فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
فهرس المحتويات	٣
الفصل الاول:تاريخ الحضارة وتطور الهندسة.	٤
الفصل الثاني:الهندسة و الانسانيات والعلوم الاجتماعية.	١٧
الفصل الثالث:التعليم الهندسى وتخصصاته المختلفة والتدريب الهندسى والتكنولوجيا.	٢٣
الفصل الرابع :الهندسة والتفكير العلمى والتحليلى	٦٣
الفصل الخامس : منهجيات العمل الهندسى وسلوكياته	٧٢
قائمة المراجع	٧٩

الفصل الاول :تاريخ الحضارة وتطور الهندسة

مقدمة :

الهندسة هي من العلوم الأكثر قدما في التاريخ فبدايتها منذ بداية الخلق فبهبوط سيدنا آدم عليه السلام إلي الأرض لم يعد أمامه إلا أنه يتكييف مع بيئته الجديدة لضمان أستمراره و ذريته علي قيد الحياة فلذلك عمل سيدنا آدم عليه السلام كأول مهندس زراعي ومزارع بالتاريخ و كذلك سيدنا شيث ابن آدم عليهما السلام كان أول من أوجد صناعة المنسوجات ، و كذلك سيدنا إدريس عليه السلام يعد أستاذ صانعي الملابس والخياطين كونه أول من اخترع الإبرة ومرر الخيط فيها و يعتبر سيدنا نوح عليه السلام رائد النجارين و رائد هندسة صناعة السفن والبحارة و سيدنا إبراهيم عليه السلام كان أعاد بناء الكعبة و رفع قواعدها ، لذلك يعتبر أول مهندس مدني و معماري بالتاريخ و سيدنا يوسف عليه السلام كان أول من أوجد الساعة وهو أول رسول أسّس مكتباً للمحاصيل الزراعية وأول من خزّنها أثناء توافرها بكثرة ووزّعها على الناس أثناء المجاعات كما أنه أبدع في تفسير الرؤى والأحلام فيعد أول مهندس تخطيط و أدارة بالتاريخ و سيدنا داود عليه السلام هو ملك نبي استخدم الحديد وصنع الدرع فكان اول مهندس إنتاج بالتاريخ فأسس جيوشاً منظمة وهزم جيوش جالوت بالتكنولوجيا الحديثة التي أمتلكها حينها و كذلك سيدنا سليمان عليه السلام كان نبي و ملكاً وصنع سلة من الخوص وهو أول من استخدم النحاس فيعد اول مهندس تعدين بالتاريخ.

من هنا نجد أن الهندسة والعقلية الهندسية بالمعنى الواسع كانت موجودة بالمجتمعات البدائية منذ عصر ما قبل التاريخ فهو علم قدمة بقدم البشرية ، و التاريخ منهجياً هو جمع معلومات من الماضي، حين يُستخدم كمجال للدراسة يصبح مجالاً لتفسير السجلات البشرية، المجتمعات، المؤسسات والكثير من المواضيع التي تغيرت مع مرور الوقت تقليدياً، و دراسة تاريخ الهندسة و التكنولوجيا أصبحت تعتبر جزءاً من العلوم الإنسانية في الأكاديميات الحديثة خاصة المهتمة بالعلوم الهندسية ، فمنه يعلم انه عندما ابتكر البشر ابتكارات مثل الإسفين والرافعة والعجلة والبكرة وقوس والسهم وغيرها من الإبتكارات، حدثت نقلة في العلوم والطرق الهندسية مع الحضارات القديمة مثل الحضارة الاغريقية وحضارة بلاد الرافدين وحضارة مصر القديمة والحضارة الهندية والحضارة الصينية وغيرها من الحضارات، وكان هذا نتيجة لبحث الإنسان عن طرق وقواعد عملية تساعد على تسخير الموارد الطبيعية لتشيد الأبنية وتكوين الآلات ، وطرق لقياس الزوايا وحساب المساحات وإيجاد بعض الأشكال الهندسية. لقد تطورت هذه القواعد عبر التاريخ وتناقلتها البشرية ووضعت في قواعد عامة و في هذا الفصل نستعرض تاريخ الحضارة وتطور الهندسة.

الهندسة و الحضارة في العصور القديمة:

الأهرامات في مصر القديمة (شكل ١-١) ، الزقّورات في بلاد ما بين النهرين ، الأكروبوليس أثينا والبارثينون في اليونان القديمة ، القنوات الرومانية وطريق أبيا والكولوسيوم في الإمبراطورية الرومانية،ومعبد بيروفودايار في سنجافور ، وتيوتيهواكان ، من بين أشياء أخرى كثيرة، تقف كشهادة على براعة و حضارة ومهارة المهندسين في العصور القديمة. وكانت أيضا الآثار الأخرى التي لم تعد قائمة مثل حدائق بابل المعلقة ومنارة الإسكندرية من الإنجازات الهندسية الهامة في العصور القديمة واعتبرت من بين عجائب الدنيا السبع في العالم القديم.

شكل (١-١) أهرامات الجيزة بمصر تقف كشهادة على براعة ومهارة المهندسين في العصور القديمة.

الهندسة و الحضارة في العصور الوسطى:

في عصر العصور الوسطى ، مهدت التطورات في الهندسة المدنية الطريق للهندسة المعمارية القبطية في أوروبا ، في حين تم إحراز تقدم كبير في آسيا في مجالات المعادن والهيدروغرافيا.

الهندسة في الحضارة الإسلامية:

ظهرت العديد من الآلات والابتكارات الهندسية في العصور الوسطى والعصر الذهبي الإسلامي بالأخص بسبب انهيار الإمبراطورية الرومانية الغربية والتراجع الفكري في الجزء الغربي من أوروبا في تلك الفترةحيث تطورت علوم الهندسة كثيرا على يد علماء المسلمين وأفادوا البشرية بمخترعات عجيبة و ما لا ضير في أن نقر بأن المسلمين اعتمدوا على من سبقهم في قيام نهضتهم وحضارتهم في علم الهندسة، فإنا لا نستطيع أن نقر وجهة النظر التي تقول: "إن اليونان لم يتركوا في الهندسة القديمة زيادة لمستزيد، ولم يستطع أحد بعد إقليدس الذي دون علم الهندسة (٣٣٠ - ٣٢٠ ق.م) أن يزيد على هذا العلم شيئًا أساسيًا، أعظم أفضال العرب على الهندسة أنهم اهتموا بها حينما أهملتها الشعوب ثم حفظوها من الضياع، وناولوها للأوربيين في زمن باكر، فلقد أخذ الأوروبيون الهندسة اليونانية عن العرب لا عن اليونان، ونقلوها إلى اللغة اليونانية فهذا الرأي لا يستقيم لا منطقيًا ولا علميًا، يشهد بذلك علماء الغرب أنفسهم على نحو ما سنورده في هذا الموضوع بالذات، ولا أدري كيف نعت صاحب هذا الرأي الهندسة بـ(القديمة)؟! الأجل أن يكون ذلك علم خاص فقط باليونان، ومن ثم فلا يستطيع أحد أن يجاريه أو يزيد عليه؛ مما يتسنى له بعد ذلك أن يطلق هذا الحكم؟ وإذا كان الأمر كذلك فهذه تعد ليست منقبة لليونان أصحاب الهندسة (القديمة)، ومفخرة لأصحاب الهندسة الحديثة.

فمن المسلم به تاريخيًا وعلميًا أن المسلمين أضافوا إضافات جوهرية كثيرة، وأدخلوا أمورًا جديدة على هندسة من سبقهم، وكان من ذلك: تقسيم الزاوية إلى ثلاثة أقسام متساوية وكذلك الدائرة، وقد ألف الكندي الرسائل المختلفة في تقسيم المثلث والمربع واستخرج سمت القبلة، وكان يرجع إلى مؤلفاته المعماريون عند القيام بحفر الأقنية والجداول بين دجلة والفرات، وأدخل المسلمون أيضا المماس والقواطع، واستخدموا فن الزخرفة الذي يعتمد على قواعد هندسية في رسم المغلقات، وترتيب الخطوط، وأوراق النبات، وجمع المسلمون بين الهندسة والجبر، ولذلك يُعتبرون واضعي الهندسة التحليلية.

ولقد ذكر صاحب الرأي السابق أن اهتمام العرب (المسلمين) بالناحية العملية من الهندسة كان أكثر من اهتمامهم بالناحية النظرية، تشهد بذلك المباني والقصور التي نهضت في المشرق والمغرب. ولا تعليق!!

وإحقاقا للحق فقد ظل المسلمون يبدعون ويضيفون الكثير والكثير مستلهمين ذلك من أمور دينهم ودنياهم، حتى ظهر علم الهندسة وتبلور على أيديهم، وبدت معالمه الكلية واضحة جلية، وازدهرت تقنيات الهندسة الميكانيكية في العالم الإسلامي منذ القرن الثالث الهجري (التاسع الميلادي)، واستمر عطاء المسلمين فيها حتى القرن العاشر الهجري (السادس عشر الميلادي).

وكانت هذه التقنيات تعرف عند المسلمين باسم "الحيل النافعة"، وهي آلات وتجهيزات يعتمد البحث فيها على حركة الهواء (الإيروديناميكا)، أو حركة السوائل واتزانها (الهيدروديناميكا) و(الهيدروستاتيكا) انظر شكل ١-٢ المضخة التي ظهرت في العصور الإسلامية .

وإذا كان أعلام الحضارة الإسلامية قد اطلعوا على بعض ما خلفه قدماء المصريين والفرس والهنود والصينيون والإغريق في "علم الحيل" أو الهندسة الميكانيكية - بلغة العلم المعاصرة - إلا أن ما ورثوه عن الحضارات السابقة كان محدودًا من الناحيتين النظرية والتطبيقية على حد سواء، فطوروه وأضافوا له القواعد العلمية، وصنفوا فيه كتبًا رائدة، لا يزال الكثير منها مجهولاً أو مفقودًا.

ويمثل علم "الحيل النافعة" الجانب التقني المتقدم في علوم الحضارة الإسلامية، حيث كان المهندسون والتقنيون يقومون بتطبيق معارفهم النظرية للإفادة منها في كل ما يخدم الدين، ويحقق مظاهر المدنية والإعمار.

وقد جعلوا الغاية من هذا العلم هي: "الحصول على الفعل الكبير من الجهد اليسير"، ويقصد به استعمال الحيلة مكان القوة، والعقل مكان العضلات، والآلة بدل البدن.

وهي نزعة حضارية تتسم بها الأمم التي قطعت أشواطا في مجالات العلم والحضارة، كما أنها المحور الذي تدور حوله فلسفة أي اختراع تفرزه عقول العلماء يوميا؛ سعيا وراء تحسين حياة الإنسان، ورفع المشقة عنه قدر الإمكان.

ولعل من الأبعاد الأخلاقية التي قادت العقل الإسلامي في اتجاه الإبداع والتفرد في مجال الحيل النافعة أن الشعوب السابقة على المسلمين كانت تعتمد على العبيد، وتلجأ إلى نظام السُّخرة في إنجاز الأعمال التي تحتاج إلى مجهود جسماني كبير، دون النظر إلى طاقة تحمّل أولئك العبيد..

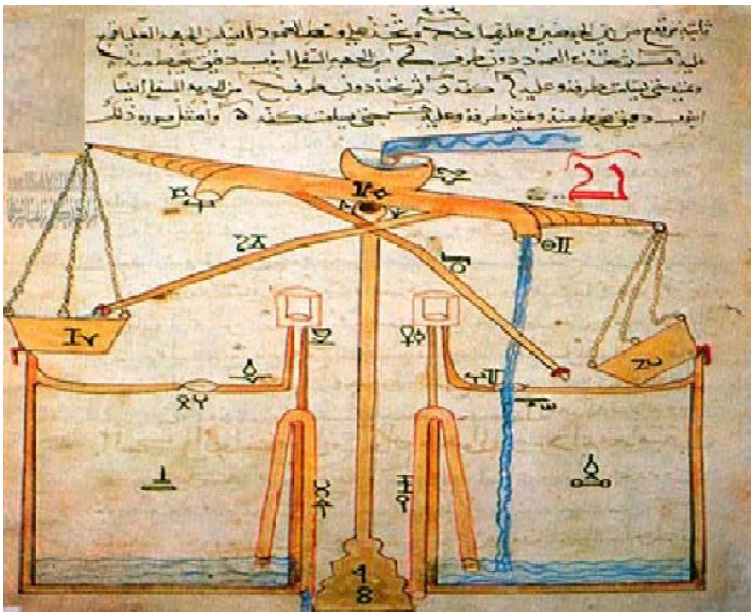
فلما جاء الإسلام نهى عن السخرة وكرّم العبيد، فمنع إرهاقهم بما لا يطيقون من العمل، فضلا عن تحريم إرهاق الحيوانات - كما بينا ذلك في عنوانه - وتحميلها فوق طاقاتها.. إذا عرفنا ذلك وأضفنا إليه ضرورات التعمير والبناء - بكل أشكالها - التي صاحبت اتساع الحضارة الإسلامية.. فسوف ندرك جانبا هاما من دوافع هذا السبق الفريد في مجال التكنولوجيا عند المسلمين، أو قل: "الحيل النافعة"!!

فبعد أن كانت غاية السابقين من علم الحيل لا تتعدى استعماله في التأثير الديني والروحي على اتباع مذاهبهم، مثل استعمال التماثيل المتحركة أو الناطقة بواسطة الكهان، واستعمال الأرغن الموسيقى وغيره من الآلات المصوتة في المعابد، فقد جاء الإسلام وجعل الصلة بين العبد وربه بغير حاجة إلى وسائل وسيطة أو خداع بصري، وأصبح التأثير على الإنسان باستعمال آلات متحركة (ميكانيكية) هو الهدف الجديد لتقنية " الحيل النافعة ولعل من أهم إنجازات الهندسة الميكانيكية (أو علم الحيل النافعة) ما ظهر واضحًا في الإمكانيات التي استخدمها المسلمون في رفع الأحجار ومواد البناء لإتمام الأبنية العالية من مساجد ومآذن وقناطر وسدود، فيكفي أن ترى الارتفاعات الشاهقة لمعالم العمارة الإسلامية في عصور غابت عنها الروافع الآلية المعروفة في زماننا لتعلم براعة المهندسين المسلمين في التوصل لآلات رفع ساعدت - ولا شك - على إنجاز تلك الأعمال الخالدة وإلا فكيف يمكن أن ترفع مأذنة فوق سطح مسجد سبعين مترا.. أي ما يزيد على عشرين طابقا؟! ولا ننسى في هذا السياق "سور مجرى العيون" في القاهرة أيام صلاح الدين الأيوبي، والذي كان ينقل الماء من فم الخليج على النيل إلى القلعة فوق جبل

المقطم، وكانت هناك ساقية تدار بالحيوانات ترفع المياه لعشرة أمتار ليتدفق في القناة فوق السور وتسير بطريقة الأواني المستطرقة حتى تصل إلى القلعة!

ومن هنا تتجلى عظمة المسلمين في هذا الفن، و لا يستطيع أن ينكر دورهم في ذلك إلا جاحد، يقول محمد كرد علي : وللعرب (المسلمين) في باب الهندسة الإبداع الذي أقرهم عليه كل عارف، ولم ينازعهم فيه منازع، ولم يخترع العرب أبنية خاصة بهم، بل تجلي في هندستهم حبهم للزخرف واللطف، واخترعوا القوس المقنطر ورسم البيكارين، وجعل تفننهم في هندسة القباب والسقوف والمعرشات من الأشجار والأزهار لجوامعهم وقصورهم بهجة لا يبلى على الدهر جديدها، ودلت كل الدلالة على حب النقوش والزينة بشكل كبير ، كأن أبنيتهم ومصانعهم ثياب من ثياب الشرق تفنن حائكها في نقشها، كما قال أحد العارفين من الإفرنج.

ومن الآلات والابتكارات الهندسية التي ظهرت في العالم الإسلامي خلال العصر الذهبي للإسلام المضخة العاملة بطاقة الرياح التي ظهرت لأول مرة في القرن التاسع الميلادي و يوضح شكل١-٢ المضخة التي ظهرت في العصور الإسلامية.



شكل١-٢ المضخة التي ظهرت في العصور الإسلامية

علماء الهندسة المسلمون والهندسة:

لم تكن إضافات المسلمين السابقة وليدة يوم وليلة، ولم تنسب هذه الإضافات - مع غيرها الكثير على نحو ما سنراه - إلى فرد واحد أو حتى مجموعة بعينها فقط، بل كان وراء ذلك ثلة من العلماء الأعلام في عصور الخلافة بطولها، حيث كان المسلمون يعيشون أزهى عصور التقدم والحضارة والمدنية، وكانت لهم السيادة سياسيًا واقتصاديًا وعلميًا، وهو الأمر الذي كان له بالغ الأثر في تقدم علم الهندسة وتطوره.

ويمكن التعرف على مراحل تطور علم الهندسة على يد المسلمين من خلال تلك الأعمال القيمة التي خلَّفها أبرز رواد التقنية الإسلامية في *مجالات الهندسة الميكانيكية أو علم الحيل على النحو التالي:*

١ - بنو موسى بن شاكر:

وهم الإخوة الثلاثة (محمد وأحمد والحسن)، أبناء موسى بن شاكر، وقد عاشوا في القرن الثالث الهجري (التاسع الميلادي)، ولمعوا في علوم الرياضيات والفلك والعلوم التطبيقية والتقنية، واشتهروا بكتابهم القيم المعروف باسم "حيل بن موسى".

وعن كتابهم هذا يقول ابن خلّكان: "ولهم في الحيل كتاب عجيب نادر يشتمل على كل غريبة، ولقد وقفت عليه فوجدته من أحسن الكتب وأمتعها، وهو مجلد واحد".

ويحتوي هذا الكتاب على مائة تركيب ميكانيكي مع شروح تفصيلية ورسوم توضيحية لطرائق التركيب والتشغيل.

وكان استخدام بني موسى للصمامات المخروطية ولأعمدة المرافق التي تعمل بصورة آلية، وغير ذلك من مباديء وأفكار التحكم الآلي استخدامًا غير مسبوق، وسبقوا به أول صَفٍّ لآلية عمود المرافق الحديث في أوروبا بخمسمائة عام، ويعد أيضا من أهم الإنجازات في تاريخ العلم والتقنية بشكل عام.

ومن أمثلة تركيبات بني موسى الميكانيكية هذه عمل سراج إذا وضع في الريح العاصف لا ينطفئ، وعمل سراج يخرج الفتيلة لنفسه ويصب الزيت لنفسه، وكل من يراه يظن أن النار لا تأكل من الزيت ولا من الفتيلة شيئًا البتة، وعمل نافورة يفور منها الماء مدة من الزمان كهيئة الترس، ومدة متماثلة كهيئة القناة، وكذلك لا تزال دهرها تتبدل.

وقد استحدثوا كذلك آلات لخدمة الزراعة والفلاحة، مثل المعالف الخاصة لحيوانات ذات أحجام معينة تتمكن أن تصيب مأكلها ومشربها فلا تنازعها غيرها الطعام والشراب، وعمل خزانات للحمامات، وآلات لتعيين كثافة السوائل، وآلات تثبت في الحقول لكيلا تضيع كميات الماء هدرًا، ويمكن بواسطتها السيطرة على عملية ري المزروعات.

وكان لكل هذه الأفكار الإبداعية أثر كبير في دفع مسيرة تقنية "الحيل النافعة" أو الهندسة الميكانيكية قدمًا، حيث تميزت تصاميمها بالخيال الخصب والتوصيف الدقيق والمنهجية التجريبية الرائدة.

وإضافة إلى كتابهم "حيل بني موسى" فقد كان لهم أيضًا كتاب "معرفة مساحة الأشكال البسيطة والكروية"، حيث يرون أن الأقدار الثلاثة: الطول والعرض والسمك تحد عظم كل جسم، وانبساط كل سطح، والعمل في تقدير كمياتها إنما يتبين بالقياس إلى الواحد المسطح والواحد المجسم، والواحد المسطح الذي به يقاس السطح، وكل مضلع يحيط بدائرة، فسطح نصف قطر تلك الدائرة في نصف جميع أضلاع ذلك المضلع هو مساحته.

وقد شكل هذا الكتاب تطويرًا مهمًا لكتابي أرشميدس عن: "حساب مساحة الدائرة" وعن: "الكرة والأسطوانة"، والذي استغل فيه الإخوة الثلاثة منهج الاستنزاف لدى يودوكس، ومفهوم الكميات متناهية الصغر لدى أرشميدس، والذي كان بالغ التأثير في الشرق الإسلامي، وفي الغرب اللاتيني معًا.

وفي هذا الكتاب تتضح صيغ العمل الجماعي مثل: "وذلك ما أردناه" و"نبين" و"نقول: فالسطوح المستديرة المحيطة بهذا الجسم جميعًا أصغر من ضعف سطح الدائرة" و"نريد أن نجد مقدارين".. الخ. وهو عمل أراه سابقة للعرب المسلمين، وفيه يظهر قيمة مبدأ التعاون وسيادة روح الفريق، ذلك الذي اعتُمد عليه حديثا في الاختراعات الهندسية العظيمة، والتي لا مكان فيها للأعمال الفردية.

كما تتجلى في هذا الكتاب أيضا الأمانة العلمية للجماعة ذاتها؛ إذ كانت تشير إلى ما ليس لها فيه، فكانوا يقولون: "فكل ما وصفنا في كتابنا فإنه من عملنا، إلا معرفة المحيط من القطر، فإنه من عمل أرشميدس، وإلا معرفة وضع مقدارين بين مقدارين لتتوالى على نسبة واحدة، فإنه من عمل مانا لاوس.

٢ ـ ثابت بن قرة:

ولد ثابت بن قرة سنة ٢٢١ هـ / ٨٣٤ م في حَرَّان من أرض الجزيرة شمال العراق، بتركيا الآن، وكان في بداية حياته صيرفيا في حران، وكان من الصابئة قبل أن يسلم؛ فوقعت بينه وبين أهل مذهبه أشياء وأنكروها عليه فحرّم عليه رئيسهم دخول الهيكل؛ فخرج ثابت من حران إلى "كفر توثا" وهناك لقي "محمد بن موسى شاكر" الذي كان قيّمًا على بيت الحكمة ببغداد؛ فأعجب بذكاء ثابت ونبوغه وفصاحته؛

فاصطحبه معه إلى بغداد ووصله بالخليفة المعتضد الذي أكرمه وأغدق عليه العطايا والهبات، وصارت له خطوة ومكانه عنده.

برع ثابت في علم الهندسة حتى قيل عنه: إنه أعظم هندسي عربي على الإطلاق، وقال عنه "يورانت ول": إنه أعظم علماء الهندسة المسلمين؛ فقد أسهم بنصيب وافر في تقدم الهندسة، وهو الذي مهد لإيجاد علم التكامل والتفاضل، كما استطاع أن يحل المعادلات الجبرية بالطرق الهندسية، وتمكن من تطوير وتجديد نظرية فيثاغورث، وكانت له بحوث عظيمة وابتكارات رائدة في مجال الهندسة التحليلية؛ فقد ألف كتابا في الجبر، شرح فيه العلاقة بين الجبر والهندسة، وكيفية التوفيق بينهما، واستطاع أن يعطي حلولا هندسية لبعض المعادلات التكعيبية، وهو ما أفاد علماء الغرب فيما بعد في تطبيقاتهم وأبحاثهم الرياضية في القرن السادس عشر.

ومن مؤلفات ثابت الرياضية والهندسية:

- كتاب في الشكل الملقب بالقطاع.
- كتاب في مساحة الأشكال المسطحة والمجسمة.
- كتاب في قطوع الأسطوانة وبسيطها.
- مساحة المجسمات المكافية.
- قول في تصحيح مسائل الجبر بالبراهين الهندسية.

٣ ـ أحمد بن خلف المرادي:

ظهر اسمه حديثا عندما اكتُشِف في مكتبة لورنيين بفرنسا (عام ١٩٧٥م) مخطوطٌ في الحيل النافعة يحمل اسمه بعنوان "الأسرار في نتائج الأفكار" يعود إلى العصر العربي الإسباني، ويحوي أجزاء مهمة حول الطواحين والمكابس المائية، ويشرح أكثر من ثلاثين نوعا من الآلات الميكانيكية، وساعة شمسية متطورة.

وعن هذا الكتاب يقول جوان فيرنيه أستاذ تاريخ العلوم العربية بجامعة برشلونة: "لقد تأكدت نسبة كتاب "الأسرار في نتائج الأفكار" للمؤلف العربى الإسباني أحمد (أو محمد) بن خلف المرادي، الذي عاش في القرن الخامس الهجري (الحادي عشر الميلادي)، ويهدف إلى تعليم صنع لعب ميكانيكية كان الكثير منها قابلا للاستعمال كساعة مائية".

ويلح "فيرنيه" على وجود قرابة بين هذا الكتاب وكتاب آخر ترجمته "شميللر" إلى الألمانية عام ١٩٢٢م، كما أنه يؤكد على أن المهندس المعمارى الفرنسي "فيلاردوهنكور" الذى عاش في النصف الثانى من القرن الثانى عشر الميلادى، كان على علم بتقنيات العالم العربي التي تقوم بحركات دائمة.

ومن أمثلة التقنيات المتقدمة التى صورها كتاب المرادي: "حامل المصحف" الموجود في جامع قرطبة، ويتيح تناول نسخة نادرة من القرآن الكريم، وقراءتها دون أن تمسها الأيدي، ينفتح الحامل بطريقة آلية حيث توضع المجموعة المكونة من الحامل والمصحف على رَفٍّ متحرك في صندوق مغلق بالقسم العلوي من المسجد، وعندما يدار مفتاح الصندوق ينفتح باباه فورا وآليا نحو الداخل، ويصعد الرف من تلقاء ذاته حاملا نسخة القرآن إلى مكان محدد، وفي الوقت نفسه ينفتح حامل المصحف وينغلق بابا الصندوق، وإذا أدخل المفتاح من جديد في قفل الصندوق وأدير بالاتجاه المعاكس تتوالى الحركات السابقة بالترتيب المعاكس، وذلك بفضل سيور وآليات أخفيت عن الأنظار.

وفي موضع آخر يقدم المرادي شرحا وافيا لتقنية أخرى متقدمة في قصر جبل طارق، يتم فيها تحريك جدران مقصورة الخليفة آليا عن طريق تجهيز قاعة محركات إلى جانبها، وهذا يؤكد أن الأمر لم يكن مقتصرا - كما يزعم البعض - على صنع ألعاب فقط من أجل التسلية.

٤ - عبد الرحمن بن أحمد بن يونس:

وهو عبد الرحمن بن أحمد بن يونس، توفي في سنة ١٠٠٩م، وهو الذي اخترع الرقاص (البندول) وعرف أشياء كثيرة من قوانين تذبذبه، وبعد ستمائة وخمسين عامًا من دراسات ابن يونس، جاء غاليليو الإيطالي (ت ١٦٢٤م) ليتوسع في درس الرقاص.

٥ - بديع الزمان الجزري:

تضمنت ابتكارات المسلمين الأوائل في مجال تقنية الحيل النافعة تصميمات متنوعة لساعات وروافع آلية، يتم فيها نقل الحركة الخطية إلى حركة دائرية بواسطة نظام يعتمد على التروس المسننة، وهو الأساس الذي تقوم عليه جميع المحركات العصرية، ومن المؤلفات الذاتية الرائدة في هذا المجال كتاب "الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل" لبديع الزمان أبي العز بن إسماعيل الرازاز الجزري، الذي عاش في القرنين السادس والسابع الهجريين الثاني عشر والثالث عشر الميلادي.

وقد ترجم دونالدهيل هذا الكتاب إلى الإنجليزية عام ١٩٧٤، ووصفه مؤرخ العلم المعاصر جورج سارتون بأنه أكثر الكتب من نوعه وضوحًا، ويمكن اعتباره الذروة في هذا النوع من الإنجازات التقنية للمسلمين، ويضم كتاب الجزري عدة أقسام، أطولها قسم الساعات المائية، وفيه قسم آخر يعالج موضوع آلات رفع الماء.

أما ساعات الجزري فكانت تستعمل دمى ذاتية الحركة لتشير إلى مرور الوقت، مثل: طيور تقذف من أبواب تفتح ليخرج منها أشخاص، أو دوائر بروج تدور، أو موسيقيين يقرعون الطبول وينفخون الأبواق، وفي معظم هذه الساعات كان المحرك الأول ينقل الطاقة إلى الدمى بواسطة أنظمة بكرات بالغة الدقة.

وأما قسم آلات رفع الماء، ففيه وصف لتصميم مضخة يعتبرها المؤرخون الجدد الأقرب للآلة البخارية، وتتكون هذه المضخة من (ماسورتين) متقابلتين، في كل منهما ذراع يحمل مكبسًا اسطوانيًا، فإذا كانت إحدى الماسورتين في حالة ضغط أو كبس فإن الثانية تكون في حالة سحب أو (شفط).

ولتأمين هذه الحركة المتقابلة المتضادة يوجد قرص دائري مسنن قد ثبت فيه كل من الذراعين بعيدًا عن المركز، ويدار هذا القرص بواسطة تروس متصلة بعامود الحركة المركزي، وهناك ثلاثة صمامات على كل مضخة تسمح بحركة المياه في اتجاه واحد من أسفل إلى أعلى، ولا تسمح بعودتها في الاتجاه العكسي.

وفي مُؤَلَّف آخر للجزري بعنوان (كتاب في معرفة الحيل الهندسية) يوجد قسم خاص لآلات رفع المياه يتضمن وصفًا دقيقًا لمضخة تتألف من زنجير متصل طويل عليه مجموعة من الدلاء، وكانت هذه المضخة التي وصفها الجزري نموذجًا مصغرًا للتسلية، فقد كانت جوانب الحوض من الرخام، وكانت أرضيته من النحاس، وكان محيط الدولاب الرأسي يدير مسننًا آخر أفقيًا متعامدًا عليه، ثم تنتقل الحركة التي يسببها الماء الساقط على الدولاب عبر محور رأسي طويل إلى مسنن أفقي علوي، يدير بدوره مسننًا رأسيًا آخر في الأعلى، محمولاً على محور علوي أفقي يدير الزنجير، ويدور هذا الزنجير المتصل ذو الدلاء بواسطة دولاب رأسي مثبت أيضًا على المحور الأفقي.

ولما كان هذا النموذج للتسلية فإن الجزري وضع صينية وذراعاً، وتمثالاً خشبيًا لبقرة تدور مع دوران العمود، ويهدف النموذج إلى تقليد السواقي التي كانت في المعتاد تدور بواسطة الأبقار، ولا نجد - فيما نعلم - وصفًا لنموذج مماثل في المراجع الغربية قبل المنشأة المائية ذات الزنجير والدلاء والمسننات التي وصفها أجريكولا عام ١٥٥٦م، وكان يديرها رجل بواسطة ذراع المرفق.

ويُعد الجزرى أول من اخترع الإنسان الآلي المتحرك، وكان ذلك بغرض الخدمة في المنزل، فقد طلب منه الخليفة أن يصنع له آلة تغنيه عن الخدم كلما رغب في الوضوء للصلاة، فصنع له الجزري آلة على هيئة غلام منتصب القامة، وفي يده إبريق ماء، وفي اليد الأخرى منشفة، وعلى عمامته يقف طائر، فإذا حان وقت الصلاة يصفر الطائر، ثم يتقدم الخادم نحو سيده ويصب الماء من الإبريق بمقدار معين، فإذا انتهى من وضوئه يقدم له المنشفة تم يعود إلى مكانه والعصفور ما زال يغرد.

٦ - تقي الدين الدمشقي:

إلى جانب كل ما سبق كان هناك فخر التقنية الإسلامية تقي الدين بن معروف الراصد الدمشقي، والذي عاش في القرن العاشر الهجري (السادس عشر الميلادي)، وصاحب كتاب "الطرق السنية في الآلات الروحانية"، وفيه وصف العديد من الأجهزة الميكانيكية مثل: الساعات المائية والآلية والرملية، والروافع بالبكرات والتروس (المسننات)، والنافورات المائية، وآلات الدوران باستعمال العنفات (المراوح) البخارية التى نعرفها اليوم.

ويحظى كتاب تقي الدين الدمشقي بأهمية خاصة؛ لأنه يكمل أهم مرحلة في تقنية الهندسة الميكانيكية في العصر الإسلامي، ويقدم وصفا لآلات كثيرة لم يرد ذكر لها في كتب السابقين، وقبل أن يرد وصف ما يماثلها في المراجع الغربية المعروفة في فترة عصر النهضة.

ويتميز كتاب تقي الدين بأنه اقترب كثيرا في عرضه وتوصيفه للآلات من مفهوم الرسم الهندسي الحديث ذي المساقط، لكنه يوضح كل شيء يتعلق بالآلة في رسم واحد يجمع بين مفهوم المساقط ومفهوم الرسم المنظور (المجسم)، ومن هنا فإنه يحتاج إلى دراسة عميقة من أهل الاختصاص لقراءة النصوص وفهم الرسوم حتى يكون التخيل صحيحا.

ومن أهم الآلات المائية التى وصفها تقي الدين في كتابه "المضخة ذات الأسطوانات الست"، وفيها استخدم لأول مرة " كتلة الأسطوانات " لست أسطوانات على خط واحد، كما استخدم "عمود الكامات" بستة نتوءات موزعة بانتظام على محيط الدائرة، بحيث تعمل الأسطوانات على التوالي، ويستمر تدفق الماء بصورة منتظمة، وأوصى تقي الدين بألا يقل عدد الأسطوانات عن ثلاث ليتناسب صعود الماء من غير دفق، وهذا المفهوم المتقدم للتتابع وتجنب الدفق أو التقطع، بالإضافة إلى مفهوم التوازن الديناميكي الحديث، هو الأساس الذى قامت عليه تقنية المحركات والضواغط الحديثة متعددة الأسطوانات.

وفي تصميم تقي الدين لمضخته المكبسية ذات الأسطوانات الست نجده يضع ثقلا من الرصاص على رأس قضيب كل مكبس يزيد وزنه عن وزن عمود الماء الموجود داخل الأنبوب الصاعد إلى أعلى، وهو بهذا يسبق (مورلاند٥) الذي قام في عام ١٦٧٥م بتصميم مضخة وضع فيها أقراصا من الرصاص فوق المكبس حتى يعود المكبس إلى الهبوط ويدفع الماء بتأثير الرصاص إلى العلو المطلوب.

وهكذا يبطل زعم مؤرخي التقنية الغربيين أن التقنية الإسلامية في مجالات الهندسة الميكانيكية كان لها فقط طابع التسلية واللعب وشغل أوقات الفراغ، وكانوا يشيرون بذلك إلى الآلات العجيبة التى وصفها التقنيون المسلمون، ويشهد على بطلان زعم هؤلاء المؤرخين غير المنصفين تلك الدواليب المائية التى كانت تُستخدم لتدوير المطاحن ومعاصر القصب وعصر الحبوب والبذور، وفي رفع المياه لأغراض الري، وقد استخدمت طاقة الماء والهواء على نطاق واسع، وكانت العلاقة وثيقة بين العلوم النظرية وتطبيقاتها التقنية في مجالات الحياة العملية التى شملت تصميم المدن ومنشآت الري والسدود والأبنية والآلات وغيرها.

وكان المهندسون والتقنيون في عصر الحضارة الإسلامية يتبعون المنهج العلمى في كل أعمالهم، ويبدأون - في الحالات الصعبة - برسم مخططات، ثم يصنعون نموذجا مصغرا لما ينوون تنفيذه، وقد أعاد الفنيون المحدثون بناء العديد من التركيبات والآلات تبعا للشروح التى قدمها التقنيون الإسلاميون في مؤلفاتهم.

قصة الخليفة العباسي هارون الرشيد (هدية عجيبة إلى شارلمان ملك الفرنجة):

ومما تجدر الإشارة إليه هنا تلك القصة التي وقعت أحداثها في سنة ٨٠٧ م، حينما أرسل الخليفة العباسي هارون الرشيد هدية عجيبة إلى شارلمان ملك الفرنجة، وكانت عبارة عن ساعة ضخمة بارتفاع حائط الغرفة تتحرك بواسطة قوة مائية، وعند تمام كل ساعة يسقط منها عدد معين من الكرات المعدنيه بعضها في أثر بعض بعدد الساعات فوق قاعدة نحاسية ضخمة، فيسمع لها رنين موسيقى يسمع دويه في أنحاء القصر، وفي نفس الوقت يفتح باب من الأبواب الاثني عشر المؤدية إلى داخل الساعة ويخرج منها فارس يدور حول الساعة ثم يعود من حيث خرج، فإذا حانت الساعة الثانية عشرة يخرج من الأبواب اثنا عشر فارسا دفعة واحدة، يدورون دورة كاملة ثم يعودون فيدخلون من الأبواب فتغلق خلفهم..

كان هذا هو الوصف الذي جاء في المراجع الأجنبية والعربية عن تلك الساعة التي كانت تعد وقتئذ أعجوبة الفن، وأثارت دهشة الملك وحاشيته، ولكن رهبان القصر اعتقدوا أن في داخل الساعة شيطانا يحركها، فتربصوا به ليلا، وأحضروا البلط وانهالوا عليها تحطيما، إلا أنهم لم يجدوا بداخلها شيئا، وتواصل المراجع سرد الرواية فتقول: إن العرب قد وصلوا في تطوير هذا النوع من الآلات لقياس الزمن، بحيث إنه في عهد الخليفة المأمون أهدى إلى ملك فرنسا ساعة أكثر تطورا تدار بالقوة الميكانيكية بواسطة أثقال حديدية معلقة في سلاسل وذلك بدلا من القوة المائية.

ومن هذه القصة نرى مدى تطور المسلمين في علوم الميكانيكا أو ما كانوا يسمونه علم الحيل الهندسية في حين كانت أوربا في عصر الظلمات.

أثر إسهامات المسلمين الهندسية في الحضارة الغربية:

اقتضت سنة الله في خلقه أن تقوم أمم وحضارات ثم تنتهي لتقوم غيرها وهكذا دواليك، ولن تجد أمة من الأمم تقوم إلى ما لا نهاية {وَتِلْكَ الْأَيَّامُ نُدَاوِلُهَا بَيْنَ النَّاسِ} [آل عمران: ١٤٠] {سُنَّةَ اللَّهِ الَّتِي قَدْ خَلَتْ مِنْ قَبْلُ وَلَنْ تَجِدَ لِسُنَّةِ اللَّهِ تَبْدِيلًا} [الفتح: ٢٣].

ومن اللافت للنظر في تعاقب الحضارات أن اللاحق يبني على السابق ويقوم عليه، وليس هناك من حضارة تبدأ من الصفر، ومن هنا فقد كان للمسلمين أكبر الآثار والإسهامات في بناء الحضارة الأوروبية الحديثة التي جاءت لاحقة لها وبنيت عليها بناءً كليًا، كما كان لحضارة اليونان التي استمدت بدورها علومها من المصريين القدماء والبابليين وغيرهم - أكبر الأثر في حضارة المسلمين.

وفيما يتصل بعلم الهندسة فقد "عقد ليون فصلاً في تأثير العرب في الصناعات - ولاسيما في الهندسة - في الغرب فقال: ربما ادعى بعضهم أن الهندسة الجوثية (القديمة) مأخوذة عن العرب، وهذا وهم؛ فإننا إذا قابلنا بين كاتدرائية جوثية من القرن الثالث عشر والرابع عشر وبين مسجد من القرنين نجد اختلافًا بينا بينهما.

ولما كانت الفنون تعبر عن حاجات عصر وعواطف أهله، اختلفت هندسة الغرب عن الهندسة العربية في الشرق، وقد أخذت أوربا من المسلمين تفاصيل في الزينة، ووجدت على بعض البِيَع في فرنسا صور حروف عربية منحوتة في الحجر، وأكاليل على بعض الحصون تشبه الطراز الإسلامي، وكثير من كنائس فرنسا تأثرت بالهندسة الإسلامية، ولا سيما في المدن التي كان لها علاقات كثيرة مع الشرق.

وقد جَلَبَ الصليبيون من الشرق أصول هندسة بيت المؤذن في المنارات والمشربيات، والمعرقات والمراصد في الأبراج والزغاليل، والأبراج الناتئة والأفازير ذات الدرابزين، واستخدمت فرنسا كثيرًا من المهندسين الأجانب وكان فيهم المسلمون، حتى إن كنيسة (نوتردام دي باري) المشهورة في عاصمة فرنسا عمل فيها مهندسون من المسلمين، أما تأثير المسلمين في هندسة إسبانيا فظاهر ظهور الشمس والقمر إلى أن قال: قد ينقرض شعب وتحرق كتبه وتهدم مصانعه، ولكن التأثير الذي أثَّره يقاوم أكثر مما يقاوم الفلز، وليس طاقة القوة البشرية أن تأتي عليه، والقرون قد تفعل في القضاء عليه أكثر من ذلك.

ومن أبرز آثار المسلمين في الحضارة الغربية ذلك القصر الشامخ الذي يطل على غرناطة في موقع طبيعي بديع، ذلك هو (قصر الحمراء) الذي بناه محمد بن يوسف بن الأحمر (٦٧١هـ / ١٢٧٢م)، ثم وسَّعه وزيَّنه خلفاؤه من بعده، حتى نقش على جداره:فُقتُ الجِسَان بحُلَّتي ....وهذا القصر يزوره سنويًا ما بين (٥٠ - ٦٠) مليون نسمة، من جميع أنحاء العالم، من اليابان إلى أميركا اللاتينية، قُسِّم هذا العدد السنوي على عدد أيام السنة فكان متوسط عدد الزوار يوميًا أكثر من مئة وخمسين ألف زائر، يدفع كل واحد منهم حين دخوله باب القصر ثمانية يورو - قرابة ١٢ دولار - فالدخل اليومي أكثر من مليون ومئتي ألف يورو عند باب قصر الحمراء، ناهيك عن نفقات الزوار في الفنادق والمطاعم والهدايا.

حتى لقد قيل: يوجد مطبعة عند باب القصر لليورو تعمل يوميًا لساعات طويلة، وملاحظة أن مجموع دخل الدول العربية كلها بما فيها النفطية لا يساوي دخل إسبانيا من السياحة!!.

تعليق المنصفين من الغرب على منجزات المسلمين في الهندسة

بعد سرد بعض من صور الحضارة الإسلامية العريقة، والانتشار الواسع لعلم الهندسة وتأثيره في الحضارة الغربية تأثيرًا واضحًا وملموسًا، نجد من الغربيين من يؤثرون الحق وينسبون الفضل لأهله جرَّاء ما لمسوه مما لا ينكره إلا جاحد أو حاقد، ويعترفون بفضل المسلمين وسبقهم في علم الهندسة، والأمثلة على ذلك ما يلي:

قال (درابر): "ومن عادة العرب أن يراقبوا ويمتحنوا، وقد حسبوا الهندسة والعلوم الرياضية وسائط للقياس، ومما تجدر ملاحظته أنهم لم يستندوا فيما كتبوه في الميكانيكيات والسائلات والبصريات على مجرد النظر، بل اعتمدوا على المراقبة والامتحان، بما كان لديهم من الآلات، وذلك ما هيأ لهم سبيل ابتداع الكيمياء، وقادهم لاختراع أدوات التصفية والتبخير ورفع الأثقال.. ففتح لهم بذلك باب تحسين عظيم في قضايا الهندسة وحساب المثلثات".

وقال (سنيوبوس) في "تاريخ الحضارة:

جرى أمراء العرب على أصول إسقاء الأرضين بفتح الترع، فحفروا الآبار، وجازوا بالمال الكثير من عثروا على ينابيع جديدة، ووضعوا المصطلحات لتوزيع المياه بين الجيران، ونقلوا إلى أسبانيا أسلوب النواعير (السواقي الخشبية) لتمنح المياه والسواقي التي توزعها، وإن سهل بَالَنسيه الذي جاء كان حديقة واحدة، وهو من بقايا عمل العرب وعنايتهم بالسقيا".

وذكر (ويليام ويلكوكس) من أعاظم مهندسي الري في هذا العصر أن عمل الخلفاء في ري العراق في الأيام الماضية يشبه الري في مصر والولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا في هذا العصر.

ووصف المقدسي ميناء عكا التي بناها جده أبو بكر البناء المهندس لابن طولون، والطرق التي استعملها في هندستها حتى تدخل إليها المراكب آمنة، فغدت هذه الميناء من العجائب.

وقال (ريسون): "إن استبحار عمران العرب مع سرعة انتشار سلطتهم في المعمور عرَّفنا إلى مكانة المدنية العربية، فكانت هذه الحضارة الباهرة في القرون الوسطى مزيجًا من المدنية البيزنطية والفارسية، وقد تم هذا المزيج المدني بأمرين: أحب العرب التجارة ، وأصبحوا لذكائهم الوقاد، ولما غرس فيهم من حب الاطلاع على كل شئ يخوضون غمار العلوم الطبيعية والرياضية، ولهم المنة على جميع الأمم بأرقامهم العربية، وباستنباطهم فن الجبر والمقابلة وتهذيبهم الهندسة.. وتوصل العرب إلى إثبات تناسب جيوب الأضلاع لجيوب الزوايا المقابلة لها في أي مثلث كروي، ووضعوا هذه القاعدة أساسًا للطريقة التي سموها الشكل المغني في حل المثلثات الكروية.

وذكر (سنيوبوس) أيضا فضل العرب المسلمين وحضارتهم فقال:

ولقد جمعت العرب وقرّبت جميع الاختراعات والمعارف المأثورة عن العالم القديم في الشرق (كيونان وفارس والهند والصين)، وهم الذين نقلوها إلينا، ودخل كثير من الألفاظ في لغتنا وهي شاهدة بما نقلناه عنهم، وبواسطة العرب دخل العالم الغربي الذي كان بربريًا في غمار المدنية.

فإذا كان لأفكارنا وصناعتنا ارتباط بالقديم، فإن جماع الاختراعات التي تجعل الحياة سهلة لطيفة قد جاءتنا من العرب، وأخذ الأوروبيون من العرب صنع الجوخ في جملة ما أخذوا من الصنائع، وكان أهل بيزا الإيطاليون ينزلون مدينة (بجاية) في الجزائر فتعلموا منها صنع الشمع، ومنها نقلوه إلى ديارهم وإلى أوروبا ".

وذكر (سيديليو) أن بعض الإفرنج زعموا أن العرب لم يعملوا في تقدم الصناعات شيئًا مع أنهم برعوا في جميع الفنون الصناعية، واشتهروا عند الأمم بأنهم دباغون سباكون جلاءون للأسلحة نساجون أصناف الثياب، ماهرون في أشغال المنقاش والمقراض، ويؤيد علو كعبهم في هذه الفنون سيوفهم الباترة ودروعهم الخفيفة الصلبة، وبسطهم ذات الوبر، ومنسوجاتهم من الصوف والحرير والكتان، وما كشمير هذه الأيام إلا نموذجات دالة على تلك الصناعة.

ويقول (رينو): إن العرب لما أغاروا من الأندلس على جنوبي فرنسا، وافتتحوا بقيادة السمح الخولاني وعنبسة الكلبي والحر الثقفي مدائن أربونة وقرقشونة وأفنيون وليون، كانوا مجهزين بأسلحة لم يكن للإفرنج مثلها.

وهذا وغيره الكثير والكثير من آراء وتعليقات المنصفين من الغربيين في تأثير الحضارة الإسلامية وبخاصة علم الهندسة في قيام النهضة والحضارة الغربية، وأختم هذا البحث بالمحاضرة التي ألقاها الأمير تشارلز وليّ عهد بريطانيا في مركز أوكسفورد للدراسات الإسلامية في السابع والعشرين من تشرين الأول/ أكتوبر عام ١٩٩٣م تحت عنوان: "الإسلام والغرب" جاء فيها حرفيًا:

إذا كان هناك قدر كبير من سوء الفهم في الغرب لطبيعة الإسلام، فإن هناك أيضًا قدرًا مساويًا من الجهل بالفضل الذي تدين به ثقافتنا وحضارتنا للعالم الإسلامي.. فإسبانيا في عهد المسلمين لم تقم فقط بجمع وحفظ المحتوى الفكري للحضارة اليونانية والرومانية، بل فسرت تلك الحضارة وتوسعت بها، وقدمت إسهامات مهمة من جانبها في كثير من مجالات البحث الإنساني في العلوم، والفلك، والرياضيات، والجبر - الكلمة نفسها عربية - والقانون، التاريخ، والطب، وعلم العقاقير، والبصريات، والزراعة والهندسة المعمارية، لقد كانت قرطبة في القرن العاشر أكثر المدن تحضرًا في أوروبا.

كما أن كثيرًا من المزايا التي تفخر بها أوروبا العصرية جاءت أصلاً من إسبانيا في أثناء الحكم الإسلامي، فالدبلوماسية وحرية التجارة، والحدود المفتوحة، وأساليب البحث الأكاديمي، وعلم الإنسان، وآداب السلوك، وتطوير الأزياء، والطب البديل، والمستشفيات جاءت كلها من تلك المدينة العظيمة.

وفوق ذلك، فإن الإسلام يمكن أن يعلمنًا طريقة للتفاهم والعيش في العالم، الأمر الذي فقدته الديانة المسيحية - على حد قول الأمير تشارلز - مما أدى إلى ضعفها، ويكمن في جوهر الإسلام حفاظه على نظرة متكاملة للكون، فالإسلام يرفض الفصل بين الإنسان والطبيعة، والدين والعلم، والعقل والمادة، إن هذا الشعور المهم بالوحدانية والوصاية على الطابع القدسي والروحي للعالم من حولنا شئ مهم يمكن أن نتعلمه من جديد من الإسلام.

تقول زيغريد هونكه في كتابها (شمس العرب تسطع على الغرب):إن الوقت قد حان للتحدث عن شعب قد أثر بقوة في مجرى الأحداث العالمية ويدين له الغرب، كما تدين له الإنسانية كافة بالشيء الكثير".

الهندسة فى العصر الحديث:

قسمت العلوم الهندسية حتى نهاية القرن التاسع عشر على قسمين هما الهندسة المدنيةٌ Engineering Civil وقسم الهندسة العسكريةٌ Engineering Military ، لتتطور لاحقا الى اربعة تخصصات هندسيةٌ اساسيةٌ هي الهندسة المدنيةٌ و الهندسة الميكانيكية و الهندسة الكهربائية و الهندسة الكميائية، و ضُم كل من هذه التخصصات تخصصات فرعيةٌ اخرى عديدة ، و حيث أن الهندسة مجال واسع ينقسم إلى عدة مجالات رئيسية وأساسية وتندرج منها مجالات مشتقة ومتداخلة بين عدد من المجالات الرئيسية كمجال هندسة الميكاترونكس و هندسة الذكاء الاصطناعي و الهندسة البيئية ، و على الرغم من أن المهندس عادةً ما يتم تدريبه في تخصص معين إلا أنه قد يصبح متعدد التخصصات من خلال الخبرة وترابط التخصصات الهندسية، تشترك جميع المجالات الهندسية في تطبيقها المبادئ الهندسية العامة وتركيزها على دراسة الرياضيات التطبيقية والعلوم التطبيقية ، *و في هذا المضمار لابد لنا من التعرف على التعريفات الاتية :*

١. **الهندسة :** هو علم يستخدم المبادئ العلمية وتطبيقها لتصميم وتنفيذ المنشآت والهياكل والآلات والاختراعات والأدوات والأنظمة والعمليات والعناصر الأخرى المطلوبة للوصول إلى هدف معين، وهو أيضًا الطريقة الأمثل لتسخير الموارد الطبيعية لخدمة الإنسان. بمعنى آخر هي فن تطبيق المبادئ العلمية والتجارب الحياتية في حياتنا لتحسين الأشياء التي نستعملها أو المنشآت التي نعيش فيها. تتضمن الهندسة العديد من المجالات الهندسية ، ولكل منها تركيز في الرياضيات التطبيقية والعلوم التطبيقية.

يقال إن أصل كلمة هندسة هي الكلمة الفارسية "الإندازة" وتعني القدرة على حل المشكلات، ويعرّف القاموس المحيط هذه الكلمة على النحو التالي :

- العلم الرياضي الذي يبحث في الخطوط والأبعاد والسطوح والزوايا والكميات والمقادير المادية من حيث خواصها وقياسها أو تقويمها وعلاقة بعضها ببعض وهي هنا مرادفة للكلمة الإنجليزية Geometry - (الهندسة الرياضية) و مفهوم الهندسة قائم منذ العصور القديمة حيث ابتكر البشر الاختراعات الأساسية مثل البكرة والرافعة والعجلة. وكلمة مهندس في اللغة الانجليزية Engineer لها جذور الكلمة نفسها بالإنجليزية Ingenious وبالاتينية ingenium أي "مبتكر" أو "عبقري" لذا، فالمهندسون مكلفون بإيجاد حلول مبتكرة لمشكلات البشرية، وللدلالة عن الابتكار او العبقرية يتم استعارة مصطلح الهندسة في بعض المواضيع الاجتماعية.

- و الهندسة أيضا هي المبادئ والأصول العلمية المتعلقة بخواص المادة ومصادر القوى الطبيعية وطرق استخدامها لتحقيق أغراض مادية (وتعني هنا العلوم الهندسية أو ما يعرف بالهندسة النظرية)،

و قد يتم تعريف الهندسة بأنها فن الإفادة من المبادئ والأصول العلمية في بناء الأشياء وتنظيمها وتقويمها (وهو ما يعرف بالهندسة التطبيقية أو العملية، التي هي مرادفة لكلمة Engineering بالإنجليزية)، ويتضمن ذلك مجالات مثل الهندسة المعمارية والميكانيكية والكيميائية والكهربائية وما إلى ذلك.

و الهندسة ايضاً هى نظام لإكتساب وتطبيق المعلومات العلمية والتقنية لتصميم وتحليل وإنشاء الأعمال من أجل الأغراض العملية.

كما عرفتها جمعية المهندسين الأمريكيين بأنها" التطبيق الخلاق للأسس العلمية فى:

- تصميم او تطوير أبنية او ماكينات او أجهزة او عمليات صناعية
- انشاء وتشغيل المفردات السابقة مع الدراية الكاملة بتصميمها
- التنبؤ بالأداء تحت ظروف تشغيل معينة (كل ذلك بهدف التشغيل الإقتصادى والآمن) .

٢- المهندس Engineer :

هو الشخص المشتغل بدراسة وتصميم وانشاء الماكينات (engines) وهى مشتقة من الكلمة اللاتينية (ingenium) وتعنى الإنسان ذو القدرات العقلية الخاصة القادر على ابتكار وتطبيق الإختراعات العملية والمفيدة .

٣- التكنولوجيا :

التكنولوجيا أو التقنية Technology (و هي مصطلح متداخل و متشابك مع التقنية technique) لها أكثر من تعريف واحد. *أحد تعاريفها هو:*

التطوير وتطبيق الأدوات وإدخال الآلات والمواد والعمليات التلقائية والتي تساعد على حل المشاكل البشرية الناتجة عن الخطأ البشري. أي إنها استعمال الأدوات و القدرات المتاحة لزيادة إنتاجيـــة الإنسان و تحسين أدائه و تشتق كلمة تكنولوجيا من اللغة اللاتينية، حيث تتكون من مقطعين تكنو techno و تعنى الفن أو الحرفة و لوجيا logia و تعني الدراسة أو العلم و من هنا فمصطلح **تكنولوجيا** يعنى التطبيقات العلمية للعلم و المعرفة في جميع المجالات.

و من متطلبات التقدم التكنولوجى تخصيص جزء كبير من موارد البحث العلمى دون توقع حصول على عائد سريع منه و وجود قدر كاف من الإستثمارات اللازمة لتنفيذ التكنولوجيا الجديدة و وجود خبراء في مجال التكنولوجي، **و جرت العادة على تقسيم التكنولوجيا** إلى ثلاثة أنواع رئيسية و هى :

- تكنولوجيا موفرة لرأس المال، و هي من الأفضل أستخدامها في الدول النامية.
- تكنولوجيا موفرة للعمل، و هي من الأفضل أستخدامها في الدول المتقدمة .
- تكنولوجيا محايدة، و هى التى تزيد رأس المال و العمل بنسبة واحدة.

الرواد Pioneers :

- أول مهندس *ميكانيكى ينشئ محرك بخارى* هو توماس سافرى.
- أول مهندس *فضاء هو سير جورج كايلى.*
- أول دكتوراه فى الهندسة *ويلارد جيبس* ١٨٦٣ جامعة يل الولايات المتحدة (وتعتبر ثان دكتوراه فى جميع العلوم).
- أول من أنشأ *محرك بحث الان امتاج* ١٩٩٠.

من أوائل الأعمال الهندسية:

- سفينة رسول الله نوح عليه السلام.
- دروع نبي الله داود عليه السلام.
- إعادة بناء الكعبة و رفع قواعدها بواسطة رسول الله إبراهيم عليه السلام.
- اهرامات الجيزة.
- مسرح أكروبولس فى اليونان.
- حدائق بابل المعلقة.
- فنار الأسكندرية.
- سور الصين العظيم.
- المحرك البخارى.

مقدمة :

الإنسانيات هي التخصصات العلمية التي تَدرُس حالات الإنسان باستخدام وسائل تحليلية، نقدية أو فكرية بالدرجة الأولى. وهي متميزة عن أكثر المناهج العملية في علوم الطبيعة. العلوم الإنسانية تتضمن اللغات القديمة والجديدة؛ الأدب، التاريخ، الفلسفة، الديانة والفنون البصرية والتعبيرية كالموسيقى والمسرح. العلوم الإنسانية تُعتبر أيضاً كعلوم اجتماعية شاملة للتاريخ، الأنثروبولجي أو علم الإنسان، علم المناطق، علوم الاتصال، علوم الثقافات، القانون واللغويات العلماء الذين يدرسون العلوم الإنسانية في بعض الأحيان يُطلق عليهم "الإنسانيون" غير أن المصطلح أيضاً يشير للوضع الفلسفي للإنسانية، التي يرفضها بعض علماء العلوم الإنسانية وهم ضد فكرة الأنسنة. بعض المدارس الثانوية تقدم فصول للعلوم الإنسانية، عادة تتألف من الأدب الإنجليزي، الدراسات العالمية والفن. المجالات الإنسانية كالتاريخ، علم الإنسان الثقافي والتحليل النفسي كلها علوم موضوعية حيثُ الوسائل التجريبية لا تُطبق، فتدخل ضمن الوسائل النسبية والبحث المُقارن. وهذه العلوم المسماة بالعلوم الإنسانية تكتفي بدراسة الانسان من الناحية المعنوية أي تصرفاته، هويته، علاقته بالأخرين...إلخ عكس العلوم الطبيعية التي تهتم بدراسة الانسان من الناحية المادية، فالعلماء يدرسون العالم كما هو، بينما المهندسون يخلقون عالما لم يكن موجود. (من أقوال المهندس ثيودور فون كرمان) وهناك صلة وثيقة بين العلوم النظرية والهندسة، حيث أن الهندسة تستمد قواعدها وقوانينها من العلوم الطبيعية المختلفة. وكلا المجالين يدرسان المادة وأنواعها والظواهر الطبيعية وأنواعها وطرق الاستفادة والدراسة وغير ذلك. كلا المجالين يستخدم ويطبق الرياضيات ومبادئها و كل هذا كله يؤدي للتطور و الحداثة التي تنعكس علي سلوك الافراد الانسانيات والعلوم الاجتماعية.

تعريف العلوم الإنسانية :

تُعتبر العلوم الإنسانية فرعاً من فروع المعرفة المختصة بدراسة البشر و ثقافتهم بطريقة علمية باستخدام المناهج النقدية والتحليلية للتساؤلات المرتبطة بالقيم الإنسانية وقدرة الإنسان عى التعبير عن نفسه، وتمتاز العلوم الإنسانية عن غيرها من التخصصات الأكاديمية بمضمونها و منهجها المختلف، ***وتُوصف العلوم الإنسانية*** بأنّها دراسة تحليلية لخبرات وأنشطة البشر، و معرفة آليات معالجتهم للتجربة البشرية وتوثيقها.

و في الغرب يمكن تتبع دراسة العلوم الإنسانية من اليونان القديمة حيث كان الأساس في التعليم الواسع للمواطنين. تطور مفهوم الفنون السبعة خلال العصور الرومانية، وتشتمل تلك الفنون على (الفنون الثلاث) وهي القواعد والبلاغة وعلم المنطق إلى جانب (الفنون الأسمى) وهي علم الحساب وعلم الهندسة وعلم الفلك والموسيقى. هذه المواضيع أخذت الحيز الأكبر من التعليم في العصور الوسطى، مع التشديد على العلوم الإنسانية كمهارات أو كأنشطة يتم ممارستها. في القرن الخامس عشر، طرأ تغيير كبير على النهضة الإنسانية عندما بدأت العلوم الإنسانية تصبح مواضيعا للدراسة لا للممارسة، إلى جانب ذلك ظهر تغيير مماثل يبعد عن المجالات التقليدية ويتجه إلى جوانب أخرى مثل الأدب والتاريخ. في القرن العشرين وجهة النظر هذه واجهت تحديات من قبل حركة ما بعد الحداثة، والتي تسعى إلى إعادة تعريف العلوم الإنسانية بحيث تصبح عادلةً أكثر وملائمة للمجتمع الديموقراطي.

مجالات العلوم الإنسانية :

في ضوء المفهوم الواسع للعلوم الإنسانية يُمكن فهم سبب شمولها لمجموعة ضخمة ومتنوعة من الفروع الأكاديمية المتاحة للدراسة، حيث تشمل دراسة العلوم الإنسانية المجالات الآتية:

أ- علم الآثار:

يختص علم الآثار بدراسة البقايا الماديّة التي خلّفها الإنسان قديماً وحديثاً؛ فقد يدرس علماء الآثار أحافير يبلغ عمرها ملايين السنوات من الأجيال البشرية القديمة في أفريقيا، أو قد يدرسون مخلفات البشر المادية من القرن الحالي في إحدى المدن الكبرى مثل نيويورك، و يهدف علم الآثار إلى دراسة وتحليل البقايا

المادية للوصول إلى فهم واسع وشامل للثقافة الإنسانية، ويدرس علماء الآثار منطقةً جغرافيةً محددةً من العالم أو موضوعاً محدداً؛ فالتخصص بمنطقة معينة أو موضوع محدد يسمح لهم ببناء وتطوير خبرة تراكمية في ذلك، و يُعدُّ علم الآثار حقلاً أكاديمياً يشمل ***عدّة أنواع من الدراسات كالآتي:***

- علم الآثار الحيوية الذي يدرس البقايا البشرية.

- علم الآثار الحيوانية الذي يدرس بقايا الحيوانات.
- علم الحفريات القديمة الذي يدرس بقايا النباتات القديمة.
- دراسة بقايا الصخور والأحجار.
- دراسة الأدوات والتقنيات التي تُساعد على تحديد المواقع الأثرية.

ب- الدين المقارن:

يُشير مصطلح الدين المقارن إلى أحد فروع دراسة الأديان التي تهتم بدراسة جميع التقاليد والممارسات في أديان وعقائد العالم المختلفة، ويمتاز هذا الفرع بأنّه لا يدرس دين واحد وإنّما يتناول الاهتمامات والأسس الفلسفية للأديان المختلفة و يدرسها من منظور عالمي وبشكل علمي وأكاديمي؛ ليُحدّد القواسم المشتركة ونقاط الاختلاف فيما بينها.

ج- التاريخ:

تُقدّم دراسة التاريخ مؤشّرات للأفراد والمجتمعات حول سبل وآليات تحقيق التطوّر والتقدّم مستقبلاً من خلال فحص ودراسة الأحداث و التداعيات الثقافية والسياسية والاجتماعية والاقتصادية المرتبطة بالمجتمع الإنساني، والتي تختلف باختلاف الزمان والمكان، ومن هنا تكمن أهمية دراسة التاريخ بكونها تُلهم الأفراد والأمم والمجتمعات للأفضل بخصوص مستقبلهم، وذلك بالاستفادة من الماضي والخبرات السابقة للمجتمع البشري في إحداث التغييرات التاريخية.

د- فنون الأداء :

تشمل فنون الأداء مجموعةً متنوعةً من الفنون، مثل: الموسيقى، والغناء، والرقص، والمسرح، تُعبّر عن التراث الثقافي غير المادي لأيّ مجتمع، كما تعكس الثقافة الشعبية وتُظهر عنصر الإبداع البشري، وبشكل عام يوجد مساران من الدرجات العلمية والشهادات الأكاديمية في فنون الأداء؛ يعتمد المسار الأول على جانب التطبيق والممارسة إذ يقوم على درجة كبيرة من الأداء الفعلي منذ اليوم الأول، أمّا المسار الثاني فهو المسار الأكاديمي الذي يدمج بين التطبيق العملي والتحليل العلمي والأكاديمي للموضوع قيد الدراسة؛ لذلك غالباً يتمّ تدريس فنون الأداء في الجامعات والمؤسسات المختصة من خلال مزيج من المحاضرات التدريسية وورش العمل.

ه- الفلسفة:

تُعتبر الفلسفة علماً يقوم على استخدام أدوات المنطق والعقل لتحليل الطرق التي يختبر بها الإنسان عالمه، وتطرح الفلسفة بمختلف مجالاتها مجموعةً من الأسئلة الفلسفية أهمّها: هل تصف حواسنا الحقيقة بدقة؟ ما الذي يجعل الخطأ خطأ؟ كيف يجب أن نعيش؟ وفي ضوء هذه الأسئلة الفلسفية تُركّز الفلسفة على تزويد دارسيها بطرق الإجابة من خلال إكسابهم مهارات وأدوات التفكير النقدي، والقراءة الدقيقة، والكتابة الواضحة، والتحليل المنطقي؛ ليتمكّن الفلاسفة من توظيف تلك المهارات والأدوات في وصف العالم وتحديد مكان الإنسان فيه.

و- الأدب:

يُطلق مصطلح الأدب على مجموعة الأعمال الشعرية والنثرية المكتوبة التي يتّسم مؤلفّوها بقدرة عالية على التعبير والتصوير الجمالي لمشاعرهم وخواطرهم وعكسها بأرقى أساليب الكتابة، ويُصنّف الأدب وفقاً لمجموعة متنوعة من الأنظمة، بما في ذلك اللغة، والأصل القومي، والفترة التاريخية، والنوع، والموضوع، وتشمل الدراسات الأدبية جميع الأعمال المكتوبة التي تتضمّن عنصر الخيال؛ كالشعر، والدراما، والسرد الأدبي.

ز- اللغات :

تهدف دراسة اللغات أو لغة محددة كتخصص أكاديمي إلى تحسين كفاءة الطالب وفهمه في هذه اللغة، وعادةً تختلف الخطة الدراسية عند دراسة اللغات كتخصص من لغة لأخرى ومن مؤسسة أكاديمية لأخرى، إلاّ أنّ هناك قاسم مشترك بين دراسة اللغات المختلفة يتمثّل في كون معظم الدرجات العلمية والشهادات الأكاديمية المتخصصة باللغات تُركّز بشكل أساسي على تحسين طلاقة الطالب وقدرته على القراءة والكتابة والتحدّث بلغة أخرى غير لغته الأم، كما أنّها تُغطّي التاريخ والسياسة والأدب والثقافة المرتبطة باللغة المختارة.

ح- الإعلام :

ودراسات التواصل يشمل تخصّص الإعلام ودراسات التواصل دراسة التواصل الجماهيري، ويتطرّق أحياناً لدراسة بعض القضايا المرتبطة بالعلوم الاجتماعية والإنسانية وعلاقتها بالإعلام، كما تتحدّث دراسات التواصل والإعلام عن نشأة وتاريخ وتأثيرات أشكال وسائل الإعلام المختلفة على المجتمع بالإضافة إلى الطريقة المثلى التي يُمكن استخدامها لتوصيل رسائل مختلفة، وعند دراسة الإعلام ودراسات التواصل كتخصص فإنّ الموضوعات التي يتمّ دراستها تختلف من جامعة لأخرى، لكن عموماً يجب أن تشمل دراسة التخصص عدداً من المواضيع و القضايا المهمّة، أهمّها ما يأتي:

- دراسة النظريات التي تتناول دور وسائل الإعلام في المجتمع خلال العام الأول.
- تناول تأثير وسائل الإعلام على بعض الظواهر الاجتماعية و السياسية المهمة خلال العامين الثاني والثالث، كدراسة تأثير وسائل الإعلام على المرأة، والحروب، والجرائم، وغيرها.
- التعرّف على أهم التقنيات المستخدمة في صناعة الأفلام، والأفلام الوثائقية، وبرامج الراديو، وألعاب الفيديو، و غيرها.

ط- فن الاستوديو :

يشمل فن الاستوديو جميع الفنون المرئية التي قد تكون مصنوعةً في استوديو، مثل: التصوير الفوتوغرافي والتصميم، أو فنون مشابهة لحدّ كبير للفنون المصنوعة باستديو؛ كالفنون المبتكرة من الرسم، والتلوين، والأعمال اليدوية؛ كالسيراميك، و النحت، والرسم على الزجاج، كما يُستخدم مصطلح فن الاستوديو لوصف الفن الرقمي، ويُعدّ فن الاستوديو الطلاب للعمل في مجالات عديدة ومتنوعة أبرزها مهن الفنون، والإعلام، والهندسة المعمارية، وتصميم وصناعة الرسوم المتحركة وألعاب الفيديو، وصناعة الأفلام، والتصميم الجرافيكي، وتصميم المواقع الإلكترونية والمنصات الإعلامية، وغيرها العديد من المجالات، وتتوقع الإحصائيات الرسمية لمكتب إحصاءات العمل (BLS) أن يزيد التوظيف في مهن الفنون والتصميم في العام ٢٠٢٨م بنسبة ٣% عمّا كانت عليه عام ٢٠١٨م، وهذا يعني أنّه ستكون هناك حاجة لمزيد من المختصين بهذا المجال لتلبية الطلب المتزايد على التأثيرات المرئية في ألعاب الفيديو، والأفلام، والتلفزيون، والهواتف الذكية.

ي- فوائد دراسة العلوم الإنسانية:

تكمن فوائد دراسة العلوم الإنسانية في أنّها تُشكّل قاعدةً أساسيةً للعديد من الوظائف، حيث يكتسب دارسوها مهارات التفكير النقدي و التحليلي، الأمر الذي يمنحهم قدرةً كبيرةً ومميزة للتعبير عن أنفسهم بوضوح؛ ممّا يُكسبهم درجةً عاليةً من المرونة و التكيّف على الصعيد المهني، كما تُقدّم العلوم الإنسانية فرصةً مميزةً لإكمال التعليم العالي، حيث تُهيّئ الظروف لدارسيها لاستمرارهم بالتعليم على مستوى درجات علمية متقدمة كالماجستير و الدكتوراة، كونها تُكسبهم العديد من المهارات التي يُمكن تطبيقها في مجالات واسعة ضمن حقل الآداب و العلوم الإنسانية، فمثلاً يستطيع الطالب الحاصل على درجة البكالوريوس في التاريخ تحصيل درجة علمية في مجال القانون، أو علوم المكتبات، وهكذا.

الخيارات المهنية لدارسي العلوم الإنسانية:

تُشير إحدى الدراسات المتخصصة إلى مؤشرات تُفيد بأن خريجي التخصصات الإنسانية يتمتعون بنسبة عالية من الرضا الوظيفي في سوق العمل مقارنةً مع خريجي التخصصات الأخرى؛ حيث أفادت الدراسة أنّ حوالي ٨٧% من الموظفين الحاصلين على درجة البكالوريوس في العلوم الإنسانية راضون عن وظائفهم، ويمتاز طلاب العلوم الإنسانية بمجموعة من السمات أهمّها أنّهم يتمتّعون بعلم ومعرفة كافية في مجال تخصصهم، كما أنّهم يتميّزون بمهارات تواصل قوية، ولا شكّ أنّ هذه الصفات تُتيح المجال أمامهم ليكونوا موظفين مميزين في مجالات متنوعة، و فيما يأتي بعض خيارات العمل المتاحة لدارسي العلوم الإنسانية:

التدريس:

فخرّيجو العلوم الإنسانية مؤهّلون ليكونوا مدرّسين، خاصةً أنّهم يمتلكون الحدّ المطلوب من مهارات الكتابة، والخطابة، كونه يتم التركيز على ذلك ضمن تخصصات العلوم الإنسانية.

التحرير:

من المناسب جداً لدارس العلوم الإنسانية العمل كمُحرّر لمجلّات أو أبحاث علمية.

الصحافة:

في حال كان يمتلك خريج العلوم الإنسانية المهارة والرغبة بالكتابة فيُمكن بسهولة أن يعمل كصحفي في إحدى الصحف، حيث سيكون لديه مهارة عالية في التقصّي والبحث عن الموضوعات، و هو أمر يؤهّله ليكون صحفياً في القسم الخاص بالأخبار التلفزيونية مثلاً.

خبير لغوي:

يُمكن العمل كمدقق أو خبير لغوي - باللغة الأم أو لغة أجنبية أخرى يتقنها- في إحدى المؤسسات الحكومية أو التعليمية أو حتّى المنظمات الدولية.

تقديم الاستشارات:

تُعتبر درجة البكالوريوس في العلوم الإنسانية مقدمةً جيدةً لمن يرغب بأن يكون مستشاراً؛ خاصةً إذا كانت هذه الاستشارات مناسبةً له من حيث موضوعها وطبيعة المؤسسة، فمثلاً إذا كان متخصصاً بالقانون فيكون الأفضل له تقديم استشارات قانونية و التعامل مع مؤسسات ذات علاقة بذلك.

تنظيم الفعاليات:

بالاستفادة من مهارات التخطيط والتنظيم وترتيب الأولويات التي يملكها خريجي العلوم الإنسانية بإمكانهم توظيف هذه المهارات لبناء علاقات عمل مع شركات وعملاء مختلفين لغايات ترتيب وتنظيم فعاليات ومؤتمرات خاصة بهم.

إدارة العلاقات العامة:

العلاقات العامة مجال عمل يتطوّر باستمرار و يتزايد الطلب عليه مؤخّراً، ويتطلّب هذا المجال مهارات قراءة وكتابة ومهارات شخصية مميزة، وهي سمات تتوافر غالباً لدى خرّيجي العلوم الإنسانية.

الهندسة والعلوم والانسانيات:

ترتبط الهندسة ارتباطا وثيقا بالعلوم المختلفة مثل (الفيزياء والرياضيات والكيمياء) ويفرق بين العالم والمهندس بأن العالم يحاول فهم الطبيعة الموجودة بينما المهندس يحاول تصنيع الأشياء الغير موجودة والمهندسين قد يحتاجون في بادئ الأمر إلى قوانين أو نماذج هي من وضع علماء نظريين لكن عند التطبيق العملي فإن المسائل تكون أصعب وبالتالي تكون النتائج وطرق الحل تحتاج إلى فرضيات غير معملية يعرفها المهندسون. مثلا عند تطبيق فيزياء الاحتراق النظرية في الطبيعة يكون الأمر مستحيلا وبلا فائدة نظرا لسلوك المادة المستعملة التي تختلف باختلاف نوعها وبالتالي طرق استخدامها، أيضا معروف أن المحرك الكهربائي مبني أساسا على قانون فارادي وهو في حد ذاته نظري بينما عند التطبيق تكون هناك فرضيات جديدة يعرفها المهندسون لخبرتهم في ذلك. وعندما يتشارك كلا المجالين في عمل حيوي ما لا يمكن الاستغناء عن أحدهما دون الآخر.

فيقول بعض المهندسين ومنهم المهندس يوان تشنغ فونغ أن الهندسة تختلف تمامًا عن العلوم، فالعلماء يحاولون فهم الطبيعة، اما المهندسون يحاولون صنع أشياء غير موجودة في الطبيعة. يؤكد المهندسون على الابتكار والاختراع. لتجسيد اختراع ، يجب على المهندس أن يضع فكرته بعبارات ملموسة، وأن يصمم شيئًا يمكن للناس استخدامه. يمكن أن يكون هذا الشيء نظامًا معقدًا، أو جهازًا ، أو أداة ، أو مادة ، أو طريقة ، أو برنامجًا للحوسبة، أو تجربة مبتكرة، أو حلًا جديدًا لمشكلة ما، أو تحسينًا لما هو موجود بالفعل. نظرًا لأن التصميم يجب أن يكون واقعيًا وعمليًا، فيجب تحديد بيانات هندسته وأبعاده وخصائصه. في الماضي، وجد المهندسون الذين يعملون على تصميمات جديدة أنه ليس لديهم جميع المعلومات المطلوبة لاتخاذ قرارات التصميم. في أغلب الأحيان، كانت محدودة بسبب المعرفة العلمية غير الكافية. وهكذا درسوا الرياضيات والفيزياء والكيمياء والأحياء والميكانيكا. في كثير من الأحيان كان عليهم أن يضيفوا طابعاً إلى العلوم ذات الصلة بمهنتهم. وهكذا ولدت العلوم الهندسية.

على الرغم من أن الحلول الهندسية تستخدم المبادئ العلمية ، نجد أن المهندسين يستخدمون المبادئ العلمية بطريقة مختلفة بطرقة علمية هندسية فيجب على المهندسين مراعاة السلامة والكفاءة والكفائة الاقتصادية والموثوقية وقابلية الإنشاء وسهولة التصنيع بالإضافة إلى اعتبارات بيئية وأخلاقية هندسية وقانونية في جميع أعمالهم.

و العلاقة بين العلم والهندسة شبيهة بالعلاقة بين التحليل والتركيب ويتقن العلم قوانين الطبيعة من خلال تحليل العالم الطبيعي ويطبق مشروع هذه القوانين العلمية بشكل شامل لحل المشكلات التي تواجهها الطبيعة و يؤثر ذلك بالضرورة في سلوكيات الانسان .

باختصار ، العلم هو التحليل والاكتشاف ، والهندسة هي التوليف والخلق وكل هذا يؤثر بدوره علي سلوك الانسان و العلاقات بين البشر و الشعوب و أدي الي ظهور العولمة بان يصبح العالم كقرية صغيرة يؤثر ما يحدث في منطقة منها علي باقي العالم بشكل ملحوظ و سريع و قد أثر تقدم الهندسة و علومها في دراسة و تحليل خبرات وأنشطة البشر، و معرفة آليات معالجتهم للتجربة البشرية وتوثيقها بما يعرف **بالعلوم الإنسانية**.

الهندسة من منظور إجتماعى:

الهندسة هى اساس تطور المجتمعات حيث تساهم فى اذكاء روح التعاون بين المشتغلين بها و التصميم الهندسى اداة فعالة لتغيير المجتمع والإقتصاد والبيئة فالهندسة هى الوسيلة الفعالة لإيجاد الحلول لمشكلات المجتمع(تعمير الصحارى – التنمية – الكوارث).

الهندسة والأداب:

ترتبط الهندسة مع الأداب فى مجالات العمارة والمساحة ويعتبر دافنشى أشهر مهندس فنان ولقد عززت ثورة العلوم والتكنولوجيا المعاصرة بشكل كبير من تطوير الهندسة ومنتجاتها ، وهذه المشاريع والمنتجات التي تحقق أحلام الإنسان ، بدورها ، ساهمت في تطوير العلوم والأداب والتكنولوجيا بوسائل جديدة و زادت العلاقة بين الناس والطبيعة والعلوم والتكنولوجيا والهندسة والمنتجات فيرتبط العلم و الاداب والهندسة ارتباطًا وثيقًا ، وتحتاج نتائج الاكتشافات العلمية إلى الهندسة لتطبيقها على المنتجات العملية ، وتواجه الأخيرة تحديات أكبر. بحاجة إلى قدر أكبر من الإبداع مما يكون له أكبر الاثر علي الأداب و الفنون و الابداع البشري و تطويرهم تبعا لذلك.

الفصل الثالث : التعليم الهندسى وتخصصاته المختلفة والتدريب الهندسى والتكنولوجيا

مقدمة :

تم تقسيم العلوم الهندسية حتى نهاية القرن التاسع عشر على قسمين هما الهندسة المدنيةٌ Engineering Civilوقسم الهندسة العسكريةٌ Engineering Military ، لتتطور لاحقا الى اربعة تخصصات هندسيةٌ اساسيةٌ هي الهندسة المدنيةٌ و الهندسة الميكانيكية و الهندسة الكهربائية و الهندسة الكميائية، و ضُم كل من هذه التخصصات تخصصات فرعيةٌ اخرى عديدة ، و حيث أن الهندسة مجال واسع ينقسم إلى عدة مجالات رئيسية وأساسية وتندرج منها مجالات مشتقة ومتداخلة بين عدد من المجالات الرئيسية كمجال هندسة الميكاترونكس و هندسة الذكاء الاصطناعي و الهندسة البيئية وفي هذا الفصل نشرح التعليم الهندسى وتخصصاته المختلفة والتدريب الهندسى والتكنولوجيا ما بين الماضي و الحاضر و المستقبل .

الأقسام الرئيسية للهندسة:

١- الهندسة الميكانيكية Mechanical Engineering

تهتم بتصميم الأنظمة الميكانيكية مثل (محطات القوى الميكانيكية - الألات الميكانيكية المختلفة)

٢- الهندسة الكهربية Electrical Engineering

تهتم بتصميم وانشاء الأنظمة الكهربية مثل المحولات والمولدات والمحركات الكهربية

٣- الهندسة المدنية Civil Engineering

تهتم بتصميم وانشاء المبانى والمنشأت العامة والخاصة (الكبارى – المنازل وغيرها)

٤- هندسة معمارية Architecture Engineering

و هو فن وعلم تصميم المباني وطريقة تشييد المباني والمنشآت والمعروفة أيضًا باسم هندسة المباني، هي تخصص هندسي يتعامل مع الجوانب التكنولوجية والنهج متعدد التخصصات لتخطيط وتصميم وبناء وتشغيل المباني

٥- الهندسة الكيميائيةChemical Engineering

تهتم بتحويل المواد الخام الى مواد مفيدة وأكثر نفعا.

٦- هندسة الفضاء Aerospace Engineering

تهتم بتصميم الطائرات ومركبات الفضاء.

المجالات المستحدثة للهندسة:

حيث أن الهندسة مجال واسع ينقسم إلى عدة مجالات رئيسية وأساسية وتندرج منها مجالات مشتقة ومتداخلة وتندرج منها مجالات مشتقة ومتداخلة من بين عدد من المجالات الرئيسية **مع التقدم السريع فى التكنولوجيا استحدثت مجالات وأفرع جديدة و منها :**

١- الهندسة الدقيقة Nano-technology

٢-هندسة ميكاترونيكس Mechatronics Engineering أي، "ميكا" من الهندسة الميكانيكية و"ترونكس" من الهندسة الكهربائية أو الإلكترونية) وتصميم أية منظومة ميكاترونية يتطلب هندسة الميكانيكا، والإلكترونيات.

بدأ تخصص الميكاترونكس كطريقة للجمع بين المبادئ الميكانيكية والهندسة الكهربائية. تستخدم مفاهيم الميكاترونيك في غالبية الأنظمة الكهروميكانيكية. من التطبيقات الكلاسيكية للميكاترونيك في مجال الحساسات والقياس، مقاييس الضغط والمزدوجات الحرارية ومحولات الضغط و شكل ٣-١ يوضح بعض تطبيقات الميكاترونكس في مختلف المجالات .

ظهرت كلمة ميكاترونكس لأول مرة في اليابان في أواخر الستينات، واستعملت بعدها في أوروبا قبل أن تنتشر في كل أنحاء العالم.

وقد صيغ مصطلح الميكاترونيكس من قبل مهندس ياباني من شركة ياساكوا الكهربائية عام ١٩٦٩م للإشارة إلى استخدام الإلكترونيات في التحكم الميكانيكي (أي، "ميكا" من الهندسة الميكانيكية و"ترونكس" من الهندسة الكهربائية أو الإلكترونية)

وتصميم أية منظومة ميكاترونية يتطلب هندسة الميكانيكا، والإلكترونيات، والتحكم (control)، وهندسة الكومبيوتر بشكل أساسي. فمهندس الميكاترونكس يجب أن يكون قادرا على تصميم واستعمال الدارات الإلكترونية التماثلي والرقمي (Analog and digital circuits)، والمعالج الدقيق(microprocessors)، والآلات الميكانيكية، وحساسات (مجسات) (sensors)، ومحركات (actuators)، وأنظمة التحكم، كي يكون قادرا على الوصول إلى الأهداف المرجوة من تصميمه.

المنظومات الميكاترونية تدعى أحيانا بالأجهزة الذكية، لأنها يفترض أن تحاكي طريقة التفكير البشري.

اليوم، دخلت الميكاترونكس إلى كل الأجهزة تقريبا. فهي ليست مختصة بالروبوتات أو المصانع فقط. مثلا نجدها في الطيار الالي؛ ونجد هذا واضحا في طيارة ايرباص Air Bus A٣٨٠ الجديدة، إن الميكاترونيكس هي المستقبل بعينه، وهي كما قال دافور هاروفات متخصص فني في معمل فورد للبحوث: "إن الميكاترونيكس هي خليط من التكنولوجيا والأساليب، فهما يساعدانا في الحصول على منتج أفضل"، كما في بخاخ السيارة الإلكتروني (electronic fuel injection system)، ومكابح الـ ABS في السيارات، وفي الأدوات المنزلية كالغسالة الاوتوماتيكيه وحتى بعض ألعاب الأطفال.

٣ - هندسة البرمجيات Software Engineering المجال الذي يهتم بتطوير، وتصميم البرمجيات.

٤- هندسة الحاسبات Computer Engineering

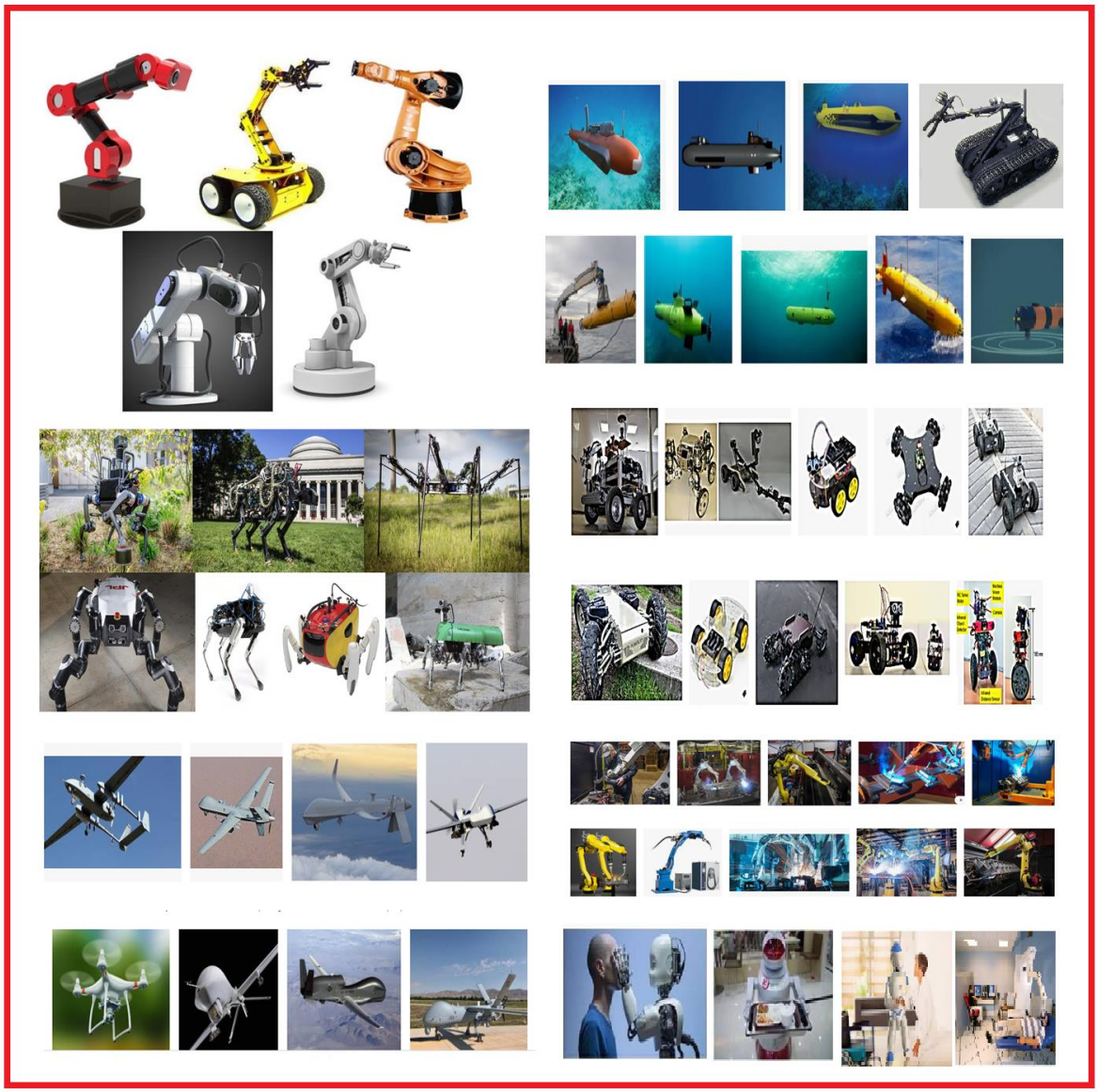
٥- هندسة صناعية

٦-هندسة نووية

٧-هندسة المعلومات والمعروفة أيضًا باسم هندسة تقنية المعلومات (ITE)، أو منهجية هندسة المعلومات (IEM) أو هندسة.

٨-هندسة السيارات (automotive engineering) هي إحدى فروع الهندسة.

٩-هندسة وراثية.



شكل ٣-١ بعض تطبيقات الميكاترونكس في مختلف المجالات .

١٠-هندسة الطيران والفضاء الجوي

١١-هندسة زراعية

١٢-هندسة العمليات

١٣- هندسة الاتصالات هندسة التي تتعلق بكل مواضيع الاتصالات الرقمية والتناظرية.

١٤- هندسة الإلكترونيات تعنبتصميم المكونات الالكترونية الفعالة، عادة بالاعتماد على لوحة الدارات المطبوعة.

١٥-هندسة جيوتقنية

١٦- هندسة بيئية

١٧- هندسة التحكم أو هندسة السيطرة إحدى فروع الهندسة المبنية على النماذج الرياضية للظواهر المتعددة وتحليل الأداء الديناميكى لهذه الظواهر.

١٨- هندسة الإنتاج

١٩- هندسة التعدين أو هندسة المعادن والمناجم هي هندسة مختصة بالمعادن وكيفية تطويعها والتحسين من مواصفاتها للوصول إلى المواصفات الهدف لتلبي احتياجات ومتطلبات عمل أو مشروع ما.

٢٠-هندسة حيوية

٢١- هندسة أنظمة أو هندسة النظم (Systems Engineering) هي فرع في الهندسة يدمج مبادئ من عدة علوم لدراسة كيفية تصميم وإدارة الأنظمة الهندسية المعقدة

٢٢- هندسة النفط

٢٣- هندسة طبية حيوية(Biomedical Engineering) وتعرف بإسم هندسة التقنيات الطبية، وهي العلم الذي يختص بدراسة جسم

٢٤- تخصص هندسة الشبكات

٢٥- هندسة وعلوم الحاسوب علوم وهندسة الحاسوب هو برنامج أكاديمي يقدّم في بعض الجامعات التي تدمج بين هندسة الحاسبات وعلم الحاسوب، وهو مجال فرعي من هندسة الإلكترونيات يغطي المجالات

٢٦-هندسة عكسية

٢٧- هندسة الطاقة أو هندسة أنظمة الطاقة هو فرع من فروع الهندسة يتعامل مع كفاءة الطاقة، خدمات الطاقة، إدارة المرافق ومنشآت الطاقة كالمصانع ومحطات الطاقة وتكنولوجيا

٢٨- هندسة تنسيق المواقع أو هندسة المناظر الطبيعية

٢٩- هندسة التبريد والتكييف أحد فروع الهندسة التخصصية، وهي أيضا أحد فروع الهندسة الميكانيكية يرمز لها بالأنجليزية (HVAC).

٣٠- هندسة كهروكيميائية

٣١- هندسة هيدروليكية

٣٢-هندسة لاإقليدية

٣٣-هندسة عسكرية

٣٤-هندسة الوقاية الكهربائية (Power system protection) هو فرع من فروع الهندسة الكهربائية

٣٥-هندسة تحليلية

٣٦-هندسة التشييد والبناء

٣٧-هندسة الانشاءات (Construction Engineering) هي أحد أقسام الهندسة المدنية وهي تخطيط وإدارة وبناء المنشآت مثل الطرق السريعة والجسور والمطارات

٣٨-هندسة اجتماعية (أمن)

٣٩- هندسة المكامن (Reservoir engineering) هي فرع من فروع هندسة البترول، والتي تتمثل بتطبيق المبادئ العلمية

٤٠-هندسة معلوماتية

٤١-هندسة الجودة

٤٢-هندسة اجتماعية

٤٣- هندسة أنظمة الطاقة وتسمى أيضا هندسة أنظمة الطاقة أو هندسة القدرة. هو أحد فروع هندسة الطاقة التي تتعامل مع توليد ونقل وتوزيع الكهرباء فضلا عن الأجهزة الكهربائية

٤٤-هندسة وصفية

٤٥-هندسة غذائية

٤٦- هندسة الشبكات

٤٧- هندسة صيانة

٤٨- فيزياء هندسية

<u>و فيما يلي سوف نتناول هذه بعض هذه الاقسام بشئ من التفصيل :</u>

اولا :هندسة ميكانيكية:

الهندسة الميكانيكية (بالإنجليزية: Mechanical engineering) هي فرع من فروع الهندسة يهتم بتصميم، وتصنيع، وتشغيل، وتطوير الآلات أو الأجهزة المستخدمة في مختلف قطاعات النشاطات الاقتصادية. وبتعريف الموسوعة البريطانية فإن الهندسة الميكانيكية هي فرع من فروع الهندسة تهتم بالتصميم والتطوير، وبالتصنيع، وبالتركيب، وتشغيل المحركات، والآلات، وعمليات التصنيع. وهي مهتمة بشكل خاص بالقوى والحركة. وهو علم يهتم بدراسة الطاقة بكافة صورها وتأثيرها على الأجسام. وهو تخصص واسع له علاقة بكل مجالات الحياة. فالهندسة الميكانيكية تتعلق مثلا بصناعات الفضاء، والطيران، وبالإنتاج، وتحويل الطاقة، وميكانيكا الأبنية، والنقل، وتكنولوجيا تكييف الهواء والتبريد، وفي النمذجة والمحاكاة المعلوماتية.

يتطلب مجال الهندسة الميكانيكية فهم المجالات الأساسية بما في ذلك الميكانيكا والديناميكيات والديناميكا الحرارية وعلوم المواد والتحليل الإنشائي والكهرباء. بالإضافة إلى هذه المبادئ الأساسية، يستخدم المهندسون الميكانيكيون أدوات مثل التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) والتصنيع بمساعدة الكمبيوتر (CAM) وإدارة دورة حياة المنتج، للقيام بعمليات تصميم وتحليل مواقع التصنيع والمعدات والآلات الصناعية وأنظمة التدفئة والتبريد وأنظمة النقل والطائرات والمراكب والروبوتات والأجهزة الطبية والأسلحة وغيرها. وتعتبر فرع الهندسة الذي يتضمن تصميم وإنتاج وتشغيل الآلات.

ظهرت الهندسة الميكانيكية كمجال خلال الثورة الصناعية في أوروبا في القرن الثامن عشر. ومع ذلك، فأن تطورها يعود إلى عدة آلاف من السنين حول العالم. وفي القرن التاسع عشر، أدت الاكتشافات والتطورات في الفيزياء إلى تطوير علوم الهندسة الميكانيكية. يتطور المجال باستمرارلاستيعاب التقدم العلمي والتكنولوجي ؛ فيتابع المهندسون الميكانيكيون اليوم التطورات في مجالات مثل المركبات، والميكاترونيك، وتكنولوجيا النانو. كما أنه يتداخل مع هندسة الطيران وهندسة الفلزات والهندسة المدنية والهندسة الكهربائية وهندسة التصنيع والهندسة الكيميائية والهندسة الصناعية والتخصصات الهندسية الأخرى بمقادير متفاوتة. قد يعمل المهندسون الميكانيكيون أيضًا في مجال الهندسة الطبية الحيوية،

وتحديداً مع الميكانيكا الحيوية، وظواهر النقل، والميكانيكا الحيوية، والتكنولوجيا الحيوية، ونمذجة الأنظمة البيولوجية.

في العصور الوسطى، بالشرق الأوسط وشبه الجزيرة العربية كان يُطلق على الهندسة الميكانيكية مُصطلح عربي الأصل (علم الحيل الرُوحانية)، وقيل الرُوحانية نسبة إلى الطاقة وليس الروح بالمعنى الديني للفظة. فكان يُطلق على أي آلة اسم حيلة رُوحانية.

تاريخ الهندسة الميكانيكية:

نشأت الهندسة الميكانيكية نتيجة الممارسة ومبدأ المحاولة والخطأ من قبل مهندسين مختصين وبطرق علمية في البحث والتصميم والإنتاج. وقد كان الطلب الدائم على الكفاءة سبب في الارتفاع المتزايد لنوعية العمل المطلوب من المهندس الميكانيكي مما يتطلب درجة عالية من التعلم والمهارة.

تتجلي تطبيقات الهندسة الميكانيكية في سجلات مختلف المجتمعات القديمة والعصور الوسطى. كانت الآلات الست الكلاسيكية البسيطة معروفة في الشرق الأدنى القديم. الاسفين والمستوى المائل (المنحدر) معروفان منذ عصور ما قبل التاريخ. بدأ اختراع العجلة وآلية العجلة والمحور في بلاد ما بين النهرين (العراق الحديث) خلال الألفية الخامسة قبل الميلاد. و ظهرت الرافعة لأول مرة منذ حوالي ٥٠٠٠ عام في الشرق الأدنى، حيث تم استخدامها في ميزان بسيط، ولتحريك الأشياء الكبيرة في التكنولوجيا المصرية القديمة. تم استخدام الرافعة أيضًا في شادوف رفع المياه وهو أول آلة رافعة، والتي ظهرت في بلاد ما بين النهرين حوالي ٣٠٠٠ قبل الميلاد. ويعود أقدم دليل على البكرات إلى بلاد ما بين النهرين في أوائل الألفية الثانية قبل الميلاد.

أهم انجازات حدثت في الهندسة الميكانيكية في إنجلترا خلال القرن السابع عشر عندما قام إسحاق نيوتن بوضع قوانينه الثلاثة للحركة وتطوير علم الرياضيات والتفاضل، ووضع الأساس الرياضي للفيزياء. خلال أوائل القرن في إنجلترا واسكتلندا، ادى اختراع أدوات هندسة ميكانيكية لتطوير الهندسة الميكانيكية كفرع مستقل في الهندسة، ا. أول جمعية مهنية للمهندسين الميكانيكيين تشكلت في عام ١٨٤٧ في بريطانيا. أول منظمة أمريكية للمهندسين الميكانيكين تشكلت في عام ١٨٨٠. المعهد الأمريكي الحربي كان أول جامعة لتدريس هندسة الميكانيك عام ١٨٢٥. تم تطوير الساقية في مملكة مملكة كوشكوش خلال القرن الرابع قبل الميلاد. وقد اعتمدت على قوة الحيوان لتقليل الاعتمادعلي الطاقة البشرية. تم تصميم الخزانات على شكل حفائر في كوش لتخزين المياه ودعم الري. تم تطوير افران الصهر والأفران العالية خلال القرن السابع قبل الميلاد في مروي. وفي كوش طبقت قواعد علم المثلثات المتقدم في تصميم الساعات الشمسية.

ظهرت أولى الآلات العملية التي تعمل بالطاقة المائية، وهي العجلة المائية والطاحونة المائية، لأول مرة في الإمبراطورية الفارسية، في ما يُعرف الآن بالعراق وإيران، بحلول أوائل القرن الرابع قبل الميلاد. و قد أثرت أعمال أرخميدس (٢٨٧-٢١٢ قبل الميلاد) في اليونان القديمة على علوم الميكانيكا في الحضارات الغربية. وفي مصر الرومانية، أنشأ هيرون السكندري (حوالي ١٠-٧٠ م) أول جهاز يعمل بالبخار. في الصين، قام زانج هنج (٧٨-١٣٩ م) بتحسين الساعة المائية واخترع مقياس الزلازل، واخترع ما جن (٢٠٠–٢٦٥ م) عربة ذات تروس تفاضلية. ؛كما قام عالم الساعات والمهندس الصيني في العصور الوسطى سو سونغ (١٠٢٠-١١٠١ م) بدمج آلية ميزان في برج ساعته الفلكية قبل قرنين من العثور على أجهزة الميزان في الساعات الأوروبية في العصور الوسطى. كما اخترع أول ناقل حركة يعمل بالسلاسل .

خلال العصر الذهبي اللحضارة الاسلامية (القرن الخامس إلى القرن السابع عشر) ، قدم المخترعون المسلمون مساهمات بارزة في مجال التكنولوجيا الميكانيكية. وقد كتب الجزري، أحد أهم المهندسين المسلمين، كتابه الشهيرالجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل عام ١٢٠٦ وقدم فيه العديد من

التصاميم الميكانيكية. كما أن الجزري هو أول شخص معروف يصمم أجهزة مثل عمود المرفق وعمود الحدبات، والتي تشكل الآن أساسيات العديد من الآليات والتركيبات الميكانيكية حتي عصرنا الحالي.

خلال القرن السابع عشر، حدثت طفرات مهمة في أسس الهندسة الميكانيكية في إنجلترا. فقد صاغ السير إسحاق نيوتن قوانين نيوتن للحركة وطور حساب التفاضل والتكامل، وهو الأساس الرياضي للفيزياء. كان نيوتن مترددًا في نشر أعماله لسنوات، لكنه أقنعه أخيرًا بفعل ذلك زملائه، مثل السير إدموند هالي، لصالح البشرية جمعاء. يُنسب أيضًا إلى جوتفريد فيلهلم ليبنيز إنشاء حساب التفاضل والتكامل خلال هذه الفترة الزمنية.

خلال الثورة الصناعية في أوائل القرن التاسع عشر، تم تطوير ماكينات التشغيل في إنجلترا وألمانيا واسكتلندا.مما سمح للهندسة الميكانيكية بالتطور كمجال منفصل في الهندسة. فقد ظهرت آلات التصنيع ذات المحركات. تم تشكيل أول جمعية مهنية بريطانية للمهندسين الميكانيكيين (معهد المهندسين الميكانيكيين) في عام ١٨٤٧ ، بعد ثلاثين عامًا من قيام المهندسين المدنيين بتشكيل أول مجتمع مهني من هذا القبيل (معهد المهندسين المدنيين). في القارة الأوروبية، وفي كيمنتس بألمانيا أسس يوهان فون زيمرمان (١٨٢٠–١٩٠١) أول مصنع لماكينات التجليخ عام ١٨٤٨.

في الولايات المتحدة، تم تشكيل الجمعية الأمريكية للمهندسين الميكانيكيين (ASME) في عام ١٨٨٠ ، لتصبح ثالث جمعية هندسية مهنية، بعد الجمعية الأمريكية للمهندسين المدنيين (١٨٥٢) والمعهد الأمريكي لمهندسي التعدين (١٨٧١). كانت أولى المدارس في الولايات المتحدة التي تقدم تعليمًا هندسيًا هي الأكاديمية العسكرية للولايات المتحدة في عام ١٨١٧ ، و المؤسسة التي تُعرف الآن باسم جامعة نورويتش في عام ١٨١٩ ، ومعهد رينسيلار للفنون التطبيقية في عام ١٨٢٥. وقد كان التعليم في الهندسة الميكانيكية تاريخيًا قائمًا على أسس قوية في الرياضيات والعلوم.

الأدوات الحديثة لمهندس الميكانيكا:

العديد من شركات الهندسة الميكانيكية أدرجت أنظمة هندسية مُساعِدة باستخدام الحاسب الآلي لعمليات التصميم والتحليل الخاصة بها، وتشمل هذه النظم الرسم الثنائي والثلاثي الأبعاد لنماذجها، وهذه الطريقة لها العديد من المزايا منها تسهيل وتفسير تصور المنتج وإمكانية إجراء تجميع للأجزاء بسهولة وحساب السماحيات المطلوبة والتداخل الواجب توافره قبل بدء عملية التصنيع.

باستخدام البرامج الحاسوبية، يمكن لفريق التصميم الميكانيكي بسرعة وبتكاليف زهيدة انهاء عملية التصميم والتطوير التي تلبي الحاجة على نحو أفضل . ليس من الضروري أن يتم بناء أي نموذج مادي حتى يقترب التصميم من الانتهاء بفضل هذه البرامج. ويمكن لهذه البرامج تحليل الظواهر الفيزيائية المعقدة التي يصعب تحليلها بواسطة طرق أخرى، مثل اللزوجة، والاحتكاك بين السطوح الغير النيوتونية.اصبحت الهندسة الميكانيكية متداخلة مع العديد من الاختصاصات الأخرى بفضل هذه البرامج. يستخدم المهندسون خوارزميات المعقدة لاستكشاف المزيد من التصاميم الممكنة وإيجاد حلول أفضل للمشاكل الصعبة. هذه البرامج الحاسوبية تتضمن finite element analysis (FEA) و CFD و CAM

وظائف الهندسة الميكانيكية:

هناك أربع وظائف للمهندس الميكانيكي، وهي مشتركة في جميع فروع الهندسة الميكانيكية:

- **الوظيفة الأولى** هي فهم وإدراك المبادئ الأساسية للعلوم المكيانيكية، وهي تشمل الديناميكا (وهي العلاقة بين القوى والحركة، مثل الاهتزازات، والتحكم الآلي)، والديناميكا الحرارية (تتعامل مع

العلاقات بين الأشكال المختلفة للحرارة، والطاقة، والقدرة، وجريان الموائع، والتشحيم والتزليق، وخواص المواد).

- **الوظيفة الثانية** هي سلسلة البحث والتصميم والتطوير، وهذه الوظيفة تحاول إحداث التغييرات اللازمة لتلبي احتياجات الحاضر والمستقبل، وهذا العمل يتطلب فهم واضح للعلوم الميكانيكية، والقدرة على تحليل النظم المعقدة إلى عناصر بسيطة، والابتكار في التأليف والاختراع.
- **الوظيفة الثالثة** هي إنتاج المنتجات، وتشمل التخطيط والتشغيل والصيانة، والهدف هو إنتاج أعظم قيمة بأصغر تكلفة، وأقل توظيف للأموال، مع المحافظة أو تعزيز ديمومة أو مكانة الشركة.
- **الوظيفة الرابعة** وهي وظيفة مهمة لمهندس الميكانيكا وتشمل الإدارة، وفي بعض الأحيان التسويق.
- هناك نزعة دائمة في هذه الوظائف لاستخدام الطرق العلمية بدلا من الطرق التقليدية أو الحدسية، وتعدّ بحوث العمليات، وهندسة القيمة (Value engineering)، وتحليل المسائل بالأسلوب المنطقي (PABLA Problem analysis by logical approach) عناوين أساسية لهذه الأساليب.

علاقة هندسة الميكانيكا بالعلوم الأخرى:

حديثا تم دمج هندسة الميكانيكا مع الطب لتشكيل الهندسة الطبية الحيوية تعتمد على القوانين الهندسية لصناعة آلات طبية. لهندسة الميكانيك أيضا علاقة مباشرة مع الهندسة النانونية. عندما يتعامل المهندسون مع جزيئات صغيرة للغاية، تتحول اسم الهندسة من ميكانيكية إلى نانونية. تهدف الهندسة النانونية إلى بناء مواد ونسج لها خصائص معينة. إحدى مجالات البحث العلمي في هذا النطاق هو الأجسام النانونية التي تستخدم في بناء الأجهزة الطبية.

بعض التخصصات فرعية للهندسة الميكانيكية:

يمكن اعتبار مجال الهندسة الميكانيكية على أنه مجموعة من العديد من تخصصات علوم الهندسة الميكانيكية. يتم سرد العديد من هذه التخصصات الفرعية التي يتم تدريسها عادةً في المستوى الجامعي أدناه، مع شرح موجز والتطبيق الأكثر شيوعًا لكل منها. تعتبر بعض هذه التخصصات الفرعية فريدة للهندسة الميكانيكية، في حين أن البعض الآخر عبارة عن مزيج من الهندسة الميكانيكية وواحد أو أكثر من التخصصات الأخرى. تستخدم معظم الأعمال التي يقوم بها المهندس الميكانيكي المهارات والتقنيات من العديد من هذه التخصصات الفرعية، بالإضافة إلى التخصصات الفرعية المتخصصة. من المرجح أن تكون التخصصات الفرعية المتخصصة ، *موضوعًا للدراسات العليا أو التدريب أثناء العمل أكثر من البحث الجامعي و منها:*

١- ميكانيكا الإنتاج و التصميم الميكانيكي.
٢- ميكانيكا قوي
٣- الميكاترونيكس
٤- تحليل المنشآت
٥- الديناميكا الحرارية والعلوم الحرارية
٦- التصميم والصياغة.

- **الميكانيكا**:الميكانيكا ، بالمعنى الأكثر عمومية ، هي دراسة القوى وتأثيرها على المادة. عادةً ما تُستخدم الميكانيكا الهندسية لتحليل وتوقع التسارع والتشوه (المرنة والبلاستيكية) للأجسام تحت تأثير قوى معروفة (تسمى أيضًا الأحمال) أو الاجهادات. تشمل التخصصات الفرعية للميكانيكا:
- **ميكانيكا المواد** : ودراسة كيفية تشوه المواد المختلفة تحت أنواع مختلفة من الإجهادات
- **ميكانيكا الموائع**:دراسة كيفية تفاعل السوائل مع القوى

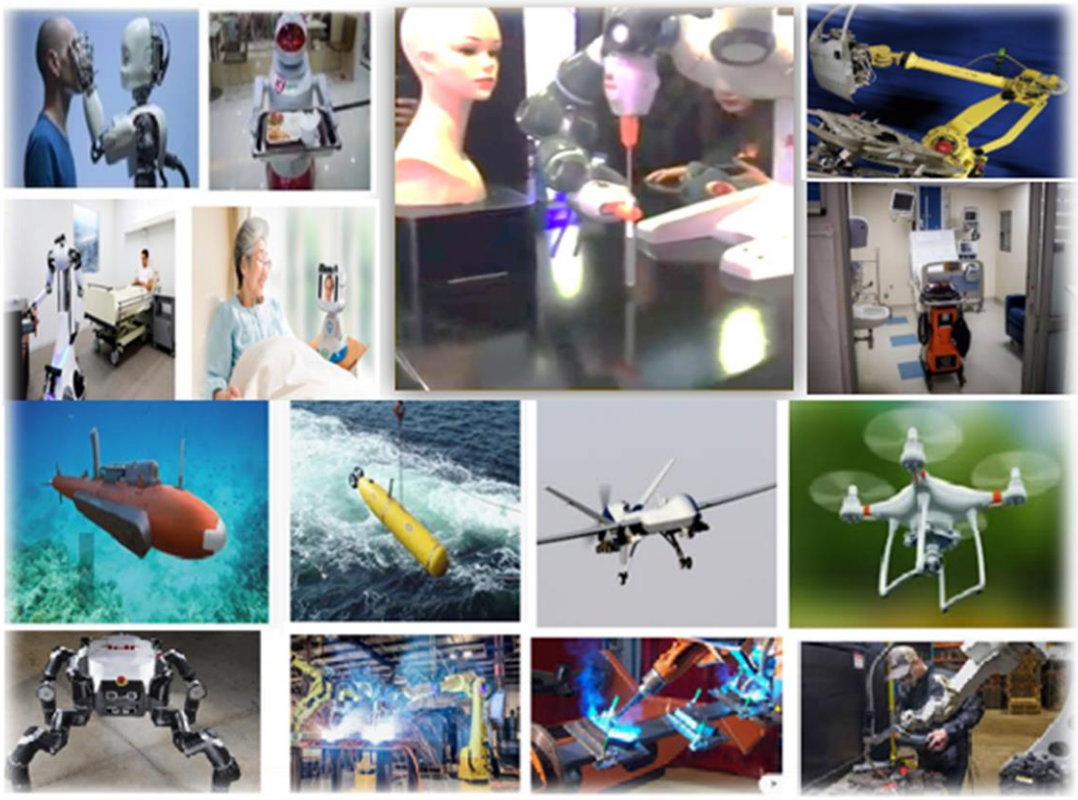
- **الاستاتيكا** : دراسة الأجسام غير المتحركة تحت أحمال معروفة ، و كيف تؤثر القوى على الأجسام الساكنة
- **الديناميكا** : دراسة كيفية تأثير القوى على الأجسام المتحركة. تشمل الكيناماتيك (حول الحركة والسرعة والتسارع) والكيناتيك (حول القوى والتسارع الناتج).
- **علم الكيناماتيك** : دراسة حركة الأجسام (الأجسام) والأنظمة (مجموعات الكائنات) ، مع تجاهل القوى التي تسبب الحركة. غالبًا ما تُستخدم الحركية في تصميم الآليات وتحليلها.
- **ميكانيكا الاتصال** : وهي طريقة لتطبيق الميكانيكا تفترض أن الأشياء متصلة (وليست منفصلة) عادة ما يستخدم المهندسون الميكانيكيون الميكانيكا في مراحل تصميم أو تحليل الهندسة. إذا كان المشروع الهندسي عبارة عن تصميم لمركبة ، فيمكن استخدام الإستاتيكا لتصميم إطار السيارة ، من أجل تقييم المكان الذي ستكون فيه الضغوط أشد. ويمكن استخدام الديناميكيات عند تصميم محرك السيارة ، لتقييم القوى في المكابس والحدبات أثناء دورات المحرك. يمكن استخدام ميكانيكا المواد لاختيار المواد المناسبة للإطار والمحرك. يمكن استخدام ميكانيكا الموائع لتصميم نظام تهوية للمركبة (انظر HVAC) ، أو لتصميم نظام التغذية بالوقود والهواء للمحرك.

الميكاترونيكس والروبوتية:

الميكاترونيكس هو مزيج من الميكانيكا والإلكترونيات. إنه فرع متعدد التخصصات من الهندسة الميكانيكية والهندسة الكهربائية وهندسة البرمجيات يهتم بدمج الهندسة الكهربائية والميكانيكية لإنشاء أنظمة هجينة. بهذه الطريقة ، يمكن أتمتة الآلات من خلال استخدام المحركات الكهربائية وآليات المؤازرة والأنظمة الكهربائية الأخرى جنبًا إلى جنب مع البرمجيات الخاصة. من الأمثلة الشائعة على نظام الميكاترونكس محرك الأقراص المضغوطة. تفتح الأنظمة الميكانيكية محرك الأقراص وتغلقه ، وتدير القرص المضغوط وتحرك الليزر ، بينما يقرأ النظام البصري البيانات الموجودة على القرص المضغوط ويحولها إلى وحدات بت. بينما يتحكم برنامج مدمج في العملية وينقل محتويات القرص المضغوط إلى الكمبيوتر.

الروبوتية هي تطبيق للميكاترونكس لإنشاء الروبوتات ، والتي غالبًا ما تستخدم في الصناعة لأداء مهام خطيرة أو غير محببة أو متكررة. قد تكون هذه الروبوتات بأي شكل وحجم ، ولكن جميعها مبرمجة مسبقًا وتتفاعل ماديًا مع العالم. لإنشاء روبوت ، يستخدم المهندس عادة الكينماتيك (لتحديد نطاق حركة الروبوت) والكيناتيك (لتحديد الاجهادات داخل الروبوت).

تستخدم الروبوتات على نطاق واسع في الهندسة الصناعية. فهي تسمح للشركات بتوفير اجور العمالة ، وأداء المهام التي تكون إما شديدة الخطورة أو دقيقة للغاية ويصعب علي البشرادائها علي نحو اقتصاديًا ، ولضمان جودة أفضل. تستخدم العديد من الشركات خطوط تجميع من الروبوتات ، خاصة في صناعات السيارات ويتم تشغيل بعض المصانع آليًا بحيث يمكن تشغيلها ذاتيا. و بعيدا عن المصنع ، تم استخدام الروبوتات في التخلص من القنابل واستكشاف الفضاء والعديد من المجالات الأخرى. تُباع الروبوتات أيضًا لمختلف التطبيقات الاجتماعية، من الترفيه إلى الاستخدامات المنزلية و شكل ٣-٢ يوضح بعض تطبيقات الميكاترونكس والروبوتية .



شكل ٣-٢ بعض تطبيقات الميكاترونكس والروبوتية.

تحليل المنشآت:

التحليل الإنشائي هو فرع من فروع الهندسة الميكانيكية (وكذلك الهندسة المدنية) مكرس لدراسة لماذا وكيف تنهار الاجسام والعناصر الانشائية ولإصلاح الأشياء وأدائها. تحدث الانهيارات في الهياكل الانشائية تبعا لنموذجين رئيسيين: الانهيار الاستاتيكي ، وانهيارحد الكلال. يحدث انهيارالمنشآت الاستاتيكي ، عند التحميل (مع تطبيق القوة) ، فينكسر االجسم الذي يتم تحليله أو يتشكل تشكلا لدناً ، اما الانهياربالكلال. فيحدث عندما ينهار جسم ما بعد عدد من دورات التحميل والتفريغ المتكررة. يحدث الكلال بسبب عيوب في الجسم فعلى سبيل المثال يبدأ بشق مجهري على سطح الجسم ، ثم يأخذ في التوسع قليلاً مع كل دورة (انتشار) حتى يصبح الشق كبيرًا بما يكفي لإحداث الانهيار النهائي.

لا يتم تعريف الانهيار ببساطة على أنه عندما ينكسر أحد الأجزاء ؛ ولكمن تعريفه عندما لا يعمل جزء على النحو المصمم . بعض الأنظمة ، مثل الأجزاء العلوية المثقبة لبعض الأكياس البلاستيكية ، مصممة للقطع. فإذا استعصت علي القطع ، فقد يتم استخدام تحليل الانهيار لتحديد السبب.

غالبًا ما يستخدم المهندسون الميكانيكيون التحليل الإنشائي بعد حدوث عطل ما ، أو عند التصميم لمنع الانهيار. غالبًا ما يستخدم المهندسون المستندات والكتب عبر الإنترنت مثل تلك التي نشرتها [ASM ٤٨] لمساعدتهم في تحديد نوع الفشل والأسباب المحتملة.

بمجرد تطبيق النظرية على التصميم الميكانيكي ، غالبًا ما يتم إجراء الاختبار المادي للتحقق من النتائج المحسوبة. يمكن استخدام التحليل الإنشائي في المكتب عند تصميم الأجزاء ، أو في الميدان لتحليل الأجزاء التالفة ، أو في المختبرات حيث قد تخضع الأجزاء لاختبارات انهيار مقننة.

الديناميكا الحرارية والعلوم الحرارية:

الديناميكا الحرارية هي علم تطبيقي يستخدم في العديد من فروع الهندسة ، بما في ذلك الهندسة الميكانيكية والكيميائية. الديناميكا الحرارية ، في أبسط صورها ، هي دراسة الطاقة واستخدامها وتحويلها من خلال نظام ما. عادةً ما تهتم الديناميكا الحرارية الهندسية بتغيير الطاقة من شكل إلى آخر. على سبيل المثال ، تقوم محركات السيارات بتحويل الطاقة الكيميائية من الوقود إلى حرارة ، ثم إلى عمل ميكانيكي يؤدي في النهاية إلي تدوير العجلات.

يتم استخدام مبادئ الديناميكا الحرارية من قبل المهندسين الميكانيكيين في مجالات نقل الحرارة ، والموائع الحرارية ، وتحويل الطاقة. يستخدم المهندسون الميكانيكيون العلوم الحرارية لتصميم المحركات ومحطات الطاقة ، وأنظمة التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) ، االمبادلات الحرارية ، والمشتتات الحرارية ، والمشعات ، والتبريد ، والعزل ، وغيرها.

التصميم والصياغة:

الصياغة أو الرسم الفني هو الوسيلة التي يصمم بها المهندسون الميكانيكيون المنتجات ويضعون تعليمات التصنيع للأجزاء. يمكن أن يكون الرسم الفني نموذجًا حاسوبيًا أو مخططًا مرسومًا يدويًا يوضح جميع الأبعاد اللازمة لتصنيع جزء ، بالإضافة إلى ملاحظات التجميع ، وقائمة بالمواد المطلوبة ، وغيرها من المعلومات ذات الصلة.

ويمكن الإشارة إلى المهندس الميكانيكي الأمريكي أو العامل الماهر الذي يقوم بإنشاء الرسومات الفنية كمحرر أو رسام. كانت الصياغة تاريخياً عملية ثنائية الأبعاد ، لكن برامج التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) تسمح الآن للمصمم بالإنشاء في ثلاثة أبعاد. و ينم تغذية التعليمات الخاصة بتصنيع الجزء المطلوب الي الماكينة المحددة، إما يدويًا ، من خلال تعليمات مبرمجة ، أو من خلال استخدام التصنيع بمساعدة الكمبيوتر (CAM) أو برنامج CAD / CAM المدمج. وقد يقوم المهندس أيضًا بتصنيع جزء يدويًا باستخدام الرسومات الفنية. ومع ذلك ، مع ظهور التصنيع باستخدام الحاسب الآلي (CNC) ، يمكن الآن تصنيع الأجزاء دون الحاجة إلى تدخل الفنيين . تتضمن عمليات التصنيع اليدويً بشكل عام ، الطلاء بالرش ، والتشطيبات السطحية ، والعمليات الأخرى التي لا يمكن أن تقوم بها الآلة اقتصاديًا أو عمليًا. تستخدم الصياغة في كل فرع من فروع الهندسة الميكانيكية تقريبًا، وفي العديد من فروع الهندسة والعمارة الأخرى. تُستخدم النماذج ثلاثية الأبعاد التي تم إنشاؤها باستخدام برنامج CAD بشكل شائع أيضًا في تحليل العناصر المحدودة (FEA) وديناميكيات الموائع الحسابية (CFD).

ادوات حديثة:

بدأت العديد من شركات الهندسة الميكانيكية ، وخاصة تلك الموجودة في الدول الصناعية ، في دمج برامج الهندسة بمساعدة الكمبيوتر (CAE) في عمليات التصميم والتحليل الحالية ، بما في ذلك التصميم بمساعدة الكمبيوتر (CAD) للنمذجة ثنائية وثلاثية الأبعاد. تتمتع هذه الطريقة بالعديد من الفوائد ، بما في ذلك التصور الأسهل والأكثر شمولاً للمنتجات ، والقدرة على إنشاء تجميعات افتراضية للأجزاء ، وسهولة الاستخدام في تصميم العلاقات التجميعية والتجاوزات.

تتضمن برامج CAE الأخرى التي يشيع استخدامها من قبل المهندسين الميكانيكيين أدوات إدارة دورة حياة المنتج (PLM) وأدوات التحليل المستخدمة لأداء عمليات المحاكاة المعقدة. يمكن استخدام أدوات التحليل للتنبؤ باستجابة المنتج للأحمال المتوقعة ، بما في ذلك حد الكلال وقابلية التصنيع. تتضمن هذه الأدوات تحليل العناصر المحدودة (FEA) ، وديناميكيات الموائع الحسابية (CFD) ، والتصنيع بمساعدة الكمبيوتر (CAM).

باستخدام برامج CAE ، يمكن لفريق التصميم الميكانيكي تكرار عملية التصميم بسرعة وبتكلفة زهيدة لتطوير منتج يلبي بشكل أفضل متطلبات التكلفة والأداء والمحددات الأخرى. لا يلزم إنشاء نموذج أولي مادي حتى يقترب التصميم من الاكتمال ، مما يسمح بتقييم مئات أو آلاف التصميمات ، بدلاً من عدد قليل نسبيًا. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن لبرامج تحليل CAE نمذجة الظواهر الفيزيائية المعقدة التي لا يمكن حلها يدويًا ، مثل اللزوجة المرنة أو الاتصال المعقد بين عناصرالازدواجات أو التدفقات اللانيوتونية.

عندما تبدأ الهندسة الميكانيكية في الاندماج مع التخصصات الأخرى ، كما يتجلي في الميكاترونكس ، يتم استخدام تحسين التصميم متعدد التخصصات (MDO) مع برامج CAE الأخرى لأتمتة عملية التصميم التكراري وتحسينها. استخدام أدوات MDO مع عمليات CAE الحالية ، يسمح بمواصلة تقييم المنتج علي مدار اليوم حتى بعد عودة الباحث إلى المنزل . كما أنهم يستخدمون خوارزميات تحسين متطورة لاستكشاف التصاميم الممكنة بشكل أكثر ذكاءً ، وغالبًا ما يجدون حلولًا أفضل ومبتكرة لمشاكل التصميم متعددة التخصصات الصعبة.

بعض مجالات البحث في مجال الهندسة الميكانيكية:

يدفع المهندسون الميكانيكيون باستمرار حدود ما هو ممكن ماديًا من أجل إنتاج آلات وأنظمة ميكانيكية أكثر أمانًا وأرخص واعلي كفاءة. بعض التقنيات مجال للبحث في طليعة مجالات البحث في الهندسة الميكانيكية و منها :

١- الأنظمة الكهروميكانيكية الدقيقة (MEMS)
٢- اللحام الاحتكاكي التقليبي (FSW)
٣- اللحام الاحتكاكي (FW)
٤- المواد المركبة
٥- ميكاترونكس
٦- تقنية النانو
٧- تحليل العنصرالمحدودة
٨- الميكانيكا الحيوية
٩- ديناميكا الموائع الحسابية

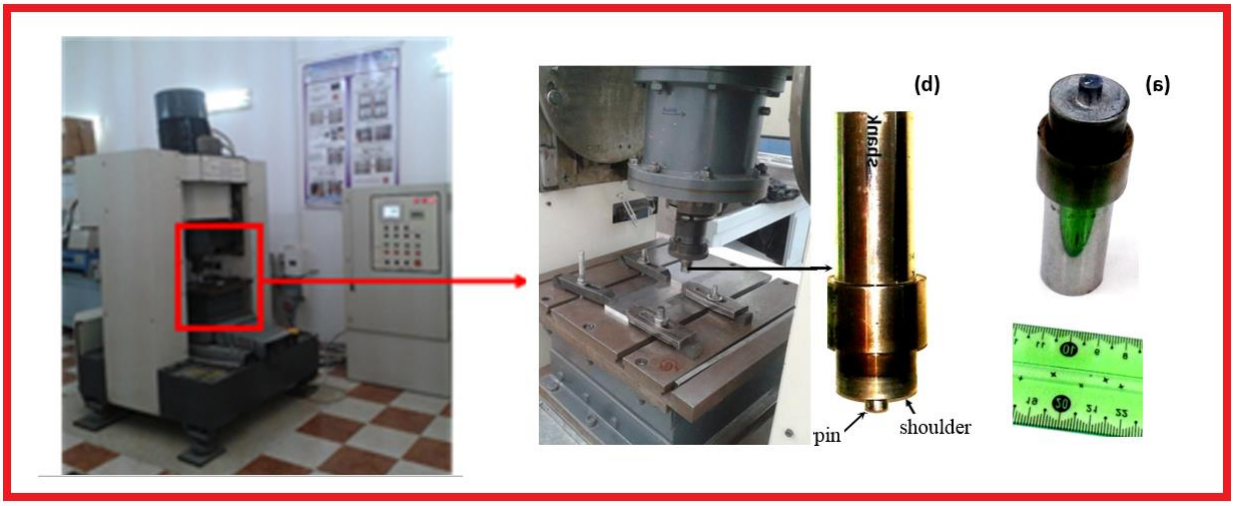
الأنظمة الكهروميكانيكية الدقيقة (MEMS) :

\يتم تصنيع المكونات الميكانيكية علي المستوي المجهري مثل النوابض والتروس وأجهزة نقل السوائل والحرارة من مجموعة متنوعة من مواد الركيزة مثل السيليكون والزجاج والبوليمرات مثل SU٨. من أمثلة مكونات نظام MEMS مقاييس التسارع التي تُستخدم كأجهزة استشعار للوسادة الهوائية في السيارة ، وهواتف خلوية حديثة ، وجيروسكوبات لتحديد المواقع بدقة وأجهزة ميكروفلويديك المستخدمة في التطبيقات الطبية الحيوية.

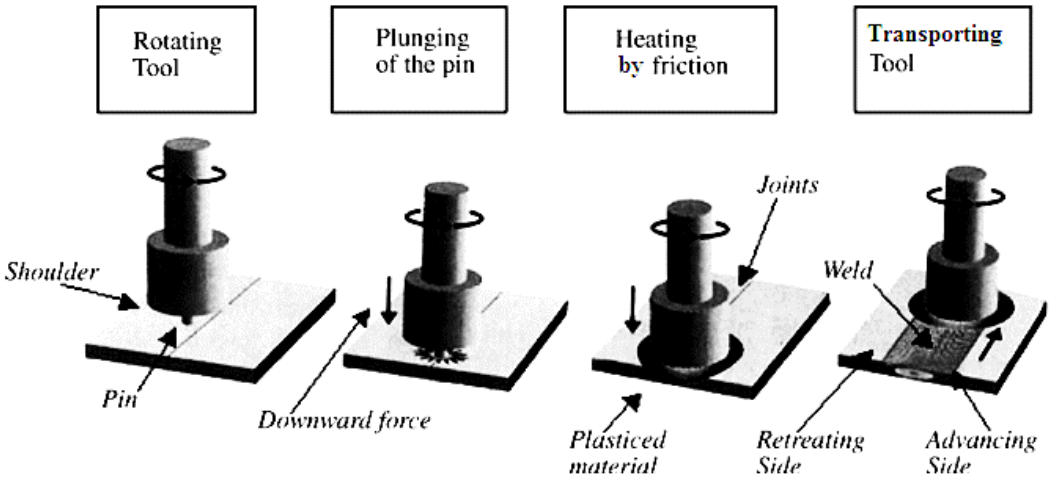
اللحام الاحتكاكي التقليبي Friction stir welding(FSW) :

تم اكتشاف اللحام بالاحتكاك التقليبي، وهو نوع جديد من اللحام ، في عام ١٩٩١ من قبل معهد اللحام (TWI). تلك الطريقة المبتكرة التي تصنف ضمن طرق اللحام في الحالة الصلبة ، اي بدون صهر، تمكننا من وصل مواد كانت غير قابلة للحام بالطرق التقليدية ، بما في ذلك العديد من سبائك الألومنيوم. إنه يلعب دورًا مهمًا في البناء المستقبلي للطائرات ، ويحتمل أن يحل محل المسامير. تشمل الاستخدامات الحالية لهذه التقنية حتى الآن لحام طبقات الخزان الخارجي من مكوك الفضاء الخارجي من الألومنيوم ، ومركبة Orion Crew ، ومركبات Boeing Delta II و Delta IV القابلة للاستهلاك ، وصاروخ

١ SpaceX Falcon ، وطلاء الدروع للسفن الهجومية البرمائية ، ولحام أجنحة وألواح جسم الطائرة لطائرة ٥٠٠ Eclipse الجديدة من Eclipse Aviation من بين مجموعة متزايدة من الاستخدامات و يوضح شكل ٣-٣ ماكينة اللحام بالأحتكاك التقليبي بينما يوضح شكل ٣-٤ خطوات اللحام الاحتكاكي التقليبي (FSW).



شكل ٣-٣ ماكينة اللحام بالأحتكاك التقليبي Friction stir welding(FSW) machine



شكل ٣-٤ خطوات اللحام الاحتكاكي التقليبي (FSW)

المواد المركبة MATERIALS COMPOSITE:

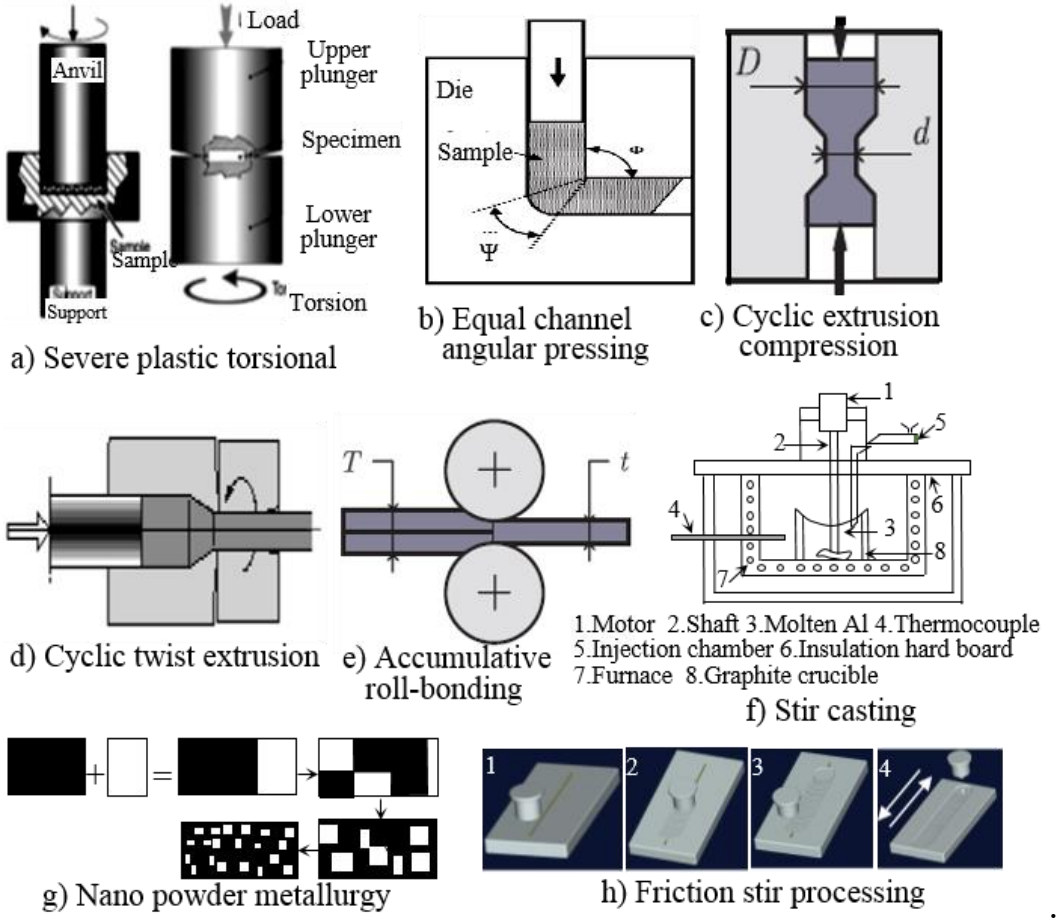
المركبات أو المواد المركبة هي مزيج من المواد التي توفر خصائص فيزيائية مختلفة عن خواص أي مادة داخلة في تركيبها على حدة. تركز أبحاث المواد المركبة في الهندسة الميكانيكية عادةً على تصميم (وبالتالي ، إيجاد تطبيقات) مواد أقوى أو أكثر صلابة أثناء محاولة تقليل الوزن ، وقابلية التآكل ، وعوامل أخرى غير مرغوب فيها. على سبيل المثال ، تم استخدام المركبات المقواة بألياف الكربون في تطبيقات متنوعة مثل المركبات الفضائية وقضبان الصيد.

ميكاترونكسMechatronics :

الميكاترونكس هو مزيج تآزري من الهندسة الميكانيكية والهندسة الإلكترونية وهندسة البرمجيات. بدأ تخصص الميكاترونكس كطريقة للجمع بين المبادئ الميكانيكية والهندسة الكهربائية. تستخدم مفاهيم الميكاترونيك في غالبية الأنظمة الكهروميكانيكية. من التطبيقات الكلاسيكية للميكاترونيك في مجال الحساسات والقياس، مقاييس الضغط والمزدوجات الحرارية ومحولات الضغط .

تقنية النانو Nano- Technology:

ان تقنية النانو ماهي الا الهندسة الميكانيكبة عند تطبيقها علي اصغر المقاييس وهي المستوي الجزيئي أو الذري ، فأحد الاهداف المرجوة من تقنية النانوهو إنشاء مُجمِّع جزيئي لبناء الجزيئات والمواد عن طريق التخليق الميكانيكي. ، يظل هذا الهدف ضمن الهندسة الاستكشافية. تشمل مجالات أبحاث الهندسة الميكانيكية الحالية في مجال تكنولوجيا النانو المرشحات النانوية ، والأغشية النانوية ، والبنى النانوية ، من بين أمور أخرى و يوضح شكل ٣-٥ بعض طرق تصنيع مواد نانو بتقنية النانو.



شكل ٣-٥ بعض طرق تصنيع مواد نانو بتقنية النانو

تحليل العنصرالمحدودة:

تحليل العناصر المحدودة هو أداة حسابية تستخدم لتقدير الإجهاد والانفعال والتشوه المرن في الأجسام الصلبة. يستخدم تمثيلا شبكيًا بأحجام محددة بواسطة المصمم لقياس الكميات المادية في العقدة. وكلما زاد عدد العقد ، زادت الدقة. هذا المجال ليس جديدًا ، لأن أساس تحليل العناصر المحدودة (FEA) أو طريقة العناصر المحدودة (FEM) يعود إلى عام ١٩٤١. ولكن تطور أجهزة الكمبيوتر جعل FEA / FEM

خيارًا قابلاً للتطبيق لتحليل المشكلات الهيكلية. تستخدم العديد من الرموز التجارية مثل NASTRAN و ANSYS و ABAQUS على نطاق واسع في الصناعة للبحث وتصميم المكونات. أضافت بعضبرامج النمذجة ثلاثية الأبعاد وحزم برامج CAD وحدات FEA. في الآونة الأخيرة ، أصبحت منصات المحاكاة السحابية مثل SimScale أكثر شيوعًا.

يتم استخدام تقنيات أخرى مثل طريقة الفروق المحدودة (FDM) وطريقة الحجم المحدود (FVM) لحل المشكلات المتعلقة بنقل الحرارة والكتلة ، وتدفق الموائع ، وتفاعل سطح المائع ، إلخ.

الميكانيكا الحيوية:

الميكانيكا الحيوية هي تطبيق المبادئ الميكانيكية على الأنظمة البيولوجية ، مثل البشر والحيوانات والنباتات والأعضاء والخلايا. تساعد الميكانيكا الحيوية أيضًا في تكوين الأطراف الاصطناعية والأعضاء الاصطناعية للإنسان. ترتبط الميكانيكا الحيوية ارتباطًا وثيقًا بالهندسة ، لأنها غالبًا ما تستخدم العلوم الهندسية التقليدية لتحليل الأنظمة البيولوجية. يمكن لبعض التطبيقات البسيطة لميكانيكا نيوتن وعلوم المواد أن توفر التقريبات الصحيحة لميكانيكا العديد من الأنظمة البيولوجية.

في العقد الماضي ، اكتسبت الهندسة العكسية للمواد الموجودة في الطبيعة مثل مادة العظام تمويلًا في الأوساط الأكاديمية. تم تحسين بنية مادة العظام بغرض تحمل قدر كبير من اجهاد الضغط لكل وحدة وزن. الهدف هو استبدال الفولاذ الخام بالمواد الحيوية للتصميم الإنشائي.

على مدار العقد الماضي ، دخلت طريقة العناصر المحدودة (FEM) أيضًا إلى قطاع الطب الحيوي لتسليط الضوء على جوانب هندسية أخرى للميكانيكا الحيوية. منذ ذلك الحين ، رسخت FEM نفسها كبديل للتقييم الجراحي في الجسم الحي وحصلت على قبول واسع من الأوساط الأكاديمية. تكمن الميزة الرئيسية للميكانيكا الحيوية الحاسوبية في قدرتها على تحديد الاستجابة التشريحية الداخلية للجسم ، دون التعرض للقيود الأخلاقية. وقد أدى ذلك إلى أن تصبح نماذج FE منتشرة في كل مكان في العديد من مجالات الميكانيكا الحيوية بينما اعتمدت العديد من المشاريع فلسفة المفتوحة المصادر المفتوحة (مثل BioSpine).

ديناميكا الموائع الحسابية:

ديناميات الموائع الحسابية ، عادة ما يتم اختصارها باسم CFD ، هي فرع من ميكانيكا الموائع تستخدم الطرق والخوارزميات العددية لحل المشكلات التي تنطوي على تدفقات الموائع وتحليلها. تُستخدم أجهزة الكمبيوتر لإجراء الحسابات المطلوبة لمحاكاة تفاعل السوائل والغازات مع الأسطح المحددة بشروط حدودية. باستخدام أجهزة الكمبيوتر فائقة السرعة ، يمكن الوصول إلى حلول أفضل. ينتج عن الأبحاث الجارية برامج تعمل على تحسين دقة وسرعة سيناريوهات المحاكاة المعقدة مثل التدفقات المضطربة. يتم إجراء التحقق الأولي من مثل هذا البرنامج باستخدام نفق هوائي مع إجراء التحقق النهائي في اختبار شامل ، على سبيل المثال اختبارات الطيران.

هندسة الصوتيات:

الهندسة الصوتية هي واحدة من العديد من التخصصات الفرعية الأخرى للهندسة الميكانيكية وهي تطبيق الصوتيات. الهندسة الصوتية هي دراسة الصوت والاهتزاز. يعمل المهندسون بشكل فعال للحد من التلوث الضوضائي في الأجهزة الميكانيكية والمباني عن طريق عزل الصوت أو إزالة مصادر الضوضاء غير المرغوب فيها. يمكن أن تتراوح دراسة الصوتيات من تصميم أكثر كفاءة للسمع أو الميكروفون أو سماعة الرأس أو استوديو التسجيل إلى تحسين جودة الصوت في قاعة الأوركسترا. تتعامل الهندسة الصوتية أيضًا مع اهتزاز الأنظمة الميكانيكية المختلفة.

الهندسة الكهربائية:

هي تخصص يهتم بدراسة وتطبيقات علوم الكهرباء والإلكترونيات والمجالات الكهرومغناطيسية.

أصبح هذا المجال معروفاً في أواخر القرن التاسع عشر وذلك بعد انتشار التلغراف ومحطات إمداد الطاقة. والآن يغطي هذا المجال عدداً من المواضيع الفرعية والتي تتضمن الطاقة والإلكترونيات ونظم التحكم الآلي ومعالجة الإشارات والاتصالات اللاسلكية.

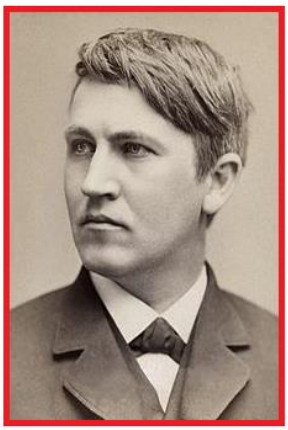
ومن الممكن أن نقول أن الهندسة الكهربائية قد تتضمن أيضاً هندسة الإلكترونيات وقد لا تتضمنها. ويمكن التفريق بينهما حيث تهتم هندسة الكهرباء بالأمور المتعلقة بنظم الكهرباء عالية الجهد مثل نقل الطاقة والتحكم في المحركات، بينما تتعامل هندسة الإلكترونيات مع دراسة النظم الإلكترونية ذات المقاييس المنخفضة (تيار منخفض –جهد منخفض)، ويتضمن ذلك علوم الحاسبات والدوائر المتكاملة.

وتتناول الهندسة الكهربائية دراسة وتصميم العديد من النظم الكهربائية والإلكترونية المختلفة، مثل الدوائر الكهربائية والمولدات، المحركات، المحولات، مولد القدرة غير المنقطعةUPS ، المواد المغناطيسية وغيرها من الأجهزة الكهرومغناطيسية والكهروميكانيكية.

تاريخ وأعلام الهندسة الكهربائية:

✓ توماس أديسون:

ظهر الاهتمام العلمي بالكهرباء منذ بدايات القرن السابع عشر على الأقل. فيعتقد أن أول مهندس كهرباء هو وليام جلبرت الذي صمم آلة لاكتشاف الأجسام ذات الشحنات الكهربية الساكنة. وهو من فرَّق بين المغناطيسية والكهربية الساكنة، كما يعتقد بأنه أول من أنشأ مصطلح الكهرباء. وفي بادئ الأمر كانت كل الاكتشافات والاختراعات تتعلق بالشحنة. وبدأ فصل الهندسة الكهربائية عن الفيزياء في زمن توماس اديسون وفيرنر فون سيمنس. وفي عام ١٧٥٢ اخترع بينيامين فرانكلين موصلة الصواعق ونشر بين ١٧٥١ و١٧٥٣ نتائج تجاربه تحت عنوان "تجارب ومشاهدات عن الكهرباء" (Experiments and Observations on Electricity). في العام ١٨٠٠ قام الكساندر فولتا ببناء بطاريته الأولى المسماة "عمود فولتا" بعد اعجابه بتجربة اجراها لويجي جالفاني عام ١٧٩٢. في العام ١٨٢٠ قام هانز كريستيان اورستد بعمل تجارب عن انحناء ابرة البوصلة بتاثير التيار الكهربي. وفي نفس العام كرر اندريه ماري امبير تلك التجربة واثبت ان سلكين يمر فيهما التيار يؤثران بقوى على بعضهما البعض وعرف خلالها الجهد الكهربي والتيار الكهربي و يوضح شكل ٣-٥ صورة العالم توماس أديسون



شكل ٣-٥ توماس أديسون

✓ **مايكل فاراداي:**

مايكل فاراداي (ينطق أيضا ميشيل فاراداي) قدم أعمال كبيرة في مجال الفيضين الكهربي والمغناطيسي، وعرف أيضا خطوط المجال. وبناء على أعمال فاراداي قدم جيمس كليرك ماكسويل أعمالا في إكمال نظرية الكهرومغناطيسية والكهروديناميكية. وقدم عام ١٨٦٤ معادلات ماكسويل والتي تعتبر أحد أهم أسس الهندسة الكهربية و يوضح شكل ٣-٦ صورة العالم مايكل فاراداي.

شكل ٣-٦ العالم مايكل فاراداي.

و تطور مجال إنتاج الطاقة الكهربائية والضوء في نفس السنوات أدت لزيادة الطلب على مهندسوا كهرباء ذوي تجربة. في نفس الفترة تم الحصول على المؤهلات الهندسية من خلال التخصصات بأطر اعمال هندسية. هذه الطريقة اهلت مهندسوا بناء ومهندسو ماكينات لكنها فشلت بان تؤهل مهندسوا كهرباء على ضوء تسارع المجال، ولم يكن هناك مهندسو كهرباء يدرسون الموضوع لطلاب هندسه الكهرباء.

بشكل طبيعي مهمة تعليم وتأهيل مهندسوا الكهرباء وقعت على عاتق الفيزيائين، حيث انه لم يكن لاحد اخر العلم بمجال الكهرباء المطلوب والقدرة لتوصيله لاكبر عدد من الطلاب.

المخترعون اعتمدو على اكتشافات الفيزياء المختلفة، والفيزيائيون هاجموا مشاكل تكنولوجيا ما بين محرك البخار ومشاكل بمجال اضمحلال الاشارات الكهربائية المرسلة عبر التيلغراف، مع ذلك قليل جدا هم المهندسون في القرن ال ١٩ الذين فكروا بالتعليم الاكاديمي في مجال الفيزياء كالطريق الأفضل للنجاح بموضوعهم.

اقسام هندسه الكهرباء في المعاهد التعليمية حافظت على علاقة وطيدة لفترة طويلة مع اقسام الفيزياء بعد ان انقسموا منهم، ونبقى نلاحظ حتى المراحل المتقدمه ان الفرق ما بين ابحاث الفيزياء وهندسه الكهرباء تكاد لا ترى.

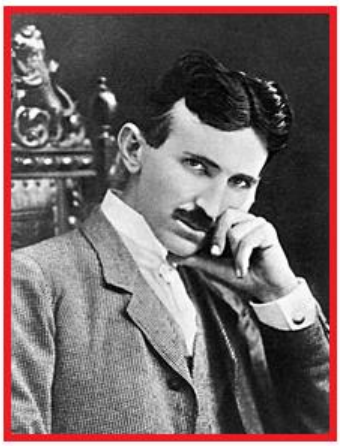
✓ **فيليب رايس:**

اخترع عام ١٨٦٠ الهاتف في معهد جارنيير في فريدريكسدورف إلا أن اختراعه لم ينل القدر الكافي من الاهتمام، إلى أن "اخترع" ألكسندر غراهام بيل عام ١٨٦٧ أول هاتف قابل للتسويق ونجح بالفعل في تسويقه.

في اطار هندسة التيار العالي يعتبر فيرنر فون سيمنس أحد أهم الاعلام حيث اكتشف عام ١٨٦٦ مبدأ الدينامو وبنى به أول مولد كهربي وبذلك أصبحت الكهرباء وللمرة الأولى متاحة للاستخدام وبكميات كبيرة. وفي العام ١٨٧٦ اخترع توماس إديسون مصباح خيط الكربون مما اعطى الكهرباء دفعة كبيرة إلى داخل المجتمع المدني. في نفس الوقت عمل نيكولا تسلا وميكايل فون دوليفو-دوبروولسكي على تطوير التيار المتردد والذي يعتبر أساس الطاقة إلى يومنا هذا.

✓ **نيكولا تسلا**

في العام ١٨٨٣ أسس ايراسموس كيتلر تخصص الهندسة الكهربائية في جامعة دارمشتات التقنية في ألمانيا (TU-Darmstadt) لتصبح أول مرة تدرس فيها في العالم. واستمرت الدراسة لمدة أربع سنوات ليتخرج الطالب بلقب مهندس كهربائي و يوضح شكل ٣-٧ صورة العالم نيكولا تسلا.



شكل ٣-٧ العالم نيكولا تسلا

استطاع هاينريش رودولف هيرتز في العام ١٨٨٤ اثبات معادلات ماكسويل عمليا، واثبت وجود الموجات الكهرومغناطيسية ليصبح بذلك مؤسس علم النقل اللاسلكي للإشارات ومؤسس هندسة الاتصالات.

في عام ١٨٩٦ شغل غوغليلمو ماركوني أول محطة إرسال لاسلكية على مسافة ٣ كم، وبناء على أعماله أصبحت في العام ١٩٠٠ أولى محطات الإرسال والاستقبال الراديوي متوفرة تجاريا. عام ١٩٠٥ اخترع جون فليمينغ أول صمام ثنائي، ليتبعه عام ١٩٠٦ روبرت فون ليبن ولي دو فوريس بالصمام الثلاثي. والتي اعطت مهندسي الاتصالات زخما جديدا كعنصر لتقوية الإشارة.

جون لوجي بيرد اخترع عام ١٩٢٦ أول جهاز تلفاز ميكانيكي بسيط، وفي عام ١٩٢٨ التلفاز الملون. وفي نفس العام تمت أول عملية بث للتلفاز عبر المحيط من لندن إلى نيويورك. وفي العام ١٩٣١ قدم مانفريد فون اردينه أو تلفاز كهربائي على أساس اسطوانة أشعة الكاثود.

عام ١٩٤٢ قدم الألماني كونراد تسوزه أول حاسوب كامل الوظائف تحت مسمى Z٣، ليلحقه في العام ١٩٤٦ جون ايكرت وجون ماوكلي بجهازهما ENIAC اختصارا لـ" الحاسوب والمكامل العددي الإلكتروني" (Electronic Numerical Integrator and Computer) ليعلن رسميا عن زمن الحاسوب، الأمر الذي قدم خدمات كبيرة للمؤسسات العلمية مثل ناسا التي اعتمدت الحواسيب لدعم برنامجها أبولو.

اختراع الترانزيستور على ايدي وليام شوكلي، جون باردين ووالتر براتاين عام ١٩٤٧ في معامل بيل فتح امام الجميع افاق جديدة في تقنية اشباه الموصلات والدوائر المتكاملة وسمح للمصنعين بتصغير حجم الأجهزة بشكل دراماتيكي.

في العام ١٩٥٨ اخترع جي سي ديفول وجاي انغلبرجر أول روبوت صناعي ليستخدم عام ١٩٦٠ لاول مرة في مصانع جينرال موتورز.

وفي معامل شركة انتل الأمريكية اخترع مارشيان هوف في العام ١٩٦٨ أول معالج دقيق بطلب من شركة يابانية لتصميم جهاز حاسب صغير الحجم ليتم في العام ١٩٦٩ تصنيع أول معالج دقيق تحت اسم (intel ٤٠٠٤).

قامت شركة فيليبس عام ١٩٧٨ بتصنيع أول قرص مدمج CD لتخزين البيانات رقميا، وبعد تعاون مع شركة سوني نتج عام ١٩٨٢ القرص المدمج الصوتي Audio-CD لينتج في النهاية نسق الـ CD-ROM في عام ١٩٨٥.

بعض تخصصات هندسة الكهرباء:

١- هندسة الاتصالات:

بمساعدة هندسة الاتصالات يتم نقل المعلومات عن طريق النبضات الكهربية أو الموجات الكهرومغناطيسية من المرسل إلى مستقبل واحد أو عدة مستقبلين. ومن اهتمامات هندسة الاتصالات ايصال المعلومة مع اقل قدر من الخسائر في البيانات، وكذلك أيضا نظم معالجة الإشارات كالتشفير، فك التشفير والتنقية وتعتبر إحدى الدراسات المتوقع تأثيرها على مستقبل الطاقة في العالم.

٢- هندسة الإلكترونيات:
تهتم الهندسة الإلكترونية بتطوير وتصنيع واستخدامات المكونات الالكترونية مثل مكثف، مستحث وعناصر اشباه الموصلات كالصمام الثنائي والترانزيستور.

المايكرو إلكترونيك، أحد فروع الهندسة الإلكترونية التي تهتم بتطوير الدوائر المتكاملة (IC) من المواد أشباه الموصلات. مثال على الدوائر المتكاملة: المعالجات.

لا يعتبر المكثف والملف قطع إلكترونية وانما قطع كهربائية ومع ذلك فهي جزء هام في تكوين الدوائر الإلكترونية مثل دوائر الرنين المستخدمة في الإرسال والاستقبال، ودوائر الموائمة الإلكترونية والشبكات التحليلية.

٣- هندسة الطاقة:

تهتم هندسة الطاقة بإنتاج ونقل وتحويل الطاقة الكهربائية عن طريق تصميم أجهزة كالمحولات والمولدات والمحركات الكهربائية. معظم حكومات العالم توزع الكهرباء عن طريق بناء محطات كهرباء بها مولدات، هذه المولدات تولد الطاقة الكهربائية ثم توزعها على المستهلكين. يعمل مهندسوا الكهرباء على تصميم وصيانة محطات الكهرباء.

٤- هندسة المحركات:

تعمل هندسة المحركات على تحويل الطاقة الكهربائية بواسطة آلات كهربائية (محركات كهربائية) إلى طاقة ميكانيكية. وتعتبر هندسة المحركات ذات أهمية عالية لتقنيات الأتمته حيث أن الكثير من المحركات الميكانيكية يتم تشغيلها كهربائيا. وتلعب الهندسة الالكترونية دورا مهما في اطار هندسة المحركات، من ناحية في مجال التحكم بالمحركات، ومن ناحية أخرى في مجال تخفيض الاستهلاك إلكترونيا. و المحركات الكهربائية المعروفة تعمل على استخدام قطبين كهربائين وركيزة مركزية فتبدأ الركيزة بالدوران عند تضاد القطبين مع بعضهما.

٥- هندسة الحاسوب:

ما زالت هندسة الحاسوب في بعض الأنظمة الجامعية تعد إحدى شعب الهندسة الكهربائية إلا أنها لم تعد تأخذ المفهوم التقليدي المتعارف في الأربعينيات حين كانت أغلب مكونات الحاسوب موصلات كهربائية ذات أعداد هائلة. أصبح مفهوم هندسة الحاسوب متشعبا في عدة مجالات منها التصميم والصيانة،

البرمجة، الأنظمة والشبكات. لكن مع التطورات الإلكترونية الهائلة أصبح تخصص هندسة الحاسوب يتطور شيئا فشيئا مع الاحتفاظ برونقه الكهربائي، لكن باستقلالية معينة لهذا الفرع الهندسي.

٦- هندسة التحكم الآلي والأتمتة الصناعية:

تقوم الأتمتة (التحكم الآلي) على توظيف تقنيات التحكم والقياس والتقنية الرقمية لتحويل خطوات العمل اليدوية إلى ذاتية التحكم. وتعتبر هندسة التنظيم أحد أهم فروع الأتمتة حيث تستخدم على سبيل المثال في تثبيت عدد دورات المحركات الكهربية، أو في أنظمة الطيار الآلي وأيضا في أنظمة الثبات في السيارة مثل ESP لمنع الانزلاق، وكذلك التحكم بحرارة الثلاجات المنزلية، ومراقبة العمليات الصناعية. وقد تجعل الأتمتة من خواص نظام القدرة الكهربائية حيث يتم التحكم بجميع عناصر شبكة القدرة من محولات ومولّدات وأجهزة حماية وأنظمة قياس عن بعد وبطريقة آلية.

٧- الهندسة الكهربائية النظرية:

تقوم الكهربائية النظرية بايصال القواعد النظرية والاوصاف والشروحات الفيزيائية المستفادة من علم الكهرباء. وتنقسم إلى عدة أقسام منها نظرية الفيض لنقاش معادلات ماكسويل ونظرية الدوائر لتحليل الدوائر.

٨- هندسة الإشارة:

هندسة الإشارة هو المجال الذي يعنى بتحليل وتغيير الإشارات .يوجد نوعين من الإشارات: تناظرية ورقمية. معالجة الإشارات يتطلب مهارات رياضية عالية. معالجة الإشارات لها تطبيقات عديدة في مختلف المجالات مثل الهندسة الطبية، هندسة الأصوات، الرادارات، هندسة الاتصالات وغيرها الكثير. غالبا ما يتم استبدال أنظمة الإشارات التناظرية بأنظمة الإشارات الرقمية. هذا النوع من الأجهزة موجود في العديد من الآلات التي نستخدمها كل يوم مثل التلفاز والراديو و أجهزة الهواتف النقالة. يتم استخدام الحاسوب غالبا في معالجة الإشارات. الهدف من هذه الإشارات هونقل المعلومات من شخص إلى آخر، كما هو الحال عند التكلم على الهاتف.

الهندسة المدنية (Civil engineering):

الهندسة المدنية (Civil engineering) أحد فروع الهندسة والمعنية بدراسة وتصميم وتحليل المنشآت المدنية المختلفة كالأبنية السكنية والخدمية والطرق والجسور والأنفاق والمطارات والموانئ وشبكات إمداد مياه الشرب ومحطات ضخ المياه وشبكات الصرف الصحي ومحطات التنقية ومعالجة المياه والسدود وكذلك مشاريع الري، والإشراف على عمل هذا المنشآت أثناء فترة استمرارها، لذا لا يجوز حصر هذا العلم بأنه العلم المعني بالتصميم وحده فقط.

وهي كأي علم تتطور باستمرار ودون توقف وفي الآونة الحديثة ترابطت مع التطور الصناعي بشكل كبير لإنتاج مواد إنشائية جديدة ومتطورة تفي بالمتطلبات التي تكون دائما متزايدة من المجتمع.

ومن الأمثلة على ذلك البلاستيك المسلح بالألياف الزجاجية والذي يعد مادة خفيفة الوزن وذات صلابة عالية تقارب صلابة الصخر وتصنع بقوالب حسب التصميم المطلوب واللون المطلوب، فتستطيع الحصول على مبنى بأقواس وقناطر وواجهات كأنها حجرية ولا يمكن تمييزها إلا بصعوبة وبنفس الوقت وزنها لايساوي ٢٠% من وزن نفس الحجم من الحجر الطبيعي. كذلك الخرسانة المسلحة بالألياف الزجاجية والتي تمتاز بالقوة الكبيرة والمتانة.

تاريخ الهندسة المدنية:

الهندسة المدنية هي فرع من فروع الهندسة وأكثرها التصاقا بنشأة الإنسان وتطوره عبر السنين والعصور، والمحفز الأساسي للمنتجات المعملية .

يصعب تحديد تاريخ نشأة وبداية الهندسة المدنية، إلا أن تاريخ الهندسة المدنية هو مرآة لتاريخ البشر على هذه الأرض. فالإنسان القديم عندما يحتمي بالكهوف من عوامل الطقس والبيئة القاسية، وعندما يستغل جذع شجرة لعبور نهر فهذا من صميم الهندسة المدنية. لقد ولدت مع ولادة الإنسان الأول منذ بدأ البحث عن مأوى يضمه.

وعبر العصور والسنين تقف معالم الهندسة المدنية شاهداً على حضارات الشعوب وعلى بلوغ الهندسة المدنية لمواقع مهمة في تاريخ وحياة تلك الحضارات والشعوب، فالكعبة المشرفة بمكة رفع قواعدها خليل الرحمن إبراهيم عليه السلام و أهرامات الجيزة في مصر وحدائق بابل المعلقة وسور الصين العظيم ما هي إلا شواهد مدنية قائمة علي تطور حضارات تلك الشعوب ورقيها. ويعلم الجميع بأن ما يقال عن عجائب العالم السبعة ما هي إلا معالم من منجزات مهندسي تلك الشعوب وتلك الحضارات.

حيث تم بناء سور الصين العظيم في فترة قياسية لا تزيد عن عشر سنوات، وبطول يزيد عن ٢٥٠٠ كيلومترا، وكان ذلك سنة ٢٠٠ قبل الميلاد. وفي الامبراطورية الرومانية كانت شبكات الطرق المعبدة بالآجر تربط مدن الامبراطورية وتدعم سيل التجارة.

ولعل أول ذكر لكلمة الهندسة المدنية قد جاء في تاريخ الإمبراطورية الرومانية حيث صنفت الهندسة لفرعين هما الهندسة العسكرية، وتعنى بالقلاع والحصون وتطوير السلاح، والهندسة المدنية وتعنى بالإنسان واحتياجاته مثل تشييد المساكن و تعبيد الطرق وبناء الجسور و السدود وشق القنوات للزراعة وجلب الدولة الإسلامية؛ حيث تفنن البناؤون والمهندسون العرب في بناء المساجد والكنائس التي لا تزال قائمة تؤدى الصلوات فيها حتى الوقت الحاضر كأكبر شاهد على فن العمارة الإسلامية والمسيحية الراقية... وغيرها الكثير من القصور والدور التي لا يزال الناس يسكنون فيها حتى يومنا هذا.

أقسام الهندسة المدنية: *تنقسم الهندسة المدنية إلى:*

- **هندسة الإنشاءات:** وتختص بتصميم وتنفيذ المنشآت المعدنية والخرسانية والخشبية، السكنية والصناعية.
- **هندسة المواصلات:** وتختص بتصميم وإنشاء الطرق وهندسة النقل وهندسة المرور.
- **هندسة المساحة والجيوديزيا:** وتختص بدراسة الأبعاد المساحية والمواقع الجغرافية الهندسية.
- **هندسة الموائع:** وتختص بدارسة خصائص الموائع وأثرها على المنشئات "مثل أثر الرياح على المباني أو ضغط المياه على السدود وما إلى ذلك".
- **هندسة صحية:** وتختص بتصميم وتشغيل أنظمة الصرف الصحي ومحطات المياه.
- **هندسة الري:** وتختص بدراسة أساليب التحكم في أنواع الري المختلفة والمنشآت المائية الزراعية.
- **هندسة جيوتكنيكية :** وتختص بدراسة الخواص الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية لمواد التربة والصخور وتقنياتها، ودراسة تصميم الأساسات والأنفاق والمنشآت المطمورة وتسمى بـ "مكانيكا التربة" أو "الجيوتكنيك".
- **هندسة الادارة والتشييد:** وتختص بدراسة الكميات وتنفيذ المنشآت بأقل كلفة ممكنة وأسرع وقت ممكن وإدارة موقع العمل
- **هندسة السدود والموارد المائية :** ويختص بتصميم المنشأت المائية والبنى التحتية والأساسات وكذلك التصاميم الهيدروليكية

- **هندسة الشواطئ والمنشآت البحرية:** ويختص بتصميم وتنفيذ الموانى والمنشآت البحرية من أرصفة وحواجز أمواج وكذلك سبل حماية الشواطئ

المهندس المدنى :

المهنس المدني الناجح يجب أن يتميز بخصائص معينه وملكات مهمة من خلالهاا يستطيع أن يقوم بعملهويطوره ويحسن أداءة وقدراته ومن أهم هذه السمات :

١- أن يكون واسع المعرفة كثير الإضطلاع على ما هو ماضي وحاضر ومسقبل في مجال تخصصه وفي حركة الحياه من حوله.

٢- يمتاز بفن الإتصال بالأخر والتعرف على إمكانياتهم والتي تفيد في إنجاز الأمال في مجال تخصصه.

٣- أن يكون منظم التفكير شديد الملاحظة لكل ما هو حوله ساكنا أو متحركا.

٤- له القدرة على التحلي والتوقع وإستنباط النتائج وربطها ببعضها للوصول إلى الحلول المثلى والإقتصادية.

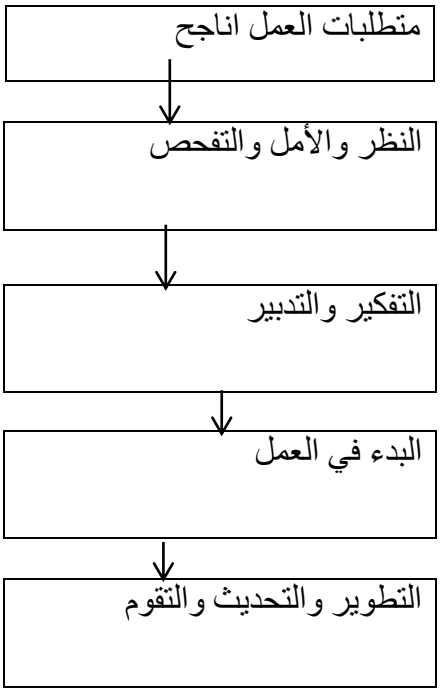
٥- القيام بالعمل الواحد بشكل ديناميكي ثابت غير متغير.

٦- القدرة على الإبتكار والإبداع والتطوير لكل ما يقوم به من أعمال.

٧- منطقة التفكير وقلسفة الأمورصالح الإنتاج ولا ينظر منظار المتلقي المنفذ كالأله ولكن بنظرة الفاحص والناقد والمبدع والمطور لكل ما يكلف به .

٨- يمتاز بروح القيادة والإدارة والتنظيم والإستيعاب هو مسئول عن عدد كبير من الفنيين والعمال الذين يدورون ف يفلك عمله .

٩- في أي عمل يكلفه يجب أن يتبع المنطق السليم وهو (النظرو التأمل والتفحص ثم التفكير والتدبر ثم البدء في العمل ثم التحسين والتطوير في الأداء)، أنظر شكل رقم (شكل ٣- ٨).



شكل ٣-٨ المنطق السليم في التفكير

هندسة الإنشاءات

تطور الإنسان البدائي الذي كان يعيش داخل الكهوف أو فوق الأشجار إلى إنسان يفكر أن يصنع لنفسه كهفا من صنع يديه أو كوخ من أغصان الأشجار أو خيمة من جلود الحيوانات أو النسيج أو بيتا من الطوب اللبن أو الطوب الأحمر ثم من الأخشاب ثم من الخرسانة المسلحة ومن الحديد وم المواد البلاستيكية والألياف الزجاجية وغيرها.

ثم شكل رقم (٣-٩) يوضح كيف يبني الإنسان الأول في القبيلة في كوخ من أغصان وقش الأشجار.

ثم تمكن المهندس الإنشائي أو المدني أن يبلورتفكيره العلمي قي حل مشكلة ما أو عمل إبداع معين. مثلا المهندسين الذين قاموا بتصميم إحدى الكباري قاموا قبل العمل بتصوير صورة تعبيريه توضح طريقة إنتقال الأحمال على النظام الإنشائي الأساسي الحامل لبلاطة الكوبري حتى تصل إلى الأساسات. أي أنهم اتخذوا منه التفكير الصحيح كما هو موضح سابقا في الشكل رقم (٣-٨).

وقد انتقل إبداع الإنسان البدائي من الإنتقال عبر النهر أو المجرى المائيبوضع أشجار إلى عمل الكباري التي تنقله من ضفة إلى أخرى. ففي الشكل رقم (٣-١٠) يوضح صورة لكوبري مشاة وكوبري سيارات وقطارات بنظم إنشائية مختلفة مثل الجمالونات أو الطرق عبور المجاري المائية على إتساعها ويصل طول الكوبري إلى مئات الأمتار.

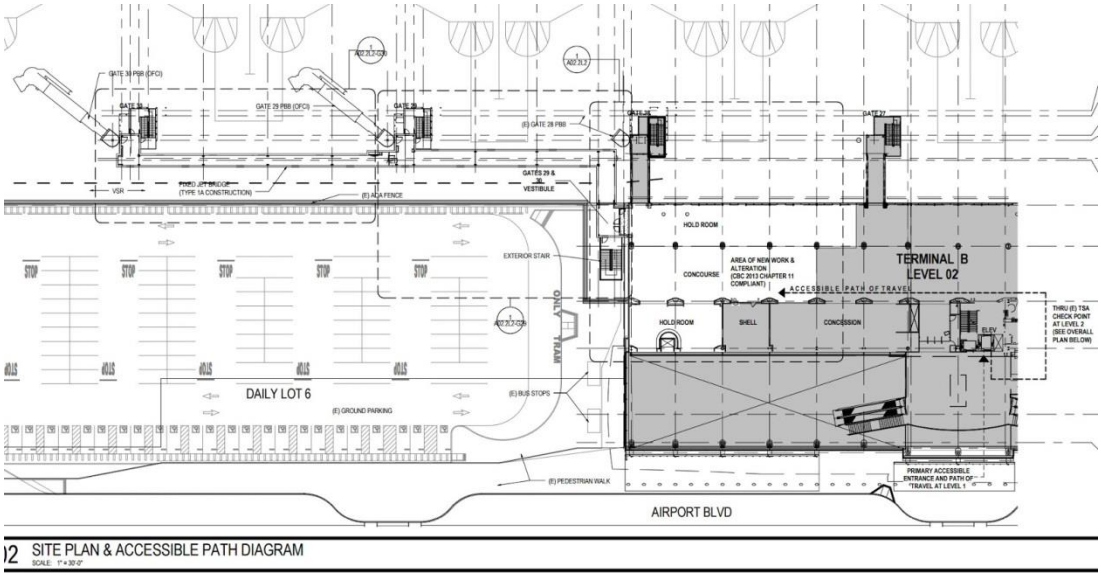
الشكل رقم (٣-١٠) صورة لكوبري مشاة وكوبري سيارات وقطارات

وقد تخطت التكنولوجيا في إنشاء الكباري من عمل الكباري الثابته إلى عمل الكباري المتحركة والتي يمكن أن تسمح بمرور السفن ذات الإرتفاعات الكبيرة وعلى سبيل المثال يمكن رفع الكوبري عند مرور السفينة كم في الشكل رقم (٦) وهناك أنواع مختلفة من الكباري التي يمكن أن تتحرك رأسيا أو أفقيا أو تفتح بميول معينة. وفي هذا التصميمظهر التعاون بين جهود المهندس المدني والمهندس الميكانيكي ومهندس الكهرباء في إنشاء نظم التحكم في رفع وإنزال الكوبري.

بل الأن يدخل نظام التحكم الألي بالحاسوب في أنظمة السيطرة على حركة المرورسواء على الكوبري أو تحت الكوبري.

الشكل رقم (٣-١١)

ومن الكباري والتطور الهائل بها في نظم الإنشاء والمواد المستخدمة من خرسانة إلى حديد إلى ألياف زجاجية وألياف كربونية إلى التطور في الإنشاء داخل باطن الأرض ومن أهم المنشاءات قي باطن الأرض هي الأنفاق وقد تطورت من الإنشاء بالأخشاب ف يالعصور القديمة إلى الإنشاء بالطوب والحجارة في القرن الثامن عشر إلى الإنشاء بالخرسانة المسلحة إلى الإنشاء بالحديد وفي الصورة شكل رقم (٧) يوضح رسم كروكي لطريقة تنفيذ أحد الانفاق عن طرق فتح عمل فتحة رأسية كبيرة مدعمة بخوازيق من اخرسانة المسلحة بأبعاد حوالي ١٥*١٥ متر لنزول المعدات والأوناش لبدء عملية الحفر وتركيب جدار النفق من الحديد عالي المقاومة. ونلاحظ مرور الحفرتحت عمارات ومباني قائمة وتحت طرق بما تحتويه من شبكت للتليفونات والمياه والمجاري وغيرها، مما يتطلب دراسات دقيقة لطريقة الإنشاء ودراسة التربة والأحمال الواقعة على جدار النفق والهبوط الحادث نتيجة الإنشاء تحت الأرض ومدى تأثيرها على السكان فوق الأرض ويجب أن تكون في حدود المسموح به دوليا. والشكل رقم (٨) يوضح جزء من جدار النفق المشيد بنظام المنشأت القشرية الحديدية المدعمة (Orthotropic Steel Shell) وكذك تركيب السكك الحديدية لمترو الأنفاق.



شكل رقم (٣-١٢)

شكل رقم (٣-١٣)

ولقد تطور انشاء الماني من الأكواخ فوق سط الأرض إلى أكواخ على أعمدة خشبة إى منازل مرتفعة متعددة الأدوار من الأخشاب أو الطوب اللبن ثم الأحجار ثم المباني الهيكيلية التي تتكون من اسقف

وكمرات وأعمدة وأساسات ضحلة أو عميقة من الخرسانة المسلحة وتتطور إرتفاع المباني ليصل إلى ١٠٠ دور أو أو أكثر في ناطحات السحاب والتي تتكون هيكلها الإنشائي من الفولاذ. والصورة رقم (٩) توضح ناطحات سحاب بأشكال وطرق إنشاء مختلفة لمقاومة الأحمال الرأسية والأفقية المؤثرة عليه.

الصورة رقم (١٠) توضح التطور الكبير من إنشاء الخيام إلى إنشاء المظلات من هياكل معدنية والأسقف من صاج أو من مادة البولستر والتي تعطي عمر إفتراضي للمنشأ كبير وأشكال معمارية تتميز بالجمال.

شكل رقم (٣-١٤)

شكل رقم (٣-١٥)

هندسة المواصلات :

- وتختص بتصميم وإنشاء الطرق وهندسة النقل وهندسة المرور.

هي عبارة عن تطبيق المبادئ العلمية و التكنولوجيا في تخطيط، تصميم، و تشغيل و إدارة أي من منشآت المواصلات بطريقة آمنه، سريعة، مريحة،سهلة، اقتصادية، و صديقة للبيئة لنقل الناس و البضائع. هي فرع رئيسي من فروع الهندسة المدنية .تنقسم إلى أربعة اقسام رئيسية :هندسة الطرق، هندسة القطارات، هندسة المطارات، هندسة الموانئ والمعابر المائية.

شكل رقم (٣-١٦)

هندسة المساحة والجيوديزيا:

وتختص بدراسة الأبعاد المساحية والمواقع الجغرافية الهندسية.

-هندسة الموائع :وتختص بدارسة خصائص السوائل وأثرها على المنشئات "مثل أثر الرياح على المباني أو ضغط المياه على السدود وما إلى ذلك."

الهيدروليكا أو علم حركة السّوائل أو حركيات السوائل هو علم من علوم الهندسة التي تدرس الخواص الميكانيكية للسوائل، وهو العلم الأكثر انتشارا من بين العلوم التي تدرس القوى المطبقة على السوائل، ويعتبر الميكانيك الذي يركز على خواص السوائل القاعدة الأساسية لنظريات علم السوائل المتحركة.

و تغطي علوم السوائل المتحركة الكثير من المجالات والمفاهيم الهندسية مثل : التدفق في الانابيب - تصميم السدود- المضخات - العنفات) التوربينات -(القوى المائية - حسابات ديناميكا السوائل - قياس التدفق - سلوك وتأكل المجاري النهرية.

و تستخدم الآلات التي تعمل بالسوائل المتحركة في كثير من مجالات الحياة مثل وسائل النقل كالسيارات، المصانع، القطارات، الطائرات، الجسور المتحركة ،الروافع والمعدات الثقيلة. والألات التي تعمل بالسوائل المتحركة قد تكون خطيرة فيما إذا استعملت بشكل خاطئ لأنها غالباً ما تعمل تحت ضغط عال للسوائل التي تؤثر عليها.

شكل رقم (٣-١٧)

هندسة صحية :

وتختص بتصميم وتشغيل أنظمة الصرف الصحي ومحطات المياه.

هندسة الري :وتختص بدراسة أساليب التحكم في أنواع الري المختلفة والمنشآت المائية الزراعية.

هندسة جيوتكنيكية : وتختص بدراسة الخواص الكيميائية والفيزيائية والميكانيكية لمواد التربة والصخور وتقنياتها ،ودراسة تصميم الأساسات والأنفاق والمنشآت المطمورة وتسمى بـ" مكيانيكا التربة "أو" الجيوتكنيك."

هندسة الادارة والتشييد:وتختص بدراسة الكميات وتنفيذ المنشآت بأقل كلفة ممكنة وأسرع وقت ممكن وإدارة موقع العمل

هندسة السدود والموارد المائية :ويختص بتصميم المنشأت المائية والبنى التحتية والأساسات وكذلك التصاميم الهيدروليكية.

هندسة الموانى والمنشآت البحرية :

ويختص بتصميم وتنفيذ الموانى والمنشآت البحرية من أرصفة وحواجز أمواج وكذلك سبل حماية الشواطئ.

الهندسة المعمارية Architectural Engineering :

والمعروفة أيضًا باسم هندسة المباني، هي تخصص هندسي يتعامل مع الجوانب التكنولوجية والنهج متعدد التخصصات لتخطيط وتصميم وبناء وتشغيل المباني، مثل التحليل والتصميم المتكامل للأنظمة البيئية (الحفاظ على الطاقة، التدفئة والتهوية وتكييف الهواء، والسباكة، والإضاءة، والحماية من الحرائق، والصوتيات، والنقل الرأسي والأفقي)، والأنظمة الهيكلية والسلوك وخصائص مكونات ومواد البناء، وإدارة البناء.

من الحد من انبعاثات غازات الدفيئة إلى تشييد المباني المرنة، يحتل المهندسون المعماريون موقع الصدارة في مواجهة العديد من التحديات الرئيسية في القرن الحادي والعشرين. يطبقون أحدث المعارف والتقنيات العلمية على تصميم المباني. ظهرت الهندسة المعمارية كمهنة مرخصة جديدة نسبيًا في القرن العشرين نتيجة للتطورات التكنولوجية السريعة. المهندسين المعماريين هم في طليعة اثنين من الفرص التاريخية الكبرى التي غمر العالم اليوم في: أن تتقدم بسرعة تكنولوجيا الحاسوب، والثورة الموازية الناشئة عن الحاجة إلى إنشاء كوكب مستدام.

يتميّز الفن المعماري بفن التصميم والهندسة المعمارية، وهو فن وعلم الهندسة والبناء كما تمارس فيما يتعلق بالمباني.

ويُعرف تخصص الهندسة المعمارية بأنّه فن وعلم الهندسة والبناء، وهو تخصص يتمّ ممارسته في كلّ ما يتعلق بالمباني والعمارة، وتصميمها بأسلوبٍ وتكون مهام المهندس المعماري في مجال البناء والتخطيط والتصميم للمشاريع، وينصب التركيز في هذا التخصص بالتعاون مع أعضاء الفريق الآخرين، على هيكل المبنى والتصميم الداخلي، وهذا يشمل: التدفئة، والتهوية، وتكييف الهواء، والسباكة، والأمور الكهربائية، والحماية من الحرائق، والإضاءة، وغيرها من المميزات الخاصة للمشروع، وفي بعض المناطق تحظى الكوارث الطبيعية، مثل الزلازل والأعاصير باهتمام خاص.

تقوم الهندسة المعمارية (Architectural Engineering) على المعرفة بالعديد من فروع الهندسة الخاصة بالتشييد و البناء بداية من التصميم المعماري و الإنشاء ؛ و تأتي أهمية المهندس المعماري من إنه يكون على دراية كافية عن المبنى ككل، فيكون المهندس المعماري ملما بكل جوانب المبنى من حيث الإنشاء، التهوية، الحركة، التوصيلات الكهربائية وأيضا التصميم المعماري.

الآن نأتي لتخصص الهندسة المعمارية بشكل أوسع يعلم الكثيرون أن تسمية مهندس معماري (بالإنجليزية: Architet) تختلف عن المعنى التقني لكلمة مهندس (بالإنجليزية: Engineer). فعمل المهندس المعماري يبدأ من تصوّر وتصميم البناء، بالاعتماد على المعطيات الحضاريّة والتّقنية والاقتصاديّة والاجتماعيّة والقانونيّة التي تختص بكل دولة.

يتمثّل عمل المهندس المعماري في عمليّة إبداعية ترتكز أساساً على أبعاد جماليّة تطوّع لها حلول تقنية هندسيّة ملائمة، إضافة إلى اهتمامه بترميم البناءات القديمة وصيانة التّراث المعماري.

وعمل المهندس المعماري، وانطلاقاً من ميزة الإبداع، يبتعد عن العملية الحسابية. ومن أبرز الصفات التي يجب أن يتمتّع بها سعة الاطلاع (ثقافة عامّة وفلسفة)، حسّ فنّي وجمالي (من الإبداع إلى الذوق المرهف وحسّ عال للألوان والأشكال)، مهارات في الهندسة والفيزياء.

يتابع طالب الهندسة المعمارية تحصيله العلمي في شكل ورشات ودراسات على الموقع وتمارين الخلق والتجديد والترميم، فضلاً عن الدروس والمحاضرات والندوات. يتمرّس الطالب في تحليل الفضاء المعماري، تنمية الثقافة المعماريّة، تنمية القدرة على الخلق والتجديد انطلاقاً من معطيات متعددة. كما ترتبط دراسته في شكل وثيق بالعلوم والتكنولوجيا (رياضيّات، فيزياء البناء، صلابة المواد، أسس البناء، تنظيم الحضيرة، تجهيزات البناء...). تعبير وتقنيات الرسم الفني: (رسم، وتعبير تشكيلي وبنائي...)

وانطلاقاً من واجبه المتمثّل في المحافظة على الطابع التراثي والحضاري للبلاد، يتعرّف طالب الهندسة المعمارية على محيط العلوم الإنسانية والاجتماعية (تاريخ الفنون والهندسة المعماريّة، لغة إنكليزية، علم الإجتماع، حماية التراث)، كما يدرس القانون المتعلّق بعالم البناء (قانون البناء، قواعد حماية الأملاك والأشخاص، تشريع الصفقات العموميّة، ترتيب التّهيئة الحضريّة). فضلاً عن ذلك، يقوم الطالب بأعمال تطبيقية في ورشات بناء كما يعمل لمدة لا تقل عن ٨ أشهر تقريباً في مؤسسة عامة أو خاصة، ويطلب منه في النهاية تقديم تقرير مفصّل، بغية التسلّح بالخبرة اللازمة. و تدوم الدراسة خمس أو ستّ سنوات، وتتضمن عملاً تطبيقياً في الورشات ودروساً على المواقع.

وعمل المهندس المعماري لا ينحصر في الورش فهو يستطيع العمل في مؤسسات تعمير مختلفة، خاصة كانت أم عامة. كما يمكنه فتح وكالته الخاصة.

للتميز في المهنة تخصص الهندسة المعمارية يبقى من المهن الأكثر طلباً، ولكن إذا أردت التميّز في هذه المهنة، عليك أن تعرف أن شروطها تتطلب النقاط الآتية:

ـ التصوّر والتّصميم و الإبتكار في ميدان الفنّ المعماري انطلاقاً من التراث الوطني والعالمي.

ـ إنجاز مشاريع البناء وتقويمها.

ـ إرشاد وتوجيه الأفراد والمؤسّسات لإنجاز مشاريع بناء.

ـ التّنسيق مع المهندسين لإيجاد الحلول التّقنيّة في ميادين شتّى مثل الهندسة المدنية والأسمنت المسلّح واستعمال مختلف المعادن.

ـ امتلاك وسائل الإقناع الشفهيّة والكتابيّة والمرئيّة للدّفاع عن المشروع.

ـ القدرة على العمل مع فريق متعدّد الاختصاصات سواء في القطاع الخاص أو العام.

متطلبات الالتحاق:لكي يكون الإنسان معمارياً ناجحاً يجب أن تتوفر فيه بعض المواصفات الرئيسية منها:

١. محباً للتصميم بشكل عام.

٢. له ميول فنية ولو بسيطة.

٣. مبدعاً في تفكيره، قادراً على التفكير بمشاريع معمارية بطرق مختلفة.

٤. حبه للمطالعة لمساعدته في التصميم.

٥. دقيق، لمّاح، يستطيع كشف ما حوله بسرعة.

٦. قيادي الشخصية لأنه سيكون المسؤول الأول عن المشروع وقائداً لفريق العمل.

مجالات العمل:

يوجد المعماريين تقريباً في معظم المجالات، لأن جميع الدوائر سواء الحكومية منها أو الخاصة بحاجة إلى دائرة تعنى بشؤون التطوير والصيانة في مبانيها العمل في الوزارات الحكومية والبلديات ودوائر تخطيط المدن مثل وزارات الإسكان والتعمير والبلديات.

تاريخ الهندسة المعمارية:

تُشير إلى اثار تغيرات العمارة في مختلف البلدان والعصور.

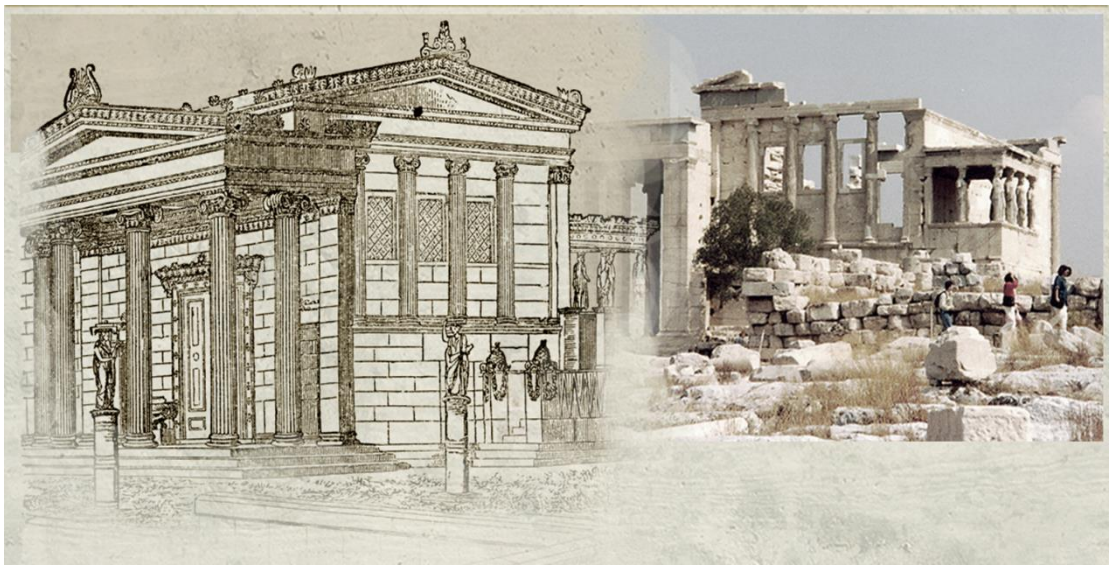
عبر التاريخ تتكون حضارات وأمم تسعى لايجاد هوية وطابع مميز لها وإن لم تكن تسعى لهذا فإنه يصل إلينا عبر الزمن ما نطلق عليه التراث الحضاري لهذه الأمم، فنستطيع عن طريق ما وصلنا من مختلف الحضارات المقارنة بينهم واستخلاص الطابع المميز لهم ويستفاد بهذه الدراسات في أوجه كثيرة من الحياة.

و من الدراسات التي تفيدنا، دراسة الطابع المعماري لفترات التاريخ المختلفة منذ بدء الخليقة وحتى الآن وربط التغير الحادث بالأحداث المعاصرة لهذه الفترة ومنها الأحداث السياسية المتعلقة بالإنسان.

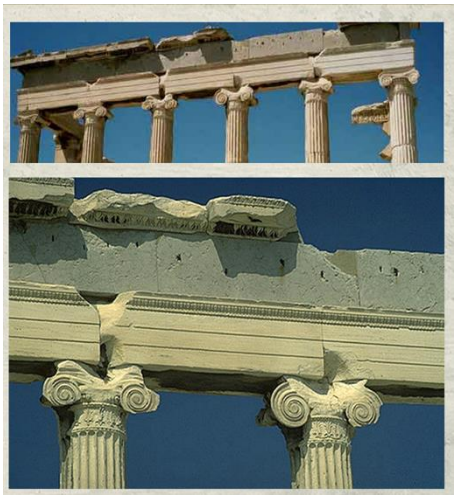
و من العوامل المؤثرة في العمارة والتي لا دخل للأنسان بها العوامل الطبيعية مثل المناخ والجغرافيا والاراضة (الجيولوجيا) للمكان، وتأتي بعد ذلك العوامل البشرية مثل الحالة الاقتصادية والاجتماعية والسياسية للبلد. فنجد أنه بالضرورة يتغير الطابع المعماري للبلد بتغير أيا من العوامل السابقة.

تاريخ العمارة كشكل من أشكال دراسة التاريخ عرضة لكثير من الاحتمالات والمحددات التي تحده كمنهج للدراسة والمقارنة ولذلك فقد نشأت وجهات نظر كثيرة لدراسة العمارة عبر تاريخها، ومعظم الدراسات التي أجريت والناهج التي تطبق، غربية المنشأ.

تم فهم ودراسة العمارة مثلا في القرن التاسع العشر من الوجهة الشكلية بالتأكيد على الخصائص الشكلية والمواد المستخدمة بالإضافة إلى الإسلوب المتبع في البناء. شهدت هذه الفترة أيضا بدء وجود المعماري بذاتيته بدلا من فرض الشكل عليه وانطلاقه نحو حركة فنية جديدة، ولذلك نجد أن التاريخ المعماري يعتبر جزأ من تاريخ الفن، يهتم بدراسة التطور التاريخي الخاص بتصميم المباني وتخطيط المدن.



شكل رقم (٣- ١٧)



شكل رقم (٣- ١٨)

قد يعني مصطلح عمارة ما يلي:

مصطلح عام لوصف المباني والمنشآت المادية. فن وعلم تصميم المباني. أسلوب التصميم وطريقة تشييد المباني والمنشآت.

النشاط التصميمي للمعماري، سواءً على المستوى الكلي (تصميم عمراني، وتخطيط عمراني، والتخطيط الإقليمي، وهندسة عمارة البيئة) أو على المستوى الجزئي (التأثيث المدني والتصميم الداخلي).

فالعمارة ذات علاقة وثيقة بمجالات تخطيط المدن والتخطيط العمراني، والتأثيث المدني والتصميم الداخلي، فالمطلوب من المعماري في مرحلة التصميم، التلاعب الخلاق بالموارد والتقنيات المتوفرة، لتحليل المعطيات المتضاربة، من أجل وضع تصور كامل ومفصل للمشروع يعكس الاعتبارات الوظيفية والفنية والجمالية ويربط المشروع بالطبيعة والتقاليد والعادات الموجودة بالمنطقة، وإيجاد صيغة مناسبة من التصميم تترجم احتياجات الناس المستخدمين للمكان فيما بعد. كما يجب عليه أيضاً إعداد الرسومات والمخططات المعمارية والوصفية لتحديد أسلوب التشييد، وإعداد الجداول الزمنية وتقدير التكلفة وإدارة البناء.

-المعماري

هو الشخص الذي يتولى عملية التصميم وتخطيط وتصور المباني والمنشآت من الداخل او الخارج ويدير عملية البناء والتشييد، والاسم باليونانية القديمة مركّب من كلمتين: "archi" اي رئيس، و "tectura" أي البنائون فالمعماري هو رئيس البنّائين، والعمارة هي أول الحِرَف أو رأسها.

يعود ذلك إلى الأزمنة التاريخية الأولى، وقبل نشوء الأكاديميات المتخصصة بالعمارة والفنون في القرن السادس عشر في فرنسا خاصة وفي الغرب عامة. و قد اطلق عليها العلامة ابن خلدون "صناعة البناء".

شكل رقم (٣- ١٩)

التاريخ والطرز المعمارية

يقسم تاريخ العمارة إلى حقب زمنية لكل منها طراز معين يميزها عن غيرها على الرغم من التقارب الزمني والمكاني بين بعضهم البعض.
منذ بدء الخليقة والإنسان يسعى لتلبية إحتياجاته من المسكن حتى يتسنى له العيش، فبدأ بالكهوف كمساكن جاهزة ثم بدء يتطور شيئا فشئا حتى وصل لاستخدام خامات البيئة المحيطة والأشجار والأحجار حتى وصلنا لما نحن فيه الآن ومازالت تتطور.

شكل رقم (٣- ٢٠)

وتاريخ العمارة يعتبر شكل من أشكال دراسة التاريخ عرضة لكثير من الاحتمالات والمحددات التي تحده كمنهج للدراسة والمقارنة ولذلك فقد نشأت وجهات نظر كثيرة لدراسة العمارة عبر تاريخها، ومعظم الدراسات التي أجريت والناهج التي تطبق، غربية المنشأ.

تم فهم ودراسة العمارة مثلا في القرن التاسع العشر من الوجهه الشكلية بالتأكيد على الخصائص الشكلية والمواد المستخدمة بالإضافة إلى الإسلوب المتبع في البناء. شهدت هذه الفترة أيضا بدء وجود المعماري بذاتيته بدلا من فرض الشكل عليه وانطلاقه نحو حركة فنية جديدة. ولذلك نجد أن التاريخ المعماري يعتبر جزأ من تاريخ الفن، يهتم بدراسة التطور التاريخي الخاص بتصميم المباني وتخطيط المدن.

العصور القديمة

هناك القليل من المعلومات أو الأدلة حول نظريات العمارة الرئيسية في العصور القديمة، حتى عمل فيتروفيوس ((Vitruviusفي القرن الأول قبل الميلاد. هذا لا يعني، مع ذلك، أن مثل هذه الأعمال لم تكن موجودة، العديد منها نجى من إحراق مكتبة الإسكندرية والتي أثبتت لنا مثالا جيدا على ذلك.
فيتروفيوس كان كاتب روماني، معماري وناشط في القرن الأول قبل الميلاد. كان أبرز منظر معماري في الإمبراطورية الرومانية، وقد كتب "دي اركيتيتورا"، المعروفة اليوم باسم "كتب العمارة العشرة" (De

architectura) ، اطروحة مكتوبة باللاتينية واليونانية عن العمارة، مكرسة لل امبراطور أوغسطس (Augustus).
هو الكتاب الوحيد عن فن العمارة الباقي على قيد الحياة من العصور الكلاسيكية القديمة. ربما كتب في الفترة بين ٢٧ و ٢٣ قبل الميلاد. مقسم إلى عشرة أقسام أو كتب، ويواجهة تقريبا كل جانب من جوانب الهندسة الرومانية، من تخطيط المدن، المواد، الزينة، المعابد، وإمدادات المياه، الخ قواعد العمارة الشهيرة التي يمكن أن نرى في كل عمارة كلاسيكية، تم تعريفها بدقة في تلك الكتب. كما أنه يجمع ثلاثة قوانين معمارية أساسية التي يجب أن تتبع في العمارة لتؤخذ في الاعتبار : المتانة (firmitas) ، المنفعة أو الراحة (utilitas) والجمال (venustas).
إعادة اكتشاف عمل فيتروفيوس كان لها تأثير عميق على المعماريين في عصر النهضة، مما رفع وحسن أسلوب عصر النهضة. المعماريين في عصر النهضة، مثل نيكولي Niccoli، برونليسكي وليون باتيستا البرتي، وجدوا في في الكتب العشرة، المنطق لرفع مستوى المعرفة إلى الانضباط العلمي.

عمارة عصر النهضة

للفنون الأوروبية تأثير واسع الانتشار في معظم أرجاء العالم أكثر من تأثير أي فن من فنون القارات الأخرى. لقد بدأ هذا التأثير بعد العصور الوسطى، إذ أصبحت دول أوروبا الغربية في مقدمة الدول العالمية ذات النفوذ. وكان للفن الأوروبي أثر كبير على بعض البلدان، ككندا والولايات المتحدة اللتين أقامهما المهاجرون من الأوروبيين، كما وصل الفن الأوروبي إلى أجزاء من أفريقيا وآسيا، التي أصبحت ضمن المستعمرات الأوروبية. إلا أن هذا التأثير بدأ في التناقص حينما بدأ نفوذ أوروبا يتلاشى خلال القرن العشرين.

شكل رقم (٣- ٢١)

العمارة الإسلامية

العمارة الإسلامية هي الخصائص البنائية التي استعملها المسلمون لتكون هوية لهم، وقد نشأت تلك العمارة بفضل المسلمين وذلك في المناطق التي وصلها كشبه جزيرة العرب والعراق ومصر وبلاد الشام والمغرب العربي وتركيا وإيران وخراسان وبلاد ما وراء النهر والسند بالإضافة إلى المناطق التي حكمها المسلمون لمدد طويلة مثل الأندلس (أسبانيا حاليا) والهند.وتأثرت خصائص العمارة الإسلامية وصفاتها بشكل كبير بالدين الإسلامي والنهضة العلمية التي تبعته.

شكل رقم (٣-- ٢٢)

وتختلف من منطقة لأخرى تبعاً للطقس وللإرث المعماري والحضاري السابق في المنطقة، حيث ينتشر الصحن المفتوح في الشام والعراق والجزيرة العربية بينما اختفى في تركيا نتيجة للجو البارد وفي اليمن بسبب الإرث المعماري. وكذلك نرى تطور الشكل والوظيفة عبر الزمن وبتغير الظروف السياسية والمعيشية والثقافية للسكان.

اتجاهات ومدارس العمارة

الاتجاهات المعمارية قبل القرن العشرين:

كان سائداً على العمارة قواعد جامدة موروثه عن عصر النهضة وساعد على المحافظة عليها الأكاديميات الرجعية ، ولذلك كانت العمارة مفقودة الصلة بالواقع وبالحياة وما يدور فيها ، وقد أحس بتأخر العمارة كثيرون وتنوعت مواقفهم من المشكلة وما يمكن عمله فيها ، فمن المعماريين من عبر عن سخطه من احوال العمارة والمعماريين وانتقد اساليبهم بأنها سخف لا صلة له بالحياة المعاصرة ولكن لم تزد جهودهم عن النقد والتنبيه .

رواد العمارة الحديثة:

- ***لو كوربوزيه Le Corbusier***

النشاة: ولد في مدينة ل شاو دي فون La Chaux-de-Fondsفي سويسرا. عاش في فرنسا (١٨٨٧ م – ١٩٦٥ م).

التعليم المعماري: ممارسة الرسم والنحت والتعليم في مدرسة الفنون .

التدريب: الفشل في اول مبني بعد تخرجة مباشرة _ ١٨ سنة

قرر تعليم نفسه بنفسه من خلال : التعرف علي اشهر معماري العصر السفر والترحال لمشاهدة اهم معالم العالم المعمارية . كان جرئ في استخدام الخرسانة المسلحة في العمارات السكنية. اعجب بالشاكال الهندسية البسيطة والنسب الرشايقة للمعابد في ايطاليا وتركيا وتركيا واليابان .

اهم اعماله: Villa Savoye (١٩٢٨-١٩٣١)

كان البحث عن فكرة تحقق انفتاح المسكن لبداع إمكانات جديدة للتصال بين الحيز الداخلي والفراغ الخارجي وبين الحيزات الداخلية أيضا وهو مسكن مخصص لقضاء العطلت .

شكل رقم (٣- ٢٣)

شكل رقم (٣- ٢٤)

- ***لودويغ ميس فان دي روهي Ludwig Mies van der Rohe***

النشأة : في أخْنن Aachen في المانيا عام (١٨٨٦ م- ١٩٦٩ م) وأقام أول مبنى ذي إطار من الفولذ عام ١٩٢٧ م في معرض فيركبوند الذي أداره في شاتوتجارت بألمانيا. وبعد عامين بنى مقصورته اللمانية الشهيرة في معرض دولي في برشالونة بأسبانيا. عمل في محل والده لنحت الحجار وفي عدة منشآت تصميم محلية قبل أنتقاله لبرلين للعمل في مكتب. مصمم الحيزات الداخلية برونو باول.

بدأ بعد ذلك عمله المعماري في ستوديو بيتر بيرنس من عام ١٩٠٨حتى عام ١٩١٢ حيث تشبع بالنظريات التصميمة المعاصةرة والثقافة اللمانية التقدمية.

ظهرت موهبته سريعا وبدأ في أعماله الخاصة على الرغم من عدم دراسته بشكل أكاديمي في مدرسة للعمارة.

اهم اعماله:

Villa Tugendhat(١٩٢٨-١٩٣٠)

هو مبنى تاريخي في حي الثرياء Černá Pole في برنوBrno في جمهورية التشيك. وهو واحد من النماذج الرائدة للهندسة المعمارية الحديثة في أوروبا، مبنية من الخرسانة المسلحة بين عامي ١٩٢٨ و ١٩٣٠ ، وسرعان ما أصبحت الفيل رمز الحداثة.

شكل رقم (٣-٢٥)

- ***فرانك لويد رايت* Frank Lloyd Wright**

النشأة : ريتشلند سنتر (ويسكونسن) في امريكا) (١٨٦٧ م- ١٩٥٩ م)
التعليم المعماري (مدرسة الصناعات)
التدريب: (العمل مع بعض المقاولين في مجال البناء)
نادى بأن تكون العمارة جزءا عضويا من البيئة فهو اول من اهتم بالعمارة العضوية ومن مظاهر تصميماته أنها طبيعية تشعر بالطمئنان وتوحي بالجمال الذي يسهُل استيعابه .

شكل رقم (٣- ٢٦)

تأثر :ب (Peter Behrens) بقواعد النظام واللتزام والبساطة في التعبير والبعد التام عن الزخارف.

ب (BERLAGE) اهميه النشاء والترتيب النشائي والتعبير الصادق والمين للبناء بالطوب الظاهر (الشكل ليس هدف التصميم بل هونهايته).
ب (WARIGH) كيفية التوافق بين الوظيفة والجمال وحرية توزيع المساقط الفية ورونتها .

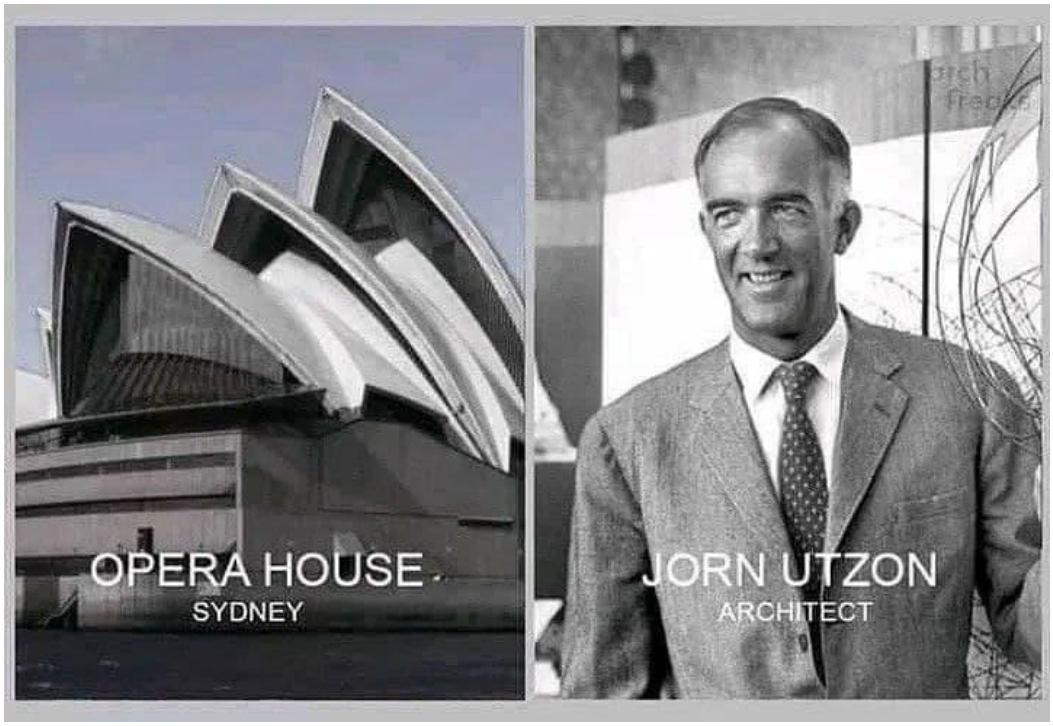
اهم اعماله:

Falling water (١٩٣٦-١٩٣٧)

منزل أدجار كوفمان المسمى بيت الشلل أو فيل فولينوتر في بيرون ببنسلفانيا ، استخدم فيه التضاد في الملمس حيث أن جدرانه من حجر الكلس الغير مهذب وضعت بالتضاد مع كتل صقيلة من السمنت البيض والحديد والزجاج اللمع. أقيم المنزل وسط غابة أشجار عالية يخترقها ماء شديد النحدار مكونا شلل وسط الصخور الضخمة وببناءه هذا قد ربط الخطوط الفقية للخرسانة بالخطوط الرأسية للحوائط والفتحات الزجاجية. هو بيت خاص بني من قبل عائلة كوفمان نفذ عام ١٩٣٦-١٩٣٧ وأضاف إليه جناح الضيافة عام ١٩٣٩ ، حيث استخدم في البداية كمصيف ولقضاء إجازة نهاية السبوع حتى عام ١٩٦٣ أصبحت فيل الشللت مقصدا للعديد من زوار تلك المنطقة من بنسلفانيا ليقصدوا هذه العجوبة والمعجزة المعمارية الرائعة .

- ***المعماري UORN UTZON :***

اهم اعماله: Ooera House



شكل رقم (٣- ٢٧)

- ***المعماري Tom Wright***
- ***اهم اعماله: Burj Al Arab***

شكل رقم (٣-٢٨)

- المعماري : ***Adrian Smith***
- اهم اعماله: ***Burj Khalifa***

شكل رقم (٣- ٢٩)

الفصل الرابع -الهندسة والتفكير العلمى والتحليلى

مقدمة :

العلم ليس فقط مجموعة من الحقائق والمفاهيم والأفكار المفيدة حول الطبيعة ، ولكنه أيضًا استكشاف منهجي ودراسة للطبيعة، فالعلم هو طريقة لاستكشاف وفهم الطبيعة وتفسير المعرفة الموثوقة بالطبيعة ما يسمى بالمعرفة الموثوقة هي المعرفة التي يمكن التحقق منها بشكل متكرر وصحيح وجدير بالثقة بقواعد و التفكير العلمي والتحليلى، وتعرّف الهندسة على أنها "تطبيق المبادئ العلمية لتحويل الموارد الطبيعية إلى هياكل وآلات ومنتجات وأنظمة وعمليات بطريقة محسّنة لإفادة البشرية" و يتم ذلك بقواعد و التفكير العلمي والتحليلى، فالهندسة فن عملي وعلمي يتوافق مع قوانين بقواعد التفكير العلمي والتحليلى والرياضيات وخبرة القيم ويتطلب الحكم والحس السليم فباختصار ، العلم هو التحليل والاكتشاف ، والهندسة هي التوليف والخلق بقواعد و التفكير العلمي والتحليلى و في هذا الفصل نتناول بشئ من التفصيل الهندسة والتفكير العلمى والتحليلى.

التفكير علمي: التفكير العلمي مهم للغاية في عصر اقتصاد المعرفة. يجب أن يكون التفكير العلمي طريقة تفكير شاملة ، وليس التفكير الجدلي (التفكير النقدي) والتفكير التحليلي والتفكير المنطقي في عزلة، فيعتبر التفكير العلمي متسقًا من الناحية النظرية والتطبيقية ، وهو طريقة لجلب المعرفة الموثوقة للناس.

يعتمد التفكير العلمي على ثلاثة عناصر أساسية: استنادًا إلى الأدلة التجريبية أو استخدامها ، وإجراء التفكير المنطقي ، والتشكيك في المعرفة الموجودة (بما في ذلك استجواب الذات ، وتجنب الاستنتاجات المبكرة ، وعدم العناد). هذه العناصر الثلاثة هي أساس التفكير العلمي ، وبدون هذه العناصر لا يكون التفكير العلمي كذلك.

١. **التجريبية:** تستند دائمًا إلى الأدلة التجريبية تشير الأدلة التجريبية إلى دليل على أن الناس يمكنهم رؤية الأرض أو سماعها أو لمسها أو تذوقها أو شمها ، وهي دليل على أن الناس يمكن أن يشعروا من خلال الحواس.

يتطلب العلم والتفكير الديالكتيكي من الناس رفض المعتقدات العمياء والسلطة والعواطف البشرية الذاتية كأساس للحصول على معرفة موثوقة.

٢. **التفكير المنطقي:** يستخدم العلماء والمفكرون الديالكتيكيون دائمًا التفكير المنطقي. إن قدرة التفكير المنطقي ليست القدرة الفطرية للشخص أو قدرته على التطور والتحسين التدريجي من خلال جهوده الخاصة ، ولكن المهارات والصفات التي يجب صقلها من خلال التعليم الرسمي.
٣. **مبدأ طرح الأسئلة:** تبن دائمًا موقف طرح الأسئلة و تحقق باستمرار من أساس الآراء التي تصر عليها ، وتحقق من صحة وموثوقية المعلومات التي تمتلكها أو يقدمها الآخرون.

استخدم الأساليب العلمية لحل المشكلات:

١. حدد موضوع البحث

٢. البحث

٣. اقترح حلاً

٤. التحقق

٥. الحكم

٦. استخلاص النتائج

التفكير الجانبي: عادةً ما يتقدم التفكير المنطقي في المنهج العلمي على طول خط التفكير ، لذلك يمكن القول بأنه "عمودي" ، بينما يمكن للتفكير الأفقي (الجانبي) عادةً توليد أفكار جديدة أو تغيير الكل نظام مرجعي. يتغلب التفكير العمودي على الصعوبات أو العقبات من خلال المواجهة المباشرة ، بينما يفكر التفكير الأفقي في تجاوز الصعوبات أو العقبات بطرق مختلفة تمامًا.

خصائص التفكير العلمي يتّصف التفكير العلمي بعدد من الخصائص *كالآتي:*

التراكمية: حيث يُضيف كلّ باحث ما توصّل إليه عبر التفكير العلمي ممّا يؤدّي الى تراكم المعرفة. التنظيم: إذ تجري عملية وضع الفرضيات واختبارها بأسلوب مُنظّم ودقيق لضمان فعالية النتائج. البحث عن الأسباب: فالعلم لا يقتصر على جمع المعلومات واستنتاج الحقائق حول ظاهرة ما فقط، بل يتعدّى ذلك إلى تفسير أسباب حدوثها. الشمولية واليقين: فالهدف من التفكير العلمي هو الوصول إلى نتائج وحلول عامّة يُمكن اللجوء إليها في عدّة مواقف أخرى. الدقة والتجريد: فاللغة التي يستعملها الباحث هي لغة رياضية قائمة على أسس علمية دقيقة لضمان دقة وصحة النتائج. خطوات التفكير العلمي يتمّ التفكير العلمي من خلال عدّة خطوات مُنظّمة كالآتي:

١- **إدراك المشكلة:** والذي من شأنه التحفيز على البحث وطرح الأسئلة، إذ إنّ وجود المشكلة هو الدافع الوحيد لإيجاد حلّ لها.
٢- **تحديد المشكلة وصياغتها:** وذلك من أجل حصرها وتسهيل مناقشة جميع الجوانب المتعلّقة بها. جمع البيانات والمعلومات: فلكلّ دليل يتعلّق بالمشكلة أهمية من أجل الوصول الى استنتاج علمي حول المشكلة من جميع جوانبها. وضع الفرضيات لحلّ المشكلة: والتي تشمل جميع التخمينات والحلول الممكنة القابلة للقياس لبيان صحتها من عدمه.
٣- **اختبار الفرضيات:** وذلك باستخدام طرق علمية مناسبة للتوصّل الى حلّ مثاليّ للمشكلة.
٤- **الاستنتاجات والتعميمات:** وهي اختيار الفرضية الأنسب ضمن مجموعة الفرضيات والتي تُشكّل حلّاً للمشكلة. التطبيق وإعادة الاستخدام: فبعد إيجاد حلّ للمشكلة يتمّ التنبؤ بالأحداث والظواهر الجديدة، وإعادة استخدام الحلّ بالطرق المثلى.

التفكير التحليلي:

هو ملاحظة ظاهرة أو مشكلة ما، ثم البدء في التحقيق فيها لتطوير أفكار أكثر عمقاً حولها، ويتوقع أن ينتج عن التفكير التحليلي معرفة متعمقة أو حلول أو أفكار إضافية تتعلق بالمشكلة أو الظاهرة التي تمت ملاحظتها، وبهذا المعنى، تُعرف "القدرة على التحليل" بأنها المقدرة العقلية التى تمكن الفرد من الفحص الدقيق للوقائع، والأفكار، والحلول، والأشياء، والمواقف، وتفتيتها إلى أجزائها، أو تقسيمها إلى مكوناتها الفرعية وهو ما يؤدى إلى فهم أجزاء الموقف محل الاهتمام، وتجزئته إلى مكوناته الأصغر، كما يسمح بإجراء عمليات أخرى على هذه الأجزاء.

إن العنصر الأساسي في التفكير التحليلي هو القدرة على التعرف السريع على علاقات السبب والنتيجة في الظاهرة أو المشكلة، مما يعني توقع ما قد يحدث أثناء عملية حل المشكلات.

<u>وعادة ما تتضمن المهارات التحليلية عدة خطوات:</u>

١- ملاحظة الظاهرة أو المشكلة أو القضية وتحديدها بدقة.
٢- جمع المعلومات عنها.
٣- تعزيز فهم الظاهرة، من أجل تطوير الحلول المناسبة.
٤- اختبار الحلول أو الأفكار الجديدة بناءً على الخبرة السابقة.
٥- مراجعة الحلول الناجحة، وتقييم المعرفة المكتسبة.

رغم أن التجربة والخطأ من المتطلبات الأساسية لهذا النوع من أنواع التفكير، إلا أنه غالباً ما يكون أولئك الذين يتمتعون بمهارات التفكير التحليلي القوية قادرين على تحليل موقف أو موضوع أو مشكلة بسرعة، وغالبًا ما يعملون بشكل أفضل ضمن فريق أو مجموعة عمل.

لماذا تعتبر مهارات التفكير التحليلي مهمة؟

إن المهارات التحليلية تتيح للباحثين أو الأفراد فرصة لإيجاد حلول مناسبة للمشكلات الشائعة والمحيرة، كما أنها تساعد على اتخاذ القرارات الحكيمة بشأن الإجراءات التي يجب اتخاذها بعد الانتهاء من حل المشكلات أو تحليل الظواهر.

كما أن مهارات التفكير التحليلي تساهم بشكل كبير في تحليل المواقف، وتخطي الأزمات، من خلال إيجاد حلول قابلة للتطبيق، مما يؤدي إلى تطوير أساليب الحياة، والارتقاء بالأعمال، وتوقع المخاطر المحتملة.

وهناك العديد من الوظائف التي تتطلب مهارات التفكير التحليلي كشرط أساسي للقبول في العمل، كالوظائف العلمية، والميدانية، وجميع الوظائف الأخرى التي تتطلب أن يكون الموظف يقظاً طوال الوقت، وقادراً على تحليل المواقف والأزمات.

ما هي مهارات التفكير التحليلي؟

هناك العديد من المهارات التحليلية التي قد تكون مفيدة جداً للحصول على ترقية في العمل، أو لإثراء السيرة الذاتية، وفيما يلي بعض الأمثلة تلك المهارات:

التفكير النقدي: المفكرون الناقدون قادرون على تحديد جميع جوانب المشكلة وفهم سبب وجودها، كما أنهم قادرون على فهم المشكلة تماماً من أجل تطوير حل عملي لها.

تحليل البحوث والمعلومات: يعد تحليل البيانات والمعلومات أحد الأجزاء الأساسية في التفكير التحليلي، فبمجرد تحديد المشكلة، من المهم معرفة كيفية مراجعة وتحليل البيانات أو المعلومات التي ستكون ضرورية لحل المشكلة.

البحث العلمي: إن من المهم إجراء بحث للتوصل إلى حلول دائمة، ويمكن تعميمها وتطبيقها، ومن الممكن أن يكون البحث كمهارة من المهارات التحليلية بسيطاً وغير منهجي، ومن الممكن أيضاً أن يكون دراسة علمية منهجية متكاملة الأركان والأقسام، من أجل تعزيز عملية التفكير التحليلي.

حل المشكلات: بعد الانتهاء من تحديد المشكلة وتحليل المعلومات ونتائج البحوث التي تم إجراؤها، من المتوقع أن يتم إيجاد عدة حلول عملية ونهائية.

كيفية تحسين مهارات التفكير التحليلي: يمكن أن يساعدك تحسين مهاراتك التحليلية على تحقيق أهداف وظيفية مختلفة، كما أن المهارات التحليلية المتطورة تزيد من فرصة قبولك للوظائف إذا ما أدرجتها في سيرتك الذاتية، أو أشرت إليها خلال مقابلة العمل، ولتحسين مهاراتك في التفكير التحليلي، يمكنك اتباع *الخطوات التالية:*

١- تولى الأدوار القيادية التي تتطلب استخدام المهارات التحليلية الهامة.
٢- مارس المهارات التحليلية الأساسية خلال عملك.
٣- خذ دروساً تركز على استخدام المهارات التحليلية.
٤- المشاركة في الأنشطة التي تتطلب استخدام مهارات التفكير التحليلي مثل الرياضات الجماعية.
٥- اطلب المشورة أو الإرشاد من المتخصصين في مجال عملك.
٦- قم بإجراء بحث حول أفضل الممارسات في مجال عملك.
٧- حسّن معرفتك بالموضوع، وهو أمر ضروري لحل المشكلات بشكل أسرع.

نصيحة أخيرة لتطوير مهاراتك التحليلية: خذ بعض الوقت في التفكير في المهارات التحليلية التي تمتلكها وتلك التي يمكنك امتلاكها أو تطويرها، قم بتدوين الأحداث والمواقف التي فكرت فيها بشكلٍ تحليلي للخروج من مأزق ما أو إيجاد حلول مناسبة، ثم فكر في تلك الأحداث واستخرج منها المهارات والخبرات التي اكتسبتها، لتطبقها لاحقاً على مواقف مشابهة.

التفكير الهندسي:

من منظور التفكير ، يمكن تقسيم البشر تقريبًا إلى ثلاثة أنواع: المفكرون المنظمون والمفكرون غير المنظمون والتفكير الإبداعي ويتضمن التفكير الهندسي البحث عن حلول معقولة لمشاكل متعددة القيود. يجب أن يعتمد التفكير الهندسي على التفكير العلمي الصارم ، ولكن أيضًا على التفكير الإبداعي المتشعب.

و يحتاج المهندسون إلى طرح حلول موثوقة واقتصادية لاحتياجات التنمية للبشرية والمجتمع. لهذه الاحتياجات ، يمكن تقسيمها إلى مشاكل بسيطة ومشاكل معقدة للنظر في الحلول ، ويمكن حل المشكلات البسيطة عن طريق التفكير، ويجب حل المشاكل المركبة من خلال التحلل والقياس. عادة ما تكون المشاكل الهندسية مشاكل مركبة.

إن جميع الوظائف و ليس وظائف الهندسة فقط تتطلب مفكرين تحليليين لديهم القدرة على تحديد المشكلات وتقييمها وتطوير الحلول لها، لذلك عليك كمفكر تحليلي أن تحدد نقاط القوة التحليلية لتعرضها على أصحاب العمل، ثم بعد قبولك اعمل على صقل المهارات التحليلية وتطويرها، حتى تتمكن من التطور في وظيفتك .

التفكير الهندسي و الإدراك:

الإدراك هو عملية استقبال المثيرات الخارجية وتفسيرها بواسطة الإنسان تمهيدا لترجمتها إلى معان ومفاهيم تعاون في اختيار سلوك التفكير الهندسي ، **وبمعني أكثر تحديدا فإن عملية الإدراك المتكاملة تتم كالأتي:**

أ - يشعر الإنسان بالمثيرات الخارجية ويستقبلها من خلال الحواس الأساسية.

ب- يختزن الإنسان في ذاكرته معلومات ومعاني كثيرة نتيجة لخبراته السابقة وإدراكه لأشياء سبق استشعارها.

يقارن الإنسان ما تم استقباله من مشاعر جديدة بالمعلومات والمعاني المختزنة في ذاكرته، ومن ثم يكتشف معان جديدة لها ويصفها في تكويناتها المناسبة. *لاحظ ما يلي :*

١- أن استمرار استقبال الفرد لمثيرات من ذات المصدر لفترة ما ينتج عنه انخفاض الإحساس أو الشعور بذلك المصدر.

٢- تتأثر عملية تحويل المشاعر إلى معان عدة عوامل منها: البيئة المادية والاجتماعية للفرد، التركيب الفسيولوجي للإنسان، رغبات وحاجات الفرد – تجارب الفرد وخبراته الماضية.

وعلى الرغم من الاختلافات الواضحة في مدركات الأفراد المختلفين، إلا أن هناك بعض الأسس العامة والمشتركة فيما يدركون. فالأفراد جميعا لهم نفس الجهاز العصبي، كما أن كثيراً منهم يشتركون في

الحاجات والرغبات التي يشعرون بها، كما أن الأفراد قد يواجهون ذات المواقف والمشاكل، وعلى هذا نرى أن العالم الإدراكي للأفراد من ثقافة معينة يميل إلى التشابه.

وفي سبيل دراسة العالم الإدراكي للأفراد المختلفين يفترض معد التقارير دائما صعوبة الوصول إلى المدركات الشخصية للأطراف الأخرى من وجهة نظرهم وليس كما يتصورها هذا المعد.

العوامل الذاتية التي تؤثر في الإدراك في المجالات الهندسية :

تتأثر عملية الإدراك في المجالات الهندسية بعوامل عديدة ومختلفة، ورغم ما للعوامل الاجتماعية والبيئية من تأثير واضح على تحديد الإدراك، إلا أننا يمكن أن نحدد العوامل الذاتية الأساسية التي تؤثر في عملية إدراك الأفراد عموما في:

١- الحالة الذهنية.

٢- التوقع.

٣- الخبرة الماضية.

٤- الرغبات.

٥- الدور الاجتماعي.

٦- المركز الاجتماعي.

٧- الحالة المزاجية.

أهم الفروض التي تساعد على تفسير عملية الإدراك في المجالات الهندسية :

تطورت دراسة الإدراك والتفكير تطورا سريعا في السنوات الأخيرة ونتج عن ذلك عدة فروض أساسية على تفسير تلك العملية العامة والمؤثرة على سلوك الأطراف الأخرى للتقرير ومنها:

أ - ينظم الفرد مدركاته بطريقة اختيارية.

ب- يميل الفرد إلى تنظيم مدركاته في مجموعات متناسقة.

ج- أن صفات أو خصائص أي جزء مما يدركه الفرد إنما تتحدد

بخصائص مجموعة المدركات التي تضم هذا الجزء.

د- أن التغير في المدركات والأفكار ينشأ بسبب التغير في المعلومات

التي يحصل عليها الفرد والتغير في حاجاته.

ه - التغير في المدركات يتأثر جزئياً بخصائص المدركات الحالية.

و- يتأثر تغيير المدركات بصفات الفرد الشخصية.

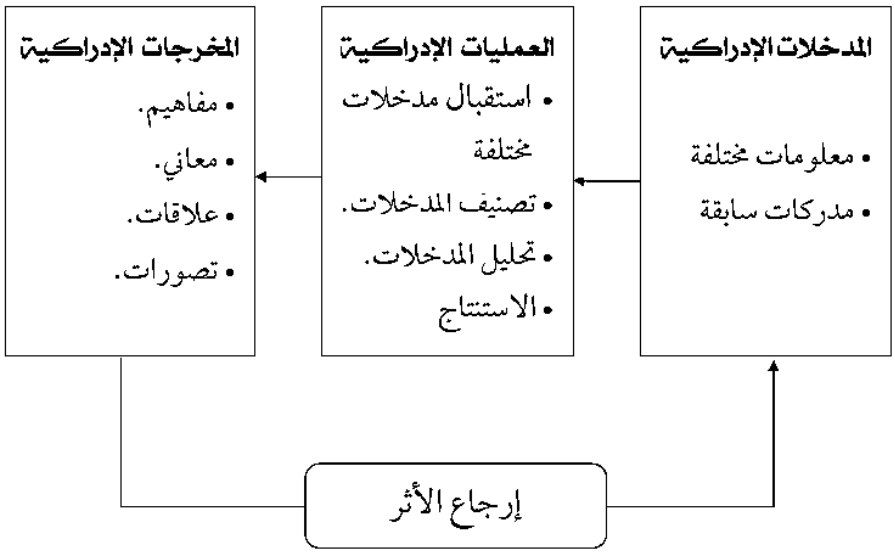
الجوانب الاجتماعية في الإدراك في المجالات الهندسية :

يتأثر إدراك الفرد بعوامل ذاتية وعوامل اجتماعية، وتؤدي العوامل الاجتماعية دور مزدوجا في تكوين المجال الإدراكي للفرد، الدور الأول أنها تمثل مصدرا للمعلومات، والدور الثاني أنها تساعد الفرد في تخفيض الغموض الذي يعانيه من بعض المدركات فيضطر إلى أراء الآخرين وتجاربهم لتفسير معاني المدركات.

الإدراك باعتباره نظاما فرعيا في المجالات الهندسية :

يمكن التعبير عن الإدراك في شكل نظام فرعي يختص بعمليات سلوكية محددة ويتفاعل مع نظم فرعية أخرى داخل النظام السلوكي الآلي.

ويتكون نظام الإدراك شأنه شأن أي نظام آخر من أجزاء ثلاث هي: المدخلات ، العمليات ، المخرجات، كما هو واضح في الشكل التالي:



شكل ٤-١ مكونات نظام الإدراك (المدخلات ، العمليات ، المخرجات).

الخطأ في الإدراك في المجالات الهندسية :

على ضوء ما تقدم عرضه، يتضح أنه إذا أخطأ الفرد في إدراك واحدا أو أكثر من المدخلات الواردة إلى نظامه الإدراكي (كالمعلومات الواردة في التقرير) فأن النتيجة هي تكوينه لمفاهيم ومعان وتصورات وعلاقات خاطئة، ومن ثم فأن أنماطه السلوكية سيعتريها في النهاية أوجه عديدة للقصور، وهو ما لا يساعد على تحقيق ما ينشده من تطلعات وآمال.

علاقة الإدراك بالتقارير الإدارية و الهندسية :

يترجم الأشخاص الشيء نفسه لطرق مختلفة حسب خبرتهم السابقة، ومثال ذلك المشرف الذي يلاحظ بعض العاملين يضحكون، فبالنسبة للمشرف الذي يعتقد أن العمل يجب أن يكون مؤلما حتى يكون منتجا، فأن الضحك يعني أن الوقت يضيع سدي وربما أن العمل الموكول إلى هؤلاء العاملين بسيط جداً.

وبالنسبة للمشرف الذي يعتقد أن العاملين الراضيين بجد أكبر فأن الضحك يعني أنه ناجح في عمله كمدير، وبالنسبة للمشرف الذي يكون غير مطمئن شخصيا على مركزه، فأن الضحك يعني استهزاء العمال به.

ومن ناحية أخرى فأن المجموعة التي ينتمي إليها الشخص تميل إلى تحديد تفسيره للمعلومات الواردة في التقارير التي ترفع إليه، وهذا ما يوضح عيب الاتصالات التي تقوم بها الإدارة عن طريق الشعارات والملصقات وغيرها لتنبيه العامل إلى ناحية الأمن الصناعي أو تقليل خسائر العوادم أو تقديم الاقتراحات أو غيرها، لأنه تكون موجهة إلى العاملين كأفراد في حين أن المعتقدات ووجهات النظر الإنسانية تحددها المجموعة، ولذلك إذا رأي زملاء العامل أن المشرف غير عادل ومتعسف فأن الاحتمال القوي هو أن العامل سينتمي إلى هذا الرأي.

ولما كانت العوامل الفردية تختلف بين الأفراد، فمن المتوقع أن يتباين إدراكهم وأن تختلف معاني الأشياء لديهم فيصبح أمامه عقبة في سبيل فهم المعلومات التي تتضمنها التقارير المختلفة وبالتالي عقبة في سبيل الاتصال.

وكم من مواقف اختلفت فيها الإدارة العليا من العاملين في أدني المستويات التنظيمية، ولا شك أنه كلما زاد البعد بين الإدارة العليا والعاملين كلما زاد التباين في إدراكهم للأشياء والأمور، ومن ثم فأن التقريب بينهما عن طريق الاتصال الحر من أهم وسائل الاتصال التي تعمل على نقل سياسات الإدارة وأهدافها إلى العاملين، كما تعمل على تحقيق التفاعل بين فئات العمل المختلفة فتصبح هناك لغة مشتركة يتفاهم بها أفراد المنظمة لفهم البيانـــات والمعلومـــات عن طريق تقارير تتناولها بالتحليل و الشرح.

و من هذا المنطلق كان للبيانات و المعلومات أهمية قصوي في هذا المضمار لذا سوف نتناولها بشئ من التفصيل فيما يلي .

تعريف البيانـــات والمعلومـــات في المجالات الهندسية المختلفة:

البيانات: تشير إلى الحقائق والأرقام والحروف والكلمات والإشارات التي تعبر عن فكرة أو شيء ما أو موقف محدد كأرقام المبيعات وأرقام الإنتاج .. الخ.

المعلومات: هي حقائق منظمة تفيد مباشرة في اتخاذ القرارات وتشير إلى نتائج تشغيل البيانات التي تصف أحداث العمليات التي تقع في المنظمة وإخراجها في شكل له معنى للمستفيد مثل معدل دوران البضاعة، نسبة السيولة .. الخ.

مقارنة بين البيانـــات والمعلومـــات في المجالات الهندسية المختلفة:

و جدول ١-٤ يوضح مقارنة بين البيانـــات والمعلومـــات في ظل مفهوم كلا منها وفقا لما سبق ذكره.

جدول ٤-١ مقارنة بين البيانـــات والمعلومـــات

البيانات	المعلومات
حقائق غير منظمة لا تفيد مباشرة في اتخاذ القرارات.	**حقائق منظمة تفيد مباشرة في صنع القرارات.**
بمثابة مادة خام في نظام المعلومات.	**بمثابة المنتج في نظام المعلومات.**
مدخلات لنظم المعلومات.	**مخرجات لنظم المعلومات.**

أنواع البيانات في المجالات الهندسية المختلفة:

١- ***البيانات الثانوية أو التاريخية:*** وهي البيانات التي سبق جمعها وتسجيلها في سجلات أو نشرها بواسطة الهيئات أو أحد الباحثين (أي بيانات ثانوية داخلية وخارجية).

٢- ***البيانات الأولية:*** وهي البيانات التي يقوم معد التقرير نفسه (الباحث) بملاحظتها أو جمعها عن طريق الملاحظة أو الاستقصاء أو المقابلات المتعمقة، وهي تكمل النقص في البيانات الثانوية، وتعالج الأخطاء فيها، ولا نلجأ إليها إلا في حالة انعدام البيانات الثانوية أو قصورها.

دور البيانات والمعلومات بالنسبة للمستويات الإدارية في المجالات الهندسية المختلفة.

تحتاج جميع المستويات الإدارية في المنظمة إلى بيانات ومعلومات متنوعة لخدمة أغراضها في التخطيط والتنظيم والرقابة وصنع القرارات في مختلف المجالات الوظيفية كالإنتاج والتسويق والأفراد، وللربط بينها وبين البيئة المحيطة.

غير أن تلك الاحتياجات من البيانات والمعلومات تختلف طبقاً للمستويات الإدارية للمنظمة (إدارة عليا ـ إدارة تنفيذية ـ إدارة عمليات)، فكلما تدرجنا إلى المستويات الإدارية العليا في التنظيم كلما احتاجت الإدارة إلى بيانات ومعلومات مركزة وملخصة في شكل تقارير حتى تتمكن الإدارة من تفهمها واتخاذ التصرفات والقرارات المناسبة بأقصى سرعة ممكنة.

ومن ناحية أخرى تزداد درجة التفصيل في المعلومات كلما اتجهنا إلى المستويات الإدارية الدنيا.

التقارير الهندسية وعلاقتها بالبيانات:

تعتبر التقارير من أهم صور عرض البيانات بعد تحويلها إلى معلومات، ومن ثم فكلما أردنا تقريراً كافياً صالحاً ومفيداً فنياً وشكلياً وموضوعياً كلما اقتضى الأمر جمع أكبر قدر من البيانات بطريقة صحيحة ثم عرضها في شكل مناسب.

وتتمثل مراحل إعداد التقرير في:

١- جمع البيانات المرتبطة به.

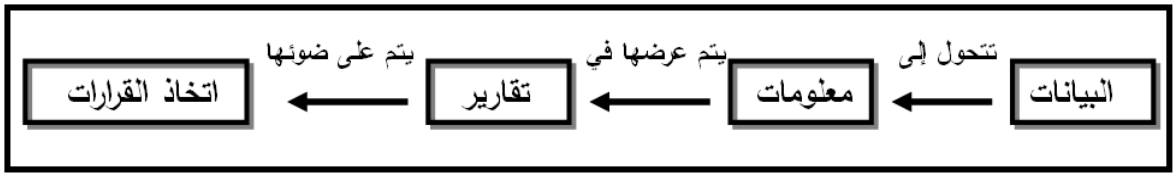
٢- تفريغ البيانات وتبويبها.

٣- تحليل البيانات.

٤- استخراج النتائج والتوصيات.

٥- كتابة التقرير ونشره.

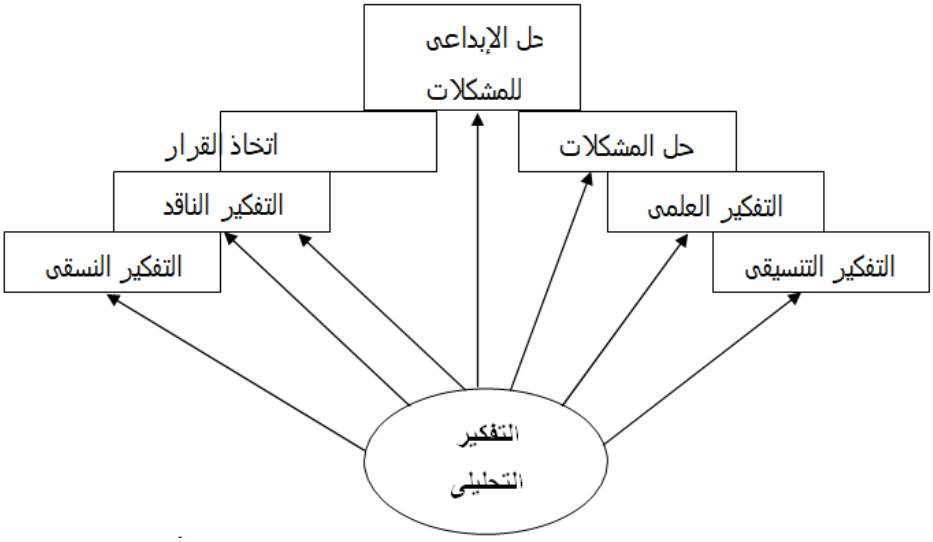
ويظهر شكل ١-٢ التالي علاقة البيانات بكل من التقارير واتخاذ القرارات وهي علاقة تكاملية حيث يبني القرارات في ضوء التقارير التي تبني هي الاخري علي المعلومات المسنبطة من معالجة البيانات.



شكل (٤-٢) يوضح علاقة البيانات بكل من التقارير الهندسية واتخاذ القرارات

تعريف التفكير التحليلى

القدرة فى أبسط تعريفاتها هى المقدرة المرتبطة بأداء المهام، والتى ترتقى عبر الزمن من خلال التفاعل بين العوامل الوراثية والخبرة (Desimone, ٢٠٠٢) بمعنى آخر هى القدرة المتوافرة فعليا لدى الشخص، التى تمكنه من أداء فعل معين سواء تمثل فى نشاط حركى أو عقلى، وسواء أكانت هذه القوة تتوافر بالمران والتربية أم نتيجة لعوامل فطرية غير مكتسبة (السيد، ٠٩٩١، ص ٠٤٣).



شكل ٤-٣ يوضح التفكير التحليلي كجذر مشترك لعديد من عمليات التفكير الاخرى

مكونات ومراحل الحل الإبداعي للمشكلات

المكون الأول: فهم المشكلة

اكتشاف

- الافتراقى: التفكير فى أكبر كم من الأهداف التى يرجى إنجازها والمعوقات المتوقعة للإحاطة بالمجال العام للمشكلة.
- الالتقائى: تحديد هدف عام تتجه نحوه عملية حل المشكلة.

اكتشاف

- الافتراقى: التفكير فى أكبر عدد من الآراء الشخصية، والمعلومات التفصيلية والوقائع النوعية المرتبطة بالمشكلة لتحديد مجالاتها الأساسية.
- الالتقائى: انتقاء أكثر البيانات أهمية، والربط بينها فى نسق منظم ومترابط.

اكتشاف

- الافتراقى: التفكير فى الصياغات العديدة الممكنة للمشكلة.
- الالتقائى: اختيار أفضل صياغة للمشكلة، وتقسيمها إلى مشكلات فرعية.

المكون الثانى: إنتاج الحلول

اكتشاف

- الافتراقى: توليد أكبر عدد من الأفكار التى تصلح أن تكون حلولاً مؤقتة للمشكلة.
- الالتقائى: الانتقاء الأولى لأكثر الأفكار ملاءمة وتصنيفها تبعًا لمستوى فعاليتها فى حل المشكلة.

اكتشاف

- الافتراقى: التفكير فى المحكات المختلفة الممكن استخدامها فى تقييم الأفكار المقترحة استخدام هذه المحكات فى توليد أفكار وحلول جديدة.
- الالتقائى: انتقاء أفضل المحكات وأكثرها ملاءمة وأهمية استخدام هذه المحكات فى غربلة، وانتقاء وتدعيم حلول المشكلة.

المكون الثالث: التخطيط لتنفيذ الحل

اكتشاف

- الافتراقى: التفكير فى العوامل المختلفة التى من الممكن أن تساعد أو تقاوم تنفيذ الحل لقبوله كحل نهائى للمشكلة وتأمين استخدامه.
- الالتقائى: وضع خطة مفصلة لتنفيذ الحل النهائى

الفصل الخامس :منهجيات العمل الهندسى وسلوكياته

مقدمة :

تعد الهندسة بحق عملية إبداعية تعتمد على ابتكار المعارف وعلى الخبرات البشرية المتراكمة، بهدف زيادة الأمان والخير والصحة لكل أعضاء المجتمع المحلي و الدولي، مع المحافظة على البيئة ومستوى الحياة والجمال فيها، والحرص على الإدارة المستدامة للموارد التى يتم توظيفها وترشيد استغلالها، كما تؤثر الهندسة كمهنة تأثيرا مباشرا وعميقا على نوعية الحياة التى يحياها جميع الناس ، وبالتالى فإن ما يقدمه المهندسون من مختلف أنشطتهم المهنية يتطلب منهم الالتزام بأقصى درجات الكفاءة والتميز والمهارة المهنية ، ويقتضى منهم التمسك بأعلى درجات السلوك الأخلاقي ، وبالتحلي بالشرف والنزاهة والأمانة والعدالة والتجرد والحيدة، تحقيقا لصحة وسلامة ورفاهة العامة والمجتمع. وقد استمدت المعايير الأخلاقية وقواعد السلوك الأخلاقي لمهنة المهندس من القيم العليا للحضارة بما فيها من تراث فكرى وثقافي وتراكمات معرفية وا الأخلاقية ، ولابد للمهندسين الالتزام بها في أثناء مزاولتهم للمهنة ، أما قواعد السلوك فهي قواعد إلزامية عملية تتفق معها المبادئ الأخلاقية لممارسة المهنة و في هذا الفصل نتناول منهجيات العمل الهندسى وسلوكياته.

مبادئ وأخلاقيات عامة في ممارسة المهن الهندسية:

١- يجب على المهندس أن يعتبر أن المسئولية الأدبية والرقابة الذاتية والضمير المهني هي الدافع الأول للقيام بالتزاماته وواجباته ، وألا يسبق ذلك أية دوافع أخرى .
٢- يجب على المهندس أن يراعي المبادئ السامية النبيلة التي تدعو إليها القيم التراثية والحضارية ، والتي استقرت في وجدان الأمة عبر الأجيال ، في كل ما يقوم به من عمل وما ينطق به من قول .
٣- يجب على المهندس أن يتحلى بأعلى مبادئ الشرف والأخلاق ، وأن يقدس القيم الأخلاقيةً ويتمسك دائما بالأمانة والصدق والنزاهة في ممارستها للمهنة .
٤- يجب على المهندس أن يعي أن قيامه بواجباته على الوجه الأكمل في خدمة عملائه ومجتمعه يجب أن يسبق مطالبته بحقوقه .
٥- يجب على المهندس أن يحافظ على كرامته ، وأن ينأى بنفسه عن كل ما يشوب مكانته وسمعته الذاتية والمهنية ، وأن يضع كرامة المهنة وشرفها فوق المكاسب الذاتية والاعتبارات الشخصية .
٦- يجب على المهندس أن يؤكد ويعزز في أدائه المهني والشخصي القيمة السامية لمهنة الهندسة ، ودورها الأساسي في بناء الحضارة المعاصرة ، وأن يسعى إلى الإعلاء من منزلتها ومكانتها .
٧- يجب على المهندس أن تتسم علاقاته بكافة الأطراف أثناء ممارسته المهنية بالشفافية والأمانة والصدق ، وبما يتفق ومبادئ الشرف والنزاهة والعدل .
٨- يجب على المهندس أن يمارس مهنة الهندسة من منظور اجتماعي واسع ؛ مستنداً خبرته المتخصصة ، ملتزما بأخلاقيات وآداب المهنة بصرف النظر عن انتمائه الشخصي الفكري أو العقائدي . كما يجب ألا يميز في معاملته للآخرين على أساس العرق أو الجنس أو الدين ، بل يعاملهم جميعا على أساس أنهم متساوون في الحقوق والواجبات وفي الفرص المتاحة.
٩- يجب على المهندس أن يؤدي واجباته بإتقان واخلاص ، وأن تكون خدماته لعملائه ومستخدميه خالصة ، لا تشوبها مصالح متضاربة أو متعارضة في أي صورة من الصور.

١٠- يجب على المهندس أن يربأ بنفسه عن القيام بأي عمل لا يتفق مع القانون العام والأعراف الاجتماعية المستقرة ، ومخالف لمبادئ أخلاقيات وشرف المهنة الهندسية . كما عليه التأكد من أن من يمثلونه أو يعملون لديه أن يكونوا ملتزمين في سلوكهم بهذه المبادئ .

١١- يجب على المهندس أن يتبين من البداية كافة النتائج المترتبة على أدائه المهني ، وعلى أداء الذين يعملون معه ، وأن يكون مستعداً لتحمل مسئوليات هذه النتائج.

المسئوليات العامة للمهندس تجاه المجتمع:

يشتمل هذا المحور على مسئولية المهندس تجاه مجتمعه بكل أفراده وطوائفه ، فالأداء الهندسي إنما يهدف الى توفير حياة آمنة مريحة لمجتمع مزدهر فى بيئة عمرانية متميزة ، ولا يستطيع المهندس أداء مهامه الهندسية على الوجه الأكمل إلا بوعى تام بمصلحة مجتمعه ، ومعرفة واسعة بالتحديات التى تواجهه ، وبرؤاه المستقبلية وأهمية الانتقال به من مصاف الدول النامية إلى مصاف الدول المتقدمة .

إن تحقيق أهداف المجتمع إنما يقع فى المقام الأول على عاتق المهندس ، ولذا فيجب أن يكون على وعى تام بأهمية دوره فى تنمية مجتمعه تنمية شاملة مستدامة. وتمتد مسئولية المهندس من الحيز المعمور الحالى فى الوادى والدلتا الى الحيز غير المأهول فى صحراوات مصر وسواحلها. كما لا تشمل مسؤلياته تحقيق أمانى الوطن فى المستقبل فقط ، بل تشمل أيضا المحافظة وصيانة موروثاته القيمية والأخلاقية وكذلك تراثه التاريخي الممتد عبر أحقاب تاريخية طويلة . أى أنه يجب على المهندس المحافظة على خصوصية مصر الممتدة مكانيا وزمانيا ، وأن يجعل منها دولة مشاركة ورفعّالة فى بناء الحضارة المعاصرة ّ ويشتمل هذا المحور على خمسة مكونات وهي :

١- مسئوليات المهندس فى تحقيق المصلحة العامة وخدمة المجتمع والارتقاء بمستوى الحياة الحضرية .

٢- المشاركة فى النشاط العام وتعريف المجتمع بمهنة الهندسة.

٣- مسئولية المهندس فى تحقيق التنمية الاجتماعية والاقتصادية والاهتمام بالمشروعات القومية

٤- المحافظة على التراث الوطنى والقيم الدينية والاجتماعية و المبادئ السامية وتأكيد حقوق الإنسان.

٥- مسئوليات المهندس فى حالة العمل فى بلد أجنبي ، وضرورة مراعاة القيم والمبادئ التى تشترك فيها الإنسانية جمعاء .

علاقة المهندس تجاه المجتمع الهندسي وتجاه زملائه المهندسين:

تمثل علاقة المهندس تجاه المجتمع الهندسى ، وتجاه زملائه المهندسين ، أحد الأركان الرئيسة فى ممارسة المهنة الهندسية . وتتسم هذه العلاقة بالتعاون من ناحية والتنافس من ناحية أخرى. لذا فإنه من الأهمية بمكان ضرورة وضع الضوابط الأخلاقية لهذه العلاقة خصوصا الجانب التنافسي فيها.

إذ قد يكون من السهل على المهندس ، فى سعيه للحصول على أعمال جديدة ، أن يتجاوز الخط

الفاصل بين ما يتفق مع مبادئ وأخلاقيات ممارسة المهنة وبين ما هو غير ذلك. ولذا فقد جاءت

ّ هذه الوثيقة ن بوضوح ّ لتغطى كل جوانب العلاقة المركبة بين المهندسين بعضهم ببعض، وتبي المبادئ الأخلاقية فى كل جانب منها، وتشير إلى ضرورة التعاون بين المهندسين وكذلك المشاركة الإيجابية الفع المهنة. واشتمل هذا المحور علىّالة مع الجمعيات الهندسية ؛ بهدف الارتقاء بممارسة العناصر التالية:

أولا : علاقة المهندس بالمنظمات الهندسية :

المبـدأ الأخلاقـي : يجـب علـى المهنـدس المسـاهمة فـى نشـاطات الجمعيـات الهندسـية العلميـة والمهنيـة ومسـاندتها فـى تحقيـق أهدافها والالتـزام ؛ بمـا تقـرره هـذه الجمعيـات مـن لـوائح وقـرارات وتوصيات .

قواعد السلوك:

•يجب على المهندس المشاركة فى أنشطة نقابة المهندسين ، وعلى الأخص الأنشطة المتعلقة بممارسة المهنة ، وعليه الالتزام بكل ما تصدره النقابة فى هذا الشأن من لوائح وقرارات وتوصيات.

• يجب على المهندس العمل على دعم المنظمات والجمعيات العلمية الهندسية بطريق الاشتراك الإيجابي فيها ، والمشاركة فى لجانها وندواتها ومؤتمراتها ، وأن يلتزم بتوصيات وقرارات الجمعيات الهندسية التى يشارك فى عضويتها، وأن يعاون هذه الجمعيات على تحقيق أهدافها فى خدمة المجتمع الهندسي.

• يجب على المهندس – إذا كان مسئولا عن إدارة أحد الجمعيات الهندسية أو عضوا بها أن يسعى الى تحقيق التعاون المثمر البناء مع الجمعيات النظيرة فى الدول الأخرى ، وكذلك المشاركة فى الاتحادات الدولية القائمة لهذه الجمعيات بهدف الارتقاء بمستوى أدائها على المستوى المحلى والإقليمي والعالمي .

• يجب على المهندس أن يدعم المهن والفنون والصناعات المتكاملة مع مهنة الهندسة، وأن يسعى للارتقاء بها من حيث جودة المنتج والمستوى الفنى للعاملين فيها .

ثانيا: علاقة المهندس بزملائه والتى تشتمل على المكونات الاتية :

- المبادئ العامة لعلاقة المهندس بزملائه .

المبدأ الأخلاقي: يقوم كود أخلاقيات المهنة على مبادئ وقيم مشتركة بين المهندسين وكذلك على الاتفاق فيما بينهم بضرورة الالتزام بهذه القيم والمبادئ . وعلى المهندس أن يتوخى الإنصاف فى تعامله مع غيره من الزملاء ، وأن يقوم بتقديم كل مساعدة ممكنة لهم إذا ما تطلب الأمر ذلك، كما يجب عليه تجنب أى فعل أو قول يمكن أن يحمل نقدا غير منصف ، أو أن يؤخذ كمحاولة لتحقيق مصالح ذاتية على حساب غيره من المهندسين.

قواعد السلوك للمبادئ العامة لعلاقة المهندس بزملائه:

• يجب على المهندس أن يلتزم فى معاملة غيره من المهندسين بما تنص عليه تقاليد المهنة وقواعد اللياقة ، وألا يدخر وسعا فى معاونتهم ومساندتهم كلما دعت الحاجة الى ذلك .

• يجب على المهندس الإقرار بالإسهامات المهنية لرؤسائه ومرؤوسيه وزملائه ، وأن يكونوا دائما موضع احترامه وتقديره.

• يجب على المهندس – سواء عن قصد أو غير قصد - عدم الإساءة الى سمعة أو عمل غيره من المهندسين بالادعاء غير الصحيح ، وألا يلحق الضر ر بزملائه باستخدام أساليب غير صادقة وغير كريمة بشكل مباشر أو غير مباشر مما يؤثر سلبا على حقوقهم وفرصهم المشروعة فى ممارستهم المهنية .

• يجب على المهندس - فى حالة المنافسة مع غيره من المهندسين – أنً على أساس الجدارة المهنية والكفاءة ، وأن يتجنب يكون التنافس قائما استخدام أية وسائل غير شريفة وغير نزيهة.

• يجب على المهندس - الشريك فى مؤسسة هندسية - أن يعامل شركاءه بشفافية تامة، وأن يلتزم بشروط المشاركة نصا وروحا ، وأن يتعاون معهم على الارتقاء بمستوى الأداء المهنى لمؤسستهم.

• يجب على المهندس - فى حالة قيام زميل بممارسات لا تتفق مع آداب وأخلاقيات المهنة الهندسية أو بعدم الالتزام بالقوانين واللوائح المنظمة لهذه المهنة- أن يبلغ الجهات المختصة ، وأن يقدم لها البراهين الدالة على ذلك لكى تتخذ ما يلزم من إجراءات فى هذا الشأن.

تقييم المهندس لأعمال غيره من المهندسين :

•يجب على المهندس أن يقبل النقد الأمين العادل البناء لأعماله ، وأن يلتزم بمثل هذا النقد الموضوعى عند تقييم أعمال غيره من المهندسين ، أى أنه يجب على المهندس أن يقيم عمل الغير بنفس المقاييس التى يودّ أن يقيّم بها عمله .

• يجب على المهندس - عند تقييمه لأعمال غيره من المهندسين – أن يراعى المحددات والظروف التى أحاطت بهذا العمل عند تنفيذه، كما يجب عليه أن يقوم بذلك بإنصاف ، وحسب ما تمليه عليه قواعد اللياقة والسلوك الصحيح وواجب الزمالة.

• يجب على المهندس عدم نقد أعمال غيره من المهندسين بطريقة غير موضوعية وغير منصفة ؛ بغرض التقليل من شأنهم ووقف التعاقد والتعامل معهم.

• يجب على المهندس ؛ عند تكليفه بإبداء الرأى فى عمل مهندس آخر ؛ أن يخطره بذلك ، خصوصا إذا كان القيام بذلك قد يؤثر على خصومة قضائية محتملة أو قائمة بين هذا المهندس والعميل . كما يجب عليه دراسة الموضوعات المطلوب إبداء الرأى بشأنها دراسة دقيقة ومتعمقة بغية الوصول إلى نتائج سليمة ومتوازنة.

السلوك الأخلاقى عند إيقاف العميل لمهندس عن العمل واسناده لمهندس آخر أو فى حالة مراجعته لأعمال زميل آخر:

• يجب على المهندس ؛ إذا ما أسند إليه عمل يعتبر تعديلا أو تطويرا كليا أو جزئيا لعمل مهندس آخر ؛ ألا يبدأ بذلك إلا بعد أن يخطره بذلك وبعد التأكد من انتهاء التعاقد مع هذا المهندس. ويجب عليه ألا يغفل دور المهندس الأصلى ، وأن يظهره بشكل لائق .

• يجب على المهندس ألا يقبل عملا سبق لمهندس آخر الارتباط به إلا بعد أن يتعرف على كافة ملابسات هذا العمل ، وأن يتحقق من أن قبوله للقيام به لايمثل ضررا للحقوق المشروعة لهذا المهندس، كما أنه لا يتعارض مع قواعد السلوك الأخلاقى لمهنة المهندس.

•يجب على المهندس ألا يقبل التعاقد على مشروع تم التعاقد عليه مع مهندس آخر ولكنه لم يكتمل أو لم يتم دفع أتعاب عليه ؛ إلا إذا كانٍ أداء هذا المهندس وسداد الأتعاب موضع تقاض ، أو أن عقد هذا المشروع ألغي كتابة من أى من الطرفين .

• يجب على المهندس عدم قبول مراجعة عمل مهندس زميل يعمل لحساب عميل إلا بعلم وموافقة هذا الزميل ، أو عند انتهاء العلاقة التعاقدية بينه وبين العميل.

• يجب على المهندس ألا يسعى بأى شكل من الأشكال الى إزاحة مهندس آخر لكى يحل محله فى مشروع أو عمل ما تم التعاقد عليه مع هذا المهندس.

علاقة المهندس برؤسائه:

• يجب على المهندس الذي يعمل لدى صاحب عمل أن يقوم بواجباته بإخلاص تام ، وأن يمتثل لتوجيهات رؤسائه ، وأن يعمل بروح الفريق ، وأن يبتعد عن الانفرادية ، وأن يبذل كل جهده فى إنجاح المؤسسة التى يعمل بها والمحافظة على سمعتها المهنية.

• يجب على المهندس الذي يترك العمل فى مؤسسة ما ألا يأخذ - دون موافقة صاحب العمل - أية تصميمات أو رسومات أو معلومات أو أى مواد أخرى متعلقة بعمل هذه المؤسسة ، حتى وان كانت من إعداده

• يجب على المهندس أن يمتنع عن استعمال المعدات والمواد والمعامل ، وأدوات المكتب التى تخص صاحب العمل ، فى القيام بأعماله الخارجية الخاصة دون موافقة صاحب العمل .

• يجب على المهندس الذي يعمل فى مؤسسة أن يحافظ على خصوصيات هذه المؤسسة ، وألا يدلى للغير – إما بطريقة مباشرة أو غير مباشرة بأية بيانات أو معلومات عن سير العمل بها.

يجب على المهندس الذي يعمل فى مؤسسة ألا يقبل عملا إضافيا خارج هذه المؤسسة ، سواء أكان عملا مؤقتا أو دائما أو عملا استشاريا أو غير ذلك ، إلا بعد موافقة المؤسسة التى يعمل بها.

• يجب على المهندس الذي يرغب فى ترك المؤسسة التى يعمل بها أن يخطر رؤساءه قبل ذلك بوقت كاف ، وأن يكون قد انتهى من أداء العمل الموكل إليه تنفيذه ، وأن يوضح الأسباب التى دعته الى تر ك العمل .

علاقة المهندس بمرؤوسيه:

• يجب على المهندس أن يحث مرؤوسيه ، الذين يعملون تحت إشرافه ، على الالتزام بمبادئ وأخلاقيات ممارسة المهنة ، وأن يوضح لهم المواقف التى من شأنها أن تؤدى الى وقوع مخالفات لهذه المبادئ.

• يجب على المهندس أن يوفر لزملائه وللموظفين الذي يعملون لديه الظروف الملائمة لمزاولة المهنة، وأن يتيح لهم المناخ اللازم لبذل أقصى ما لديهم من كفاءة وجهد فى أدائهم لعملهم ، وأن يشعرهم أن هذا الأداء موضع تقدير واعتراف ، وأن يدفع لهم الأجور والمكافآت المجزية العادلة.

• يجب على المهندس أن يعمل على منح فرصة كاملة للعاملين معه من المهندسين لإبراز مواهبهم ، وتطوير كفاءاتهم ، والارتقاء المستمر بمستواهم الفنى والمهنى .

• يجب على المهندس صاحب العمل أن يحرص على العلاقات الطيبة والصراحة المتبادلة مع العاملين لديه ، بأن يوضح – فى لوائح داخلية – شروط ومتطلبات وضوابط العمل ، وعلى رأسها التوصيف الدقيق للدرجات المهنية للعاملين ، والمرتبات المناظرة ، والحوافز والمزايا الإضافية المتاحة.

• يجب على المهندس صاحب العمل أن يعلن عن الوظائف الخالية لديه بشفافية ، مع توصيف دقيق للوظائف المتاحة والمؤهلات المطلوبة والمزايا المقدمة.

يجب على المهندس صاحب العمل عدم محاولة اجتذاب مهندس يعمل لدى الغير للعمل معه بوسائل مضللة لا تتفق مع أخلاقيات المهنة وأعرافها وواجبات الزمالة.

• يجب على المهندس صاحب العمل ألا يمتنع عن منح المهندسين الذين انتهت مدة خدمتهم لديه خطابا يفيد ما قاموا به من أعمال ، كما يمكن أن يتيح لهم نسخة من التصميمات أو الرسومات أو التقارير أو أية مواد أخرى تتعلق بالعمل الذي شاركوا بفاعلية فى أدائه ، طالما كان هذا العمل لا يحمل طابع السرية .

• يجب على المهندس صاحب العمل عندما يقرر إعفاء أحد مرؤوسيه من الاستمرار فى العمل لديه ؛ أن يوضح له الأسباب التى دعته لذلك، وأن يمنحه الوقت الكافى للبحث عن عمل آخر ، وأن يساعده إن أمكن على تحقيق ذلك .

قائمة المراجع

المراجع العربية:

١. القونجي: أبجد العلوم، ٢/ ٥٧٢ وما بعدها.
٢. مقدمة ابن خلدون، ص ٤٨٦.
٣. على عبد الله الدفاع: لمحات من تاريخ الحضارة العربية والإسلامية.
٤. شوقي أبو خليل: علماء الأندلس إبداعاتهم المتميزة وأثرها في النهضة الأوروبية.
٥. أحمد علي الملاّ: أثر العلماء المسلمين في الحضارة الأوروبية.
٦. حكمت فريحات وإبراهيم الخطيب: مدخل إلى تاريخ الحضارة العربية الإسلامية.
٧. (أحمد علي الملا: أثر العلماء المسلمين في الحضارة الأوروبية.
٨. محمد كرد علي: الإسلام والحضارة العربية ١/ ٢٣٨.
٩. أحمد فؤاد باشا: التراث العلمي الإسلامي، ص ٣٠، ٣١.
١٠. كتاب معرفة مساحة الأشكال، بنو موسى بن شاكر، تحرير نصير الدين الطوسي، ط١، حجر حيدر آباد الدكن، ١٣٥٩ه، ، نقلاً عن: خالد أحمد حربي: علوم حضارة الإسلام ودورها في الحضارة الأندلسية، سلسلة كتاب الأمة،
١١. جوان فيرنيه: الإنجازات الميكانيكية في الغرب الإسلامي، مجلة العلوم الأمريكية، الترجمة العربية، الكويت، أكتوبر-نوفمبر، مجلد ١٠، ١٩٩٤م، نقلا عن: أحمد فؤاد باشا: التراث العلمي الإسلامي شيء من الماضي أم زاد للآتي، ص٣٥، ٣٦.
١٢. دونالدهيل: ترجمة كتاب الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل للجزري، نشر دور درشت - ديدل ١٩٧٩م.
١٣. أحمد يوسف الحسن: تقي الدين والهندسة الميكانيكية، مع كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية من القرن السادس عشر، جامعة حلب، معهد التراث العلمي العربي ١٩٧٦م، نقلاً عن: أحمد فؤاد باشا: التراث العلمي الإسلامي، ص ٣١، ٣٣، ٣٥.
١٤. عبد الحميد، ممدوح «مهارات إعداد وكتابة التقارير والمذكرات والمراسلات »، ٢٠١١ م.
١٥. العلاق، بشير «دليل كتابة التقارير »، مؤسسة الدراسات العربية- بيروت » ، ٢٠١٠م.
١٦. الكود المصري لأخلاقيات ممارسة المهنة الهندسية (المسودة الاولي)
١٧. عيد السيد «إعداد البحوث و كتابة التقارير العلمية» ، المعهد العماني للتدريب المهني -سلطنة عمان ، ٢٠١٦م.
١٨. محمد علي بيك – مذكرات الجامعة لمادة تاريخ الهندسة و العلوم والتكنولوجيا – جامعة حورس بمصر لعام ٢٠١٨.
١٩. أيمن عامر - التفكير التحليلى القدرة والمهارة والأسلوب - مشروع الطرق المؤدية إلى التعليم العالى - مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث كلية الهندسة –كلية الاداب - جامعة القاهرة -٢٠٠٧

المراجع الإنجليزية**(References):**

١. Dobrin, Sidney I., Weisser, Christian R. and Christopher J. Keller.“Technical Communication in theTwenty-First Century”. ٢٠١٠.

٢. Locker, Kity O. and Kyo Kaczmarek,Stephen.“Business Communication”.٢٠٠٤.

٣. James E. McClellan & Harold Dorn, Science and Technology in World History: An Introduction, The Johns Hopkins University Press, ٢nd. Ed., ٢٠٠٦.

٤. Richard Shelton Kirby, Engineering in History, Dover publications, ١٩٩٠.

٥. Brush, S. G. (١٩٨٨). The History of Modern Science: A Guide to the Second Scientific Revolution ١٨٠٠-١٩٥٠. Ames: Iowa State University Press.

٦. Bunch, Bryan and Hellemans, Alexander, (١٩٩٣) The Timetables of Technology, New York, Simon and Schuster.

٧. Derry, Thomas Kingston and Williams, Trevor I., (١٩٩٣) A Short History of Technology: From the Earliest Times to A.D. ١٩٠٠. New York: Dover Publications.

٨. Greenwood, Jeremy (١٩٩٧) The Third Industrial Revolution: Technology, Productivity and Income Inequality AEI Press.

٩. Kranzberg, Melvin and Pursell, Carroll W. Jr., eds. (١٩٦٧)Technology in Western Civilization: Technology in the Twentieth Century New York: Oxford University Press.

١٠. Landa, Manuel de, War in the Age of Intelligent Machines, ٢٠٠١.

١١. McNeil, Ian (١٩٩٠). An Encyclopedia of the History of Technology. London: Routledge. ISBN ٠-٤١٥-١٤٧٩٢-١.

١٢. Olby, R. C. et al., eds. (١٩٩٦). Companion to the History of Modern Science, New York, Routledge.

١٣. Pacey, Arnold, (١٩٧٤, ٢ed ١٩٩٤), The Maze of Ingenuity The MIT Press, Cambridge, Mass, ١٩٧٤, [٢ed ١٩٩٤, cited here]

١٤. Singer, C., Holmyard, E.J., Hall, A. R and Williams, T. I. (eds.), (١٩٥٤–٥٩ and ١٩٧٨) A History of Technology, ٧ vols., Oxford, Clarendon Press, (Vols ٦ and ٧, ١٩٧٨, ed. T. I. Williams).