العدد ثلاث وأربعون
تاريخ الإصدار: 2 – أيار – 2022م
www.ajsp.net
ISSN: 2663-5798

"أثر التطور التكنولوجي على بنية الشكل المعماري المستدام"

إعداد الباحث:

لؤي عبدالله حسين العوامره

هندسة المساحة والجيوماتيكس – بلدية السلط الكبرى

العدد ثلاث وأربعون
تاريخ الإصدار: 2 – أيار – 2022م
www.ajsp.net
ISSN: 2663-5798

الملخص:

في الخمسين عامًا الماضية ، كان هناك تحول نموذجي في التطور التكنولوجي ، مما أدى إلى توليد تأثير تكنولوجي عبر مختلف التخصصات. الهدف من هذه المقالة هو التفكير في موضوع التطور التكنولوجي وتأثيره على مجال الهندسة المعمارية. بالإضافة إلى ذلك ، يسعى إلى اقتراح استراتيجيات لكيفية تنفيذ هذا التأثير التكنولوجي في الفصول الدراسية بالجامعة. ولهذه الغاية ، سأستكشف تطور عملية الإنتاج المتسلسل إلى عملية إنتاج متكاملة ، تُعرف باسم الهندسة المتزامنة (CE). بالإضافة إلى ذلك ، من الضروري إعادة تقييم المبادئ المنهجية لتدريس التصميم المعماري ، وذلك للاستجابة للحاجة إلى مهندس معماري يمكنه تطوير مهاراته في بيئات متزامنة ومتزامنة. أخيرًا ، سأضع نموذجًا توضيحيًا لتدريس التصميم المتزامن في الهندسة المعمارية.

المقدمة:

في الخمسين سنة الماضية ، كانت هناك تحولات نموذجية مختلفة في مجالات المعرفة المختلفة. أحد هذه التغييرات هو التطور التكنولوجي ، ونتيجة لهذه الظاهرة ، كان هناك تطور سريع في تقنيات المعلومات التي يتم تطبيقها في المنظمات وفي عمليات الإنتاج والتي بدورها أحدثت تأثيرًا على تطوير مختلف التخصصات.

وفقًا لـ (Enric Barba, 2000) ، يتكون التطور التكنولوجي من ثلاثة عوامل أساسية.

- **أولاً:** الابتكار المستمر لمجموعة من المنتجات الموجهة للاستهلاك العالمي.
- **ثانياً:** تطبيق التكنولوجيا الجديدة في المنتجات وعمليات الإنتاج.
- **وأخيرًا:** تطبيق تقنيات الإدارة الجديدة لتطوير منتجات جديدة. لنأخذ ، على سبيل المثال ، الهندسة المتزامنة.

التغييرات التالية، في حالة العمارة ، نشأت من العوامل الثلاثة المذكورة أعلاه:

1. ضرورة إدخال عمليات ابتكار مستمرة من أجل إنتاج بنية تستجيب بسرعة وفعالية للتغيرات في المناخ وفي سكان العالم.

2. تسمح أتمتة عمليات التصميم ، التي تهدف إلى الاستجابة لعمليات إدارة المعلومات ، بحل المشكلات المعمارية والمجمعات الحضرية خلال فترة زمنية أقصر. لنأخذ ، على سبيل المثال ، مقدمة لمبادئ التصميم المتزامن
3. نظرًا لأتمتة عمليات التصميم ، فقد حلت أشكال الإنتاج المتزامنة محل الأشكال المتسلسلة للإنتاج في مجال البناء. لنأخذ ، على سبيل المثال ، إدخال مبادئ البناء الخالي من الهدر (LC) ، والبناء الأخضر الخالي من الهدر (LGC) ، والجودة الشاملة (TQ) ، إلخ.

وهكذا ، بعد أن أخذنا في الاعتبار كل ما سبق ، من المهم أن نسأل أنفسنا ما يلي:

- ما هو أثر التطور التكنولوجي في مجال العمارة؟
- ما هي الاستراتيجيات التي يمكن تنفيذها لدمج التطورات التكنولوجية في تدريس الهندسة المعمارية؟

الهدف من هذه المقالة هو التفكير في مسألة التطور التكنولوجي وتأثيره في مجال الهندسة المعمارية ، وكذلك السعي لاقتراح استراتيجيات لكيفية تنفيذ هذا التأثير التكنولوجي في الفصول الدراسية بالجامعة.

حاليًا ، تتطلب عمليات التطوير التكنولوجي المطبقة في مجال الهندسة المعمارية متخصصًا يتمتع بمهارات عالية في إدارة المعلومات وعلى دراية كبيرة بتطبيقات المعلومات الجديدة. بهذه المهارات ، سيكون مثل هذا الفرد قادرًا على تقديم إجابة فعالة للمشكلات المعقدة. لهذا السبب ، سأقوم بتحليل تحول دور المهندس المعماري حيث يواجه مبادئ جديدة لإدارة المعلومات والتصميم المتزامن.

وهذا يعني الاستخدام المستمر لأدوات المعلومات ضمن العمل المهني للمهندس المعماري ، والتي تسمح له بتصميم وتنسيق وإدارة مجموعات عمل متعددة التخصصات ، وتنظيم دورة حياة المشاريع ، وتقييم قواعد ومعايير الجودة البيئية ، وإجراء تحليل قدرة الموائل على أن تكون مستدامة طوال مدة دورة حياتها. كل هذا يبدأ بالنمذجة والمحاكاة الرقمية. وهذا بدوره يتطلب عمليات إدارة متزامنة ومتزامنة ، مما يجعل من الممكن إدارة معلومات كافية للعمليات المعاصرة للإنتاج المعماري.

من ناحية أخرى ، بحثت كلية الهندسة المعمارية في الجامعة الكاثوليكية في كولومبيا ومركز أبحاثها (CIFAR)، ضمن عملها الأكاديمي ، عن تطوير استخدام تقنيات المعلومات والاتصالات الجديدة المطبقة في مجال الهندسة المعمارية. تحقيقا لهذه الغاية ، تم إنشاء مركز

أبحاث يسمى "تأثير تطبيقات تكنولوجيا المعلومات في الهندسة المعمارية" ، ومن هذا المنطلق ، تم تنفيذ سلسلة من الأعمال ، مصممة لدعم التحقيقات المختلفة في أنظمة إدارة المعلومات المطبقة في مجال التصميم (Cubillos, 2010).

نتيجة لهذه التجارب ، أصبحت قضية التطور التكنولوجي وتأثيره من خلال إدارة المعلومات في عمليات التصميم مورداً لتطوير القضايا التي اقترحها مشروع البرنامج التعليمي (EPP) فيما يتعلق بمبادئ التصميم المتزامن (CD).

تناول البحث الذي تم إجراؤه موضوعات محددة ، مثل تصميم الإسكان الاجتماعي وكيف يمكن تطبيق عمليات إدارة المشاريع من خلال استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) على مثل التصميم. سمحت هذه التجارب أيضًا بتقييم ملاءمة وصلاحية الموضوعات المقترحة ، وتطوير واستكمال مواضيع مختلفة ، على سبيل المثال: التصميم الحضري ، وتصميم البناء ، والاتصالات ، والإعلام ، إلخ.

التطور التكنولوجي والتصميم المعماري عبر التاريخ

توضح مراجعة التاريخ المعماري أن التطور التكنولوجي كان له تأثير كبير على الأفكار والأشكال المعمارية عبر التاريخ ، وهذا واضح من خلال أنماط الحضارة المختلفة. خلال العصور الوسطى ، اعتمدت الهندسة المعمارية على تأثير تكنولوجيا البناء والتصميم الفني واحتفلت به على الشكل النهائي المبني كما في (الشكل 2) و (الشكل 3). سيتغير هذا التأثير للتكنولوجيا والهندسة المعمارية بشكل كبير مع صعود الثورة الصناعية منذ أن أخذت تكنولوجيا البناء طفرة تطورية رئيسية أخرى إلى الأمام. سمحت التقنيات خلال هذه الفترة بإنشاء العديد من الإنجازات المعمارية الرائعة ويمكن أيضًا من الناحية النظرية ربطها مباشرة بتصميم المبنى الحالي. سمحت التقنيات الجديدة بابتكارات أكبر في التصميم المعماري ، مع ظهور الحداثة ، وتشكيل أنماط معمارية جديدة مثل المستقبل والوظيفية وكذلك فلسفات العصر الجديد ونظريات المجتمع. تم بناء أول ناطحة سحاب بهيكل فولاذي (مبنى التأمين على المنازل ، ويليام لو بارون جيني) في عام 1884 في شيكاغو.

بلغ اعتماد التكنولوجيا ذروته في النصف الثاني من القرن العشرين مع اكتشاف مواد جديدة مما أدى إلى ظهور أنماط وأنماط جديدة من التفكير في الهندسة المعمارية. دمج التكنولوجيا والهندسة المعمارية من خلال ما بعد الحداثة ، كان التصميم المعماري مدفوعًا بمفهوم إظهار كيف يمكن للتكنولوجيا تحسين العالم من خلال وضع الميزات التقنية للمبنى على السطح الخارجي للمبنى كما هو موضح في (الشكل 6) ، (الشكل 7)) و (الشكل 8).

العدد ثلاث وأربعون
تاريخ الإصدار: 2 – أيار – 2022م
www.ajsp.net
ISSN: 2663-5798

التقنيات الحديثة

من أهم المصادر وأكثرها فاعلية في توجيه تطوير أنماط وأنواع المباني التكنولوجيا ومواد البناء المبتكرة. استخدم المهندسون المعماريون هذه المواد لعدة قرون وانتقلت المعرفة اللازمة للعمل وتطبيقها من الماجستير إلى المبتدئ. هناك حاجة كبيرة للتكنولوجيا والابتكار في بناء الميزات لتكون مدفوعة نحو الاستدامة. يهتم الكثير من المصممين والمهندسين المعماريين والمصنعين والعملاء ومستخدمي المباني في مجال الابتكار التكنولوجي

يمكن أن يؤدي الابتكار إلى طرق أسرع وأكثر أمانًا وأقل تكلفة لتنفيذ الأشياء ، ولكن يمكن أن يؤدي أيضًا إلى أخطاء مكلفة. ومع ذلك ، فإن صناعة البناء بشكل عام تتمتع بسمعة سيئة فيما يتعلق بالابتكار. في معظم الأحيان ، يُخطئ في كونها بطيئة في تبني التقنيات الجديدة. المحركات الرئيسية للقرن الحادي والعشرين والاقتصاد الجديد هي تقنيات فائقة. تم إنشاء المواد المبتكرة وتقنيات البناء الأكثر تقدمًا في مجالات التطبيق هذه:

1. المواد الحيوية – الهياكل والمواد المقاومة للحريق.
2. طرق عالية الإنتاجية أو اندماجية – الأسمنت ومواد البناء الأخرى.
3. المركبات النانوية وهندسة الأنسجة والجسيمات النانوية.
4. توصيف السطح والواجهة – مواد وأنظمة الاستشعار.
5. الأغشية الرقيقة – المغناطيسية والإلكترونيات والمواد الضوئية

تتأثر درجة حرارة الهواء الخارجي بعدد من العوامل. تصنع التصميمات البيئية بطريقة تؤدي فقط نفس الوظيفة التي تؤديها تقنيات التبريد الداخلي. تم إجراء اختبار مبدأ تصميم المناخ الحيوي على تأثير التبريد للمساحات الخارجية في المناطق الحارة وتم تحديد المعلمات على النحو التالي:

- **مواد الفضاء**

بنتز وبلتز ؛ يعتقد بيري وآخرون أن المواد تلعب دورًا كبيرًا في تحديد درجة حرارة الهواء الخارجي. أثبتت المحاكاة الحاسوبية أنها غير فعالة في توزيع مكتبات المواد الخارجية. كما أن اختيار الأواني اللينة لمجموعة المواد غير فعال. كانت المواد التي تم اختيارها

بواسطة برنامج ENVI–Met كالتالي: الخرسانة ، والطرق المبنية من الطوب ، والطرق الإسفلتية ، والتربة الرملية ، والمياه العميقة أو رصيف الجرانيت. إذا كان على الباحث أن يأتي بمواده الخاصة من خلال البحث ، فستثبت المواد المذكورة أعلاه أنها غير فعالة. هذا الجانب أجبر الباحث على تجاهل متغيرات المواد من الدراسة الحالية.

- **الهندسة إلى نسبة العرض**

هذا هو العامل الأكثر فعالية في التحكم في درجة حرارة الهواء. المصمم قادر على خلق مساحة ممتعة باستخدام الظل والرياح أكثر من أي عامل آخر مثل المساحة والشكل. تعتبر هندسة المساحة من حيث نسبة الارتفاع إلى العرض أكثر العوامل فاعلية في التحكم في تأثير الهندسة على درجة حرارة الهواء. يمنح التلاعب بهذه العوامل المصمم فرصة لخلق مساحات ممتعة من خلال الظل والرياح على الرغم من جميع العوامل الهندسية الأخرى مثل الفضاء ، والشكل.

القيم المعمارية في الشرق الأوسط

على مدى العقدين الماضيين ، شهدت المدن العربية في الشرق الأوسط تغيرًا كبيرًا. جلب استيراد الأفكار المعمارية الغربية والتقدم العلمي تغييرات معمارية كبرى قائمة على التحديث. في كثير من الحالات ، طُلب من المنطقة تحديث سريع ، مما تسبب في معركة حادة بين القيم التقليدية والأفكار المستوردة. يمكن أن تُنسب بعض الحركات الرئيسية في الشرق الأوسط إلى الصراع بين الأفكار الغربية المستعارة والقيم التقليدية. أكبر وجهات النظر المعمارية في بعض المدن البارزة في الشرق الأوسط مثل أبو ظبي لديها تحول في كل من الشرق الأوسط والتصاميم الغربية. التعبير واللغة المعمارية غربية بشكل أساسي. السبب الرئيسي وراء انتشار الممارسات والأساليب الغربية هو العلاقة القوية بين المكانة المعمارية الغربية ، والأسلوب ، والتحسين ، والحداثة. وفقًا لذلك ، يُنظر إلى الممارسات المعمارية التقليدية على أنها عفا عليها الزمن وأقل مكانة.

لقرون ، كانت الابتكارات والتغييرات التاريخية مثل الجوانب الحديثة جزءًا من المجتمع. مع تقدم التكنولوجيا وتطورها ، تتغير الممارسات في المجتمع أيضًا. معماري تقليدي لقد تغيرت الممارسات أيضًا مع مرور الوقت لتعكس الأذواق المتفاوتة. ومع ذلك ، أدت سرعة العولمة وقبول الأساليب الأجنبية إلى سيناريو حيث يجب إعادة النظر في النظرية الاجتماعية فيما يتعلق بالثقافة. يقوم المهندسون

المعماريون في الشرق الأوسط ببناء هياكل تصور رؤاهم وأحلامهم على الرغم من افتقارهم إلى الصلة الوطنية والهوية الثقافية. هناك اتجاه متزايد لبناء الهياكل التي تلتزم بأفضل الممارسات العالمية على الرغم من أنها تفتقر إلى الحقيقة والشخصية.

يجادل العديد من الأكاديميين المعماريين والمهندسين المعماريين بأن العمارة يجب أن تكون موحدة وعولمة. يتم نشر هذا الرأي من خلال وسائل الإعلام العالمية التي تدعمها من خلال إنشاء أفضل الممارسات العالمية التي تؤدي إلى التشابه ، والذي تم وصفه بأنه لا طعم له وغير مثير. في الشرق الأوسط ، يتم إنشاء الممارسات المعمارية التقليدية وتبني على جماليات زخرفية ، وهو جانب مهم لا تمتلكه العمارة الغربية. ومع ذلك ، فإنه لا يلمح إلى ضرورة تجاهل الأنماط المستوردة ؛ بدلاً من ذلك ، سيكون الحصول على أفضل ما في كلا الأمرين مثالياً لإنشاء مبانٍ تقدمية للمنطقة التي يتم تحديثها بسرعة. يجد المهندسون المعماريون في الشرق الأوسط أنفسهم في موقف متنازع عليه بين الأساليب المعمارية المستوردة والثقافات المحلية.

العمارة التقليدية مقابل العمارة الحديثة

في تكنولوجيا تشييد المباني التقليدية ، كانت الطريقة الرئيسية للتصميم المعماري التي كانت موجودة هي الهياكل ذات الإطارات الخشبية والتكديس بالحجر والطوب الطيني. بالمقارنة مع أحدث تصميم معماري ، لا يمكن وصف طريقة التصميم المبكرة هذه إلا بالبساطة والنقاء. ومع ذلك ، مع اختراع التكنولوجيا ، بدأ البشر ببطء في ربط أنفسهم واعتبروا مباني متجانسة. سمحت التكنولوجيا للتصميم المعماري أن يبدو مشابهًا لما يحيط به. اضطر المهندسون المعماريون والمصممين الآن إلى الاعتماد على تفكيرهم الإبداعي لتلبية الطلب الذي تم إنشاؤه حديثًا. تعتمد معظم التصاميم الآن على الإبداع الموجه بالاختراعات التكنولوجية. أصبح الآن تمييز مبنى عن آخر مهمة سهلة للزوار وكذلك عناصره بفضل العناصر الجديدة للتصميمات. هناك انخفاض في جماليات المباني المرئية بشكل رئيسي بسبب محدودية مواد البناء حيث يستمر كل شيء في التغيير. الاختراعات المتطورة والأشكال والأشكال المستقبلية ممكنة الآن بسبب إنشاء وتطوير مواد وتقنيات بناء جديدة.

مكنت التكنولوجيا من اكتشاف وتصنيع مواد البناء الجديدة والهياكل على مستوى العالم. يظل تطبيق التقاليد المعمارية لبناء المباني الجديدة الآن المهمة الرئيسية الحاسمة للمهندسين المعماريين على مستوى العالم. ربما يفسر هذا سبب ارتباط معظم هؤلاء المهندسين بالمظهر المرئي. ظل اكتشاف أشكال جديدة من التكنولوجيا لتتوافق مع فكرة التصميم الأصلية يعتمد إلى حد كبير على استخدام

العدد ثلاث وأربعون
تاريخ الإصدار: 2 – أيار – 2022م
www.ajsp.net
ISSN: 2663-5798

التكنولوجيا في معظم الهندسة المعمارية. يعد التصميم الجمالي المرئي للمبنى أمرًا بالغ الأهمية في خلق حالة تصميم مثالية بدلاً من مساحة الشعور الجيد. بالمقارنة مع الحواس الأخرى ، يستمر الحس البصري في جذب انتباه الإنسان. هناك انخفاض وتقييد ثابتان للهندسة المعمارية الحالية التي تسير في هذا الاتجاه. هناك تناقص مستمر للقوة بين أجسامنا وفضاءنا بسبب نقص الحواس الأخرى. هذا يرجع إلى حقيقة أن خبرة البشر في الفضاء والبيئة لا تزال تعتمد إلى حد كبير على حواسهم وليس على صورهم. هناك أيضًا زيادة كبيرة في صورة العمارة مقارنة بالتجربة. ومع ذلك ، من المهم أن نفهم أن منتجات الصور المعمارية لا تقدم سوى استهلاكًا مرئيًا ولا يمكن استخدامها لصياغة حلول طويلة الأجل. هناك حاجة إلى حلول عملية لهذه المشاكل.

التكنولوجيا والابتكار

اعتمد القرن الحادي والعشرون تغييرات جديدة من خلال إدخال تقنيات ذكية لمواد وميزات أكثر استدامة. تم زيادة مستوى الوظائف بشكل كبير من خلال إدخال ميزات بناء متنوعة تعزز الاستدامة أيضًا. هناك وجه جديد تمامًا مع إدخال المواد الذكية في تكنولوجيا البناء. تشكل هذه المواد جزءًا مهمًا من النظام الهيكلي الذكي مع القدرة على استشعار بيئته الخاصة. يشار إلى المواد الذكية في بعض الحالات على أنها أنظمة حية. لم يعد أحد يركز على توفير التقسيم التقليدي بين علم المواد والهندسة المعمارية حيث لم يعد يتم أخذ ذلك في الاعتبار في تكنولوجيا صناعة البناء. يمكن ببساطة وصف البناء المستدام الذي يشار إليه بالبناء الأخضر أو المباني الخضراء على أنه نظام بناء يجمع بين الهياكل وعمليات التطبيق التي تعتبر صديقة للبيئة وموفرة للموارد في دورة البناء بأكملها.

يسترشد التطور المعماري بشكل أساسي بمواد وتقنيات البناء المبتكرة. استمر هؤلاء في الهيمنة على تاريخ البناء الكامل لوجود البشرية. هناك منتجات هائلة من مواد البناء تستمر في الاستحواذ على السوق ويرجع ذلك في الغالب إلى الابتكارات المستمرة التي نواصل تجربتها. للمصممين تطبيقات مميزة مختلفة للاختيار من بينها مع إدخال مواد جديدة. لا شك أن التكنولوجيا هي نتاج سائد وواضح للهدايا المتقدمة والإبداعية للإنسان. وبالتالي ، يمكن إدراجه كواحد من مظاهر إظهار جوهر الإنسان. في هذه الحالة ، لا يُنظر إلى التكنولوجيا على أنها تعرض حياة الإنسان للخطر. بدلا من ذلك ، يعتبر فرصة وأداة لتحسين وتسهيل حياة الإنسان. تعتبر عملية استخدام التكنولوجيا إنجازًا رائعًا ونهائيًا.

الشكل 1: منزل Landform في الهواء الطلق

الشكل 2: مساحة منطقة حمام السباحة.

العدد ثلاث وأربعون
تاريخ الإصدار: 2 – أيار – 2022م
www.ajsp.net
ISSN: 2663-5798

الشكل 3: مساحة غرفة المعيشة

الخاتمة

في الختام ، لقد غير تأثير التطور التكنولوجي الطريقة التي يتم بها وضع العمارة موضع التنفيذ. اليوم ، عمليات التصميم مؤتمتة وتستجيب لشكل جديد من التنظيم ؛ هذا إنتاج متزامن. ضمن هذا السياق ، يجب أن يستجيب المهندس المعماري لبيئة شديدة التنافسية ، حيث تكون الأدوات التكنولوجية هي الأسس التي يتم تطوير منهجية التصميم المتزامن عليها

يوضح هذا البحث الحركات المعمارية عبر التاريخ أن التصميم المعماري والتطور التكنولوجي لهما علاقة خاصة. يمكن إرجاع هذه العلاقة إلى عصر التنوير والثورة الصناعية. كان لها دور كبير في تشكيل وتشكيل العمارة في أنماط وحركات مختلفة. في الوقت الحاضر ، تؤثر التكنولوجيا المعاصرة والمستقبلية على جميع جوانب العمارة من المراحل الأولى للتصميم إلى اللمسات النهائية للتشطيبات وطوال عمر المبنى.

المصادر والمراجع

Al-Hassan, A. H., and Dudek, S. J. 2008. "Promoting Sustainable Development in Arabia through Initiating an Arab Architecture Accrediting Board." Transactions 5 (1): 71-89.

Al-Hathloul, S., and Mughal, M. A. 2004. "Urban Growth Management The Saudi Experience." Habitat International 28 (4): 609-23.

Al-Jamea, M. 2014. "Towards Social and Cultural Sustainability in the Designs of Contemporary Saudi Houses." Int J Sustain Hum Dev 2 (1): 35-43.

Bentz, D., and Peltz, M. A. 2011. "Thermal Properties of High-Volume Fly Ash Mortars and Concretes." J. Build. Phys. 34 (3): 263-75.

Berry, R., Livesley, S. J., and Aye, L. 2013. "Tree Canopy Shade Impacts on Solar Irradiance Received by Building Walls and Their Surface Temperature." Build Environ 69: 91-100.

Ghazizadeh, S. N., Monam, A., and Mahmoodi, A. S. 2010. "The Impact of the Architectural Design on the Thermal Comfort of the Outdoor Spaces in Residential Complexes." Honar–ha–ye–Ziba 42 (2010): 59-70.

Shahidan, M. F., Jones, P. J., Gwilliam, J., and Salleh, E. 2012. "An Evaluation of Outdoor and Building Environment Cooling Achieved through Combination Modification of Trees with Ground Materials." Build Environ. 58: 245-57.

Fardous, I. A. S., & Bennadji, A. (2019). Impact of technology and innovation on adaptation of architectonic tradition for a sustainable future in the Middle East. Journal of civil engineering and architecture, 13(4).

Dash, S. P. (2020). The impact of IoT in healthcare: global technological change & the roadmap to a networked architecture in India. Journal of the Indian Institute of Science, 100(4), 773-785.

Henderson, R. M. (1992). Technological change and the management of architectural knowledge. Transforming organizations, 118-131.

Elbony, F. A. (2019). The Effect of Technological Development on Architecture Nanotechnology and Architectural Design. Fayoum University Journal of Engineering, 2(2), 65-77.