامه بدلاً من الأسطوانة التي يجري تسخينها وتبريدها بالتبادل مع كل شوط من أشواط الكباس، فأصبح بالإمكان الحفاظ على الأسطوانة دائمة السخونة مع تكثيف البخار داخل أنبوبة مستقلة، أي داخل المكثف الذي أمكن الاحتفاظ به باردًا. نجح وات بعد ذلك في تحويل المحرك بالضغط الجوي إلى محرك بخاري حقيقي، باستخدام القدرة التمددية للبخار لتصل مباشرة إلى الكباس، وتوصل إلى ذلك حيث أغلق الأسطوانة للاحتفاظ بها في درجة حرارة عالية وثابتة في أثناء العمل، ووجد أنه من الضروري أن يأتي ببديل عن وزن الضغط الجوي عند أعلى الكباس، ورأى وات أن إذا ما سمح للبخار بالدخول، واستفاد من تمدده فإن ذلك يساعد الكباس على الحركة المنتظمة إلى أسفل. وبتكثيف البخار أعلى وأسفل الكباس على التوالي، تتحول الماكينة التي كانت تعمل بحركة واحدة إلى ماكينة مزدوجة الحركة، كما أصبح بالإمكان تعديل المحرك لأداء حركة دائرية.

اكتملت عملية تطوير المحرك البخاري باختراعين آخرين، الأول هو «الحركة المتوازية» وذلك بترتيب عدد من القضبان الدوارة للحفاظ على حركة الكباس بحيث تظل متعامدة حتى وإن اتصل بطرف ذراع يتحرك خلال مقطع قوسي. أما الاختراع الثاني فهو استخدام المنظم الذي يعمل بقوة الطرد المركزي للتحكم في المحرك البخاري. يعتمد هذا التصميم على مبدأ أساسي وهو استخدام أثقال تواصل دوام حركة الدفع الأساسية للمحرك بغير التحكم في دخول البخار، ومن ثم تنظيم سرعة المحرك. كانت جميع المحركات البخارية في القرن الثامن عشر -باستثناء عدد قليل- تعمل ببخار يزيد ضغطه قليلاً عن الضغط الجوي. ومع نهاية القرن التاسع عشر استحدث تشارلز بارسونز ومهندسين آخرين التوربين البخاري للحصول على النشاط الدوراني مباشرة من الطاقة البخارية.

بحلول القرن التاسع عشر، أجرى أوليفر إيفانس تجارب ناجحة على البخار عالي الضغط في الولايات المتحدة. وفي بريطانيا استخدم المهندس ريتشارد تريفيثيك قدرة التمدد لحجم صغير من البخار ذي الضغط العالي مقابل الفراغ الجزئي الناتج

عن تكثيف البخار من الشوط السابق على الجانب الآخر من الكباس. وفي العقد الثاني من القرن التاسع عشر استخدم محرك القاطرة البخارية لجر عربات نقل الفحم داخل المنجم ولكن لمسافات قصيرة، وأمكن مع حلول العقد الثالث إنشاء خطوط أطول للجر بالبخار مسافات طويلة. وفي عام ١٨٣٠ افتتح خط قطار ليفربول ومانشستر، معلنًا بدء عصر «السكك الحديدية» على المستوى التجاري.

ظهرت قرب نهاية القرن التاسع عشر الحاجة إلى محركات عالية السرعة تحرك مولدات الكهرباء. شجعت المنافسة على المزيد من الاختراعات، ومن بينها المحركات ذات التزييت القسري المغلق التي تستطيع الدوران بسرعات عالية لفترات غير محدودة، وأيضًا المحرك البخاري أحادي اتجاه سريان البخار، والذي أمكن فيه التغلب على مشكلة نقص الحرارة الناتجة عن عكس اتجاه البخار مع كل شوط من أشواط الكباس، عن طريق تغذيته عند طرفيه من خلال فتحات في منتصف الأسطوانة. بدأ المحرك البخاري الترددي يفقد مكانته لظهور التوربينة البخارية Steam Turbine ، التي استخدمت في توليد الكهرباء. ظهر بعد ذلك التوربينة المائية Hydraulic Turbine، لتوليد الحركة الميكانيكية أو لتوليد الكهرباء، كما استخدمت طاقة الرياح وطاقة المد والجزر في تشغيل الطواحين.

أنتج المهندس السويدي دي لافال تصميمًا عالي الكفاءة لتربينة بخارية دفعية وذلك في عام ١٨٨٩ ، حيث يتجه بخار عالي الضغط خلال مخرج، ويؤدي تجويفه المتزايد إلى تحويل طاقة ضغط البخار إلى سرعة اتجاهية، لينتج دورانًا عالي السرعة. يتكون الجزء الدوار Rotor من عجلة على حافتها ريش Blades محورية منحنية وفوهتها متجهة نحو البخار وموجودة داخل أنبوب بداخله مكثف لعادم البخار المستخدم. صممت بعد ذلك تربينات دفعية تقسم تمدد البخار إلى عدة مراحل مما يرفع من كفاءة التربينة عند السرعات المنخفضة.

وفي تقنية مختلفة للمحركات وهي المحرك الداخلي للاحتراق Internal Combusion

Engine فقد استطاع المهندس الفرنسي لينور في عام ١٨٥٩ صنع محرك يحرق غاز الاستصباح داخل اسطوانة أفقية، بواسطة شرارة كهربية، وتدفع قوة دفع الغاز المشتعل الكباس، مع استخدام حداف لإعادة الكباس إلى طرف الإشعال الخاص بالأسطوانة. تمثلت أهم مشكلات هذا المحرك في مراحله الأولى في صعوبة إشعال الوقود في اللحظة الصحيحة والدقيقة تمامًا، وكذلك في صعوبة توليد حركة منتظمة سلسة من الطبيعة العنيفة لشوط التشغيل. تم التغلب على المشكلة الأولى عن طريق استخدام إشعال اللهب الخارجي أو أنابيب ساخنة، ثم أدت التحسينات التي طرأت على البطاريات الكيميائية على العودة إلى شرارة الإشعال، ومن ثم إلى نظام شمعة الإشعال، وهو نظام قادر على أن يوصل بدقة نوع الشرارة اللازمة في اللحظة الصحيحة داخل دورة المحرك.

أمكن التوصل إلى الحركة المنتظمة السلسة عن طريق استخدام دورة أوتو Otto Cycle والتي وضعها المهندس الألماني أوتو في عام ١٨٧٦. تتألف الدورة من أربع مراحل: حقن الوقود داخل الأسطوانة، والضغط، والإشعال، وأخيرًا الحركة مع دفع العادم إلى الخارج. أثبت علم الديناميكا الحرارية أن الوقود سوف يحترق على نحو أكثر فاعلية إذا ما كان منضغطًا لذلك جعل أوتو الكباس يضغط الغاز في شوط العودة بعد دخوله في الأسطوانة خلال الشوط الأول، بينما كان الكباس خارجًا من الأسطوانة. يمثل الشوط الثالث مرحلة التشغيل الوحيدة من بين المراحل الأربعة. عند اشتعال واحتراق الغاز يدفع الكباس إلى الخارج مرة أخرى، وعند رجوع الكباس في الشوط الرابع يكون قد خرج الغاز المحترق من الأسطوانة، لتبدأ دورة جديدة.

استخدم المهندس الألماني جوتليب ديملر Daimler في عام ١٨٨٥، البترول المتبخر أو الطيار في إدارة آلة الاحتراق الداخلي. بعد فترة قصيرة ثبت محرك ديملر في دراجة، لتصبح أول دراجة تسير بمحرك. وفي نفس الوقت استخدم مهندس ألماني آخر هو كارل بنز Benz محركًا بترولياً أحادي الأسطوانة تسير مركبة ذات ثلاث عجلات، بذلك أنشأ أول سيارة حقيقية. وفي عام ١٨٦٩ قام هنري فورد Ford بتصنيع أول

سيارة في الولايات المتحدة الأمريكية، ثم ينشأ مصنع لصناعة السيارات في عام ١٩٠٣. استحدث ردولف ديزل في عام ١٨٩٢ محرك عالي الضغط، يمكن إحداث إشعال ذاتي في الوقود عن طريق الضغط الشديد المكثف، إذا كان البريطاني فرانك هيوتيل Huttel هو أول من وضع المبادئ الأساسية للمحرك التوربيني الغازي، إلا أنه لم يتحقق تصنيعه قبل عام ١٩٣٧. وتوالت أعمال التطوير حتى نجحت صناعة أول طائرة نفاثة خلال المراحل النهائية للحرب العالمية الثانية بواسطة الألمان، وتنتهي سلسلة التطوير في آلات الاحتراق الحراري، باختراع الألماني فون بروان للصاروخ.

النقـــل

شاع استخدام الدراجة العادية في أوربا، في الربع الأخير من القرن التاسع عشر، وكانت الدراجة تشتمل على عجلات ذات أحجام مختلفة، يتحكم فيها فرملة من السلك. تم تصنيع السيارة بعد ذلك، مستخدمًا فيها تقنيات صناعة وتشكيل الدراجة، وكانت المصانع والورش التي صنعت الدراجة هي ذاتها التي تحولت إلى صناعة السيارة. يرجع الفضل لتركيب المحرك الذي يعمل بالوقود السائل على المركبات البرية إلى اثنين من المهندسين الألمان، الأول هو جوتليب ديملر Daimler الذي أنتج أول دراجة بخارية تعمل بمحرك، والثاني هو كارل بنز Benz الذي صنع أول سيارة بمحرك في عام ١٨٨٥. فتح التوصل إلى البنزين كوقود إلى اختراع المحرك الداخلي الاحتراق، والقادر على الحركة، على أن يخزن الوقود داخل صهريج يوضع فوق المركبة. اخترع فيلهالم مايباخ -الذي كان يعمل مع ديملر- الكاربوريتور الذي يرش الوقود قبل حقنه إلى داخل أسطوانة الاحتراق. انتشرت صناعة السيارات خاصة في ألمانيا وفرنسا والولايات المتحدة، كما انتشرت إطارات الهواء المضغوط، والمصانع التي كانت تنتج الأجزاء المكملة لهذه الصناعة مثل المكونات الكهربية. كان محرك السيارة في الغالب رباعي الأشواط يعمل وفقًا لدورة أوتو Otto Cycle، وكان هيكل السيارة يصنع من الفولاذ. أنتجت بعد ذلك المحركات الثنائية الأشواط، ومحركات الديزل ذاتية الاحتراق. طرأت على صناعة السيارات تغييرات كثيرة في الشكل

والحجم، والمحركات الأمامية والخلفية، والمحركات التوربينية. لقد غيرت السيارة ثقافة المجتمعات الغربية ثم الشرقية، وأصبح من السهل الانتقال لمسافات بعيدة لم يكن الإنسان يحلم أن ينجزها منذ قرون قريبة.

تمثل الطائرات ثاني الإنجازات التكنولوجية العظمى التي حققها المحرك داخلي الاحتراق في القرن العشرين. قام الأخوان ويلبور، وأرفيل رايت في ديسمبر ١٩٠٣ بأول رحلة طيران تمت بنجاح، بعد أن رصدا حركة الطيور، وبعد أن تمت الاختراعات الكثيرة في مجال المحركات. سبق صناعة الطائرات، التحليق بالبالونات بواسطة الأخوان مونتجولفاير، والمنطاد بواسطة زبلن. حدثت التطورات في اكتشاف مبادئ علم الديناميكا الهوائية على أيدي جورج كايلي، وملاح الطيران الشراعي أوتوليلينتال، عندما اندلعت الحرب العالمية الأولى عام ١٩١٤، لم يكن معروفًا طبيعة ووظيفة الطائرة في الحرب، أكثر من كونها وسيلة رصد واستكشاف، ولكن كان التطور السريع في الحرب الجوية حافزًا قويًّا لتطوير صناعة الطائرات. وبحلول عام ١٩١٨م ظهرت صناعة هامة للطائرات في جميع البلدان التي اشتركت في الحرب، وتم إنتاج مجموعات متنوعة من الآلات ذات قوة دفع عالية، وهياكل معدنية لتصنيع الطائرات المقاتلة والقاذفة، بالإضافة إلى طائرات النقل. بعد الحرب انتشر استخدام الطائرات على خطوط الطيران المدنية، وأُنشئت شركات طيران عديدة لنقل الركاب والبضائع، منافسة بذلك الخطوط البحرية. أما بالنسبة لعمليات التطوير في المحركات، فقد استخدم التوربينة الغازية (النفاثة) بدلاً من المحرك الترددي التقليدي. والتوربينة النفاثة تولد حركة دورانية مباشرة تدفع توربينًا يضغط الوقود قبل الإشعال، ويدفع عامود دوران المروحة في حالة عمل التوربينة وفق تصميم المحرك المروحي التوربيني، ولكن في الحالة الأكثر شيوعًا للمحرك النفاث، فإن دافع الحركة يتولد من عملية طرد الوقود المحترق. ساعد على استخدام المحرك النفاث، تطوير السبائك المعدنية لتصنيع ريش Blades التوربينة والغلاف المعدني المحيط بها، والتي تتحمل درجات الحرارة العالية المتولدة من احتراق الغازات. كان تصور تصنيع طائرة عمودية «هليوكوبتر»

سابقًا على الحرب. اشتمل تصميم هذه الطائرة التي ترتفع وتهبط عموديًا على محرك، ودافع يولد حركة أمامية تجعل الجناح الذي يتكون من ريشتين أو أكثر، يتحرك حركة دورانية فيفرغ السطح الأعلى للطائرة من الهواء، فيقل ضغط الهواء أعلى سطح الطائرة عنه أسفل الطائرة فترتفع الطائرة إلى أعلى. أيضًا يوجد دوار صغير للدفع الرافع عند الذيل لحفظ توازن عزم الدوران، ويساعد على التحكم في الطائرة.

نجح ثريفيثيك في مطلع القرن التاسع عشر في صناعة آلة بخارية صغيرة تعمل على الضغوط العالمية، وقام بتنفيذها كقاطرة أو ناقلة للحركة فوق مسار لترام داخل منجم فحم في جنوب ويلز. واجه تريفيثيك مشكلات عديدة مثل تفتت القضبان المصنوعة من الحديد الزهر تحت ثقل القاطرة، مما أدى إلى التخلي مؤقتًا عن هذا النظام. جاء التطور في العقد الثاني من خلال جورج ستيفنسون Stevenson وعدد من المخترعين والمهتمين بهذا المجال، وذلك بتحويل البخار الخارج من الأسطوانة إلى أنبوب عادم الفرن لزيادة قوة الدفع وكذلك تقوية المسارات باستخدام عوارض حجرية أو مخدات على مسافات متقاربة. وفي عام ١٨٢٩ استطاع ستيفنسون صنع قاطرة جديدة سميت بالصاروخ، والتي سارت على خط السكة الحديد بين ليفربول ومانشستر بإنجلترا، وكانت هذه أول سكك حديدية كاملة في العالم، وقد تم افتتاحها عام ١٨٣٠.

واكب التوسع في شبكات السكك الحديدية تطورًا آخر في مجال النقل البحري. أدى استخدام البخار بدلاً من الرياح كقوة دفع للسفن، وكذلك التحول إلى الحديد والصلب في بناء السفن، إلى تحول هائل في التكنولوجيا البحرية سواء بالنسبة للسفن الحربية أو التجارية. أبحرت أول سفينة بخارية دائمة في نهر هديسون بأمريكا في عام ١٨٠٧ بقيادة روبرت فولتون. توالت بعد ذلك صنع السفن البخارية التي كانت تدفعها دواليب ذات ريش (رفاصات)، والتي تعتبر تعديلاً لتكنولوجيا (الساقية). لم يتسن التغلب على مشكلات النقل البحري لمسافات طويلة إلا في عام ١٨٣٨، عندما

عبرت أول باخرة ضخمة من بريطانيا إلى أمريكا، بعد أن قام بتصميمها برونيل الذي قام بعد ذلك بتصميم وبناء سفينة أكبر حجمًا ومصنوعة من الحديد، كما استخدم لأول مرة نظام الدفع المروحي. قامت هذه السفينة بأولى رحلاتها عبر المحيط الأطلنطي عام ١٨٤٣، وعملت بنجاح من ليفربول بإنجلترا إلى نيويورك بالولايات المتحدة ثم بعد ذلك إلى أستراليا. اتجه برونيل إلى تصميم باخرة ثالثة تدور حول رأس الرجاء الصالح في الطريق إلى الهند ثم الشرق الأقصى، فقام ببناء سفينة طولها حوالي ١٨٥متر، مع إزاحة ٢٢,٥ ألف طن مياه، وبذلك تكون أكبر سفينة تم تصنيعها وتشغيلها في القرن التاسع عشر. في تسعينات هذا القرن ظهرت التوربينة البخارية لتمثل أقوى شكل لقوة الدفع البحري، مع تحقيق سرعات أعلى. استخدمت هذه التكنولوجيا في تسيير سفينة جديدة عام ١٩٠٦، بتوربينات قوتها ٧٠ ألف حصان، وبسرعة ٢٧ عقدة بعد اختراع ديزل لمحرك الاحتراق الداخلي، استخدم هذا المحرك للعمل في الغواصات، ثم استخدم بعد ذلك في جميع السفن البحرية.

الصواريخ

بدأ تاريخ الصاروخ Rocket في الفترة التي أعقبت اختراع البارود Gunpowder . في عام ١٢٣٢ استخدم الصينيون الصاروخ لأول مرة، والذي كان يتكون من سهم مربوط بأنبوبة تحوى كمية من البارود، وينتج عن اشتعاله قوة دفع للسهم إلى أعلى. استخدم العرب والمغول بدءًا من منتصف القرن الثالث عشر هذه الأنواع من الصواريخ البدائية في حروبهم. بالإضافة إلى استخدام البارود، كانت الصواريخ في مراحلها الأولى تحوي القطران، والكبريت، وزيت التربينتينة Turpentine، والنفط. كان يضاف عناصر مقومة Ingredients مثل الملح ونترات البوتاسيوم، وذلك لجعل اللهب أقوى وأشد. انتقل استخدام الصاروخ إلى أوروبا في نهاية القرن الثالث عشر، بعد أن تعرفوا على تقنية تصنيعه من العرب. تطورت تكنولوجيا الصاروخ ليصعد رأسيًا وسمي «بصاروخ السماء» الذي اعتمد انطلاقه على وتر مشدود. استمر التطوير في صنع الصواريخ لزيادة مداها الحركي، حتى جاءت القفزات التطورية بدءًا من القرن التاسع عشر.

أحيا البريطاني وليام كونجريف Congreve في بدايات القرن التاسع عشر عمليات التطوير في تكنولوجيا الصواريخ، وقام بعدة تصميمات، كان من نتيجتها أن ارتفعت الصواريخ التي قام بتصميمها إلى السماء مستخدمًا وقود دفعي صلب Solid Propellant، ليصل مدى الصاروخ إلى مسافة تتراوح ما بين ١٨٠ متر، ٢٧٠٠ متر،

وكان وزن الصواريخ يتراوح ما بين ٤-١٩ كيلو جرامًا.

استخدم الإنجليز هذه الصواريخ في حروبهم مع القائد الفرنسي نابليون في عامي ١٨٠٥ ، ١٨٠٦ ، ثم انتشر استخدام صواريخ كونجريف بعد ذلك في الحروب. قام بريطاني آخر وهو ويليام هال Hale بتطوير تصنيع الصاروخ، بحيث أصبح لحركته دوامية متوازنة Spin-Stabilized ، وذلك بتركيب ثلاثة أجنحة معدنية مائلة عند نهاية الصاروخ التي يخرج منها اللهب. استخدم تصميم هال بعد ذلك في القوات المسلحة البريطانية، وكذلك القوات الأمريكية التي استعملته في حربها مع المكسيك في عام ١٨٤٧.

بينما كان البارود والوقود الدفعي الصلب قد استخدما في تطبيقات عديدة على الصواريخ الأرض/أرض، فإنه تم التفكير في استخدام الوقود الدفعي السائل لصواريخ الفضاء. في بدايات القرن العشرين اقترح الروسي قنسطنطين زيولكفسكي استخدام الوقود السائل المكون من الأكسجين والهيدروجين، في الطيران في الفضاء، من مدخل آخر قام أستاذ الفيزياء الأمريكي روبرت جودارد Godard بعمل أبحاث عديدة عن تطوير تكنولوجيا الصواريخ والوقود المستخدم فيها، وأعلن في عام ١٩٢٦ نجاحه في تطوير صاروخ صغير له وقود دفعي من سائل الأكسجين والبنزين Gasoline. حقق صاروخ جودارد ارتفاعًا قدره ٥٦مترًا، كما بلغت سرعته حوالي ١٠٣ كيلو متر في الساعة. واصل جودارد أبحاثه حتى توصل إلى تصنيع صاروخ طوله ٤,٦ مترًا، له حركة دوارية عمودية Gyroscopic Stabilized Motion ، وبلغت سرعته ١١٣٠ كيلو متر في الساعة، ووصل ارتفاعه إلى ١,٩ كيلو مترًا.

نشر الفيزيائي الألماني هيرمان أوبيرت Oberth في عام ١٩٢٣ ، ورقة عمل تحت اسم «الصاروخ في فضاء بين الكواكب» مقترحًا فيها فكرة صاروخ له محرك ذاتي التبريد، وله مرحلتين في رحلته إلى الفضاء. اشتمل تصور أوبيرت على أفكار أخرى خاصة بإنشاء وتصنيع الصاروخ الفضائي. أعقب ورقة عمل أوبيرت، تكوين جمعية

ألمانية لرحلات الفضاء في عام ١٩٢٧ ، وذلك للقيام بالأبحاث والتجارب، للوصول بأفكار أوبيرت إلى حيز التنفيذ الفعلي والعملي. التحق بالجمعية الألمانية فون براون Von Braun، الطالب في ذلك الوقت ورائد صواريخ الفضاء بعد ذلك. وفي عام ١٩٣٢ تشكلت الجمعية الأمريكية للصواريخ American Rocket Society، بادئة عملها بإجراء الاختبارات على محركات الصواريخ الفضائية.

من هذه البدايات، ومن تشكيل جمعيات خاصة بحلم رحلات الفضاء ومن خلال أبحاث علماء ومهندسين متحمسين للعمل الجاد في تطوير الصواريخ لتنطلق من كوكب الأرض إلى الفضاء الخارجي، من كل ما سبق بدأت سلسلة من التطوير لصواريخ الوقود الدفعي السائل. كان الوقود الدفعي يتكون من الأكسجين السائل، والكحول الإيثيلي، مع استخدام فوق أكسيد الهيدروجين Hydrogen Peroxide لتوليد الغازات، والبرمنجنات Permanganate لإدارة المضخات التربينية Turbo-pumps. توالت عمليات التطوير في الصواريخ الفضائية حتى وصل ارتفاعها في بدايات الأربعينات من القرن العشرين إلى ٨٥ كيلو مترًا، ووصل مداها الأفقي إلى ١٩٠ كيلومتر. بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية بهزيمة النازية الألمانية، انتقل علماء الصواريخ الألمانية إلى الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي، لتبدأ حلقة جديدة من التطوير قام بها العلماء الألمان في هاتين البلدين، والتي قامت على تكنولوجيا V-2 للصواريخ الألمانية، وبدأ عهد جديد للإنسانية في غزو الفضاء، بعد أن قام الاتحاد السوفيتي بالإعلان عن إرسال أول قمر صناعي Satellite في الرابع من أكتوبر من عام ١٩٥٧ ، والذي كان يسمى سبوتنيك Sputnik .

يمكن تعريف الصاروخ في صورته الحالية بأنه وسيلة دفع تغطي حركة أمامية لمركبة من خلال قذف خلفي لمواد نفاثة، تكون في الغالب غازات مرت بعمليات حرق كيميائي للوقود لترتفع درجة حرارتها، ويخرج من خلف الصاروخ عادم الاحتراق. يتكون الوقود الدفعي Propellant من مادة اشتعال وأخرى مؤكسدة Oxidizer، وقد يكون الوقود الدفعي ذاتي الاشتعال، أو تستخدم الكهرباء لتسخين

الغاز حتى يحدث الاشتعال، أو قد تستخدم الطاقة الشمسية أو التفاعل النووي لإحداث حرق الوقود. إذا كانت الآلة النفاثة تعمل بالوقود فقط بينما تحصل على المادة المؤكسدة (الأكسجين) من الهواء الجوي، فإن الصاروخ يحمل في داخله الوقود والمادة المؤكسدة؛ لأنه يعمل في الفضاء الخارجي حيث لا يوجد هواء. لذلك فإن الصاروخ يعمل داخل الغلاف الجوي، وفي الفضاء الخارجي بكفاءة أكبر، لأن غياب الهواء يسمح لغازات العادم Exhaust Gases بالوصول لأقصى سرعتها، كما تختفي الإعاقة الاحتكاكية Fractional Drag للصاروخ لمروره في فضاء خالٍ من الهواء الذي يسبب الاحتكاك، وبالتالي الحد من سرعة الصاروخ. توجد ميزة أخرى لحركة الصاروخ في الفضاء الخارجي، وهو عدم تأثير نسبة قوة الدفع إلى وزن الصاروخ Thrust-to-Weight Ratio. إن الوزن عبارة عن قوة جذب لأسفل، تحدث بواسطة الجاذبية الأرضية، أما قوة الدفع فهي التي تدفع الصاروخ لأعلى، وعلى ذلك لا بد أن تزيد نسبة قوة الدفع إلى وزن الصاروخ عن الواحد الصحيح حتى يرتفع الصاروخ لأعلى. يختفي أيضًا تأثير قوة الجاذبية الأرضية إن كان الصاروخ قريبًا من سطح الأرض ولكنه يدور في مدار Orbit حول كوكب الأرض، وبالتالي فإن وزن الصاروخ لا يصبح ذا أهمية تذكر على حركته في الفضاء، حتى إن قوة دفع صغيرة يمكن أن تحدث زيادة كبيرة في سرعة صاروخ له وزن ثقيل جدًّا. يختلف وقود الصواريخ من الكيروسين المخصوص، أو خليط من الهيدرازين Hydrazine وهيدرازين ثنائي الميثيل أو أنواع أخرى من الوقود، أما المؤكسد فقد يكون الأكسجين السائل، أو رابع أكسيد النيتروجين.

صناعة الطاقة

تحتل الطاقة Energy محورًا هامًّا في تاريخ البشرية، فتقدم الإنسان ورفاهيته على مدى العصور المختلفة، كان وما يزال مرتبطًا بالطاقة المتاحة له، يستخدمها كأداة فعَّالة لتحقيق تقدمه الاقتصادي والاجتماعي، ولتوفير سبل الراحة والرفاهية. لقد استطاع الإنسان استخدام موارد الطاقة التي ترد إلى الأرض في شكل أشعة الشمس، والتعرف على المصادر التي تكمن فيها الطاقة في باطن الأرض، وتوصل إلى استغلالها وتطويعها، ورفع كفاءة تحويلها من شكل إلى شكل آخر من أجل ملائمة مجالات الاستخدام، ومن أجل الهدف من استخدامها.

حتى القرن السابع عشر، كانت جميع استخدامات الطاقة تقريبًا يتم توفيرها من مصادر الطاقة التقليدية، كطاقة الإنسان والحيوان والروث، ومخلفات المحاصيل، وكذلك الاستفادة من طاقة الرياح وطاقة المياه والطاقة الشمسية وقت إتاحتها. كانت الشمس وما زالت أساس بقاء الكائنات الحية ومنها الإنسان على كوكب الأرض، ثم هداه سعيه إلى تحرير الطاقة الشمسية المختزنة في الخشب، وهكذا أصبحت النار الناتجة من حروق الأشجار أول مصدر غير مباشر للطاقة في خدمة الإنسان. ثم تعرف الإنسان على الوقود الأحفوري في شكل فحم أو وقود سائل وجد بالمصادفة، فاستعمله في التدفئة أو الإنارة دون أن يطوره أو يطوعه لخدمة أغراض أخرى. في

منتصف القرن السابع عشر تم حفر أول بئر بترول في إيطاليا، ثم استخدام الكيروسين في إضاءة الطرق. لم يبدأ التقدم الحقيقي في الإنتاجية إلا مع بداية تطور الطاقة الميكانيكية التي أوجدت الثورة الصناعية في إنجلترا في القرن الثامن عشر، وكان ظهورها بداية لمرحلة جديدة من مراحل علاقة الإنسان بالطاقة.

المصادر التقليدية للطاقة

الفحم

بدأ استخدام الفحم كمصدر للطاقة مع اكتشافات القرن التاسع عشر، ليشكل معالم طريق الثورة الصناعية في العالم الغربي، خاصة بريطانيا العظمى -في ذلك الوقت- ثم ألمانيا وفرنسا والولايات المتحدة. كانت بريطانيا العظمى تنتج من الفحم الحجري ٨٠ مليون طن عام ١٨٦٠، ٣٠٠ مليون طن عام ١٩١٣، تصدر منها قرابة مليون طن. إن الفضل يرجع إلى الفحم مع السيطرة على المحيطات والمستعمرات الشاسعة في أن تصبح بريطانيا أكبر دولة تسيطر على العالم صناعيًّا. إذا كانت روسيا وأمريكا والصين تملك ثلثي إلى ثلاثة أرباع الاحتياطي العالمي من الفحم، فإن الفائض المتبقي في البلاد التي تحوي كميات كبرى من احتياطي الفحم مثل استراليا وجنوب أفريقيا وكندا يكون مقدارًا هامًّا يقدر بمئات المليارات من الأطنان. في حساب التوازن العالمي، يؤخذ في الاعتبار إنتاج الدول النامية مثل: البرازيل، المكسيك، كولومبيا، كوريا الجنوبية، تايوان، تايلاند، كوريا الشمالية، فيتنام، الهند وتركيا. يتبين من سرد الدول التي تحوي احتياطيًّا للفحم، إن التوزيع الجغرافي للاحتياطي وكذلك الإنتاج متوازن ومستقر إلى حدٍّ كبير بخلاف مصادر الطاقة الأخرى.

البترول والغاز

كان البترول وما زال له النصيب الأكبر في تشكيل حضارتنا الحديثة وعادات استهلاكنا من الطاقة ومن معظم مستلزمات الحياة لارتباط البترول ومنتجاته بها. إن البترول والغاز هما المصدر الرئيسي للطاقة، يُمدَّان الاستهلاك العالمي بنسبة تصل إلى حوالي الثلثين. إذا كانت الولايات المتحدة أول من أنتج البترول عام ١٩٢٩ على

مستوى تجاري فإن أوروبا -فيما عدا روسيا ورومانيا- كانت خالية من البترول. وكان الإنجليز قد عثروا عليه في إيران والهولنديون في إندونيسيا فلما ذاعت أخبار العثور على البترول في الشرق توجهت خمس شركات أمريكية كانت تنتج ٣٠٪ من بترول أمريكا إلى الشرق الأوسط. وصل البترول المستخرج من هذه المنطقة إلى ٧٢ مليون طن، وهذا يعني أن إنتاج الشرق الأوسط كان يفوق إنتاج الولايات المتحدة الأمريكية. تضاعف إنتاج البترول في الشرق الأوسط أربع مرات خلال ١٢سنة، من ١٩٤٩ إلى ١٩٦١، ثم تضاعف مرتين في سبع سنوات تالية من ١٩٦١إلى ١٩٦٨، وخلال الخمس سنوات التالية حتى ١٩٧٣ يسجل تضاعف أخير لمرتين تقريبًا فيصل الإنتاج إلى مليار و ٥٠مليون طن.

يتركز البترول والغاز الطبيعي في الشرق الأوسط وفي بحر الشمال وفي سيبيريا. ويمد بترول الخليج العربي (في السعودية، والكويت، والإمارات العربية المتحدة، والعراق، وقطر، وإيران) السوق العالمي بحوالي ربع الطلب عليه، وتشكل هذه الدول حوالي ثلثي احتياطيات العالم المؤكدة من البترول والتي تبلغ نحو تريليون برميل. تعد الصناعة القائمة على البترول أكبر صناعة في العالم، لتركيزها في عدد صغير نسبيًا من الشركات العالمية المتخصصة في البحث والتنقيب والتسويق، ومن الدول المنتجة. إن الاطمئنان إلى أسعار منخفضة للبترول جعل البحث التكنولوجي في مجال الطاقة يسير بهوادة وتلبد. لم يتجه الإنسان إلى مصادر أخرى غير تقليدية للطاقة عندما كان سعر البترول لا يتجاوز اثنين دولارين للبرميل حتى بدايات السبعينات من القرن الماضي. لم تنته ثقافة الإسراف في استهلاك الطاقة -خاصة في الغرب- إلا بعد ارتفاع أسعار البترول. في النصف الثاني من سبعينات القرن الماضي وبعد الارتفاع في أسعار النفط، والذي بلغ ٤٠٠ ٪ في نهاية ١٩٧٣، تغير نمط استهلاك الطاقة في العالم كله، وبدأ خبراء الطاقة في التحذير من نضوب هذا المصدر الهام، وتشجيع البحث والتطوير في مجالات الطاقة الغير تقليدية.

مع تزايد الاستهلاك وارتفاع الأسعار، فإن استغلال المصادر غير تقليدية،

والأساليب الجديدة لاستعاضة الزيت من الصخور ومما يصاحبه من غاز -قد نحرقه بدون الاستفادة منه- سوف تصبح ممكنة واقتصادية مستقبلاً، إن الزيوت الثقيلة من إقليم أورينوك في فنزويلا وهو منبع هائل يحتوي على ٣٠٠٠ بليون برميل وكذلك بترول البحار القطبية، وبترول أعماق البحار تشكل احتياطات إضافية ضخمة، منتظرة تطور تقنيات التنقيب والضخ بتكلفة معقولة.

الطاقة النووية

ترتبط النيوكليونات التي تتكون منها النواة بواسطة قوى فائقة للغاية تنخفض بشكل أساسي باتساع المسافة، وهذه القوى تحافظ على التماسك والترابط داخل النواة بالرغم من قوى التنافر الكهربائية بين البروتونات. ويمكن تعيين الطاقات النووية بقياس انخفاض كتلة النواة بالنسبة لمجموعة كتل النيوكليونات التي تكونها اعتمادًا على علاقة الكتلة بالطاقة التي وضعها أينشتين (الطاقة = الكتلة × مربع السرعة). تعتبر العناصر ذات الأرقام الذرية المتوسطة هي التي تتمتع بأكبر طاقات الترابط إذا قيست بالنسبة لوحدة الكتلة، لذلك فمن الممكن إطلاق طاقة بواسطة صهر نواتين خفيفتين في نواة واحدة، وهذه تسمى بطاقة الاندماج أو طاقة الصهر، وعلى نقيض ذلك عندما تنشطر نواة ذرة ثقيلة إلى جزأين، فعندئذ تكون طاقة الانقسام أو الانشطار هي المنطلقة. ومن أجل اندماج نواتين خفيفتين، فلا بد من تقريب المسافة بينهما حتى تتداخل قوى الترابط النووي مع بعضها، وتتغلب على القوى الكهربائية المنفرة، إنها نفس طاقة الإندماج التي تحافظ على أشعة توهج النجوم. ومن أجل إحداث انشطار ذرات ثقيلة، فلا بد من تسليط عنصر ذري عليها، ولكن حيث إن شحنتها الكهربائية كبيرة، فلا يمكن استخدام، إلا قذائف ثقيلة وغير مشحونة كهربائيًا أي نيترونات.

عندما يتقابل نيترون مع نواة ثقيلة، فقد يحدث عدة احتمالات، قد تكون لمسة أو صدمة بسيطة مرنة تبقي الطاقة الكهربائية فيها محفوظة، وينقل النيترون جزءًا من طاقته للنواة، كما يمكن أن تكون الصدمة غير مرنة، أي إن النيترون يمتص في النواة،

ثم يعاود انبعاثه، ولكن بطاقة أقل، وأخيرًا يمكن أن يمتص النيترون نهائيًّا في النواة مع تكوين عنصر جديد. فمثلاً اليورانيوم ٢٣٨ يتحول إلى عنصر جديد هو البلوتونيوم ٢٣٩ من جراء هذه العملية الذرية. في بعض الحالات النادرة يستطيع النيترون أن يقسم ويشطر النواة إلى قطعتين كما اكتشف هان واشترسمان عام ١٩٨٣، وهذه هي حال اليورانيوم ٢٣٥ حيث تنشطر النواة إلى نواتين اثنتين غير متساويتين تمامًا. هذا النوع من النواة يسمى قابل الانشطار -ونواة البلوتونيوم ٢٣٩ هي أيضًا نواة قابلة الانشطار- واليورانيوم ٢٣٨ القادر على إنجاب نواة قابلة الانشطار يسمى خصيبًا.

يصاحب انشطار النواة إطلاق طاقة هائلة على شكل طاقة كيناتيكية تنقل إلى نواتج الانشطار بالنسبة للجرام الواحد من اليورانيوم، فإن هذه الطاقة تساوي ٢٢,٧٠٠ كيلو وات ساعة، بينما لا يطلق حرق جرام واحد من البترول سوى ٠,٠١١٦ كيلو وات ساعة. في عملية استخدام التفاعلات النووية لإنتاج الحرارة، يستخدم سائل وسيط لنقل الحرارة الناتجة من التفاعلات، بعيدًا عن قلب المفاعل. يحتوى قلب المفاعل النووي على الوقود المستخدم (مثل اليورانيوم)، والمهدئ، والسائل الوسيط ناقل الحرارة وقضبان التحكم في نشاط التفاعل. يحاط قلب المفاعل ببنية هيكلية خرسانية سميكة لمنع أي تسرب إشعاعي. إذا استخدم اليورانيوم الطبيعي كوقود فيمكن استخدام الماء الثقيل أو الجرافيت كمادة مهدئة، والماء الثقيل وغاز ثاني أكسيد الكربون كسائل حامل للحرارة. يوجد اليورانيوم في الطبيعة بخاصية عدم ثبات نظائره، فنواتها تتحول تلقائيًّا إلى نواة من فصيلة أخرى مع إطلاق جسيم مشحون بشحنة كهربائية، وهذا ما يسمى «بالإشعاعية الطبيعية».

قامت الولايات المتحدة في عام ١٩٥١ بإنتاج أول كيلو وات ساعة من الكهرباء المولدة من المفاعلات النووية تعمل بالنيترونات السريعة. بدأ برنامج فرنسا النووي عام ١٩٦٧ مستخدمًا نفس التقنية الأمريكية. تستخدم الولايات المتحدة الأمريكية حاليًّا نظام مفاعلات الماء الخفيف المغلي، وفي المملكة المتحدة يستعمل مفاعلات الجرافيت والغاز المتقدمة، والتي رفعت فيها درجة التشغيل بسبب إحلال أكسيد

اليورانيوم محل فلز اليورانيوم الطبيعي، كما تقام في المملكة المتحدة أيضًا مفاعلات الحرارة المرتفعة التي تستخدم الهيليوم لنقل الحرارة، والقلب مغلف بالجرافيت كمادة مهدئة. أما في كندا، فإنهم يستخدمون مفاعلات اليورانيوم الطبيعي، حيث يلعب الماء الثقيل دورًا مزدوجًا للتهدئة والنقل الحراري معًا في دائرتين مختلفتين. لا يعدو المفاعل النووي لتوليد الكهرباء سوى غلاية معقدة بعض الشيء، تستخرج منها الحرارة لتوليد البخار الذي يدفع إلى تربينه لتوليد طاقة ميكانيكية، ثم إلى مولد كهربي للحصول على الكهرباء.

الطاقات الجديدة والمتجددة

نتيجة للانفجار الهائل في معدلات نمو استهلاك الطاقة على مستوى العالم، واقتراب نضوب المصادر التقليدية، بالإضافة إلى التأثير الضار بالبيئة من حرق الفحم والمنتجات البترولية فقد اتجهت دول العالم إلى التوسع في استخدام الطاقات الجديدة والمتجددة New and Renewable Energies، خاصة بعد عام ١٩٧٣، واستخدم العرب البترول كقوة ضغط نتج عنه ارتفاع أسعاره بشكل مؤثر على الاقتصاد العالمي. بدأ العالم على اختلاف أنظمته الاقتصادية في الاهتمام بالبحث والتطوير في استخدام مصادر الطاقات الجديدة والمتجددة، حيث بلغ نسبة مشاركتها في إجمالي الطاقة المستهلكة حاليًا(١٠-١٥٪)، ومن المتوقع أن ترتفع هذه النسبة إلى (١٨-٢٠٪) بحلول عام ٢٠٢٠.

تعتبر الشمس بطريقة مباشرة أو غير مباشرة هي مصدر الطاقات الجديدة والمتجددة، والتي لا تنضب إلا بانتهاء المنظومة الشمسية. قدر العلماء المحتوى الحراري المخزون بالقشرة الأرضية إلى عمق حوالي ١٠ كيلو مترات، بحوالي ١٢,٦ $\times ١٠^{١٦}$ طن بترول. وتقدر كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى الأرض في العام الواحد بما يقرب من $١٠^{١٨}$ كيلو وات ساعة، وتختلف كمية الطاقة الشمسية الساقطة على سطح المتر المربع على الأرض حسب خطوط العرض والفصل المناخي السنوي بما يحدد الزوايا النسبية بين الأرض والشمس، وموقع المكان على الأرض ووضعه

النسبي في مواجهة الشمس.

تتلخص أنواع الطاقات الجديدة والمتجددة في المجالات الرئيسية الآتية:

الطاقة الشمسية

منذ قديم الزمان قام الإنسان بالاستفادة من الطاقة الشمسية Solar Energy في تجفيف المحاصيل الزراعية، وتدفئة منزله. وفي الوقت الحالي، أمكن تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من خلال التحويل الكهروضوئي والتحويل الحراري. يعني التحويل الكهروضوئي تحويل الإشعاع الشمسي أو الضوئي مباشرة إلى طاقة كهربائية بواسطة الخلايا الشمسية (الكهروضوئية).

يوجد بعض المواد التي تقوم بعملية التحويل الكهروضوئي تسمى بأشباه الموصلات كالسيليكون والجرمانيوم وغيرها. تم اكتشاف هذه الظاهرة بواسطة بعض علماء الفيزياء في أواخر القرن التاسع عشر الميلادي حيث وجدوا أن الضوء يستطيع تحرير الإليكترونات من بعض المعادن. تتميز الخلايا الشمسية Solar Cells بأنها لا تشمل أجزاء أو قطعًا متحركة، وهي لا تستهلك وقودًا، ولا تسبب تلوثًا للبيئة، والعمر الافتراضي لها قد يصل إلى عشر سنوات. يتحقق أفضل استخدام لهذه التقنية بدون مركزات أو عدسات ضوئية ولذا يمكن تثبيتها على أسطح المباني ليستفاد منها في إنتاج الكهرباء وتقدر عادة كفاءتها بحوالي ٢٠٪، أما الباقي فيمكن الاستفادة منه في توفير الحرارة للتدفئة وتسخين المياه. تستخدم الخلايا الضوئية أيضًا في تشغيل نظم الاتصالات، وفي إنارة الطرق والمنشآت، وفي ضخ المياه، في الأماكن النائية والبعيدة عن المصادر التقليدية للكهرباء. أما التحويل الحراري للطاقة الشمسية فيعتمد على تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية عن طريق المجمعات (الأطباق) الشمسية والمواد الحرارية. فإذا تعرض جسم داكن اللون ومعزول حراريًا، إلى الإشعاع الشمسي فإنه يمتص الإشعاع وترتفع درجة حرارته. يستفاد من هذه الحرارة في التدفئة والتبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء وغيرها. تعد تطبيقات السخانات الشمسية هي

الأكثر انتشارًا في مجال التحويل الحراري للطاقة الشمسية. يلي ذلك من حيث الأهمية المجففات الشمسية التي يكثر استخدامها في تجفيف بعض المحاصيل الزراعية، كذلك يمكن الاستفادة من الطاقة الحرارية في طبخ الطعام داخل المنزل.

ترتبط الاستفادة بالطاقة الشمسية بوجود أشعة الشمس طيلة وقت الاستخدام، وعليه تم استخدام تقنية تخزين الطاقة الشمسية للاستفادة منها أثناء فترة احتجاب الإشعاع الشمسي. وهناك عدة طرق تقنية لتخزين الطاقة الشمسية تشمل التخزين الحراري، والكهربائي، والميكانيكي، والمغناطيسي وتعد بحوث تخزين الطاقة الشمسية من أهم مجالات التطوير اللازمة في تطبيقات الطاقة الشمسية وانتشارها على مدى واسع، حيث إن الطاقة الشمسية رغم أنها متوافرة إلا أنها ليست في متناول اليد وليست مجانية بالمعنى المفهوم، فتكلفتها الحقيقية هي تكلفة المعدات المستخدمة لتحويلها من طاقة كهرومغناطيسية إلى طاقة كهربائية أو حرارية، وكذلك تخزينها إذا دعت الضرورة. ورغم أن هذه التكاليف حاليًا تفوق تكلفة إنتاج الطاقة التقليدية إلا أنها لا تعطي صورة كافية عن مستقبلها بسبب أنها آخذة في الانخفاض المتواصل بفضل البحوث الجارية والمستقبلية، وزيادة الطلب عليها.

طاقة الرياح

يتم استغلال طاقة الرياح Wind Energy عن طريق مراوح هوائية تستغل طاقتها الميكانيكية مباشرة لأغراض ضخ المياه أو يتم عن طريقها إدارة مولدات كهربائية لتوليد الكهرباء والربط بشبكات النقل والتوزيع الكهربي. تمثل التوربينات الريحية ذات المحور الأفقي الغالبية العظمى المستخدمة في العالم، ويتفاوت عدد الريش في هذا النوع من التوربينات من ريشة واحدة إلى ثلاث ريشات، ويتميز هذا النوع بسرعة دوران عالية مقارنة بالتوربينات متعددة الريش المستخدمة في عمليات ضخ المياه بالنظام الميكانيكي، وغالبًا ما يستخدم صندوق تروس له نسبة تحويل معينة للحصول على السرعات العالية التي يحتاج إليها المولد، ويصل معامل القدرة لها إلى حوالي ٠.٤ عندما تكون سرعة الدوران عند طرف الريشة من ٤ إلى ٦ أضعاف سرعة الرياح

المتدفقة على التوربينة كما تتميز بخفة الوزن وخصوصًا بعد إدخال الألياف الزجاجية في عمليات تصنيع الريش بدلاً من المعادن والأخشاب. وتصنف التوربينات الريحية حسب أحجامها وقدرتها التي تتراوح بين خمسة إلى ألف كيلو وات. توجد توربينات كبيرة الحجم ما تزال في دور التجربة ذات سعة ٣ ميجاوات وتربينات عملاقة تصل قدرتها إلى ٤,٥ ميجاوات وهي لا تزال في مرحلة البحث والتطوير.

لتحسين اقتصاديات طاقة الرياح يمكن توصيل مجموعة من توربينات الرياح كهربيًّا لتشكل مزرعة رياح Wind Farm تُربط بالشبكة الكهربية. في حالة وجود مزرعة الرياح بعيدًا عن الشبكة الكهربية يتم تركيب وسيلة لتخزين الطاقة الكهربية المولدة من طاقة الرياح لإعادة استخدامها في الأوقات التي لا تكون فيها الرياح متاحة، أو تنخفض سرعاتها إلى مستوى لا يشغل التوربينات، أيضًا قد يضاف مولد كهربي مساعد يعمل بالديزل، إلى مزرعة الرياح، لتوليد الكهرباء في أوقات عدم إتاحية طاقة الرياح. تعتبر سرعة الرياح التي تتراوح ما بين ٨-١٢ متر / الثانية من السرعات المناسبة والتي يمكن استغلالها اقتصاديًّا في توليد الكهرباء.

طاقة الكتلة الحيوية والغازات المصاحبة لها

تشمل الكتلة الحيوية Bio-Mass كل من النباتات، والأسمدة العضوية، وخشب الغابات، والنفايات (الفضلات العادية). يمكن تجهيز الكتلة الحيوية الخام وتحويلها إلى وقود سائل أو غازي أو صلب. يعتبر الإيثانول Ethanol أو الكحول الإثيلي واحدًا من أفضل أنواع الوقود المستخلصة من الكتلة الحيوية، وهو يستخرج من محاصيل الذرة والمحاصيل السكرية. ويمكن خلط الإيثانول مع الجازولين لإنتاج الجاز هول Gashol، وتجرى التجارب لإيجاد طرق اقتصادية لاستخدام الكتلة الحيوية في توليد الكهرباء باستخدام غاز الميثان Methane المنطلق من المواد النباتية والمخلفات الحيوانية المتحللة، كوقود في الغلايات البخارية.

إن تقنية إنتاج غاز الميثان من الفضلات الزراعية معروفة منذ قديم الزمن، ولكنه

أصبح طاقة بديلة قابلة للتطبيق خاصة في المناطق الريفية، وعلى المستوى التجاري خلال أزمة النفط في السبعينات من القرن الماضي، حيث أخذت الكثير من الشركات في التركيز على إنتاج الغاز الحيوي Bio-Gas والذي يعطي حوالي ٦٠ ٪ ميثان. لقد دخل الغاز الحيوي سوق التجارة الدولية، ومن بين الدول التي تعمل في هذا المجال سنغافورة، وبعض دول أمريكا اللاتينية، بينما ركزت كل من الهند والصين على تصميم أفران لحرق الكتلة الحيوية أو استخراج الغاز الحيوي منها، واستغلال الطاقة المستخرجة منها في عمليات الطهو وتسخين المياه في الريف.

الطاقة الكهرومائية

تقوم الطاقة الموجودة في ضوء الشمس بتبخير المياه من المحيطات والبحار والأنهار والمسطحات المائية، ونقلها إلى الأرض في شكل أمطار، ليسقط بعضها في البحار والمحيطات، ويتحول بعض آخر إلى أنهار ومخرات مياه. يمكن استغلال طاقة الوضع لمياه الأنهار، أو فرق المناسيب في توليد طاقة ميكانيكية أو كهربائية. استغل الإنسان طاقة وضع المياه لتوفير الطاقة لمطاحن الغلال أو استخدامها في مجالات أخرى. كان أول استخدام للماء المتساقط لتوليد الكهرباء في ساقية مائية بنهر «فوكس» بولاية ويسكنسون بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٨٨٢ أي بعد عامين من اختراع توماس أديسون المصباح الكهربي. منذ ذلك الحين تم استكمال بناء أول محطة طاقة كهرومائية Hydro Power في شلالات نياجرا في أمريكا الشمالية، ليستمر العمل بعد ذلك في إنشاء العديد من محطات القوى الكهرومائية.

تمثل الطاقة الكهرومائية حوالي ١٩٪ من الإنتاج للطاقة الكهربية، ولكن ما زال حوالي ٦٧٪ من الطاقة الكهرومائية في العالم لم تستغل. استغلت أوروبا ٧٥٪ من طاقتها الكهرومائية، أما نسبة المستغل في أمريكا الشمالية فيبلغ ٦٩٪ ، بينما تصل هذه النسبة ٣٣٪ في أمريكا الجنوبية. جاءت قارتي آسيا وأفريقيا في المؤخرة فبلغت نسبة استغلال الطاقة الكهرومائية في آسيا ٢٢٪ ، وفي أفريقيا ٧٪ فقط، بالرغم من أن الطاقة الكهرومائية التي يمكن استغلالها في قارة أفريقيا تبلغ آلاف البلايين من الكيلو وات ساعة.

تتميز وحدات التوليد الكهرومائية بارتفاع كفاءتها، خاصة بالنسبة لوحدات التوليد الحرارية، وكذلك ارتفاع معامل الاعتمادية، وانخفاض معدل أعطالها، وتعتبر الطاقة الكهرومائية من الطاقات النظيفة التي لا تسبب تلوثًا للبيئة. تعتمد كمية الطاقة الناتجة من المحطات الكهرومائية على فرق المنسوب، وكمية المياه التي تمر من خلال التوربينات Turbine التي تقوم بتحويل طاقة الماء إلى طاقة ميكانيكية. يتم تحويل دوران توربينات الماء إلى مولد Generator لإنتاج الطاقة الكهربية. يتراوح فرق سقوط المياه من عدة أمتار إلى مئات من الأمتار، وتختلف نوع التوربينة باختلاف فرق السقوط، كما يوجد توربينات لاستغلال سرعة جريان الماء في الأنهار. تقوم بعض من مشاريع القوى الكهرومائية على بناء سدود لحجز المياه من أجل مشاريع الري، وأيضًا لإيجاد فرق منسوب يرفع من اقتصاديات مشروعات القوى الكهرومائية. استغلت كثير من الدول هذه الطاقة لتوليد الكهرباء، مثل كندا والنرويج والصين والبرازيل والولايات المتحدة وروسيا وفرنسا ومصر.

تملك قارة أفريقيا إمكانيات هائلة غير مستغلة لتوليد الطاقة الكهرومائية خاصة في حوض نهر زامبيزي في الجنوب الأفريقي وفي نهر أنجا بزائير والتي تبلغ القدرات المحتمل استغلالها Potential Power حوالي اثنى عشر مليون كيلو وات، أيضًا توجد في الكاميرون والجابون والكنغو وزامبيا وتنزانيا وأوغندا مصادر وفيرة من الطاقة المائية، ولكن أدى انخفاض الطلب على الطاقة الكهربائية في هذه البلاد إلى عدم جدوى هذه المشروعات اقتصاديا. جرت بعض الدراسات لاستغلال الطاقة المائية في أفريقيا لتوليد الكهرباء ونقلها عبر خطوط كهرباء ذات الضغط العالي إلى أوروبا، لتحل محل محطات القوى الكهربائية الحرارية والتي تعمل بالوقود الأحفوري الملوث للبيئة.

طاقة حرارة باطن الأرض

طاقة حرارة باطن الأرض Geothermal Energy هي طاقة حرارة طبيعية مصدرها الباطن المنصهر للأرض، ومعظم هذه الحرارة ناتج من انحلال العناصر المشعة مثل اليورانيوم والثوريوم والبوتاسيوم المتواجدة داخل أعماق غائرة في الأرض، وكذلك نتيجة الاحتكاك في الأعماق أسفل القشرة الأرضية. وهذه الطاقة تنبعث من داخل الأرض بكثافة ضئيلة جدًّا فيما عدا المناطق التي على طول أحرف هضاب القشرة الأرضية، وفي المناطق المعروفة بالبراكين والزلازل. تعتبر الينابيع الحارة والحمة الفوارة Geysers نتاج الطاقة الحرارية في باطن الأرض. يمكن للحرارة الأرضية تدفئة أو غليان المياه الجوفية والتي تصعد إلى السطح على هيئة مياه ساخنة أو بخار. في بعض الأماكن من كوكب الأرض يمكن استخدام هذا البخار مباشرة في التدفئة والتسخين داخل المنازل أو في العمليات الصناعية، أو استخدامه لإدارة التوربينات الحرارية لتوليد الكهرباء.

بدأ استخدام طاقة حرارة الأرض تجاريا عام ١٩٠٤ بمدينة لارديرلو بإيطاليا، ثم لتوليد الطاقة الكهربائية عام ١٩١٣، ثم انتشرت في بعض الدول الأخرى مثل إندونيسيا واليابان والفلبين والولايات المتحدة الأمريكية. تعتبر مشكلة الإصلاح والمعادن المتحللة والمترسبة من المشاكل الهامة في استغلال طاقة باطن الأرض، فالمياه الجوفية -في أغلب الأحيان- تحتوي على أملاح، بعضها يمكن أن يتسبب في تآكل المواسير التي تحمل البخار أو المياه الساخنة من باطن الأرض. أما المعادن فيمكن أن تسبب مشاكل أكبر، فهي تنفصل عن المياه أو البخار، وتؤدي إلى انسداد المواسير وتآكلها نتيجة لما تسببه من صدأ.

مصادر أخرى من الطاقات الجديدة والمتجددة

تحتوي أمواج المحيطات Wave Energy على طاقة لا بأس بها، حيث إن منتصف المحيط به أمواج بارتفاع ١,٥ متر وتتكرر على فترة ثماني ثوان. تقدر طاقة المحيطات نظريًا بحوالي ثلاثة آلاف مليون كيلو وات، ولكن عمليًّا لا يمكن الاستفادة إلا بجزء

صغير منها. ما زال استخدام طاقة المحيطات في مرحلة البحث والتطوير، وتتركز في تحويل حرارة المحيطات والتي يمكن بها استخدام فرق درجات الحرارة بين مياه سطح المحيطات وعمقها لتوليد الطاقة الكهربائية. أما طاقة المد والجزر Tidal Energy فهي تتولد من طاقة حركة مياه البحار والمحيطات بفعل الجاذبية لكل من القمر والشمس، وكذلك بفعل الرياح. اهتمت بعض الدول باستغلال طاقة المد والجزر مثل فرنسا وروسيا والصين. لاستغلال هذه الطاقة اقتصاديًا يجب أن يبلغ فرق ارتفاع المياه بين المد والجزر إلى حوالي ٣-٥ أمتار.

يقدر الاحتياطي العالمي من الطفلة الزيتية بما يقرب من ٤٧٥ ألف مليون طن، ويخص أمريكا حوالي ثلثي هذا الاحتياطي العالمي. يوجد تجارب عديدة لاستخلاص البترول من الطفلة الزيتية Oil-Shale ولكن العائد الاقتصادي ما زال غير مجد في الوقت الحالي. تتركز الرمال القيرية في مقاطعة ألبرتا بكندا، ويوجد كميات أخرى في بعض البلاد مثل فنزويلا، وأمريكا، وروسيا ومدغشقر. يمكن معالجة الرمال لاستخلاص الزيت منها بطرق اقتصادية في المستقبل القريب. تستخدم طاقة الحث Peat Energy -ذات القيمة الحرارية المنخفضة- في المقام الأول في روسيا وأيرلندا لتوليد الكهرباء كبديل للفحم.

دأب العلماء على البحث عن منابع وقود إضافية، وتوصلوا إلى أن بعض أنواع النباتات يتشكل في أنسجتها هيدروكربونات وقودية تشبه بتكوينها تلك الموجودة في النفط وتسمى "النفط البيولوجي" الذي يعتبر أفضل من النفط المستخرج من باطن الأرض لانعدام وجود الكبريت والشوائب الضارة في خواصه. يوجد في الفلبين أشجار الجوز التي تحتوي على نفط نباتي، وقد استعمله اليابانيون أثناء الحرب العالمية الثانية. وتنمو في غابات الأمازون شجرة كوبايبو التي يبلغ ارتفاعها ثلاثين مترًا، ومن شق حز على جذع هذه الشجرة يمكن الحصول على نحو عشرين لترًا من وقود الديزل الممتاز الذي يمكن استعماله مباشرة كوقود لتسيير السيارات. تستخلص اليابان الكحول من مصاصة قصب السكر وتستعمله كوقود بدلاً من البنزين.

صناعة الكيماويات

شهدت ألمانيا قدرًا كبيرًا من تطور صناعة الأصباغ التركيبية، وحققت الكيمياء العضوية إسهامًا مهمًا في نهضتها لتصبح البلد الصناعي المهيمن على أوروبا حتى إنها فاقت بريطانيا في مجالات عدة قبل نهاية القرن التاسع عشر، وجرت عمليات تحليل لمادة أخرى شائعة هي السليلوز من لب الخشب أو من مواد نباتية أخرى. أفضى ذلك إلى تطورات ثلاثة بارزة في الصناعة الكيميائية العضوية وهي: المواد شديدة الانفجار، والمنسوجات الصناعية، واللدائن أو البلاستيك. وكذلك صناعة المواد شديدة الانفجار من مركبات حامض النيتريك مع مادة السليلوز، وكذلك إنتاج ألياف النسيج الاصطناعي عن طريق مركب من خليط سليلوزي مع مواد مختلفة تزيده صلابة، وأصبح بالإمكان صناعة خيوط شديدة الدقة واستعمالها باسم الرايون أو الحرير الاصطناعي. وبحلول نهاية القرن التاسع عشر بدأ تسويق هذا النوع من الحرير الاصطناعي لمصانع النسيج لخلطها عادة بألياف طبيعية. وأخيرًا بدأ استخدام النايلون والمجموعة وثيقة الصلة من الألياف الاصطناعية. أصبح معروفًا أن هذه المواد الجديدة أقوى من الألياف الطبيعية ولها استعمالات عدة أكثر منها. شهد المطاط تطورًا صناعيًّا كبيرًا خلال النصف الثاني من القرن التاسع عشر. كانت اللدائن أو المواد البلاستيكية الاصطناعية الجديدة تصنع أول الأمر من أخلاط سليلوزية عن طريق إضافة مواد تكسبها صلابة، ومع نهاية القرن استخدم السليليويد لصناعة

ياقات القمصان الرجالي وأفلام التصوير. وفي العام ١٩٠٧ أنتج الكيميائي البلجيكي بايكلاند مادة صمغية عن طريق خليط من الفورمالدهايد والفينول. وتبين أنه عند تسخين هذا الخليط يمكن تشكيله في صورة مادة صلبة تعرف في السوق باسم الراتنج الصناعي أو الباكلايت. وتتميز هذه المادة بخواص عازلة مما أدى إلى شيوع استخدامها في التركيبات الكهربائية.

بدأت الصناعة الكيميائية العضوية ببحث ودراسة مشتقات قار الفحم، ولكنها بدأت في القرن العشرين تعتمد اعتمادًا مكثفًا على منتجات صناعة النفط. إن مادة القار أو البيتومين معروفة منذ أقدم العصور كمصدر لزيت الإضاءة، ولكن في عام ١٨٥٠ فقط عرفت البشرية لأول مرة أول بئر أمكن بنجاح استخدام موارده المطمورة تحت الأرض من الزيت أو النفط الخام وكان ذلك في الولايات المتحدة، وهكذا بدأت تظهر إلى الوجود صناعة النفط، والصناعات الكيميائية المرتبطة بها لتصبح من أهم الصناعات في العصر الحديث.

الطباعة

بدأت الطباعة Printing في أوروبا في القرون الوسطى بانتساخ الصور عن طريق الحفر على ألواح من الخشب أو على أختام ثم تطبع على الورق. بدأ عدد من المخترعين -منفردين- في غرب أوروبا صناعة حروف منفصلة من الخشب أو المعدن يمكن جمعها معًا لتكون الكلمات. أما الورق فكان العرب قد تعلموا صناعته من الصين ونقلوا هذه الصنعة إلى إسبانيا حيث أقاموا في القرن الثالث عشر أول مصنع للورق في أوروبا. قد يكون الهولندي لاورنس كوستر Coster هو أول من طبع كتابًا بطريقة الحروف المنفصلة في القرن الخامس عشر، ولكن يعتبر الألماني يوهانس جوتنبرج Gutenberg هو الذي سبق إلى إتقان فن الطباعة في نفس القرن. بدأ جوتنبرج تصنيع قوالب لسبك حروف معدنية صغيرة متساوية في الحجم يمكن جمعها معًا لتكون الكلمات والسطور، كما اخترع طريقة للتحبير المتجانس، واخترع مكبسًا يدويًا يحقق الضغط المطلوب للطبع. أتم جوتنبرج في عام ١٤٥٦ طباعة الكتاب المقدس كاملاً بعد جهد شاق استمر ثلاث سنوات، انتقلت تكنولوجيا الطباعة من ألمانيا إلى إيطاليا وفرنسا، ثم بعد ذلك إلى إنجلترا في عام ١٤٧٤. حررت الكلمة المطبوعة الفكر الإنساني من عقالها، وانتشرت في جميع أنحاء أوروبا لتحارب التخلف والجهل، فكانت نقطة تحول هامة نحو بداية عصر العلم الحديث في أوروبا في القرن السابع عشر.

ظلت طريقة الطباعة ثلاثة قرون ونصف القرن على الهيئة التي تركها جوتنبرج، فكانت الحروف تطبع يدويًا، وكان الطبع يتم بمكابس يدوية. ظهرت المنشورات ذات الطابع الصحفي لأول مرة في عام ١٥٢٩، عندما أصدرت السلطات النمساوية منشورات وزعتها في أوروبا كلها لتنبه الدول الأوربية الأخرى إلى الغزو التركي. أما الجريدة الأولى فقد ظهرت في مدينة ستراسبورج في عام ١٦٠٩، وفي عام ١٦٢٢ أصدر الإنجليزي ناثانييل باتر Butter مجلته الأسبوعية "ويكلي نيوز". في عام ١٨١٢ صمم الألماني -المهاجر إلى إنجلترا- فريديريك كوينج Koenig آلة الطباعة البخارية، وقامت جريدة التيمز اللندنية بتشغيل التكنولوجيا الجديدة في مطابع جريدتها. كانت طريقة الطباعة حتى ذلك الحين تتم يدويًا، فيمسك العامل فرخ الورق بيده ويضعه على الحروف المصفوفة بعد تحبيرها بالاستعانة بأسطوانات يدوية، ثم يحرك المكبس بيده أو رجله فيتم الطبع، ثم يرفع الفرخ المطبوع وتعاد الكرة. قامت فكرة كوينج على جعل الحروف المصفوفة في إطار يتحرك جيئة وذهابًا تحت دلافين التحبير، فخفف العبء على العامل الذي أصبح -فقط- يضع فروخ الورق على الآلة التي تتولى العمل كله، فإذا فرغت الآلة من الطبع دفعت الفروخ المطبوعة إلى الخارج.

دخل على الطباعة بعد اختراع كوينج بخمسين عامًا، تحسين آخر يتمثل في المطبعة الدوارة والتي صنعها الأمريكي ويليام بالوك Bullock في عام ١٨٦٣. تستخدم المطبعة الدوارة شريطًا من الورق طوله بضعة كيلو مترات، ملفوفًا على بكرة كبيرة تدور باستمرار، وكذلك تستخدم قوالب طباعة أسطوانية على عكس مطبعة كوينج التي تستخدم قوالب طباعة مسطحة تركب على دلافين دوارة. في عام ١٨٩٠ قام المخترع الألماني/الأمريكي أوتمار ميرجنتالر Mergenthaler بتصنيع آلة اللينوتيب Linotype أي صفافة السطور. تقوم هذه الآلة بصناعة قوالب الطباعة التي تسبكها سطرًا سطرًا حسب الطول المطلوب والذي يناسب سعة عمود الجريدة، وعلى العامل أن يضرب لوامس اللينوتيب فتنفصل أمهات الحروف المطلوبة واحدة واحدة من المخزن المركب أعلى الآلة. أما "أم الحروف" فهي عبارة عن قطعة من المعدن المسطح احتفر في طرفها

الأعلى الحرف، وتسقط هذه الأمهات في علبة التجميع حتى يكتمل السطر. كما توجد صفائح صغيرة يطلق عليها اسم صفائح التفريق، توضع بين الكلمات المصفوفة حتى يصبح السطر محكم تمامًا. إذا تم اكتمال السطر، ضغط العامل على مقبض خاص لينتقل سطر الأمهات آليا حيث ينصب عليه المعدن المنصهر، ويتم التبريد بسرعة بعد السبك مباشرة، وينطلق السطر المسبوك بعد أن تهذبه سكاكين خاصة، إلى مقدم الآلة. أما أمهات الحروف فتعود إلى المخزن مرة أخرى حيث تتخذ كل واحدة منها مكانها، وبالتالي لا تفرغ المخازن.

في عام ١٨٨٧ صمم المخترع الأمريكي تولبرت لانستون Lanston آلته المونوتيب Monotype والتي صنعت تجاريًّا في نهاية القرن التاسع عشر. تتكون صفافة الحروف المونوتيب من آلتين منفصلتين، الأولى عبارة عن آلة تخريم ذات لوامس. إذا ضرب العامل عليها أحدثت في شريط من الورق خرومًا بأشكال معينة تقابل الحروف المختلفة، والآلة الثانية عبارة عن آلة سبك تحول الخروم المرتسمة على شريط الورق إلى حروف مسبوكة، وتعتمد في ذلك على هواء مضغوط يندفع خلال الخروم فيهيئ أمهات الحروف المطلوبة للسبك.

دخلت بعد الحرب العالمية الثانية تطورات جوهرية على تكنولوجيا الطباعة، فاخترعت الصفافة البعيدية التي يمكن بواسطتها إنجاز الصف الآلي بالإبراق السلكي أو اللاسلكي. ومن الطرق الحديثة أيضًا طريقة الصف التصويري، وتعتمد هذه الطريقة على أسلوب الشريط المخرم الذي يتكون عندما يضرب العامل النص على لوامس الآلة، ثم يدخل الشريط في آلة تصويرية يتحول فيها إلى كتابة تطبع على فيلم أو على ورق وتكون ما يسمى بالمادة الخام، دخلت الحاسبات الإليكترونية مجال الطباعة حديثًا، ومكنت من زيادة سرعة صف الجرائد والكتب وإخراجها بكميات كبيرة.

صناعة الزجاج

الزجاج Glass هو مادة صلدة، سريعة الكسر، غير متبلورة Non-crystalline، تكون في العادة شفافة وصافية. تتشكل ذرات المواد في الحالة الزجاجية أو ما شبيه ذلك، في عشوائية، بخلاف خواص المواد البلورية التي تتشكل فيها الذرات بصورة منتظمة. لقد عرف الإنسان الزجاج منذ أكثر من ستة آلاف عامًا، منذ الحضارات الأولى في مصر الفرعونية، ولكن اقتصر استخدامه على صنع النوافذ، وأواني الشرب، والمرايا. بدأ إنسان الحضارة الحديثة في القرن التاسع عشر التعرف على فوائد الزجاج، وأصبح لهذه الصناعة أكثر من خمسين ألف منتج، وتشعبت الاستخدامات لتشمل جميع مجالات الحياة مثل النوافذ، والنظارات، والميكروسكوبات، والتلسكوبات، والكاميرات، واللمبات الكهربية، والمرايا، والتليفزيون، وغيرها.

تمثلت البداية في صناعة الخزف Faience في الحضارة الفرعونية منذ الألفية الرابعة قبل الميلاد. كان المصريون يصنعون الخزف من عجينة مركبة من مسحوق الكوارتز أو رمل نقي -السيلكا Silica-، وأكسيد النحاس، والماء، ثم تضغط العجينة في قالب تشكيل لتجف، ثم تتعرض لمصدر حراري لتأخذ الصورة الصلدة، المغطاة بطبقة زجاجية رقيقة ناتجة من تفاعل كربونات الصوديوم Soda مع ثاني أكسيد السيليكون -السيليكا- خلال عملية الحرق. يمكن أن تأخذ هذه الطبقة اللون الأزرق أو الأزرق المخضر نتيجة لارتحال النحاس إلى السطح الخارجي. كان المصريون يضيفون بعض

الأكاسيد المعدنية Metallic Oxides للخزف، ثم يقومون بإحراقه مرة ثانية للحصول على طبقة مصقولة ولامعة من الزجاج تغطي سطح المادة الخزفية.

عرف إنسان الحضارات الأولى في مصر الفرعونية وحضارات بين النهرين (دجلة والفرات) الأواني الزجاجية حول منتصف الألفية الثانية قبل الميلاد، فقد وجد في مقبرة تحتمس الأول كسر زجاج من أوانٍ زجاجية باللون الأزرق الغامق، مزخرفة بخيوط زجاجية متعرجة، باللون الأصفر. وجد أيضًا إبريق زجاجي في مقبرة تحتمس الثالث من القرن الخامس عشر قبل الميلاد، شكلت بتقنية مختلفة. عرفت أيضًا -في زمن لاحق- الشعوب التي عاشت حول بحر إيجا، وجزيرة قبرص صناعة الزجاج ليشكلوا منها أشكالاً مختلفة للزينة وللاستخدامات المنزلية. تدهورت صناعة الزجاج تدريجيًّا في مصر الفرعونية، بينما استمر تطورها في بلاد بين النهرين، خاصة في زمن الحضارة الأشورية في القرن الثامن قبل الميلاد، وانتشرت هذه الصناعة في البلاد المجاورة مثل سوريا وبلاد فارس. ازدهرت صناعة الزجاج في الحضارة الإسلامية خاصة بعد توسع حدودها؛ لتحوي بلادًا عديدة في الشرق والغرب. عرفت أيضًا حضارات الشرق الأدنى في الهند والصين واليابان تقنية صناعة الزجاج منذ الألفية الأولى قبل الميلاد. أما بالنسبة لأوروبا، فقد وجدت حفريات تحتوي على أوانٍ زجاجية من القرن الثاني الميلادي في سواحل شمال البحر الأدرياتيكي. ازدهرت صناعة الزجاج في مدينة فينسيا بإيطاليا في القرن الثالث عشر الميلادي، ثم انتقلت إلى جزيرة مورانوا وما حولها خوفًا من الحرائق التي قد تندلع من أفران صناعة الزجاج.

نظرًا لأن خامات الزجاج رخيصة ومتوافرة في أماكن كثيرة، فقد ساعد ذلك على انتشار هذه الصناعة، وكذلك على تعدد منتجاتها. تتلخص المواد الخام المستعملة في صناعة الزجاج في الآتي:

١- ثاني أكسيد السيلكون أي الرمل Silicon Dioxide ، وأفضلها الرمل الأبيض، لأن الأنواع الأخرى تكون مختلطة ببعض الشوائب مثل أكسيد الحديد. ويجب أن

تكون حبيبات الرمل متقاربة في الحجم ودقيقة لسهولة عمليات الصهر. يلزم في كثير من الأحيان تنقية الرمل عن طريق الغسيل بالماء أو بالطرق الكيميائية لإزالة الأتربة والشوائب. ويستعمل أيضًا كسر الزجاج ؛ لأنه يساعد على صهر خلطة الزجاج.

٢- كربونات الصوديوم Sodium Carbonate، وتعتبر أهم مصدر لأكسيد الصوديوم. تعتبر كبريتات الصوديوم المصدر الثاني لأكسيد الصوديوم، ولكنها تحتاج إلى كربون لتختزل الكبريتات إلى كبريتيت الصوديوم قبل اتحادها مع ثاني أكسيد السيليكون.

٣- كربونات الكالسيوم Calcium Carbonate، أو الحجر الجيري، وهو مصدر أكسيد الكالسيوم. وفي بعض الأحيان يستعمل الدولوميت Dolomite وهو خليط من كربونات الكالسيوم والماغنسيوم. يستعمل الحجر الجيري في صناعة الزجاج العادي، أما الدولوميت فيستعمل في إنتاج الزجاج المسطح لما للمغنسيوم من خواص تكسب الزجاج صلابة ومقاومة للحرارة.

٤- مواد أخرى، وذلك لإكساب الزجاج خواص معينة، فالألومينا Alumina أي أكسيد الألمونيوم تقلل من احتمال تشقق الزجاج وتبلوره بعد خروجه من أفران الصهر أثناء عملية التشكيل، والبوراكس يستخدم في إنتاج الأجهزة العلمية لتقليل من معامل التمدد الحراري للزجاج. أما بالنسبة للرصاص فهو يعطي للزجاج بعض الخواص مثل زيادة المعامل الانكسار الضوئي. تساعد كبريتات الصوديوم على سهولة تشكيل الزجاج وإزالة الفقاقيع وخاصة في عملية التشكيل بالنفخ. يحتاج الزجاج أيضًا إلى بعض المواد الكيماوية الأخرى لتلوينه مثل أكسيد الكروم وأكسيد النحاس وأكسيد الحديد لإكسابه اللون الأخضر، وأكسيد الكوبالت للون الأزرق، وثاني أكسيد المنجنيز للون البنفسجي، والسيلينيوم والذهب للون الأحمر، وأكسيد الزنك وفوسفات الكالسيوم وفلوريد الكالسيوم وأكسيد القصدير للون الأبيض.

صناعة البلاستيك

البلاستيك Plastic أو اللدائن يطلق على المادة الراتنجية العضوية ذات الوزن الجزيئي الكبير، أو مخلوط معقد من عدة مواد أساسية راتنجية يحضر بطريقة البلمرة Polymerization أي التجمع. اشتقت كلمة بوليمر Polymers من كلمتين في اللغة اليونانية القديمة الأولى بولي بمعنى متعدد أو كثير، وكلمة ميروس معناها جزيء. تتشكل البلمرة من خلال سلسلة طويلة من الوحدات المتكررة ذات الوزن الجزيئي الصغير، وتسمى الوحدة مونومر Monomer أي مركب كيميائي مستقل، فيه الجزيئات غير متبلمرة. تتشابك هذه الوحدات مع ذرات الكربون، ثم ينضم إليها جزء ثانٍ في وجود عامل مساعد؛ ليكون جزيئًا مزدوجًا يسمى دايمر Dimer، أي مركب مزدوج الصيغة الجزيئية. ثم يتحد هذا المكون مع جزء ثالثٍ يسمى ترايمر Trimer، أي ثلاثي الصيغة الجزيئية، ثم رباعي، وهكذا حتى يصبح جزيئًيا كبيرًا يسمى بوليمر.

توجد البوليمرات طبيعيًّا في الجوتابرشا Gutta- Percha وهي مادة صمغية، وفي مادة الراتينج القلفونية Rosin وهي مادة صفراء صلبة تتخلف عند تبخير التربنتينا من راتينج الصنوبر، وفي محلول اللك Shellac كانت هذه المواد تستخدم مثل اللدائن من قرون عديدة، قبل التوصل إلى تقنية صناعة البلاستيك. يرجع تطوير صناعة البلاستك على المستوى التجاري إلى المخترع الأمريكي جون هايات Hyatt في عام

١٨٦٨. قام هايات بمزج نترات السليولوز Cellulose Nitrate مع الكافور Camphor لإنتاج مادة تستعمل في تشكيل كرات البلياردو، والأطواق، والمشط، ومواد أخرى. استخدم نفس البلاستيك المصنوع من نترات السليولوز- والذي سمي سليولويد Celluloid- في صناعة مادة الأفلام الفوتوغرافية، بواسطة شركة كوداك في عام ١٨٨٤.

توجد أنواع كثيرة من البلاستيك، ولكن يوجد قسمين رئيسيين من حيث تأثرهما بالحرارة:

أولا: الثرموبلاستيك Thermoplastic

وهو يلين بالحرارة ويتصلد بالتبريد، فإن الحرارة المستخدمة في تسخينه لا تكفي لتغيره كيميائيًا. عند تسخين هذا النوع من البلاستيك مرة ثانية فإنه يلين ويمكن تشكيله مرات كثيرة حسب الغرض من استعماله. يدخل تحت هذا القسم: البولي إيثلين، والبولي ستيرين، والبولي كلوريد الفينيل، والبولي خلات الفينيل.

ثانيًا: الثرموسيتنج Thermosetting

وهو يشكل ويستقر بالحرارة، ويتصلد مع الثبات بالتبريد، ولا يلين بعد ذلك. يحتوي هذا القسم على الأنواع التي تتصلب تحت تأثير الضغط والحرارة، ولا يتأثر بعد ذلك بالحرارة أي لا ينصهر وإنما يحترق. في هذا القسم يجب ألا تتعدى درجة حرارة الراتنج درجة الانصهار والانسياب، وبذلك يصبح مستقرًا. هذا النوع لا يصلح تشكيله مرة ثانية بواسطة التسخين الحراري، حيث يحدث تفاعل كيميائي يربط الجزيئات في ثلاثة أبعاد، فيفقد التركيب المميز له. تتميز أنواع البلاستيك من هذا القسم بالصلادة والتماسك. يدخل تحت هذا القسم: الفينول فورمالدهيد Phenol-Formaldehyde، واليوريا فورمالدهيد، والميلاين فورمالدهيد.

طلي المعادن

يعتبر طلي المعادن Coating of Metals من التقنيات القديمة التي ظهرت في الحضارات الأولى، من خلال تغطية بعض المعادن بمعادن أخرى، وخصوصًا بالذهب والفضة. كانت هذه العملية تسمى ترصيعًا، وكانت تتم بتسخين سطوح البرونز أو النحاس أو الحديد إلى درجة حرارة مناسبة، ثم تطرق المعادن النفيسة على السطوح الساخنة. انتشرت تقنية الترصيع مع الحضارة العربية خاصة في بلاد الشام. عرف الرومان طريقة الطلي بالتغطيس، فكانوا يطلون الأواني النحاسية بالقصدير، وذلك بغمسها في مصهور هذا المعدن. في بدايات الحضارة الأوروبية الحديثة، ظهر الطلي بالغمس في الزنك المنصهر، وطلي الصفائح الحديدية بالقصدير. بعد اكتشاف البطارية الكهربية، أصبح في الإمكان ترسيب بعض المعادن مثل الفضة والذهب والبلاتين، ومعادن أخرى شائعة مثل النحاس والنيكل والقصدير والرصاص، على المعدن الأساسي لتكوين طبقة متماسكة جيدة الالتصاق عليه. صنع ادوارد ويستون Weston في عام ١٨٧٥ أول مولد للطلي الكهربائي مما أدى إلى ترسيخ قواعد صناعة الطلي الكهربائي. باكتشاف التلبيس بالكروم في عام ١٩٢٥ أصبحت عمليات التلبيس Cladding بالكروم/نيكل واسعة الانتشار لأغراض الزينة ووقاية المعادن من عوامل الطبيعة. تطورت تكنولوجيا طلي المعادن في الوقت الحاضر. وتعددت الطرق التي تستخدم في الطلي، ولكنها تتركز في خمس طرق رئيسية:

١ـ التغطيس الساخن Hot-Dipping

وهي أقدم الطرق وأكثرها انتشارًا في تلبيس معدن بطبقة من معدن آخر. تتشكل هذه الطريقة بغمس القطعة المراد تلبيسها بكاملها في حوض معدن منصهر لفترة قصيرة. وللحصول على عملية تلبيس ناجحة، يجب أن يكون المعدنان المستخدمان قابلين للامتزاج مع بعضهما ولو إلى حد ما. تتم عملية التلبيس نتيجة لفعل المزج Alloying Action المتبادل بين المعدنين، وعلى ذلك تكون طبقة التلبيس مشوبة دائمًا بشيء من معدن الأساس.

٢ـ السمنتة Cementation

تتمثل هذه الطريقة في تسخين المعدن الأساسي وهو محاط بمعدن آخر غالبًا ما يكون على شكل بودرة إلى درجة حرارة أقل بقليل من درجة انصهار المعدن الذي قد ينصهر أولاً. عرفت هذه الطريقة في العصور القديمة، بتحويل النحاس إلى براس Brass وهو النحاس الأصفر وذلك بتسخينه مع أنواع معينة من التراب. أيضًا صنع الفولاذ بتسخين الحديد مع الفحم النباتي عند درجات حرارة عالية.

٣ـ الطلي بترسيب الأبخرة المعدنية

تصنف الطلاءات المنتجة بترسيب أبخرة المعادن في ثلاث مجموعات حسب مصدر البخار، إذ يمكن للبخار أن يكون مصدرًا من تبخير المعادن المنصهرة، أو من الرش المهبطي Cathode Sputtering، وكلاهما عملية فيزيائية، أو من الإرجاع الهيدروجيني أو التفكك الحراري لهاليدات المعادن أو المركبات العضوية المعدنية وهي عمليات كيميائية. في كل العمليات السابقة يستلزم الوصول إلى درجات حرارة من متوسطة إلى عالية، وفي معظمها يستلزم أيضًا وجود أجهزة خلخلة.

٤ـ الطلي بالبخ

تتلخص عملية البخ بالمعادن ببخ رذاذ من معدن مصهور خلال فتحة صغيرة بسرعة كبيرة؛ لترتطم بسطح المعدن المراد طليه. معظم المعادن الشائعة يمكن بخها

ولكن أكثرها استعمالاً هو الزنك، والقصدير، والألمونيوم، والنحاس، والرصاص، والحديد. انتشر الطلي بالبخ لحماية المعادن ضد التآكل والأكسدة عند درجات حرارة عالية، خاصة بعد اكتشاف البخ بالبلازما، إذ يمكن من خلالها الحصول على مصدر حراري غير مؤكسد، لبخ بودرات المواد الحرارية التي يمكن صهرها دون أن تتفكك.

٥. الطلي بالكهرباء

تتلخص عملية الطلي بالكهرباء في ترسيب طبقة معدنية على الإليكترود بغرض الحصول على سطح معدني ذي خواص تختلف عن خواص معدن الأساس. تكون الطلاءات الكهربائية أكثر تجانسًا في السمك من طلاءات التغطيس الساخن، وأقل مسامية من طلاءات البخ، وأكثر نقاءً من كليهما. قد تكون الطلاءات أنودية أو كاثودية (مصعدية أو مهبطية) بالنسبة للجسم المطلي.

قياس الوقت والساعة

أولاً يجب التفريق بين تعريف آلة قياس الوقت Clock، والساعة Watch إذا كانت آلة قياس الوقت تدل على الوقت أو تسجله، فإن الساعة هي جهاز صغير يمكن حمله لبيان التوقيت، في أي مكان، وعند أي درجات حرارة، وفي أي ظروف مناخية. إذا كان الزمن هو دالة متصلة Continuous Function فإنه يقسم كوكب الأرض إلى فترات، فالسنة – وهي زمن دوران الأرض حول الشمس – مقسمة إلى اثني عشر شهرًا، والشهر مقسم إلى عدد من الأيام تتراوح ما بين ٢٨ إلى ٣١ يومًا، واليوم مقسم إلى ٢٤ ساعة، والساعة مقسمة إلى ٦٠ دقيقة والدقيقة مقسمة إلى ٦٠ ثانية. تحوي جميع أجهزة قياس الوقت – متضمنةً الساعات – وسائل تقوم بأداء حركات منتظمة في مراحل متساوية، وذلك لإظهار الوقت أو تسجيله أو الاثنين معًا.

قام قدماء المصريين بصنع أول آلتين لقياس الوقت وهما:

- الساعات الشمسية أو المزولة Sundial
- الساعة المائية Water Clock / Clepsydra

وجد علماء الآثار أجزاء من مزولة فرعونية منذ القرن السادس عشر قبل الميلاد محفوظة في متحف برلين كما تحتفظ المتاحف المصرية بأشكال من الساعات المائية مصنوعة من المرمر Alabaster ترجع إلى القرن الرابع عشر قبل الميلاد. صممت المزولة

بحيث يقسم الوقت من الشروق حتى الغروب إلى اثني عشر قسمًا متساويًا، ويبين ظل مؤشر معين الوقت خلال فترة النهار. أما الساعة المائية فقد كانت تبين الوقت أثناء فترة الليل، وهي تتكون من آنية من المرمر (شكل السلطانية) لها جوانب مائلة، أي أن القطر العلوي لها أكبر من القطر السفلي. وبها فتحة صغيرة في القاع، تخرج منها أنبوبة صغيرة على شكل النتوء. تعمل الساعة المائية من خلال تدفق المياه الموجودة في الآنية من الفتحة الصغيرة الموجودة بالقاع، فينخفض مستوى المياه في الآنية، ويبين التقسيم المنحوت على السطح الداخلي للآنية الوقت أثناء فترة الليل. يحتوي التقسيم على اثني عشر قسمًا غير متساوية نظرًا لميل سطح الآنية.

انتقلت فكرة المزولة والساعة المائية إلى الحضارة الإغريقية، ثم بعد ذلك إلى الحضارة الرومانية. حور الإغريق المزولة التي صنعت من الحجارة فأصبحت تأخذ شكل النصف دائرة Hemicycle. كانت المزولة المفرغة بالشكل النصف دائري، توضع في مواجهة الشمس بحيث تبين الخطوط المنحوتة في داخل المزولة الوقت أثناء فترة النهار من خلال ظل العقرب Gnomon الأفقي المتدلي من أعلى المزولة على هذه الخطوط.

صنعت مجموعات مختلفة من الساعات المائية في الصين في الفترة ما بين القرن الثامن والقرن الحادي عشر الميلادي. كانت هذه الساعات كبيرة الحجم، كما احتوت على أرقام متحركة. كانت الساعات الصينية تقوم -من خلال تدفق المياه- بتحريك أشكال معدنية أو خشبية تأخذ شكل القبة السماوية Celestial أو الكرة الأرضية، وتصدر أصواتًا تنبيهية كل فترات محددة بواسطة جرس معلق بها.

ظهرت الساعة الرملية Sandglass في أوروبا في القرن الرابع عشر الميلادي، والتي كانت تتكون من كرتين من الزجاج تأخذان الشكل البصلي، ومتصلتين بواسطة عنق ضيق. كانت كمية من الرمل توضع في الكرة العلوية، ويقاس الوقت عند سقوط كل كمية الرمل إلى الكرة السفلى من خلال العنق الضيق الواصل بين

الكرتين، ثم تقلب الكرة ليبدأ سقوط الرمل إلى الكرة الأخرى. عرف الإنسان أيضًا الوقت من خلال ترقيم الشمعة، "لمبة الجاز"، فكان زمن انصهار الشمع أو هبوط "الجاز" في اللمبة يدل على الوقت. صنعت في أوروبا في القرن الرابع عشر الميلادي أول ساعة ميكانيكية Weight-Driven Clock تعمل بواسطة تأثير ثقل معين يحرك عجلة داخل إطار حديدي.

استعمل الزنبرك لأول مرة كقوة محركة في الساعات -بدلاً من الثقل- في أوروبا في النصف الثاني من القرن الخامس عشر. كانت من مساوئ الساعات الزنبركية Spring Driven في مراحلها الأولى، أن القوى الزنبركية المحركة لم تكن متساوية أو ثابتة، فقد كان عزم الدوران Torque أكبر عندما يكون الزنبرك ملفوفًا بإحكام، وأقل عندما يكون غير محكم. حدث تطور في تصنيع الساعات للتغلب على هذه المشكلة، بوضع الزنبرك داخل أسطوانة، مع نقل قوة الزنبرك المحركة خلال خيط رفيع أو شريط أو سلسلة تلف في الأسطوانة، وتلف النهاية الأخرى للسلسلة حول أخدود حلزوني Spiral Groove على بكرة، والتي تقوم بتمرير الحركة الميكانيكية للساعة بواسطة التروس. تطورت صناعة أجهزة قياس الوقت وتطورت، وصنع الإنسان الحديث ساعة اليد التي تبين الوقت من خلال حركة العقارب، ثم تم اختراع الساعات الرقمية Digital في النصف الثاني من القرن العشرين.

التصوير الضوئي

نشر الفرنسي تيفيني دي لاروش La Roche في عام ١٧٦٠ كتابًا وصف فيه تأثير الضوء على مسطح تم طلاؤه بنترات الفضة، ونوه فيه عن الصور الصناعية التي يمكن إحداثها بهذه الطريقة. ثم قام العالم الكيميائي السويدي كارل شيله Scheele بدراسة تأثير الضوء على تلوين أملاح الفضة. وفي عام ١٨٠٢ نشر توماس ويدجوود Wedgwood تجاربه في نقل صور ظلية على ورق شبعه بنترات الفضة Silver Nitrate ولكنه لم يستطع تثبيت هذه الصور بحيث لا تنمحي بعد ذلك.

كان السبق لاستخدام مصطلح فوتوغرافيا photography، هو الفرنسي نيسيفور نيبس Niepce في عام ١٨١١ بعد إجرائه تجارب في هذا المجال مستخدمًا مواد كيميائية حساسة للضوء. لاحظ نيبس أن مادة الأسفلت إذا تعرضت للشمس فترات طويلة يمكن إزابتها بالزيوت النباتية، وعليه استخدم لوحات أسفلتية في ما يسمى "الصندوق المعتم Camera Obscura"، حتى إذا ارتسمت عليها الصور عالجها بمواد كاوية، ثم استنساخها بالكبس. كانت هذه العملية طويلة ومعقدة ولم تكن تحفظ من الصور إلا خطوطها الرئيسية فقط.

كان ليوناردو دافينشي قد وصف في مذكراته "الصندوق المعتم" -والذي كان في أغلب الظن معروفًا من قبل- والتي تتلخص فكرته في أن الضوء إذا ما سقط من

خلال فتحة ضيقة إلى غرفة معتمة أو صندوق معتم فإنه يرسم على الجدار المقابل صورة مقلوبة مصغرة للمنظر الخارجي. تطور الصندوق المعتم في القرن السادس عشر على يد الألماني تسان Zahn الذي ركب على فتحتها عدسة لامة فاستقامت الصورة ووضحت معالمها. قام العالم الفيزيائي الإيطالي ديللا بورتا Della Porta في عام ١٥٦٩ بصناعة أول صندوق معتم كبير جعل فتحته وعليها العدسة إلى أعلى في وضع أفقي، ثم ركب عليها بزاوية تميل على الخط الأفقي ٤٥ درجة، مرآة تستقبل الصور من المنطقة المحيطة وتسقطها على منضدة دائرية كبيرة موضوعة في مستوى أسفل الصندوق.

في عام ١٨٣١ التقى نيبس بالمصور الفرنسي لوي جاك داجير Daguerre الذي كان يعمل بالتصوير والزخرفة، واتفقا على العمل معًا في تطوير هذه التقنية. اكتشف داجير أن يوديد الفضة أصلح للتصوير من نترات الفضة. في نفس الوقت كان نيبس قد أدخل تحسينات على الصندوق المعتم، فأصبح يتكون من صندوق خلفيته عبارة عن لوحة حساسة للضوء، وله عدسة مثبتة في أنبوبة متداخلة بحيث تطول وتقصر حتى تتخذ البؤرة أدق أوضاعها. بعد وفاة نيبس، وفي عام ١٨٣٧ لعبت المصادفة دورًا في استكمال عملية التصوير الضوئي، فقد ترك داجير بعض اللوحات في دولاب قديم ظنًّا منه أنها لم تتعرض للضوء بقدر كاف، ثم عاد بعد عدة أسابيع وأخرجها ليغسلها ويستخدمها من جديد، فوجد أن الصورة قد ازدادت وضوحًا. اكتشف داجير في قاع الدولاب وجود زئبق، بعد أن انكسرت زجاجته سقط منها. توصل داجير إلى أن بخار الزئبق قد أثر كيميائيًّا على لوحات يوديد الفضة فثبت الصورة. قام داجير بإجراء بعض التجارب عرض فيها لوحة لضوء الشمس زمنًا قصيرًا ثم عرضها في غرفة مظلمة تحتوي على بخار زئبق يتصاعد من إناء به زئبق ساخن، فظهرت الصورة على اللوحة بوضوح، ثم تناول اللوحة وغطسها في محلول كبريتات الصوديوم، وبذلك اكتملت عملية التصوير الفوتوغرافي.

في عام ١٨٣٩، وفي نفس العام الذي نجح فيه اختراع داجير، ظهرت تقنية

أخرى في التصوير الفوتوغرافي على يد الإنجليزي ويليام تلبوت Talbot. كانت لوحة داجير تحمل صورة إيجابية لا سبيل إلى طبع نسخ منها ولا إلى تكبيرها، أما تلبوت فكان يصنع الصورة السالبة على الورق بحيث تكون الأجزاء الفاتحة غامقة والأجزاء الغامقة فاتحة. كان تلبوت يقوم بعد ذلك بطبع الصورة السالبة على ورقة أخرى حساسة للضوء بتسليط الشمس على الصورة السالبة الموضوعة فوقها، مستعينًا بمحلول هيبوكبريتات الصوديوم في التثبيت.

في عام ١٨٧١ اخترع اثنان من الإنجليز وهما مادوكس Maddox، وسوان Swan، لوحًا جافًا حساسًا عليه طبقة من بروميد الفضة تثبتها مادة جلاتينية غليظة القوام. كان هذا الاختراع خطوة حاسمة للتغلب على العقبة الأساسية التي وقفت في طريق تطوير التصوير الفوتوغرافي. تمثلت ميزة الألواح الجافة في تخليص المصورين الذين يريدون التقاط صور في الخلاء من الغرفة المظلمة المتنقلة التي كان ينبغي عليهم حملها معهم ليعدوا لكل لقطة لوحة خاصة بها.

بعد أن قام عالم كيميائي إنجليزي بتصنيع مادة السيللولويد Celluloid في عام ١٨٥٦، استخدم الأمريكي جورج إيستمان Eastman عام ١٨٨٤ هذه المادة بعد طلائها بطبقة حساسة للضوء، بدلا من اللوح الزجاجي الذي كان يستخدم من قبل. تمكن إيستمان وبمساعدة هانيبال جودوين Goodwin بعد ذلك من ابتكار الفيلم الملفوف الذي يمكن تركيبه في آلة التصوير دون الحاجة إلى الغرفة المظلمة، ليتحول التصوير الضوئي بعد ذلك إلى أمر أكثر بساطة وسهولة. طور إيستمان في جهاز التصوير ليصبح أخف وزنًا، وأصبحت العدسة والفيلم أكثر حساسية، وبذلك أصبحت الصورة أكثر وضوحًا.

تطورت صناعة الكاميرات أخيرًا باختراع الكاميرا الديجتال Digital التي يمكن أن تحفظ الصور رقميًّا ونقلها إلى الحاسب الآلي لعرضها وطبعها.

صناعة السينما

ظهرت صناعة السينما نتيجة التطور في عدة مجالات متفرقة، يعتبر الفانوس السحري الذي اخترعه الألماني اتاناسيوس كيرشر Kircher في القرن السابع عشر، واحدًا من هذه العناصر، أما العنصر الثاني الذي دخل في اختراع السينما فهو التصوير الفوتوغرافي، الذي مكن الفانوس السحري في إسقاط مناظر مصورة مطابقة للطبيعة على حائط أو شاشة. أصبح المطلوب للوصول إلى صناعة السينما هو تحريك الصور، وبث الحياة فيها.

في عام ١٨٢٩ قام جوزيف بلاتو Plateau وهو أستاذ جامعي بلجيكي بدراسة طريقة عمل العين البشرية، فكان يحدق في ضوء الشمس ليتبين تأثيره على شبكية العين، واستمر في هذا العمل حتى فقد الإبصار بعد حوالي أربعة عشر عامًا. توصل بلاتو إلى نظرية «كسل العين»، فالعين تتسم بنوع من الكسل في التخلص من الصورة التي تلتقطها، فالصورة التي تنطبع في الشبكية تظل بها فترة تقدر بجزء من الثانية بعد أن تكون المرئيات قد تلاشت، إن الإنسان لا يرى الصور المتعاقبة منفصلة الواحدة عن الأخرى، بل يراها بعد أن تكون قد تكومت الواحدة فوق الأخرى في المخ، فإذا كانت الصور تمثل مراحل متعاقبة لحركة معينة، فالعين تحس بالحركة المتجانسة. صنع الفلكي سيرجون هيرشل Herschel لعبة أطفال مبنية على اكتشاف بلاتو، فكانت اللعبة عبارة عن قرص من الورق المقوى على وجه منه صورة طائر وعلى الوجه

الآخر عش، فإذا أدار القرص بسرعة، يمكن رؤية الطائر داخل العش. كان النمساوي فرانتس اوخاتيوس Uchatius هو أول من أسقط على الحائط رسومات متحركة مستعينًا بالفانوس السحري الذي جعله يبث صورًا متعاقبة بسرعة أحدثت انطباعًا بحركة طبيعية، وكان ذلك في عام ١٨٥٢.

اخترع إديسون عام ١٨٨٩ جهازًا سمى «كينيو سكوب» وهو عبارة عن صندوق يجلس إليه شخص واحد وينظر من فتحة خاصة فيرى مشهدًا متحركًا، فكر إديسون في أن يستخدم الفيلم الملفوف الذي ابتكره ايستمان وجودوين، فأخذ شريطًا منه طوله ١٥ متراً، ووضع آلة تصوير ليصور بها المشاهد بحركتها الطبيعية بدلاً من طريقة التصوير على مراحل متعاقبة. في عام ١٨٩٤ وضع الإنجليزي روبرت بول Paul تصميمًا لآلة عرض، وتصميمًا آخر لآلة تصوير، ثم أنشأ معملاً بسيطًا في لندن، وبدأ يصنع أفلامه الخاصة به، وتم عرض فيلمًا من أفلامه على جمهور من سكان لندن في فبراير ١٨٩٦. في مطلع تسعينات القرن التاسع عشر عرض فرنسيس جينكس Jenkins صورًا متحركة مستعينًا بآلة عرض صنعها بنفسه، وفي نفس الوقت نجح اثنان من الألمان وهما الأخوان ماكس واميل سكلادانوفسكي في إقامة عروض مشابهة استخدما فيها آلات تم صناعتها على أساس آلة الصور المتحركة التي اخترعها إديسون.

كان الأخوان لوي، وأوجوست لوميير Lumiere يمتلكان مصنعًا لأدوات التصوير في مدينة ليون الفرنسية، وقاما بتصميم وتنفيذ آلة تصوير وآلة عرض، ثم قاما بالتقاط فيلم تجريبي قصير لم يستمر إلا لثوان معدودة. في مارس ١٨٩٥ عرض الأخوان لوميير هذا المشهد الحي القصير على مجموعة من رجال الأعمال الذين أبدوا الاهتمام بالعرض، ثم قاما بصناعة عدد من الأفلام القصيرة، وافتتحا في ٢٨ ديسمبر من عام ١٨٩٥ أول دور للسينما في العالم، عرضا فيه فيلم استمر عشرين دقيقة يتضمن مشاهد مختلفة.

كانت المرحلة التالية في تطوير صناعة السينما هي مرحلة الفيلم الناطق. تمكن

العالم الفيزيائي الألماني ارنست رومر Ruhmer في مطلع القرن العشرين من تسجيل الموجات الصوتية تسجيلاً فوتوغرافيًا، ولكنه لم يطبق اكتشافه على الفيلم السينمائي. وفي عام ١٩٠٢ توصل المخترع الإنجليزي ديوديل Duddell إلى أن الصوت يتحول خلال الميكروفون إلى موجات صوتية كهربية يسجلها جهاز راسم الذبذبات «الاوسيلوجراف» Oscillograph على شريط سيار تظهر عليه الرسوم صاعدة وهابطة حسب حركة الجهاز المتذبذب، وهي رسوم يمكن استنساخها بالتصوير الفوتوغرافي، ويستعاد الصوت عن طريق استخدام شعاع ضوئي يتخلل الشريط السيار الذي عليه التسجيل ويقع على خلية من السيلينيوم وهي خلية كهربية ضوئية، تحول الذبذبات التيارية على صوت مسموع. اخترع الإنجليزي يوجين لوست Lauste في عام ١٩٠٦ طريقة لتسجيل الصوت والصورة على الفيلم في وقت واحد، مستخدمًا نصف الفيلم للصورة والنصف الآخر للصوت، ولكن ظلت استعادة الصوت المسجل مشكلة لم يجد لها حلاً. بعد الحرب العالمية الأولى، توصل ثلاثة مخترعين شبان وهم انجل، وماسوله، وفوجت إلى طريقة فنية لصناعة الفيلم الناطق، واستخدمت هذه الطريقة في عام ١٩٢٢ ولكن صدر الصوت رديئًا . في العام التالي عرض لي دفوريست، مخترع الصمام التضخيمي Amplifier طريقة جديدة في صناعة الفيلم الناطق، وتم تطوير هذه الطريقة حتى أنتج أول فيلم ناطق في عام ١٩٢٨.

المصعد

المصعد Elevator/ Lift هو نظام ميكانيكي / كهربي يحوي صندوقًا / مركبة، تستعمل للصعود والهبوط، حاملة ركاب أو بضائع. قديمًا، استطاع الإنسان التعرف على أنواع عديدة من قوى الرفع، مستخدمًا عضلاته، أو الحيوانات الأليفة، أو قوى ضغط المياه، لرفع وإنزال الأحمال. بعد أن اكتشف الإنسان البخار كقوة محركة، استخدمت المحركات البخارية في رفع وإنزال البضائع فقط خوفًا من انقطاع أو انفصال الحبال التي كانت تمسك بالمركبة الحاملة. تم تصنيع أول مصعد على المستوى التجاري في عام ١٨٥٠، وكان بدائيًا في تصميمه وتصنيعه، وقد استخدم للرفع بين طابقين فقط. ظهر أول جهاز آمن للرفع في عام ١٨٥٢ بواسطة الأمريكي اليشا أوتس Otis، والذي صنع مركبته على شكل هيكل السرير، وذلك لاستخدامه في المصانع. ربط أوتس حبال الرفع بزنبرك Spring معلق بأعلى عربة المصعد.

صنع أوتس أول مصعد للركاب في عام ١٨٥٧، وقام بتركيبه في مبنى تجاري بمدينة نيويورك، مستخدمًا الآلة البخارية، وأسطوانة الملف Winding Drum، التي تدور بواسطة سيور Belts متصلة بالآلة المحركة. وفي عام ١٨٥٩ قام أوتس بتصنيع أول مصعد يعمل بنظام المحرك البخاري الانعكاسي Reversible Steam Engine، والمتصل بأسطوانة اللف بواسطة السيور ونظام التروس Gears. تم تركيب أول مصعد هيدروليكي Hydraulic Elevator في عام ١٨٥٩، وكانت المركبة فيه متصلة بنهاية

كباس غاطس Plunger مثبت في أسطوانة غاطسة في الأرض. كان الكباس والمركبة يتحركان لأعلى عندما يتم ضخ الماء -تحت ضغط- داخل الأسطوانة، وعند خروج الماء من الأسطوانة تبدأ عربة المصعد في النزول. في تصميم آخر للمصعد الهيدروليكي، كان الكباس والأسطوانة يشد الحبال لرفع أو إنزال عربة المصعد. تم تركيب أول مصعد كهربائي في عام ١٨٨٩، ثم إدخال نظام التحكم الآلي في المصاعد في نهاية القرن التاسع عشر، أما المصاعد الحديثة الخالية من التروس، والتي تعمل بنظام السحب / الجر Traction الكهربي، فقد تم تصنيعها في عام ١٩٠٣. في النصف الأول من القرن العشرين حدث تطوير ملموس في أجهزة التحكم، وبدأ تركيب المصاعد في المباني العالية الارتفاع.

تتم عملية الرفع والإنزال في المصاعد الحديثة بواسطة محرك كهربي Electric Motor، والذي يدور عجلة بها أخاديد Grooved Wheel، أو يحرك بكرة محزوزة Sheave موجودة بأعلى طريق رفع المصعد. تتصل بكرة الحركة المحزوزة بعمود إدارة حركة Drive Shaft المحرك الكهربي. توجد أيضًا أسلاك قوية من الصلب Steel Cables مثبتة في أعلى عربة المصعد وعلى طول مساره، من فوق البكرة المحزوزة الموجودة في الغرفة العلوية للمصعد، وحتى الثقل الموازن Counter Weight في الغرفة السفلية للمصعد. يقوم الثقل الموازن بعمل توازن لأحمال عربة المصعد بالإضافة إلى حوالي ٤٠٪ من هذه الأحمال بحيث يكون التحميل على المحرك الكهربي تحميل جزئي. توجد أسلاك أخرى على طول مسار نظام الرفع خاصة بنظم التحكم التي توضع في الغرفة العلوية للمصعد، وتحتوي على الدوائر الكهربية لأجهزة التحكم، كما توجد أيضًا أسلاك متصلة بجانب المصعد، خاصة بنظم الأمان وتشغيل كابح للبكرة التي تلتف عليها أسلاك الرفع.

تكييف الهواء

يعتبر تكييف الهواء Air Conditioning تقنية وآداة لتنظيم حالة الهواء، وضبط درجة حرارته من أجل تزويد الجو المحيط بالإنسان بهواء مناسب لراحته، وكذلك من أجل حفظ الأجهزة، خاصة الأجهزة الإلكترونية التي تتأثر بدرجة الحرارة في مناخ مناسب لتشغيلها بأعلى كفاءة، تختص أجهزة التكييف بالتحكم في أربع خواص فيزيائية للهواء، وهي:

- درجة الحرارة.
- الرطوبة النسبية.
- توزيع واتجاهات حركة الهواء.
- جزيئات الغبار العالقة في الهواء.

بالإضافة إلى الخواص الأربع الرئيسية السابقة، فإن أجهزة التكييف قد تستعمل أيضًا للتحكم في ضغط الهواء، وتنقيته من أي روائح قد تكون عالقة فيه. إن أجهزة التكييف تستخدم بصفة عامة للتحكم في نوعية الهواء للوصول إلى الدرجة المرغوبة، وإلى المستوى اللائق والمطلوب لراحة الإنسان، ومن أجل العمل وبذل المجهود العضلي والعقلي في جو مناسب لتكوينه البيولوجي. انتشر استخدام أجهزة التكييف في العصر الحديث، وأصبح يستعمل بصورة واسعة، وخاصة في المحلات والمنازل،

وفي مركبات النقل والمواصلات، وفي دور الترفيه والمعارض، خاصة عند ارتفاع أو انخفاض درجات الحرارة إلى مستويات يصعب على الإنسان تحملها.

تاريخيًّا، يمكن اعتبار أن الإنسان قد عمل على تكييف الهواء عندما أوقد إنسان الكهوف النار لتدفئة كهفه. عندما ظهرت الحضارات القديمة وتطورت تقنياتها، بدأ الإنسان في تصنيع المدفأة التي تعمل بواسطة حرق قطع الأشجار الجافة، أو بالفحم. صنع الإنسان بعد ذلك المواقد السيراميكية Cermaic Stoves، وصمم أماكن معيشته وعمله للحصول على تكييف طبيعي من خلال التحكم في دخول أشعة الشمس، وكذلك التحكم في انتقال وانتشار تيار الهواء داخلها. استعمل الإنسان أيضًا ريش الطيور، وسعف النخيل لصنع المراوح للتهوية. استغل الإنسان ظاهرة التبخير Evaporation - خاصة في الأجواء الصحراوية الجافة - باستخدام القماش المبلل بالماء، الذي يساعد على ترطيب الجو المحيط، وهو ما يسمى التبريد من خلال عملية البخر.

بدأ العلماء والمهندسون في العصر الحديث أبحاثهم في مجال تكييف الهواء، ولكن يمكن إرجاع المنظومة التكنولوجية الحديثة لأجهزة التكييف إلى المهندس الأمريكي ويليس كاريير Carrier في بدايات القرن العشرين، قام كاريير باستنباط العلاقات التي تحكم الطاقة الحرارية في الهواء وفي بخار الماء، واقترح بعض الخطوات المبسطة التي مكنت المهندسين من تصميم مكونات أكثر دقة وكفاءة لتصنيع أجهزة تكييف كاملة. بدأ العمل في تصنيع أجهزة التبريد في الولايات المتحدة في عشرينيات القرن الماضي، ثم بدأ في ثلاثينيات القرن العشرين في تصنيع أجهزة التكييف ذات منظومتي التسخين والتبريد.

تعمل مكيفات الهواء بصفة عامة من خلال عدة عمليات يتم فيها التبادل الحراري، لتسحب مروحة داخلية الهواء ليمر خلال -مرشح لمنع الأتربة من الدخول- ثم إلى مدخل المبخر Evaporator. يتمدد سائل مركب التبريد ذو الضغط المنخفض ويمتص الحرارة من الجو المحيط، فيتبخر ويتحول إلى غاز منخفض الضغط

عند وصوله إلى مخرج المبخر. يقوم الضاغط Compressor بسحب الغاز من المبخر خلال المجمع ثم يقوم برفع ضغطه، ويدفع الغاز ذو الضغط العالي إلى المكثف Condenser. ترتفع حرارة الغاز في المكثف، حيث يتكاثف ويصبح سائلاً ذا طابع عالٍ. في بعض دوائر التبريد، يتساقط هذا السائل من المكثف إلى خزان خاص، أما في الدوائر الأخرى، فإنه يلغي استعمال كل من خزان السائل وصمام Valve خط السائل. توجد وحدة تمدد بين المكثف والمبخر لتخفيض الضغط. عندما يدخل سائل مركب التبريد ذو الضغط العالي المبخر فإنه يتعرض لضغط أكثر انخفاضًا نظرًا لعملية سحب الضاغط والهبوط في الضغط الذي يحدث خلال وحدة التمدد، وبذلك يميل مركب التبريد إلى التمدد ويتبخر. يقوم سائل مركب التبريد بامتصاص الحرارة من الهواء الذي يمر فوق المبخر، وعندما تصل درجة حرارة إلى الدرجة المطلوبة فإن منظم التبريد Thermostat يفتح الدائرة الكهربية الخاصة بمحرك الضاغط، فيقف عن العمل، وعندما ترتفع درجة حرارة الهواء المار خلال المبخر فإن منظم التبريد يعيد إغلاق الدائرة الكهربية، وبالتالي يعيد تشغيل الضاغط، وتستمر الدورة.

صناعة المطاط

يستخلص المطاط Rubber الطبيعي من أشجار تنمو في المناطق الحارة التي ترتفع فيها نسبة الرطوبة، ويصل ارتفاع هذه الأشجار إلى حوالي ١٥ مترًا. وللمطاط خاصية غريبة وهي لدونتها العالية، بمعنى المرونة Elasticity، فالمطاط له القدرة على المط إلى عدة مرات طولها الأصلي والقدرة على الانكماش إلى حجمها الأصلي إذا توقفت عملية الشد. ومن هذه الخاصية اشتق اسم المطاط في اللغة العربية. أما الاسم في اللغة الإنجليزية فقد اشتق من قدرة هذه المادة على محو الكتابة خاصة «الأقلام الرصاص». والمادة الخام للمطاط الطبيعي تستجلب من عصارة لبن Latex شجر كان ينمو في شمال قارة أمريكا الجنوبية، قبل انتشار زراعته في أماكن أخرى من العالم. يوجد أيضًا في الوقت الحالي المطاط الصناعي، الذي يصنع من مواد خام مختلفة لكل منها خواص معينة، حسب الاستخدام التجاري للمطاط المصنع. تعتبر صناعة الإطارات والخراطيم والأحذية الكاوتشك من أهم الصناعات التي تستخدم فيها المطاط.

اكتشف المطاط من عدة قرون مضت -قبل اكتشاف القارة الأمريكية- بواسطة قبائل كانت تعيش في شمال أمريكا الجنوبية -المكسيك حاليًا- بعد أن عثروا عليه في صورة سائل يشبه اللبن، يتساقط من القشور الخارجية لبعض الأشجار، التي أطلق عليها «الخشب الباكي». تحول السائل بعد أن جف إلى مادة مرنة متجمدة ذات طبيعة غروية، ترتد فوق الأرض عند قذفها. نقل المكتشفين الأوائل لأمريكا هذه المادة إلى

أوروبا، فوجدوا أنها تمحو آثار الرصاص المكتوب فوق الورق، كما توصلوا إلى أن الملابس المغطاة بطبقة من هذه المادة تكتسب صفة المناعة ضد نفاذ الماء Waterproof، إلا أنها تلتصق بالأشياء الأخرى عند ارتفاع درجة الحرارة. استطاع المخترع الأمريكي تشارلز جوديير Goodyear أن يحل مشكلة عدم ملاءمة المطاط للصناعة بطريق الصدفة، فبينما كان جوديير يعمل في معمله بخليط من المطاط والكبريت إذ انسكب منه بعض من هذا الخليط فوق سطح ساخن، فلاحظ أن المطاط احتفظ بمرونته. استمر جوديير في تجاربه حتى توصل إلى النسب المثلى لهذه الخلطة التي أسماها Volcanized Rubber.

تبدأ صناعة المطاط بالحصول على السائل بإحداث فتحات في جذع الشجرة المعروفة باسم Hevea Brasiliensis، حيث يتساقط السائل قطرة قطرة، ويُجمع السائل في أوان خاصة ثم يُنقل إلى نقطة مركزية للتجميع. يصفى السائل من القاذورات ثم يضاف إليه كمية مماثلة من الماء، ويجري عليه عملية التخثر أي الترويب Coagulate Operation بإضافة محلول حامض معتدل بنسبة ١٪ مثل حامض الخليك Acetic Acid، أو حامض الفورميك Formic Acid، ثم يصب الخليط في صهاريج تحتوي على قواطيع، وتترك طوال الليل، فتتماسك جزيئات المطاط الدقيقة ويتحول السائل إلى عجينة مطاطية إسفنجية Spongy Rubber. تمرر العجينة بين عجلات خاصة تضغطها وتعتصر ما بها من الماء، ويخرج المطاط في صورة ألواح مجمدة. تجفف الألواح بوضعها في حجرات خاصة -تعرف بحجرات الدخان- لمدة أربعة أيام، ترتفع فيها درجة الحرارة تدريجيًّا من ٤٠°م إلى ٦٠°م. يضاف إلى العجينة مواد أخرى حسب الاستخدام النهائي للمطاط، فمثلاً يمكن إضافة الكربون الأسود -مسحوق ناعم جدًّا من الفحم- ليتحول المطاط الخام الأصفر اللون إلى اللون الأسود، ليستعمل بعد ذلك في صناعة الخراطيم وعجلات السيارات. يصنع الجزء الأساسي في العجلة من شرائح المطاط المسطح التي تتخللها حبال القطن أو الريون أو النايلون، لتمنح المطاط القوة والمتانة، ثم توضع العجلات في قوالب خاصة حيث تجرى لها عملية الفلكنة، وبعد ذلك تهذب وتنظف لكي تأخذ شكلها النهائي، ثم تقطع وفقاً للاستخدام المطلوب.

صناعة النسيج

تصنع المنسوجات Textile من خلال عمليات متعددة ومختلفة مثل: النسج Weaving، التشبيك Netting، الربط / الحبك Knitting، الجدل Braiding. تختلف أيضًا المادة التي يصنع منها المنسوجات، فقد تكون حريرًا Silk، أو قطنًا Cotton، أو صوفًا Wool، أو كتانًا Linen، أو من الرايون Rayon، وهي مادة مصنعة من السيلولوز، أو من النيلون Nylon. تعددت كذلك الآلات والتكنولوجيا الخاصة بصناعة المنسوجات، ولكن ما زال الغزل Spinning، والنسيج Weaving هما الأساس في هذه الصناعة.

يرجع تاريخ صناعة النسيج إلى تاريخ الإنسان نفسه منذ العصر الحجري الحديث Neolithic Period، فالمنسوجات من الأساسيات التي يحتاجها الإنسان مع المأكل والمشرب والمأوى. بدأ الإنسان بسلخ جلود الحيوانات التي يصطادها ليستر بها نفسه، ويحمي جسده من برودة الشتاء، ومن أذى الأمطار. وجد الإنسان القديم أن صوف الأغنام يمده بالدفء، فبدأ في جز صوفها، ثم غزلها يدويًّا أو باستعمال تقنيات بدائية لشد الخيوط على نهايتي قطعة خشبية ليظهر الشكل الأول للنول Loom. مع ظهور الحضارات القديمة، بدأ إنسان هذه الحضارات في تطوير النول. برع المصري القديم في

صناعة النسيج، فقد عثر علماء الآثار على نماذج من الكتان منسوجة من أربعة آلاف عام، وبلغت خيوطها من الدقة حدًّا لا يستطيع الإنسان أن يميزها من خيوط الحرير. لقد عرفت جميع الحضارات القديمة صناعة النسيج في نفس الوقت، وإن اختلفت مادة المنسوجات، فقد برع الصينيون في المنسوجات الحريرية، والهنود في المنسوجات القطنية.

يتكون القماش المنسوج عن طريق تعاشق مجموعتين من الخيوط بزوايا قائمة، تعرف الأولى باسم خيوط «السداء» وهي التي تكون أساسًا موضوعة على النول في وضع طولي، والثانية تعرف باسم «اللحمة» أو «الحذفة» والتي تكون موجودة بالمكوك أو ما يحل محله. والتعاشق هو أن يتم إمرار اللحمة تحت عدد معين من خيوط السداء وفوق الخيوط الأخرى، ثم يتبادل الوضع في اللحمات التي تلي ذلك. وأبسط أنواع التراكيب النسيجية هي التي يتم فيها إمرار خيط اللحمة الأول تحت خيوط السداء الفردية وفوق خيوط السداء الزوجية، ثم تتكرر هذه العملية في طول المنسوج ودائمًا ما تكون خيوط اللحمة محدودة بعرض القماش، وتحددها «الحواشي» أو «البراسل» على نهايتي خيوط السداء من الجهتين. تنشأ الحواشي عادةً بسبب مرور خيوط اللحمة من طرف النسيج إلى الطرف الآخر وبالعكس. ودائمًا ما تكون الحواشي أكثر تحملاً وقوة من النسيج نفسه لحمايته أثناء عملية النسيج، وتصنع باستخدام خيوط سداء سميكة، أو باستخدام خيوط رفيعة مزدوجة.

ظل الإنسان يستعمل النول اليدوي قرونًا طويلة قبل ميكنة صناعة النسيج. أدى اختراع الإنجليزي جون كاي Kay للمكوك الطائر Fly-Shuttle في عام ١٧٣٣ إلى زيادة سرعة النسيج، وذلك من خلال قيام الناسج بإطلاق المكوك ذهابًا وعودة عبر شبكة النسيج. وفي عام ١٧٣٨ اخترع الإنجليزي لويس بول Paul نظام لسحب ألياف القطن خلال زوج من البكر الأسطواني الشكل. طبق الإنجليزي ريتشارد اركريت Arkwright نظام بول في آلة الغزل التي اخترعها ذات الأربعة مغازل Spindles والتي تستطيع القيام بإنتاج أربعة أضعاف كمية الغزل من النول العادي. وتوالت الاختراعات، حتى تم صنع المغزل الآلي Mule في إنجلترا عام ١٨٣٠. حدثت

التطورات الهامة في تقنيات الغزل قبل منتصف القرن التاسع عشر، وكان آخر هذه التقنيات هي الشكل الدائري للغزل، والذي تم اختراعه في الولايات المتحدة في عام ١٨٢٨. ومع الزيادة المستمرة في تكلفة التشغيل خاصة العمالة، بالإضافة إلى التطور التكنولوجي في تصنيع الآلات مما أدى إلى زيادة سرعتها وكفاءتها، اتجهت مجهود المهتمين بهذه الصناعة في النصف الثاني من القرن العشرين إلى الإنتاج المكثف، واستخدام الحاسبات الآلية والتحكم الذاتي في تشغيل الآلات. وبالرغم من التطور التكنولوجي في هذه الصناعة إلا أن أساسيات هذه الصناعة لم تخرج من الخطوات التقليدية للنسج وهي، تكرار عملية طرح خيوط النسيج Shedding، والتقاطها Picking، ثم الضرب عليها Beating، لتتعاشق الخيوط مع بعضها، لإنتاج النسيج في صورته النهائية.

تعتبر الشعيرات Textile Fibers الوحدات الأساسية لتكوين الخيوط والمنسوجات. تعطي دراسة الشعيرات النسيجية المعلومات المختلفة التي على أساسها يتم اختيار الطرق التكنولوجية المناسبة للتشغيل. تختلف الشعيرات النسيجية في خواصها الأساسية مثل النعومة والمرونة والخواص الميكانيكية، وبذلك فإن خواص الأقمشة المصنوعة من هذه الشعيرات تختلف فيما بينها، ولكن تشترك في بعض الخواص مثل المتانة وسهولة الثني بحيث تأخذ الشكل الخارجي لجسم الإنسان بسهولة وتسمح بالحركة الحرة للجسم وأعضائه، كما أنها توفر الدفء للجسم وفي نفس الوقت لا تحبس الهواء عنه فتسمح له بالتنفس وتبخر العرق. تنقسم الشعيرات النسيجية التي تستعمل في صناعة الغزل والنسيج إلى قسمين رئيسين وهما:

١ـ الشعيرات الطبيعية Natural Fibers

مثل القطن والكتان والصوف والحرير الطبيعي، وهي ما تمدنا به الطبيعة سواء كان مصدرها النبات أو الحيوان أو من باطن الأرض.

وتنقسم الشعيرات الطبيعية إلى ثلاثة أقسام فرعية حسب طبيعة مصدرها وهي:

الشعيرات النباتية: وهي الشعيرات التي تنتجها النباتات المختلفة، ومنها البذرية مثل القطن، واللحائية مثل الكتان والجوت والتيل، والورقية مثل المانيلا والسيزال. تتكون جميع هذه الشعيرات من مادة السليلوز Cellulose وهي الجزء الأساسي من جدران خلايا النبات.

الشعيرات الحيوانية: مثل الصوف وشعر الماعز والجمال، والحرير الطبيعي الذي ينتج على شكل خيط رفيع من دودة القز، وتتكون جميع هذه الشعيرات من مادة البروتين.

الشعيرات المعدنية: وهذه الشعيرات محدودة الأهمية في صناعة الغزل والنسيج، والنوع الوحيد هو شعيرات الأسبستوس Aspestos التي توجد في بعض الصخور الطبيعية التي تستخرج من المناجم.

٢ـ الشعيرات الصناعية Man - Made Fibers

والشعيرات الصناعية هي التي يصنعها الإنسان من مواد لم تكن على شكل شعيرات. وتنقسم الشعيرات الصناعية إلى ثلاثة أنواع وهي:

شعيرات صناعية تحويلية Regenerated Fibers، وهي الشعيرات التي تصنع من مواد موجودة في الطبيعة، أي من بوليمر طبيعي مثل السليلوز أو البروتين، وتكون مادة السليلوز المستخدمة مثل لب الشجر، أما مادة البروتين فهي من اللبن أو فول الصويا. ومن الشعيرات التحويلية السليلوزية الحرير الصناعي أو الفسكوز Viscose ومن الشعيرات التحويلية البروتينية شعيرات الكازين أو الفيبرولين المشابهة للصوف، وشعيرات حرير البروتين المشابهة للحرير الطبيعي والذي أنتجته اليابان من اللبن كبديل للحرير الطبيعي.

شعيرات صناعية تركيبية Synthetic Fibers، وهي الشعيرات التي تصنع من بوليمر تركيبي من أحماض كيميّائية / بترولية، مثل شعيرات النايلون، والبوليستر،

والأورلون، والأكريلان، وغيرها.

شعيرات صناعية أخرى مثل شعيرات الزجاج، وشعيرات مصنوعة من المعادن، وشعيرات مصنعة من السيراميك وغيرها.

الهندسة الإنشائية

تعتبر الهندسة الإنشائية أو الهندسة المدنية Construction / Civil Engineering أكثر فروع الهندسة تنوعًا، فهي تختص بالتخطيط، والتصميم، والتشييد، والصيانة لأنواع مختلفة من الإنشاءات والمرافق. تشمل هذه الإنشاءات: المنازل السكنية، والمباني المكتبية، والمصانع، والطرق، والمطارات، وخطوط السكك الحديدية، والكباري، والأنفاق، والموانى، ومد خطوط الأنابيب الخاصة بالمياه والمجاري والنفط والغاز، وخلافه. تضمنت الهندسة الإنشائية حديثًا فروع أخرى مثل البيئة، وهندسة المناظر والأشكال الطبيعية Landscape. لم يستعمل مصطلح الهندسة المدنية / الإنشائية قبل عام ١٧٥٠، حيث أطلق المهندس الإنشائي الإنجليزي جون سميتون Smeaton على نفسه مهندس أعمال مدنية Civil Engineer للتمييز بينه وبين مهندسي الأشغال العسكرية في ذلك.

يعتبر الهرم الأكبر الذي تم بناؤه منذ حوالي خمسة آلاف عامًا، من أعظم الإنشاءات التي قام بتشييدها البشر. استخدم قدماء المصريين الأساسيات الأولية في الهندسة مع الأجهزة البسيطة لبناء معابدهم وأهراماتهم. بلغ ارتفاع الهرم الأكبر ١٤٦,٦ مترًا، وتم تشييده من ٢,٢٥ مليون كتلة حجرية وبلغ متوسط وزنها ١,٥ طن. شيد قدماء المصريين أيضًا المعابد الضخمة والمسلات التي وصل وزنها إلى أكثر من ألف طن. مهد المصريون العديد من الطرق لنقل كتل الحجارة من المحاجر إلى مواقع

بناء الأهرامات. استخدم المصري القديم أدوات القطع المصنوعة من البرونز الصلد، والأسطوانات Rollers التي تنزلق عليها كتل الحجارة الكبيرة الحجم، والمطارق الثقيلة «المرزبة» Sledge، وأشكالاً مختلفة من الروافع Levers. اهتم المصري القديم بإقامة الجسور على الترع والقنوات، وتكسية جوانبها بالحجارة والطين، لحماية أراضيه الزراعية من غدر الفيضانات. شيد أيضًا سنوسريت الثالث سورًا حول بحيرة موريس -قارون- طوله حوالي سبعة وأربعين كيلو مترًا ليجمع فيها مياه منخفض الفيوم، وأصلح بعد بناء هذا السور حوالي خمسة وعشرين ألف فدانٍ، كانت قبل ذلك أرض مستنقعات غير صالحة للزراعة.

تفوقت الحضارة البابلية منذ حوالي أربعة آلاف سنة في عمليات الري والصرف وتم العصور على مخطوطات تدل على أن ملوك بابل قد شقوا القنوات، وشيدوا خزانات تلحق بهذه القنوات، كما قاموا بشق قناة تصل بين النهرين -دجلة والفرات- في عهد أنتمينا. بعد أن حقق حمورابي وحدة إمبراطوريته شق نهر حمورابي الذي كان يبدأ من نهر الفرات ثم يتجه نحو الخليج الفارسي. كانت القنوات تتطلب مجهودًا كبيرًا في صيانتها لأن الأرض كانت رخوة، والضفاف هشة. بنى البابليون أيضًا الجسور، والأرصفة الملاحية لاستقبال المراكب التي كانت تستخدم في النقل النهري. تميز حكم بنوخد نصر البابلي بحفر عدد كبير من قنوات الري، وكان الماء الزائد على حاجة الأرض ينصرف إلى شبكة من المصارف أو يخزن في خزانات لها فتحات يخرج منها إلى الحقول وقت الحاجة. وفي عهد سنحريب الآشوري أنشأ مجرى مائيًّا فوق قناطر لنقل الماء إلى نينوى من مكان يبعد خمسين كيلو مترًا، فكان أقدم مجرى مائيًا فوق قناطر عُرف في التاريخ.

برع الإغريق في العلوم الهندسية النظرية أكثر من اهتمامهم بالتشييد. كانت معظم المباني الإغريقية تبنى من الحجر الجيري Limestone، أما القصور والمعابد مثل البارثينون Parthenon هيكل الآلهة في مدينة أثينا فكانت تبنى من الرخام والمرمر. كانت أقطار أعمدة البارثينون تزداد قليلاً من قاعدته إلى وسطه، ثم تنقص كلما

ارتفع العمود، الذي يميل نحو مركز بهو الأعمدة. وكان سمك كل عمود في ركن البناء يزيد قليلاً على سمك سائر الأعمدة، وكل خط أفقي من قاعدة كل صف ومن الدعامة المرتكزة عليه، وينحني إلى أعلى حتى إذا نظرت إليه العين من أحد طرفي هذا الخط لم تستطع رؤية الطرف البعيد عنه. لم تكن واجهات البناء كاملة التربيع، ولكنها خططت بحيث تظهر لمن ينظر إليها من أسفل كأنها مربعة. ولم تكن كل هذه الانحناءات إلا تصحيحًا دقيقًا للخداع البصري، ولولاها لبدت قواعد صفوف الأعمدة منخفضة في وسطها ومائلة نحو الخارج. اهتمت الحضارة الرومانية في القرون الأولى بعد الميلاد بتمهيد الطرق، وتشييد الكباري، وشق القنوات، وبناء القنوات العلوية والمغطاة Aqueducts لنقل المياه من الأنهار إلى المدن التي كانت تعتمد على العيون والآبار. أقام مهندسي ذلك الوقت الصهاريج التي تستمد الماء من تلك القنوات، ومدت منها الأنابيب إلى المنازل وركبت عليها الصنابير. شيد الرومان المجرى الأكبر Cloaca Maxima لنقل مياهها القذرة، كما أنشئت مجار صغرى لصرف مياه الصرف.

عرفت أوروبا القرون الوسطى وعصر النهضة بناء القصور والكاتدرائيات Cathedrals الضخمة، والقلاع، والكباري الخشبية والحجرية والصخرية، مثل الكباري التي شيدت على نهر الرون في القرن الثاني عشر، وكوبري لندن القديم الذي شيد على نهر التيمز Thames في عام ١٢٠٩. نما الطلب تدريجيًّا على الأشغال العامة - من طرق وكباري وقنوات وإمداد المياه - في إنجلترا وفرنسا، خاصة في القرنين السابع عشر، والثامن عشر. تفوقت فرنسا في مجال الهندسة المدنية، فأنشأت مدرسة عليا لتعليم الهندسة الإنشائية في عام ١٧١٦ لتعليم التقدم العلمي في بناء الكباري والطرق. أما في بريطانيا فقد تم تأسيس أول معهد خاص بالهندسة المدنية في عام ١٨١٨. في أوروبا، تم الفصل بين الهندسة الإنشائية والهندسة المعمارية بدءًا من منتصف القرن التاسع عشر، فاختصت الهندسة المعمارية بالجوانب المختلفة للتصميم المعماري، أما الهندسة الإنشائية فقد اختصت بالتشييد والبناء.

اختلفت مواد التشييد والبناء من أزمنة الحضارات الأولى، عن المواد التي تستعمل حاليًا. إذا كان الغرض من مواد البناء قديمًا هو إنشاء مبنى يأوي الإنسان إليه ليمارس حياته الخاصة، فإن مواد البناء حاليًا يجب أن يكون لديها خواص فيزيائية لِتَحَمُّل الأثقال والأحمال loads، والجهود Stresses الواقعة عليها دون حدوث تغيير ملموس في خواصها، ودون أن تتغير أشكالها، وثباتها وقوة تحملها على مدى العمر الافتراضي للمنشأ. عندما يتعرض عنصر أو عضو في منشأ أو هيكل ما، لحمل معين فإنه يتأثر به، فيحدث له تشويه، يختلف من التشويه المؤقت -حيث يعود العضو أو العنصر إلى طبيعته مرة ثانية بعد إزالة الحمل- إلى التشويه الدائم مثل الكسر والانهيار الكامل. قد يأخذ هذا التشويه شكل الثني، أو الالتواء أو المط. تعرف الخاصية التي تعود بالعنصر / العضو إلى حالته الأولى، بالمرونة Elasticity. إذا زاد التشويه -نتيجة لزيادة الأحمال أو تكرارها- لدرجة معينة، يصبح المنشأ عديم الفائدة، ويجب أن يتم إزالته. إن جميع المواد التي تستخدم في البناء المعماري والإنشاءات مثل: الأخشاب، والأحجار والطوب، والحديد والصلب، والخرسانات العادية والمسلحة، والألمونيوم، والبلاستيك، ... يجب عليها أن تحوى خاصية المرونة، ولكن لكل مادة مدى معين لِتَحَمُّل الأحمال والجهود الواقعة عليها والتي تؤثر فيها، ثم يحدث لها بعد ذلك انهيار يأخذ شكل الكسر، أو التغيير الدائم في خواص مواد البناء بحيث لا تصبح لها جدوى أو نفع منها. خاصية أخرى يجب أن توجد في مواد البناء وهي الصلابة التي تجعلها تتحمل الضغوط والأحمال الواقعة عليها.

تتكون مواد البناء الأساسية من مواد طبيعية مثل الحجارة والأخشاب، وأخرى مصنعة مثل الطوب والقوالب الخرسانية والصلب. تعتبر الخرسانة مزيج من الرمل والزلط الصغير Gravel و الأسمنت البورتلاندي والماء. والأسمنت البورتلاندي نوع من الأسمنت Cement يتصلب في وجود الماء، وهو المادة الناتجة من طحن الكلنكر Clinker «الأسمنت الخام» الذي ينتج من حرق مخلوط من المواد الجيرية والطينية بنسبة معينة، لدرجة حرارة معينة مع خلطه بالجبس. والمواد المختلفة المستعملة في صناعة

الأسمنت هي المواد الجيرية مثل كربونات الكالسيوم في شكل حجر جيري والتي يستخلص منها أكسيد الكالسيوم، والمواد الطينية التي تحوى أكسيد الألومنيوم وأكسيد السيلكون، والجبس وهو كبريتات الكالسيوم، ويضاف الرمل أحيانًا للوصول بالسيلكا إلى النسبة المطلوبة وهي حوالي ٢٢٪، وبعض مصادر الحديد للحصول على أكسيد الحديد مثل بيريت الحديد، وبعض مصادر أكسيد الألمونيوم مثل البوكسيت.

تتلخص الخطوات التكنولوجية المستعملة في صناعات الأسمنت في ثلاث عمليات رئيسية وهي:

١- تجهيز الخامات وتحضير الخلطة: في الطريقة الجافة يتم تكسير الخامات في كسارات ثم تجفف في الهواء تمهيدًا لنقلها إلى الأفران. أما في الطريقة المبللة، فتطحن كل خامة على حدة في كسارات ثم توضع في طواحين مع الماء، ثم تخلط في خلاطات بالنسب المطلوبة ثم تنقل إلى الأفران.

٢- حريق الخلطة وتكوين الكلنكر: يحرق خليط من كربونات الكالسيوم والطين في أفران أسطوانية دوارة، تلف حول محور مائل بمعدل لفة كل ٢٥ ثانية في درجات حرارة تتراوح بين ١٤٠٠ — ١٥٠٠° م. يبلغ طول الفرن من ٥٠ إلى ١٥٠ متر، وعرضه ٢–٥ مترًا. يتفاعل أكسيد الكالسيوم في الفرن مع أكسيد الألمونيوم وأكسيد السيليكون، مكونًا مركبًا جديدًا وهو الكلنكر المحروق أو الأسمنت الخام الذي يحصل عليه من أسفل الفرن. تستغرق دورة التصنيع من اثنين إلى ثلاث ساعات. والكلنكر الناتج عبارة عن كرات صغيرة صلبة ومستديرة، وحجمها من ١/٨ إلى ٣/٤ بوصة ولونها أخضر مسود أو بني غامق، ويبرد بسرعة.

٣- طحن الكلنكر مع الإضافات: يخلط الكلنكر بنسبة ٣٪ جبس «كبريتات الكالسيوم» للتحكم في سرعة الشك، ثم يطحن المخلوط طحنًا ناعمًا جدًّا. يعتمد نوع الأسمنت على مقدار النعومة، إذ إن النشاط الكيميائي للأسمنت يتناسب طرديًّا مع مساحة السطح بالنسبة للوحدة الوزنية.

عند خلط الأسمنت بالماء سواء أكان وحده أو مع الرمل، والحجر أو الزلط، لعمل الخرسانة، فإنه يشك في مدى ساعات قليلة، ويتحول إلى كتلة صلبة تشتد صلابتها باضطراد على مدى أعوام عديدة.

الاتصالات

حدثت التطورات التكنولوجية في مجال الاتصالات Communication في عهد متأخر نسبيًّا عن المجالات الأخرى مثل التصنيع والنقل. ابتداءً من منتصف القرن التاسع عشر ظهرت النقلات بل القفزات التكنولوجية في مجال الاتصالات باختراع التلغراف، والتليفون، والراديو، والتليفزيون، والكمبيوتر. بالرجوع قليلاً إلى ما قبل الثورة العلمية والاختراعات والابتكارات، نجد أن اختراع الطباعة بالأحرف المتحركة قد أدى إلى رواج الكتب والدوريات بدءًا من القرن السادس عشر، فانتشرت المعلومات الأدبية والعلمية، ولكن لم يحدث الاتصال المباشر إلا في القرن التاسع عشر بعد اكتشاف الكهرباء، والاختراعات المترتبة على الكهرباء.

بعد أن اكتشف فاراداي العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية، تبين إمكان إحداث انحراف لإبرة عن طريق تمرير تيار كهربي في سلك، مما أدى ذلك إلى اختراع التلغراف الكهربي الذي طبق في شبكات السكك الحديدية لتحسين وسائل إعطاء الإشارات. قام الأمريكي صمويل مورس بتصميم شفرة لإشارات التلغراف الكهربي تتألف من النقطة والشرطة. في النصف الثاني من القرن التاسع عشر انتشر التلغراف في الدول الأوربية، وأصبحت جميع العواصم الأوربية على اتصال كامل بعضها ببعض. لم تقتصر فائدة نظام الاتصالات الجديدة على المعلومات الخاصة بالتجارة والأعمال، فقد ظهرت وكالات الأنباء مثل وكالة رويتر للأنباء، لاستثمار إمكانيات التلغراف

الكهربي. اتسع نطاق استعمال التلغراف باطراد، بعد أن تم بنجاح مد كابلات عبر المحيطات في عام ١٨٦٦. أمكن استثمار شبكات التلغراف لنقل الكلام على نحو مباشر بعد أن اكتشف الأمريكي الكسندر جراهام بيل وسائل تسجيل الصوت على تيار كهربائي في عام ١٨٧٦. وفي عام ١٨٧٨ اخترع هوجيس المكبر الصوتي الكهرومغناطيسي (الميكروفون)، ليكتمل بذلك شكل الهاتف (التليفون)، ذلك لأنه من دون جهاز التكبير، كان تيار الصوت الناتج عن جهاز بيل ضعيفًا جدًّا عند الاتصال عبر مسافات طويلة.

جاءت الطفرة التالية في تطوير مجال الاتصالات بالاتجاه إلى الاتصال اللاسلكي Wireless، والذي قام على أبحاث عالم الفيزياء كلارك ماكسويل في القرن التاسع عشر. اكتشف ماكسويل العلاقة بين الضوء والظواهر الكهرومغناطيسية في سبعينيات هذا القرن، مما أدى إلى التنبؤ باستخدامها في نقل الرسائل. في عام ١٨٨٥ تأكدت تنبؤات ماكسويل بفضل التجارب التي قام بها العالم الألماني هيرتز، والذي قام بتوليد تيار كهربي داخل دائرة توالفت مع دائرة إرسال أخرى منفصلة. في نهاية عام ١٩٠١ نجح المهندس الإيطالي ماركوني الذي كان يعمل في بريطانيا مع مكتب البريد العام في إرسال أول إشارة لاسلكية عبر المحيط الأطلنطي.

كانت عملية الاتصال اللاسلكي مشفرة مثل التلغراف، كما كانت الإشارات اللاسلكية ضعيفة. هيأ استخدام الصمام الثرميوني Thermionic Valve إمكانية تكبير الإشارات وتصحيحها، وأصبح بالإمكان نقل الأصوات إلى الأذن واضحة وعالية عن طريق جهاز استقبال هاتفي معدل. اشتق هذا الصمام من الفتيلة المتوهجة للمصباح الكهربي الذي اخترعه توماس إديسون، وجوزيف سوان عام ١٨٨١. لقد أدى البحث التجريبي المكثف لاكتشاف أفضل فتيلة إلى الملاحظة التي رصدها إديسون، وهي أنه حين تشتعل الفتيلة لساعات طويلة داخل فراغ المصباح الكهربائي، يحدث نوع من السواد داخل جدران المصباح. أرجع الباحثون هذه الظاهرة -والتي سميت بظاهرة إديسون- إلى تيار عشوائي من الإليكترونات الحرة

المنطلقة من الفتيلة المتوهجة (الكاثود أو القطب السالب) إلى داخل المصباح، واكتشف بعد ذلك إمكانية استخدام هذا التيار الضعيف خلال اسطوانة معدنية موجودة داخل المصباح (الثنائي) عندما تضبط بمساعدة صفيحة أخرى، إذ يكون المصباح في هذه الحالة ثلاثيًّا. وهكذا يصبح بالإمكان تلقي رسائل صادرة من مسافات بعيدة وتكبيرها. كان ثمرة هذه الأبحاث والاختراعات، إدخال نظام الإذاعة كوسيلة عامة للاتصال الجماهيري في عشرينات القرن العشرين. بدأ بعد ذلك الإنتاج الكبير لأجهزة اللاسلكي المجهزة بصمامات ثرميونية والتي تستمد التيار الكهربي من بطارية.

أدى البحث الخاص بتفسير ظاهرة إديسون إلى تطوير أنبوبة أشعة الكاثود، ومن ثم إلى اختراع التليفزيون. في عام ١٩٢٦ أثبت المخترع الإسكتلندي جون بيرد إمكانية نقل الصورة البصرية. استخدم بيرد طريقة ميكانيكية لمسح الموضوع المطلوب نقله عبر سلسلة من الثقوب في قرص دوار، على ألا يتحرك الموضوع المنقول حركة سريعة جدًّا. استخدمت طريقة بيرد في الإرسال التليفزيوني في بريطانيا، ثم بدأت شركة ماركوني في ألمانيا عملية تطوير طريقة أخرى أكثر تطورًا للمسح الإليكتروني، والتي سرعان ما حلت محل نظام بيرد. بدأ العمل في خدمات التليفزيون في ثلاثينيات القرن العشرين، واستمر تطوير هذه التكنولوجيا بعد الحرب العالمية الثانية، وبدأ استخدام الصور الملونة، ثم استخدم الاتصال بواسطة الأقمار الصناعية.

أثمر التعاون الوثيق بين العلم والتكنولوجيا في الحضارة الحديثة -بعد إنتاج الصمام الثرميوني، وأنبوبة أشعة الكاثود- إلى التوصل إلى ابتكارات جديدة مثل الرادار والترانزستور Transistor، ثم الحاسب الإليكتروني Computer، والتليفون الخلوي Cellular. إن الرادار في جوهره تقنية خاصة بموجات اللاسلكي الارتدادية، والمرتدة عن شيء ما بهدف كشف الإشارة العائدة، ومن ثم يحدد موقع هذا الشيء. تطور الرادار كوسيلة لتسجيل موقع الطائرات خلال الحرب العالمية الثانية، ولكن سرعان ما انتشر كأداة ملاحية هامة في مجال الطيران.

الدوائر الإليكترونية المتكاملة

تعتبر الدوائر المتكاملة Integrated Circuits من أحدث التكنولوجيات الحديثة، ومن أعظم ما توصل إليه العقل البشري حتى الآن. تم تصنيع الدوائر المتكاملة لأول مرة في شركة تكساس للأجهزة بواسطة جاك كلبي في عام ١٩٥٨، وهي تعتبر بداية الثورة الصناعية الثانية القائمة على الصناعات الإليكترونية، لكونها أساس إدخال التكنولوجيا الحديثة في صناعات عديدة مثل الحاسبات الإليكترونية والساعات وآلات التصوير والسيارات والطائرات ومركبات الفضاء والإنسان الآلي وأجهزة الاتصالات، وغيرها من مختلف المجالات الأخرى. تتكون الدوائر المتكاملة من مجموعة من الترانزستورات متصلة ببعضها، تعمل عمل الدايود والمقاومات والمكثفات، وتركب فوق شريحة من السيليكون مساحتها سنتيمتر مربع أو أكثر قليلاً، وتحمل من مئات إلى الآلاف من الدوائر الكهربية. ولتصنيع الدوائر المتكاملة ترسب طبقات رقيقة جدًّا لعمل الدوائر الكهربية المطلوبة لأداء مهام معينة. ويتم تصنيع تلك الدوائر على كل طبقة من الطبقات المُرسَّبة بواسطة الحفر، باستخدام مادة حساسة للضوء تغطى بها الطبقة المُرسَّبة ويتم من خلالها عملية الحفر باستخدام أحماض معينة مثل حامض الهيدروفلوريك.

الترانزستور Transistor هو جهاز إليكتروني صغير يعمل كمكبر للجهد Voltage Amplifier أنتج تجاريًّا عام ١٩٤٠، ويصنع من رقائق Wafer من مادة شبه موصلة

Semiconductor، تكون في الغالب من الجرمانيوم Germanium وهو عنصر فلزي، أو السيليكون Silicon. يتكون الترانزستور من وصلتين من نوع p - n تكونان معًا وصلة: موجب -سالب- موجب، أو p-n-p. يسمى الطرف الموجب بالمجمع Collector، ويسمى الجزء الأوسط n بالقاعدة Base، أما الطرف الموجب الثاني فيسمى بالباعث Emitter. بالإضافة إلى الوظيفة الرئيسية للترانزستور، فإنه أيضًا يمكن القيام بمهام أخرى مثل التذبذب الإليكتروني Electronic Oscillation، وكمفتاح صمامي إليكتروني Electronic Switching، وكمقوم لضبط الجهد الناتج Controlled Rectifier، وفي التحكم الآلي. أما الدايود الباعث للضوء Light Emitting Diode، والذي يستخدم في مجالات عديدة فهو عبارة عن وصلة p-n. عندما يسقط إليكترون من أسفل طبقة التوصيل في شبه الموصل في فجوة موجبة في أعلى نطاق التكافؤ تنبعث طاقة تسمى طاقة الفجوة التي تفصل بين منطقة التوصيل ومنطقة التكافؤ. تتحول هذه الطاقة إما إلى حرارة تؤثر على تذبذب الشبكة، أو إلى موجات كهرومغناطيسية في بعض أشباه الموصلات. ولكي يكون الضوء المنبعث من الدايود في مجال الضوء المرئي تصنع المادة شبه الموصلة من خليط من Ga-As-p. وباختيار نسب معينة من الزرنيخ والفوسفور يمكن التحكم في اتساع الفجوة بين نطاقي التوصيل والتكافؤ ومن ثم اختيار الطول الموجي المطلوب. ويستخدم الدايود الباعث للأشعة في المنطقة تحت الحمراء بكثرة في أجهزة الاتصالات الضوئية باستخدام الألياف البصرية. ويمكن صنع دايود باعث للضوء ينتج أشعة الليزر ويسمى في هذه الحالة بدايود الليزر Laser Diode.

الحاسب الآلي

الحاسب الآلي أو الكمبيوتر Computer هو في الأساس آلة حاسبة لأداء عمليات حسابية مثل الجمع والطرح، ثم تطور استخدامه لتوظيفه في عمليات أخرى. صنع الرياضي الفرنسي باسكال Pascal في عام ١٦٤٢ أول آلة تقوم بعمليات الجمع، على شكل عجلات مسننة تمثل الأرقام من صفر إلى تسعة، ومتصلة بحيث تستطيع إجراء عمليات الجمع الرياضية. وفي عام ١٦٧٠ طور الرياضي جوتفريد Gottfried من آلة باسكال لتستطيع إجراء عمليات الضرب أيضًا. وفي خلال القرن التاسع عشر استطاع أستاذ الرياضيات البريطاني تشارلز باباج Babbage أن يبتكر آلة «تحديد الفارق» والآلة التحليلية لأداء عمليات رياضية معقدة. يرجع الفضل إلى استخدام البطاقات المخرمة Perforated Cards في التحكم في تشغيل الآلة الحاسبة، إلى المخترع الفرنسي جوزيف جاكوار في الربع الأول من القرن التاسع عشر.

في بداية تسعينيات القرن التاسع عشر طبق المخترع والمهندس الأميركي هيرمان هوليرث Hollerith نظام البطاقات المخرمة في تسجيل الإحصاء القومي الأمريكي لعام ١٨٩٠. ظهر بعد ذلك نظام المنطق الرياضي الذي وضعه عالم الرياضيات البريطاني جورج بول، والذي عبر عن القضايا المنطقية في صورة متوالية من الأعداد الثنائية، تتمثل في الصفر أو الواحد فقط. طبق هذا النظام كلود شانون في معامل تليفون بيل عام ١٩٣٩، مستخدمًا حالة الكهرباء: إما فعال كهربيًّا، أو ملغي كهربيًّا، وذلك

تمثيلاً لحالة الواحد الصحيح والصفر. استخدمت هذه الآلة في فك الشفرات خلال الحرب العالمية الثانية. استطاع العلماء في عام ١٩٤٣ أن يطوروا آلة شديدة التعقيد لتساهم في عمليات فك الشفرة، مستخدمين ألف وخمسمائة صمام ثرميوني، فكانت هذه الآلة هي أول كمبيوتر رقمي ذاتي التشغيل ذي كفاءة في تشغيله. استطاع العلماء الأمريكيون في الوقت نفسه أن يطوروا حاسبًا ثنائيًّا في معامل شركة بيل يستخدم مرحلات الهاتف . في الوقت ذاته كان فريق من العلماء والمهندسين يقومون بنفس العمل في مؤسسة هوليرث، والتي عرفت بعد ذلك باسم IBM. قام أيضًا هوارد ايكن Aiken الرياضي بجامعة هارفارد مع مجموعة من معاونيه من تصنيع حاسب آلي في أربعينيات القرن العشرين، يعمل من خلال تعليمات ممثلة في شريط من الورق المثقب، ويستطيع أن يقوم بإجراء عملية جمع لعددين مكونين من ٢٣ رقمًا لكل منهما، في حوالي ثلث الثانية، كما يستطيع إجراء عملية ضرب في حوالي ست ثوانٍ. سمي حاسب ايكن الذي بدأ في تشغيله عام ١٩٤٤ «الحاسب تلقائي التسلسل المنضبط» Automatic Sequence Controlled Calculator ، وكان يحمل الاسم المختصر Mark I.

حدث تطوير سريع وهائل في مجال الإليكترونيات بعد الحرب العالمية الثانية، مما أدى إلى تصنيع أول حاسب إلكتروني في عام ١٩٤٦، في جامعة بنسلفانيا الأمريكية بواسطة المهندسين الأمريكيين جون ايكرت Eckert، وجون موشلي Mauchly، والذي سمي Electronic Numerical Integrator and Computer - ENIAC والذي يحتوي على ثمانية عشر ألفًا من الصمامات المفرغة Vacuum Tubes، والذي يستطيع أن يقوم بخمسة آلاف عملية جمع، ومن ٣٦٠ إلى ٥٠٠ عملية ضرب في الدقيقة الواحدة. في عام ١٩٤٥ تم تصنيع الحاسب المخزن فيه برنامج تشغيله، والمبني على فكرة الرياضي جون نيومان Neumann. وفي عام ١٩٤٨ تم تطوير أول لغة برامج Programming Language للحاسب الآلي بحيث يقوم الحاسب بتفصيص هذه اللغة على تعليمات يقوم بتنفيذها.

بدأ ظهور جيل ثانٍ من الحاسبات الآلية بعد عام ١٩٤٨، يعتمد في تشغيله على الترانزستور Transistor وليس على الصمامات، جاء تشغيل الترانزستور في الحاسبات من خلال أبحاث جون باردين، ووالتربراتين، ووليام شوكلي، وجميعهم يعملون في معامل بيل. أصبح في الإمكان تصنيع حاسبات آلية بأحجام أصغر، وأداء أفضل، وسرعة عالية، وبذلك انتشر استخدام الحاسبات خاصة في المؤسسات والشركات الكبرى، وفي معامل الأبحاث وفي الجامعات الأوروبية والأمريكية.

جاء الجيل الثالث من أجهزة الكمبيوتر مع استحداث دائرة التكامل Integrated Circuit، والتي تسمح بأداء الأعمال التي كانت تستلزم معدات كثيرة وضخمة، بواسطة قطعة صغيرة من أشباه الموصلات -الشريحة الدقيقة- مع صف من الترانزستورات الدقيقة، والمطبوعة أو المحفورة عليها. حصل الأمريكي كيلبي في عام ١٩٥٩ على براءة الاختراع عن دائرة التكامل، وسرعان ما طبَّقت شركات الكمبيوتر هذا الاختراع في صناعة أجهزتها. تطورت تكنولوجيا تصنيع الحاسب الآلي في العقدين الماضيين بطريقة مذهلة، وظهر الجيل الرابع ثم الخامس، مع زيادة سعات الكمبيوتر وزيادة سرعاته، وظهر الكمبيوتر الشخصي Personal Computer بأحجامه الصغيرة، وانتشرت هذه الأجهزة بشكل لم يكن في الإمكان توقعه، وواكب هذا التطور تطورًا آخر في تكنولوجيا المعلومات، لتكتمل منظومة متكاملة لحفظ وتحليل المعلومات، من أجل سرعة إنجاز الأعمال وكذلك دعم اتخاذ القرار.

تكنولوجيا المعلومات

إذا كانت البيانات Data هي المادة الخام من الرموز، أو الأرقام، أو توصيف الأشياء بصفة عامة، فإن المعلومات Information هي البيانات بعد تجميعها ومعالجتها من أجل عمليات اتخاذ القرارات. يستلزم إنشاء نظام متكامل للمعلومات، السير في عدة مراحل، أولها مرحلة تعريف المشكلة Problem Definition التي من أجله ينشأ النظام، ثم مرحلة دراسة جدوى الإنشاء Feasibility Study، فمرحلة تحليل النظام System Analysis، فمرحلة تصميم النظام System Design، وأخيرًا مرحلة تنفيذ النظام System Implementation.

تعتمد ذاكرة الإنسان على ثلاث عمليات وهي: تنظيم المعلومات، اختزان المعلومات، وأخيرًا استرجاعها، إن الطريقة التي ينظم بها العقل المعلومات التي يكتسبها من البيئة تؤثر في مقدرته فيما بعد على استرجاع تلك المعلومات. إن قدرة الذاكرة البشرية على التعامل مع المعلومات تنظيمًا وتخزينًا واسترجاعًا ما زالت محدودة، لذا يصبح مضيعًا للوقت والجهد استخدام الذاكرة البشرية في تخزين كم هائل من المعلومات. لقد توصل الإنسان إلى حفظ المعلومات في الورق، وعلى الشرائط الممغنطة، ثم توصل أخيرًا إلى اختراع الحاسب الإلكتروني الذي يحوي سعة كبيرة في حفظ المعلومات، وسرعة في استرجاعها بالإضافة إلى الكم الهائل من العمليات الحسابية التي يستطيع القيام بها. أصبح عقل الإنسان ثروة وقوة تستثمر في

الإبداع، والاكتشاف، والاختراع، تاركًا العمليات النمطية إلى محدودي الذكاء وإلى حاسبات آلية تقوم بهذا العمل بسرعة لا تقارن بسرعة الإنسان. لقد تطورت تكنولوجيا المعرفة والمعلومات في العقود القليلة الماضية، وخطت خطوات واسعة من خلال زيادة سرعة الحاسبات الإلكترونية وقدرتها الاستيعابية.

تتشكل الملامح العامة لتكنولوجيا المعلومات في العناصر التالية:

الأجزاء المادية للحاسب Computer Hardware

مكونات الحاسب المادية هي الأجزاء المادية المكونة لجهاز الحاسب، وتشمل أجهزة الإدخال، وأجهزة الإخراج، وأجزاء الحاسب الداخلية مثل المعالج الدقيق Microprocessor، والذاكرة Memory، والدوائر الإلكترونية Electronic Circuits، وخلافه.

التحكم الأتوماتيكي Automatic Control

هي عملية التحكم والإشراف على تنفيذ الأوامر التي يتم إدخالها إلى الحاسب. أيضًا يقوم التحكم بإدارة البيانات الداخلة والخارجة إلى الحاسب، وتشغيل مكونات الحاسب المختلفة.

الاتصالات Communications

وهي تعني وسائل نقل البيانات بين أماكن معالجة البيانات المختلفة، أي إنها تربط بين المستخدمين وبين وحدة المعالجة المركزية Central Processing Unit (CPU).

البرمجيات Computer Software

وهي البرامج التي توجه الحاسب لتنفيذ العمليات المطلوبة. تنقسم البرامج إلى نوعين: أولاً برامج النظام System Software وهي برامج تقوم بتجهيز الحاسب والمكونات الأخرى المرتبطة به للعمل. ثانيًا برامج التطبيقات Application Software وهي برامج تصمم لتنفيذ وظائف إدارية أو علمية محددة.

يمكن ربط أكثر من حاسب من خلال ما يسمى شبكة حاسبات Computer Network، فإذا كانت الحاسبات موجودة في نفس الموقع فتسمى شبكة محلية Local Area Network-LAN. أما إذا كانت موزعة في أماكن متفرقة ومتباعدة، فيمكن ربطها عن طريق وسائل الاتصالات مثل التليفون وتسمى في هذه الحالة بالشبكة الواسعة المدى Wide Area Network-WAN. تستخدم الشبكات الأخيرة في كثير من التطبيقات: مثل نظم حجز الطائرات أو القطارات أو الفنادق، وفي البرامج التعليمية والأخبار، وفي البريد الإلكتروني الذي يتيح لمستخدم الحاسب في مراسلة مستخدم آخر. تتكامل عناصر الشبكة في منظومة تخدم المعلومات، في سرعة أدائها، وكمية المعلومات المتداولة، وقدرتها على التحليل من خلال البرامج العديدة العالية التقنية مثل برامج الذكاء الاصطناعي Artificial Intelligence. لقد حولت تكنولوجيا المعلومات والاتصالات العالم إلى قرية صغيرة يتحاور سكانها من خلال شبكات معلومات تنقل المعلومة بواسطة أجهزة الهاتف، بسرعة وكفاءة عالية.

للذكاء الاصطناعي محاولات عديدة لإكساب الحاسب القدرة على الحدس Heuristics، والاستدلال Inferencing، والمعالجة المرمزة Symbolic Processing، ومطابقة الصور Pattern Matching. إن الحدس هو عملية يقوم بها العقل للتوقع المستقبلي للأحداث، إنها عملية قائمة على حسابات منطقية يستطيع العقل القيام بها نتيجة لخبرات سابقة اكتسبها من البيئة المحيطة عبر مسيرته الحياتية، فتوقع الوقت اللازم للوصول إلى العمل، أو نتيجة اختبار فرد ما معلوم قدراته لدينا، أو توقع رد فعل الغير على عرض مشكلة ما، كلها أمور قائمة على الحدس. أما الاستدلال فهو عملية تقوم أيضًا على الاستنتاج المنطقي، فعندما نخطئ في معظم الإجابات في أي اختبار فإننا نستدل من ذلك الرسوب قبل ظهور نتيجة الاختبار. تستخدم الرموز، أو مجموعة من الحروف للحصول على علاقات لها معنى، وعند تمثيل هذه العلاقات في برامج ذكاء اصطناعي تكون ما يسمى بالتراكيب الرمزية، وعند تناول الحاسب لمشكلة يقوم البرنامج بمعالجة هذه الرموز لينتج عنها معلومات يتم تمثيلها. وأخيرًا يتم

استخدام أسلوب معالجة الصور في اختبارات قوة الملاحظة بمطابقة الصور المعروضة مع الصورة الأصلية لاستنتاج الصور المتشابهة. لم تتوقف الأبحاث في مجال تطوير الحاسبات الآلية وبرامجها، فقدرات الإنسان هائلة، ومن الصعب تحديد نهايات أبعادها. إن الذكاء الاصطناعي هو علم تجسيد التداخل والتلاحم بين العلوم الطبيعية والتطبيقية والإنسانية، فهو علم يحاول تقليد قدرات الإنسان في التفكير، والتحليل والاستنتاج، وعلم المنطق في إجراء بعض عمليات الإدراك التي يجيدها الإنسان دون تعليم أو تدريب، حيث يقوم بها بشكل آلي.

تتغير نظم المعلومات أيضًا وفقًا لبيئة النظم الإدارية التي تعمل بها، والأهداف التي تسعى إلى تحقيقها. ومن النظم الرئيسية في المعلومات:

نظم معالجة البيانات Data Processing Systems

وهي نظم تستخدم الحاسب لمعالجة أحجام كبيرة من البيانات في صورة معاملات ترد بصفة دورية على النظام مثل نظم الأجور ونظم المخازن ونظم حسابات العملاء.

نظم معلومات الإدارة Management Information Systems

وهي التي توفر المعلومات اللازمة لعمل الإدارات المختلفة، وقد تتضمن عمليات تحليل القرارات، وعمليات صنع القرارات.

نظم مساندة القرارات Decision Support Systems

تصميم هذه النظم باستخدام أساليب وطرق بحوث العمليات Operation Research، وإيجاد الحلول المثلى، وذلك طبقًا للمراحل المحددة لاتخاذ القرار.

النظم الخبيرة Expert Systems

يعتمد تصميم النظم الخبيرة على الذكاء الاصطناعي، باستخدام الأسلوب العلمي المنطقي في البحث للوصول إلى حلول للمشكلة.

تكنولوجيا الاستنساخ

تستخدم كلمة الاستنساخ Clone في علم البيولوجيا بمعنى النسخة الوراثية المطابقة تمامًا لأحد الجزيئات، أو لخلية نبات أو حيوان أو إنسان. يعتبر وجود نُسخ متطابقة وراثيًّا لكائنات حية بأكملها أمر شائع في علم النبات، ولكن يشار إلى هذه النسخ على أنها تنوعات Varieties بدلاً من نسائخ. ويتم الحفاظ على الكثير من السلالات النادرة عن طريق التكاثر من نبات أصلي، وتجديد نبات كامل من عقلة صغيرة. ولكن لا تسمح العملية الإنمائية في الحيوانات بسهولة الاستنساخ مثل ما يوجد في النباتات. إلا أن هناك أنواعًا كثيرة من اللافقريات البسيطة، مثل أنواع معينة من الديدان لها القدرة على أن تتجدد من قطعة صغيرة منها إلى كائن حي كامل، بالرغم من أن هذه الطريقة ليست هي الطريقة المعتادة في تكاثر اللافقريات. أما الفقريات فقد فقدت بالكامل هذه الإمكانية، وإن كان يمكن أن يحدث في بعض الحيوانات تجديد بدرجات مختلفة لأطراف، أو أعضاء، أو أنسجة معينة. وعلى الرغم من أن الحيوان الفقري البالغ لا يستطيع منفردًا أن يولد Generate كائنًا آخر بالكامل، إلا أن استنساخ الفقريات يحدث بالفعل في الطبيعة على نحو محدود من خلال ولادة أجنة متعددة معًا، وذلك عندما تتكون توائم متطابقة. تحدث التوائم صدفة في البشر والثدييات الأخرى، عند انقسام مضغة Embryo واحدة من الجنين المبكر - حتى أوائل الشهر الثالث من الحمل - إلى نصفين عند مرحلة مبكرة من النمو، وتكون الذرية

الناتجة متطابقة وراثيًا حيث إنها مستمدة من لاقحة واحدة Zygote تنتج عن تلقيح بويضة واحدة بحيوان منوي واحد.

استنسخ علماء البيولوجيا الخلايا والجينات البشرية والحيوانية على المستوى الجزيئي والخلوي منذ عقود عديدة، وأجروا أبحاثًا عليها للحصول على الجينات والخلايا المتطابقة، حيث تكون كل خلية أو جزيء في تطابق مع الخلايا أو الجزيئات الأخرى. صنع العلماء معمليًّا نسخ من حامض دي أوكسي ريبونيوكلييك «الدنا»، وتم نسخ وتكثير أجزاء الدنا الحاوية جينات الخلايا البكتيرية. مع إتاحة كميات كبيرة من الدنا المتطابقة أصبح في الإمكان إجراء تجارب عملية عليها، ويطلق على هذه العملية «الاستنساخ الجزيئي»، وهي تعد أساس تكنولوجيا الدنا المتحدة Recombinant، والتي أدت إلى إنتاج أدوية مثل الأنسولين البشري لعلاج مرض «السكرى»، ومنشط بلازمينوجين الأنسجة الذي يذيب الجلطات عقب الأزمات القلبية، والإريثروبويتين الذي يعالج الأنيميا التي تصاحب عمليات الغسيل الكلوي.

توصل العلماء في أوائل الثمانينيات من القرن العشرين إلى شكل أكثر تعقيدًا لاستنساخ الحيوانات يسمى «استنساخ زرع النوى». تحوي الخلية الجسدية نواة ثنائية المجموعة، أي إنها تحتوي على مجموعتين من الجينات، إحداهما من الأم والأخرى من الأب. أما الخلايا الجرثومية فتحوي نواة أحادية المجموعة، أي جينات الأم أو الأب فقط. وفي استنساخ زرع النوى، تنزع النواة من بويضة لتحل مكانها نواة ثنائية المجموعة لخلية جسدية، وبذلك يمكن أن يوجد مصدر وراثي واحد (الأب أو الأم)، بخلاف التكاثر الجنسي حيث يتشكل الكائن الحي الجديد باندماج المادة الوراثية للبويضة مع الحيوان المنوي.

يلي إخصاب البويضات الثديية أن تحدث انقسامات متتالية للخلايا، وتمايز متصاعد، يبدأ أولاً في المضغة المبكرة ثم يحدث بعد ذلك تمايز في كل أنواع الخلايا التي تشكل الحيوان البالغ. عندما يتم نقل نواة واحدة في طور معين من النماء إلى

بويضة غير مخصبة أزيلت نواتها، فإن ذلك يؤدي إلى البحث فيما إذا كان قد ترتب على التمايز الخلوي في هذا الطور تعديل وراثي لا عكوسي. تمت أول ذرية تنشأ عن خلية متمايزة بإجراء عملية نقل نووي من خلط سلالة لخلايا مستمدة من المضغة، قد استحثت على أن تكون في حالة همود. أجرى عالم البيولوجيا أيان ويلموت مع زملائه في معهد روزلين باسكتلندا تطويرًا في التجارب التي أجروها لاستنساخ النعجة دوللي، وذلك باستخدام خلايا جسدية لغنم بالغة كمصدر للنواة الواهبة. لم تكن دوللي أول نسيخة ثديية تم إنتاجها في فبراير من عام ١٩٩٧، ولكنها فقط أول نسيخة من خلية بالغة، فقد نجح ويلموت وزملاؤه قبل ذلك من استنساخ الغنم من خلايا مضغة عمرها تسعة أيام، وجنين عمره ستة وعشرون يومًا، أما دوللي فقد نمت من خلية أخذت من الغدة الثديية لنعجة كاملة النمو، عمرها ست سنوات.

المراجـــع

١- «منظومة القوىٰ» - د.محمد الجزار - مركز الكتاب للنشر- ٢٠٠٥.

٢- «ثورة العقل - تغيير واقع الكيان العربي» - د.محمد الجزار - مركز الكتاب للنشر- ٢٠٠٤.

٣- «تشكيل العقل الحديث»- كرين برينتون- ترجمة شوقي جلال -المؤسسة المصرية العامة للكتاب - ٢٠٠٤

٤- «نظرية النسبية» - ألبرت أينشتين - ترجمة د. رمسيس شحاته - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ٢٠٠٣.

٥- «الكون في قشرة جوز - شكل جديد للكون» - ستيفن هوكنج - ترجمة د. مصطفىٰ إبراهيم فهمي - عالم المعرفة - الكويت - مارس ٢٠٠٣.

٦- «هذا هو علم البيولوجيا - دراسة في ماهية الحياة والأحياء»- أرنست ماير - ترجمة د.عفيفي محمود عفيفي - علم المعرفة - الكويت - يناير ٢٠٠٢.

٧- «استنساخ الإنسان - الحقائق والأوهام» - مارتاسي نسبوم، وكاس سانشتين - ترجمة د. مصطفىٰ إبراهيم فهمي - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ٢٠٠٢.

٨- «الجينوم - السيرة الذاتية للنوع البشري» - مات ريدلي - ترجمة د. مصطفىٰ إبراهيم فهمي - عالم المعرفة - الكويت - نوفمبر ٢٠٠١.

٩- «الكون - بداية.. نهاية» - د. محمد الجزار - مركز الكتاب للنشر - ٢٠٠١.

١٠- «الطاقة لعالم الغد» - فعالية الوضع الراهن - مجلس الطاقة العالمي - ٢٠٠٠.

١١- «عقل جديد لعالم جديد» - روبرت أورنشتاين وبول إيرليش - ترجمة الدكتور أحمد مستجير - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ٢٠٠٠.

١٢- «الفيزياء والفلسفة» - جيمس جينز - ترجمة د. جعفر رجب - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ٢٠٠٠.

١٣- «الهندسة الوراثية» - ويليام بينز - ترجمة د. أحمد مستجير - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ٢٠٠٠.

١٤-«الحياة في الكون» - د. جوهان دور شنر - ترجمة د. عيسىٰ علي عيسىٰ - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ٢٠٠٠.
١٥-«الآلة قوة وسلطة - التكنولوجيا والإنسان منذ القرن ١٧ حتىٰ الوقت الحاضر»- أر. إيه بوكانان - ترجمة شوقي جلال - عالم المعرفة - الكويت - يوليو ٢٠٠٠.
١٦-«الفيزياء الحديثة - فيزياء القرن العشرين» - د. محمد محمود عمارة - ١٩٩٩.
١٧-«ضرورة العلم - دراسات في العلم والعلماء» - ماكس بيروتز - ترجمة وائل أتاسي، ود. بسام معصراني - عالم المعرفة - الكويت - مايو ١٩٩٩.
١٨-«تقدم الإنسانية» - جوردن تشيلد - ترجمة د. منىٰ السيد غلاب - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٩.
١٩-«بلاد ما بين النهرين - الحضارتين البابلية والأشورية» - ل. ديلابورت -- ترجمة محرم كمال - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٧.
٢٠-«الفضاء الخارجي واستخداماته السلمية» - د. محمد بهي الدين عرجون - عالم المعرفة - الكويت - أكتوبر ١٩٩٦.
٢١-«إطلالات علىٰ الزمن الآتي» - د. السيد نصر الدين السيد - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٦.
٢٢-«المفهوم الحديث للمكان والزمان» - ب.س. ديفيز - ترجمة د. السيد عطا - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٦.
٢٣-«الزلازل - حقيقتها وآثارها» - د. شاهر جمال آغا - عالم المعرفة - الكويت - أغسطس - ١٩٩٥.
٢٤-«الصناعات الكيميائية التجارية - طلي المعادن» - المهندس عبد الكريم درويش - دار المعرفة - سوريا - دمشق - ١٩٩٥.
٢٥-«لغة الجينات» - ستيف جونز - ترجمة د. أحمد مستجير - المكتبة الأكاديمية - ١٩٩٥.
٢٦-«تاريخ العلوم والتكنولوجيا في العصور القديمة والوسطىٰ» - د. مصطفىٰ محمود سليمان - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٩٥.

٢٧-«أساسيات الفيزياء - الكلاسيكية والمعاصرة» - د. رأفت كامل واصف - دار النشر للجامعات المصرية - ١٩٩٤.

٢٨-«العرب وعصر المعلومات» - د. نبيل علي - عالم المعرفة - الكويت - إبريل ١٩٩٤.

٢٩-«النسيج اليدوي» - عصام ظاطا، سامي الحلاشة، شعبان عبد الفتاح - دار صفاء للنشر والتوزيع - عمان - الأردن - ١٩٩٤.

٣٠-«الطاقة لعالم الغد» - مجلس الطاقة العالمي - ١٩٩٣.

٣١-«موسوعة تاريخ الحضارات العام» - أندريه إيمار وآخرين - ترجمة يوسف داغر وآخرين - دار منشورات عويدات - ١٩٩٣.

٣٢-«جولة في عالم الثدييات» - د. محمد رشاد الطوبي، ود. كمال ميخائيل واصف - أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا - ١٩٩٢.

٣٣-«العلوم الحياتية» - الدكتور إحسان محاسنة - دار الشروق للنشر والتوزيع - عمان - الأردن - ١٩٩٢.

٣٤-«قصة الحضارة» - ول ديورانت - ترجمة محمد بدران - دار الجيل - بيروت - ١٩٩٢

٣٥-«دائرة معارف الحاسب الآلي» - د. محمد فهمي طلبه وآخرين - مجموعة كتب دلتا - ١٩٩١.

٣٦-«موسوعة علماء الرياضيات» - د. موريس شربل -دار الكتب العلمية- بيروت ١٩٩١.

٣٧-«موسوعة علماء الفيزياء» - د. موريس شربل -دار الكتب العلمية- بيروت - ١٩٩١.

٣٨-«الفكر الأوروبي الحديث» - فرانكلين باومر - ترجمة د. أحمد حمدي محمود - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٨٩.

٣٩-«تبسيط الكيمياء» - فرد س. هيس - ترجمة وليم إبراهيم عوض - الهيئة المصرية العامة للكتاب - ١٩٨٩.

٤٠-«ضوئيات الكم والليزر» - الدكتور خالد عبد الحميد الخطيب، والدكتور وليد خلف حمودي - الجامعة التكنولوجية - بغداد - ١٩٨٩.

٤١-«الجسم البشري» - الدكتور فائز المط - مؤسسة الرسالة - بيروت - ١٩٨٩.
٤٢-«التأسيسات الكهربائية - مبادئ وتطبيقات» - د. مظفر النعمة، د. سنان محمود - دار الجيل - بيروت - ١٩٨٩.
٤٣-«العلاقة المتبادلة بين العبقرية والذكاء» - سمير عبده - دار الكتاب العربي - دمشق - ١٩٨٩.
٤٤-«الإبداع العام والخاص» - ألكسندرو روشكا - ترجمة د. غسان عبد الحي أبو فخر - عالم المعرفة - الكويت - ديسمبر ١٩٨٩.
٤٥-«الخامات النسيجية» - دكتور محمد أحمد سلطان - منشأة المعارف - ١٩٨٩.
٤٦-«موسوعة علماء الكيمياء» - يوسف أبي فاضل - جروس برس، مؤسسة مصر للتوزيع - ١٩٨٨.
٤٧-«الكيمياء الصناعية للمهندسين» - د. محمد محمد مجاهد، د. محمد يوسف بكر - دار الراتب الجامعية - بيروت - ١٩٨٨.
٤٨-«أساسيات علم القياس» - الدكتور محمد محمود عمارة - مطبوعات المعهد القومي للمعايرة - ١٩٨٨.
٤٩-«حوار مع أعضاء الجسم» - الدكتور سعيد الدجاني - دار الأندلس - بيروت - ١٩٨٧.
٥٠-«قصة الأنثروبولوجيا - فصول في تاريخ علم الإنسان» - د. حسين فهيم - عالم المعرفة - الكويت - فبراير ١٩٨٦.
٥١-«النواحي العلمية الحديثة في التبريد وتكييف الهواء» - مهندس صبري بولس - دار المعارف - ١٩٨٤.
٥٢-«الطاقة - مصادرها وقضاياها» - جماعة من الخبراء والمفكرين الفرنسيين - ترجمة د. ميشيل فرج - دار المعارف - ١٩٨٤.
٥٣-«العقل والمعايير» - أندريه لالند - ترجمة د. لطفي لوقا -الهيئة المصرية العامة للكتاب- ١٩٧٩.

٥٤-«عجائب الكيمياء» - إيرا فريمان - ترجمة عواطف عبد الجليل- دار المعارف - ١٩٧٩.

٥٥-«الكيمياء التحليلية الكمية» - د. فتحي أحمد عبد الحافظ - دار الهنا للطباعة - ١٩٦٠

٥٦-«الذكاء» - الدكتور فؤاد البهي السيد - دار الفكر العربي - ١٩٥٩.

٥٧-«تاريخ التكنولوجيا قصة الاختراعات وأشهر المخترعين» - إيجول لارسن - ترجمة د. مصطفى ماهر.

٥٨-«الهندسة الوصفية المجسمة» - دكتور محمد عبد الحميد الرقباوي - مطبعة جامعة عين شمس.

٥٩-«الجيولوجيا الهندسية» - د. فخري موسى نخلة، د. محب الدين حسين، د. حسين فهمي.

References:

1-"The Leader of the Future - New Visions, Strategies, and Practices for the Next Era" - Frances Hesselbein, Marchal Goldsmith, Richard Beckhard - Jossey Bass Publishers - San Francisco - U.S.A. - 1996.

2-"The Encyclopedia AMERICANA" - International Edition - American Corporation - Canada 1980.

3-"Probalility and Statistics for Engineers" - Irwin Miller, John Freund - Prentice - Hall Inc.- New Jersey - U.S.A - 1977.

4-"Time - Series" - M.G. kendall - Charles Griffin & Co. - London - England - 1973.