



قبة.

-



مجلة العلوم والهندسة (المهندس السوري)



Science and Engineering Magazine
مجلة العلوم والهندسة
المهندس السوري Syrian Engineer

العدد الثاني عشر - آب - 2022

ربع سنوية تصدر عن نقابة المهندسين السوريين الأحرار - فرع حلب

مجلة تعنى بشؤون المهندس السوري ونشر المواضيع التطبيقية وتنهل من محيطها الإقليمي والعالمي لنشر الأبحاث والأفكار والمعلومات ذات القيمة المهنية والفنية العالية

المقالات والآراء التي تنشر تعبر عن رأي أصحابها
ولا تعبر بالضرورة عن رأي هيئة التحرير

مجلة العلوم والهندسة (المهندس السوري)
ترحب بجميع المقالات والأبحاث والترجمات
الهندسية والعلمية والمقالات الاجتماعية والثقافية
ترسل المساهمات إلى أعضاء مجلس الإدارة



المدقق اللغوي

أ.محمود الأش

تصميم وإخراج فني

بكري حلاق



رئيس مجلس الإدارة

م.أحمد باسم نغنا

رئيس التحرير

م.علي حلاق

سكرتير التحرير

م.إبراهيم الحميدي

هيئة التحرير

م.عبد المنعم شماس

م.منير برهمجي

م.علاء الدين الجابري

م.أحمد نعان خليل



أما الثوار فإنهم افتقدوا المقومات الأساسية للنصر والاستمرار والصبر عليه على الرغم من امتلاكهم للشريحة السكانية الواسعة والعقيدة والإيمان بالنصر والتغيير؛ بالإضافة إلى الاختلافات الكبيرة بين مكونات وفصائل الثورة مما سبب النزاعات والتناحرات والقتال وسبب هذا كله فقدان الحاضنة الشعبية وفقدان التعاطف الإقليمي والدولي مما أدى إلى التراجع والانكسار.

إن الشعور الإنساني العام فردياً أو جماعياً بقلة وندرة الموارد وعدم مكافأتها لاحتياجاته سواء على مستوى الضروريات أو الحاجيات أو التحسينات ولد لدى مناصري نظام أسد ومواليه ومن في منطقتهم بأن النظام متهاك وأوشك على السقوط لولا تدخل القوى الإقليمية والدولية التي قدمت له الدعم اللامحدود وفي كافة المجالات وذلك من خلال فقدان الكثير من الاحتياجات الأساسية والغلاء الفاحش في الكثير من السلع.

وأصبح في بداية الثورة شعوراً عاماً لدى مناصريها ومواليها بإمكانية النصر وتحقيق الأهداف العامة للثورة وأهمها تأمين كرامة الإنسان وتأمين احتياجاته اليومية ولكن مع ازدياد وتيرة العنف وإرهاب الدولة التي قام بها نظام أسد تعرضت مناطق الثوار للقصف العنيف والدمار شبه الشامل وخاصة الموارد الأساسية التي تخدم المواطن.

ومما تقدم نرى أن الظواهر الأساسية الثلاث (الاختلاف والتنوع والندرة) تحثنا في جميع مفاصل الثورة ومؤسساتها لتغيير نهجنا وتقويم أخطاءنا على مساحة المناطق المحررة من بلدنا الحبيب لتقديم النموذج الأمثل للدولة الحقيقية التي تقدم لمواطنيها الأمن والحماية والكرامة والحياة الرغيدة، مما يدفع البعيد قبل القريب والعدو قبل الصديق للتوجه نحونا وبذلك نكون فاعلين حقيقيين في قضيتنا وليس أرقام صفرية.

منذ أن وجد الإنسان على الأرض تلازمه ثلاث ظواهر أساسية هي الاختلاف والتنوع والندرة، وهذا ما أدى للتدافع بين العديد من الأطراف على مر العصور وبشكل خاص في عصرنا الحالي وفي بلدنا الحبيب.

تعد الثورة السورية بما عانتها من نظام أسد الفاشي والمجتمع الدولي وما اعترى ذلك من ظواهر الاختلاف والتنوع والندرة - مثالا عشناه ونعيشه يومياً - وسنورد في هذه الافتتاحية مقارنة بسيطة في هذا السياق:

نرى أن الاختلاف الأساسي هو الاختلاف الإيديولوجي حيث تبنى نظام أسد إيديولوجيا الهيمنة والتفرد في السلطة وتغييب المشاركة السياسية الحقيقية الفعالة لشرائح المجتمع ومصادرة الحريات وامتethان كرامة الشعب مع تصدير نفسه على أنه المقاوم والممانع والذي يهون في سبيل ذلك كل شيء.

أما الثوار فقد تبنوا إيديولوجيا تعزيز الحريات ومشاركة جميع شرائح المجتمع في القرار السياسي وإعطاء المواطن كرامته المسلوبة وكافة حقوقه وفي كافة المجالات.

وقد رأى كل منهما أن مشروعه هو الذي يجب أن ينضوي تحته الشعب وأصبح يكافح من منطلق عقائدي.

تتنوع احتياجات الناس وتختلف مصالحهم ومكتسباتهم فنظام أسد يمتلك الخزان البشري في منطقتهم بالإضافة إلى الكثير من المواطنين الذين غشي عليهم - من باب الخوف على الوطن وحماية الدولة وممتلكاتها وعدم فقدان الأمن والأمان - ويمتلك موارد الدولة كافة والأهم من ذلك يمتلك قرار الجيش وما يمتلكه من عتاد وسلاح وقدرات؛ بالإضافة إلى الحنكة السياسية العالية في المحافل الإقليمية والدولية.



2- أسس اجتياز مرتبة المهندس المتدرب إلى مرتبة المهندس المشارك:

أ - بعد إنهاء فترة التدريب الكامل، المقدرة بثلاث سنوات على الأقل، يقدم المهندس المتدرب طلباً خطياً مقروناً بالوثائق والثبوتيات إلى فرع النقابة المسجل فيه، فيحيل الفرع طلبه إلى لجنة القسم المختص فيه.

ب - تتولى لجنة القسم المختص دراسة الطلب والبيانات المرفقة، وترفع توصياتها بشأنه إلى مجلس الفرع خلال شهرين من تاريخ تقديم الطلب.

ج - يدرس مجلس الفرع إضبارة الطلب وتوصية لجنة القسم المختص أو لجنة الاختصاص في حال وجودها، وذلك خلال شهر من تاريخ إحالته إليه، ويصدر بهذا الخصوص قراراً معللاً.

د - يستمر المهندس في مرتبة المتدرب إلى حين إنهاء تدريبه في كامل المواضيع، وصدر قرار مجلس الفرع بترقيته أصولاً.

هـ - يبدأ احتساب المدة للمرتبة الجديدة اعتباراً من تاريخ استحقاقها.

ثانياً - مرتبة المهندس المشارك وأسس اجتيازها:

1- ماهي مرتبة المهندس المشارك؟

أ - تمنح هذه المرتبة للمهندس الذي أنهى تدريبه، وصدر قرار مجلس الفرع بترقيته إلى هذه المرتبة حسب أحكامه.

ب - تعدّ مرتبة المهندس المشارك ثاني المراتب الهندسية، حيث يبدأ المهندس بالمشاركة في ممارسة المهنة مع زملائه أصحاب القدم الهندسي.

ج - يستمر المهندس في مزاولة المهنة في هذه المرتبة مدة لا تقل عن خمس سنوات، إلى حين التأكد من قيامه بالمشاركة في المشاريع وأعمال هندسية تؤهله للترقية إلى مرتبة المهندس الممارس.

أسس اجتياز مرتبة المهندس المشارك إلى مرتبة المهندس الممارس:

أ - بعد مزاولة المهندس للمهنة في مرتبة المهندس المشارك بشكل فعلي لمدة حدها الأدنى خمس سنوات؛ يقدم المهندس المشارك إلى فرع النقابة المسجل فيه طلباً خطياً مع استمارة خاصة للترقية، تبين بشكل مفصل أهم الأعمال الهندسية التقنية التي حققها المهندس أو شارك في تحقيقها خلال مزاولته للمهنة في مجال أو مجالات أعماله الهندسية، مقروناً عند اللزوم بالوثائق والثبوتيات وما أمكن من نماذج الأعمال، ويحيل مجلس الفرع الكتاب ومرفقاته إلى لجنة القسم المختص في الفرع.

نظام مزاولة مهنة الهندسة

المراتب الهندسية وأسس اجتيازها

تعريف مهنة الهندسة: مهنة الهندسة مهنة فكرية علمية تتسم بالإبداع والفن والدقة، وتقوم على تفهم قوى الطبيعة ومواردها والتحكم فيها، وتسهم إسهاماً فعالاً في عملية التنمية الشاملة المستدامة، وتطوير المجتمع، وبناء الحضارة الإنسانية.

تعريف نظام مزاولة المهنة: نظام مزاولة مهنة الهندسة هو النظام الذي يحدد مجالات ممارسة المهندس لمهنته، ويوضح واجباته ومسؤولياته، ويحدد المراتب الهندسية وأسس اجتيازها، وينظم العلاقة المهنية بين المهندسين والجهات المختلفة في جميع المجالات على أسس صحيحة ومحددة، كما يحدد النظام مسؤولية المهندس في مختلف ميادين الممارسة.

أهداف نظام مزاولة المهنة: إن الأهداف العامة لنظام مزاولة المهنة تتكامل مع الأنظمة النقابية الأخرى، وتهدف إلى تنظيم العمل الهندسي وتطويره، وبناء الأطر الهندسية المتكاملة، ورفع سويتها، ورعايتها، وتحقيق غايات تكوين النقابة كتنظيم مهني وعلمي واجتماعي مؤسس لصالح المهنة والمهندسين والمصلحة العامة.

تصنيف المهندسين حسب نظام مزاولة المهنة: صنف نظام مزاولة المهنة المهندسين المسجلين في النقابة حسب المراتب الآتية:

1- مرتبة المهندس المتدرب.

2- مرتبة المهندس المشارك.

3- مرتبة المهندس الممارس.

4- مرتبة المهندس الاستشاري.

أولاً - مرتبة المهندس المتدرب وأسس اجتيازها:

1- ما هي مرتبة المهندس المتدرب؟

أ - هذه المرتبة هي أولى المراتب الهندسية التي يحصل عليها المهندس بعد تخرجه في الجامعة وانتسابه إلى نقابة المهندسين، ومباشرته التدريب المهني.

ب - لا يجوز للمهندس المتدرب مزاولة الأعمال الهندسية واتخاذ القرارات الفنية على مسؤوليته الخاصة دون وجود مرجع مدرب ومشرف عليه.

ج - يستمر المهندس المتدرب في هذه المرتبة طيلة مدة التدريب المحددة له التي لا تقل عن ثلاث سنوات ويرقى بعدها إلى مرتبة المهندس المشارك وفق أحكام هذا النظام.



ثم يحيل الطلب وكامل الإضبارة مع مطالعته وتوصياته إلى مجلس النقابة خلال شهر من تاريخ تقديم الطلب.

ج - يحيل مجلس النقابة الطلب ومرفقاته إلى لجنة التقييم المختصة (المسماة من مجلس النقابة).

د - تتولى لجنة التقييم المختصة دراسة الطلب والبيانات المرفقة، وإجراء المقابلة مع صاحب العلاقة، وتصدر توصيتها بشأنه (وفق أسس يضعها مجلس النقابة)، وترفعها إلى مجلس النقابة، خلال ثلاثة أشهر من تاريخ استلامها الطلب.

هـ - يعتمد مجلس النقابة توصية اللجنة أو يردها إليها بقرار معلل خلال مدة أقصاها ثلاثة أشهر.

و - تقوم اللجنة بإعادة الدراسة، وترفع توصيتها النهائية إلى مجلس النقابة، وعلى المجلس إصدار هذه التوصية بقرار منه خلال شهر من تاريخ رفع التوصية إليه، وإلا اعتبرت مقبولة حكما.

ز - يصدر نقيب المهندسين جدولا سنويا بأسماء المهندسين الذين قرر مجلس النقابة ترقيتهم إلى مرتبة المهندس الاستشاري قبل نهاية العام.

ح - في حال رفض طلب الترقية تعاد الاضبارة إلى صاحب العلاقة عن طريق فرع النقابة المختص مع تقرير معلل.

ط - يستمر المهندس في مرتبة المهندس الممارس حتى صدور قرار ترقيته من مجلس النقابة.

ي - يرسل مجلس النقابة أسماء المهندسين الاستشاريين الذين يعتمدهم أصولا إلى اتحاد المهندسين العرب لتسجيلهم في لوائحهم.

رابعا - مرتبة المهندس الاستشاري:

1- ماهي مرتبة المهندس الاستشاري؟

أ - تمنح هذه المرتبة للمهندس الذي أمضى عشر سنوات على الأقل في مرتبة المهندس الممارس، وصدر قرار من مجلس النقابة بترقيته بموجب أحكام نظام مزاوله المهنة.

ب - تعدّ مرتبة المهندس الاستشاري أعلى المراتب الهندسية، حيث يمارس المهندس مهنته بشكل كامل.

2- مجالات مرتبة المهندس الاستشاري:

أ - الدراسات الهندسية.

ب - الإشراف الهندسي.

ج - التنفيذ الهندسي.

د - إدارة المشاريع الهندسية.

هـ - التعليم الهندسي.

و - الصيانة الهندسية.

ز - الإدارة العامة.

ب - تتولى لجنة القسم المختص دراسة الطلب والبيانات المرفقة على أن تنهي دراستها للطلب وترفع توصياتها بشأنه إلى مجلس الفرع خلال شهرين من تاريخ تقديم الطلب.

ج - يدرس مجلس الفرع الطلب وتوصية لجنة القسم المختص أو لجنة الاختصاص، إن وجدت، خلال مدة شهر من تاريخ إحالته إليه، ويعتمد توصية لجنة القسم المختص أو لجنة الاختصاص أو يردها بقرار معلل عند عدم الاقتناع بها.

د - في حال قبول طلب الترقية يرقى المهندس المشارك إلى مرتبة المهندس الأصيل الممارس بموجب قرار يصدر عن مجلس الفرع ويبدأ احتساب المدة لهذه المرتبة الجديدة اعتبارا من تاريخ الاستحقاق.

هـ - عندما يرفض مجلس الفرع الطلب بتقرير معلل يبين للمهندس النواقص، ويحدد له المدة الدنيا الإضافية المتوجب عليه قضاؤها في مرتبة المشارك قبل التقدم بطلب جديد.

و - يستمر المهندس في مرتبة المهندس المشارك إلى حين صدور قرار مجلس الفرع بترقيته.

ثالثا - مرتبة المهندس الممارس وأسس اجتيازها:

1- ما هي مرتبة المهندس الممارس؟

أ - تمنح هذه المرتبة للمهندس الذي أمضى خمس سنوات على الأقل في مرتبة المهندس المشارك، ويصدر قرار عن مجلس الفرع بترقيته إلى هذه المرتبة.

ب - تعدّ مرتبة المهندس الممارس ثالث المراتب الهندسية، حيث يبدأ المهندس بعطائه المهني الكامل في ممارسة المهنة.

ج - يستمر المهندس في مزاوله المهنة في هذه المرتبة مدة لا تقل عن عشر سنوات، إلى حين التأكد من قيامه بإنجاز مشاريع وأعمال هندسية وتحمل مسؤولية مشاريع وأعمال مهمة تؤهله لمرتبة المهندس الاستشاري.

2- أسس اجتياز مرتبة المهندس الممارس إلى مرتبة المهندس الاستشاري:

أ - بعد مزاوله المهنة في مرتبة المهندس الممارس بشكل فعلي لمدة حددها الأدنى عشر سنوات؛ يقدم المهندس الممارس إلى فرع النقابة المسجل فيه طلبا خطيا مع استمارة خاصة، يبين فيها، بشكل مفصل، أهم الأعمال الهندسية والمنجزات التقنية التي حققها خلال مزاولته للمهنة في مجالات عمله الهندسي، مقرونة عند اللزوم بالوثائق والشبوتيات، وما أمكن من نماذج الأعمال، ويحيل مجلس الفرع الطلب ومرفقاته بعد دراسته وإبداء الرأي إلى لجنة القسم المختص في الفرع.

ب - يدرس مجلس الفرع الطلب والبيانات المرفقة،

أحكام عامة

- 1- يجوز الطعن في قرارات الترقية الصادرة عن مجالس الفروع أمام مجلس النقابة الذي له الحق بالفصل في هذا الطعن، ويجوز الطعن في قرارات الترقية الصادرة عن مجلس النقابة أمام المؤتمر العام.
- 2- تعدّ المؤتمرات والدورات والندوات العلمية الهندسية التي يشارك فيها ويحضرها المهندس بمنزلة تأهيل، وتضاف إلى سجل المهندس لاعتمادها عند دراسة طلب الترقية.
- 3- تعدّ مدة الدراسات العليا مزاولة للمهنة، وتعطي صاحبها الحق في حساب مدة مزاولة إضافية على أساس سنة واحدة لمن حصل على شهادة الماجستير بعد الحصول على الشهادة الجامعية الأولى أو ما يعادلها، أو من حصل على شهادة اختصاصية لا تقل مدة الدراسة للحصول عليها عن سنة دراسية، وتحسب سنتان إضافيتان للحصول على شهادة الدكتوراه أو ما يعادلها، ويجب ألا تزيد مدة المزاولة الإضافية في جميع المراحل عن سنتين.
- 4- يحق للزميل، الذي كانت ممارسته محصورة بالإشراف؛ التقدم لنيل مرتبة الاستشاري في مجال التنفيذ.
- 5- فيما لا يتعارض مع القوانين والأنظمة يتمتع المهندسون العسكريون المنشقون عن النظام بجميع الحقوق والواجبات المنصوص عليها في هذا النظام.



الأخبار النقابية

بقلم أمين السر المهندس خالد عثمان



- المشاركة في المؤتمر العلمائي الثالث بدعوة من المجلس الشرعي لمحافظة حلب بعنوان علم وعمل.



- المشاركة في حملة "راجعين" التي أطلقها المهجرون من أبناء الغوطة الشرقية في مدينة أعزاز.



- استقبال الزملاء المهندسين للمعايدة بمناسبة عيد الفطر في مكتب الفرع في مدينة أعزاز.



1- استقبل مجلس فرع حلب بتاريخ ١٤ / آذار / ٢٠٢٢ السيد العقيد "ياسر عبد الرحيم" القائد العسكري لفيلق المجد بمكتب نقابة المهندسين فرع حلب في مدينة أعزاز، وتضمن اللقاء الحديث عن واقع العمل الهندسي، وأهم التحديات والصعوبات، وسبل تعزيز وتطوير العلاقة بين النقابة كمؤسسة ثورية وفصائل الجيش الوطني، وفي نهاية الزيارة قدّم سيادة العقيد درعاً تذكاريّاً للنقابة بمناسبة الذكرى الحادية عشرة لانطلاق الثورة السورية.



2- مشاركة فرع حلب في كافة الفعاليات والأنشطة التي تجريها الفعاليات في المناطق المحررة ومنها:
- مشاركة وفد من المهندسين الأحرار الاحتفال بالذكرى الحادية عشر للثورة السورية في مدينة أعزاز.





3- افتتاح المشروع السكني الأول العائد لجمعية المهندسين العمرانية في مدينة أعزاز، ووضع حجر الأساس لهذا المشروع الذي يعد إنجازاً مهماً نظراً للتحديات التي واجهها، ويضم المشروع /40/ شقة سكنية ضمن حي المهندسين الأول.



5- تحت شعار (إعادة الإعمار بسواعد المهندسين الأحرار) عقدت نقابة المهندسين السوريين أحرار مؤتمرها الرابع في مدينة أعزاز.

حضر المؤتمر حشد من الفعاليات الثورية وممثلي منظمات المجتمع المدني والنقابات الحرة، وبدأ بكلمات ترحيبية من اللجنة التحضيرية والنقابة المركزية ورؤساء الفروع. كما أشاد ممثلو منظمات المجتمع المدني في كلماتهم بالمؤتمر المنعقد وجهود نقابة المهندسين السوريين في إعادة الإعمار، ومن ثم تابع المؤتمر أعمال المؤتمر حسب الأجندة المعدة مسبقاً.



4- بدأ مجلس الفرع بإجراء اختبارات منح المراتب الهندسية (المشارك - الممارس) للزملاء المهندسين المتقدمين لنيل هذه المراتب عن طريق إجراء الاختبارات والمقابلات من قبل لجان الأقسام المختصة.



6- في حرصها على تطوير الواقع الهندسي وتحسينه ورغد الكوادر بالكفاءات والخبرات؛ كرّمت نقابة المهندسين السوريين الأحرار عددًا من السادة المهندسين بعد اجتيازهم امتحان مرتبة الرأي وحصولهم عليها.



7- في إطار الجهود التي يبذلها فرع حلب في التشبيك مع كافة المؤسسات العاملة في الشمال السوري التقى مجلس فرع حلب مع وفد من فريق ملهم التطوعي. وتركز اللقاء حول التنسيق لعمل مذكرة تفاهم بين الطرفين تتضمن تدقيق المخططات الهندسية، وإجراء التجارب الهندسية في مخبر تجريب المواد، بالإضافة إلى إقامة تدريبات وورشات عمل مشتركة، وإشراف فرع حلب على المشاريع الهندسية التي يقوم بها فريق ملهم التطوعي.





تقرير عن جمعية المهندسين العمرانية بقلم المهندس أنس الدبس



- أن يسدد رسم الانتساب خلال شهر من تاريخ قرار مجلس الإدارة بقبول انتسابه.
- تعتبر نقابة المهندسين الموطن المختار لكل عضو لتبليغه كافة المراسلات الموجهة إليه من قبل الجمعية.
- ما الذي تم إنجازه حتى الآن؟**
- تم ضم 22 مهندساً جديداً إلى جمعية المهندسين من تاريخ إعداد التقرير الماضي حتى تاريخه، ليصبح العدد الكلي للمهندسين المنتسبين للجمعية هو 82 مهندساً ممن تنطبق عليهم معايير القبول والانتساب.



2. بتاريخ 2022/12/16 تم عقد الاجتماع الدوري الأول للهيئة العامة لجمعية المهندسين العمرانية من أجل نقاش خيارات الأراضي، والاتفاق على المعايير اللازمة لشراء الأرض، وعرض التقرير المالي والإداري، وتكليف لجنة فنية مؤلفة من 4 مهندسين لدراسة خيارات الأراضي المتوقعة.
3. تم البحث عن عدد من الأراضي في عدد من المواقع في مدينة أعزاز، ودراسة تلك الخيارات من حيث الموقع والاتجاه والسعر، وإمكانية تنفيذ البنية التحتية، وتم اختيار الأرض الواقعة غربي مدينة أعزاز بناء على عدد من المعايير التي حددتها الهيئة العامة للجمعية العمرانية، وبناء على دراسة فنية قامت بها لجنة فنية مختصة مؤلفة من عدد من المهندسين.
4. تم الإعلان عن الاكتتاب على المشروع الأول حيث تم دعوة المهندسين المنتسبين للجمعية للتسجيل على شقق سكنية في أول مشروع سيتم إطلاقه، وتم إغلاق الاكتتاب على 43 سهماً، من قبل 30 مهندساً منتسباً يشكلون هيئة المشروع الأول.
5. بتاريخ 2022/4/11 تم توقيع عقد شراء أرض المشروع الأول بمساحة تبلغ 3750 متر مربع.

ما هي جمعية المهندسين العمرانية؟

تم تأسيس جمعية المهندسين العمرانية بتاريخ 2021/10/29 بهدف رفع مستوى المهندس اقتصادياً واجتماعياً وتحسينه، من خلال إحداث جمعية أهلية للسكن والاصطياف؛ بغية تأمين المساكن اللائقة وملحقاتها وتمليكها للأعضاء بالسعر الأمثل، وفقاً للمبادئ التعاونية والتنموية.



- ويشترط في عضويتها توفر عدد من الشروط:
- أن يكون من المهندسين المنتسبين لنقابة السوريين الأحرار - فرع حلب.
 - أن يكون مؤدياً قسم مهنة الهندسة ومقيداً في الجدول.
 - أن تكون إقامته الفعلية أو مقر عمله في المناطق المحررة أو في دول اللجوء.



6. تم الإعلان عن إطلاق مسابقة تصميم معماري من أجل تصميم الشقق السكنية التي سيتم إنشاؤها على الأرض التي تم شراؤها. تقدم إلى المسابقة 3 تصاميم معمارية من قبل كل من: م. إدريس أيوب- م. علاء الدين الجابري- م. أسامة العبو. وقد تم اختيار التصميم المعماري للمهندس علاء الدين الجابري حسب التصويت الذي قام به المکتتبون في المشروع الأول.



7. بتاريخ 2022/11/18 تم وضع حجر الأساس لإطلاق المشروع الأول (حي المهندسين الأول) في مدينة أعزاز بمشاركة الأعضاء المکتتبين في المشروع الأول، وعدد من الفعاليات، وعدد من أعضاء جمعية المهندسين العمرانية. ما هي الخطوات التالية؟ البدء بأولى الخطوات التنفيذية لإطلاق المشروع الأول بالمباشرة بأعمال فتح الطرقات والأعمال الأولية للبنية التحتية.



التدعيم الإنشائي للمنشآت الحجرية

بقلم المهندس خالد بابلي



لذلك تظهر في بعض الأحيان التشققات والانهيارات وانهايار عناصر الربط بينها.

ونحن ننظر إليها نظرة إنشائية، لذلك نرى أنها عناصر حاملة للحمولات، ومتعرضة لكافة أنواع الإجهادات، فلا بد لها أن تحقق مقاومتها لشتى أنواع الحمولات المعرضة لها.

ما زالت البلديات والدول تحافظ على تلك المباني التاريخية والأثرية، وقامت مشاريع عديدة لترميم تلك الأبنية وتدعيمها، وهذا يفتح الباب لنا كمهندسين بالدخول إلى تلك المناقصات والأعمال، ويتيح لنا الفرصة لدراسة الكثير من المنشآت الحجرية وتدعيمها في سورية، بعد أحداث الثورة والحرب.

ثانياً: تقييم المنشآت الحجرية من الناحية الإنشائية ودرجة أهمية المباني:

لا بد لنا في البداية التعرف على العناصر الإنشائية التي يتكون منها البناء الحجري، والتعرف على درجات الخطورة للأبنية.

العناصر الإنشائية للمباني الحجرية:

تتألف العناصر الإنشائية في المباني الحجرية من عدة عناصر، أهمها:

الأعمدة الحجرية- الأقواس الحجرية- العقود الحجرية- القباب الحجرية- الجدران الحاملة- الأساسات الحجرية- الجدران الاستنادية- المآذن الحجرية...



أولاً: مقدمة عن أهمية التدعيم الإنشائي للمنشآت الحجرية
الحجارة تلك المخلوقات الجمادية الصبورة التي سخرها المولى عزوجل لنا، نبني بها بيوتنا، ونستعملها في مجالات شتى، وتكون علينا شاهدة عبر العصور، وشاهدة على طغيان بعض البشر.

تصبر وتحمل كل العوامل المناخية وتراقبنا عن كثب، إما أن نعمرها أو نهدمها على أصحابها.

ننحتها كيف نشاء، ونفتتها كيف نشاء، ونزين بها الواجهات والأبنية، وهي صديقة لنا كمهندسين وبيننا وبينها عشرة عمر كما يقولون.



يقول بعضهم: إن المهندسين قلوبهم قاسية كالحجارة، ولكن كيف يقارنون القساوة المعنوية للحجر وقد مدحها المولى بقوله تعالى:

(ثم قست قلوبهم من بعد ذلك فهي كالحجارة أو أشد قسوة وإن من الحجارة لما يتفجر منه الأنهار وإن منها لما يشقق فيخرج منه الماء وإن منها لما يهبط من خشية الله وما الله بغافل عما يعملون) [البقرة: 74]

فكيف تكون قلوب المهندسين قاسية وهم بناء الحضارة والإنسانية، وهم من أكبر الشرائح الفاعلة في المجتمع. تعدّ المنشآت الحجرية من أنواع البناء القديم الذي يستعمل على نطاق واسع، فمنه تشكلت المباني التاريخية على زمن الرومان والبيزنطيين والعثمانيين، وزينت بها الواجهات والأقواس والمقرنصات والقباب.

تتعرض هذه الأنواع من الأبنية للعوامل الجوية من رياح وأمطار، وللعوامل الميكانيكية كالزلازل والهزات الأرضية، كما تتعرض للعوامل الكيميائية كالأمطار الحامضية، وللحمولات الزائدة،

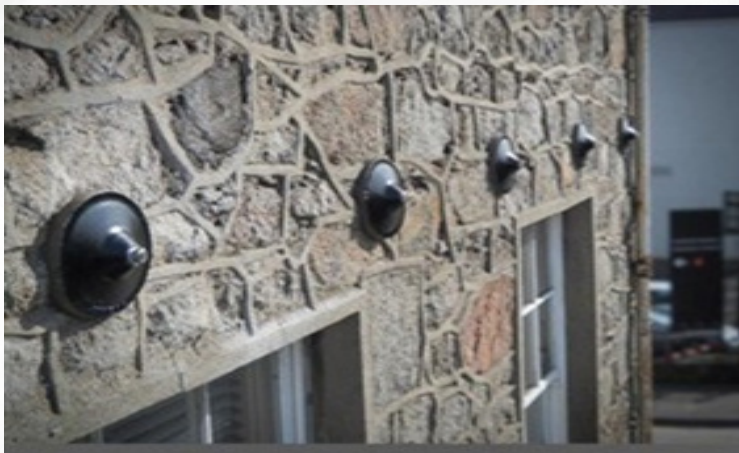
قامت مديرية الآثار في حلب عام 2008 بوضع درجات
الخطورة للأبنية من حيث التقييم الإنشائي



A photograph of a man standing next to a large, ancient stone structure, likely a tower or part of a castle. The structure features a red door and a set of stone steps leading up to it. The man is wearing a light-colored shirt and dark pants, and is pointing towards the structure.

- تحقيق التدعيم المؤقت باستمرار، وعمل الاختبارات اللازمة لعملية التدعيم النهائي.

الفئة (1) سليمة مع وجود بعض المؤشرات البسيطة: توجد بعض الشقوق الشعرية البسيطة في العناصر الإنشائية، الوثائق الهندسية كاملة وسليمة.



الفئة (2) سليمة بتحفظ: وهي مماثلة للحالتين السابقتين، ولكن لا توجد وثائق هندسية كاملة أو دراسة.

الفئة (3) خطرة خطورة بسيطة: توجد مؤشرات متعددة في العناصر غير الإنشائية، وبعض المؤشرات البسيطة في العناصر الإنشائية الأساسية.

الفئة (4) خطرة بحاجة إلى معالجة سريعة: توجد مؤشرات متعددة في العناصر الإنشائية، وهذا يعني اللجوء للحل الاسعافي في التدعيم المبدئي وبدء دراسة التدعيم.



تحتاج بعض العناصر الحجرية لتأدية عملها بكفاءة وأمان أن يتم تدعيمها بصفة دائمة كضرورة إنشائية لا بد منها للحفاظ على العنصر.

التدعيم الدائم نوعان:

- تدعيم خارجي ظاهر قد يغير من شكل العنصر.

- تدعيم داخلي لا يظهر.

حالات التدعيم تختلف من مبنى لآخر حسب أهمية المبنى والقيمة التاريخية ودرجة الخطورة، وهناك عدة أنواع، منها:

- التدعيم بالعناصر المعدنية.
- التدعيم بالعناصر البيتونية المسلحة.
- التدعيم بألياف الكربون CFRP أو الكراميد.
- تدعيم المنشآت بتخفيف الحمولات.
- التدعيم بحقن الفراغات بين الأحجار بمواد مناسبة بضغط عادي أو عال؛ لتقوية الروابط وتعزيز مقاومة العنصر.

ويجب مراعاة الأمور التالية في عملية التدعيم:

1. تنظيف السطوح المراد تدعيمها من الغبار والأوساخ.
2. تأمين التلاحم الكامل بين العنصر الإنشائي المدعم، وعنصر التدعيم، بحيث يتم فرضيتهم كعنصر واحد.
3. أن تكون المواد المستخدمة في عملية التدعيم قياسية ومتوافقة مع المعايير والنظم الدولية واشتراطات واتفاقيات البلد القائم فيه عملية التدعيم، إذ إنَّ هناك اتفاقيات لا تسمح مثلاً باستخدام العناصر الظاهرة للتدعيم.
4. دراسة تأثير المواد المستخدمة على عناصر التدعيم من الناحية الفيزيائية والكيميائية، مثلاً لا تفضّل بعض الجهات استعمال مواد ألياف الكربون بسبب الاختلاف الكبير بين مقاومتها ومقاومة العناصر المدعمة.
5. إرفاق دراسة التدعيم بمذكرة إنشائية مفصلة لحساب العناصر وتحققها للحمولات المطبقة والإجهادات الحاصلة بعد إضافتها.

6. حصول الإشراف الفني والتقني من قبل الدارس على عملية تنفيذ التدعيم، ومتابعة العمليات خطوة بخطوة إلى انتهاء التدعيم.
7. تحقيق المراقبة، وتقييم عملية التدعيم بشكل دوري، وإجراء أعمال الصيانة إن لزم الأمر.

أنواع التدعيم الدائم

حالات التدعيم تختلف من مبنى لآخر حسب أهمية المبنى والقيمة التاريخية ودرجة الخطورة.

1. التدعيم بالعناصر المعدنية: حيث تضاف عناصر معدنية معزولة (شدادات- أحزمة- كابلات- وصلات- صفائح- بروفيلات- وصلات...).

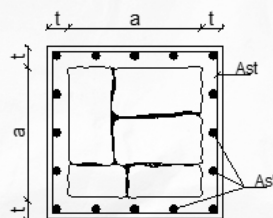


2. التدعيم بالعناصر البيتونية المسلحة قمصان بيتونية مسلحة.
3. التدعيم بألياف الكربون CFRP أو الكراميد.
4. التدعيم بحقن الفراغات بين الأحجار بمواد مناسبة بضغط عادي أو عال؛ لتقوية الروابط، وتعزيز مقاومة عناصر المنشأة بتخفيف الحمولات.



4. التدعيم بحقن الفراغات بين الأحجار بمواد مناسبة بضغط عادي أو عال؛ لتقوية الروابط، وتعزيز مقاومة عناصر المنشأة بتخفيف الحمولات.

-



• نختار مقطع التدعيم وطريقته بشكل أولي إما بألياف الفايبر أو قميص بيتوني مسلح.

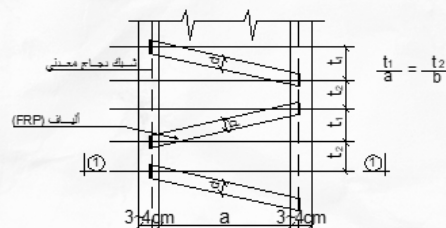
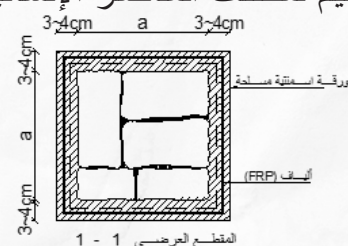
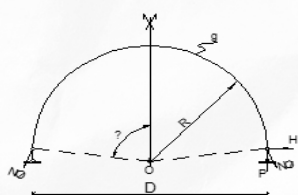
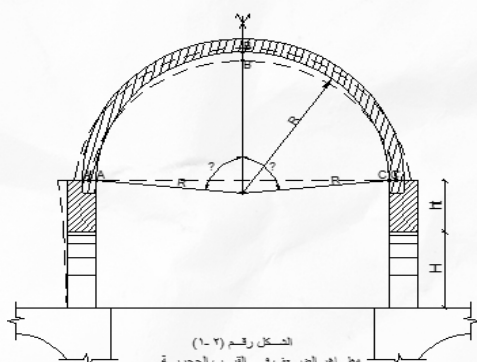
• نحسب مقدار تحمل العمود ككل بعد التدعيم، ويجب أن يكون تحمله أكبر من الحمولة الفعلية المطبقة.

ويجب أن يؤخذ حذ بعين الاعتبار موقع العمود، إذا كان داخلياً أو طرفياً أو ركنياً، وفي أي طابق؛ لاستخدام عامل التكافؤ، وكذلك أخذ أثر التحنيب في حال

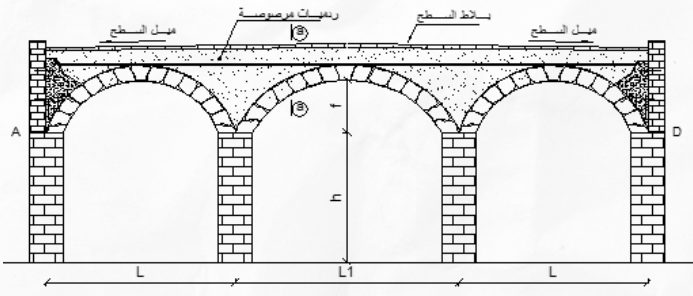
2. تدعيم القباب الحجرية:

رابعاً: مفاهيم عامة في طرق حساب التدعيم:

سنستعرض في هذا المحور أهم المفاهيم العامة في دراسة طرق التدعيم لمختلف العناصر الإنشائية، وفق الآتي:

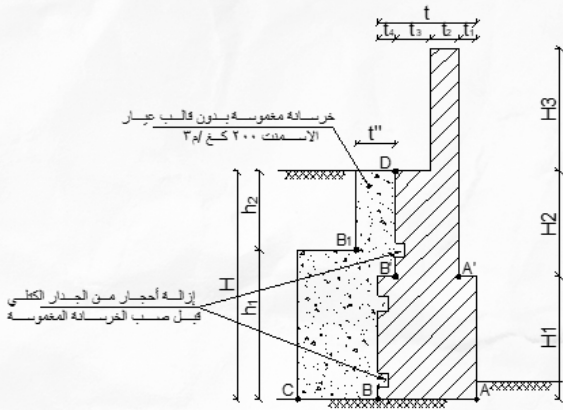


التكامل رقم (٢-٩)
تطوير الأعمدة الحجرية بألياف
معدنية مساحية (FRP)



الشكل رقم (٢-٦-١) د)
استخدام شدة معدني مغطي ويربط الطرفين الخارجيين
لاستبعاد سقف القوس الحجري

4. تدعيم الجدران الاستنادية:



المقطع العرضي A - A

تتعرض الجدران الاستنادية الكتلية لهبوطات وانزياحات نتيجة اختلاف الحملات أو تعرض تربة التأسيس لارتفاع منسوب المياه الجوفية أو وجود جريان مياه عند منسوب الأساسات؛ لذا نلجأ لعملية تدعيم تلك الجدران بزيادة المقطع العرضي للجدار الاستنادي بواسطة بيتون مغموس أو مسلح ليقاوم قوى الدفع الجديدة المتولدة على هذا الجدار، بحيث نؤمن التلاحم التام بين الجسم القديم والجسم الجديد. كما ذكرنا سابقاً، نحسب الجدار الاستنادي الكتلي الجديد، بحيث يتم التحقق على الانقلاب حول النقطة A والانزلاق في مستوى التأسيس، وتحمل قوى الدفع على الجدار ككل تحقيق عوامل الأمان 1.5

5. تدعيم أساسات الجدران الحجرية :

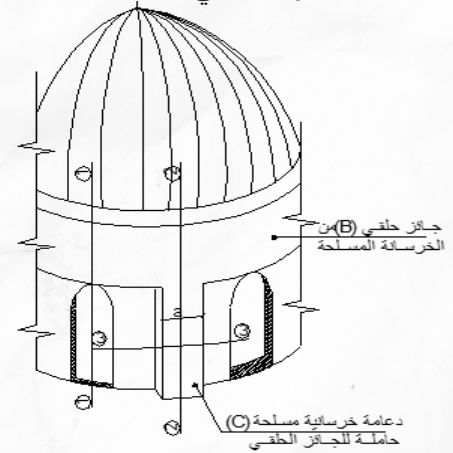
تتعرض أساسات الجدران الحجرية للهبوطات نتيجة عدة عوامل، كارتفاع منسوب المياه الجوفية أو حملات زائدة أو هبوطات تفاضلية.

يتم اللجوء إلى عملية تدعيم تلك الأساسات باستخدام طريقة الأوتاد البيتونية أو الأوتاد المعدنية الواصلة لطبقة التأسيس السليمة.

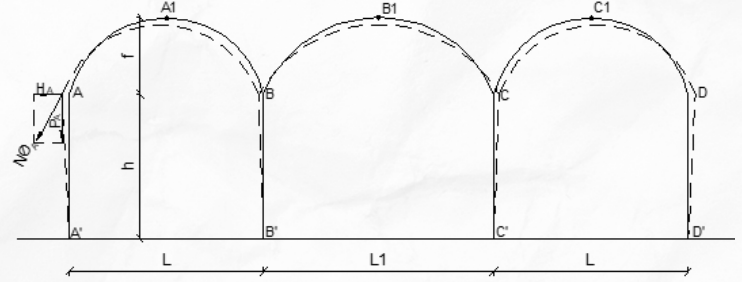
يتم حساب عدد الأوتاد اللازمة لتحمل قوى الضغط الزائدة على التربة،

تسبب القباب الحجرية نتيجة وزنها والحملات الزائدة عليها أغلب الأحيان؛ انزياحاً شاقولياً، مما يسبب دفعاً أفقياً للعناصر الشاقولية الحاملة لها، وبالتالي تضطر لتدعيمها بوضع جائز حلقي من بيتون مسلح أو معدني أو شرائح الفايبر.

يحسب الجائز الحلقي الداعم للقبعة الحجرية على تحمل إجهادات الشد H المتولدة في أسفل القبعة من القوى $N\theta$



3. حساب الشدات الداعمة للعقود الحجرية:

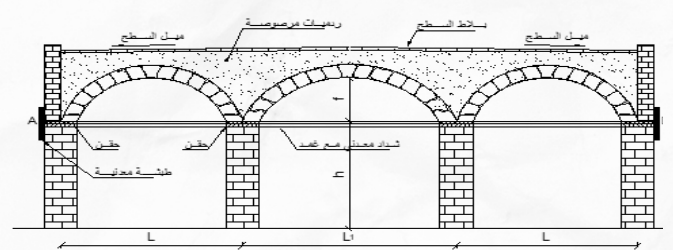


الشكل رقم (٢-٦-١) أ)
التضخيم في سقف القوس الحجري

تتعرض العقود الحجرية لانزياحات شاقولية تسبب انزياحات أفقية في الأعمدة الحاملة وتتولد قوى $N\theta$ ، يتم تصميم الشدات المستعمل في العقود الحجرية لتحمل قوة شد أكبر من القوة الأفقية Ha

المتولدة من القوى $N\theta$

يمكن أن يكون الشد في العقد الحجري ظاهراً أو مخفياً، كما في [الشكل 2-6-2، 2-6-3]



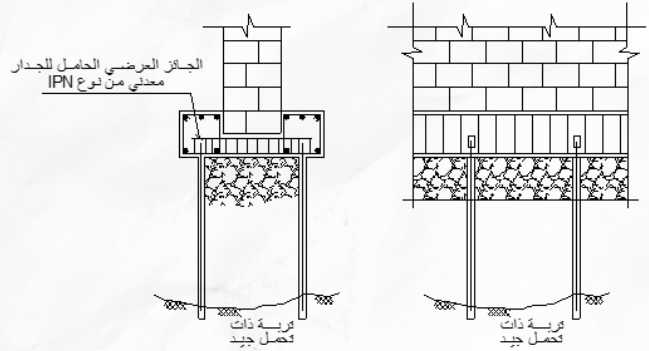
الشكل رقم (٢-٦-٢) ب)
استخدام شدة معدني مغطي ويربط الطرفين الخارجيين
لاستبعاد سقف القوس الحجري



المراجع المستخدمة :

- تدعيم الأبنية: د سليمان تادفي.
- ترميم الجامع الأموي بحلب: مديرية الأوقاف بحلب.
- الدورة التأهيلية في تدعيم المباني والمنشآت الهندسية: نقابة المهندسين فرع حلب 2010، د. نادر نبيل أنيس؛ م. بشير حيزان؛ م. هلال دعبول؛ م. محمد خانطوماني.
- الدليل الإرشادي للكشف والمراقبة على المباني والمنشآت الهندسية لضمان سلامتها الإنشائية.
- الكود السوري.

ثم يتم ربط الأوتاد بجوائز طولية بيتونية مسلحة أو جوائز معدنية، كما يتم ربط الجوائز من الطرفين بعناصر معدنية، بحيث يتم تأمين التلاحم بين الأوتاد وجسم الجدار.



تأمين نقل حمولة الأساسات إلى الأوتاد عن طريق جائز عرضي خرساني مسلح

ملاحظة:

الهبوط التفاضلي المسموح في المنشآت:
الهبوط التفاضلي = الانزياح / طول العنصر.
الهبوط التفاضلي المقبول للجدران الحجرية أقل من 1/150.
الهبوط التفاضلي المقبول للمباني العالية كالمآذن والمداخل أقل من 1/300.

بعد استعراض بعض المفاهيم الإنشائية، وبعض طرق التدعيم، وإلى حين دراستها بشكل مفصل؛ لا بد من التنبيه إلى دراسة الحمولات والجهود التي تتعرض لها العناصر الإنشائية، والتحقق من الإجهادات الجديدة للعناصر، ومقارنتها مع الجهود المسموحة وفق الكودات المستعملة.

ويمكننا بواسطة البرامج الإنشائية نمذجة العناصر الحجرية، وتطبيق القوى التي تتعرض لها، وإضافة عناصر التدعيم والتحقق من كفايتها، مع مراعاة القوانين المرعية وفق الاتفاقيات الدولية وخاصة في تدعيم الأبنية التاريخية والأثرية.



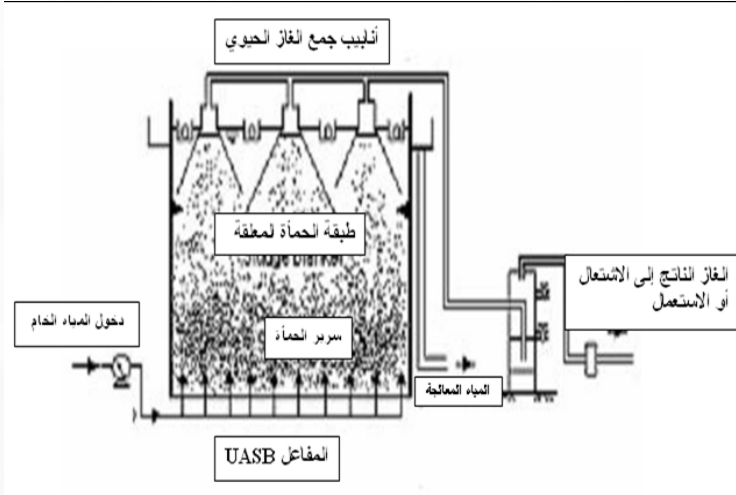
المعالجة اللاهوائية في المفاعل ذي الجريان الصاعد

بقلم الدكتور المهندس عبد الله صغير



• مقدمة عامة عن مصادر المخلفات الصناعية وخصائصها :

في مفاعل UASB يدخل الماء المطلوب معالجته من قاع المفاعل ويجري باتجاه الأعلى عبر طبقة الحمأة المولفة من حبيبات أو جزيئات متشكلة بيولوجياً، حيث يمكن أن يوصف المفاعل UASB كنظام تمر فيه مياه الصرف أولاً عبر سرير حمأة متمدّد يحتوي على تركيز كبير من الكتلة الحيوية، ويمكن أن توجد هذه الحمأة في المفاعل بشكل حبيبات، وإن القسم الأعظم من المعالجة يحدث في سرير الحمأة هذا، وإن القسم المتبقي من الملوثات في الماء يمر بعد ذلك عبر ما يدعى بطبقة الحمأة المعلقة أو بطانة الحمأة والتي هي أقل كثافة من سرير الحمأة كما في الشكل (1-2)



إن تأمين حجم كاف لطبقة الحمأة المعلقة فوق سرير الحمأة هو أمر ضروري لتأمين معالجة لاحقة لمياه الصرف والتي مرت عبر سرير الحمأة بدون معالجة بسبب تشكل أقنية عشوائية في سرير الحمأة في بعض المواقع، وطبقة الحمأة المعلقة هذه ستحافظ على استقرار التدفق الخارج من المفاعل وإن الغازات الناتجة عن العملية (والتي هي بشكل رئيس غاز الميثان وغاز ثاني أكسيد الكربون) تسبب حركة دوران داخلية تساعد في تشكيل الحبيبات البيولوجية والحفاظ عليها.

إن بعض فقاعات الغاز المتشكل ضمن طبقة الحمأة تبقى ملتصقة على الحبيبات البيولوجية، التي ترتفع إلى أعلى المفاعل وتصطدم بالسطح السفلي للصفائح المشكلة لحجرات تجميع الغاز مما يسبب تحرر فقاعات الغاز منها، بعد ذلك تهبط الجزيئات التي تخلصت من فقاعات الغاز إلى سطح طبقة الحمأة أما الغاز ومياه الصرف المعالجة فيغادران المفاعل.

إن موضوع المياه يعتبر من الأمور الهامة جداً في العالم عموماً وفي الوطن العربي خصوصاً نظراً لمحدودية الموارد المائية في الوطن العربي ولوقوعه في المنطقة الجافة وشبه الجافة، حيث تشكل المساحات الجافة وشبه الجافة حوالي 85-92% من مساحة الوطن العربي.

ويتم استهلاك نسبة كبيرة جداً من المياه في القطاع الزراعي والقطاع الصناعي، وإلى الآن لا يوجد تقديرات دقيقة لحجم المياه المستهلكة في الصناعة في الوطن العربي، ولكن لا شك أنها أرقام كبيرة فمثلاً في مدينة حلب في سوريا كان استهلاك المياه للأغراض الصناعية حوالي 200000 م³/يوم خلال عام 2010 وهو رقم كبير جداً يعادل استهلاك المياه لمليون شخص وذلك على فرض أن استهلاك الشخص في اليوم هو 100 لتر.

• تعريف الصرف الصناعي والصرف الصحي:

تصمم عادة شبكات الصرف الصحي ومحطات معالجة مياه الصرف الصحي عادة لاستقبال مياه المجاري المنزلية وقسم مياه الصرف الصناعي، بحيث لا تسبب هذه المياه أي أضرار لكل من الشبكة ومحطات الرفع ومحطات المعالجة.

أما مياه الصرف الصناعي والمصرفية إلى شبكات الصرف الصحي المنزلية، فإن تركيبها يختلف اختلافاً كلياً عن تركيب مياه الصرف الصحي فهي تحتوي على نسبة كبيرة من المواد العالقة القابلة للتسريب أو غير القابلة للتسريب ونسبة عالية من المواد العضوية مثل الزيوت والشحوم والمواد الكربوهيدراتية والبروتينات وغيرها من.

المواد معقدة التركيب هذا بالإضافة إلى الأحماض والقلويات وبعض العناصر السامة مثل الفينول والسيانيد، وكذلك المعادن الثقيلة مثل الكروم السداسي والنيكل والكوبالت والكاديوم والزنك والرصاص والزرنيق.

• مصادر المخلفات الصناعية السائلة:

من المعروف أن المياه هي من الخامات الرئيسية المستخدمة في معظم خطوات التصنيع في الصناعات المختلفة وجزء بسيط جداً من هذه المياه قد يظهر كمنتج صناعي أو جزء من منتج في بعض هذه الصناعات إلا أن معظم المياه يمر في خطوات التصنيع ويتم التخلص منه بعد ذلك بعد أن يكون قد تم تلوثه بنسب متفاوتة وبأنواع مختلفة من الملوثات الناتجة من الصناعات المختلفة مثل الصناعات الغذائية والصناعات المعدنية والنظائر المشعة



الشكل (1-3): مفاعل UASB

• تصميم نظام دخول المياه الخام إلى المفاعل UASB:

من الضروري في المفاعل UASB الحصول على تماس أمثل بين الحماة الموجودة ضمن المفاعل والمياه الخام الداخلة إلى المفاعل، وكذلك أيضاً من الضروري تجنب تشكل أقنية تمر فيها المياه بدون معالجة عبر سريير الحماة لذلك يجب تصميم نظام دخول وتوزيع المياه الخام ضمن المفاعل بشكل جيد.

وإن تصميم نظام دخول وتوزيع المياه الخام ضمن المفاعل يتعلق بالعوامل الطبوغرافية وتصميم محطة الضخ واحتمال انسداد أنابيب دخول وتوزيع المياه الخام إلى داخل المفاعل لذلك توجد طريقتان لإدخال وتوزيع المياه الخام ضمن المفاعل:

الطريقة الأولى: وهي إدخال وتوزيع المياه الخام ضمن المفاعل بنظام الثقالة وذلك عبر أنابيب تغذية تدخل من أعلى المفاعل لتوزع المياه أسفل المفاعل، ويفضل استخدام هذا النظام لمياه الصرف ذات التركيز الكبير من المواد المعلقة. الطريقة الثانية: وهي ضخ مياه الصرف الخام من أسفل المفاعل عبر أنبوب رئيسي وأنابيب جانبية مضاعفة ويفضل استخدام هذا النظام في حالة المياه المحتوية على تركيز صغير من المواد المعلقة، وتبعاً لتوصيات لينتغا وهوسلوف تحدد عدد فتحات التغذية بالمياه الخام تبعاً لتركيز الحماة داخل المفاعل ومعدلات التحميل.

وبشكل عام كل فتحة تغذية تستطيع تغذية مساحة تتراوح بين 1 - 3م² من سطح المفاعل والقيمة 1م² يمكن تطبيقها عندما يكون معدل الحمولة العضوية في واحدة الحجم

وإن التصميم الصحيح للمفاعل يؤمن حجز أكبر كمية ممكنة من الحماة بحيث نحافظ على مدة بقاء المواد الصلبة فيه تتراوح بين 50 وبين 100 يوم أو أكثر، بحيث نحافظ على زمن بقاء هيدروليكي للسائل في المفاعل قصير قدر الإمكان مما يسمح بتقليص حجم المفاعل اللازم.

وبشكل عام فإن سريير الحماة يشغل عادة ما يتراوح بين 30% وبين 60% من حجم المفاعل وتشغل طبقة الحماة المعلقة ما يتراوح بين 20% وبين 30% من حجم المفاعل ويشغل فاصل الغازات عن السائل وعن المواد الصلبة 30%-15% من الحجم الكلي.

- لمحة تاريخية عن المفاعل UASB:

قام الدكتور (Gatze Lettinga) وزملاؤه في نهايات السبعينات من جامعة (Wageningen) في هولندا بتطوير هذا المفاعل وأعيد التركيز على أهمية هذا المفاعل من قبل الدكتور (Perry McCarty) من جامعة ستانفورد في الولايات المتحدة الأمريكية. كان فريق ليتنغا يقوم بتجارب مستخدماً مبدأ المرشح اللاهوائي (Anaerobic Filter) (AF) في مفاعل لاهوائي عالي المردود والذي يثبت غشاءه الحيوي فوق حشوة سريير ذات حبيبات خاملة، وأثناء القيام بتجارب الـ (AF) لاحظ ليتنغا أنه بالإضافة إلى الغشاء الحيوي الملتصق على حبيبات الحشوة فقد ساهمت نسبة عالية من الكتل الحيوية في زيادة عدد إجمالي الحبيبات الحرة.

تجسد مبدأ عمل الـ (UASB) أثناء رحلة قام بها ليتنغا إلى جنوب أفريقيا حين لاحظ في منشأة لمعالجة مياه صرف صناعي ذي حمل عضوي عالي أن الحماة كانت تتحول إلى حبيبات مترصة ضمن ما يدعى الهاضم المروق (Clar-igester) الذي يمكن اعتباره كسلف لـ (UASB)، وكان القسم العلوي منه مكشوفاً دون قمع غازي.

نتج مبدأ الـ (UASB) من الاعتقاد بأن النواة المكونة من حبيبات الحشوة ليست لازمة للوصول لمستويات عالية للحماة النشيطة في المفاعل وإنه يمكن الاعتماد على مستويات عالية من النواة الحيوية التي تشكل حبيبات الحماة وتبقى معلقة ضمن المفاعل. وقد تم تركيب أول محطة معالجة من النوع UASB من أجل معالجة المياه الملوثة الناتجة عن صناعة مطاحن السكر في هولندا، وبعد ذلك فقد تم تركيب مفاعل UASB في عدد كبير من المعامل في هولندا مثل معامل نشاء البطاطا ومعامل إعادة تصنيع الورق.

أول منشورات حول مبدأ تصميم الـ (UASB) ظهرت باللغة الهولندية في المجالات التقنية في نهايات السبعينات وأول ظهور عالمي كان في عام 1980 كما الشكل (1-3)

3. جعل المفاعل يعمل وكأنه قد وصل إلى الحالة المستقرة أي يكون زمن المكوث فيه أثناء فترة الإقلاع مماثلة لما سيكون في الحالة المستقرة وتمتاز هذه الطريقة بسهولة العمل ولكنها تستغرق وقتاً طويلاً لحدوث الإقلاع.

4. تمديد المياه الخام الداخلة إلى المفاعل: ينصح بتمديد المياه الخام في مرحلة إقلاع المفاعل عند معالجة مياه صرف فيها تركيز COD أكبر من 4000-5000 ملغ/ل وذلك من أجل الحصول على تشكّل جيد للحمأة داخل المفاعل.

• العوامل التصميمية والتشغيلية المؤثرة على كفاءة المعالجة في المفاعل UASB:

أ- تأثير التحميل العضوي في واحدة الحجم ((Organic Load Rate على كفاءة المعالجة في المفاعل UASB: إن كلاً من التحميل الهيدروليكي والتحميل العضوي الملائم للمفاعل UASB يتعلق بخصائص مياه الصرف ونوعية وكمية الأحياء الدقيقة.

وتجدر الإشارة إلى أن هناك علاقة مباشرة بين ثلاث متحولات وهي: درجة الحرارة ضمن المفاعل وزمن المكوث الهيدروليكي فيه ومعدل التحميل العضوي (Organic Load Rate) والذي يرمز له OLR فكل زمن مكوث هيدروليكي في درجة حرارة ثابتة هناك معدل مثالي للتحميل العضوي يتوافق معه وهذا ما أكدته الدراسة التي قامت بها إحدى الجامعات البرتغالية على مياه الصرف الناتجة عن معامل الألبان.

ب- تأثير زمن المكوث الهيدروليكي (Hydraulic Retention Time) والذي يرمز له بـ HRT على كفاءة المعالجة في المفاعل UASB:

يعتبر زمن المكوث الهيدروليكي من أهم العوامل التصميمية التي تحكم كفاءة المعالجة

فزمن المكوث الهيدروليكي يرتبط بالتدفق الهيدروليكي بالعلاقة: $\text{زمن المكوث الهيدروليكي} = \frac{\text{التدفق}}{\text{حجم المفاعل}}$

وبالتالي فإنه من الضروري عند تصميم المفاعل UASB اختيار زمن المكوث الهيدروليكي المناسب الذي يحقق سرعة شاقوليّة مناسبة من أجل تأمين زمن ملائم للتماس بين المياه الخام وكريات الحمأة الموجودة ضمن المفاعل.

نستنتج: بحسب ما وقع بين أيدينا من مراجع أنه في المعالجة اللاهوائية هناك زمن مكوث أمثل أو اقتصادي يحقق أفضل معالجة مقبولة بزمن مكوث مقبول مما يؤدي إلى تصغير حجم المفاعلات اللاهوائية،

هو 1 كغ COD/م³. يوم وأما القيم 2-3 م³ فيمكن تطبيقها عندما يكون معدل التحميل العضوي في واحدة الحجم أكبر من 2 كغ COD/م³. يوم.

وبغض النظر عن عدد فتحات التغذية والتوزيع فإن السرعة الأصغر والأعظمية للتدفق الخارج من فوهات التوزيع يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار في التصميم حيث أن السرعة الأعظمية لخروج المياه الخام من فوهات التوزيع يجب أن لا تزيد عن 4 م/ثانية والسرعة الأصغر يجب أن لا تقل عن 0.5 م/ثانية.

• تصميم نظام جمع المياه المعالجة في المفاعل UASB:

إن تدفق المياه المعالجة يجب أن يخرج من المفاعل عبر عدة أفنية موزعة في منطقة تفرغ المياه المعالجة، وإن تصميم أفنية جمع المياه المعالجة لا يختلف عن تصميم الهدارات بحيث يصمم بناء على معدل التحميل على هدارات المخرج، ويجب أن لا يتجاوز القيمة 185 م³/م. يوم إن عرض أفنية الجمع يجب أن لا يقل عن 2 سم وذلك من أجل تسهيل عمليات الصيانة وأحياناً تتشكل طبقة من الزبد في أعلى المفاعل ويمكن أن يحدث أيضاً تراكم للحمأة في أفنية جمع التدفق المعالج لذلك يجب تنظيف هذه الأفنية بشكل متكرر لمنع انسدادها.

• إقلاع المفاعل UASB:

إن من إحدى مساوئ المعالجة البيولوجية اللاهوائية هي زمن الإقلاع الكبير بالمقارنة مع المفاعلات الهوائية، وذلك بسبب صغر معدل الاصطناع الحيوي (إنتاج الحمأة) وبالتالي تحتاج المفاعلات اللاهوائية إلى زمن كبير من أجل تحقيق الحالة المستقرة، وقد يستغرق زمن إقلاع المفاعلات اللاهوائية حتى 3 أشهر، وهذا يتعلق بشكل أساسي بدرجة الحرارة والحمل الهيدروليكي فمثلاً عندما تكون درجة الحرارة أكبر من 20 درجة مئوية فمن المتوقع أن يتم إقلاع المفاعل خلال فترة لا تزيد عن 3-4 أسابيع أما في حال انخفاض درجة الحرارة فقد يستغرق إقلاع المفاعل 3-4 أشهر.

وهناك أربع طرق للإقلاع وصولاً للحالة المستقرة وهي:

1. جعل زمن المكوث الهيدروليكي أثناء إقلاع في المفاعل معادلاً لضعف زمن المكوث التصميمي أي يتم تشغيل المفاعل على تدفق يعادل نصف التدفق التصميمي.

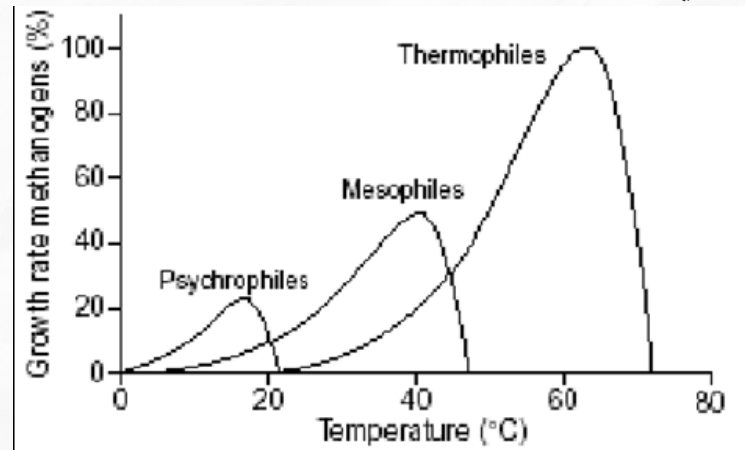
2. إعادة تدوير المياه المعالجة الخارجة من المفاعل بالكامل أي يصبح المفاعل كجملة مغلقة يتم فيها إعادة تدوير المياه المعالجة على شكل حلقة شبه مغلقة وتمتاز هذه الطريقة بتحقيق الإقلاع بأقصر وقت ممكن وذلك بسبب الحفاظ على تركيز عالٍ من الكتلة الحيوية (حمأة + مواد مغذية) ضمن المفاعل وضمن مياه الصرف الداخلة إلى المفاعل.



وكذلك عند تشغيل المفاعل في درجات الحرارة العالية (50-55) درجة مئوية أي في ظروف البكتريا المحبة لدرجة الحرارة العالية ((Tthermophilic فإن درجة الحرارة المثلى لعمل المفاعل هي 55 درجة مئوية ويمتاز النظام الذي يعمل بظروف درجة الحرارة العالية بأنه غير مستقر وذلك لأن البكتريا المحبة لدرجة الحرارة العالية تمتاز بمعدل اضمحلال كبير مما يجعل عملية التحكم وضبط النظام صعبة , وبشكل عام فإن معدل النمو للبكتريا محبة لدرجة الحرارة العالية أكبر بحوالي 50%- 100% من معدل نمو البكتريا المحبة للدفع ((mmesophilic كما هو موضح بالمخطط الآتي :

الشكل 5-1

الشكل (5-1) : العلاقة بين درجة الحرارة وبين معدل نمو البكتريا المنتجة للمتان



ث- تأثير قيمة الـ pH ضمن المفاعل على تشغيل و كفاءة المعالجة في المفاعل : UASB

إن وجود نوعين من البكتريا ضمن المفاعل. البكتريا المنتجة للحموض والبكتريا المنتجة للميتان يتطلب وجود قيمتين لـ pH ضمن المفاعل حتى يعمل كلا النوعين بشكل فعال فقيمة الـ pH المثالية لعمل البكتريا المنتجة للحمض هي 5.5-6.5 وقيمة الـ pH المثالية لعمل البكتريا المنتجة للميتان هي 7.8-8.2. لكن من المستحيل تأمين قيم مزدوجة لـ pH في آن واحد ضمن المفاعل تتناسب عمل البكتريا المنتجة للحموض والبكتريا المنتجة للميتان بشكل أمثل لذلك فإن القيمة العملية لـ pH المياه ضمن المفاعل هي 6.8-7.4 وبذلك نضمن وجود كلا نوعي البكتريا المنتجة للحموض والمنتجة للميتان في المفاعل بشكل مقبول.

إن القيم المنخفضة لـ pH للمياه ضمن المفاعل تؤثر سلباً على البكتريا المنتجة للمتان مسببة تراكماً كبيراً للحموض العضوية الطيارة ولغاز الهيدروجين ضمن المفاعل.

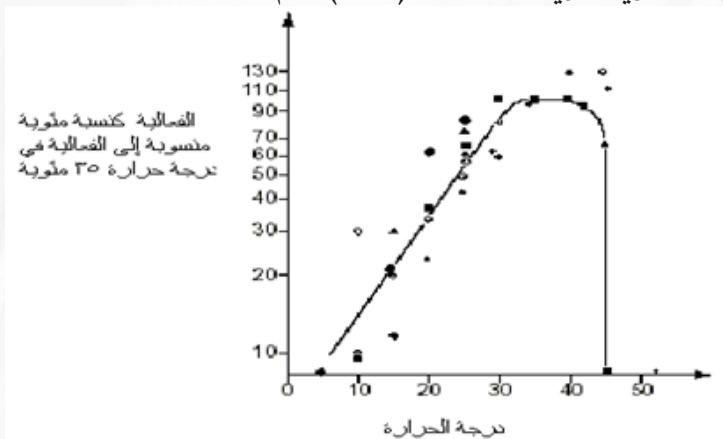
وزمن المكوث الأمثل يتعلق بعدة عوامل أهمها تركيز الـ COD للمياه الخام ومعدل التحميل العضوي (ORL) والسرعة الشاقولية في المفاعل ويبين الجدول (1-1) أسس تصميم المفاعل UASB :

الجدول (1-1) : أسس تصميم المفاعل UASB

تصنيف مياه الصرف	تركيز COD للمياه الخام ملغ/ل	معدل التحميل العضوي Kg COD / m ³ .day	زمن المكوث الهيدروليكي (ساعة)	السرعة الشاقولية للجريان م/ساعة	الكفاءة المتوقعة %
منخفضة التلوث	أقل أو يساوي ٧٥٠	٣-١	١٨-٦	٠,٧-٠,٢٥	٧٥-٧٠
متوسطة التلوث	٣٠٠٠-٧٥٠	٥-٢	٢٤-٦	٠,٧-٠,٢٥	٩٠-٨٠
شديدة التلوث	١٠٠٠٠-٣٠٠٠	١٠-٥	٢٤-٦	٠,٧-٠,١٥	٨٥-٧٥
فائقة التلوث	أكبر من ١٠٠٠٠	١٥-٥	أكبر من ٢٤	----	٨٠-٧٥

ت- تأثير درجة حرارة المياه ضمن المفاعل على كفاءة المعالجة في المفاعل : UASB

إن لدرجة الحرارة دوراً هاماً جداً في عملية المعالجة إذ أن تعداد ونوع البكتريا التي تنمو في المفاعل ومدى نشاطها يرتبطان بإذنه تعالى بشكل وثيق بدرجة الحرارة، وتنقسم البكتريا حسب درجة الحرارة المثالية لنموها إلى محبات البرد psy- chrophilic ومحبات الدفع Mmesophilic ومحبات الحرارة العالية Tthermophilic، وبشكل عام فإن العمليات الحيوية تتضاعف لكل ارتفاع 10 درجات مئوية في المجال (35-5) درجة مئوية ويبين الشكل (4-1) قيم الفعالية



الشكل (4-1) : فعالية نشاط البكتريا تبعاً لدرجة الحرارة من الشكل السابق نلاحظ أن درجة الحرارة المثلى التي يتم فيها أفضل فعالية لنشاط البكتريا وبالتالي أفضل كفاءة إزالة الـ COD تتراوح بين الدرجة 35-40 درجة مئوية وذلك في ظروف البكتريا المحبة للدفع ,

L: تدل على أن حجم المفاعل المستخدم في التجارب هو أصغر من 10 ليتر، P: تدل على أن حجم المفاعل المستخدم في التجارب يتراوح بين 10-100 ليتر

المراجع العربية (من الأحدث الى الأقدم)

(1) عابدين محمد علي صالح، 2012، قسم الهندسة المدنية - كلية الهندسة - جامعة الخرطوم، تجارب عالمية في ترشيد استخدام الموارد المائية، جمعيات مستخدمي المياه في الجزائر. (2) حجار سلوى، صغير عبد الله، -2011 " تعيين المعاملات الحركية لنشاط البكتريا في حوض التهوية الخاصة بإزالة BOD5 وعملية النترية في المعالجة المتقدمة لمياه صرف المذابح الفنية"، مجلة بحوث جامعة حلب- سلسلة العلوم الهندسية العدد (99).

(3) حجار سلوى، صغير عبد الله، -2011 "إعادة استخدام مياه صرف المذابح الفنية المعالجة بطريقة بيولوجية متقدمة"، مجلة جامعة البعث، رقم قبول البحث: 2399 بتاريخ 19/6/2011. (4) حجار سلوى، صغير عبد الله، -2011 "معالجة مياه صرف المذابح الفنية بالمفاعل UASB متبوعاً بحوض منقوص الأكسجين ثم بحوض التهوية ثم حوض ترسيب نهائي" (5) مجلة بحوث جامعة حلب- سلسلة العلوم الهندسية العدد (92).

(6) السلطة الوطنية الفلسطينية، سلطة جودة البيئة، 2010، مقاييس ومعايير جودة وخصائص مياه الصرف الصناعي المصرفية إلى شبكه الصرف الصحي.

(7) بنود عبد الحكيم، مراد آغا محمد أمجد، 2010 - "معالجة مياه المجاري و المياه الصناعية"، مديرية الكتب و المطبوعات، جامعة حلب.

(8) حجار سلوى، صغير عبد الله، -2010 "المعالجة البيولوجية لمياه صرف المذابح الفنية"، مجلة بحوث جامعة حلب- سلسلة العلوم الهندسية العدد (88).

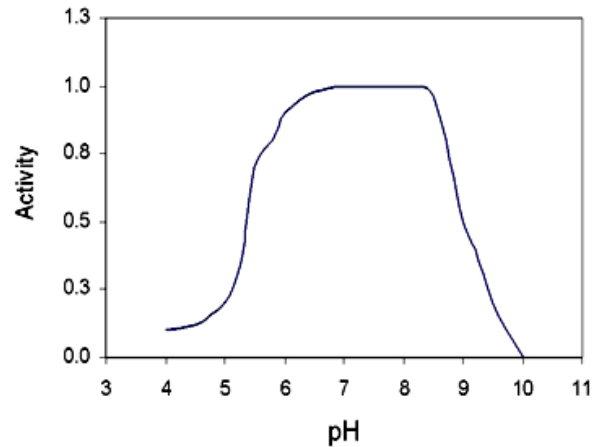
(9) دليل منهجي لاستهلاك المياه في القطاع الصناعي السعودي http://www.wafeer.net, 2009.

(10) تركماني عبدالرزاق، فاخوري موفق، 2008 "أساسيات الإزالة البيولوجية للأزوت و الفسفور من مياه المجاري" http://www.4enveng.com/pdetails.pHp?id=68

(11) تركماني عبدالرزاق، 2008 "المعالجة الثالثة (المتقدمة) لمياه المجاري المنزلية" http://www.4enveng.com/pdetails.pHp?id=66

لحل هذه المشكلة يضاف في المفاعل مواد كيميائية لضبط قيمة الـ pH ومن هذه المواد ماءات الصوديوم و الكلس الحي أو أي مادة قلوية أخرى والشكل الآتي (6-1) يوضح علاقة pH للمياه الخام ضمن المفاعل: مع فعالية البكتريا المنتجة للميثان

Relative activity of methanogens to pH



الشكل (6-1): علاقة pH للمياه الخام ضمن المفاعل مع فعالية البكتريا المنتجة للميثان

الجدول (2-1): بعض الأبحاث المنجزة على المفاعل UASB لاختيار كفاءة المعالجة فيه عند معالجة مياه الصف الصناعي:

الباحث و المنطقة	مصدر مياه الصرف و قيمة COD لمياه الصرف الخام	الحمولة العضوية في واحدة الحجم Kg. COD / m ³ .day	زمن المكوث الهيدروليكي (ساعة)	كفاءة المعالجة %	الحرارة و مجال الاختبار
رويز في اسبانيا عام ١٩٩٧	مذابح وقيمة COD للمياه الخام هي ١١٤٠٠-٥٢٠٠ ملغ/ل	٦,٥٨-١,٠٣	١٥٦-٢٨,٨	٩٣-٥٩	٣٧ درجة مئوية L _i
كاليزني في المكسيك عام ١٩٩٨	بطاطا الشيبس وقيمة COD للمياه الخام هي ١٨١٠٠-٥٥٠٠ ملغ/ل	١٣,٨٩-٠,٦٣	١٤٤-١٥,٦	-٦٣,٤ ٨١,٣	٣٥ درجة مئوية L _i
جوندا ليز في كوبا عام ١٩٩٨	صناعة السكر من قصب السكر وقيمة COD للمياه الخام هي ٣٨٢٠-٣٦٤٠ ملغ/ل	٧,١٥-٢,٣	-١٢,٤٨ ٣٩,٦	٩١-٥٩,٩	P _i , ٣٢-٢٤
حجار وصغير في جامعة حلب سوريا ٢٠٠٧	معمل الخميرة وقيمة COD للمياه الخام هي ١٦٣٢٠-١٠٢٠٠ ملغ/ل	٦,٦٧-٤	٣٦-١٨	-٣٦,٦ ٥١,٣	٣٧-٩ درجة مئوية L _i
حجار وصغير في جامعة حلب سوريا ٢٠١١	المذابح الفنية وقيمة COD للمياه الخام هي ٤٧٠٠-٢٥٠٠ ملغ/ل	١٠,٢-٢,٩٧	٣٦-٦	-٣٥,٨ ٨٣,٤	٣١-٢٩ درجة مئوية P _i

المراجع الأجنبية

- 1) İDEAL ÇEVRE TEKNOLOJİLERİ, Reverse Osmosis Systems, 2014,
- 2) http://www.idealsu.com/brosur/dobel_pass_RO_system.pdf.
- 3) -Puretec Industrial Water, Basics of Reverse Osmosis, 2013
- 4) <http://puretecwater.com/downloads/basics-of-reverse-osmosis.pdf>
- 5) "City of Tacoma Environmental Services Source Control Oil Water Separator Policy", 2012, Chapter 11 Oil Water Separators, <http://cms.cityoftacoma.org/surfacewater/swm2012/V5-C11.pdf>
- 6) Worch, E .2012, Adsorption Technology in Water Treatment ,Fundamentals, Processes, and Modeling, © 2012 Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/Boston
- 7) Water Environment Federation (WEF) Third edition ,2008. WEF Manual of Practice No. FD-3,"INDUSTRIAL WASTEWATER MANAGEMENT, TREATMENT, AND DISPOSAL.
- 8) Vale'ria Del Nery a, Eloisa Pozzi b, Ma'rcia H.R.Z. Damianovic b, Me'rcia R. Domingues b, Marcelo Zaiat, 2007- "Granules characteristics in the vertical profile of a full-scale upflow anaerobic sludge blanket reactor treating poultry slaughterhouse wastewater " , a Ce'u Azul Alimentos Ltda., Rua Laura Maiello Kook, 300, CEP: 18052-580, Sorocaba, SP, Brazil.
- 9) EUROPEAN COMMISSION , Integrated Pollution Prevention and Control, 2006, Reference Document on Best Available Techniques for the Food, Drink and Milk Industry.
- 10) Ghangrekar Makarand M .and Tom Keenan .2005- "Design of an UASB Reactor", Indian Institute of Technology Kharagpur, at [http:// www.waterandwastewater.com/AskTom! Column.htm](http://www.waterandwastewater.com/AskTom! Column.htm).

- 13) حجار سلوى، صغير عبد الله: -2007 "المعالجة البيولوجية اللاهوائية لمياه الصرف الصناعي عالية الحمل العضوي بالمفاعل UASB" ، مجلة بحوث جامعة حلب- سلسلة العلوم الهندسية العدد (58).
- 14) صغير عبد الله، -2007 "المعالجة البيولوجية اللاهوائية لمياه الصرف الصناعي عالية الحمل العضوي بالمفاعل UASB" ،رسالة ماجستير أقيمت في كلية الهندسة المدنية- جامعة حلب -،إشراف الدكتورة سلوى حجار .
- 15) فرهود ناهد،: 2007 - "المعالجة البيولوجية لمياه المصانع باستعمال السرير المميع " ،رسالة دكتوراه أقيمت في كلية الهندسة المدنية-أقيمت في جامعة حلب- بإشراف الدكتورة سلوى حجار .
- 16) حجار سلوى ، 2006 ، معالجة مياه الشرب ، مديرية الكتب و المطبوعات الجامعية ، جامعة حلب
- 17) وزارة المياه و الكهرباء في المملكة العربية السعودية ،اللائحة التنفيذية، 2006 ، لنظام مياه الصرف الصحي المعالجة و إعادة استخدامها ،
- 18) شركة الصرف الصحي للقاهرة الكبرى في مصر ، 2005 ، برنامج تدريبي عن المخلفات الصناعية و آثارها الضارة على البيئة و كيفية التصدي لها ومعالجتها للكوادر الفنية بمحطات المعالجة لشركات الصرف الصحي (حمص . حلب . حماه) وزارة الإسكان والتعمير الجمهورية العربية السورية.
- 19) الوقائع المصرية العدد 230 في 9 أكتوبر لعام 2000 قرار وزارة الاسكان و المرافق و المجتمعات العمرانية في جمهورية مصر رقم 44 لسنة 2000 الخاص بتعديل اللائحة التنفيذية للقانون رقم 93 لسنة 1962 في شأن صرف المخلفات السائلة.
- 20) أصفري أحمد فيصل 1996، " معالجة مياه الفضلات الصناعية " ، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي .
- 21) أصفري أحمد فيصل 1991 "تصميم محطات معالجة مياه المجاري" ، الشركة العربية لمعالجة المياه (AWTC).
- 22) بلاش عمر 1987 " علم الجراثيم " منشورات جامعة حلب.
- 23) حجار سلوى 1987 " الهندسة الصحية-البيئة و مياه المجاري" مديرية الكتب و المطبوعات ، جامعة حلب .
- 24) حجار سلوى، 1985 ، "معالجة مياه الشرب و المياه الصناعية" مديرية الكتب و المطبوعات ، جامعة حلب.

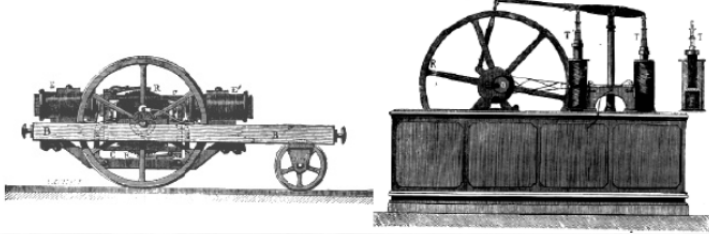


الآلة ذات الممانعة المغناطيسية المتغيرة (SRM)

بقلم الدكتور المهندس مصعب الشبيب



التي تستخدم في قيادة هذه الآلات، وكذلك المعالجات المصغرة، والدارات المتكاملة، أدى إلى انتشار هذه الآلات بشكل كبير.



الشكل (١-١): الشكل البدائي للآلة (SRM)

في عام 1969، قام العالم (S. A. Nasar) بتقديم المفاهيم الأساسية للآلة (SRM) بشكلها الحالي الحديث، حيث اعتبرت تلك الفترة هي البداية الحقيقية لهذه الآلة، لدرجة استطاعت أن تنافس آلات التيار المستمر التقليدية وآلات التيار المتناوب ومحركات التيار المستمر بدون مسفات.

إن فترة السبعينيات الماضية كانت فترة تطور مفاهيم الآلة (SRM)، وهذه المفاهيم كان لها الدور الأكبر في الحصول على آلة (SRM) عالية السرعة، ومنذ تلك الفترة حصل تطور كبير في الآلة (SRM) على كلا المسارين: التصميم والتحكم، فالطبيعة الخاصة للآلة (SRM) تتطلب أن يحصل تطور في كل من الناحية التصميمية وناحية التحكم والقيادة على التوازي وذلك خلافاً لأي نوع من الآلات الأخرى [2].

مزايا الآلة (SRM): Advantages of SRM

تتمتع الآلة (SRM) بجملة من المحاسن، وهي لا تخلو من بعض المساوئ، شأنها شأن بقية الآلات الكهربائية الأخرى. نذكر فيما يلي أهم المحاسن التي تتمتع بها هذه الآلة [2]:

1- عتالة منخفضة لأن الدوار لا يحتوي على الملفات، وهذا يؤدي إلى استجابة ديناميكية سريعة.

2- حدوث أغلب الضياعات في الجزء الثابت، مما يسهل عملية التبريد. بالنسبة لضياعات الجزء الدوار فهي صغيرة جداً، مما يجعلنا نهمل موضوع التبريد في الدوار.

3- سماحية الخطأ (Fault-Tolerance) في الآلة (SRM) والمبدلة الموصولة معها: فقد تتطلب بعض أنظمة القيادة استمرارية عمل المحرك حتى عند حدوث الحالات الطارئة في أي جزء من النظام كملفات الطور أو الحساسات. لهذا نقول هنا إن الآلة (SRM) يمكن أن تعمل بنسبة تغذية منخفضة في حال انقطاع واحد أو أكثر من أطوار التغذية، في حين تفشل أغلب الآلات الأخرى في مثل هذه الحالات.

يتضمن هذا البحث التعريف بالآلة ذات الممانعة المغناطيسية المتغيرة (SRM) Switched Reluctance Machine، مزاياها ومساوئها، وأنماطها المختلفة، ومبدأ عملها، وكيفية توليد العزم فيها، ومشكلات الاهتزازات والضجيج الذي تُعاني منه.

مقدمة تاريخية: Historical Introduction

من أجل فهم الآلة ذات الممانعة المغناطيسية المتغيرة (Switched Reluctance Machine) أو اختصاراً (SRM) بشكل معمق، لابد من فهم معنى التسمية أولاً. هذه الآلة تعمل وفق مبدأ يتلخص بسعي الدوار للتحرك إلى موضع تكون فيه الممانعة المغناطيسية أصغرية. هناك تسمية أخرى تطلق على هذا النوع من الآلات، وهي الآلات ذات التبديل الإلكتروني، وهاتان التسميتان تتطلقان من مبدأ عمل هذه الآلات ومفهومها. من الصعب تأكيد أصل عبارة الممانعة المتغيرة Switched Reluctance، فربما كان البروفيسور (Lawrenson) أول من تبنى هذه التسمية.

إن ظاهرة الممانعة المتغيرة عُرفت منذ التجارب الأولى التي أجريت في مجال الكهرومغناطيسية، ففي النصف الأول من القرن التاسع عشر، كان العلماء يقومون بإجراء تجاربهم مستخدمين هذه الظاهرة من أجل الحصول على حركة كهربائية مستمرة.

في عام 1838 تمكن العالم (W.H.Taylor) من تصنيع محرك كهرومغناطيسي في الولايات المتحدة، حيث كانت هذه الآلة عبارة عن عجلة خشبية من السطح الخارجي، وقد رُكب على هذا السطح سبع قطع من الحديد اللين موزعة بشكل متساوٍ على المحيط. كان يوجد فيها أربعة مغناط مغذاة عن طريق بطارية من خلال ترتيب ميكانيكي معين على محور العجلة، بحيث يؤدي تهيج مغناطيس كهربائي معين إلى جذب القطعة الأقرب من الحديد اللين. لقد أدت عملية التهيج المتتالية لهذه المغناط إلى دوران العجلة بشكل مستمر [1].

لقد ظهرت تحسينات في الآلة (SRM) وذلك مع تقدم عصر الإلكترونيات الذي أدى إلى استبدال الأجزاء الميكانيكية أو تخفيضها في نظام القيادة، كما أدت المواد المغناطيسية المحسنة والتقدم الحاصل في تصميم الآلات إلى إقحام الآلة (SRM) في مجال الأنظمة ذات التحكم بالسرعة، فضلاً عن التكلفة المنخفضة إلى حدٍ ما والبساطة في تصنيع الآلة (SRM)، فإن وفرة المفاتيح الإلكترونية



أنماط الآلة (SRM): SRM Configurations

إن الآلة (SRM) بشكلها العام عبارة عن آلة ذات أقطاب بارزة مضاعفة، وحيدة التهيج، أي أن الأسنان توجد على كل من الثابت والدوار. يجب أن يكون عدد هذه الأسنان غير متساوٍ، وذلك لضمان أن أسنان الدوار لا يمكن أن تقع في موضع يكون فيه العزم معدوماً (هو الموضع الذي تكون فيه كل أقطاب الدوار متطابقة مع كل أقطاب الثابت).

لا توجد ملفات أو مغناط أو قفص على دائر هذه الآلة، ولكنه مبني من تكديس صفائح من الفولاذ أو الحديد التي تشكل أقطاباً بارزة. إن أكثر الأنماط شيوعاً في الآلات (SRM) هو النمط $4/6$ أو $6/8$. يوجد في الواقع أنماط أخرى لأقطاب الثابت والدوار كالنمط $4/10$ ، $8/12$ ، حيث تتصل وشائع الثابت (إما على التسلسل أو على التفرع) على الأقطاب المتقابلة قطرياً لتشكل طوراً واحداً.

إن اختيار عدد الأقطاب في الآلة (SRM) هو أمر مهم جداً، وهذا يعود إلى الاهتزازات التي تتولد بناءً على هذا الاختيار، فاختيار النمط $8/12$ (12 قطب على الثابت و8 أقطاب على الدوار) ينتج عنه اهتزازات ميكانيكية أخفض مقارنة مع الشكل $4/6$.

في الحقيقة هناك عوامل عديدة تُعدّ مهمة جداً من أجل اختيار عدد الأقطاب وعدد الأطوار، فعدد الأطوار يتحدد من خلال العوامل الآتية [3]:

1- إمكانية الإقلاع: عند تطابق أقطاب الثابت مع أقطاب الدوار، فإن الآلة أحادية الطور لا يمكنها أن تَقْلَع، ولذلك فهي تتطلب مغناطيساً دائماً على الثابت عند الموضع المتوسط بالنسبة لأقطاب الثابت، وذلك لإبقاء أقطاب الدوار في موضع عدم التطابق.

2- إمكانية تغيير اتجاه الدوران: إن الآلات ثنائية الطور قادرة على الدوران باتجاه واحد فقط، وأما الآلات ثلاثية الطور فهي قادرة على الدوران بالاتجاهين.

3- الموثوقية: إن العدد المرتفع للأطوار يؤدي إلى زيادة الموثوقية، لأن فشل طور واحد أو أكثر من الآلة سوف يؤدي إلى استمرارية عمل الآلة مع الأطوار الباقية.

4- التكلفة: إن العدد المرتفع لعدد الأطوار سوف يؤدي إلى زيادة عدد المفاتيح الإلكترونية في المبدلة ودارات القيادة المسؤولة عنها ووحدات التحكم الأخرى، مما يؤدي إلى زيادة تكلفة نظام القيادة بشكل كلي.

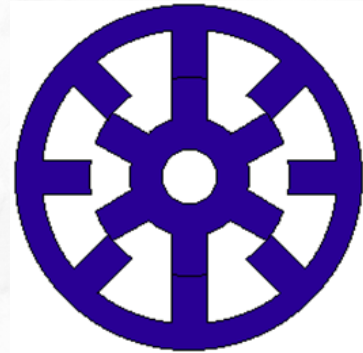
4- عزم إقلاع كبير دون امتلاك مشكلة ارتفاع التيار، وهذا يعود إلى المحارضة الكبيرة التي تتمتع بها الآلات (SRM).

5- لا يملك الدوار ملفات أو مغناط دائمة، مما يجعل هذه الآلات مثالية للعمل في السرعات العالية. من وجهة نظر ميكانيكية تمنع الملفات أو المغناط المركبة على الدوار المحرك للعمل بشكل أسرع بسبب العطالة، وهذه الحالة موجودة في جميع الآلات الكهربائية عدا الآلة (SRM).

6- إن العزم الناتج عن الآلة مستقل عن قطبية تيار الطور، مما يسمح باستخدام مبدلة ذات تركيب أبسط تحتوي عدداً قليلاً من المفاتيح الإلكترونية.

7- إن بساطة الشكل الهندسي للآلة يسمح بالحصول على مردود عالٍ.

8- إن درجة الحرارة العظمى المسموحة في الدوار كبيرة لعدم وجود مغناط دائمة.



الشكل (1-2): مقطع عرضي في (SRM) ذات النمط $6/8$

مساوئ الآلة (SRM): Disadvantages of SRM

1- التركيب المضاعف للأسنان (على الثابت والدوار) يؤدي إلى ضجيج واهتزازات في منحنى العزم (Inherited Torque Ripples)، ولعل هذه السيئة هي الأكثر حدة من باقي السيئات الأخرى.

2- ينتج عن ضجيج العزم وتموجاته تموجات للتيار في منبع التغذية المستمر، مما يستدعي استخدام مكثف ذي سعة كبيرة.

3- إن توصيلات الآلة (SRM) معقدة نوعاً ما، فالآلة رباعية الطور (مثلاً) تحتاج على الأقل ثمانية أسلاك. هذا بالإضافة إلى توصيلة حساس الموضع.

4- يجب التخلص من الطاقة المختزنة الناتجة عن محارضة الملف العالية بعد التهيج، مما يستدعي زمناً لإزالتها، الأمر الذي يؤدي إلى تحديد التيار الأعظمي عند مستوى منخفض.

5- تحتاج دارات قيادة (SRM) إلى حساس موضع الدوار من أجل عملية التبديل والتحكم بالتيار، وأي خطأ في تحديد موضع الدوار يؤدي إلى الفشل في عملية التحكم [2].

عدد أقطاب الثابت	6	8	12	12	24
عدد أقطاب الدوار	4	6	8	10	16

جدول (1-1): أنماط الآلة (SRM) حسب عدد الأقطاب

إن العوامل التي تحدد اختيار عدد الأقطاب متعددة، من أهمها: عدد المفاتيح الإلكترونية المستخدمة في المبدلات المغذية لهذه الآلات، ودارات قرح البوابات الخاصة بها، وتكلفة خوارزمية التحكم المستخدمة، حيث تزيد التكلفة بزيادة عدد الأقطاب بسبب زيادة كلفة الملفات.

إن تردد الثابت متناسب مع عدد الأقطاب، وبالتالي مع زيادة عدد الأقطاب، فإن تردد تيار الثابت يزداد وتزداد معه ضياعات النواة.

- تطبيقات الآلة (SRM):

لهذه الآلة تطبيقات واسعة وخصوصاً في المجالات العسكرية، كما أن هناك استخدامات أخرى نذكر منها:

Application of SRM

- مضخات تخلية الهواء.
- قص الزجاج.
- أجهزة الطرد المركزي.
- آلة غسيل السيارات.
- المحركات التي تعمل في مجال الفضاء.
- المراوح في الطائرات، وغيرها.

مبدأ عمل الآلة (SRM):

Principle Operation of SRM

لفهم مبدأ عمل الآلة نورد المثال الآتي:

لو تم تثبيت قطعة من الحديد على ذراع بالقرب من مغناطيس كهربائي، فسوف تظهر قوة جذب تميل إلى جذب قطعة الحديد باتجاه المغناطيس الكهربائي. هذه القوة تُحلل إلى مركبتين هما قوة قطرية (Radial force) وقوة مماسية (Tangential force). تحاول القوة تحريك القطعة إلى موضع يتطابق فيه محور المغناطيس الكهربائي مع محور قطعة الحديد، ويدعى هذا الموضع بموضع التوافق (Aligned position). نحصل نتيجة الجذب على عزم T يؤدي إلى دوران الذراع حول النقطة 0.

5- المردود عند العمل بسرعات عالية: يزداد المردود عند انخفاض ضياعات النواة في السرعات العالية وذلك بتخفيض عدد أطوار الثابت، وكذلك تخفيض عدد الأطوار التي يتم قرحها في كل دورة عمل (فهناك قرح طور واحد، وأيضاً قرح طورين معاً).

بناءً على ما سبق، يمكننا إجراء مقارنة بين الآلات (SRM) بحسب عدد الأطوار:

1- إن المحركات (SRM) أحادية الطور هي أبسط أنواع محركات (SRM)، فهي تتميز بقلّة عدد الوصلات بين الآلة والمفاتيح الإلكترونية العائدة للمبدلة. لكن سيئة هذه المحركات هو الضجيج المتأصل وتموجات العزم العالية واستحالة إقلاع هذا المحرك من أي موضع زاوي. هذا النوع من محركات (SRM) يعدّ شائعاً من أجل تطبيقات السرعات العالية، ولكن كما ذكرنا تبقى مشكلة إقلاع هذا المحرك هي التي تحدّ من استخدامه.

2- في المحركات (SRM) ثنائية الطور، نجد أنّ مشكلة الإقلاع الحاصلة في المحركات أحادية الطور يمكن التغلب عليها هنا عن طريق إجراء تدرّج (Stepping) في الثغرة الهوائية، هذا النوع من المحركات يعدّ أكثر شيوعاً من المحركات (SRM) أحادية الطور، ولكن تظهر مرة أخرى مشكلة تموجات العزم العالية.

3- إن المحركات (SRM) ثلاثية الطور تبدو أفضل مقارنة مع الأنواع الأخرى فيما يخص مشكلة الإقلاع ومشكلة ضجيج العزم، ولهذا يُعدّ المحرك 6/4 هو الأكثر جدوى من بين الأنواع السابقة.

4- إن المحركات (SRM) رباعية الطور هي مناسبة أكثر بسبب ضجيج العزم المنخفض، ولكن العدد المرتفع للعناصر الإلكترونية المستخدمة في المبدلات التي تقودها يحد من استخدام هذه المحركات في أغلب التطبيقات الصناعية. تجدر الإشارة إلى أن المحركات (SRM) سداسية الطور تعطي ضجيجاً أخفض في العزم مقارنة مع المحركات (SRM) رباعية الطور.

فيما يتعلق باختيار عدد الأقطاب لكل من الدوار والثابت، فإن النسبة بين عدد أقطاب الثابت إلى عدد أقطاب الدوار يجب ألا تكون عدداً صحيحاً.

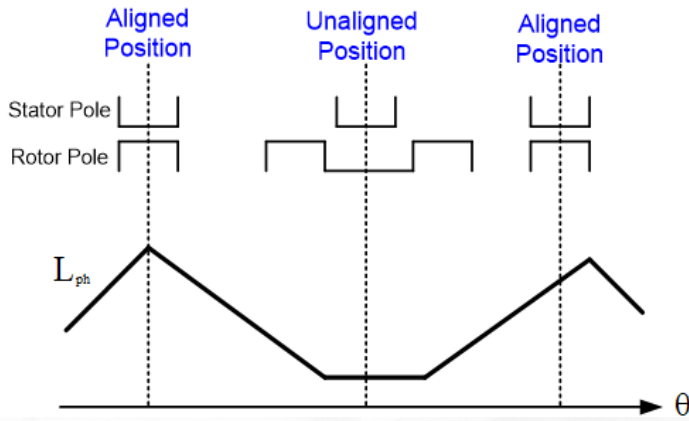
الجدول التالي يبين الأنماط المختلفة لعدد أقطاب الثابت وعدد أقطاب الدوار في الآلة (SRM):



يتم تهيج الطور b، مما يؤدي إلى جذب الأقطاب باتجاه أقطاب الثابت على الترتيب باتجاه عقارب الساعة. بالمثل فإن تهيج الطور c سيؤدي إلى تطابق الأقطاب مع الأقطاب بالترتيب.

لهذا نقول إن تهيج الأطوار الثلاثة بالتتابع يؤدي إلى تحريك الدوار بمقدار ، كما أن دوران الدوار يتأثر بتيارات الأطوار وبعده أقطاب الدوار. من الجدير ذكره هنا أن تهيج أطوار الآلة المبينة سابقاً وفق التتابع acb يؤدي إلى دوران الدوار بالجهة المعاكسة. يُعرف موضع التطابق (Aligned position) على أنه الموضع الذي تكون فيه محاور أقطاب الثابت والدوار العائدة لنفس الطور متطابقة تماماً، مما ينتج عن ذلك الموضع ممانعة مغناطيسية أصغرية. كما أن محارضة الطور غير المشبعة تبلغ ذروتها في هذا الموضع، ولكنها تبدأ بالتناقص التدريجي كلما ابتعدت أقطاب الدوار عن موضع التطابق مع أقطاب الثابت.

عندما تكون محاور أقطاب الدوار غير متطابقة مع محاور أقطاب الثابت العائدة للطور نفسه، فإن هذا الموضع يُدعى موضع عدم التطابق (Unaligned position)، وهنا يملك الطور محارضة أصغرية في هذا الموضع [4].

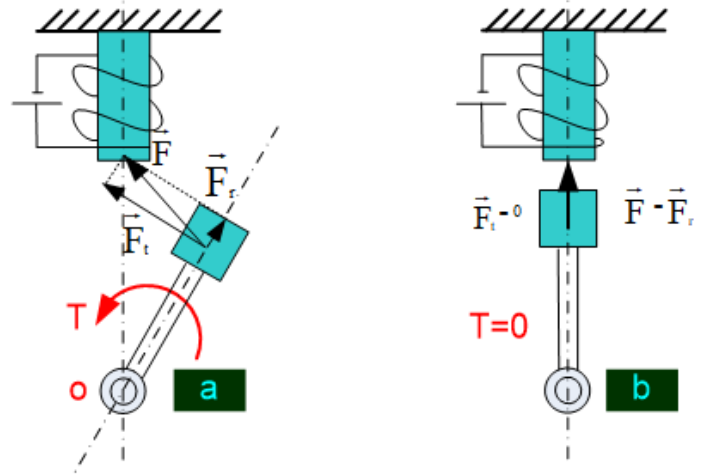


الشكل (1-5): تغير محارضة الطور في الآلة (SRM) حسب تغير موضع محاور أقطاب الثابت والدوار
توليد العزم في الآلة (SRM):

Torque Production of SRM

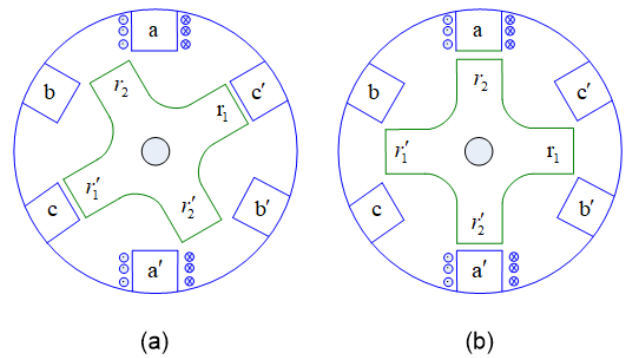
كما هو الحال في مختلف أنواع الآلات الكهربائية، فإن الآلة (SRM) عبارة عن محولة قدرة. بمعنى أنها تستجر الطاقة الكهربائية من المنبع وتحولها إلى طاقة ميكانيكية (في حالة العمل كمحرك)، والعكس تماماً في حالة العمل كمولد. يتم تخزين القدرة ضمن المجال المغناطيسي الذي ينشأ عن ملفات الأطوار، ويتم تبادل هذه القدرة بين الأجزاء الكهربائية والميكانيكية في الآلة.

إن مبدأ عمل (SRM) يعتمد على مفهوم الجذب الكهربائي الذي تم ذكره في المثال السابق.



الشكل (1-3): تأثير مغناطيس كهربائي على قطعة حديد فهو يعتمد على مبدأ ميل النظام الكهرومغناطيسي للحصول بشكل دائم على وضع متوازن ومستقر ذي ممانعة مغناطيسية أصغرية. عندما يتم تهيج أقطاب الثابت المتقابلة قطرياً، فإن أقطاب الدوار الأقرب تنجذب إليها. وعندما يصبح قطبا الدوار متقابلين مع قطبي الثابت المهيجين، فإنه يتم تهيج قطبي الثابت التاليين لجذب الزوج التالي لأقطاب الدوار إلى موضع التطابق مع قطبي الدوار.

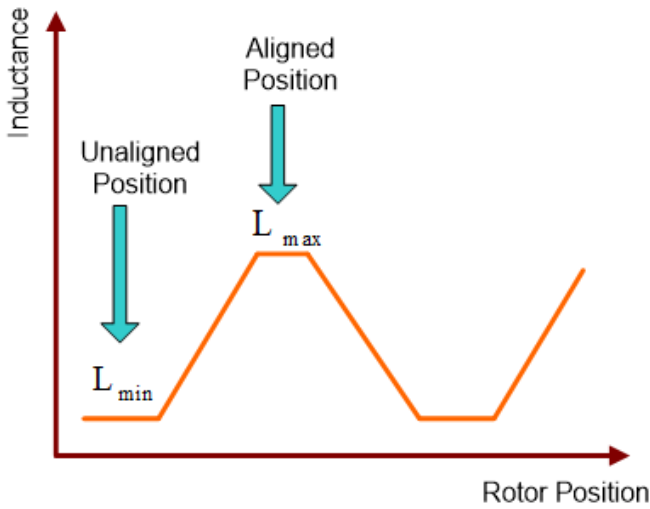
نفرض أن أقطاب الدوار متقابلة مع أقطاب الثابت كما هو مبين في الشكل (1-a-4)، فإذا تم تطبيق الجهد على الطور a، فإن الفيض المغناطيسي سوف يسري عبر قطبي الثابت وقطبي الدوار ، ويسعى الفيض المغناطيسي إلى جذب قطبي الدوار إلى أقطاب الثابت بالترتيب، وعندما تتطابق هذه الأقطاب يتم قطع تيار الطور a وبالتالي يصبح موضع الأقطاب كما هو مبين في الشكل (1-b-4):



الشكل (1-4): الآلة (SRM) ذات النمط 6/4

كما ذكرنا سابقاً، فإن مبدأ الممانعة المتغيرة يعبر عن ميل الدوار إلى التوضع في المكان الذي تكون فيه الممانعة المغناطيسية أصغرية، وذلك مع تهيج أطوار الثابت، مما ينتج عن ذلك توليد العزم. هذا المبدأ في الحقيقة يختلف عن مبدأ التفاعل المغناطيسي الحاصل في أنواع الآلات الكهربائية الأخرى كالمحركات ذات المغناطيس الدائمة أو المحركات التحريضية، فإننتاج العزم في تلك الآلات هو في الحقيقة نتيجة التجاذب الحاصل بين القطب الشمالي والجنوبي للمغناطيس الدائم، أو المغناطيس الكهربائي الناتج عن التحريض.

تجدر الإشارة هنا إلى أن العزم الناتج في الآلة (SRM) يكون موجباً عندما يتم تهيج الطور بحيث يتحرك الدوار نتيجة هذا التهيج من موضع عدم التطابق (Unaligned position) إلى موضع التطابق (Aligned position)، أي من الموضع الذي تكون فيه المحارضة أصغرية () إلى الموضع الذي تكون فيه المحارضة أعظمية ()، في حين يتولد العزم السالب عندما يتم تهيج الطور بحيث يتحرك الدوار من موضع التطابق إلى موضع عدم التطابق، أي في الموضع الذي تبدأ فيه المحارضة بالتناقص [4].

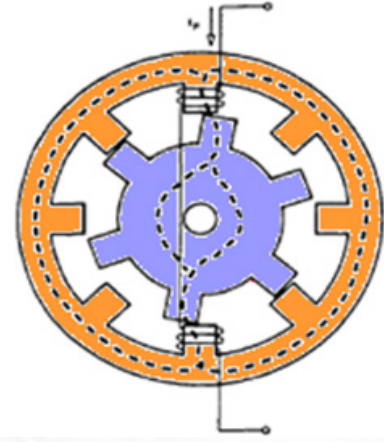


الشكل (8-1): شكل المحارضة المغناطيسية لطور واحد من الآلة (SRM)

الضجيج في الآلة (SRM): Noise in SRM

إن السيئة البارزة في الآلات (SRM) هي الطبيعة النبضية أو على الأقل الطبيعة غير المنتظمة لتوليد العزم، التي تؤدي إلى تموجات في منحنى العزم، ويؤدي هذا إلى حدوث ضجيج سمعي.

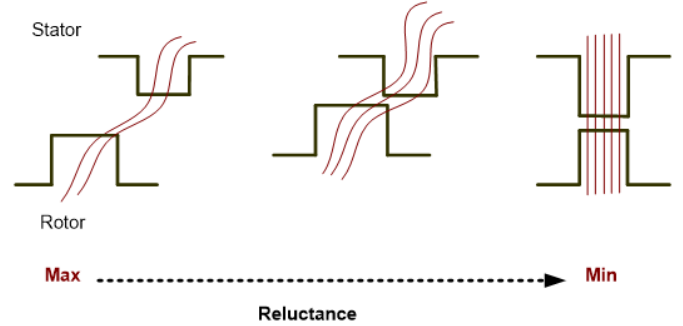
في الواقع يتم توليد العزم وفق الآلية التي سنشرحها من خلال الشكل (1-6):



الشكل (1-6): الدارة المغناطيسية في الآلة (SRM) ذات النمط 6/4

عندما يتم تهيج طور ما بتطبيق الجهد على الملف العائد له، فإن التيار المار خلال هذا الملف يُنتج ساحة مغناطيسية ضمن أقطاب الثابت. يسري هذا الفيض عبر أقطاب الدوار الأقرب إلى طور الثابت المهيج، ويُغلق هذا الفيض دارته المغناطيسية عبر فولاذ الثابت والدوار. تملك الدارة المغناطيسية في هذه الحالة ممانعة مغناطيسية مشابهة للمقاومة الأومية في الدارة الكهربائية، وهي تعتمد على السماحية المغناطيسية للمادة التي يسري من خلالها الفيض.

تكون الممانعة المغناطيسية في الآلة (SRM) ضمن الثغرة الهوائية كبيرة جداً مقارنة بالممانعة المغناطيسية ضمن فولاذ الآلة، لذلك فإن الممانعة المغناطيسية الكلية للدارة المغناطيسية تساوي تقريباً قيمة الممانعة المغناطيسية للثغرة الهوائية. ونظراً لكون الآلة تمتاز بتسكن مضاعف، فإن الحيز بين أقطاب الثابت والدوار يتغير مع دوران الدوار، لهذا تتغير ممانعة مسار الفيض المغناطيسي كما هو مبين في الشكل (1-7):



الشكل (1-7): تغير الممانعة المغناطيسية مع تغير موضع الدوار



إن مستوى الضجيج يتعلق بحجم الآلة (SRM)، حيث يصبح أقل شدة في المحركات الصغيرة، كما أنه يعتمد على البناء الميكانيكي وعلى دقة زاوية القذح. يمكن تقليل تموجات العزم بطرق عديدة، منها: زيادة عدد الأطوار، وبذلك نحصل على ضجيج أقل، أو اختيار دارة قيادة مناسبة (طبعاً هذه الخطوة ستزيد الكلفة).

على الرغم من بساطة بناء الآلة (SRM)، إلا أن الدقة في التصميم والبناء الكهربائي والميكانيكي يسهم بشكل أساسي في تقليل الضجيج، إلا أن ذلك يؤدي إلى زيادة الكلفة، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض المردود الاقتصادي.

لا بد أن نذكر أن المشكلة الأكبر لتموجات العزم هي التموجات الحاصلة في منبع التغذية المستمر، مما يتطلب وجود مكثفات ترشيح كبيرة [5].

الخلاصة: Conclusion

كانت هذه مقدمة عامة عن الآلة (SRM)، حيث أوردنا البدايات التاريخية لتصنيع هذه الآلة عبر العقود الماضية، وكذلك مميزات هذه الآلات ومساوئها، بالإضافة إلى إجراء مقارنة بين الأنماط المختلفة لهذه الآلات، وكذلك مبدأ عمل هذه الآلات وآلية توليد العزم فيها.

بالنظر إلى الخصائص المميزة لأنظمة القيادة التي تستخدم الآلة (SRM)، فإن التطبيقات التي من الممكن أن تستخدم فيها هذه القيادة هي التطبيقات التي تحتاج إلى محركات التيار المستمر بدون مسفرتات ضمن مجال واسع للسرعة، حيث يعدّ نظام قيادة هذه الآلة ذا كلفة أقل مقارنة مع المحركات بدون مسفرتات.

إن الضجيج وتموجات العزم الناتجة عن الآلات (SRM) تبقى الأسوأ مقارنة مع محركات المغناطيس الدائمة بدون مسفرتات، ولكن يمكن القول إنه من أجل أنظمة القيادة ذات الاستطاعات الصغيرة لا تكون هذه المشكلة ذات تأثير كبير من الناحية العملية.

إن الآلة (SRM) لا تملك منافساً لها في مجال السرعات العالية جداً، وهي المرشح الوحيد في هذا المجال نظراً لما تتمتع به من مزايا القيادة الإلكترونية للأطوار بشكل منفصل، وعدم وجود ملفات أو وشائع على الدوار، وبالتالي لا يوجد تسخين للدوار، وعندئذ تتعدم الحاجة إلى دارات تبريد.

إن قضية الضجيج والاهتزازات في الآلات (SRM) لقيت اهتماماً خاصاً في مجال البحث العلمي منذ أن أصبحت الآلات (SRM) واسعة الانتشار في التطبيقات الصناعية، فالتركيب الخاص للآلة (SRM) أوجد البيئة المناسبة لتوليد الضجيج والاهتزازات في الآلة، كالثغرة الهوائية غير المنتظمة، وعدد الأقطاب القليل، وتقابل الأقطاب. كل ذلك كان له دور لا يمكن تجاهله في توليد الضجيج. ليس هذا فحسب، بل إن المبدلة التي تقود الآلة تلعب دوراً في توليد الضجيج.

يمكننا القول إن الضجيج ينتج في الآلة (SRM) بفعل مصادر عديدة، أولها المصدر المغناطيسي، حيث إن الفيض المغناطيسي الذي يعبر الثغرة الهوائية يؤدي إلى نشوء قوى مماسية وقطرية على كل من سطحي الثابت والدوار، هذه القوى في الحقيقة تلعب دوراً أساسياً في نشوء الضجيج والاهتزازات في الآلة، خاصة عند تداخل الترددات العائدة لهذه القوى مع التردد الأساسي للآلة. إن القوى القطرية (Radial forces) تتناسب طردياً مع مربع الفيض المغناطيسي في الثغرة الهوائية، ولذلك تكون إحدى الطرق الممكنة لتخفيض الضجيج في الآلة (SRM) هي تخفيض كثافة الفيض المغناطيسي وذلك بزيادة أبعاد الثغرة الهوائية.

من المصادر الأخرى لتوليد الضجيج في الآلة هي المصادر الميكانيكية، وهذه بدورها تقسم إلى أسباب ذاتية وأسباب خارجية، أما الأسباب الذاتية فإن تركيب الثابت يلعب دوراً في زيادة أو نقصان الضجيج والاهتزازات في الآلة، حيث إن ثابت الآلة يملك تردداً خاصاً به، وعندما يحدث تداخل بين هذا التردد مع ترددات القوى الناتجة في الآلة، يحدث طنين في الآلة يقود إلى الضجيج، ولهذا يتوجب حساب التردد الطبيعي للثابت بشكل دقيق، وهناك طرق عديدة لسنا بصدد ذكرها. أما الأسباب الخارجية لهذا الضجيج فهي البيئة الميكانيكية المحيطة بالآلة (SRM) وكذلك التبريد بالهواء أو الماء.

من الأسباب الأخرى التي تسهم في توليد الضجيج هي المصادر الإلكترونية، فقد يسهم التيار أو الجهد في إيجاد الضجيج أو زيادته إذا كانت موجات الجهد أو التيار تحتوي على مدارج عليا (توافقيات)، فالتيار في الآلة يتحدد بمحاضرة الملف وبموضع الدوار، وهذا التيار في الحقيقة ليس ثابتاً خلال عمل الآلة، باعتبار أن المحاضرة تتغير باستمرار، لذا ينتج مدارج (توافقيات) في موجات الفيض المغناطيسي المتشابك.



[13] PLIPS D., 1990 – A Novel high performance low noise switched reluctance motor , ICEM90, 220226-.

[14] TJE MILLER., 1993 – Switched reluctance motors and their control, Press Oxford, 41100-.

[15] PJ. LAWRENSON., JM STEPHENSON., 1980 – Variable speed switched reluctance motor, IEE Proc, Vol. 127, No. 4, 250265-.

[16] A. RANDUN., 1999 – Analytical calculation of the switched reluctance motor unaligned inductance, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 35, 4473 – 4481.

[17] G.E. DAWSON, A.R. EASTHAM., 1987 – Switched reluctance motor torque characteristics, IEEE Transactions on industry application, Vol. 23, 532537-.

[18] D. E. CAMERON., G. H. LANG., 1993 – The control of high speed variable reluctance generator in electric power system, IEEE Trans. Ind. Applicat, Vol. 29, 10061109-.

[19] M. N. ANWAR., IQBAL HUSAIN., 2000 – Radial force and acoustic noise prediction in switched reluctance machines, IEE Transactions on industry applications, Vol. 36, NO. 6.

[20] A. V. RADUN., 1995 – Design consideration for the switched reluctance motor , IEE Transactions on industry applications, Vol. 31, 337347-.

[21] D.A. TORRY., X.M. NIU., E.J. UNKAUF ., 1995 – Analytical modeling of variable reluctance machine magnetization characteristics, Proc. Inst, Vol. 142.

[22] Z. HONGTAO., 2000 – Study on micro – step position servo control system of switched reluctance motor, Master thesis of hebei university of technology of china, Vol. 142, 1418-.

[23] M. STIEBLER., K. LIE., 1999 – Analytical model of switched reluctance machines, IEE Transactions on industry applications, Vol. 14, 110120-.

References

[1] Bernard Multon., 1994– Conception et alimentation électronique des machine a reluctance variable a double saillance, LESIR, p 2326-.

[2] Staley A.M., 2001– Design and implementation of a novel single phase SRM system, Virginia polytechnic institute, p 16-.

[3] Pilley B., 2005- Speed control of switched reluctance motor, Newcastle, P 230-.

[4] Wang, X., 2001– Modeling and Implementation of Controller for SRM with AC Signal Model , Virginia Polytechnic Institute , 710-.

[5] Matveev A., 2006 – Development of methods, algorithms for optimal of SRM, Eindhoven University, 68- design

[6] Husain Iqbal., 2002 – Switched reluctance machines, University of Akron., 226-

[7] Naveen Y., 1999 - Implementation of a novel soft-switching inverter for switched reluctance motor drives , Virginia Polytechnic Institute.

[8] R. Krishnan., 2001 – Switched reluctance motor drives, CRC Press.

[9] Krishnan, R. and S. Lee, Analysis and design of a single switch per phase converter for switched reluctance motor drives, IEEE PESC, 485–492, 1994.

[10] A. Hava., V. Blasko., 1991 – A modified C-dump converter for variable reluctance machines, IEEE IAS, 886891-.

[11] Krishnan, R., A novel converter topology for switched reluctance motor drives, Conf. Rec., IEEE PESC, Baveno, Italy, 1811–1816, June 23–27, 1996.

[12] MECROW C., 2001 – The modeling of switched reluctance machines with magnetically coupled windings, IEE Transactions on industry applications, Vol. 37, No. 6, 6066-.



تعتمد هذه التكنولوجيا العديد من الشركات أو قطاعاتها المختلفة؛ لتسهيل عملياتها وإتمامها بإحكام، وله وظائف عديدة، تشمل مجالات الحياة كافة (التعليم والصحة وغيرها). إن مصطلح الأشياء لا يشير إلى الجملادات وحسب، إنما يشمل الأجهزة التي يكون لها اتصال مباشر بالإنسان كجهاز مراقبة النبضات التي يحملها شخص ما، أو جهاز يحمله طفل ما للتتبع مثلاً وهكذا، لذلك فإن مفهوم الأشياء يشمل كل ما يخطر في البال، وكل شيء يكون له اتصال بالإنترنت، ولو بجزء يسير، يعدّ من إنترنت الأشياء.

مميزات إنترنت الأشياء وعيوبه:

إن لإنترنت الأشياء العديد من المميزات، أهمها:

- 1- يتميز IoT بقدرته على التواصل بين الأجهزة الأخرى بجودة عالية وكفاءة أفضل.
- 2- يتميز IoT بالتحكم رقمياً ومركزياً أثناء التواصل مع الأجهزة الأخرى من دون تدخل الإنسان.
- 3- يتميز IoT بكم هائل من المعلومات في المجالات كافة.
- 4- يتميز IoT بقدرته على المراقبة ورصد الأحداث ومعرفة الإمدادات الدقيقة بكل سهولة.
- 5- يتميز IoT بتوفير المزيد من الوقت من خلال النتائج الدقيقة التي تحصل عليها بسرعة فائقة.
- 6- يتميز IoT بإتمامه لكافة المهام اليومية أوتوماتيكياً والتحكم بها والحفاظ عليها أيضاً.

وهناك المزيد من المزايا لإنترنت الأشياء التي توفر الجهد والمال للمستخدم. لكن مع كل ذلك لا تخلو IoT هذه التقنية الحديثة والمميزة بكل ما تحويه من بعض العيوب والسلبيات، أهمها: اختفاء الخصوصية؛ إذ إن الأساس في إنترنت الأشياء هو جمع مختلف البيانات بمختلف الأجهزة وهذه البيانات ستتحول إلى معلومات تُخزن على خوادم الشركات العملاقة؛ لتحسين التجربة أولاً ولعرض الاقتراحات ثانياً، لذلك قد يتم تسريب هذه البيانات أو استغلالها بشكل سيئ ضد البعض.

أفضل تطبيقات إنترنت الأشياء IoT

دخل مفهوم إنترنت الأشياء IoT في العديد من مجالات الحياة، منها: الطبية والصناعية والاقتصادية حتى التربوية وغيرها من المجالات المهمة في حياتنا. وسنسلط الضوء على أفضل تطبيقات إنترنت الأشياء IoT وأهمها:

أصبح الإنترنت عاملاً أساسياً في الوقت الحالي ليس في مجال واحد في الحياة وحسب، وإنما في المجالات الحياتية المختلفة كافة، ولا يقتصر وجوده على الأجهزة الذكية والإلكترونية بل هو موجود في كل شيء. وقد مهد مجال التكنولوجيا الواسع؛ الطريق لمرحلة جديدة تتصل فيها الأجهزة ببعضها البعض دون الحاجة لتدخل الإنسان، وهذا ما يُعرف بإنترنت الأشياء - Internet of Things.

إنترنت الأشياء Internet of Things؟



هو أسلوب متطور لشبكة الإنترنت، اخترعه العالم البريطاني كيفن اشتون عام 1999م. ويشار إليه اختصاراً IoT. ويمكن تعريف إنترنت الأشياء بأنه أسلوب تقني حديث يتخطى أسلوب تواصل الأشخاص مع الأجهزة الذكية عبر شبكة الإنترنت فهو يتيح للأشخاص التواصل مع الأجهزة الذكية دون الحاجة لوجودهم في مكان محدد.

إنه أسلوب التحرر والانطلاق عبر شبكة الإنترنت ومن خلال بروتوكولات الإنترنت المتعارف عليها. فهو نظام شبكي متكامل يتألف من أربعة مكونات أساسية:

- 1- أجهزة الاستشعار.
- 2- الاتصال بشبكة الإنترنت.
- 3- برنامج تقني لمعالجة البيانات.
- 4- واجهة للمستخدم.

حيث تتم آلية عمل إنترنت الأشياء بدءاً من أجهزة الاستشعار وجمع البيانات، ويتم تعديلها وتغييرها دون الحاجة لتدخل الإنسان.

تقدم تطبيقات إنترنت الأشياء للمدن الذكية خدمة لمراقبة الضوضاء وقياس كمية الضوضاء الصادرة في أي وقت كان،



ويتم هذا من خلال وضع خريطة زمنية لمراقبة التلوث الناتج من الضوضاء في الأماكن العامة أو الأماكن التي تُفعل هذه الخدمة، وعن طريق هذه الخدمة يمكن التعرف على الضوضاء الناتجة من الحوادث المرورية وبالتالي قضاء ليلة هادئة بعيداً عن أصوات الميكروفونات.

تقدم تطبيقات إنترنت الأشياء للمدن الذكية خدمة لمراقبة الازدحام المروري في المدينة، حيث يتم وضع أجهزة استشعار لمراقبة حركة السير في شوارع المدينة، إضافة لأجهزة الاستشعار الصوتية التي تتيح للمواطنين إمكانية تحديد طريق ما أو موعد لرحلة ما مسبقاً.

توفر تطبيقات إنترنت الأشياء للمدن الذكية إضاءة ذكية للشوارع، وهذه تضيف ميزة فريدة عن الإضاءة العادية حيث تعمل على تحسين كفاءة الإضاءة تبعاً لليوم والوقت وحالة الطقس.

وبهذا يمكن أن تكون المدن الذكية مدناً ذات طابع مميز من تصميمها وإنشائها بطريقة ذكية تواكب تطورات العصر الحالي.

2. تطبيقات إنترنت الأشياء في الزراعة الذكية

إن تطبيق إنترنت الأشياء في الزراعة الذكية يدمج بين التقنيات المعلوماتية والآلات الزراعية، حيث يتم وضع أجهزة استشعار في العديد من أنظمة الإنتاج الزراعي المختلفة. وبهذا فإن الزراعة الذكية توفر للمزارعين أدوات من التكنولوجيا ذات مستوى جديد وفريد من نوعه، كرسوم الخرائط والعمليات الإحصائية إضافة لتحسين العديد من العمليات الزراعية أو جميعها.

1. تطبيقات إنترنت الأشياء في المدن الذكية

إن تطبيقات إنترنت الأشياء في المدن الذكية له أهمية كبيرة في تحسين العديد من الخدمات العامة كالنقل والإضاءة والصيانة في الأماكن العامة، إضافة إلى حفظ مقتنيات التراث الثقافي. كما يحقق مفهوم المدن الذكية زيادة في جودة الخدمات العامة، هذا من جهة، ومن جهة أخرى، يقلل التكاليف التشغيلية الناتجة عن عملية الإنتاج.



إن المدن الذكية تعتمد على البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات بشكل مباشر. والغاية من المدن الذكية تهيئة بيئة رقمية تكون صديقة للبيئة نفسها، تعزز الشعور بالانتماء والعيش بسعادة تامة وصحة دائمة. هناك العديد من تطبيقات إنترنت الأشياء في المدن الذكية، ولها دور فعال في تحسين الخدمات، منها:

توفر تطبيقات إنترنت الأشياء للمدن الذكية قاعدة من البيانات تكون مناسبة للقياسات الهيكلية للمباني، من خلال أجهزة استشعار المباني، فكما هو معلوم أن المباني الثقافية والتاريخية تحتاج إلى عملية مراقبة مستمرة لذلك فإن إنترنت الأشياء يقلل من الحاجة للمراقبة الدورية من قبل المختصين ويتولى هو مهمة المراقبة والقيام بإجراءات الصيانة من استشعار العوامل الجوية ومستويات الرطوبة.

تقدم تطبيقات إنترنت الأشياء للمدن الذكية خدمة لإدارة النفايات من خلال توصيل أجهزة طرفية، وتسمى أيضاً باسم حاويات النفايات الذكية، يتم توصيلها بمركز التحكم لمعالجة شاحنات تجميع النفايات.

يوفر إنترنت الأشياء للمدن الذكية وسائل لمراقبة جودة الهواء في الأماكن المزدحمة بالسكان كالمتنزهات، وتتم هذه العملية من خلال وضع أجهزة استشعار جودة الهواء في المدينة وإتاحتها لجميع المواطنين.



3. تطبيقات إنترنت الأشياء في السيارات:

إن وجود إنترنت الأشياء في "السيارات الذكية" يقلل من العديد من الحوادث والمخاطر المرورية التي قد تحدث غالباً، إذ إن تقنية ربط شبكة الإنترنت بالسيارات تحسّن من حركة المرور، وذات كفاءة في استهلاك الوقود.



بإمكان السيارات الذكية، بوجود إنترنت الأشياء، مشاركة الاتصال مع مستخدمي السيارات الأخرى أو مع أشخاص معينين من خلال تقنية C-V2X للتواصل تلقائياً. إضافة لذلك فإن السيارات الذكية تتم قيادتها بكل ارتياح من خلال التوجه لطريق أقل ازدحاماً وبشكل سريع.



يمكن للمزارعين ربط هواتفهم الذكية بأجهزة الاستشعار للوصول لبيانات أي حالة يرونها في عملياتهم الزراعية اليومية منها: وضع النبات، ومستوى التربة، وحالة الطقس، حتى فيما يخص الماشية.



يوفر IoT للزراعة الذكية الري الآلي من خلال جهاز استشعار حساس لمراقبة استهلاك النبات من المياه، وحساب كمية تدفق المياه للنباتات لنمو المحاصيل بشكل جيد.



يوفر IoT للزراعة الذكية مراقبة صحة التربة من خلال أجهزة استشعار مراقبة خاصة لمعرفة صحة المحاصيل الزراعية ومراقبة تكوين التربة ومستوى الرطوبة فيها. يوفر IoT للزراعة الذكية التنبؤ بالطقس ومعرفة الظروف الجوية من خلال جهاز استشعار لدرجة الحرارة والبرودة في حالة الطقس اليومية.

يوفر IoT للزراعة الذكية طريقة لمكافحة الحشائش الضارة بالنباتات لتلافي الأضرار بالمحاصيل الأخرى.

يوفر IoT للزراعة الذكية خدمة تحسين جودة المنتجات الزراعية من خلال معرفة البيانات وجمعها وتحليلها لتخطيط زراعي أفضل.

إن الزراعة الذكية المتصلة بإنترنت الأشياء تعمل على تحسين الزراعة من خلال جمع البيانات وتحليلها، والتخزين الذكي للمحاصيل الزراعية وتوزيعها لعدم تعرضها للتلف وبالتالي معالجة العديد من المشاكل التي قد تواجه المزارعين.

4. تطبيقات إنترنت الأشياء في التجزئة الذكية:

إن تطور التكنولوجيا أدى إلى تحول رقمي في التجزئة نتج عنها التجزئة الذكية حيث تعتمد اعتمادًا كبيرًا على التكنولوجيا الحديثة كالحوسبة والذكاء الاصطناعي. إن التجزئة الذكية مجموعة من التقنيات الحديثة الذكية مصممة خصيصًا لمنح المستخدم أو المستهلك تجربة تتصف بسهولة وسرعتها الكبيرة أثناء التسوق، وهذا يتم عن طريق المتاجر التي يتم إنشاؤها عبر شبكة الإنترنت للدفع مقابل شراء سلعة معينة.



5. تطبيقات إنترنت الأشياء في المتاجر الذكية:

إن المتاجر الذكية هي أحد تطبيقات إنترنت الأشياء، ولها دور فعال في الحياة اليومية، حيث يمكن التمتع أو التسوق بكل سهولة ودون الوقوف لفترات طويلة في الطابور، وتتم عملية التسوق في المتجر الإلكتروني من خلال الهاتف الذكي بواسطة تطبيق خاص بالمتجر، ويتم التعرف على كل سلعة تم أخذها من قبل المشتري من خلال حساسات ومستشعرات موجودة في المتجر، في كل السلع والبضائع، ويتم حساب أسعار السلع عن طريق التطبيق نفسه، وعند انتهاء المشتري من التسوق يتم خصم الأموال بكل سهولة.



6. تطبيقات إنترنت الأشياء في الأبواب الذكية:

من تطبيقات إنترنت الأشياء الأبواب الذكية التي تكون شائعة لدى الشركات التجارية ومالكي المنازل الفخمة، حيث تحتوي هذه الأبواب على أداة لقفل الباب وفتحه، وتتصل هذه الأداة بالهاتف الذكي، حيث يمكن للمستخدم قفل الأبواب وفتحها أوتوماتيكيًا، وليس هذا فقط بل جعل إنترنت الأشياء من الأبواب ذكية يمكن برمجتها للتعرف على أشخاص معينين كالأصدقاء مثلاً حيث يتم السماح لهم بالدخول من دون إذن مسبق، وهناك العديد من الأقفال للأبواب الذكية، منها ما يعمل عن طريق اللمس أو بصمة الإصبع، وأخرى عن طريق البلوتوث.



7. تطبيقات إنترنت الأشياء في الرعاية الصحية:

إن تطبيق إنترنت الأشياء في الأنظمة الطبية الذكية أدى إلى تحسين كبير في العمل اليومي في العيادات الطبية والمستشفيات أيضًا. للأجهزة الطبية الذكية دور كبير في الحفاظ على صحة المرضى وسلامتهم من خلال تشخيص الحالات الصحية للمرضى عن طريق أجهزة تقوم بجمع البيانات الحيوية داخل جسم المريض ومن ثم تنتقل لاسلكيًا لأجهزة الطبيب.



يوفر IoT دعمًا وتشجيعًا للمرضى وعوائلهم للاهتمام أكثر بصحة المريض من خلال الموزعات الإلكترونية التي تذكر المريض بموعد تناول الدواء، إضافة للقبعات الإلكترونية التي تنبه المريض لموعد تناول الدواء ومراقبة الدواء المتبقي.



الإضاءة الذكية من خلال أجهزة استشعار يتم ضبطها تلقائيًا للإنارة، فعند وجود أشخاص في غرفة ما تعمل الأنوار، وعندما يكون المكان خاليًا تصبح خافتة أو تُطفأ؛ لتوفير النقود وتقليل الفواتير.



الأجراس الذكية حيث يحتوي الباب على جرس بفيديو وهذا يسمح للمستخدم بتلقي مكالمة فيديو من جرس الباب عندما يأتي أحد لزيارته.

التدفئة الذكية والتكييف الذكي أيضًا يستطيع المستخدم ضبط أنظمة التكييف والتدفئة تلقائيًا مع تنظيم درجة الحرارة داخل المنزل وخارجه.



الثلاجات الذكية حيث يتم ربطها بالإنترنت لإعادة ترتيب المواد الغذائية للمستخدم ومعرفة الوقت المناسب لانخفاض درجات الحرارة وارتفاعها، ويمكن التواصل مع الثلاجة الذكية عبر التطبيقات في الهاتف الذكي أثناء تواجد المستخدم في المتجر لمعرفة إذا ما كان هناك شيء ينقصه لشراؤه، وأيضًا يتم التحكم بالثلاجة الذكية عن طريق الأوامر الصوتية.

يوفر IoT أجهزة طبية ذكية عديدة للمريض، وتكون متصلة بالشبكة، كأجهزة تخطيط القلب، وقياس ضغط الدم وغيرها، وهذه من شأنها أن تحسن الرعاية الصحية للمريض.

يوفر IoT تكنولوجيا طبية ذكية وهي إيصال الدواء للمريض عن طريق رقاقة، يتم إدخالها تحت الجلد وضبطها على جرعة محددة، وتحتوي على جهاز مستشعر صغير مهمته نقل معلومات مهمة تخص المريض، منها كيفية تفاعل الدواء داخل جسم المريض.



يوفر IoT أجهزة قابلة للارتداء، تكون من الملابس الرياضية الصحية لتعليم المستخدم ممارسة التمارين الرياضية بشكل صحيح حتى لا يتعرض لإصابات جسيمة، وكذلك الساعات الذكية في مجال الرعاية الصحية ومهمتها قياس نبضات القلب وقياس نسبة السكر، إضافة لقياس وظائف الجسم الأخرى، وتحتوي أيضًا على مستشعر للتنبيه عند حدوث شيء مفاجئ، ويتوفر أيضًا إنترنت الأشياء في أجهزة طبية أخرى، خاصة للظهر، حيث تنبه المريض عند جلوسه بشكل يؤلم ويضر العمود الفقري.

هناك العديد من الأنظمة الطبية الذكية التي توفرها تطبيقات إنترنت الأشياء في المجال الطبي التي يصعب وصفها، وهي في تطور دائم لأنها تسهم بشكل كبير في تحسين الحياة الطبية للناس.

8. تطبيقات إنترنت الأشياء في المنازل الذكية:

إن تطبيق المنازل الذكية يتطور بتطور التكنولوجيا اليوم، حيث أصبح للمنازل الذكية تأثيرها على حياة المستخدمين وأصبحت هذه المنازل ملأى بالتقنيات الحديثة، حيث يتم التحكم بكل شيء عن طريق أجهزة استشعار تكون مدعومة بالذكاء الاصطناعي، وهي تسهم وبشكل رئيس بانخفاض مستوى الطاقة من خلال معرفة عدد الأشخاص القاطنين وبالتالي تشغيل الأجهزة وإيقافها تلقائيًا.

مراقبة المنزل من خلال النظام الأمني الذكي الذي يتم تفعيله في المنازل لمراقبتها تحسبًا لأي حوادث قد تحصل، إضافة لخدمات الطوارئ التي تعمل تلقائيًا عند حدوث خطر ما، وأيضًا يتم من خلاله مراقبة كبار السن ومساعدتهم في بعض الأمور.

يقدم إنترنت الأشياء استفادة عامة للمعلم والمتعلم في كل زمان ومكان من خلال الأدوات والبرامج التعليمية لتحسين نتائج التعلم للطلاب، ومن خلال التطبيقات والأدوات الرقمية الحديثة للشرح بطريقة أسرع وأفضل بالنسبة للمعلمين.



يوفر إنترنت الأشياء منصة مراقبة ذكية للمبنى الدراسي بما في ذلك تنظيم درجات الحرارة والبرودة والإضاءة وغيرها. يقدم إنترنت الأشياء تعليمًا ذكيًا لذوي الاحتياجات الخاصة حيث يتم استخدام جهاز لوحي خاص يترجم حالة كل واحد منهم فيما يخص دراسته.

يوفر إنترنت الأشياء للمتعلمين برامج وتطبيقات عديدة لتعلم العديد من اللغات وبسهولة فائقة مع مراقبة المختصين تلقائيًا لمعرفة مستواهم وتقديمهم.

يوفر إنترنت الأشياء للتعليم الذكي مجسات خاصة للأعصاب تعمل على تحديد درجة نشاط الدماغ للمتعلمين ونسبة معرفتهم العلمية.

إن الأجهزة الذكية التعليمية تتميز بسهولة استخدامها لإدارة الفصول الدراسية لبيئة تعليمية وتدرسية أفضل بكثير عما كانت عليه. ختامًا نرى أن تطبيقات إنترنت الأشياء تعد من الضروريات في حياتنا، وتتطلب وجود شبكات اتصال يربط بينها وبين أجهزة إنترنت الأشياء. ولابد من العمل على الإلمام بتطبيقات إنترنت الأشياء أكثر وتطويرها بصورة أكبر ودراساتها في العديد من المؤسسات للوصول لأقصى حد من الاستفادة منها.

المراجع:

- 1- <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>.
- 2- <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/>.
- 3- <https://easternpeak.com/blog/6-cool-examples-of-internet-of-things-applications-and-how-to-develop-one/>
- 4- <https://www.arm.com/glossary/iot-applications>.

بالتالي يمكن للمستخدم التحكم بمنزله المتصل بإنترنت الأشياء عن طريق أجهزة استشعار يتم توصيلها بكافة أجهزة المنزل وبكل سهولة.



9. تطبيقات إنترنت الأشياء في التعليم:

إن تطبيق الأنظمة التعليمية الذكية تعد اليوم مهمة وضرورية لازمة؛ لأن أقوى الأسلحة في عالمنا هو التعليم وتسعى الحكومات في العديد من الدول إلى تعزيز دور التعليم؛ للاستمرارية والمواصلة. ولتطبيقات إنترنت الأشياء في التعليم أهميته من حيث جودة التعليم أولاً وزيادة الفعالية ثانياً، فقد استخدمت تقنيات حديثة ومطورة مؤخراً للتعليم، كالتابعات ثلاثية الأبعاد والسبورة التفاعلية وما إلى ذلك.



يوفر إنترنت الأشياء طريقة تعليم شخصي للطلاب من خلال تعلمه بنفسه دون الحاجة لشرح وتفصيل، أو طريقة تعليم اجتماعي من خلال انضمامه إلى منصة تعليمية أو مجموعات التعلم الجماعية التي تحتوي على العديد من المدونات، ولشبكات التواصل دورها في هذا الأمر.

يقدم إنترنت الأشياء محتوى تعليميًا عن طريق الأجهزة اللوحية أو الهواتف المحمولة من خلال الفصول الافتراضية التي تقدمها الجامعات والمدارس إضافة لعملية التقييم الإلكتروني للطلاب.



تتناول هذه المقالة الوعود والتحديات واتجاهات البحث المستقبلية لهذه التقنيات التحويلية، ولا يتم التحقيق في الجوانب التكنولوجية فحسب، بل تتم أيضًا مراجعة القضايا السلوكية والمجتمعية والسياسية والحوكمة.

يسهم هذا البحث في المناقشات الجارية حول الذكاء الاصطناعي والأتمتة والتعلم الآلي والروبوتات، ومن المأمول أن تزيد هذه المقالة من الوعي بأهمية فهم هذه التقنيات كأساس لصياغة السياسات واللوائح التي يمكن أن تزيد من فوائد هذه التطورات للبشرية، وفي الوقت نفسه، تحد من المخاطر المحتملة والآثار السلبية.

الكلمات المفتاحية

الذكاء الاصطناعي، الأتمتة، مستقبل البشرية، الروبوتات.

المقدمة

مع التقدم السريع في الذكاء الاصطناعي (AI)، والتعلم الآلي، والأتمتة، والروبوتات، فإن العديد من الوظائف معرضة لخطر الاستعاضة عنها بتقنية الأتمتة القائمة على الذكاء الاصطناعي، واستبدال الوظيفة ليس ظاهرة جديدة، ويُطلق على فقدان الوظائف بسبب التغير التكنولوجي اسم "البطالة التكنولوجية" (Peter, 2017).

بعض الوظائف التي اختفت مع تقدم التكنولوجيا تشمل مشغلي لوحات المفاتيح ومشغلي المصاعد والكتّاب، ويُشار إلى اختفاء الوظائف المتقدمة التي حلت محلها التقنيات باسم "محو الوظائف التكنولوجية"، وفي كل مرة تحدث ثورة صناعية، يكون الناس قلقين بشأن البطالة التكنولوجية وإلغاء الوظائف التكنولوجية.

أدت المحركات البخارية في الثورة الصناعية الأولى إلى الانتقال من الإنتاج اليدوي إلى صناعة الآلات، وتم استبدال العديد من الوظائف الزراعية اليدوية بالآلات، ومكنت الثورة الصناعية الثانية الإنتاج الضخم من خلال استخدام الطاقة الكهربائية وتحسين التشغيل الآلي، في حين أدت الثورة الصناعية الثالثة إلى تحسين الإنتاج الآلي باستخدام الإلكترونيات وتكنولوجيا المعلومات، ومع تطور الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، بالإضافة إلى اندماج التقنيات (مثل إنترنت الأشياء، والبيانات الضخمة، والروبوتات، والواقع الافتراضي، والطباعة ثلاثية الأبعاد، والحوسبة الكمومية)؛ وصلت الثورة الصناعية الرابعة (Bloem وآخرون، 2014).

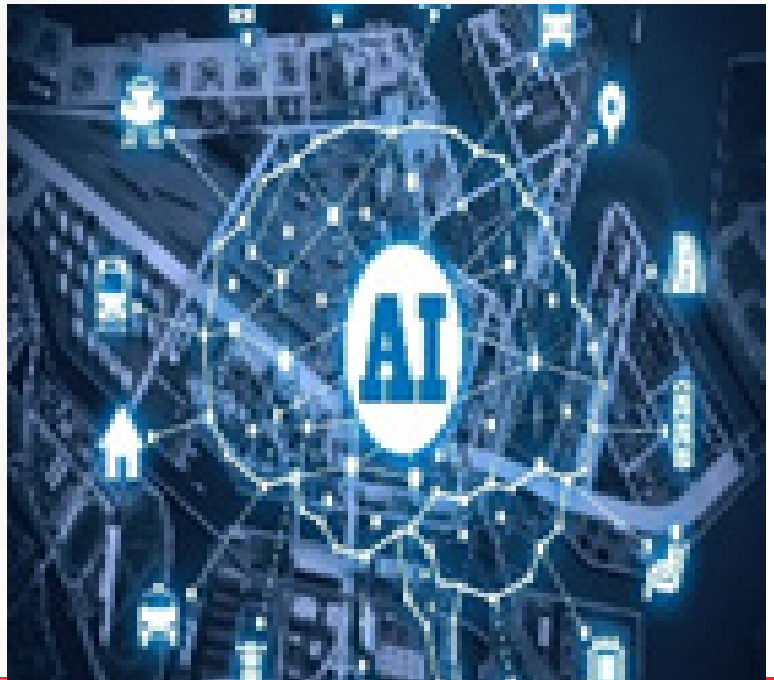
تعمل هذه التقنيات على طمس الخطوط الفاصلة بين المجالات الفيزيائية والبيولوجية والرقمية، إضافة إلى ذلك فإن سرعة الاختراقات التكنولوجية ليس لها سابقة تاريخية،

Wang, Wei, Siao, Keng.(2019). الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والأتمتة والروبوتات ومستقبل العمل ومستقبل الإنسانية: مراجعة وجدول أعمال أبحاث. Journal of Database Management. المجلد 30 • الإصدار 1 • يناير - مارس 2019، ص 61-80. DOI: 10.4018/JDM.2019010104.

نبذة مختصرة

إن التقدم الهائل في الذكاء الاصطناعي (AI)، والتعلم الآلي، والروبوتات، والأتمتة تعمل على إحداث تحول سريع في الصناعات والمجتمعات في جميع أنحاء العالم، ومن المتوقع أن تتغير الطريقة التي نعيشها ونعمل بها ونتفاعل بها مع الآخرين؛ بسرعة وحجم يتجاوز أي شيء لاحظناه في تاريخ البشرية، كما أنه من المتوقع أن تعمل هذه الثورة الصناعية الجديدة على تحسين حياتنا ومجتمعاتنا، ومن ناحية أخرى لديها القدرة على إحداث اضطرابات كبيرة في طريقة حياتنا ومعاييرنا المجتمعية. إن الفرصة السانحة لفهم تأثير هذه التقنيات وتجنب آثارها السلبية تتعلق بسرعة، كما تحتاج الإنسانية إلى أن تكون استباقية، بدلاً من رد الفعل، في إدارة هذه الثورة الصناعية الجديدة.

تتناول هذه المقالة الوعود والتحديات واتجاهات البحث المستقبلية لهذه التقنيات التحويلية، ولا يتم التحقيق في الجوانب التكنولوجية فحسب، بل تتم أيضًا مراجعة القضايا السلوكية والمجتمعية والسياسية والحوكمة.



يمكن أن يشمل الذكاء الاصطناعي أي شيء من Siri إلى Amazon Go، ومن السيارات ذاتية القيادة إلى الأسلحة المستقلة، بشكل عام يمكن تصنيف الذكاء الاصطناعي إلى ذكاء اصطناعي ضعيف وذكاء اصطناعي قوي، حيث يتفوق الذكاء الاصطناعي الضعيف المعروف أيضًا باسم الذكاء الاصطناعي الضيق في مهام محددة.

يمكن تصنيف معظم التطورات في الذكاء الاصطناعي التي حُفقت حتى الآن على أنها ضعيفة مثل Google Assistant وAlpha Go ومع ذلك يتنافس الباحثون من مجالات مختلفة لإنشاء ذكاء اصطناعي قوي، ويُطلق عليه أيضًا الذكاء العام الاصطناعي على مستوى الإنسان أو الذكاء الاصطناعي الفائق، الذي سيعالج مهامًا متعددة بكفاءة.

إن الذكاء الاصطناعي القوي هو المفهوم المثير للجدل، ويعتقد العديد من علماء ما بعد الإنسانية أن الذكاء الاصطناعي القوي يمكن أن يكون لديه وعي ذاتي وأن يصبح معادلاً للذكاء البشري، وبمجرد أن يصبح الذكاء الاصطناعي القوي حقيقة واقعة، سيتم تعجيل انفجار استخباراتي، وقد يصبح التفرد التكنولوجي أمرًا لا مفر منه، وقد يظهر الذكاء الخارق مباشرة بعد ذلك (Müller & Bostrom, 2016).

يمكن تعريف الذكاء الخارق بشكل فضفاض على أنه "أي عقل يتجاوز بشكل كبير الأداء المعرفي للبشر في جميع مجالات الاهتمام تقريباً" (Bostrom, 2014، ص 22)، بعبارة أخرى، يمكن للذكاء الاصطناعي القوي أن يتفوق على البشر في كل مهمة معرفية تقريباً. **أتمتة:**

وفقاً لقاموس Google فإن الأتمتة هي استخدام معدات أوتوماتيكية في نظام تصنيع أو عملية إنتاج أخرى. وفي ويكيبيديا يتم تعريف الأتمتة على أنها "التكنولوجيا التي يتم من خلالها تنفيذ عملية أو إجراء دون مساعدة بشرية". في الأساس الأتمتة هي نظام أو تقنية تقوم بأتمتة بعض الأعمال التي كان يقوم بها البشر سابقاً. عرف Parasuraman and Riley (1997، ص 2) الأتمتة على أنها "التنفيذ بواسطة عامل آلة (عادةً كمبيوتر) لوظيفة سبق أن قام بها إنسان"، ووفقاً لتحليلهما، تتغير الأتمتة بمرور الوقت وبمجرد تحقيق الأتمتة بالكامل، سيتم اعتبارها آلة، بعبارة أخرى، يمكن أن تكون أتمتة اليوم آلة الغد.

يعرّف Lee and See (2004، ص 50) الأتمتة بطريقة أكثر تفصيلاً، ووفقاً لتعريفهما فإن الأتمتة هي تقنية "تختار البيانات بشكل نشط، وتحول المعلومات، وتتخذ القرارات،

مما يطرح تساؤلات كبرى حول الفرق بين هذا الوقت والثورات الصناعية الماضية، وماذا عن مستقبل العمل والإنسانية؟ في الثورات التكنولوجية الماضية، تجاوزت الآلات القوة الجسدية وسرعة الإنسان، وفي الثورة الصناعية الرابعة لم تكن القوة الجسدية للإنسان وسرعته أدنى من الآلات في وظائف معينة فحسب، بل تجاوزت الآلات القدرات المعرفية للإنسان في بعض المجالات أيضًا، مما يجعل الثورة الصناعية الرابعة مزعجة ومقلقة بشكل خاص.

ووفقاً لمسح أجراه مركز Pew للأبحاث، فإن 63٪ من المشاركين يأملون أن يؤدي توسيع دور الذكاء الاصطناعي إلى جعلنا أفضل حالاً، ولكنهم قلقون من أن الذكاء الاصطناعي سوف يتحول سلباً ويؤثر في المجتمع في الوقت نفسه (Mack, 2018).

يركز هذا البحث على تحليل تأثير الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والأتمتة والروبوتات وتأثيرها في مستقبل العمل والإنسانية، وتم تنظيم هذه المقالة على النحو الآتي:

* يوفر القسم التالي مقدمات عن الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والأتمتة والروبوتات.



* ثم نقوم بتحليل الوعود والمزايا التي توفرها هذه التقنيات.

* كما نوقشت التحديات التي تفرضها هذه التقنيات.

* أخيراً اقترح جدول أعمال بحثي يؤكد حاجة الأوساط الأكاديمية والصناعة والحكومة إلى الاهتمام بهذه التقنيات سريعة التقدم والاستعداد لها.

سنستعرض في هذا العدد المحور الأول من هذه المقالة، على أن ننشر باقي محاور المقالة في أعداد قادمة من المجلة إن شاء الله.

الذكاء الاصطناعي (AI)

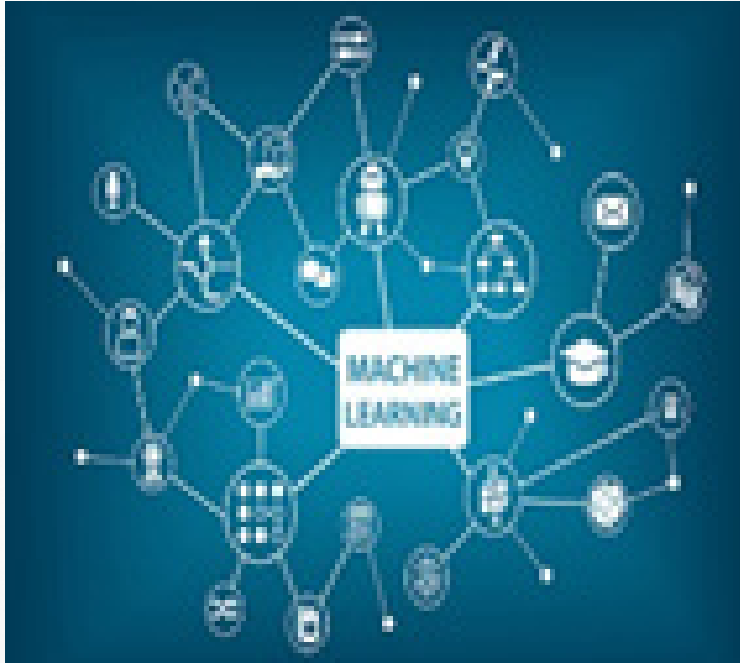
الذكاء الاصطناعي هو مفهوم شامل يؤثر ويتأثر بالعديد من التخصصات، مثل علوم الكمبيوتر والهندسة وعلم الأحياء وعلم النفس والرياضيات والإحصاء والمنطق والفلسفة والأعمال التجارية واللغويات (Kumar, Buchanan, 2005) وآخرون، (2016).



أو تتحكم في العمليات“، فضلاً عن إظهار القدرة على توسيع الأداء البشري وتحسين السلامة.

على الرغم من أن الأتمتة قد عُرِّفت بطرق مختلفة، إلا أن الموضوع الشائع هو أن الأتمتة تحرر البشر من المهام المتكررة والمستهلكة للوقت، سواء كانت المهام تتضمن وظائف جسدية أو وظائف معرفية، وعادةً ما تتبع الأتمتة “القواعد” المبرمجة مسبقاً (Evans, 2017)،

AlphaGo والسيارات ذاتية القيادة هي نتاج التعلم الآلي، وخاصة التعلم المعزز. إن العيب في التعلم الآلي في الوقت الحالي، هو أن العمل الداخلي لآلات التعلم الذاتي هذه عبارة عن صندوق أسود مما يجعل فهم عملية التفكير وشرحها وتبرير التوصيات أمراً صعباً،



ونتيجة لذلك فإن الوثوق بهذه الآلات يمثل تحدياً. إضافة إلى ذلك، يمكن أن يكون التعلم الآلي باستخدام البيانات الضخمة عرضة للتحيزات البشرية المتأصلة في البيانات (Lewis & Monett, 2017)، حيث يميل الناس إلى الثقة في النظام فقط عندما تكون عملية التفكير معروفة وقابلة للتفسير.

علم الروبوتات

التكنولوجيا المستخدمة لتطوير آلات تسمى “الروبوتات”، يمكنها تكرار الأعمال البشرية، وتُعطى أسماء مختلفة وفقاً لوظائفها، مثل الروبوتات العسكرية، والروبوتات الزراعية، والروبوتات الطبية، والروبوتات المحلية. ليس ضرورياً أن تكون الروبوتات كالإنسان، لأن العديد منها مصمم للقيام بمهام متكررة وخطيرة، بدلاً من أداء أنشطة إبداعية عالية الدقة. يحب المصممون جعل الروبوتات شبيهة بالإنسان في المظهر،

أو تتحكم في العمليات“، فضلاً عن إظهار القدرة على توسيع الأداء البشري وتحسين السلامة.

على الرغم من أن الأتمتة قد عُرِّفت بطرق مختلفة، إلا أن الموضوع الشائع هو أن الأتمتة تحرر البشر من المهام المتكررة والمستهلكة للوقت، سواء كانت المهام تتضمن وظائف جسدية أو وظائف معرفية، وعادةً ما تتبع الأتمتة “القواعد” المبرمجة مسبقاً (Evans, 2017)، والغرض منه هو السماح للآلات بأداء مهام رتيبة وتحرير البشر للتركيز على مهام أكثر تعقيداً وإبداعاً وعاطفية، وتعدّ غسالات الصحون والمساحات الضوئية للرموز الشريطية وخطوط التجميع الآلية أمثلة على تطبيق الأتمتة.



التعلم الآلي

صاغ آرثر صموئيل (2000) “التعلم الآلي” في عام 1959 وعرفه بأنه مجال للدراسة يمكن أجهزة الكمبيوتر من التعلم دون أن تتم برمجتها بشكل صريح، وعلى الرغم من أن هذا التعريف غامض إلى حد ما، إلا أنه يشير إلى ميزة مهمة في التعلم الآلي - فهو لا يتبع “قواعد” مبرمجة مسبقاً، وبشكل عام يعد التعلم الآلي عملية آلية تمكن الآلات من تحليل مجموعة بيانات ضخمة، والتعرف على الأنماط، والتعلم من البيانات لتوفير الدعم للتنبؤات واتخاذ القرارات. يبدأ “التعلم الآلي المعزز” مثل ذلك المستخدم في AlphaGo Zero من البداية بقواعد اللعبة فقط، ولقد تعلمت من خلال تعديل الإجراءات، بناءً على التعليقات المستمرة، وحقق AlphaGo Zero نتائج لا تصدق ربما أفضل “لاعب” Go في العالم في الوقت الحالي، وفي فترة زمنية قصيرة جداً، واكتشفت حركات Go التي لم تكن معروفة في تاريخ اللعبة البالغ 3000 4000 سنة، ويمكن للتعلم الآلي المعزز أيضاً تجاوز التحيزات البشرية

ويقدر بنك جولدمان ساكس أن الجيوش العالمية ستنفق 70 مليار دولار على هذه الطائرات بحلول عام 2020، وستلعب دورًا حيويًا في حل النزاعات المستقبلية واستبدال الطيارين البشريين (جوشي، 2017).



الذكاء الاصطناعي في التعليم

إن قدرة معالجة اللغة الطبيعية للذكاء الاصطناعي ستفيد الأشخاص الذين لا يستطيعون القراءة والكتابة، والذين لا يستطيعون استخدام أجهزة الكمبيوتر (Prado، 2015)، ويُذكر أن الذكاء الاصطناعي في التعليم الأمريكي سينمو بنسبة 47.5% من 2017 إلى 2021 (مارس 2018)، ويمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي في تحرير المعلمين من المهام المتكررة، مثل الدرجات، والسماح للمعلمين بالتركيز بشكل أكبر على العمل الاحترافي (Siau، 2018)، إلى جانب ذلك من الأفضل تعريض الطلاب لهذه التكنولوجيا في وقت مبكر حيث من المرجح أن يعملوا مع الذكاء الاصطناعي في المستقبل، ويمكن أن تساعد أدوات الذكاء الاصطناعي أيضًا في إتاحة الفصول الدراسية العالمية للجميع، بما في ذلك الطلاب غير القادرين على الالتحاق بالمدرسة للبقاء على اطلاع دائم وضمان التقدم في عالمنا المتغير باستمرار، تحتاج هذه التطبيقات أيضًا إلى دعم التعلم المستمر مدى الحياة أو التعلم الذي لا ينتهي أبدًا (Stoica وآخرون، 2017).

الذكاء الاصطناعي في التصنيع وأتمتة المصانع

جلب الذكاء الاصطناعي العديد من الفوائد للتصنيع، مثل الصيانة في الوقت الحقيقي للمعدات والتصميم الافتراضي، على سبيل المثال: يمكن تطبيق التصميم التوليدي أثناء التصنيع، ويمكن لأهداف تصميم مدخلات المصمم والبرمجيات استكشاف جميع البدائل الممكنة للحل، وإنشاء بدائل للتصميم بسرعة، وتمكين اختبار جدواها،

مما يساعد على قبولها بسهولة أكبر، ويمكن للعديد من الروبوتات المشي والتحدث مثل البشر، وأداء المهام، مثل رفع الأشياء وحمل الأحمال الثقيلة، ومن المتوقع أيضًا أن تتعلم روبوتات الذكاء الاصطناعي من تلقاء نفسها، وتتصرف مثل البشر، وتتصرف مثل البشر، بل لديها القدرة على تجاوز البشر، في هذه الحالة يكون الروبوت في الواقع أتمتة الوظائف المادية (Parasuraman & Riley، 1997) ويتم توجيهه عن طريق التعلم الآلي.



الوعد والمزايا

يتمتع الذكاء الاصطناعي، جنبًا إلى جنب مع التقنيات الأخرى، بالقدرة على مواجهة بعض أكبر التحديات التي يواجهها المجتمع، كما يتمتع بإمكانات هائلة في مجالات الأعمال والتصنيع والرعاية الصحية والتعليم والجيش والعديد من المجالات الأخرى، وتم تطوير العديد من الابتكارات باستخدام تقنية قائمة عليه، مثل التعرف على الوجه والسيارات ذاتية القيادة. تتطلب هذه التطبيقات أنظمة ذكاء اصطناعي للتفاعل مع العالم الحقيقي ولاتخاذ قرارات تلقائية.

المركبات ذاتية القيادة والطائرات بدون طيار

من خلال تقنية القيادة الذاتية من المتوقع أن تقلل المركبات ذاتية القيادة من حوادث المرور والوفيات. بالإضافة إلى المركبات الأرضية أتاحت تكنولوجيا القيادة الذاتية تطوير طائرات دون طيار أيضًا، وأصبحت هذه الطائرات شائعة في العديد من الشركات والمؤسسات الحكومية، خاصة في المناطق التي يصعب على البشر الوصول إليها أو أدائها بكفاءة، مثل مسح قاعدة عسكرية لا يمكن الوصول إليها، والتسليم السريع في ساعات الذروة.



بالإضافة إلى ذلك يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين كفاءة تحديد التهديدات وتقليل الوقت اللازم للاستجابة للحوادث وتبنيه السلوك الشاذ في الوقت الفعلي، حيث تقوم الشركات بالفعل بدمج الذكاء الاصطناعي في كل جانب من جوانب الأمن السيبراني، بما في ذلك تحديد الدخيل الإلكتروني، والوقاية، واكتشاف التهديدات، وتحليل المخاطر، وهذا ما يتيح إعادة توجيه الجهود البشرية إلى أنشطة أكثر أهمية.



الذكاء الاصطناعي في الأمور العسكرية

يفيد الذكاء الاصطناعي الصناعة العسكرية بعدة طرق، على سبيل المثال: يمكن أن يؤثر الجمع بين استقلالية الذكاء الاصطناعي ورؤية الكمبيوتر على صناعة الدفاع من خلال تعزيز اتخاذ القرار وكفاءة الجنود، ويستعد الذكاء الاصطناعي، جنباً إلى جنب مع الواقع الافتراضي، لتغيير قواعد اللعبة بالنسبة للمخططين العسكريين، واللوجستيات، والاستخدام الميداني العسكري، وتتيح التطورات في الذكاء الاصطناعي أيضاً قفزات كبيرة إلى الأمام في أنظمة الترددات الراديوية، وللتعرف على الوجه يمكن للذكاء الاصطناعي التعرف على الصورة الحرارية الملتقطة لوجه الشخص في ظروف الإضاءة المنخفضة، قد يستفيد الجنود الذين يعملون في عمليات سرية ليلاً من هذا التطور، ومع ذلك يعد الذكاء الاصطناعي في الجيش موضوعاً مثيراً للجدل للغاية، ويحث العديد من الباحثين والعلماء في مجال الذكاء الاصطناعي على حظر استخدام الذكاء الاصطناعي كآلة قتل.

ومن الممكن إنجاز 50000 يوم من الهندسة في يوم واحد (Insights team، 2018)، ليس هناك شك في أن الذكاء الاصطناعي يحمل مفتاح نمو التصنيع في المستقبل.

الذكاء الاصطناعي في الموارد البشرية

يبسط الذكاء الاصطناعي عمليات الموارد البشرية بعدة طرق بالمقارنة مع البشر، حيث يمكن لبرامج الذكاء الاصطناعي أن تفحص آلاف التطبيقات بشكل أسرع وأكثر كفاءة، مع تحيز أقل غير مقصود، من خلال تحديد سمات الموظفين الناجحين، ويمكن للذكاء الاصطناعي أن يزيد من فرصة قيام شركة بتوظيف أكثر المرشحين المؤهلين، مما يؤدي بدوره إلى زيادة الإنتاجية ومعدلات الاحتفاظ، ويمكنه أيضاً تحرير العاملين البشريين من الأعمال الورقية المتكررة وتقديم إجابات للأسئلة الشائعة، ويمكن أن يساعد أيضاً في تعزيز التنوع والشمول في المنظمات، ومع ذلك فكلما تحذير عادةً ما يستخدم التعلم الآلي مجموعات كبيرة من البيانات للتعلم وستكون مجموعات البيانات لديها تحيزات متأصلة من البشر.



الذكاء الاصطناعي في الأمن السيبراني

تعد خوارزميات الأمن السيبراني ضرورية للتصدي لكارثة تسونامي للهجمات الإلكترونية، ويمكن أن يساعد ذكاء تحليلات الأمن السيبراني في تحديد هجوم محتمل قبل حدوثه بالفعل. استخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي للمساعدة في اكتشاف التهديدات والاستجابة لها يمكن أن يؤدي إلى تخفيف قلق العاملين عبر الإنترنت.

الذكاء الاصطناعي في المنزل

لا يغير الذكاء الاصطناعي مكان عملنا فحسب، بل يغير الطريقة التي نعيش بها في منازلنا أيضًا، ويمكن للمنزل المتصل جنبًا إلى جنب مع التشغيل الآلي للمنزل المدعوم بالذكاء الاصطناعي الاهتمام بجميع الأعمال اليومية التي يقوم بها البشر تقريبًا، مثل: إطفاء الأنوار وإغلاق الأبواب ومراقبة درجة الحرارة وتشغيل الموسيقى وتنظيف الأرضيات، إضافة إلى ذلك يمكن أن تقلل أتمتة المنزل التي تعمل بالذكاء الاصطناعي من استهلاك الطاقة من خلال التحكم الذكي وأجهزة استشعار الإضاءة والمقابس الذكية.

يمكن أن يساعد تطبيق خوارزميات التعرف على الوجه في اكتشاف عمليات الاقتحام واستدعاء خدمات الطوارئ، وبالتالي القضاء على الحاجة إلى المراقبة البشرية، والخصوصية هي القضية في هذا المجال.

الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية

يمكن أن تساعد التطبيقات القائمة على الذكاء الاصطناعي في تحسين الظروف الصحية للمرضى وكبار السن ونوعية حياتهم، وتشمل التطبيقات الرئيسية للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية مراقبة الطب وعلاج الأمراض المزمنة وتشخيص الأمراض ودعم الجراحة، ويتوقع المكتب الوطني لإحصاءات العمل أن عدد مساعدي الصحة المنزلية سينمو بنسبة 38% على مدى السنوات العشر القادمة، وستقل مدة الإقامة في المستشفى بسبب إعادة التأهيل الشخصي والعلاج في المنزل (جامعة ستانفورد، 2016).

من عام 2012 إلى عام 2017 وصل تمويل الرعاية الصحية والذكاء الاصطناعي إلى 2.14 مليار دولار، وحققت التطبيقات القائمة على الذكاء الاصطناعي في المجال الطبي العديد من النجاحات، بما في ذلك التنبؤ عن وسائل التواصل الاجتماعي لاستنتاج المخاطر الصحية، والتعلم الآلي للتنبؤ بالمرضى المعرضين للخطر، والروبوتات لدعم الجراحة (Hamet and Tremblay، 2017).

في مجال الرعاية، تُظهر الدراسات أن 20% فقط من الأمريكيين يقضون أيامهم الأخيرة في المنزل بسبب نقص المتخصصين في الرعاية، على الرغم من أن 80% من الأمريكيين يفضلون البقاء في المنزل (Newby، 2018)، ويمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي في التنبؤ أيضًا، وتحديد المرضى الذين لديهم احتياجات أكثر إلحاحًا للرعاية، من تشخيص الأعراض إلى دعم القرار السريري، وتصدرت الخوارزميات التي تستفيد من الذكاء الاصطناعي عناوين الأخبار من حيث الدقة والسرعة.

الذكاء الاصطناعي في التمويل

للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية تأثير مباشر على التمويل أيضًا. وفقًا لتحليل Accenture سينمو سوق الصحة للذكاء الاصطناعي بمقدار 6.6 مليار دولار بحلول عام 2021، مما قد يؤدي إلى توفير 150 مليار دولار سنويًا لاقتصاد الرعاية الصحية في الولايات المتحدة بحلول عام 2026، وعلى عكس أنظمة التمويل التقليدية التي تعتمد على القواعد والتحليلات الموضوعية يدويًا؛ يُظهر النظام القائم على الذكاء الاصطناعي أنه أكثر فعالية في اكتشاف المخالفات المالية فيما يتعلق بالدقة والاكتمال، ويمكن للذكاء الاصطناعي أن يساعد في مكافحة الجرائم المالية، مثل الاحتيال على بطاقات الائتمان، ومكافحة غسل الأموال، وسرقة الهوية الاصطناعية (Chen وآخرون، 2004). تبرز التكنولوجيا المالية (FinTech) كمبادرة تحويلية واستراتيجية للصناعة المالية (Siau وآخرون، 2018).



الذكاء الاصطناعي والبيئة الخطرة

يتزايد استخدام الذكاء الاصطناعي في بيئة خطيرة لأن الآلات والأنظمة الذكية موثوقة وعملية (Ema وآخرون، 2016)، ولديها قدرة أفضل على أداء المهام الخطرة والشاقة أكثر من البشر (Robert، 2017؛ Kumar وآخرون، 2016). لقد تم تصميم الذكاء الاصطناعي والروبوتات واستخدامهما لخلق بيئات عمل أكثر أمانًا في مجالات مثل الطاقة النووية والتعدين العميق وعمليات أعماق البحار.



- Industrial Revolution—Things to Tighten the Link between IT and OT. In Sogeti VINT2014.
- Bossmann, J. (2016). Top 9 ethical issues in artificial intelligence. World Economic Forum. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2016/10/top-10-ethical-issues-in-artificial-intelligence/>
- Bostrom, N. (2014). Superintelligence: Paths, dangers, strategies. OUP Oxford.
- Bregman, R. (2017). A growing number of people think their job is useless. Time to rethink the meaning of work. World Economic Forum. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2017/04/why-its-time-to-rethink-the-meaning-of-work/>
- Buchanan, B. G. (2005). A (very) brief history of artificial intelligence. AI Magazine, 26(4), 53–60. Retrieved from <http://libproxy.mst.edu:2048/login?url=https://search-proquest-com.libproxy.mst.edu/docview/2081320-26?accountid=14594>
- Carlini, N., & Wagner, D. (2017). Towards evaluating the robustness of neural networks. In Proceedings of the 2017 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP) (pp. 39-57).
- Chen, D., & Zhao, H. (2012). Data security and privacy protection issues in cloud computing. In 2012 International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE) (Vol. 1, pp. 647-651). IEEE.
- Chen, H., Chung, W., Xu, J. J., Wang, G., Qin, Y., & Chau, M. (2004). Crime data mining: A general framework and some examples. Computer, 37(4), 50–56. doi:10.1109/MC.2004.1297301

من ناحية أخرى، تعدّ الروبوتات مفيدة في المواقف التي لا يمكن فيها إرسال البشر، ويمكن للذكاء الاصطناعي إرسال تحذيرات سريعة وأكثر دقة، على سبيل المثال: تم استخدام الروبوتات في عملية تنظيف النفط في خليج المكسيك في يونيو 2010 بمساعدة الروبوتات، ويمكن تحرير العمال من الظروف القاسية وغير الآمنة، مثل: درجات الحرارة المرتفعة للغاية، ودرجات الحرارة الباردة المتجمدة، والرطوبة الشديدة، والمخاطر الكيميائية، والإشعاع النووي.

ختاماً: كما ذكرنا في البداية، تتناول المقالة بالإضافة لما سبق محاور أخرى حول الآتي:

* مناقشة التحديات التي تفرضها هذه التقنيات.

* جدول أعمال بحثي يؤكد حاجة الأوساط الأكاديمية والصناعة والحكومة إلى الاهتمام بهذه التقنيات سريعة التقدم والاستعداد لها.

وبحول الله سيتم نشر هذه المحاور في الأعداد القادمة.

REFERENCES

- Alasaarela, M. (2017). The rise of emotionally intelligent AI. Machine Learnings. Retrieved from <https://machinelearnings.co/the-rise-of-emotionally-intelligent-ai-fb9a814a630e>
- Anderson, M., & Anderson, S. L. (2006). Guest Editors' Introduction: Machine Ethics. IEEE Intelligent Systems, 21(4), 10–11. doi:10.1109/MIS.2006.70
- Anderson, M., & Anderson, S. L. (2007). The status of machine ethics: A report from the AAAI Symposium.
- Minds and Machines, 17(1), 1–10. doi:10.1007/s11023-007-9053-7
- Bansal, G., & Gefen, D. (2015). The role of privacy assurance mechanisms in building trust and the moderating role of privacy concern. European Journal of Information Systems, 24(6), 624–644. doi:10.1057/ejis.2014.41
- Bloem, J., Van Doorn, M., Duivestein, S., Excoffier, D., Maas, R., & Van Ommeren, E. (2014). The Fourth



دراسة تصميمية لدارة ملاحقة للألواح الشمسية

بقلم المهندس عبادة المدلل



المقدمة:

يمكن حل المشكلة أعلاه من خلال المشروع المقترح بواسطة التتبع التلقائي للشمس. إن بنية النظام تتكون من حساسات تستشعر الحد الأقصى من الطاقة الشمسية ثم يتم إرسال هذه الإشارة إلى كاشف خطأ يقارن قيمتي الطاقة الحالية والسابقة ويرسل النتيجة إلى المتحكم، عند ذلك يتخذ المتحكم القرار مما يؤدي إلى توجيه الألواح بالزاوية المطلوبة بمساعدة محرك كهربائي.

إن وظيفة المنظومة المدروسة هي التقاط الضوء الشمسي باستمرار وتدوير اللوح باتجاهه حيث تكون كثافة ضوء الشمس القصوى، مما يؤدي إلى زيادة المردود الأعظم لاستثمار الطاقة الشمسية كطاقة كهربائية.

بيان المشكلة:

مع وضوح اعتماد الطاقة البديلة كخيار مستقبلي، لابد من زيادة كفاءتها وتحسين مردودها من خلال التتبع، إذ تعدّ تقنيات التتبع وسيلة أساسية لزيادة إنتاجية الخلايا الكهروضوئية بأقل التكاليف.

من الواضح أن التتبع الشمسي يزيد من مردود النظام الشمسي، حيث يستقبل اللوح الشمسي القياسي حوالي ٢٠-٣٥ % من الكفاءة في ظل الظروف الحقيقية، في حين يضاعف التتبع الشمسي ذلك مع كفاءة ٥٠-٦٠ % في الظروف المثالية.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى الاستفادة القصوى من النظام الكهروضوئي، ورفع مردوده إلى أقصى ما يمكن، وبأقل كلفة، وذلك من خلال بناء نظام ملاحقة شمسية يدور الألواح، بحيث تستقبل الإشعاع الشمسي بشكل عمودي طيلة فترة النهار، وخلال الفصول المختلفة، وذلك من خلال اختيار التقنية الأمثل مما يحقق استثماراً أفضل للألواح، وللمساحة المخصصة لها، وذلك من خلال دارة تتبع.

الدراسة المرجعية:

ترتبط فعالية منظومات الخلايا الكهروضوئية بشكل عام بكمية ضوء الشمس التي يتعرض لها اللوح الشمسي، ويعتمد خرج الطاقة على كمية الضوء التي تصل إلى الخلية الشمسية. تكون المنظومة الكهروضوئية أكثر فعالية عندما تكون الألواح عمودية على المصدر الضوئي، أي تكون الزاوية ٩٠ درجة. من أجل تحقيق ذلك، يجب أن تتحرك اللوحة الكهروضوئية مع الشمس للحفاظ على هذه الزاوية القائمة، وهذه هي الجزئية التي تبين ضرورة التتبع الشمسي [٣].

تشير التقديرات إلى أن احتياطي النفط والغاز في العالم في نهاية ٢٠٠٧ بلغ ١٣٣٠ مليار برميل و ١٨٨٠٠٠ متر مكعب على الترتيب. كما أعلنت وكالة الطاقة الذرية الدولية أن استهلاك البترول والغاز سوف يرتفع بنسبة ٤٩٪ عام ٢٠١٠ عما كان عليه في العام ١٩٩٠. كل هذا في ظل ارتفاع سعر برميل النفط إلى مستويات قياسية لم يصلها من قبل. إضافة إلى ورقة التلوث البيئي التي تزداد فائورتها يوماً بعد يوم والتهديد الذي يمثله ارتفاع درجة حرارة الأرض.

لكل مما سبق اتجهت الأنظار إلى أهمية العمل على تطوير مصادر الطاقات المتجددة لمواجهة تهديدات نضوب البترول والغاز المحتمل خلال ٥٠ عاماً. وقد وافق المجتمع الدولي بأغلبية على آليات حماية المناخ وخاصة الاتفاقيات المنبثقة عن بروتوكول كيوتو*



إن الطاقة الشمسية هي وسيلة مهمة للغاية لتوسيع موارد الطاقة المتجددة. هذا البحث يركز على تصميم نظام تتبع الألواح الشمسية باستخدام المتحكمات وبنائه.

الطاقة الشمسية هي مصدر غير تقليدي للطاقة، مع الأخذ في الاعتبار أنه تم تطوير الألواح الشمسية لتلبية الاحتياجات المستمرة للكهرباء. ولكن بسبب دوران الأرض، فإن الشمس لا تواجه اللوح الشمسي بشكل مستمر وبالتالي يتم إنتاج طاقة أقل.



في حين تتبع أجهزة التتبع ذات المحورين حركة الشمس الدقيقة، بغض النظر عن الاتجاه. عادةً يتم التتبع، مع مراعاة محور واحد في كل مرة، عن طريق استخدام مقاومتين ضوئيتين أو خلايا PV تستخدم كحساسات. يتم وضع هذه الحساسات بشكل فعلي بجانب بعضها البعض ولديها مقسم جهد من نوع معين لتشكيل فرق الجهد. يتم استخدام فرق الجهد هذا لتحديد الطريقة التي تحتاج فيها اللوحة إلى الدوران لمواجهة الشمس بشكل عمودي.

تتبع المحور الواحد: ينتج عنه إنتاج طاقة أكبر من الألواح الكهروضوئية الثابتة، ولكن مع تكلفة في التصميم والتنفيذ. يمكن أن يكون لأجهزة تتبع الطاقة الشمسية ذات المحور الواحد محور أفقي أو رأسي. يتم استخدام النوع الأفقي في المناطق القريبة من خط الاستواء حيث ترتفع الشمس جدًا عند الظهر، وبالتالي لا نضطر إلى التكيف مع التغيرات الرأسية بقدر التغيرات الأفقية، انظر الشكل (3).

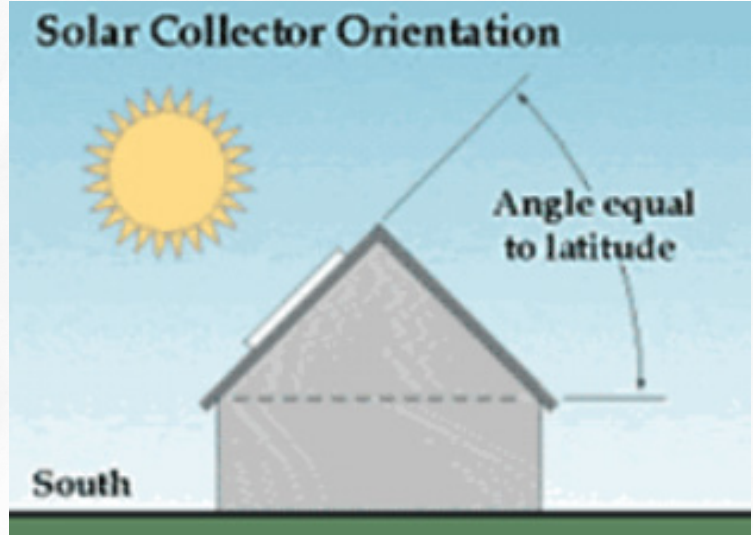


الشكل (3): متتبع المحور الواحد الأفقي

يستخدم النوع الرأسي في المناطق الجغرافية ذات خطوط العرض المرتفعة حيث لا ترتفع الشمس جدًا إلى وسط السماء، ولكن يمكن أن تكون أيام الصيف طويلة جدًا وبالتالي لا نضطر إلى التكيف مع التغيرات الرأسية بقدر التغيرات الأفقية الشكل (4) [4].

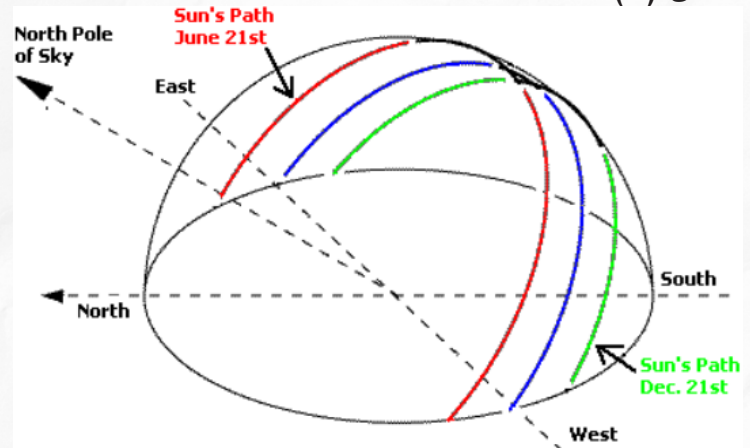


من الاعتبارات المهمة التي تتعلق بوضع اللوحة الكهروضوئية أن توضع هذه اللوحة في بقعة حيث يكون لها دائمًا خط رؤية واضح للشمس، ويجب وضع اللوحة بزاوية مثالية تواجه خط الاستواء، اعتمادًا على خط العرض على الأرض كما في الشكل (1) [2].



الشكل (1): اتجاه لوحة PV ثابتة

تعدّ الألواح الكهروضوئية الثابتة خيارًا جيدًا للطاقة، ولكن المشكلة تكمن في كونها لا تتلقى الطاقة القادمة من الشمس بشكل كامل. نظرًا لحقيقة أن الأرض تدور على محور مائل وتتخذ مسارًا بيضاويًا حول الشمس، فإن ناتج الألواح الكهروضوئية الثابتة يختلف اختلافًا كبيرًا على مدار العام وطوال اليوم، انظر الشكل (2).



الشكل (2): اختلاف تموضع الشمس على مدار العام

بشكل عام، هناك مجموعتان رئيسيتان في تصنيف أجهزة تتبع الطاقة الشمسية: أجهزة تتبع أحادية أو ثنائية المحور. تتبع أجهزة تتبع المحور الواحد بشكل فردي حركة الشمس بين الشرق والغرب (أو حتى الشمال والجنوب)،

المنهجية:

يبدأ هذا المشروع بعرض معلومات أساسية عن الطاقة الشمسية والألواح الشمسية ثم ينتقل إلى نظم التتبع الشمسي فيعرض معلومات عن مكوناته، كالحساسات الضوئية والمحركات الخطية والمتحكمات وعناصر الخرج المستخدمة فيه. بعدها يتم تفصيل منهجية التصميم المقترح متضمناً الحساسات الضوئية والمحركات الخطية ودارات قيادتها المقترحة، واختيار متحكمات تنظيم الجهد، وشرح نظام برمجي. في نهاية البحث يتم استخلاص النتائج والتوصيات الخاصة بتطوير خوارزميات الملاحقة الشمسية المدروسة في نظم الطاقة البديلة.

الدراسة التصميمية للدارة:

تمهيد:

الإشعاع الشمسي: [11]

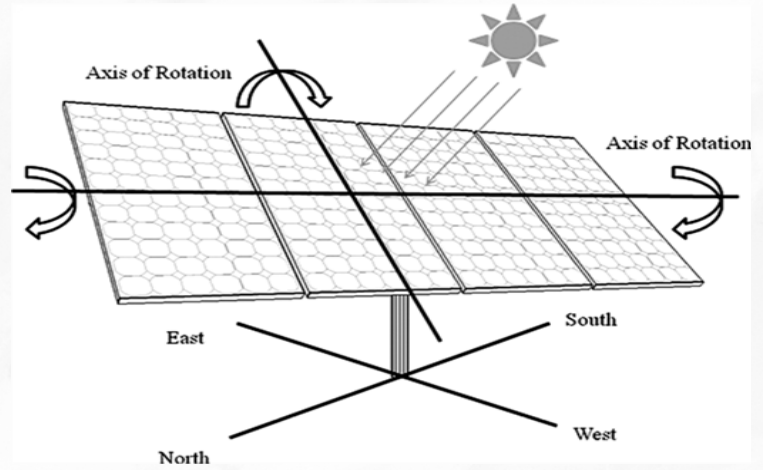
يتطلب تصميم النظام الكهروضوئي التحديد الدقيق للإشعاع الشمسي في موقع تركيبه. طبيعة الشمس:

الشمس عبارة عن كرة غازية ساخنة يبلغ نصف قطرها $10^6 \times 696 \text{ m}$ وكتلتها حوالي $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ ودرجة حرارة سطحها حوالي 6000 K . مكوناتها الأساسية هي غاز الهيدروجين (حوالي 75%) وغاز الهيليوم (حوالي 23%)، بالإضافة إلى كميات ضئيلة من بعض العناصر الأخرى كالحديد والسيليكون والكربون والنتروجين والنيون والمغنيزيوم.

تتولد الطاقة في الشمس نتيجة التحول المستمر لكل أربع ذرات من الهيدروجين إلى ذرة واحدة من الهيليوم في تفاعل اندماجي نووي Nuclear fusion reaction. ولما كانت ذرة الهيليوم الناتجة من التفاعل أقل من مجموع كتل ذرات الهيدروجين الداخلة فيه فإن فرق الكتلة هذا يتحول إلى حرارة وضوء ينبعث من السطح الخارجي للشمس الذي يدعى فوتوسفير-Photo sphere باستطاعة إشعاعية مقدارها $3.8 \times 10^{20} \text{ MW}$.

إن الإشعاعية الطيفية Spectral irradiance لسطح الشمس الواصلة على حدود الغلاف الجوي للأرض Earth's atmosphere تساوي تقريباً تلك المنبعثة من جسم أسود درجة حرارته 6000 K . ينطلق ضوء الشمس كحزم موجية مختلفة الأطوال، منها ما هو مرئي (طول موجته $0.4-0.8 \mu\text{m}$) ويشكل 47%، ومنها ما هو غير مرئي كالأشعة تحت الحمراء $(0.8-10 \mu\text{m})$ ، وتشكل 43%، والأشعة فوق البنفسجية (أقل من $0.4 \mu\text{m}$)، وتشكل 8%، بالإضافة إلى 2% من أشعة X,Y ذات طول موجي أقل من المرئي.

التتبع ثنائي المحور: ينتج عن ذلك إنتاج طاقة أكبر بكثير من لوحة PV ثابتة، ولكنه أيضاً الأكثر تكلفة والأكثر تعقيداً في التصميم. تحتوي أجهزة التتبع الشمسية ثنائية المحور على محورين أفقي ورأسي، وبالتالي يمكنها تتبع حركة الشمس الواضحة في أي مكان تقريباً في السماء بغض النظر عن مكانها على الأرض، الشكل (5) [2].



الشكل (5): متتبع قياسي ثنائي المحور

تستخدم العديد من التطبيقات الكهروضوئية الشمسية التقليدية أجهزة تتبع ثنائية المحور لوضع الألواح الشمسية بشكل متعامد مع أشعة الشمس، مما يزيد من إجمالي إنتاج الطاقة من خلال الحفاظ على الألواح في ضوء الشمس المباشر لأقصى عدد من الساعات في اليوم. [4]

بالنسبة لنظام التحكم: يمكن تصنيف أجهزة تتبع الطاقة الشمسية إلى وحدتين مختلفتين:

1. نظام الحلقة المفتوحة: تتطلب هذه الطريقة معالجا مصغراً، وتحتوي على نموذج أولي مخزن في المعالج يعتمد على بيانات حركة الشمس طوال اليوم في الموقع. ومن ثم، فإن المتحكم يحسب الوقت ويحدد موضع الشمس في تلك الساعة بالذات. لا يتأثر هذا النظام بأي ظروف جغرافية أو جوية كالغيوم أو الغبار.

2. نظام الحلقة المغلقة (تحكم التغذية العكسية): يستخدم هذا النظام جهاز استشعار ضوئي لمقارنة شدة الضوء. هذه المستشعرات مثبتة على جانب اللوحة وتساعد في الكشف عن موقع الشمس كما يمكن استخدام تقنية معالجة الصورة مع بيئة MATLAB لتتبع قرص الشمس [6].

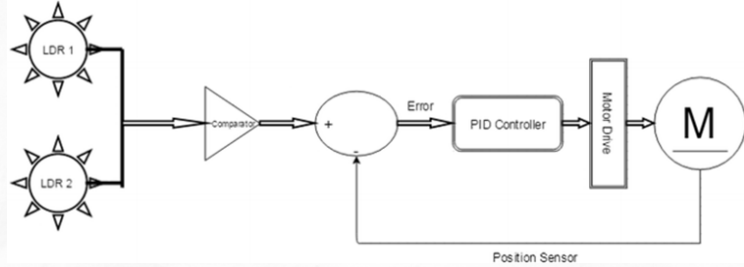
إن نظام التتبع هذا يرفع مردود المنظومة الشمسية القائمة بشكل ملحوظ، مما يحقق وفراً مادياً عند استخدام هذه التقنية على اختلاف الطريقة التي تم استخدامها لملاحقة قرص الشمس كما أنها تعد الخيار المفضل عند محدودية المساحة المتوفرة.



في الجدول رقم (1) نجد أن شهر كانون الأول هو أسوأ شهر من حيث السطوع. لذلك نختار زاوية ميل تقع بين 60 و 70. بالنسبة لمدينة دمشق حسبنا الإشعاعية لعدد من الزوايا، ووجدنا أن أفضل زاوية هي حوالي 50.

3. نظم ضخ المياه: نظرا لأن المياه مطلوبة أكثر في فصل الصيف نختار زاوية تحقق أعظم إشعاع وسطي خلال شهور الصيف. من الجدول رقم (1) نجد أن الزاوية المثلى هي حوالي 20°.

بالنسبة لمدينة دمشق تم حساب الإشعاعية لعدد من الزوايا، ووجد أن أفضل زاوية هي حوالي 25°. أجزاء منظومة التتبع الشمسي: فيما يلي المخطط الصندوقي لمنظومة التتبع الشمسي:



شكل (7): المخطط الصندوقي لمنظومة التتبع

1. الحساس المتتبع للشمس: [7]

وهو عبارة عن دائرة مقسم جهد تحوي عناصر، أهمها المقاومة الضوئية (Light Dependent Resistor LDR) التي تمثل مقاومة كهربائية تتغير قيمتها حسب كمية الضوء الساقط عليها، وتكون العلاقة بين شدة الضوء الساقط عليها وقيمة مقاومتها عكسية تماما. والشكل التالي يوضح أشكال بعض المقاومات الضوئية:



شكل (8): بعض أشكال المقاومات الضوئية

يعتمد عمل المقاومة الضوئية على أن العلاقة بين شدة الضوء الساقط عليها ومقدار مقاومتها عكسية، فعند حجب الضوء الساقط عليها تدريجيا ترتفع مقاومتها تدريجيا لتصل إلى مرتبة ميغا أوم، وهذا يسمى مستوى القطع أو العزل، وعند تعرضها لكمية كبيرة من الضوء تقل مقاومتها لتصبح من مرتبة عشرات الأوم، وهذا يسمى مستوى التوصيل التام.

العوامل المؤثرة على الإشعاع الشمسي أثناء انتقاله إلى الأرض:

على الرغم من أن الإشعاع المنبعث من سطح الشمس ثابت، فإنه يتغير كثيرا لدى وصوله للأرض، وذلك بسبب ما يتعرض له من امتصاص Absorption وتبعثر Scattering في الغلاف الجوي للأرض.

الانحراف الشمسي Solar Declination: هو الزاوية بين المستوى الاستوائي والخط الواصل بين مركز الأرض ومركز الشمس. وهذه الزاوية تتغير خلال السنة بسبب الميل الزاوي لمحور دوران الأرض حول نفسها بالنسبة لمدار الأرض حول الشمس، ولولا هذا الميل لكان الانحراف صفرا. تحسب زاوية الانحراف الشمسي من المعادلة:

$$\delta = \frac{\pi}{180} * 23.45^\circ \sin \frac{2\pi}{365} (n - 81) \quad (1)$$

الاختيار الأولي لزاوية الميل المثلى لبعض التطبيقات النموذجية لنظم PV ثابتة التوجيه:

1. النظم الموصلة بالشبكة العامة: المعيار هو استقبال أعظم طاقة خلال العام. من الجدول رقم (1) لمدينة برشلونة نجد أن زاوية الميل المثلى التي تحقق الإشعاع الوسطي السنوي تقع بين 30 و 40، بشكل عام تكون الزاوية المثلى قريبة إلى زاوية خط عرض المكان. بالنسبة إلى مدينة دمشق حسبنا الإشعاعية لعدد من الزوايا ووجدنا أفضل زاوية هي 33.

جدول رقم (1) الإشعاع الشمسي اليومي في مدينة برشلونة KWh/m² ليوم نموذجي في كل شهر كتابع لزاوية ميل الألواح بالدرجات.

Angle	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
0	٢,٢٥	٢,٩٢	٣,٨٨	٤,٩٨	٥,٦٦	٦,٣٨	٦,٦٧	٥,٧٥	٤,٢٠	٣,١٨	٢,٢٣	١,٧٠	٤,١٥
٥	٢,٥٦	٣,١٩	٤,٠٨	٥,٠٩	٥,٦٩	٦,٣٦	٦,٦٨	٥,٨٤	٤,٤٦	٣,٤٢	٢,٤٩	١,٩٣	٤,٣٢
١٠	٢,٨٦	٣,٤٤	٤,٢٦	٥,١٨	٥,٧٠	٦,٣٢	٦,٦٦	٥,٩٠	٤,٦١	٣,٦٤	٢,٧٤	٢,١٦	٤,٤٦
١٥	٣,١٤	٣,٦٧	٤,٤٢	٥,٢٥	٥,٦٧	٦,٢٥	٦,٦١	٥,٩٤	٤,٧٣	٣,٨٤	٢,٩٨	٢,٣٧	٤,٥٧
٢٠	٣,٤٠	٣,٨٧	٤,٥٥	٥,٢٨	٥,٦٢	٦,١٥	٦,٥٢	٥,٩٤	٤,٨٢	٤,٠٣	٣,١٩	٢,٥٧	٤,٦٦
٢٥	٣,٦٥	٤,٠٥	٤,٦٦	٥,٢٩	٥,٥٤	٦,٠٣	٦,٤١	٥,٩١	٤,٨٩	٤,١٨	٣,٣٩	٢,٧٥	٤,٧٣
٣٠	٣,٨٦	٤,٢١	٤,٧٣	٥,٢٦	٥,٤٤	٥,٨٨	٦,٢٦	٥,٨٥	٤,٩٣	٤,٣١	٣,٥٧	٢,٩٢	٤,٧٧
٣٥	٤,٠٥	٤,٣٤	٤,٧٨	٥,٢١	٥,٣١	٥,٧٠	٦,٠٨	٥,٧٥	٤,٩٤	٤,٤٢	٣,٧٢	٣,٠٧	٤,٧٨
٤٠	٤,٢٢	٤,٤٥	٤,٨١	٥,١٣	٥,١٥	٥,٤٩	٥,٨٨	٥,٦٣	٤,٩٣	٤,٥٠	٣,٨٥	٣,١٩	٤,٧٧
٤٥	٤,٣٦	٤,٥٣	٤,٨٠	٥,٠٣	٤,٩٧	٥,٢٦	٥,٦٥	٥,٤٨	٤,٨٨	٤,٥٥	٣,٩٦	٣,٣٠	٤,٧٣
٥٠	٤,٤٧	٤,٥٨	٤,٧٧	٤,٨٩	٤,٧٧	٥,٠١	٥,٣٩	٥,٢٩	٤,٨١	٤,٥٧	٤,٠٤	٣,٣٩	٤,٦٦
٥٥	٤,٥٥	٤,٦٠	٤,٧١	٤,٧٣	٤,٥٥	٤,٧٤	٥,١١	٥,٠٩	٤,٧١	٤,٥٧	٤,٠٩	٣,٤٥	٤,٥٧
٦٠	٤,٦٠	٤,٥٩	٤,٦٢	٤,٥٥	٤,٣٠	٤,٤٥	٤,٨٠	٤,٨٥	٤,٥٨	٤,٥٣	٤,١٢	٣,٤٩	٤,٤٦
٦٥	٤,٦٢	٤,٥٥	٤,٥٠	٤,٣٤	٤,٠٤	٤,١٤	٤,٤٨	٤,٥٩	٤,٤٢	٤,٤٧	٤,١٢	٣,٥١	٤,٣٢
٧٠	٤,٦١	٤,٤٩	٤,٣٦	٤,١١	٣,٧٧	٣,٨٣	٤,١٥	٤,٣١	٤,٢٥	٤,٣٨	٤,١٠	٣,٥١	٤,١٥
٧٥	٤,٥٧	٤,٣٩	٤,١٩	٣,٨٦	٣,٤٨	٣,٥٠	٣,٨٠	٤,٠٢	٤,٠٥	٤,٢٧	٤,٠٤	٣,٤٨	٣,٩٧
٨٠	٤,٥٠	٤,٢٧	٤,٠٠	٣,٥٩	٣,١٨	٣,١٧	٣,٤٤	٣,٧٠	٣,٨٢	٤,١٣	٣,٩٧	٣,٤٣	٣,٧٧
٨٥	٤,٤٠	٤,١٣	٣,٧٩	٣,٣١	٢,٨٨	٢,٨٤	٣,٠٨	٣,٣٧	٣,٥٨	٣,٩٦	٣,٨٧	٣,٣٦	٣,٥٥
٩٠	٤,٢٧	٣,٩٥	٣,٥٥	٣,٠٢	٢,٥٧	٢,٥١	١,٨٦	٣,٠٤	٣,٣٢	٣,٧٨	٣,٧٤	٣,٢٧	٣,٢٤

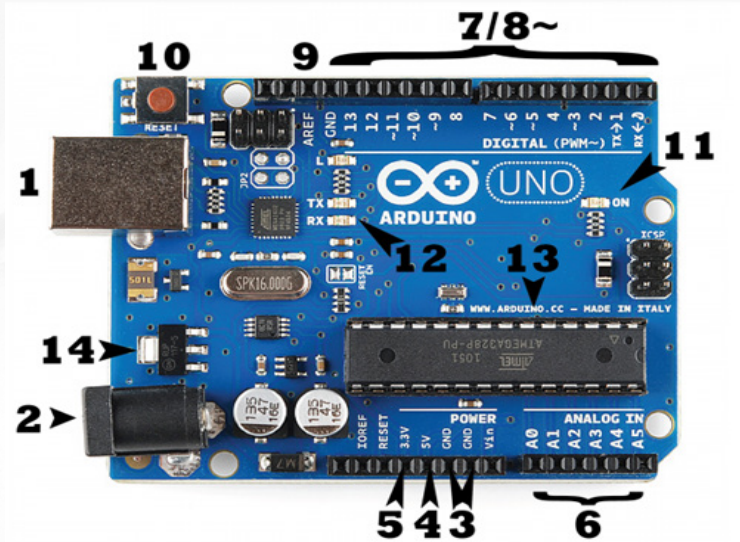
2. النظم المستقلة: المعيار بالنسبة للنظم المستقلة التي تحتوي على بطاريات لتخزين الطاقة هو استقبال أعظم إشعاع وسطي يومي خلال الشهر ذي عدد ساعات السطوع الأصغر.

2. المتحكم [8]:

تم استخدام الأردوينو كمتحكم في هذا المشروع لأسباب متعددة أهمها المرونة، حيث يمكن توصيله ببرامج مختلفة على الحاسب الشخصي، ويعتمد في برمجته على لغة البرمجة مفتوحة المصدر، وتتميز الأكود البرمجية الخاصة بلغة الأردوينو أنها تشبه لغة C، وتعدّ من أسهل لغات البرمجة المستخدمة في كتابة برامج المتحكمات الدقيقة.

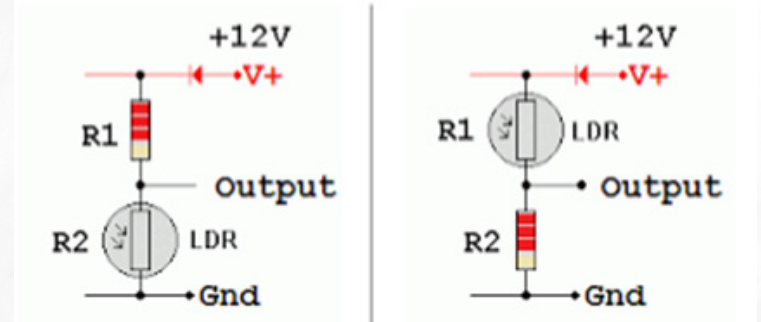
لوحة الأردوينو: هي عبارة عن لوحة تطوير إلكترونية De-velopment Board تتكون من دائرة إلكترونية مفتوحة المصدر مع متحكم صغير على لوحة واحدة يتم برمجتها عن طريق الكمبيوتر، وهي مصممة لجعل عملية استخدام الإلكترونيات التفاعلية في مشاريع متعددة التخصصات أكثر سهولة. ويستخدم أردوينو بصورة أساسية في تصميم المشاريع الإلكترونية التفاعلية أو المشاريع التي تستهدف بناء حساسات بيئية مختلفة (مثل درجات الحرارة، الرياح، الضغط... إلخ) ويمكن توصيل أردوينو ببرامج مختلفة على الحاسب الشخصي. وتعتمد الأردوينو في برمجتها على لغة البرمجة مفتوحة المصدر، وتتميز الأكود البرمجية الخاصة بلغة أردوينو أنها تشبه لغة (C++ pro-gramming language) محتويات لوحة الأردوينو:

يوجد العديد من ألواح الأردوينو المتنوعة التي يمكن استخدامها لأغراض مختلفة. بعض الألواح شكلها مختلف إلى حد ما عن اللوح التالي، لكن معظم ألواح الأردوينو تشترك في وجود معظم المكونات الآتية:



رقم 1 مدخل الطاقة (مقبس أسطواني / USB)
تحتاج جميع ألواح الأردوينو لطريقة ما ل يتم توصيلها بمصدر الطاقة.

من أجل حماية المقاومة الضوئية يتم توصيلها على التسلسل مع مقاومة أخرى كربونية لحمايتها من مرور تيار كهربائي عال قد يؤدي إلى تلفها بالكامل، لذلك إن ربط مقاومتين على التسلسل تشكلان معا مقسم جهد كما هو موضح بالشكل التالي:



شكل (9): مقسم جهد باستخدام مقاومة ضوئية ومقاومة كربونية. يجب أن تحقق المقاومة المربوطة مع المقاومة الضوئية على التسلسل شرطين أساسيين، هما:

- عند وجود مصدر كبير للضوء يؤدي إلى تقليل قيمة المقاومة الضوئية إلى أدنى مستوى، ينبغي للمقاومة الأخرى أن تضمن عدم مرور تيار كهربائي أعلى من المسموح به في تلك الدارة.
- يجب أن تحقق المقاومة الكربونية الهدف المرجو عند شدة الإنارة الاسمية، وهي أعلى إشعاع شمسي متوقع.
حساب قيمة المقاومة الكربونية:

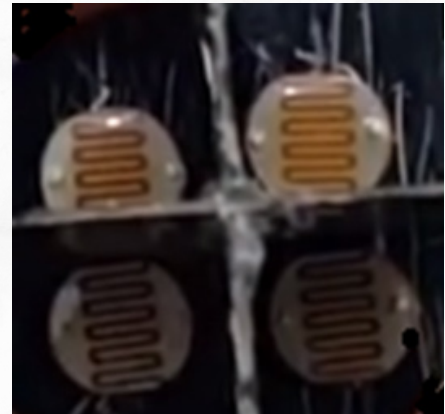
لنفترض أن لدينا مقاومة ضوئية ستعمل في وضع السطوع الشديد، وكان الجهد المغذي للدارة 12v، ومقدار التيار المسموح بمروره 10 mA فإن قيمة المقاومة الكربونية تحسب كالآتي:

$$R=V/I$$

$$R=12/0.01$$

$$R=1.2K\Omega$$

وهذه أقل قيمة للمقاومة الكربونية التي يمكن وصلها مع المقاومة الضوئية لتبقى المقاومة الضوئية محمية، ويضاف أيضا عامل أمان حسب تصميم الدارة ثم نختار قيمة المقاومة الأعلى حسب المعايير [7].





TX هو اختصار لكلمة إرسال RX، ((transmit هو اختصار لكلمة استقبال (receive). يوجد مكانان في أردوينو أونو يظهر فيهما TX و RX، الأول بجوار المنافذ الرقمية 0 و 1، والمكان الثاني بجوار ديودات مؤشرات الإرسال والاستقبال المضيئة (12). هذه الديودات تعطي لنا مؤشراً مناسباً لمعرفة عمل الأردوينو إذا كان يرسل البيانات أو يستقبلها (مثل: أثناء تحميل برنامج جديد إلى لوح أردوينو).

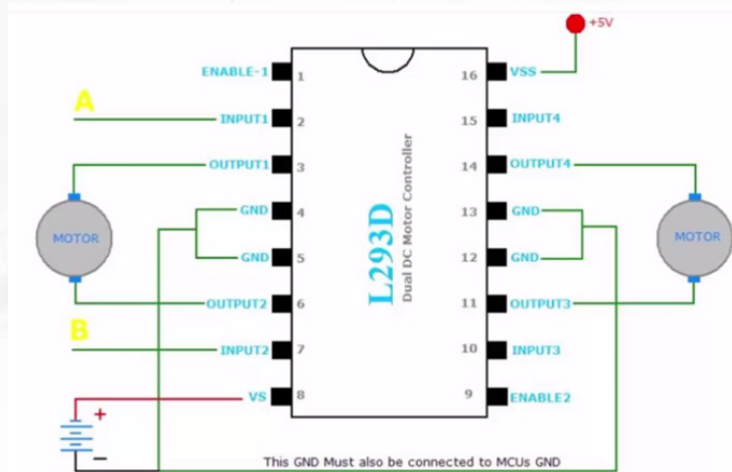
رقم 13 الدائرة المتكاملة الرئيسية (main IC)

من المهم أن نعرف نوع الدائرة المتكاملة (مع معرفة نوع لوح الأردوينو) قبل تحميل أي برنامج جديد إلى الأردوينو. هذه المعلومات يمكن أن توجد مكتوبة على الجانب العلوي من الدائرة المتكاملة.

رقم 14) منظم الجهد (voltage regulator).

4. الشريحة (L293D)

عبارة عن دائرة متكاملة تستخدم للتحكم بالأحمال الحثية (المحركات) التي لا يمكن للتحكمات الدقيقة أو دوائر التحكم أن تتحكم بها، ويبين الشكل التالي دائرة توصيل هذه الشريحة. عندما يكون الدخل على input1 مساوياً '1' منطقي، والدخل على input2 مساوياً '0' منطقي، يدور المحرك بالاتجاه الأول، وعندما تنعكس القيم على هذه المداخل يدور المحرك بالاتجاه المعاكس.



شكل رقم (12): توصيلات دائرة L293D

أردوينو أونو يمكن إمداده بالطاقة عن طريق كابل USB من الكمبيوتر أو من مأخذ الحائط باستخدام مقبس أسطوانى (Barrel Jack). في الصورة السابقة، يشير الرقم (1) لوصلة USB، ويشير الرقم (2) للمقبس الأسطوانى. يتم أيضاً من خلال وصلة USB تحميل الكود البرمجي لدائرة الأردوينو.

ملحوظة: الجهد الموصى به لمعظم إصدارات الأردوينو هو 6-12V.

رقم (3) (GND): توجد العديد من منافذ GND في لوح الأردوينو، ويمكن استخدام أي منها لتأريض الدائرة.

رقم (4) مخرج (5V).

رقم (5) مخرج (3.3V).

رقم (6) (input Analog): المنافذ الموجودة في المنطقة أسفل كلمة (Analog In) (من A0 إلى A5) هي منافذ الدخل التناظري. هذه المنافذ يمكنها قراءة الإشارة القادمة من الحساسات التناظرية (مثل مقسم الجهد) ثم تحويلها إلى قيمة رقمية يمكن التعامل معها.

رقم (7) (Digital): على الجانب الآخر من المنافذ التناظرية توجد المنافذ الرقمية (من 0 إلى 13). هذه المنافذ يمكن استخدامها لكل من الدخل الرقمي (مثل إخبارك إذا تم ضغط زر ما)، والخرج الرقمي (إعطاء الأمر للمحرك).

رقم (8) ((PWM: هذه المنافذ يمكنها العمل كمنافذ رقمية عادية، ولكن يمكن أيضاً استخدامها في تعديل عرض النبضة (Pulse-Width Modulation).

رقم (9) (AREF): اختصاراً لكلمة "مرجع تناظري" (Analog Reference). في معظم الأحيان يتم ترك هذا المنفذ دون وظيفة. لكن في بعض الأحيان يتم استخدامه لتعيين جهد خارجي مرجعي (0-5V) كحد أقصى لمنافذ الدخل التناظري.

زر إعادة الضبط (Reset Button) (10)

يحتوي الأردوينو على زر إعادة ضبط 10. عند ضغط ذلك الزر يتم توصيل منفذ إعادة الضبط بالأرضي بشكل مؤقت وحذف أي كود محمل على الأردوينو، ويتم استعادة برنامج التشغيل الأصلي للجهاز (الذي كان عليه وقت شرائه).

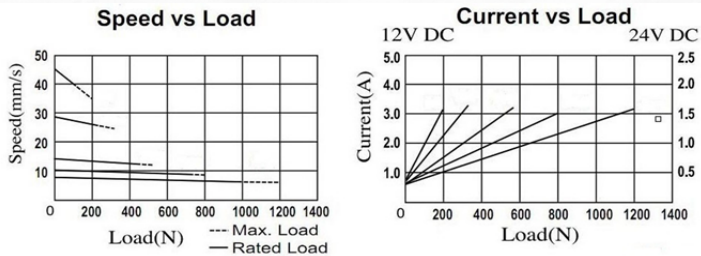
مؤشر ديود ضوئي للطاقة (11) ((Power LED Indicator) أسفل يمين كلمة "أونو" الموجودة على لوح الأردوينو يوجد ديود ضوئي صغير مجاور لكلمة "ON" (مشار إليه في الصورة بالرقم 11). هذا الديود الضوئي يضيء عندما تقوم بتوصيل الأردوينو بمصدر للطاقة.

ديودات ضوئية TX و RX LEDs و RX

يتميز المحرك الخطي بسرعة عالية، ودقة عالية متحكم بها من خلال التحكم عن طريق التغذية العكسية، واستجابة سريعة، ومتانة جيدة، حيث لا تستخدم أي وصلات ميكانيكية للحصول على الحركة الخطية كحالة الدوار.

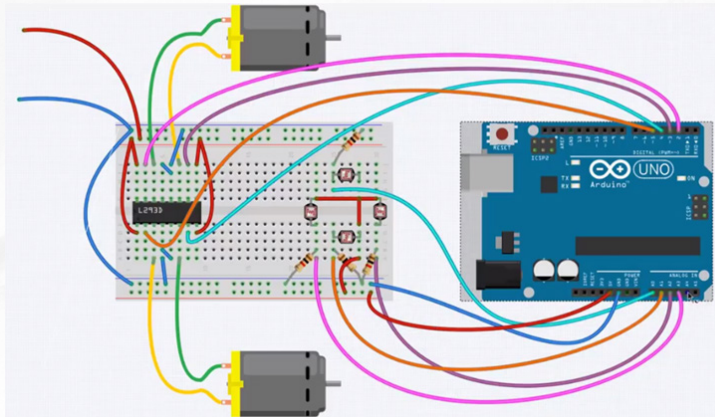
كما يعاني المحرك الخطي من سلبيات، أهمها: الكلفة العالية مقارنة بباقي المحركات، وتعقيد المتحكم المستخدم بالمقارنة مع المتحكمات المستخدمة بالمحركات الدورانية، وضعف القوى التي يقدمها بالمقارنة مع الحجم، وارتفاع درجات الحرارة بسبب بنيته الخاصة.

تبين الخطوط البيانية التالية المقتبسة من المواصفات الفنية - Data sheet للمحرك الخطي علاقة الحمل الميكانيكي بالتيار الكهربائي وسرعة المحرك الخطي SL14.



شكل رقم (14): علاقة الحمل الميكانيكي بالتيار الكهربائي وبالسرع للمحرك الخطي دائرة التتبع الشمسي:

تم رسم الدارة على موقع: <https://www.123d.circuits.io/>



شكل رقم (15): دائرة التتبع الشمسي

وفيما يلي جدول من Data sheet للشريحة L293D:

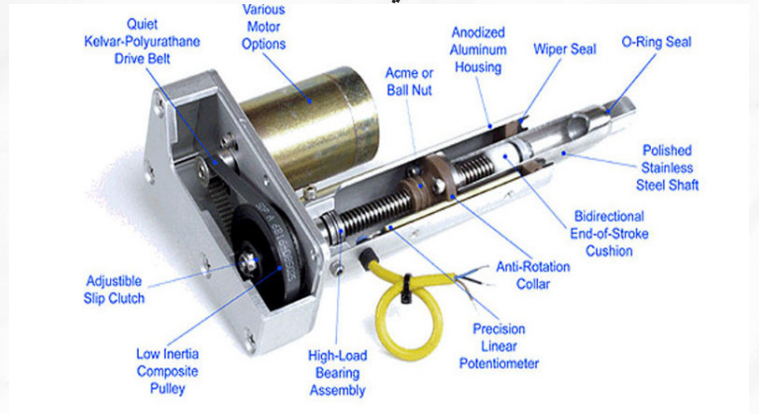
	MIN	MAX	UNIT
Supply voltage, $V_{CC1}^{(2)}$		36	V
Output supply voltage, V_{CC2}		36	V
Input voltage, V_I		7	V
Output voltage, V_O	-3	$V_{CC2} + 3$	V
Peak output current, I_O (nonrepetitive, $t \leq 5$ ms): L293	-2	2	A
Peak output current, I_O (nonrepetitive, $t \leq 100 \mu s$): L293D	-1.2	1.2	A
Continuous output current, I_O : L293	-1	1	A
Continuous output current, I_O : L293D	-600	600	mA
Maximum junction temperature, T_J		150	$^{\circ}C$
Storage temperature, T_{STG}	-65	150	$^{\circ}C$

جدول (2): Data sheet of IC L293D

نلاحظ أن تيار الخرج يصل إلى 600mA ، كما يمكن سحب تيار يصل إلى 2A من شرائح أخرى للعائلة نفسها.

وهنا تبرز أهمية تفضيلنا لهذا النوع من الدارات بدلا من استخدام محرك سيرفو يغذى مباشرة من الأردوينو للتحكم بمنظومة التتبع الشمسي، لأننا نكون قادرين على تشغيل محرك خطي قادر على تلبية احتياج الحمل، في حين نجد أن استخدام محرك سيرفو يغذى مباشرة من دائرة الأردوينو لن يكون مجديا إلا في حال كان الحمل صغيرا؛ لأن أقصى تيار يمكن للأردوينو أن يقدمه للمحرك هو 50mA.

سنستخدم لتحريك اللوح الشمسي محركا DC خطيا، وهو يعطي حركة مستقيمة الشكل على خلاف المحركات المعتادة التي تعطي حركة دورانية. كما نعلم في المحرك الكهربائي المعتاد القسم الدوار يدور داخل القسم الثابت، لكن بالمحرك الخطي هنا، يمكننا أن نتصور أن القسم الثابت قد تم بسط دائريته لتشكل نقاط هذه الدائرة مستقيما، أما القسم الدائري فيجتاز هذا المستقيم في حركة مستقيمة خطية. والشكل التالي يبين مكونات المحرك الخطي:



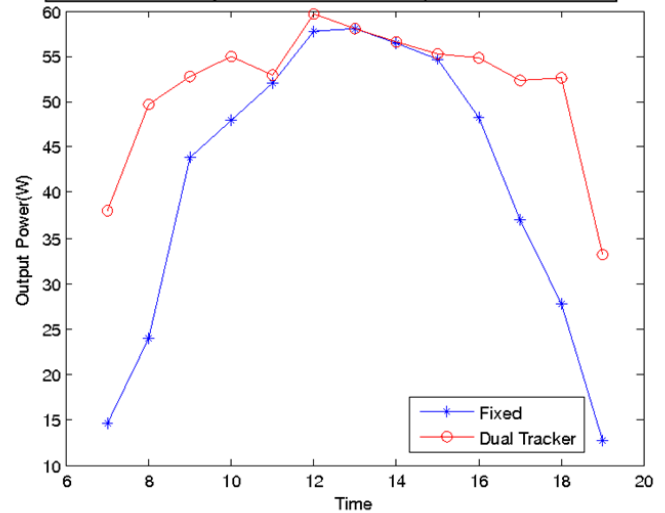
شكل رقم (13): أجزاء المحرك الخطي

مقارنة بين الأنظمة الثابتة وأنظمة التتبع:

International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)
Volume 2, Issue 2, March 2013

TABLE 2. FIXED VS DUAL-AXIS [2].

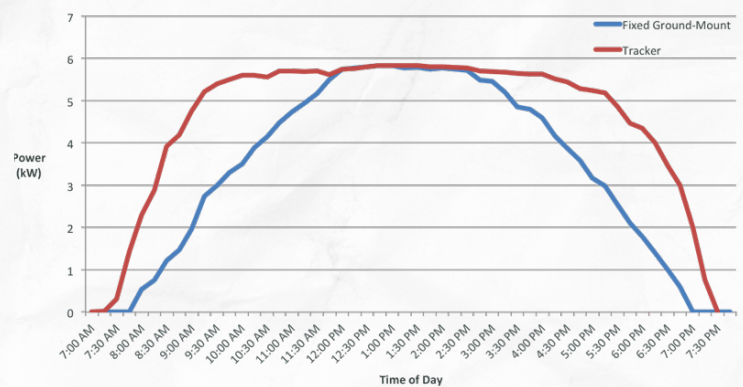
Hour	Power for Fixed Mount (W)	Power for Dual-Axis (W)
0700	14.575	38
0800	23.987	49.728
0900	43.876	52.701
1000	47.94	54.9519
1100	52	52.974
1200	57.6666	59.6156
1300	57.96	58.0488
1400	56.412	56.5687
1500	54.6883	55.3151
1600	48.174	54.8562
1700	36.96	52.3698
1800	27.72	52.668
1900	12.69	33.22



Simulation Result for Comparison of Fixed Mount and Dual Axis Tracker System

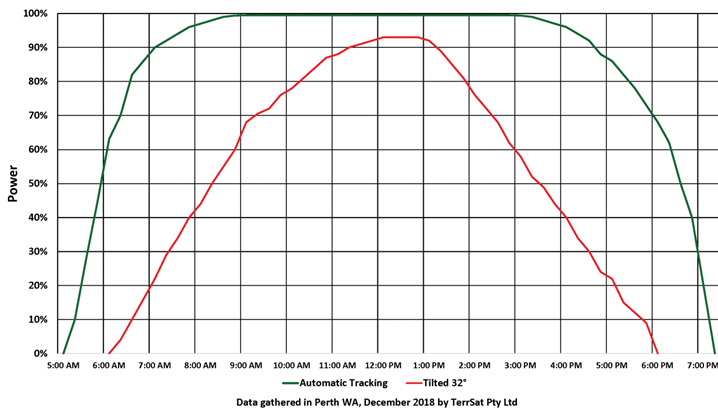
شكل رقم (16): مقارنة بين إنتاج الطاقة لمنظومة ثابتة ومنظومة تتبع شمسي عند ساعات عمل مختلفة [10].
فيما يأتي نستعرض منحنيات وجدول بيانية تقارن بين النظام الثابتة ونظم التتبع يوميا وشهريا وخلال عام كامل.

Typical Day Energy Output Comparison

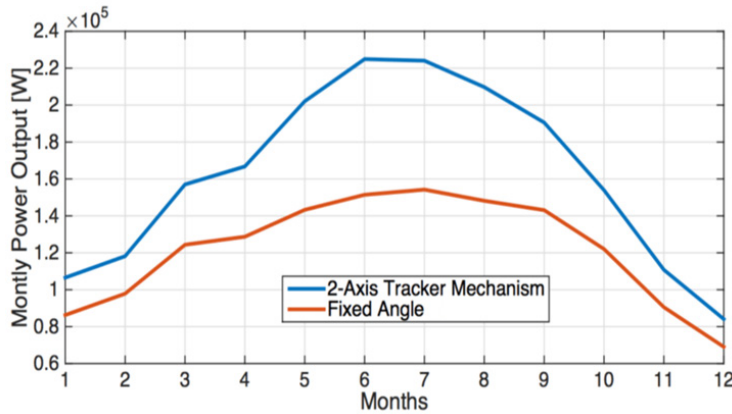


شكل رقم (17): مقارنة بين منظومة ثابتة ومنظومة تتبع شمسي خلال نهار كامل [9].

Solar panel efficiency chart for Perth in December



شكل رقم (18): مقارنة بين منظومة ثابتة ومنظومة تتبع شمسي خلال شهر كانون الأول [9].



شكل رقم (17): مقارنة بين منظومة ثابتة ومنظومة تتبع شمسي خلال عام [9].
خاتمة:

من المنحنيات السابقة نلاحظ أن مردود نظم التتبع أفضل بكثير من النظم الثابتة بمعدل وسطي 40% تقريبا، ولكن هذا التحسن في المردود يتطلب زيادة في التكاليف، ولم يتم التطرق في هذا البحث لموضوع مقارنة التكاليف بين المنظومات.

المراجع العربية:

[11] د. علي حمزة، 2009، هندسة النظم الكهروضوئية الشمسية تحليل وتصميم، منشورات جامعة دمشق.



- [1] Burrell E. Hammons Original Assignee: The United States of America as represented by the United States Department of Energy, <http://www.google.com/patents/US4225781?printsec=abstract#v=onepage&q&f=false>
- [2] Roth, P. , 2005, Cheap two axis sun following device, Energy Conversion and Management.
- [3] Mehleri, E.D., Zervas, P.L. Sarimveis, H.J. Palyvos, A. and Markatos N.C. 2010, "Determination of the Optimal Tilt Angle and Orientation for Solar Photovoltaic Arrays." Renewable Energy 35.11 (): 2468-475.
- [4] Reda, I., and Afshin A., n.d. Solar Position Algorithm for Solar Radiation Applications. Tech. N.p.: National Renewable Energy Laboratory,
- [5] Mousazadeh, H., 2009, A review of principle and suntracking methods for maximizing solar systems output, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 1800-1818.
- [6] Ghosh, J.,n.d. Automatic Solar Tracking System, Under Supervision of Ms. Naiwrita Dey ,Assistant Professor.
- [7] <https://www.electronics212.com/2019/03/light-dependent-resistor-ldr.htm>
- [8] <https://www.arabsmakers.com/%D9%85%D8%A7-%D9%87%D9%88-%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%B1%D8%AF%D9%88%D9%8A%D9%86%D9%88-arduino%D8%9F/>
- [9] https://www.researchgate.net/figure/Comparison-of-the-PVPS-with-a-2-axis-solar-tracker-mechanism-and-equivalent-system-with-a_fig9_311887125
- [10] national Journal Of Engineering Science And Innovative Technology IJE 2013

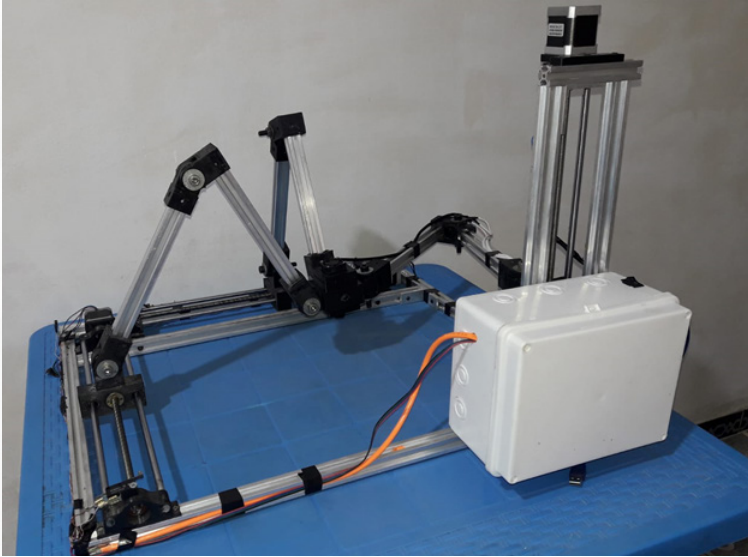


المشروع عبارة عن آلة تحوي على نهاية فعالة تتحرك بشكل ديكارتي على المحاور X. Y. Z

النهاية الفعالة متصلة مع المحاور بشكل تفرعي، أي إن كل محور يتم فصل مع النهاية الفعالة بشكل مستقل عن المحاور الأخرى. نستطيع استخدام هذه الآلة في تشكيل المعادن عن طريق رأس حفر أو القص باستخدام رأس الليزر أو الطباعة ثلاثية الأبعاد.

يتميز هذا النوع من الآلات مقارنة بالآلات ذات الوصل التسلسلي CNC بالسرعة والدقة، لكنها أكثر تكلفة وأقل تحملاً للضغط والاهتزازات.

لكل آلة من هذه الآلات مجال استخدام خاص بها. يبين الشكل التالي الشكل النهائي للروبوت التفرعي المنفذ:



لمحة عن الروبوت التفرعي:

يتكون الروبوت التفرعي من منصة متحركة متصلة بقاعدة ثابتة بمجموعة من السلاسل الحركية المتوازية المتطابقة، التي تسمى الأرجل (Legs)، وكل سلسلة تحوي مفصلاً حراً واحداً أو أكثر، ومشغلاً واحداً فقط، ويتم تثبيت المستجيب النهائي (EndEffector) على النظام الأساسي المتحرك.

يكون الروبوت تفرعياً عندما يكون عدد الأرجل أكبر أو يساوي عدد درجات حرية المنصة المتحركة، ويمكن الحصول على موقع المنصة المتحركة المطلوب من خلال تغيير أطوال الأرجل باستخدام مفاصل خطية انسحابية.

رغم الظروف التي يحياها شعبنا وطلابنا في الشمال المحرر، إلا أن مواكبة طلابنا للتطورات المتسارعة في التقنيات المختلفة مستمرة. وقد أثبت شعبنا أنه قادر على العطاء أينما حل. نراهم يحتلون المراكز الأولى في مختلف الجامعات المنتشرة في أنحاء العالم، واختراعاتهم وأفكارهم الإبداعية لاقت ترحيباً من مختلف الأوساط بعد أن تهيأت لهم السبل لذلك. ونأمل لطلابنا في جامعات المحرر أن تتوفر لهم الظروف المواتية لإطلاق العنان لأفكارهم الإبداعية وابتكاراتهم الخلاقة.

ما زلنا مستمرين في تسليط الضوء على بعض المشاريع المنفذة من قبل طلابنا في الجامعات المحررة رغم المعاناة التي يعيشها هؤلاء الطلاب في هذه الحرب طويلة الأمد التي بددت أحلام الكثيرين منهم.

حديثنا في هذا العدد عن مشروع تخرج لمجموعة من طلاب كلية هندسة الميكاترونكس في جامعة حلب في المناطق المحررة، وهم الطلاب (محمد خليل- عبد القادر الخطيب- محمد شيخ سليم- مصطفى خليل). يتمحور مشروع التخرج هذا حول نوع جديد من أنواع الروبوتات الحديثة، وهو الروبوت التفرعي المستخدم في العديد من التطبيقات الصناعية والخدمية.

تتميز هندسة الميكاترونكس بأنها تضم العديد من التخصصات الهندسية، كما أنها تدعم العديد من المجالات، ومن أكثر المجالات التي يفرض فيها هذا الاختصاص نفسه؛ مجال صناعة السيارات الحديثة والروبوتات التي تحتوي على مختلف أنظمة التحكم والأمان، وذلك لأن هذين المجالين تتواجد فيهما مشغلات ميكانيكية وكهربائية وأنظمة إلكترونية ووحدات تحكم للمعالجة وجمع البيانات، إضافة للمجال العسكري والفضائي والطيران.

هدف البحث Research objectives:

نعيش حالياً في العصر الرقمي، لكن ما سنشهد في المستقبل القريب هو عصر الروبوتات الذكية. مع التقدم التكنولوجي الذي نشهده اليوم وتطور تقنيات الذكاء الاصطناعي، أصبح من الممكن أن نمتلك روبوتات خاصة بنا تقوم بكل مهامنا.

يهدف هذا المشروع إلى بناء نموذج لنوع حديث من أنواع الروبوتات، وهو الروبوت التفرعي، حيث بدأت تظهر في الآونة الأخيرة أهمية هذا الروبوت وكفاءته في عدد كبير من التطبيقات المختلفة، مثل خطوط الفرز، والطباعة ثلاثية الأبعاد، وتجميع عناصر الدارات الإلكترونية.

2- روبوت تفرعي بأربع درجات حرية (Quadrupteron): يمتلك هذا الروبوت 4 درجات حرية (3 خطية وواحدة دورانية) على غرار tripteron، تم تطوير هذا الروبوت من خلال إعادة تجميع tripteron، الميزة الفريدة لل quadrupteron. بالإضافة إلى الحركات الانسحابية الثلاث، يمكن إجراء دوران واحد على المحور الرأسي. وبالتالي فإن النموذج الأولي له ثلاث أرجل من النوع PRRU وساق واحدة من النوع PRRR. مثل روبوت SCARA المعروف (ذراع روبوت التجميع المتوافق الانتقائي)



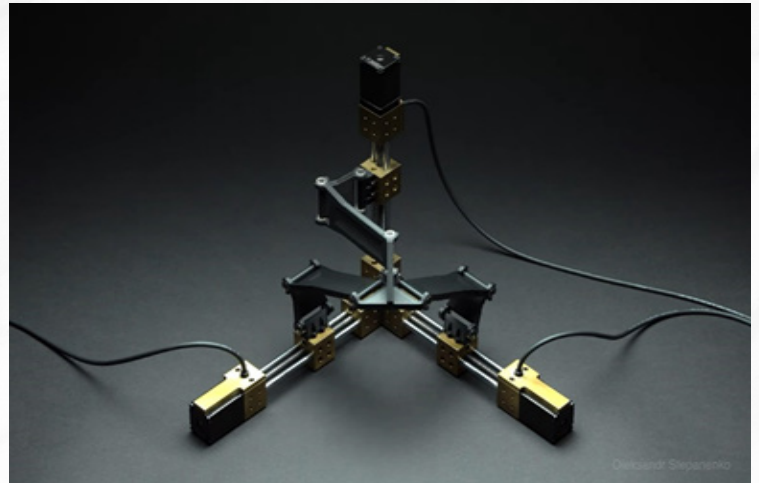
ما يميز الروبوتات التفرعية، عن الروبوتات التسلسلية، أن المستجيب النهائي متصل بقاعدته بعدد من الأذرع المستقلة وتعمل بالتوازي (عادة ثلاث أذرع أو ست). نستخدم كلمة تفرعي هنا بالمعنى الطبولوجي، وليس الهندسي، وتعمل هذه الروابط معاً، لكن لا يعني ذلك ضمناً أنها مصطفة كخطوط متوازية.

عائلة روبوتات ذات درجات الحرية المتعددة (Multipteron)

في علم الروبوتات، تعدّ الروبوتات الديكارتية التفرعية (Cartesian Parallel Robot) روبوتات تقوم بتحريك منصة باستخدام روابط حركية متوازية متصلة ("أطراف") مصطفة بنظام إحداثيات ديكارتي. تربط أطراف متعددة المنصة المتحركة (التي يثبت عليها المستجيب النهائي) بالقاعدة. يتم تحريك كل طرف بواسطة مشغل خطي، وتكون المحركات الخطية متعامدة بشكل متبادل. يشير مصطلح "متوازي" هنا إلى الطريقة التي يتم بها تجميع الروابط الحركية معاً، ولا يشير ضمناً إلى التوازي الهندسي؛ أي خطوط متساوية البعد. وهي تمتلك روبوتات هذه السلسلة، إما 3 أو 4 أو 5 أو 6 درجات من حرية (DOF). تتكون الروبوتات الديكارتية التفرعية في تقاطع فئتين أوسع من الروبوتات: الديكارتية والتفرعية. والاستفادة من مزايا كل منهما في نوع واحد من الروبوتات.

سنستعرض بعض أنواع تلك الروبوتات:

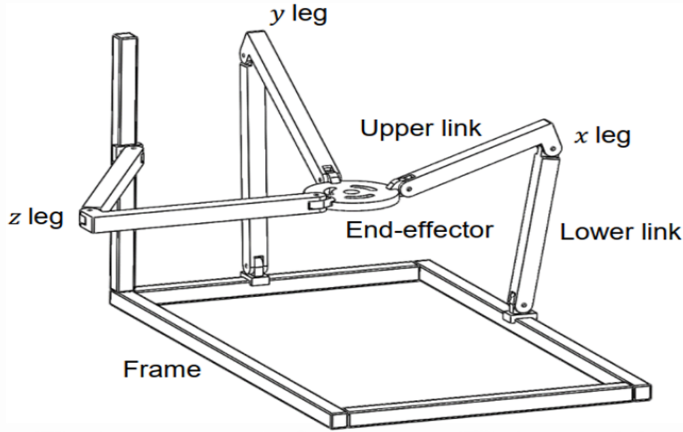
1- روبوت تفرعي بثلاث درجات حرية Tripteron : يمتلك هذا النوع من الروبوتات ثلاث درجات حرية خطية (3 خطية- 3T)، وأنواع مفاصلها المستخدمة (3-PRRR). كما يمكن أن يضاف لها درجة حرية إضافية دورانية R. كل روبوت من السلسلة يحوي مشغلات خطية متعامدة بشكل متبادل متصلة بقاعدة ثابتة. يبين الشكل التالي هذا النوع من أنوار الروبوتات:



고속 정밀 디스 펜서의 발전에 도움이 될 수 있습니다.
using parallel machines in the future.



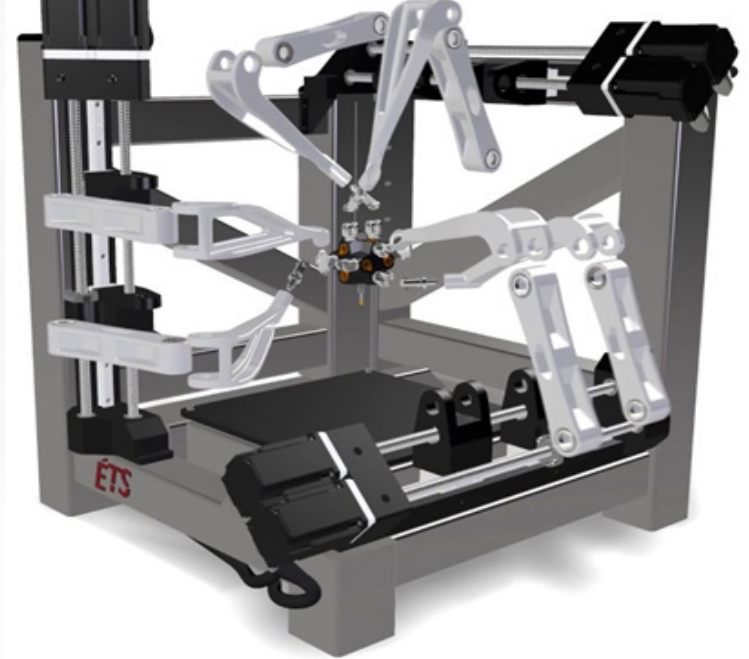
تم اختيار التشكيلة التالية في تصميم روبوت Tripteron، والقيام بالدراسة الرياضية للقوى والعزوم المؤثرة على الأذرع، وتحليل تلك الدراسة لإمكانية برمجتها وربطها مع المتحكم المسؤول عن تحريك الجملة ككل.



بعد الدراسة النظرية شرع الطلاب ببنون التصميم الميكانيكي للروبوت عبر برنامج Solidworks، ثم شغلوه عن طريق مكتبة GRBL مفتوحة المصدر. يساعد هذا البرنامج على رسم الأشكال ثنائية وثلاثية الأبعاد، كما يمكن من خلاله ربط العناصر المرسومة مع بعضها لتكوين شكل ما يمكن نمذجة حركته وتحليل القوى المؤثرة عليها، فقبل تنفيذ أي تصميم ديناميكي أو ستاتيكي يتم تصميمه على البرنامج لتحليل نقاط القوى والضعف.

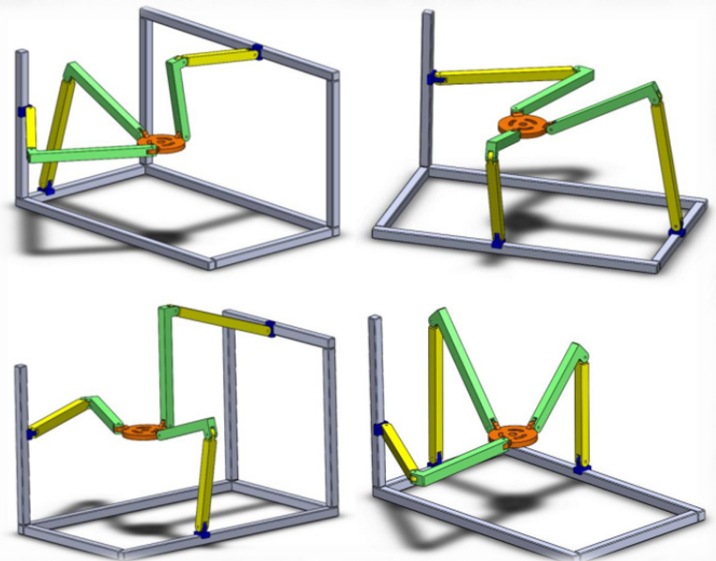


4- روبوت تفرعي بست درجات حرية (Hexapteron): تمتلك 6 درجات حرية (3 خطية و 3 دورانية - 6PCRS)، وأنواع مفاصلها المستخدمة الأسطوانية C والكروي S، كما هو مبين في الشكل الآتي:

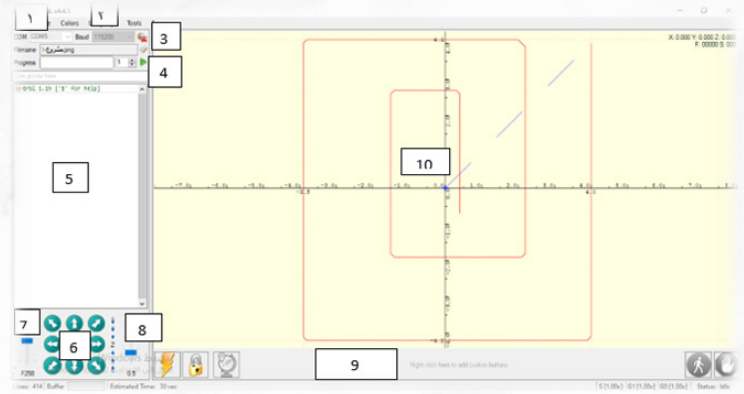


قام الطلاب باختيار الروبوت الأبسط بين الروبوتات السابقة وهو الروبوت التفرعي Tripteron الذي يمتلك 3 درجات حرية. وشرعوا يصممون مكوناته من الصفر باستخدام البرامج الحاسوبية المختلفة.

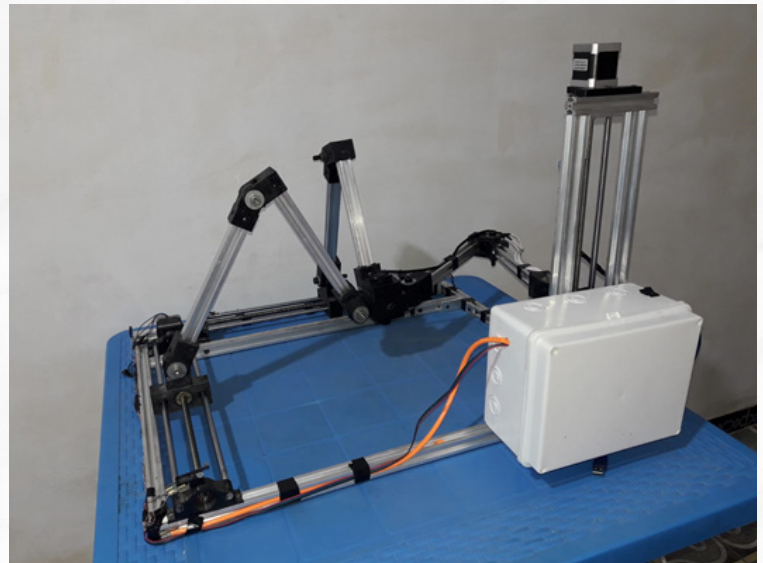
هناك العديد من التصميمات الخاصة بهذا الروبوت باختلاف مواضع استناد كل رجل من الأرجل الخاصة بالروبوت، ويبين الشكل التالي بعض تلك الأنواع:



تم تنفيذ الروبوت المصمم وتجريبه وربطه بالمعالج المركزي المسؤول عن إعطاء الأوامر للمحركات، كما تم ربط المنظومة بالحاسب من أجل قيادة تلك الآلة باستخدام برنامج LAZERGRBL . يقوم هذا البرنامج بقراءة الصورة وتحويلها إلى G-CODE ومن ثم إعطاء الأوامر إلى المحركات لتبدأ عملها حسب المهمة المطلوبة، ويمكن أيضا تحميل مستند نصي يحوي على G-CODE وتحميله على البرنامج ليبدأ البرنامج مباشرة بإرسال العمليات إلى المحركات لتبدأ عملها. كما هو مبين في الشكل:



استطاع الطلاب في النهاية تنفيذ هذا الروبوت بالإمكانات المتاحة ليكون هذا المشروع نقطة انطلاقهم لمشاريع أخرى مفيدة في حياتهم المهنية. نتمنى لكل طلابنا مزيدا من التقدم والنجاح.





تلا ذلك فقرة خاصة بتكريم الزملاء المهندسين الحاصلين على مرتبة المهندس الاستشاري من كافة الفروع، وتوزيع الشهادات عليهم، حيث شارك بالتكريم وتوزيع الشهادات نقيب المهندسين وأعضاء المجلس المركزي الجديد الحاضرون ورؤساء مجالس فروع النقابة (فرع حلب - فرع ريف دمشق - فرع حمص) وأعضاء اللجنة التنظيمية.

ثانياً - أعمال المؤتمر:

بدأت أعمال المؤتمر في الفقرة الثانية بقراءة النقد للزملاء أعضاء المؤتمر، والتأكد من اكتمال النصاب القانوني لعقد المؤتمر، ثم باقي فقرات المؤتمر، وفق الآتي:

- 1- عرض التقرير التنظيمي للمجلس المركزي للدورة الثالثة، ومناقشته، والتصويت عليه، حيث تمت الموافقة عليه بالأكثرية.
- 2- عرض التقرير المالي للمجلس المركزي للدورة الثالثة، ومناقشته، والتصويت عليه، حيث تمت الموافقة عليه بالأكثرية.
- 3- تم عرض أسماء أعضاء المجلس المركزي الجديد على أعضاء المؤتمر العام، وهم ممثلو الفروع المشاركة في النقابة المركزية (حلب - ريف دمشق - حمص - دير الزور - الرقة)، وهم الزملاء التالية أسماؤهم:

- المهندس أحمد باسم نعناع فرع حلب
- المهندس بسام زيتون فرع ريف دمشق
- المهندس بسام السواح فرع حمص
- المهندس محمد رضا الضويحي فرع دير الزور
- المهندس إبراهيم شيخ حسن فرع الرقة

تحت شعار (إعادة الإعمار بسواعد المهندسين الأحرار) عقدت نقابة المهندسين السوريين الأحرار مؤتمرها العام الرابع في الداخل السوري المحرر، في مدينة أعزاز، يوم الجمعة الواقع في 6/10/2022م، بمشاركة خمسة أفرع، هي: (فرع حلب - فرع الرقة - فرع دير الزور - فرع ريف دمشق - فرع حمص)، وأدير المؤتمر من قبل اللجنة التحضيرية المشكلة من قبل نقيب المهندسين بالقرار رقم 52/ تاريخ 16/5/2022م.



أولاً - افتتاح المؤتمر:

تم افتتاح المؤتمر من قبل رئيس اللجنة التنظيمية م. علي حلاق، حيث رحب بالضيوف الحاضرين والزملاء المهندسين أعضاء المؤتمر العام الرابع، بعد ذلك أعلن الزميل عدنان مبيض نقيب المهندسين السوريين الأحرار؛ بدء أعمال المؤتمر العام الرابع لنقابة المهندسين السوريين الأحرار، ورحب بالضيوف، وقدم شرحاً حول واقع النقابة والمراحل المهمة التي مرت بها، إضافة إلى أهم الأعمال التي قامت بها خلال الدورة الثالثة. تلا ذلك إلقاء كلمات من قبل الزملاء رؤساء مجالس الفروع المشاركة في المؤتمر، ومن السادة الضيوف رؤساء الفعاليات المشاركة.



- 4- تمت مناقشة تحديد مقر النقابة المركزية (مقر النقابة المركزية الجدير بالذكر أن المؤتمر العام لنقابة المهندسين هو أعلى في الداخل السوري المحرر مع حرية فتح مكتب علاقات عامة سلطة، ويتألف من: أعضاء مجالس فروع النقابة. للنقابة في تركيا)، بالإضافة إلى تحديد إقامة النقيب بالداخل السوري المحرر.
- 5- انتخاب أعضاء لجنة الرقابة المركزية المؤلفة من الزملاء:
- * م. حمدو الأشقر فرع حمص
 - * م. حازم الحسيني فرع دير الزور
 - * م. سليمان غنيمه فرع ريف دمشق
 - * م. علاء الدين الجابري فرع حلب
 - * م. صهيب البكور فرع حلب
- أعضاء المتممين لمجالس الفروع.
- ممثلي الفروع في النقابة المركزية.
- أعضاء المجلس المركزي السابق.
- أعضاء لجنة الرقابة المركزية للدورة السابقة.
- ويعقد المؤتمر العام كل دورة انتخابية (مدة الدورة الانتخابية سنتان)، يتم خلاله، بالإضافة لما ذكر أعلاه، مناقشة التعديلات على النظام الداخلي ونظام مزاوله المهنة وإقرارها.

6- تحديد موعد انتهاء الدورة الانتخابية الحالية للمجلس المركزي ومجالس الفرع بتاريخ 1/1/2024م.

7- تشكيل لجنة خاصة لدراسة التعديلات على النظام الداخلي مؤلفة من الزملاء:

- م. أحمد باسم نعناع فرع حلب
- م. بسام زيتون فرع ريف دمشق
- م. عدنان الخالد فرع حمص
- م. عبد الرزاق الرشيد فرع دير الزور



8- عقد مؤتمر عام كل ستة أشهر لأعضاء المؤتمر العام، يتم خلاله تدارس الأفكار والرؤى الجديدة التي من شأنها تطوير العمل الهندسي والمهني.



تضم مخابر ومدرجات وقاعات، أشرفت على 3 كتل منها، وبعد سنة ونصف من العمل في الإنشاءات، وعند نهاية الخدمة، ودعت العمال، فاستغرب معظمهم لأنني ملازم مجند ولست متطوعاً. بالنسبة لي كانت مرحلة حصلت منها على الخبرة مع كادر متكامل ومسؤولية كبيرة في أعمال في هيكل سريعة لقاعات مخابر والأمر، فالتسهيلات لعملنا كانت كبيرة كونه يتبع لحساب رياض شاليش ونفوذه.

كيف كنت ترى التعايش في حمص بين مختلف مكونات المجتمع السوري في تلك الفترة؟

في المدينة كنت أشعر بالتوازن بين مختلف الطوائف من حيث العدد، أما من حيث الفرص فعلى مستوى الجامعة منذ بداية الثمانينيات حصل الكثير من العلويين على شهادات دكتوراه بمساندة أمنية، وأذكر سلوك أحد هؤلاء الدكاترة في مادة الوصفية، فكان يرسل معظم الطلاب، إذ لا تتجاوز نسبة نجاح 3%، وعندما زادت الشكاوى عليه تم تشكيل لجنة خارجية وتجاوزت نسبة النجاح 60%، وفي موقف آخر، عندما كنت مع الإنشاءات العسكرية في فترة التجنيد الإجباري، أتى أحد الدكاترة مع مجموعة من الطلاب لموقع التنفيذ وبدأ يشرح للطلاب من المخطط وهو يمسكه بالمقلوب مما اضطرني لأبادر بالشرح عنه بعد تدوير المخطط للاتجاه الصحيح.

وماذا عن العمل قبل الثورة؟

بعد انتهاء فترة التجنيد الإجباري عدت للعمل في مديرية الخدمات الفنية في محافظة حلب حيث تم فرزني لبلدية احتمالات عام 2002، أذكر حينها أنني قابلت رئيس البلدية مصادفة، وطلب مني العمل معهم، وهذا ما تم فعلاً، واستمر عملي في مكتب الدراسات والتنفيذ حتى عام 2007. شاركت في إنجاز عدة مشاريع، منها: أرصفة شوارع وشبكة صرف صحي، بالإضافة لاحتمالات نفذنا مشاريع في أرشاف ودابق. في عام 2007 صدرت قرارات بتغيير أماكن بعض المهندسين، وكنت منهم، حيث انتقلت للعمل في تلاين وبريغيت، وفي عام 2008 تم إنشاء مديرية خدمات فنية على مستوى المناطق، ومنها منطقة أعزاز، التي أسهمت في تأسيسها، حيث كنت مسؤولاً عن التخطيط العمراني في المديرية من 2008 حتى قيام الثورة.

أستاذ عبد العزيز حبذا لو نعرف القارئ الكريم عن الشباب والبدايات في حياتكم.

عبد العزيز إسماعيل الحمدوش متزوج ولدي أربعة أولاد، ولد في مدينة حمص عاصمة الثورة،



وكان والدي موظفاً في مصفاتها للبترول منذ عام 1975. تلقيت تعليمي في مدارس حمص؛ حسين جراد والقادسية وعمر بن العاص ورزق السلوم، ثم تابعت الدراسة الجامعية في كلية الهندسة المدنية في جامعتها أيضاً باختصاص مدني إنشائي، من عام 1994 حتى 1999، ورغم نشاطنا في حمص إلا أننا لم نقطع عن أهلنا في ريف حلب الشمالي بزيارات متكررة للأهل والأصدقاء.

بعد التخرج توظفت في وزارة الإدارة المحلية - مديرية الخدمات الفنية بحلب 2/2/2000 لمدة 3 أشهر في مخبر الطرق، ثم كان علي، كما كل شباب سورية في ذلك الوقت، أن ألتحق في التجنيد الإجباري حتى عام 2002. مهنياً استقدت من تلك الفترة التي أغنت تجربتي الهندسية، حيث تم فرزني بعد الدورة للإنشاءات العسكرية لتنفيذ مشروع في جامعة البعث. أذكر عندما طلب مني أن أملأ الاستمارة؛ علي أن أكتب الفرع الذي أرغب العمل فيه، حيث اخترت محافظة حمص لأشارك في مشروع لبناء 9 كتل لكلية الهندسة الميكانيكية،

كيف كانت البداية مع المجلس المحلي لمدينة أعزاز؟ وما أهم المشاريع المنجزة؟

في الشهر العاشر من عام 2018 انتخبت عضواً في المجلس المحلي في أعزاز، ورئيساً للمكتب الخدمي، وقد ميز هذه الفترة وجود موارد مالية مكنت المكاتب من تنفيذ مشاريع خدمية في ظل حظر الطيران وزيادة الاستقرار، في المقابل تزايد عدد السكان في المدينة بشكل كبير؛ مما زاد الضغوط على المكتب الخدمي لتلبية احتياجات السكان، فالمخطط للمدينة أن تستوعب سكاناً يقدر بـ 50 ألف نسمة، في حين وصل عدد السكان حالياً لحوالي 300 ألف نسمة.

إن توفر الموارد المالية ساعدنا في استيعاب هذه التحديات، وبدأنا نوسع البنية التحتية؛ شبكات الصرف الصحي والطرق وتشديد الحقائق، حيث تجاوز مفهوم الخدمة مشاريع السلة الإغاثية، ومما عزز نجاح المكتب الخدمي تعاون مختلف الأطراف في المدينة، والحفاظ على المباني العامة، وإعادة تفعيلها، ووجود كادر يمتلك المؤهلات والرغبة للعمل، فلدينا حالياً 10 مهندسين و 10 مساعدين مهندسين.

من أهم مشاريع المكتب الخدمي الأرصفة، إذ ترك انطباعاً جيداً بين السكان والزوار، بالإضافة لتشديد الحقائق ومستوى خدمة النظافة في المدينة.

ما أبرز التحديات التي يواجهها المكتب الخدمي في مدينة أعزاز؟

أما أهم التحديات فهي الجباية على مستوى المياه نتيجة وجود أفكار خاطئة تكونت قبل الثورة مما يضعف قدرة المجالس على استدامة تأمين المياه للأهالي ودوريتها بما يلبي احتياجاتهم، وفيما يخص الكهرباء هناك غلاء عالمي حالياً نتيجة التوترات العسكرية المتصاعدة عالمياً، بالإضافة لقناعة الناس في النظرة لعمل الشركات الخاصة.

من التحديات الكبرى التي نعاني منها كيفية إقرار توسيع المخطط التنظيمي لاستيعاب الزيادة السكانية الكبيرة، وهذه التحديات لها عدة جوانب، يأتي في مقدمتها التحديات الإدارية، والسلطة المركزية التي يجب أن تتبنى هذا القرار، حيث أجرينا عدة اجتماعات مع الحكومة السورية المؤقتة، وطلبنا أن تتبنى هذا القرار إدارياً، ونقوم نحن بتغطية التكاليف المالية، لكن للأسف لم تتم الاستجابة حتى الآن، وما زلنا نعاني للحفاظ على المخطط العمراني في ظل توسع عمراني كبير تشهده المدينة بشكل متواصل.

ما أبرز التحديات التي عايشتها خلال عملك؟

من التحديات التي كنا نعاني منها التناقض في التعاطي مع البلديات، حيث يطلب في بداية العام من الجميع الالتزام بالموازنات، في حين نرى أنهم، في آخر العام، يحولون الفائض لبعض البلديات التي فيها عجز بالموازنة؛ مما يكرس غياب العدالة والمحسوبية في التعامل مع البلديات، وعلى مستوى التعهدات والمناقصات فقد كانت سبل الفساد متعددة، إما عبر التراضي بين المتعهدين أو كسر السعر مما يولد لدينا مشاكل عديدة في تطبيق دفتر الشروط.

كيف كان طريق الأستاذ عبد العزيز خلال الثورة السورية؟

مع انطلاق الثورة السورية المباركة لم نتخلّ عن عملنا مباشرة؛ لأن عملي في مدينة أعزاز، وتواصل حتى اشتدت الاشتباكات في المدينة، فتحول الدوام إلى البلديات لمدة 5 أشهر، حيث قامت بعض الفصائل العسكرية بأخذ جزء من الآليات، والباقي، للأسف، كان موجوداً في منطقة قطمة، فصادرت الميليشيات المسيطرة على منطقة عفرين في تلك الفترة، في حين استمر عمل البلدية في المدينة حتى فترة وجود داعش في المنطقة.

وفي عام 2012 كان لدي أخ ضابط في الجيش، حيث انشق برتبة ملازم أول، وشارك في عملية تحرير الأمن العسكري، واستشهد في العام نفسه في مواجهة النظام الفاجر. بعد هذه المرحلة انقطعت عن العمل الوظيفي تماماً وبدأنا بالعمل مع المنظمات؛ ففي عام 2013 عملت مع منظمة ميداكل في مخيم باب السلامة في مجال الووش لمدة عامين، بالإضافة لأعمال تطوعية في خدمة أهالي المنطقة، وأذكر عند التقدم للوظيفة كان الشرط الإقامة في المخيم، ولكنني رفضت وبعد أسبوع سنحت لي فرصة العمل مع المنظمة في مشروع آخر دون شرط العيش في المخيم.

في أواخر فترة عملي مع منظمة ميداكل، ومع انخفاض حجم مشاريعهم، زادت علينا التحديات، وبدأنا نشعر بالتقصير تجاه أهالي المخيم، فطلبنا منهم إما أن يتحملوا المسؤولية في تقديم الدعم المطلوب أو أن ينسحبوا من المخيم. أثار هذا الطرح استغرابهم؛ لأنه سيؤدي بالنتيجة لخسارة وظائفنا معهم، وفعلاً تم رفع نسبة الدعم لمدة 3 أشهر، ثم استلمت منظمة وورلد فيجن العمل في المخيم، ثم عملت مع منظمة NRC عام 2016 كمهندس يومية في البداية في مجال الووش، ثم وقعت عقد عمل معهم في مخيم الإيمان والحرمين وأهل الشام، مدة سنة ونصف، وانتهى ترخيص عملهم في الشهر التاسع 2018.



إضافة لما سبق فقد واجهتنا مطالبة بعض الجامعات لنا بمنحهم ترخيص للعمل في مدينة أعزاز، ولكن رفضنا ووجهناهم إلى مجلس التعليم العالي في الحكومة السورية المؤقتة.

من موقعك في المجلس كمهندس؛ كيف ترى العلاقة بين المجلس ونقابة المهندسين السوريين الأحرار؟

على المستوى الشخصي انتسبت للنقابة منذ عام 2015، وعلى صعيد العمل في المكتب الخدمي نحاول التعامل بشكل مهني مع نقابة المهندسين، ونعمل على دعمها بشكل مستمر عبر حصر معظم أعمالنا الهندسية؛ التراخيص والتدقيق والدراسات؛ من خلال فرع حلب لنقابة المهندسين، بالإضافة للتعاون القائم مع مخبر النقابة؛ لتعزيز العمل المؤسسي والطابع الرسمي للعمل، كما يوجد طموح لتعاون أكبر على مستوى التعهدات من مهندسي إشراف ولجان استلام.

في الختام أستاذ عبد العزيز، ما رسالتك للمهندس السوري؟

من عصارة أكثر من 20 عامًا من العمل الهندسي؛ أرى أن على المهندس الانخراط في العمل والممارسة العملية لتطبيق شروط الهندسة والضمير المهني. ومن الدروس المستفادة أننا نجد الكثير من الناس تتجنب العمل في الشأن العام، لكن علينا أن نتساءل في حال تخلفنا عن العمل في الشأن العام أنه سيتقدم الكثير من فاقدي الكفاءة والأمانة لملء الفراغ، فإذا كنا ننتظر ظروفًا مثالية في أجواء حرب نعيشها منذ سنوات؛ فإن هذه الظروف لن تأتي، وإنما الواجب يملينا إعطاء صورة إيجابية عن بلدنا عبر بناء مؤسسات تظهر قوتنا وحضارتنا مقابل مؤسسات الدولة المغتصبة التي نخرها الظلم والفساد.

كنت أقف فخورةً بجدرانها القديمة، وأرى السياح يأتون من كل مكان لرؤيتها، والاستمتاع بتفاصيلها. ومع ذلك، أنظر الآن إلى صورها بعد وقوع الكثير من الضرر لها أثناء الحرب، فأرى أنها لا تزال قائمة كما عرفت، واثقة من أن السلام سيتحقق.

مشاركة روجين - طالبة / 13-04-2020
دير سمعان

أو ما يطلقون عليه اسم قلعة سمعان، كنت في الصف السادس عندما زرت هذا الموقع أول مرة، مع مجموعة من الأصدقاء برحلة مدرسية.

كانت مجرد رحلة للتسلية واللهو، لقد حدثتنا معلمتنا عن هذا الصرح، وقصت علينا العديد من الحكايات ولكن أكثر قصة أثارت الجدل حينها، هي قصة ذلك القديس الذي اعتكف على أحد الأعمدة فترة طويلة من الزمن، ولم ينزل عنه.

حيث كان السؤال الذي شغل بالنا في وقتها: كيف استطاع قضاء حاجاته الإنسانية من أكلٍ وشربٍ وذهاب إلى بيت الخلاء إن لم يكن ينزل عن هذا العمود كل تلك المدة؟ ناقشنا تلك الفكرة كثيراً، وأوجدنا حلولاً كثيرة.

لقد أضعنا الكثير من الوقت، ونحن نبحث عن حلول لتلك القضية التي شغلت بالنا.

أتمننا رحلتنا وسعدنا بها، وها أنا أتذكر تلك الرحلة، وأندم على عدم تفحصي لجميع أجزاء الموقع، لأنه لم يتسن لي زيارته مرة أخرى.

مشاركة نادين - مهندسة معمارية / 13-04-2020

يهدف نشاطنا إلى توثيق الحياة المعنوية في السابق، عن طريق عرض مجموعة من الصور على سوريين، أو من عاش في سورية، أو زارها، لنرى نتيجة تأثره بتلك الصور، فتتأثر ذاكرته وتعود للوراء، لنسجل قصة من الذاكرة مرتبطة بحدثٍ ما ارتبط بتلك الصورة.

نقدم توثيقاً للماضي بطريقة مختلفة، ليست لغة التاريخ والسرد، وليست لغة الكتب والمدارس، بل هي لغة الرواية البسيطة، كتبها أناس بسيطون بأسلوب عفوي، تمت معالجتها لتصل إلى عامة الناس البسطاء.

بعملنا هذا نستهدف شريحة ارتبطت بمعظم المناطق في سورية، تنشط ذاكرتهم التاريخية، أما القصص الناتجة فهي هدف لجميع من عاش في تلك البلاد.

التوثيق من الذاكرة هو أحد أنواع التوثيق المعتمد في زمن الحروب والكوارث، لتوثيق الحياة والمعالم بعين من رآها وعاشها. سيكون العمل بشكل سلسلة دورية نستعرض فيها صوراً من تراث بلدنا وماضيه بشكل (ألبوم)، يليه قصة ارتبطت بذاكرة من عاش حدثاً ما، ونبضت ذاكرته به من جديد، بذلك يستطيع من لم يعيش هناك التعرف على معالم بلده، وربط تلك الصور بقصة من الواقع.



قلعة القديس سمعان (قلعة سمعان):

كنت أعيش في قرية قريبة من قلعة سمعان، وكانت معظم جولاتنا الأسرية والمدرسية نحو القلعة. ومع ذلك، في كل زيارة للقلعة، أذهل بجمالها وعظمتها. وما زلت أرى أنها مجد على الرغم من أن الزمان قد ترك علامة عليها. زاد التأثير من عظمتها، وفي الوقت نفسه يضفي عليها سحرًا جميلًا. تقع القلعة في ذروة عالية، وتطل على سهل شاسع يخترقه نهر في وسطها، لخلق لوحة خلابة رائعة.





وافتح لها من باب عينك بابا
ما كان أجملها سماً وترابا
قَبَلْتُ من وَلِهٍ بها الأعتابا
سجدت لمولاها، وحيّ قبابا
راحت تعانق بالشموخِ سحابا
والله فاسأل للديار إيابا
مع دمة حرّى أراه انسابا
قلباً بحبك يا حبيبة ذابا
وردّ وننسى في اللقاء عتابا
عنبُ الهوى، ما أطيب العنّابا
ليمونة ما ملّت الإنجابا
كالأمّ تغفر لابنها إذ تابا
ما ذات يومٍ في حنانك خابا

سلم على الشهباء وغنّ سكابا
وارشّف رحيق سمائها وتربها
لوح بكفّك قل وداعاً يا التي
وانظر مساجدها وحيّ مآذنا
وامسح دموعك حين تبصر قلعة
واقراً لها (يس) حوّطها بها
بنت الشمال وذا الهوى في مقلتي
لا تُكريني إذ أعود وسامحي
سنعود يا شهباء وملء أكفنا
سنعود يا شهباء وفي سلاتنا
سنجىء كالليّمون حيث أصولنا
ظني بمثلِك يا حبيبة - قلبها -
فلتغفري لابن يعق، وظنّه



حل العدد السابق

أوجد التوزيع الصحيح للأرقام في المربعات أدناه بحيث تحقق المعادلات التالية

12	6	13	7				8	7	6	5	4	3	2	1
11	1	9	8				16	15	14	13	12	11	10	9
5	4	2	14											
10	16	3	15				المعادلات المطلوبة							

المعادلات المطلوبة

نتيجة طرح العددين = ١٥	نتيجة جمع العددين = ٣	نتيجة جمع العددين = ٢٣	نتيجة جمع العددين = ٧
نتيجة جمع العددين = ١٧	نتيجة طرح العددين = ٩	نتيجة طرح العددين = ١٣	نتيجة جمع العددين = ٢١
نتيجة طرح العددين = ١١	نتيجة جمع العددين = ١٥	نتيجة طرح العددين = ١٠	نتيجة جمع العددين = ١٣

8	7	6	5
16	15	14	13

المعادلات المطلوبة

نتيجة ضرب العددين = ٤٥	نتيجة ضرب العددين = ٤٠	نتيجة ضرب العددين = ٤٠	نتيجة ضرب العددين = ٢٨

نتيجة ضرب العددين = ٤٨	نتيجة ضرب العددين = ٢٦	نتيجة ضرب العددين = ٤٥	نتيجة ضرب العددين = ٣٢

نتيجة ضرب العددين = ٣٣	نتيجة ضرب العددين = ٦	نتيجة ضرب العددين = ٤٢



64

سودوكو (باليابانية: 数独) معناه وحيد الرقم هي أحجية منطقية توافقية تعتمد على ترقيم الخانات. هدف اللعبة هو ترقيم خانات شبكة $n \times n$ (عادة 9) مقسمة إلى مناطق 9×9 بأرقام من 1 إلى n دون أن يتكرر رقم في أي منطقة أو صف أو عمود.

4		3	7					2
	6		5			1		
		1	3					5
5			8				4	
1		9				7		6
	8			7				3
3					7	6		
		2			3		7	
9					5	3		8

يسعدنا مشاركتكم الحل على بريد المجلة



syndicate.magazine2020@gmail.com

مجلة العلوم والهندسة (المهندس السوري)

العدد الثاني عشر - آب - 2022



Science and Engineering Magazine
مجلة العلوم والهندسة
المهندس السوري Syrian Engineer

ربع سنوية تصدر عن نقابة المهندسين السوريين الأحرار - فرع حلب

إلى اللقاء في العدد القادم



إدارة مجلة العلوم والهندسة (المهندس السوري)

تسعد بمشاركاتكم الهندسية والفنية والثقافية والاجتماعية

بالإضافة لرسومات الكاريكاتير وألعاب الألغاز

عبر البريد الإلكتروني للمجلة



<https://www.facebook.com/fselaleppo>



<https://t.me/EngAleppo>



Syndicate.magazine.2020@gmail.com

