

الأعداد والحساب في الحضارة الهندية :

يعتبر تاريخ الهند القديم في نظر المؤرخين هو الأكثر غموضاً نسبة لما تم العثور عليه من بين الحضارات البائدة التي سبقت أو عاصرت الحضارة الهندية مثل السومرية والبابلية والفرعونية والصينية والفارسية. ويعزو المؤرخون غموضه إلى اختفاء آثار هذه الحضارة نتيجة كوارث طبيعية أو أحداث تاريخية . إلا أن ما تبقى من شواهد في منطقتي موهنجو دارو وهارابه - التي سبق ذكرهما - يدل على أن جذور هذه الحضارة يرجع إلى نحو عام ٢٥٠٠ قبل الميلاد . إلا أن الأدلة التاريخية التي تعود بنا إلى ذلك التاريخ تختفي أو تنقطع مرة أخرى لتطمس ألف سنة من عمر تلك الحضارة ثم تظهر من جديد لتشهد على الحضارة الهندية خلال الفترة ما بين ١٢٠٠ ق.م - ٨٠٠ ق.م بعد أن يهيمن الجنس الآري على القارة الهندية وتظهر كتبهم الدينية المسماة بالفيدا (أو المعرفة) والمدونة باللغة السنسكريتية . ويجمع مؤرخو العلم على أن أبرز ما تدين به البشرية للحضارة الهندية القديمة هو اختراعهم للأعداد ونظام العد العشري .

ولعل استرجاع مقولة العالم الفرنسي الشهير "لابلاس" ^(١) عن فضل الحضارة الهندية على الإنسانية من خلال نظامهم العشري في الأعداد الذي أخذت به فيما بعد الأمم الأخرى يلخص قيمة هذا الابتكار ، يقول لابلاس :

"إنها الهند التي علمتنا الطريقة العبقريّة في التعبير عن كافة الأعداد بواسطة عشرة رموز بحيث يكون لكل رمز قيمة تستمد من موضعه في العدد ، فضلاً عن قيمته الذاتية المطلقة . إنها لفكرة عميقة وهامة تبدو لنا من البساطة بحيث ننسى ما هو جدير بها من

(١) بيير سيمون لابلاس (١٧٤٩ - ١٨٢٧م) : عالم رياضيات وفيزياء وفلك فرنسي كبير ، اشتهر بدراساته الفيزيائية الرياضية وعلم ميكانيك الأجرام السماوية . افترض لابلاس تفسيرات عن ظاهرة الاختلاف في حركات وسرعات كواكب المجموعة الشمسية كما افترض نظرية تتعلق بنشأة الكون ، مفادها أن النظام الشمسي نشأ عن سديم أولي كان يحيط بنواة عالية الكثافة ويدور حول محور . عاصر لابلاس إمبراطور فرنسا نابليون بونابرت وعمل وزيراً في حكومته وقد قال لنابليون : إنني أعتبر اكتشاف الصفر من اضخم الابتكارات والإنجازات البشرية التي تحققت حتى اليوم " .

إجلال وتقدير ، لكن ببساطتها وسهولتها التي أدخلتها على العمليات الحسابية كلها قد جعلت من علم الحساب ما هو عليه الآن . لقد غاب هذا الابتكار العظيم عن عبقرية أرخميدس^(١) وأبولونيوس^(٢) .

ومن غير المعروف التاريخ الدقيق لابتكار الأعداد الهندية إلا أن أقدم الأدلة عنها قد وجدت منقوشة على صخرة المراسيم التي خلفها الملك أشوكا^(٣) عام ٢٥٦ قبل الميلاد أي قبل استخدامها من قبل العرب بعدة قرون.

وقد عرف العالم عن فكر وفلسفة وعلوم الهند بما في ذلك مساهماتهم في الرياضيات

(١) أرخميدس من سيراكيوس (٢٨٧ - ٢١٢ ق.م) : أعظم علماء العصور القديمة ، ولد في مدينة سيراكيوز في جزيرة صقلية وقتل فيها عندما غزاها الرومان . اكتشف مبدأ الثقل النوعي وابتكر علم السكون وعلم ضغط وتوازن السوائل حيث استنبط منه قاعدته المشهورة قاعدة أرخميدس . نجح كذلك في قياس محيط الدائرة ومساحتها وحجم الكرة والأجسام المخروطية كما أنه استنبط قاعدة الروافع واختراع طنبور أرخميدس المستخدم في رفع المياه .

(٢) أبولونيوس من بيرجا (٢٦٢ - ١٩٠ ق.م) : ولد في مدينة بيرجا التي كانت في نطاق الإمبراطورية اليونانية وحالياً في الأناضول بتركيا وتوفي في مدينة الإسكندرية بمصر . وقد كان يلقب بعالم الهندسة العظيم اسمه مع أسماء كثيرة مشهور في التاريخ بنفس المسمى إلا أنهم برزوا في مجالات أخرى غير الهندسة والرياضيات مثل النحت واللغة وغيرها . درّس أبولونيوس في الإسكندرية على يد تلامذة أقليدس ثم زار بيرجاما (قديماً تسمى بيرجاموم) في بلاد الأناضول قرب مدينة إزمير حالياً وكانت فيها جامعة ومكتبة وذات مركز علمي مرموق شبيه بمركز الإسكندرية في ذلك العصر . وفي أواخر حياته درّس في مدينة الإسكندرية . اشتهر أبولونيوس بمؤلفه الشهير المخروطيات " Conics الذي ألفه في ثمانية أجزاء غير أنه لم يبق منه إلا سبعة أجزاء في اللغتين العربية واليونانية .

(٣) أشوكا (أو أزوكا) : أحد ملوك الهند العظام الذي استطاع أن يسطر سلطانه على جميع شبه الجزيرة الهندية مكوناً أول وحدة جغرافية للهند في التاريخ . عاش في القرن الثالث قبل الميلاد ودام حكمه ٢٨ عاماً . آمن بتعاليم بوذا فأعلن أنه سيكرس حياته للسلام ولن يحارب أحداً ونبذ روح القتال والجندي وكرس حياته لنشر التعاليم البوذية . أرسل بعثات كثيرة لنشر تعاليم بوذا وديانته الداعية للمحبة والسلام ووصل مبعوثوه إلى كشمير وسيلان وفارس وإلى الإسكندرية عاصمة مصر آنذاك . وتعتبر البوذية الديانة التي ظهرت بعد الديانة الهندوكية (الهندوسية) القائمة على وحدة الوجود وعقيدة تناسخ الأرواح .

من خلال العالم المسلم البيروني^(١) الذي تعتبر مؤلفاته عن الهند مصدر المعرفة الرئيسي للمؤرخين عن الحضارة الهندية القديمة . وعبر تاريخ الهند الطويل تطورت رموز كتابة الأعداد عدة مرات إلى أن توصلت إلى الرموز الحالية المعروفة بالأعداد الهندية والتي نقلها المسلمون للعالم (شكل ١٦) .

إلا أن بعض المؤرخين يعزّون فضل الحضارة الهندية على الرياضيات عموماً باستخدامهم أو إشاعتهم الصفر^(٢) . والصفر له مدلولان الأول لتعيين مكان الخانة الفارغة

(١) البيروني (٣٦٢ - ٤٤٠ هـ = ٩٧٣ - ١٠٤٨ م) : هو أبو الريحان محمد بن أحمد البيروني المولود في مدينة بيرون في منطقة خوارزم بأوزبكستان . يعتبر أحد أعلام العصر الذهبي للعلم الإسلامي . عاصر ابن سينا (المولود في أوزبكستان أيضاً عام ٣٧٠ - ٤٢٨ هـ) وابن الهيثم (٣٥٤ - ٤٣٠ هـ) ونافسهما في بعض أعمالهم الفكرية ودارت بينه وبينهم مناظرات ومحاورات كثيرة . وقد تتلمذ البيروني في وقت مبكر على يد العالم الفلكي والرياضي المشهور أبو نصر منصور (٩٧٠ - ١٠٣٦ م) . وحين بلغ السابعة عشر من عمره تمكن من حساب بُعد مدينته عن خط الاستواء ، وذلك بمراقبة أقصى ارتفاع للشمس عن الأرض . وبعد أن أصبح في عقده الثالث تمكن من ابتكار أداة لمراقبة خط الزوال الشمسي .

يعتبر البيروني بحق عالماً موسوعياً إذ أنه برز في الرياضيات والفلك والفلسفة والجغرافيا والأدب . وقد أجاد العربية والفارسية والسنسكريتية ، حيث مكنته اللغة الأخيرة من أن يقيم في الهند مدة طويلة ويؤلف عنها . ويعتبر البيروني هو المصدر الأساسي الذي يستند إليه المؤرخون للتوثيق عن الحضارة الهندية القديمة . ألف ٢٧ مؤلفاً عن الهند وحضارتها وفلسفتها وفكرها وكتب عن الأعداد ونظام العد العشري في الهندية . كما قام بترجمة مجموعة من النصوص المكتوبة باللغة السنسكريتية إلى اللغة العربية . والبيروني عالم يؤمن بالمشاهدة والتجربة ومن علمه أنه قرر أن الصوت أسرع من الضوء وطبق الرياضيات على الجغرافيا ووضع معادلة لاستخراج مقدار محيط الأرض ، كما حدد الكثافة النوعية لـ ١٨ معدناً وفلزاً تحديداً دقيقاً . تقدر مجموع مؤلفات البيروني خلال حياته نحو ١٤٦ عملاً بلغ مجموع صفحاتها ١٣٠٠٠ صفحة من صفحات كتبنا الحالية . أخذ عنه الغرب الكثير من أعماله وكان لعلمه أثر بالغ في النهضة الأوروبية الحديثة وقال عن أعماله العالم للينو أن تاريخ الفلك والرياضيات لا يكمل بحق إلا بالبيروني . من أهم مؤلفاته " القانون المسعودي " وهو موسوعة فلكية شاملة يقرر فيها كروية الأرض .

(٢) الصفر في الرياضيات: استعمل الهنود كلمة (Sunya) سونيا وتعني الفراغ أو الخواء لتدل على كلمة صفر . وربما من ورود هذه الكلمة استدل بعض المؤرخين على أن أصل الصفر هو هندي . في حين أن العرب استخدموا هذا اللفظ أيضاً للدلالة على معنى الخلق قبل ذلك التاريخ . فمن أقوال العرب القديمة " صفر الدين " أي خاوي اليد . وقد كان الصفر العربي يرسم في الأصل كدائرة صغيرة مفرغة . واحتفظ المغاربة في الأندلس بهذا الرسم في حين انطمست الدائرة وحلت محلها نقطة للتفريق ما بين الصفر والرقم خمسة (٥) . ويرجع عهد المؤلفات العربية التي يشار فيها إلى الصفر كقيمة إلى سنة ٧٨٧م (٢٧٤ هـ) . ويميل كثير من المؤرخين إلى اعتبار الصفر (كقيمة) من ابتكار العلماء المسلمين .

1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	=	≡	+	h	4	7	5	1
الأعداد الهندية في القرن الأول الميلادي								

1	2	3	4	5	6	7	8	9
—	=	≡	4	h	4	7	5	1
الأعداد الهندية في القرن الرابع الميلادي								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	8	4	4	7	5	1	0
الأعداد الهندية في القرن الحادي عشر الميلادي									

* (شكل ١٦) تطور الأعداد الهندية عبر التاريخ.

في العدد ، والثاني استخدامه كعدد . والاستخدام الأول للصفر ورد ذكره في الرياضيات البابلية منذ القرن الثالث ق.م ، إلا أن بعض الأدلة عن استخدام الصفر كرقم في الرياضيات الهندية ترجع إلى حوالي عام ٦٥٠ ميلادي . في حين أن استخدام الهنود للصفر للدلالة على فراغ الخانة يرجع إلى نحو ٢٠٠ ميلادي ، ومعظم المعلومات عن استخدام الصفر كعدد لدى الهنود تعزى إلى مؤلفات عالم الرياضيات والفلك الهندي براهما جوبتا (٥٩٨ - ٦٧٠ م). ويعتبر اكتشاف الصفر في رأي العالم الفرنسي لابلاس من أعظم الإنجازات البشرية . ويقول عالم الرياضيات لانسلوت هوجين عن هذا الابتكار : " لم يحدث في تاريخ الرياضيات خطوة انقلا بية أكثر جرأة من اختراع الهنود للصفر للدلالة على الخانة الخالية في العدد الحسابي " .

فاكتشاف الصفر فتح المجال للتعبير عن أي عدد مهما بلغ بتسعة أرقام فقط ، كما أنه أتاح إجراء عمليات الجمع على الورق ، ولقد كان من المستحيل أن يتطور الحساب بدون اختراع الصفر ، وبدون الحساب ما كان ممكناً أن يخطو علم الجبر خطوة إلى الأمام . وكما يُعزى للمسلمين الفضل في نقل مساهمات العلماء الهنود في العلوم إلى الغرب ومن ثم الإفادة منها في الحضارة الغربية ، كذلك يُعزى إلى الصينيين الفضل في إيصالها للشرق وشعوب شرق آسيا .

الأعداد في حضارة المايا :

خلفية تاريخية عن المايا :

أقام هنود أمريكا الوسطى (المايا) حضارة تألفت لمدة ألفين عام في نطاق جغرافي ما بين خطي عرض ١٤ و ٢٢ شمال خط الاستواء في أمريكا الوسطى على امتداد دول المكسيك والهندوراس وجواتيمالا والبليز وغرب السلفادور (الخارطة ٥) . وبقي من ورثة تلك الحضارة قرابة مليوني شخص لا يزالون يتحدثون لغة المايا ويتمسكون بهويتهم الذاتية المتميزة بالرغم من جحافل الغزاة الذين عبروا مدنهم التي أصبحت أطلالاً مهجورة وشواهد حضارة تألفت ثم خبّت وانطفأت .

اكتشفت آثار حضارة المايا في القرن التاسع عشر من قبل علماء الآثار حيث عثر على



* خارطة (٥) الموقع الجغرافي لحضارة المايا في أمريكا الوسطى .

مدونات لثلاث دساتير بلغة المايا ، دستور دريسدن في مدينة دريسدن بألمانيا (الشكل ١٧أ) ، ودستور مدريد الذي يحتفظ به المتحف الأمريكي في مدريد (الشكل ١٧ب) ، ودستور باريس الذي تقتنيه المكتبة الوطنية في باريس . هذا بالإضافة إلى الأهرامات المعروفة في المكسيك والتي أوحى لبعض الدارسين بعلاقة غامضة تربطها بأهرامات الفراعنة في مصر^(١).

وحتى الوقت الراهن لاتزال أسباب اندثار الحضارة الماياوية لغزاً لاتفسير له ، فهل يعود ذلك لأسباب ذاتية أدت إلى تدمير الصرح الحضاري لشعب المايا ، أو غزو خارجي آلت على أثره إلى السقوط ؟ قد يأتي الجواب في المستقبل من دليل مطمور بعد أن ينفض عنه غبار الزمن والتاريخ . فالاهتمام بالحضارة الماياوية لايزال حديث العهد ولم يستقطب الدارسين إلا منذ ثلاثة عقود تقريباً .

(١) ظهرت أدلة قوية عن عناصر حضارية مشتركة بين حضارات طرفي الأطلسي ، أي حضارة أمريكا القديمة المايا " الأليك " وحضارات الشرق الأدنى . ففي الفن والثقافة والعبادة والفلك والعمارة ثمة تشابهات ما بين الطرفين جرّت إلى الاعتقاد بأن هذا ليس من منظور الصدفة التلقائية بل يدعو إلى فرضية الانتقال الثقافي بين الشرق والغرب .

وفي كتاب للباحثة الألمانية هاينكة زودهوف بعنوان (" معذرة كولومبوس " : لست أول من اكتشف أمريكا (صدر عام ١٩٩٠) تقتفي المؤلفة العناصر الحضارية المشتركة ما بين حضارة المايا " الأليك " في أمريكا الوسطى ، والحضارة الفينيقية والفرعونية حول البحر الأبيض المتوسط لتقول أن الفينيقين قبل ثلاثة آلاف سنة قد أبحروا من شواطئ البحر الأبيض المتوسط إلى بريطانيا وداروا حول القارة الأفريقية بسفنهم وأسسوا على ساحل أسبانية الأطلسي مستعمرتهم مدينة كاديس ومن ثم انطلقوا واكتشفوا أمريكا . وقد أوردت المؤلفة مجموعة من المتوازيات بين حضارات طرفي الأطلسي وتوصلت أخيراً إلى خلاصة مفادها أن كولومبوس " اليهودي " - كما تقول - قد تتبع الطريق الذي سلكه الفينيقيون ووصل إلى هناك . وتقرر المؤلفة أن زيارات الفينيقين إلى أمريكا لم تجر بمحض الصدفة ولم تتم عشوائياً ، ولو كان الأمر كذلك لفقدت أهميتها التاريخية ، ولكنها كانت رحلات مخططة لنشاط هادف حيث خلفوا وراءهم - أي في أمريكا - أثراً تاريخية هامة تعيننا على الاعتقاد بأن حضارة " الأليك " أو حضارة شعب المايا في كثير من عناصرها امتداد لحضارة الطرف الثاني للأطلسي في مصر والسواحل الفينيقية في صور وصيدا .



(شكل ١١٧) * دستور دريسدن أحد المونكات الثلاث لحضارة المايا وهو موجود حالياً بمدينة دريسدن في ألمانيا .



* (شكل ١٧ ب) دستور مدريد: وهو أحد المدونات الثلاث لدراسات حضارة المايا الموجود في مدريد .

لغة وكتابة المايا :

لغات المايا في حقيقتها تضم ٤٢ لغة هندوأمريكية . كل مها تنفرد بها قبيلة من الهنود الأمريكيين ومن هذه اللغات لغة الميك ماك ، ولغة الزوني ، ولغة اليمما ولغة شول (أو كول) ولغات أخرى . ويكتنف البحث العلمي في أصل لغة المايا أو اللغات الأمريكية القديمة كثير من الغموض ويترك أسئلة عديدة لاتزال بدون إجابة . وقد وجدت منقوشات أثرية كثيرة في أمريكا تشير إلى تشابه كبير ما بين اللغات الهندوأمريكية واللغة السامية التي كان يتحدث بها الفينيقيون . وأشار كثير من العلماء الأمريكيين عن أثر مؤكد للفينيقيين على شعوب المايا . وتبرز في هذا المجال منقوشة كتابية عثر عليها عام ١٨٧٢ في البرازيل تدعى " منقوشة بارايابا " جعلت العلماء ينقسمون بشأنها لأنها تفتح المجال حول تساؤلات كثيرة عن علاقة حضارة المايا بالطرف الثاني من الأطلسي . فهذه المنقوشة هي أول منقوشة كتابية من مجموعة النقوش في العالم القديم في أمريكا . وهي مكتوبة بالأحرف الفينيقية^(١) ويغلب الظن أن يعود تاريخها إلى القرن السادس قبل الميلاد .

وقد توصل المختصون في لغات الشرق الأدنى وكتاباتها إلى ترجمة هذه المنقوشة الحجرية حيث ورد فيها مايلي:

"نحن أبناء كنعان من صيدا التي أصبح فيها تاجر ملكاً ، أرسلنا إلى هذه الأرض البعيدة ، بلاد الجبال ، وضحيناً لآلهة السماء بشاب عمره ١٩ عاماً . أبحرنا من أزيون جيبر على البحر الأحمر بعشر سفن وبقينا في البحر سنتين وأبحرنا حول أفريقية وبعد افترقنا بيد بعل^(٢) ولم نعد سوية مع زملائنا وهكذا وصلنا إلى هنا وعشرة منا قضوا نحبهم: يا أبرا فلتحرسنا آلهة السماء " .

(١) نشأ الخط الفينيقي حوالي ١٢٠٠ ق.م وتتألف الأبجدية من ٢٩ حرفاً: ولا تكتب فيها الأحرف الصوتية . وأخذ اليونانيون الأبجدية وغيروا فيها بإضافة الأحرف الصوتية عليها .

(٢) بعل : اسم الإله لدى الفينيقيين . وهذا اسم عام يشير فقط إلى السيد " الإله " ، والذي يقع في حمايته لديهم الأشخاص أو الأماكن أو الجبال ويعتبر بعل أهم آلهة الفينيقيين . كما نقش اسم الإله بعل على جدران الأبنية عبر تاريخ أمريكا القديمة وبخاصة في حضارة المايا وأصبح يقدس اسم بعل ويظهر التقديس كجزء مكوّن راسخ في العبادة الأمريكية القديمة أي أن إله الحماية الفينيقي بعل هو إله الشمس لدى المايا . لقد قاد تكرار ورود إله بعل لدى الحضارة الفينيقية وحضارة المايا مع عناصر حضارية أخرى إلى فرضية أثر حضارات الشرق الأدنى على حضارة المايا في أمريكا قبل الميلاد .

وقد استدل الكثير من العلماء من هذه المنقوشة على العلاقة ما بين الفينيقيين والمايا وكرسوا جهودهم للدراسات اللغوية المقارنة لايجاد الكلمات المشتركة ما بين اللغة السامية الفينيقية ولغة المايا وعثروا على مفردات كثيرة قادتهم إلى استدلالات إضافية عن عناصر أخرى ثقافية تجمع بين الحضارات حول طرفي الأطلسي إلا أنه لا يزال هناك عدم إجماع حول هذه الفرضيات التي تحتل حتى الوقت الراهن مواضع جدل وحوار وتأمل بين الدارسين .

أما كتابة المايا فهي عبارة عن نظام مركب من عنصرين : كتابة رمزية تعتمد على الإشارات والرسوم (كما هو حال الكتابة الهيروغليفية) ، ثم كتابة مقطعية يقصد فيها أن كل مقطع يمثل حرفاً . فالرمز مركب من إشارة رئيسية بالإضافة إلى لاحقة أو زائدة للرمز ليكتمل بها المعنى أو المقصود . وقد يكون هذا الرمز اسم أو فعل يساعد على استقامة الجملة أو المعنى المطلوب التعبير عنه .



الأعداد الحسابية لدى المايا :

اعتمد الحساب لدى المايا على نظام عشريني أساسه عشرون وليس عَشْرياً أساسه العشرة . وإذا كان النظام العشري يوحي مصدره بأصابع اليد العشرة فإن النظام العشروني ربما كان مصدره أصابع الكفين والقدمين كما يعتقد بعض المؤرخين .

كما أن النظام يشمل مدلولاً موضعياً للأعداد ، ولكن ليس بالصورة الكاملة كما هو الحال في الأعداد الهندية وأرقامنا الحالية .

وقد استخدم شعب المايا ثلاثة رموز في الحساب فالنقطة ترمز للعدد (واحد) والخط الصغير (-) يرمز للعدد خمسة ، والصدفة أو القوقعة الصغيرة ترمز للصفر (شكل ١٨) .

وقد وردت الأرقام الماياوية لعلمنا من دستور دريسدن حيث تضمنت هذه الوثيقة الأعداد الماياوية وفق هذا النظام الذي استخدم قبل ألفي عام في حضارة المايا البائدة .

0	1	2	3	4
	•	••	•••	••••
5	6	7	8	9
_____	_____•	_____••	_____•••	_____••••
10	11	12	13	14
=====	=====•	=====••	=====•••	=====••••
15	16	17	18	19
=====	=====•	=====••	=====•••	=====••••
20	21	22	23	24
	•	•	•	•
25	26	27	28	29
_____•	_____•	_____•	_____•	_____•
_____•	_____••	_____••	_____•••	_____••••

* (شكل ١٨) النظام الماياوي العددي الموضعي .

اكتشاف المعادن^(١) واستخراجها

يعتبر العصر البرونزي منعطفاً بارزاً في سجل الحضارة الإنسانية حيث ابتدأت خلاله بدايات نشوء الدولة وظهرت بوادر التمايز الطبقي الواضح وما تبعه من نتائج اجتماعية وسياسية ، كما أنه بحق العصر الذي ابتدأت فيه الثورة الصناعية الحقيقية . ويبالغ المؤرخون في تقدير تأثير هذا العصر حين يرون أن البشرية لم تشهد ثورة صناعية بعد الثورة الصناعية التي حدثت في العصر البرونزي إلا في القرن الثامن عشر الميلادي ، وحجتهم في ذلك أن المعيار لمثل هذا الحكم يجب أن يعتمد على الفوارق في الكيف وليس في الكم وأن كل ما طرأ من تطور بعد الثورة الصناعية في العصر البرونزي هو في الكم وليس في الكيف حتى مطلع القرن الثامن عشر الميلادي .

ولاشك أن اكتشاف المعادن وصناعات التعدين تشكل مفصلاً حاسماً في الثورة الصناعية وفي تاريخ الحضارة الإنسانية . ومن هذا المنطلق جاء تسمية العصور التاريخية كما أشرنا في فصل سابق (عصور ما قبل التاريخ وثقافاتهما) تأسيساً على المواد المستخدمة في تلك العصور كالحجر والنحاس ثم البرونز والحديد .

ويرجح العلماء أن الإنسان قد عرف بعض المعادن قبل اختراع التعدين وقد اعتقد أنها مجرد أنواع من الحجر إلا أنها تختلف عن الأحجار في كونها قابلة للصهر والتشكيل .

فقد عثر الإنسان - وربما بالصدفة - على قطع من النحاس والذهب والحديد النيزكي في وقت مبكر جداً ، وظن العلماء أن اهتمام الإنسان بالمعادن التي اكتشفها أو عثر عليها جاء في وقت متأخر . فقد انحصر استخدام الإنسان في بادئ الأمر للمعادن لأغراض الزينة

(١) توصي بعض مجامع اللغة العربية باستخدام مصطلح فلز بدلاً من معدن للتعبير عن العناصر المتميزة ببريق ولعان .

والخلي لغرابة ألوانها ودهشته بها ثم تطور بعدئذ ذلك الاهتمام لتكون المعادن من أهم عناصر وأدوات الحضارة .

وقد تزامن عثور أو اكتشاف بعض المعادن في أماكن متعددة في العالم مثل الأناضول والشرق الأدنى والصين . وترجع موسوعة تاريخ التكنولوجيا (لبرتران جيل) بداية عهد الإنسان بالمعادن إلى نحو (٦٦٠٠-٦٣٠٠ ق.م) حيث يعتقد أنه تم إنتاج محتمل للنحاس والرصاص في بلاد الأناضول ، كذلك فقد تعرف سكان الشرق الأدنى وبخاصة السومريين على مالمديهم من معادن منذ زمن مبكر جداً ، إلا أن استخراج المعادن من خاماتها في تلك المنطقة لم يبدأ إلا في الفترة ما بين ٥٠٠٠-٤٠٠٠ قبل الميلاد .

فقد افترض بعض المؤرخين الذي تخصصوا في تاريخ المعادن واستخراجها^(١) أن السومريين الوافدين - من مكان ما - على منطقة ما بين النهرين قد جاؤوا إلى جنوب العراق وفي حوزتهم المعادن وقد تعلموا من أجدادهم في مكان ما صهر النحاس والقصدير معاً ويعزز هؤلاء المؤرخون هذه المقولة بدليل خلو منطقة سومر أصلاً من المعادن حيث لا يتوافر فيها سوى الطين وأن المعادن التي حملها السومريون لا تشمل النحاس والذهب فحسب بل البرونز الحقيقي الذي أدركوا محتواه .

وبما أن القصدير اللازم لصناعة البرونز من المعادن التي لا توجد في بلاد الشام ويمكن الحصول عليه من تركيا ومن ثلاث مناطق في إيران هي أذربيجان وجرجان وخراسان ، فقد استدل هؤلاء المؤرخون على احتمال عبور أو قدوم السومريين من هذه المناطق، إلا أن هذه الفرضية في قيد الاعتقاد المقتقد إلى أدلة التأكيد.

ويعتقد العلماء أن معدن النحاس كان من أوائل المعادن التي تمكن الإنسان من صهرها ، لأن خامات هذا المعدن (مثل كربونات النحاس) تتحول إلى مادة النحاس في درجات

R.J.Forbes : Metallurgy in Antiquity , Leiden (1950)

(١)

- H.H. Coughlan : Notes on the Prehistoric Metallurgy of Copper and Bronze in the Old World, Pitt Rivers Museum Oxford , Papers on Technology, 1951

حرارة منخفضة نسبياً مقارنة بخامات أخرى .

وقد تعرف الإنسان في العصر البرونزي على معدني النحاس والقصدير ومنها اكتشف أن مزج هذين المعدنين يؤدي إلى معدن جديد هو البرونز^(١) الذي وجد أنه أصلب من النحاس فشاع استخدامه حتى اتسم به ذلك العصر وعرف بالعصر البرونزي . وقد استخدم الإنسان البرونز لصناعة الفؤوس والأزاميل وأدوات الصيد والحروب مثل الدروع . كما أدخله في صناعة القوارب .

ونظراً للفوائد المتعددة التي لمسها الإنسان من البرونز وبخاصة الاقتصادية منها فقد دفعه ذلك لاستجلابه من الأماكن الأخرى التي يتوافر فيها ، كان ذلك أحد أهم أسباب الحروب ومهاجمة المناطق الجديدة الغنية بالمعادن كالنحاس والقصدير والذهب .

ومن الحقائق المثيرة للاهتمام أن السومريين قد استخدموا البرونز في بداية اشتغالهم في التعدين . وفي مرحلة لاحقة توصلوا إلى استخلاص معدن النحاس النقي ، إلا أنهم بعد ذلك أعادوا استخدامهم للبرونز بدلاً عن النحاس الخالص .

وبالرغم من إطلاق عصر البرونز على فترة تاريخية تمتد إلى ٣٠٠٠ ق.م ، إلا أن استخدامه لم يكن عاماً ، بل انحصر في تلك الفترة على المنطقة المحيطة بشرق البحر الأبيض المتوسط ومصر ومن هناك انتشر إلى أوروبا وإلى الشرق الأدنى حتى وصل وادي السند ثم الصين عن طريق تركستان . وفي أفريقيا لم يستخدم خارج مصر إلا في الأجزاء الساحلية الشمالية لمنطقة البحر الأبيض المتوسط .

(١) البرونز : مصطلح عام يطلق على السبائك المكونة من خليط من النحاس والقصدير بنسب مختلفة تتراوح ما بين ١٠-١٤٪ قصدير مضاف إلى النحاس . والبرونز أصلب من النحاس . ويعتمد تماسك البرونز طردياً مع نسبة القصدير فيه . يتميز البرونز عن النحاس في صلابته وجمال شكله وله درجة انصهار أقل ، مما يساعد على إعادة صياغته وتشكيله . إضافة للبرونز يوجد أيضاً برونز فوسفوري وهو مكون من سبيكة من النحاس والقصدير ونسبة ضئيلة من الفوسفور بنسبة ١ ، ٠ - ٣ ، ٠٪ فوسفور مع نسب ضئيلة أخرى من فلزات أخرى كالرصاص والنيكل .

أما الحديد ، فقد تأخر استخدامه حتى نهاية الألف الثاني قبل الميلاد بالرغم من شيوع خاماته في الشرق الأدنى ، ومن سهولة التعرف على هذه الخامات ، إلا أن أسباب تأخر استعماله لا تزال غير واضحة لدى المؤرخين . وربما يعود ذلك لعدم تفوق معدن الحديد على البرونز إلا في وفرة وجود خاماته . حيث أدت هذه الوفرة إلى شيوع استخدام الأدوات المعدنية المصنوعة من الحديد .

ويعتبر الحثيون^(١) أول الأمم التي قامت باستخدام الحديد . وقد كانوا ينتجون كميات من النحاس للتصدير بالإضافة إلى الفضة التي استخدمت في عملتهم المتداولة . وقد تعلم الحثيون صهر الحديد وصّبه وتصديره إلى الآشوريين في العراق . وتعتبر فترة حكم الحثيين هي مرحلة الانتقال من البرونز إلى الحديد ، كما هي مرحلة انتقال حضارة الشرق الأوسط إلى الحضارة الغربية ، ويرجع ذلك لتوفر الحديد بكميات كبيرة حيث يشكل ٤٪ من سطح الأرض ولثراء أوروبا من هذا المعدن إضافة للغابات وما تنتجه من فحم خشبي .

وفي جنوب الصحراء الكبرى بأفريقيا تعرف العلماء على دلائل مثيرة تشير إلى أن الشعوب هناك قد اكتشفوا صناعة الحديد بصورة مستقلة عما حدث في مناطق أخرى . كما أن الإنسان هناك انتقل مباشرة من استخدام الأحجار إلى استخدام الحديد دون عبوره بالنحاس أو البرونز كما حدث في مناطق كثيرة من العالم .

ومن دواعي التأمل والدهشة أن المصريين القدماء قد أطلقوا على الحديد في لغتهم الهيروغليفية ما معناه " معدن السماء " وربما كانت هذه التسمية ذات مدلول متعلق باعتقاد بعض العلماء بأن الحديد له علاقة بالنيازك، وأن أول تعرف للإنسان عليه فوق الأرض كان نتيجة سقوط قطع من حديد نيزكي من السماء .

(١) الحثيون : ينقسم تاريخهم إلى فترتين المملكة القديمة (١٧٤٠ ق.م - ١٤٦٠ ق.م) والإمبراطورية (١٤٦٠ ق.م - ١٢٢٠ ق.م) موطنهم الأصلي هو منطقة الأناضول الوسطى عاصمتهم ختوش ، وفي دور الإمبراطورية قطع الحثيون جبال طوروس إلى بلاد الشام وبعض مناطق ما بين النهرين وبقيت بعض ممالكهم في سوريا عدة قرون حتى قضى عليهم الآشوريون الذين تحطمت مملكتهم أيضاً على يد الفرس الذين أسسوا أول إمبراطورية حقيقية (الخارطة ٦).



* (خارطة ٦) الموقع الجغرافي للمملكة الحثية .

وتوالى تدريجياً اكتشاف المعادن وصناعة التعدين وبين الجدول (١) التسلسل الزمني التاريخي لاكتشاف المعادن واستخداماتها حتى القرن السادس عشر ميلادي .

ولقد أدى إنتاج واستثمار المعادن - كما تمت الإشارة إليه - إلى تغيير جوهري في سيطرة الإنسان على بيئته . كما أدى استخدام الأدوات المعدنية إلى آثار بالغة الأهمية في الحياة الاجتماعية والاقتصادية ، فانتقل دور المعادن من زينة للملوك والنبلاء ، إلى مادة أساسية في النسيج الحضاري ، وفي نشوء لاحق لعلوم أخرى لم يكن من المتاح تطويرها دون صناعة المعادن والتعدين . ويأتي منشأ علم الكيمياء في مقدمة هذه العلوم .

الزمن	المعدن / الاستثمار	المكان
٦٦٠٠-٦٣٠٠ ق.م	إنتاج محتمل للرصاص والنحاس	ساتال - هويوك (الأناضول)
٦٠٠٠ ق.م	نحاس	هاسيلار
٣٥٠٠ ق.م	نحاس	الصين
٣٥٠٠-٣٢٠٠ ق.م	برونز	أور (بلاد الرافدين)
٣٠٠٠ ق.م	شغل الذهب والفضة والرصاص	مصر
٢٧٠٠ ق.م	مناجم النحاس ، أدوات النحاس المطروق	سيناء والنوبة (مصر)
٢٥٠٠ ق.م	استثمار البرونز	ما بين النهرين
٢١٦٠ ق.م	تداول استعمال البرونز	مصر
٢٠٠٠ ق.م	عصر البرونز صناعة الحديد	أوربا الوسطى وفي إيطاليا واليونان الحيثيون (فترة الإمبراطورية)
١٧٠٠-١٦٠٠ ق.م	بداية صنع الزجاج وتلوينه بالأكاسيد المعدنية	مصر
١٤٥٠-١٤٠٠ ق.م	عصر البرونز	اسكندنافيا
١٤٠٠ ق.م	عصر البرونز	الصين
١٢٠٠ ق.م	تقدم تعدين الحديد	اليونان وفي الحوض الشرقي للمتوسط
٩٥٠-٥٠٠ ق.م	العصر الحديدي الأول	أوربا
٧٧٠ ق.م	عصر الحديد	الصين
٧١٢-٦٦٣ ق.م	تعدين الحديد	مصر

يتبع

* (جدول ١) التسلسل الزمني التاريخي لاكتشاف المعادن واستخداماتها.

الزمن	المعدن / الاستثمار	المكان
٦٧٥ ق.م	بداية صك النقود	آسيا الصغرى
٦٥٠ ق.م	أول النقود	بلاد الإغريق
٦٥٠ ق.م	بدء استبدال الخشب بالحديد في بناء المعابد	اليونان
٦٠٠ ق.م	إنتاج الفضة	تاسوس - سيفونو
٦٠٠ ق.م	ظهور الأفران المعدنية ذات المداخل	أوروبا
١٠٠ ق.م	الأفران التعدينية	الإمبراطورية الرومانية
٦٠٠ م	تقنيات مزج الذهب - نحاس	الأنديس (أمريكا)
١١٩٢ م	أول طاحونة حديد	أوروبا - السويد
١٤٠٠ م	أولى الأفران ذات المنافخ الهيدرولية في الصناعات الحديدية	
١٥٤٠ م	تأليف كتاب Pirotechna لمؤلفه ف. بيرنغو كشيرو وهو أول كتاب أو دراسة تؤلف في التعدين .	

* تابع (جدول ١) التسلسل الزمني التاريخي لاكتشاف المعادن واستخداماتها.