منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء

المفاهيم. البنية والمكونات. الأنواع. الخصائص. المعايير

الشيماء السيد محمود محمد
طالبة دكتوراه، قسم المكتبات والوثائق وتقنية المعلومات
كلية الآداب – جامعة القاهرة
alshaimaaalsayed26201@gmail.com
مراجعة وإشراف
أ.د. فايقة محمد على حسن
أستاذ المكتبات والمعلومات
كلية الآداب – جامعة القاهرة
Faika_hassan@hotmail.com
د. أحمد عبد الحميد حسين صالح
مدرس المكتبات والمعلومات
كلية الآداب – جامعة القاهرة
Elyamani2020@yahoo.com

المستخلص

تهدف الدراسة إلى عرض بعض الجوانب ذات العلاقة بموضوع منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء، التي تُعدّ من التكنولوجيات التي ظهرت حديثًا؛ لوضع إطار نظري للموضوع وجوانبه المختلفة؛ مما يساعد المهتمين والمتخصصين في الإلمام بجوانب الموضوع النظرية، سواء بشكل عامّ أو متخصص، قبل البدء في استخدام هذه التقنية وربط التطبيقات الأخرى بها، كما تستعرض الدراسة نماذج لأهم منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء وأشهرها، اعتمادًا على المنهج الوصفي، وتوصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج؛ لعل أهمها: أن المنصات جميعها تعمل من خلال الترابط والتكامل لأربعة مراحل تمثلت في (أجهزة إنترنت الأشياء، بروتوكولات الاتصال، معالجة البيانات، تطبيقات إنترنت الأشياء)، كما توصلت الدراسة إلى وجود خمسة متطلبات أساسية برامجية داخلية لتحقيق الهدف الأساسي من منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؛ وهي (مركز البيانات، إدارة البيانات،

تاريخ استلام البحث: 2024/5/21 تاريخ إجازة البحث: 2024/5/30

تمكين التطبيقات، إدارة الاتصال، إدارة الأجهزة)، كما حددت الدراسة مجموعة من المؤشرات ضمن ثلاث فئات رئيسة لمعايير اختيار منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؛ وتمثلت في (المعايير بشكل عامّ، المعايير بشكل فني، معايير تخص المؤسسات).

الكلمات المفتاحية: إنترنت الأشياء – منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء – النظم الآلية لإدارة المكتبات.

0/ التمهيد:

يركز هدف المدن المستدامة (رقم 11 من أهداف التنمية المستدامة) على المدن؛ لجعلها مكانًا أكثر راحة للمواطنين، وهذا يُعدّ تحديًا رئيسًا للمجتمع في الوقت الحالي، وبداية التحول الذكي لجميع المؤسسات. ونتيجة لذلك، أُطلقت مجموعة من المبادرات والمشاريع خلال السنوات الماضية في إطار النموذج الجديد لما يُعرف بالمدن الذكية، والهدف الرئيس منها هو جعل المدن مكانًا أفضل للعيش وتحقيق الرفاهية على المدى الطويل. ومن أجل تحقيق هذا الهدف، يجب الاعتماد على تطبيقات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، واستخدامها لتلبية الاحتياجات المختلفة، ولذا تُعدّ تقنيات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات " Information and Communications Technology (ICT)" ذات أهمية كبيرة في جميع المجالات المتعلقة بخدمة المواطنين؛ مثل: المواصلات، والثقافة، والرعاية الصحية، والطاقة، والبيئة، وغيرها.

ومن ثَمَّ يشمل هذا الاستخدام المكثف لتقنيات تكنولوجيا المعلومات جميع أنواع أجهزة الاستشعار والمُشغِّلات والبِنَى التحتية للاتصالات من آلة إلى آلة "Machine to machine(M2M)"، ومعالجة الكَمية الهائلة من البيانات المجمَّعة لتوفير خِدمات وتطبيقات ذات قيمة (Alvarez-Campana et al., 2017).

وتُعدّ تطبيقات إنترنت الأشياء "Internet of Things (IoT)" تقنية ناشئة تربط عدة أجهزة مادية ذكية ببعضها؛ لتشكيل شبكة ذكية تُخزّن وتُحلّل البيانات عبر الخوادم السحابية؛ لتوفير حلول ذكية للمستفيدين؛ سواء في المنازل الذكية، أو المدن الذكية، أو المكتبات الذكية، وَفْقًا لمتطلبات محددة منها: تطبيقات النظم الذكية؛ وذلك من أجل الدقة العالية، والموثوقية، والتحكم الذكي، وسيناريو اتخاذ القرار الذكي (Ghate, 2021).

أيضًا تساعد هذه التطبيقات في الحد من المشاكل الحالية في المجالات المختلفة؛ لضمان نقل البيانات لاسلكيًا بدقة عالية، كما يُفضَّل الآن استخدام الأنظمة الإلكترونية المتطورة القائمة على إنترنت الأشياء؛ فهي الأكثر ابتكارًا وشيوعًا. حيث يمكن لمعظم الأجهزة المتصلة بالإنترنت الاتصال ومشاركة البيانات كأجهزة ذكية، وتُتيح هذه البيانات السحابية مراقبة الأنظمة والتحكم فيها عن بُعْد، كما تسمح بتحليل البيانات على نظام موحد، ومن ثَمَّ لا بد من الاهتمام بالطرق التي تساعد في كيفية الانتقال من استخدام النظم الإلكترونية التقليدية إلى النظم الذكية في جميع المؤسسات، بما في ذلك مؤسسات المكتبات والمعلومات.

وعلى الرغم من أن موضوع الدراسة لم ينتشر بَعْدُ بشكل كامل في مجال المكتبات والمعلومات، فإنه هناك جدل حول استخدام تطبيقات إنترنت الأشياء (IoT) وتقنيات الذكاء الاصطناعي، وكيف يمكن توظيفها في المكتبات؛ وهذا لا يعني أنه لا توجد بالفعل عمليات تجريبية لاستخدام إنترنت الأشياء في المكتبات حاليًا، ولكن مستوى الانتشار والمعرفة لم يحدث بشكل كافٍ حتى الآن.

1/ مصطلحات الدراسة:

إنترنت الأشياء Internet Of Things:

"شبكة من الأشياء التي تحتوي على تقنية مضمنة تسمح بالاتصال بالإنترنت؛ كما تُشير إلى الاتصال الذي يحدث بين هذه الأشياء والأجهزة والأنظمة الأخرى التي تدعم الإنترنت، ويمكن أن تكون هذه الأشياء آلات أو مكونات مادية أو حيوانات أو حتى أشخاصًا. يسمح إنترنت الأشياء (IOT) بالاتصال بالإنترنت بما يتجاوز الأجهزة التقليدية؛ مثل: أجهزة الحاسوب والهواتف الذكية، ويمتد إلى مجموعة متنوعة من الأشياء اليومية. من الأمثلة على أشياء الإنترنت هي منظمات الحرارة التابعة لجهاز التكييف، السيارات، المصابيح المنزلية، الساعات المنبهة وغيرها الكثير" (معجم المصطلحات التقنية،2020، ص510).

النظم الآلية المتكاملة لإدارة المكتبات Integrated Library Management System:

"نظم برمجيات لخزن وإدارة مصادر المكتبات وخدماتها، وتدعم أنشطة ووظائف المكتبات المختلفة كالاقتناء، والفهرسة، ومتابعة الدوريات والسلاسل، إضافة إلى الفهرس المتاح على الخط المباشر (OPAC)، وإدارة محتوياته، كما تدعم الخدمات المختلفة للمكتبة كالإعارة، والإعارة بين المكتبات" (Levine-Clark, 2013, p.63).

منصات إنترنت الأشياء IoT Platforms:

"تطبيقات برمجية محلية أو خدمة سحابية تراقب باستمرار وتدير وتتحكم في أنواع مختلفة من نقاط النهاية. تُعدّ منصة إنترنت الأشياء في قلب إدارة المِظلة الواسعة من الأجهزة التي تندرج تحت إنترنت الأشياء، وتوفر عادةً إمكانيات البنية التحتية على نطاق الإنترنت لدعم أنظمة إنترنت الأشياء القياسية منها والمتقدمة" (معجم المصطلحات التقنية، 2020، ص510).

2/ إشكالية الدراسة:

تُعدّ مِنصـــات تطوير تطبيقـات إنترنـت الأشـــياء من أحـدث التقنيـات التكنولوجيـة المســتخدمة حديثًا؛ حيث إنها تُمكِّن المطورين وتســاعدهم في الحد من وقت تنفيذ المهامّ المطلوبة، وتقليل المخاطر، وتقليل تكلفة التطوير، وعلى الرغم من أهميتها وحداثتها، فلم نجد دراســة - حتى الآن - تتناول تفصــيلًا إمكانات التقنية الناشــئة في مجال المكتبات والمعلومات بالجامعات المصــرية والجامعات العربية، وتوضــيحَ تفاصــيلها وخطوات الإفادة منها؛ لتطوير نظم إدارة المكتبات.

3/ أهمية الدراسة:

تكمن أهمية الدراســة في كونها تســع لعرض الجوانب ذات العلاقة بموضــوع منصــات تطوير تطبيقات إنترنت الأشـياء؛ حيث لم يحظ هذا الموضـوع بالاهتمام الكافي على المسـتويين الوطني أو الإقليمي؛ سواء على مستوى البحث أو على مستوى التطبيق؛ حيث إن هذه المنصات توفر خدمات وأدوات سـهلة الاسـتخدام، ومن ثَمَّ تُقلّل من نسـبة الأخطاء عند تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء وبنائها.

4/ أهداف الدراسة:

1- رصد أهمية منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء، وخصائصها، واستخداماتها.
2- تحديد المتطلبات البرامجية لاستخدام منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء.
3- عرض أهم نماذج منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء.
4- تحديد معايير اختيار منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء.

5/ تساؤلات الدراسة:

1- ما أهمية منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء، وخصائصها، واستخداماتها؟
2- ما المتطلبات البرامجية لاستخدام منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؟
3- ما أهم نماذج منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؟
4- ما معايير اختيار منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؟

6/ مجال الدراسة وحدودها:

تتناول الدراسة موضوع منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء بمختلف جوانبه، وذلك منذ عام 2014م؛ وهو تاريخ بداية ظهور المنصات، وحتى بداية عام 2024م. واعتمدت الدراسة

على مصادر المعلومات في كلٍّ من الشكلين الورقي والإلكتروني، وبجميع أنواعها؛ سواء كانت مقالاتٍ، كتبًا، رسائلَ جامعيةً، فصولًا من كتب، أعمالَ مؤتمراتٍ، دون التقيُّد بحدود جغرافية.

7/ منهج الدراسة وأدواتها:

تعتمد الدراسة على المنهج الوصفي لعرض الجوانب الفرعية المرتبطة بموضوع منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء، بما يشتمل على جوانب الموضوع المختلفة؛ للتعرف على أهميتها وخصائصها واستخداماتها المختلفة، وأيضًا لتحديد معايير اختيار المنصات، اعتمادًا على الملاحظة المباشرة من خلال الجلسات العلمية على الخط المباشرة.

8/ ماهية منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء وخصائصها واستخداماتها:

1/8 ماهية منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء:

مع ظهور العديد من تطبيقات إنترنت الأشياء التي تواكب التطورات التكنولوجية؛ لسد احتياجات التحول الذكي، ويساعد ذلك في التفكير حول أدوات تسهل من بناء تطبيقات بشكل أسرع، والاحتفاظ بالكود البرمجي "Source Code" للتطبيقات؛ حيث يُستعان بها أثناء بناء تطبيقات جديدة، فقد أدّى ذلك إلى ظهور منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء، وأطلق عليها معظم الباحثين منصات إنترنت الأشياء، ويُعدّ هذا المصطلحُ الأكثرَ استخدامًا في الدراسات المختلفة، وفيما يلي عرض لبعض التعريفات المختلفة من وجهات نظر متعددة حول المنصات؛ فقام كلٌّ من (Infante-Moro et al., 2021) بتعريفها على أنها برامج تسمح بتوصيلِ الأجهزة المختلفة، وبالتحديد أجهزة الاستشعار والمشغلات والمعدات الصناعية المستخدمة في البيئة الرقمية، وإنشاءِ شبكة تُمكِّن هذه الأجهزة من التواصل ببعضها والخروج بمؤشرات ومعلومات ذات قيمة للمؤسسات التي تستخدم هذه المنصات، وأكَّد على هذا التعريف كلٌّ من (Chafi et al., 2022) بأنها عبارة عن حلول وسيطة تقوم بربط أجهزة إنترنت الأشياء بالخوادم السحابية أو المنصات السحابية، التي تساعد على تبادل البيانات بسلاسة ومرونة عبر الشبكة، حيث تعمل كوسيط بين التطبيق المستخدم والأجهزة، والهدف الرئيس منها مراقبة البنية التحتية للمؤسسات القائمة على هذه المنصات.

أيضًا وضّح كلٌّ من (Failing et al., 2023) أن منصات إنترنت الأشياء المستخدمة هي أداة قوية لتوصيل أجهزة إنترنت الأشياء بسرعة وسهولة لإدارتها وإتاحتها، وبالتالي سهولة إنشاء

نصـوص برمجية لإنجاز الإجراءات أو الخدمات المطلوبة. أيضًـا وضّـحا بأنها تُعدّ قاعدة بيانات لتخزين البيانات من أجهزة إنترنت الأشـياء المسـجلة والوظائف التي تتيح للمسـتفيدين تطوير البرمجيات لسـد الاحتياجات اللازمة. كما أكّدا على أنه يتم تعريف أجهزة إنترنت الأشـياء وَفْقًا للتعريف القياسـي "W3C (The World Wide Web Consortium)"، ويتم تشـفير مواصـفاتها وسماتها الخاصة، وإضافة قيم وصف الخدمات التي تقوم الأجهزة بتنفيذها، واتضح من خلال هذا التعريف وجود معايير عالمية لا بد من اتباعها أثناء العمل؛ لتجنب حدوث أي مشـكلات أمنية برامجية قد تعرض المؤسسات للاختراقات الإلكترونية.

أيضًا ذكرت "IHS Technologies" -وهي شركة لتصميم المنتجات الإلكترونية وتطويرها، وبالتحديد في إنترنت الأشياء- أنها "مجموعة برامج قائمة على خوادم سحابية تتيح الخدمات التي تدعم تقنيات إنترنت الأشياء المتطورة"، كما تؤكد على أن الذكاء الاصطناعي هو المحرك الأساس لإنترنت الأشياء، وهي مُهمة في المرحلة الحالية التي يطلق عليها بالفعل الثورة الخامسة (Lucero, 2016).

أيضًـا ذكر كلٌّ من (Fahmide & Zowghi, 2020) أنها مجموعة من الكيانات التي تدعم تقنية (IOT)، بما في ذلك الكائنات الذكية المادية؛ مثل: أجهزة الاسـتشـعار، والكاميرات، والعلامات الذكية، وعلامات التتبع، بالإضافة إلى خدمات وأنظمة برامجية متصلة تعمل معًا، وعادةً ما تقوم بجمع ومعالجة كمية هائلة من البيانات الناتجة عن كيانات المؤسسات والأماكن الذكية بطريقة آنية؛ لتحسين الخدمات وَفْقًا للاحتياجات، ومن ثَمَّ تُعدّ منصات إنترنت الأشياء العمود الأساسي للتحول الذكي في جميع دول العالم.

بينما عرّفها كلٌّ من (Martikkala et al., 2021) بأنها "البرامج الوسيطة والبنية التحتية التي تُمكِّن المستفيدين النهائيين من التفاعل مع الكائنات الذكية". في هذا السياق يُفهَم أنها أداة تكامل أجهزة الاستشعار والخدمات من خلال معالجة البيانات وتحليلها.

بينما وصفها كلٌّ من (Fahmideh et al., 2021) بأنها مستوى تكامل يسمح بربط مجموعة من الكيانات معًا، ويمكن أن تكون هذه الكيانات أجهزة افتراضية أو أجهزة استشعار مادية تستقبل بيانات مهمة، أو محركات للتحكم في بعض الكيانات دون تمثيل مادي (بشكل افتراضي)، وفي معظم الحالات يتحقق ذلك ببساطة من خلال بعض أكواد البرمجة، أما في حالة عدم قدرة الجهاز المادي على الاتصال مباشرة بمنصة إنترنت الأشياء، فهناك حاجة للاستعانة

بمكوّن آخر يتوسط هذا الاتصال، عادة ما يسمى هذا المكون بالبوابة (Portal)؛ ويمكن أن يكون إما ماديًا (جهاز فعلي) وإما قائمًا على البرمجة؛ ويوفر عادةً نقطة تكامل للأجهزة التي تستخدم العديد من التقنيات اللاسلكية، كما يمكن استخدامها نقطة تكامل لشبكات أماكن واسعة. أيضًا وصفها كلٌّ من (Markfort et al., 2021) بأنها برمجيات توصيل الأشياء بالإنترنت، وإتاحة البيانات المستنبطة من الأجهزة وطرق الاستفادة منها؛ حيث يتم تحويل هذه البيانات بدورها إلى خدمات رقمية ذكية جديدة، مما ينتج عنها تطبيقات مبتكرة جديدة لبرمجيات تخدم المؤسسات.

كما أكّد كلٌّ من (Fahmideh et al., 2021) على رأي (Fahmide & Zowghi, 2020) في أن منصة إنترنت الأشياء تُعدّ عنصرًا أساسيًا في بيئة النظم الذكية، وعلى أنها بيئة برمجية وسيطة متكاملة تعتمد على تمكين التقنيات؛ كالحوسبة السحابية، ومنصات تحليل البيانات الضخمة، والأنظمة السيبرانية؛ لتوفير بنية تحتية وخدمات أساسية تُمكِّن من تطوير تطبيقات جديدة مبتكرة وتكاملها مع بعضها، أو مع تطبيقات أخرى في مجالات مختلفة.

يتضح من التعريفات السابقة أن منصات إنترنت الأشياء تُعدّ من أهم الوسائل التي يمكن من خلالها إنشاء روابط برامجية بين أجهزة إنترنت الأشياء المختلفة مع التطبيقات البرامجية المتنوعة؛ ومن ثَمَّ يمكن توصيل مئات من أجهزة الاستشعار. أيضًا يوجد جزء مهم لكل منصة يطلق عليه مرحلة الإدارة أو الجزء الفرعي الخاص بالإدارة؛ حيث يجب أن تكون قادرة على التحكم في التسجيل والإشراف على جميع الكيانات التي تتفاعل مع بعضها (الأجهزة، والبوابات، والتطبيقات)، ومن ثَمَّ لا بد من توفر آلية قائمة على التحكم في الوصول "Access control (ACL)"؛ لتقييد القائمين عليها بشكل انتقائي؛ للوصول إلى الكيانات الفردية وبياناتها، وهذه العملية يطلق عليها تحديد الصلاحيات لكل حساب داخل المنصة.

ومن الواضح أن ظهور منصات إنترنت الأشياء يعتبر نوعًا جديدًا من نظم المعلومات المطورة، وبالنظر إلى هذا الاتجاه فإن استكشاف دورة الحياة الهندسية لإدارة المنصات أمر مهم؛ حيث يأخذ الأسبقية عن الاتجاهات الأخرى؛ كاستخدام التقنيات المتخصصة لتطوير التطبيقات والنظم الأخرى (Fahmide & Zowghi, 2020).

2/8 خصائص واستخدامات منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء:

رغم حداثة ظهور منصـات تطبيقات إنترنت الأشـياء، فإن لديها إمكانات هائلة لتطوير تطبيقات للمدن الذكية بشكل عامّ، وتطبيقات لتطوير المكتبات الذكية بشكل خاص؛ استنادًا إلى دراسة قدّمها (Markit & Lucero, 2016) وأخرى قدّمها (Chen, 2022)، توضحان مجموعة متنوعة من الخصائص والاستخدامات الخاصة بهذه المنصات وَفْقًا لمستخدميها:

أولًا بالنسبة للمطورين والمبرمجين:

- تقليل العقبات التي تواجه مطوري إنترنت الأشـياء ومقدمي الخدمات الذكية والقائمين عليهـا، حيـث تمكّنهم من التركيز على القيم المضـافـة التي يوفرهـا التطبيق ومرونـة الاسـتعانة بمصـادر أخرى لإضـافة امتيازات ووظائف قد تكون مشـتركة في مجالات أخرى، وهذا يقلل من الوقت اللازم للتسويق والاستثمارات والخبرة المطلوبة والمخاطر.
- تُمكّن من سـهولة أَتْمَتَة الإضـافات المطلوبة لدعم خدمات إنترنت الأشـياء التي تتطلب الكثير من الوقت والجهد وتكاليف إضافية.
- تسـاعد في دمج بيانات الأجهزة والاتصـالات مع بيانات العملاء والتخطيط الجيد لموارد المؤسـسـات، بالإضـافة إلى اسـتخدام بيانات من مصـادر أخرى خارج المنصـة؛ مثل: البيانات الاجتماعية وغيرها من البيانات المتنوعة.

ثانيًا: بالنسبة لمؤسسات المعلومات:

- تتيح للمؤسـسـات بالمجالات المختلفة إدارة الآلاف والملايين والمليارات من الأجهزة وإدارة الاتصالات عبر عدة تقنيات وبروتوكولات مختلفة.
- تطوير البيئة العملية للمؤسسات؛ تصبح أكثر ملاءمة وكفاءة واستقلالية.
- تمكِّن المسـتخدمين من تثبيت مجموعة من تطبيقات إنترنت الأشـياء في المواقع أو المساحات المراد التحكم بها بشكل ذكي.
- تصـميم تطبيقات تعتمد على نموذج الإجراء المشـغل "trigger-action paradigm" من قبل مؤسـسـات عالمية؛ فهو نمط برمجي يعتمد على تفعيل (Trigger) حدث محدد لتشغيل (Action) إجراء معين، ويُنفَّذ الإجراء بشكل تلقائي عند حدث محدد، مما يتيح تنفيذ سيناريوهات معقدة بسهولة وفعالية. كما أنه يعتمد على استقبال المعلومات من

بيئة الجهاز الخارجية ، وعند اكتشاف حركة، يُرسِل التطبيق أمرًا للتحكم في الجهاز؛ كتشغيل الضوء. وبالمثل، يمكن لأمر الإجراء المُرسَل من تطبيق أن يؤدي إلى تغيير حالة الجهاز، مما قد يتسبب في تشغيل تطبيقات أخرى، ومن ثَمَّ تحدث سلسلة من التفاعلات غير المتوقعة بين تطبيقات إنترنت الأشياء في بيئة معقدة. على سبيل المثال؛ قد يحتوي تطبيق على قاعدة "تشغيل الضوء عندما يكون الظلام (الإضاءة أقل من الحد الأدنى)"، مما يُمكِّن تطبيقًا آخر؛ كقاعدة "فتح النافذة عند تشغيل الضوء".

- إمكانية التحكم في جهاز واحد بواسطة أكثر من تطبيق.
- تشغيل تطبيقات متعددة بواسطة المشغل نفسه في الوقت نفسه، حيث قد يرسل تطبيقان إجراءات متضاربة تحت نفس المشغل إلى نفس الجهاز. على سبيل المثال؛ قد يحتوي تطبيق واحد على مشغل قاعدة الإجراء "تشغيل الضوء عند اكتشاف الحركة"، بينما يحتوي تطبيق آخر على قاعدة "إطفاء الضوء عند اكتشاف الحركة".

1/9 النشأة والتطور:

لقد نشأت وتطورت منصات إنترنت الأشياء (IoT) بشكل كبير في السنوات الأخيرة، والفكرة الأساسية وراء ظهورها هي ربط الأشياء التي تُستخدَم بشكل يومي بالإنترنت؛ لجعلها قادرة على التفاعل وتبادل البيانات والمعلومات مع بعضها دون تدخل البشر.

وقد شهد قطاع منصات إنترنت الأشياء نموًا سريعًا منذ ظهوره، حيث تضاعفت ثلاث مرات تقريبًا من 260 منصة إلى حوالي 720 في السنوات الخمس الماضية؛ وَفْقًا لـ"IoT Analytics"، لكن مصطلح "منصة إنترنت الأشياء" لا يزال غامضًا إلى حدٍّ ما، وإن كان شائع الاستخدام بين الأكاديميين على حدٍّ سواء (Markfort et al., 2021). وأكّد كلٌّ من (Infante-Moro et al., 2021) على وجود تزايد في عدد المنصات باستمرار؛ ففي عام 2015م كان هناك 260 منصة؛ بينما عام 2017م كان هناك 450، وعام 2019م كان هناك 620، مما يؤدي إلى أن تصبح عملية اختيار منصة إنترنت الأشياء معقدة؛ حيث يعتمد قرار الاختيار على مجموعة من المعايير أو العوامل التي يجب أخذها في الاعتبار، كما توضح أن الدولة التي تمتلك أكبر حصة سوقية لإنترنت الأشياء في أوروبا هي (المملكة المتحدة، بحصة سوقية بلغت 23٪ في عام 2020).

ووفقًا لتقرير IoT Platform Companies and Database 2020، فإن هناك أكثرَ من 620 منصة لإنترنت الأشياء. كما أشارت شركة الاتصالات العالمية "Onomondo" إلى وجود أكثر من 630 منصة تقدّمها أكثر من 180 دولة.

ولوحظ مما سبق أنه يوجد خلال عامَيْ 2019م و2020م عدد المنصات نفسه، أو قد يكون هناك ظهور لنحو منصة أو منصتين فقط، ولكن لم يُذكر ذلك بشكل واضح وصريح خلال الدراسات العلمية أو تقارير الشركات المختصة.

أيضًا جاءت مبادرة المنصات الأوروبية لإنترنت الأشياء " The IoT-European (IoT-EPI) Platforms Initiative" لزيادة الابتكار في أبحاث إنترنت الأشياء في أوروبا؛ وكان الغرض الرئيس للمبادرة هو تطوير منصة متكاملة تتكون ديناميكيًا من عدة تقنيات، بينما تدرس المبادرة (IoT-EPI) نظامًا أساسيًا لتزويد إنترنت الأشياء بأجهزة متصلة متنوعة في الويب للمستفيدين في بيئة ذكية (Koo & Kim, 2022).

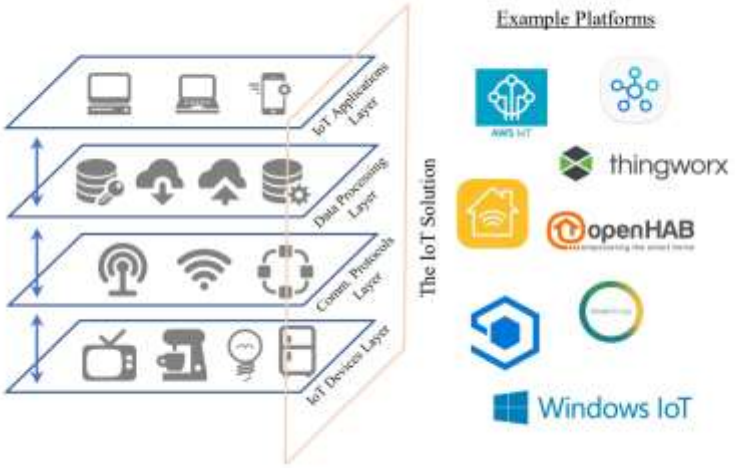
كما أن وصف الباحثين لمنصات إنترنت الأشياء على أنها شبكة لمجموعة من الأجهزة -غير كافٍ لفهم خطوات العمل التي يتم تنفيذها بشكل متكامل؛ فعملية ربط الأجهزة معًا لا تضمن بالضرورة أنها سوف تعمل بالشكل المطلوب، ولذا فإن منصات إنترنت الأشياء تتطلب عملًا مشتركًا لتوصيل الأجهزة؛ منها استخدام تطبيقات متخصصة وبروتوكولات اتصال محددة، وأيضًا قدرات معالجة للبيانات. ولضمان عمل المنصات بشكل صحيح، يجب أن يكون هناك ترابط وتكامل بين المتطلبات التالية:

(1) أجهزة إنترنت الأشياء IoT Devices.

(2) بروتوكولات الاتصال Communication Protocols.

(3) معالجة البيانات Data Processing.

(4) تطبيقات إنترنت الأشياء IoT Applications.



الشكل رقم (1) مراحل منصات إنترنت الأشياء

(Babun et al., 2021, Figure 1, p.3)

كما يتضح من الشكل رقم (1)، فإن منصات إنترنت الأشياء تعمل بصفتها جسرًا إلكترونيًا؛ لتمكين التفاعل بين مختلف المراحل، ومن ثَمَّ تقدم بنية برمجية تسمح لكل مرحلة بالتفاعل مع الأخرى وتنفيذ مهامَّ محددة لتطبيقات إنترنت الأشياء. كما أنها توفر البرمجيات اللازمة والقدرات التنفيذية للتفاعل مع أجهزة إنترنت الأشياء المدعومة، وتُمكِّن من تواصل الأجهزة مع بعضها ومعالجة البيانات التي يتم جمعها، بالإضافة إلى تيسير التفاعل بين الموارد البشرية والبيانات المجمعة، وتحليلها لاستخلاص مؤشرات واتخاذ قرارات مستنيرة.

وبسبب التنوع الكبير في برمجيات إنترنت الأشياء وتطبيقاته، توفر كل منصة أدوات محددة لحل مشكلات معينة، مما يسهم في تكامل الأجهزة والبرامج مع تطبيق محدد. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم كل منصة طرقًا مختلفة لضمان الاتصال بين الأجهزة والخوادم، وتنفيذ آليات الأمان لحماية البيانات، بالإضافة إلى ضمان حماية المعلومات الخاصة بالمستفيدين والأنظمة المختلفة. كما أنها تُعدّ عنصرًا أساسيًا في اتصال الشبكة بأجهزة متنوعة؛ مثل: أجهزة الاستشعار ونقاط الوصول، وتقدم الخدمات الضرورية للمستفيدين. ومن ثَمَّ بدأت المؤسسات القائمة على تقنيات تكنولوجيا المعلومات تهتم بمنصات إنترنت الأشياء؛ لتنفيذ ودمج الجيل المستقبلي من التطبيقات المستندة إلى الإنترنت كثيفة البيانات؛ حتى توفر

منصـات إنترنت الأشـياء البنية التحتية المطلوبة والخدمات الأسـاسـية للاتصـال وإدارة كمية كبيرة من البيانات، والتعامل مع مجموعة كبيرة ومتنوعة من الكائنات الذكية وتحسـين قابلية التوسع. أيضًا تشير التنبؤات المستقبلية إلى أن النمو المتسارع وتنوع المنصات الحالية يوفران مرونة الاختيار، ولكن على الجانب الآخر فإنها تشير إلى أنه قبل الاشتراك في استخدام المنصات، يحتـاج المسـتفيـدون إلى ضـمـان جودة المنصـات من خلال اسـتخـدام المنصـة فترة تجريبية (Fahmideh et al., 2021)، وبالفعل هناك منصات تتيح ذلك، وهذا موضح في الجزء الخاص بنماذج لأهم منصات إنترنت الأشياء.

ووفقًا للتقارير التكنولوجية النهائية لإحصائيات إنترنت الأشياء التي قدّمها موقع (Findstack) بدايةً من عام 2021م، تم تثبيت ٣٥.٨٢ مليار جهاز لإنترنت الأشياء في جميع أنحاء العالم، و75.44 مليارا بحلول عام 2025م، حيث إن المنازل الذكية أو أَتْمَتَة المؤسسات الذكية تحتاج إلى أنواع مختلفة من أجهزة إنترنت الأشياء المكلفة؛ بما في ذلك الأجهزة المنزلية، والإضاءة، والتدفئة، وأنظمة التبريد، والعديد من أنظمة الأمن والسلامة. كما يمكن مراقبة أجهزة إنترنت الأشياء والتحكم فيها عن بُعد من خلال منصات إنترنت الأشياء، ومن ثَمَّ فهو نظام بيئي يربط جميع أجهزة إنترنت الأشياء في قطاع خاص بهم على المنصة، كما يوفر أدوات برمجية تسمح للمبرمجين بتطوير تطبيقات إنترنت الأشياء الخاصة بهم وإتاحتها، وتساعدهم في إدارة أجهزتهم المختلفة. وفي السنوات الأخيرة جرى تطوير عدد من المنصات للتحول الذكي الخاص بالأماكن؛ مثل: "SmartThings" من سامسونج، و"OpenHAB" و"HomeKit" من "Apple" و"HomeAsistant" (Chen, 2022).

أيضًا تطورت منصات (IoT) بشكل كبير منذ بدايتها، وهناك بعض النقاط البارزة في تطورها:

1- **تطور الاتصـالات اللاسـلكية:** حيث إن تقنيات الاتصـال اللاسـلكية؛ مثل: (Wi-Fi)، و(Bluetooth)، وشـبكات الجيل الخامس (5G) شـهدت تطورات هائلة، مما جعل توصيل الأجهزة بالإنترنت أسهل وأكثر كفاءة.

2- **تقدم في أجهزة الاسـتشـعار:** تحسـنت تقنيات الاسـتشـعار بشـكل كبير، مما سـمح بتطوير أجهزة إنترنت الأشـياء التي تسـتطيع رصـد وقياس مجموعة متنوعة من البيانات بدقة عالية.

3- **تطوير الخوادم السحابية:** أصبح من الممكن معالجة وتحليل البيانات الضخمة التي تنتجها أجهزة (IoT)، سواء عبر خوادم سحابية أو في المواقع اللامركزية المحلية، مما يسهل استخدام هذه البيانات لاستخلاص الإنجازات واتخاذ القرارات.

4- **تنوع الاستخدامات:** وذلك بدأ من المدن الذكية، إلى الزراعة الذكية، والصناعة الذكية، والرعاية الصحية الذكية، ومؤسسات المعلومات، والمكتبات الذكية، وغيرها؛ حيث شهدت منصات (IoT) تنوعًا كبيرًا في استخداماتها وتطبيقاتها.

ومن المتوقع أن تستمر منصات (IoT) في التطور بشكل متسارع في السنوات القادمة، مع تقدم تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخم، وغيرها من التطورات الحديثة.

2/9 أنواع منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء:

صُنفت منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء إلى أكثر من فئة، كما يتضح من الجدول رقم (1)، وتمثلت في كلٍّ من:

أولاً التصنيف بشكل عام:

قسَّم كلٌّ من (Farhat et al., 2022) منصات إنترنت الأشياء إلى فئتين، وهما:

1 - منصات إنترنت الأشياء الأفقية Horizontal IoT platforms.

2 - منصات إنترنت الأشياء الرأسية التقليدية Traditional vertical platforms.

جدول رقم (1) أنواع منصات إنترنت الأشياء

وجه المقارنة	Horizontal IoT platforms	Traditional vertical platforms
التعريف	هي منصات عامة لا تستخدم تطبيقات إنترنت أشياء محددة، ولكنها توفر الأدوات والمميزات اللازمة لإدارة الأجهزة والبيانات عبر التطبيقات المختلفة في جميع المجالات المختلفة.	هي منصات متخصصة للتعامل مع تطبيقات محددة، ولا يمكن الاستعانة بها في حالة تغيير التطبيقات المستخدمة لها.
الهدف	– تعمل على تكامل أجهزة إنترنت الأشياء المختلفة على مستوى البيانات؛ لتوفير إمكانية التشغيل البينيّ للبيانات بين التقنيات المختلفة.	مُصمَّمة لخدمة تطبيق محدد، أو لحلّ مجموعة من المشكلات داخل تطبيق محدد.

وجه المقارنة	Horizontal IoT platforms	Traditional vertical platforms
	– تقدم قسمًا خاصًا لإدارة بيانات جميع الأجهزة المتصلة وتأمينها.	
تقنيات الاتصال المستخدمة	Wi-Fi Bluetooth	لا يوجد
بروتوكولات اتصال	بروتوكول Constrained Application Protocol (CoAP) بروتوكول Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)	لا يوجد
مميزات	– تنشئ إمكانية التشغيل البينيّ للبيانات بين الأجهزة غير المتشابهة، بغض النظر عن تقنياتها. – تقلل من احتمالية اختراق نظام إنترنت الأشياء. – قد تُستخدَم بصفتها نظامًا متكاملًا لإدارة جميع تطبيقات إنترنت الأشياء المستخدمة لتطوير مكان ما. – هناك منصات تجارية يمكن استخدامها لأكثر من مكان، ويُستعان بها عن طريق الاشتراك في الخدمات والأدوات المقدمة؛ مثل: (Amazon AWS) و(Google Cloud). – توفر سهولة توصيل أجهزة إنترنت الأشياء المختلفة. – تُمكن المبرمجين من إنشاء واجهات برامجية للتطبيقات الخاصة بهم (APIs).	– تُقدم للمستفيد النهائي مجموعة محددة من الاختيارات أو الخصائص المحددة لإدارة التطبيق حسب المنصة المستخدمة.

ثانيًا التصنيف وفقًا للبنية التحتية:

بالنسبة لأنواع منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء، عرض (Martikkala et al., 2021) بشكل مبسط تقسيم المنصات وفقًا للبنية التحتية؛ حيث هناك أنواع مختلفة؛ فمنها القائمة على خادم داخلي (Local Server) ، ومنها القائمة على الخوادم السحابية (Cloud server)، ومنها القائمة على أجهزة محلية وخوادم سحابية (Cloud server & Local server) في الوقت نفسه.

ومما سبق يتضح وجود تنوع لمنصات إنترنت الأشياء؛ مما يؤدي إلى حدوث تشتُّت بين المبرمجين والباحثين -وكذلك المستفيدون النهائيون- أثناء اختيار الأفضل من بينهم، كما أنه هناك العديد من منصات إنترنت الأشياء التي تتوافق جزئيًا مع المعايير العالمية؛ حيث هناك اختلاف في أنظمة التشغيل ولغات البرمجة والأجهزة المادية التي لها خصائص مختلفة؛ وبناءً على ذلك يجد المبرمجون صعوبة في الوصول إلى أفضل منصة، وأيضًا المستفيدون النهائيون يحتاجون إلى تجربة أكثر من منصة وفهم الأجهزة المتوافقة معهم، وهذه تُعدّ من التحديات التي تواجه استخدام المنصات.

10/ بنية منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء ومكوناتها الوظيفية:

1/10 بنية منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء:

وُجد أن بنية منصات إنترنت الأشياء تتكون من عدة مراحل وفقًا للتطورات التكنولوجية؛ حيث تُستنبَط بنيةُ المنصاتِ الأساسيةُ من بنية إنترنت الأشياء التي تتكون من الأشياء، والبوابات، والبنية التحتية للشبكة، والبنية التحتية السحابية؛ فتشتمل الأشياء على: أجهزة استشعار ومشغلات تسمح باتصال البيانات وجمعها، والبوابة: هي وسيط بين الأشياء والبنية التحتية للشبكة أو السحابة، وكذلك تتحكم البنية التحتية للشبكة في البيانات أو المعلومات وتقوم بتأمين البيانات، وتُستخدم البنية التحتية السحابية لتخزين البيانات والحوسبة، فهي تُعدّ خادمًا سحابيًا.

ولقد ساعد تطور أدوات إنترنت الأشياء إلى تحسين بنية المنصات التحتية، ومن ثَمَّ ظهرت بنية جديدة متقدمة ومطورة ومتخصصة؛ لبناء تطبيقات إنترنت الأشياء وتطويرها؛ وتكونت من عدة مراحل، وفقًا لدراسة (Fahmideh et al., 2021)، كما يتضح في الشكل رقم (2)؛ وهي:

المرحلة الأولى: واجهة المستخدم User Interface

توفر هذه المرحلة التفاعل بين المستفيدين وخدمات المنصة الأساسية؛ من خلال توفير وحدة تحكم لعرض المعلومات، والتقارير، والرسائل، والإشعارات، ورسومات للمساحات ثلاثية الأبعاد، والخرائط ثنائية الأبعاد؛ بحيث يُمكن للمستفيدين الحصول على الخدمات اللازمة وفقًا لاحتياجاتهم.

المرحلة الثانية: التطبيقات The Applications

تضم هذه المرحلة النظم البرمجية "Software Systems"؛ مثل: نظم الأعمال المهمة "Mission Critical Business"، نظم تخطيط موارد المؤسسات " Enterprise Resource (ERP) Planning"، وتطبيقات الهاتف المحمول "Mobile Applications"، وتطبيقات/ تقارير تحليلات الأعمال "Business Analytics Applications\ Reports"، والخدمات الخلفية " Back-End Services"، وتطبيقات الإدارة والمراقبة "Monitoring Applications"، كما تتيح هذه المرحلة للمستفيدين تلقي البيانات من الكائنات الذكية والخدمات الخلفية "Backend services"؛ التي تتيح للمبرمجين إنشاء الواجهة الأمامية الخاصة بهم بسهولة؛ حيث يتم تنفيذُ خوارزميات معالجة البيانات، وإرسالُ النتائج مرة أخرى إلى المستفيدين.

المرحلة الثالثة: الخدمات The Services

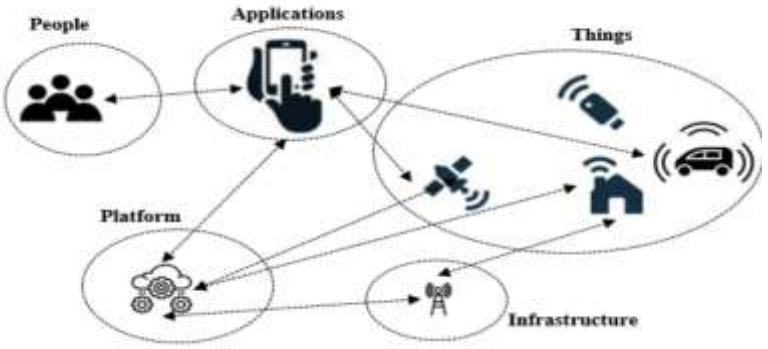
توفر هذه المرحلة خدمات الواجهة الخلفية "Backend services" لـ(IoT) (الخدمات الخاصة بقواعد البيانات القائمة عليها المنصة)، والأمامية المتمثلة في برمجة التطبيقات "Application Programming Interfaces (APIs)" المطلوبة لتطوير التطبيقات وفقًا لاحتياجات كل مبرمج، كما أن هذه المرحلة تعمل على الحد من التكلفة والجهد المبذول لتنفيذ تطبيقات المرحلة الثانية.

المرحلة الرابعة: البيانات The Data

تحتفظ هذه المرحلة ببيانات المصادر المختلفة المتاحة بالبيئة التشغيلية؛ مثل: بيانات الوقت الفعلي من أجهزة الاستشعار، والبيانات الجغرافية المكانية، والبيانات التاريخية، والبيانات الاجتماعية أو الشخصية المرتبطة بالباحثين، وغيرها.

المرحلة الخامسة: البنية التحتية The Infrastructure

توفر هذه المرحلة أجهزة معالجة البيانات وتخزينها، والحوسبة والترابط بين مراكز البيانات والخوادم والكائنات الذكية، عبر بروتوكولات اتصال الشبكة المختلفة.



شكل رقم (2) بنية منصات إنترنت الأشياء

(Fahmideh et al., 2021, Figure 1, p. 590)

لكن في دراسة كلٍّ من (Sukaridhoto et al., 2023) -وبعد عمل مقارنة بين عدة بنيات منصات إنترنت الأشياء وتحليلها- توصلا إلى سبع مراحل نموذجية لبنية المنصات؛ وذلك وَفْقَ أحدث التطورات التكنولوجية؛ وتمثلت في:

1- الأجهزة المادية "Physical Devices": الأجهزة التي يمكن التحكم فيها ومراقبتها بواسطة المنصة.
2- الاتصال "Connectivity": بروتوكول اتصال لتوصيل الجهاز الفعلي بالخدمة السحابية.
3- حوسبة الحافة "Edge Computing": معالجة البيانات وتحويلها.
4- تخزين البيانات "Data Storage": نظام قاعدة البيانات لتخزين بيانات إنترنت الأشياء وإدارتها.
5- استخراج البيانات "Data Abstraction": تجريد واجهة البيانات للتطبيقات.
6- التطبيق "Application": تطبيق إعداد التقارير والتحليلات والتحكم في النظام.
7- التعاون والعمليات التجارية "Collaboration and Business Processes": الأشخاص والعمليات التجارية التي تستخدم تطبيقات أو إنترنت الأشياء أو بياناته.

2/10 المكونات الوظيفية لمنصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء:

يتطلب إنشـــاء منصـــة فعالة ووظيفية بعض المكونات الرئيســـة؛ لفهم جميع العمليات الأساسية، ووفقًا لذلك لا بد من وجود مواردَ بشرية قادرة على فهم المنصة وتشغيلها، وتمثلت هذه المكونات في خمس عمليات أساسية؛ كما يتضح في الشكل رقم (3)، وهي كالتالي:

1/2/10 الحصول على البيانات Data Acquisition:

يتم من خلال هذه العملية ربط أجهزة الاستشعار بالمنصة، والتأكد من تعريفها على المنصـــة، وعمل اتصـــال لســـهولة طرق معالجة البيانات من خلال الأجهزة داخل الشـــبكات المختلفة؛ حيث قد يُستخدَم جهاز واحد في أكثر من شبكة.

2/2/10 تخزين البيانات Data storage:

هذه العملية مسئولة عن استمرار جمع البيانات الضرورية التي يتم الحصول عليها مسبّقًا من الأجهزة، ثم تتحكم عملية "معالجة البيانات" في النقل بين التخزين والعمليات الأخرى، كما ينتج عن هذه العملية غالبية سيناريوهات البيانات المخزنة؛ حيث يُنظر إليها على أنها سلاسل زمنية، وتُعالَج بوجه أفضل باستخدام تقنيات مختلفة.

3/2/10 معالجة البيانات Data Processing:

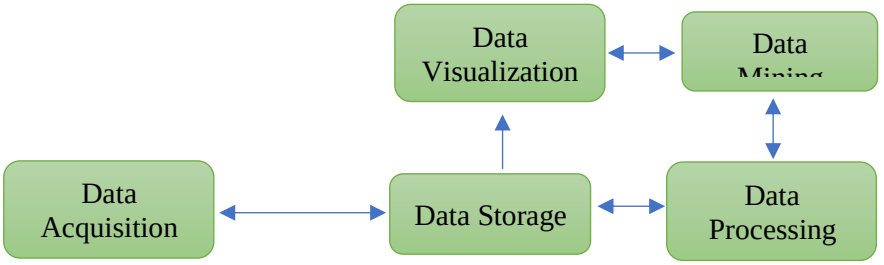
هذه العملية تتحقق من خلال طريقتين تتمثلان في المعالجة المجمعة "Batch Processing" ومعالجة الوقت الفعلي "Real-Time Processing"؛ وتتبع المعالجة المجمعة استراتيجية معالجة البيانات دفعةً واحدةً كبيرة، مما يوفر إمكانية الوصول العشوائي لجميع أجزاء البيانات، بينما تتطلب معالجة الوقت الفعلي توافر مستمر لموارد الحوسبة والشبكة.

4/2/10 تصور البيانات Data Visualisation:

هذه العملية تقدم البيانات المخزنة في أشكال رسومية، مما يؤدي إلى تصور فعال للمستفيد النهائي على تحليل البيانات والأنماط ذات الصلة وتفسيرها، كما يجعل البيانات المعقدة أكثر سهولة وقابلة للاستخدام في أي وقت، وخاصةً البيانات الضخمة.

5/2/10 التنقيب عن البيانات Data Mining:

تقوم هذه العملية بمعالجة البيانات؛ لتحديد الخصائص المهمة وفقًا للاحتياجات واكتشاف الأنماط والعلاقات المختلفة؛ للخروج بمعلومة جديدة أو استنباط معلومات تساعد في اتخاذ قرارات مهمة للتطوير.



الشكل رقم (3) مكونات منصات إنترنت الأشياء

11/ المتطلبات البرامجية لمنصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء:

لكي تعمل المكونات الوظيفية داخل المنصة، فلا بد من وجود أدوات برامجية تساعد على أدائها؛ وذلك لتحقيق الهدف من استخدام منصات إنترنت الأشياء، وقسّمها كلٌّ من (Markit & Lucero, 2016) بشكل مختصر إلى ما يلي:

1/11 مركز بيانات Data Center:

يُعد عنصرًا أساسيًا لتقديم خدمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات العامة؛ حيث تعتمد المؤسسات على الحوسبة المستضافة "**Hosted Computing**"، وتخزين البيانات، والتوجه الحالي للخوادم السحابية، كما تُعدّ "**Amazon**"، و"**Google**"، و"**Microsoft**" من أكبر مزودي الخدمات السحابية على مستوى العالم؛ فهي أحد أهم المتطلبات الوظيفية الضرورية لتطبيقات إنترنت الأشياء.

2/11 إدارة البيانات Data Management:

تركز على إدارة حركة البيانات بين التطبيقات من منظور جغرافي، كما أنها تمثل أحد الجوانب الرئيسة في تكامل البيانات من الأجهزة التقليدية وأجهزة الاستشعار عن بُعْد، مع البيانات من أنظمة "**(ERP)** Enterprise Resource Planning" و"**(CRM)** Customer Relationship Management" التقليدية، وقواعد البيانات مفتوحة المصدر، ووسائل التواصل الاجتماعي.

3/11 تمكين التطبيق Application Enablement:

تقدم أدوات تساعد مطوري إنترنت الأشياء ومنفذيه في إنشاء نماذج أولية سريعة وفعالة؛ لبناء تطبيقات إنترنت الأشياء وإدارتها، كما أنه قد يُقدَّم تمكين التطبيقات "**(AEPs)**

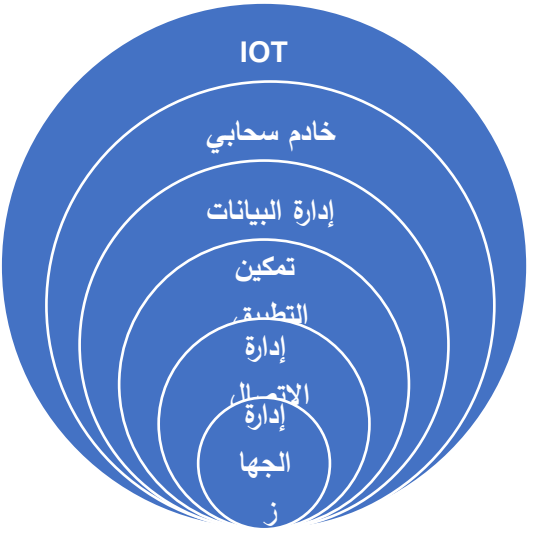
Application Enablement Platforms" على أساس منصة مستقلة، أو كونها جزءًا من منصة أكبر لإنترنت الأشياء.

4/11 إدارة الاتصال Connectivity Management:

هذا المتطلب قد يكون قابلًا للتطبيق بشكل خاص في سياق أدوات الاتصال، ولكنه ضروري في سياق الشبكات الخاصة واسعة النطاق؛ فهي تُعدّ جزءًا أساسيًا من منصات إنترنت الأشياء، وأيضًا فإن مبرمجي الهاتف المحمول والشركات التي تقدم مثل هذه الخدمات (مثل: "Jasper" و"Ericsson") يتيحون منصات إدارة الاتصال "Connectivity Management Platforms **(CMPs)**" على أساس مستقل، ويتمثل دورهم الأساسي في: توفير التزويد الآلي الذي يتم تجميعه عن بُعْد للأجهزة التي تدعم بطاقة (SIM) مباشرة من قبل العميل، واستكشاف الأخطاء وإصلاحها عن بُعْد، والمصادقة والأمان، وإدارة التنبيهات، وإدارة الاتصال مباشرة من قبل العميل (على سبيل المثال: تشغيل الاتصال، وإيقاف التشغيل، والتعليق، وما إلى ذلك).

5/11 إدارة الجهاز Device Management:

تُقدم شركات تزويد أجهزة إنترنت الأشياء هذا المتطلب بشكل منفرد (مثل: مزودي الوحدة والبوابة/ جهاز التوجيه)؛ لتسهيل اعتماد المستفيدين لهذه الأجهزة وتشجيعهم.



الشكل رقم (4) المتطلبات الوظيفية لمنصات إنترنت الأشياء

يوضح الشكل (4) السابق المتطلبات الوظيفية لمنصات إنترنت الأشياء، وذلك بالنسبة لبيئة تشغيل إنترنت الأشياء. ويُلاحَظ أن هذه المتطلبات غير موحدة في جميع المنصات؛ حيث هناك بعض المنصات التي تشتمل على عدد من هذه المتطلبات وليس كلها، بينما هناك منصات تشتمل على هذه المتطلبات كلها. أيضًا هذه الدراسة غير حديثة، وعلى الرغم من أهمية هذا العنصر فإنه لم يحظ حديثًا باهتمام كافٍ.

12/ نماذج لأهم منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء:

توالى ظهور منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء بشكل كبير مؤخرًا، ومنها ما يقوم على الخوادم السحابية، وذلك وفقًا للتطورات التكنولوجية. وقد وقع الاختيار على أهم المنصات التابعة لأكبر الشركات العالمية؛ لتحديدها ورصد إمكانياتها ومميزاتها، وذلك بالاعتماد على الجلسات العلمية والاطلاع على الدارسات المرتبطة بموضوع المنصات؛ ومنها دراسة (Antunes et al., 2021) ودراسة (Babun et al., 2021)، وتمثلت أهم نماذج المنصات فيما يلي:

جدول رقم (2) نماذج لأهم منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء

اسم المنصة	1- Amazon Web Services
الجهة المسئولة	**Amazon**. شركة
التعريف	هي منصة سحابية شاملة لجميع الخدمات والأكثر استخدامًا في العالم؛ حيث تقدم أكثر من 200 خدمة متميزة بالكامل من مراكز البيانات على مستوى العالم.
الهدف منها	تقدم خدمات كثيرة مواكبة للتطورات التكنولوجية؛ بدءًا من تقنيات البنية التحتية؛ مثل: الحوسبة، والتخزين، وقواعد البيانات، وصولًا إلى التقنيات الناشئة؛ مثل: التعلم الآلي، والذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء؛ مما يساعد في نقل التطبيقات الحالية إلى الخوادم السحابية أسرع وأسهل وأكثر فعالية، وذلك من حيث التكلفة وكيفية البناء.
المميزات	– تقدم أكبر مجموعة من قواعد البيانات المصممة خصوصًا لأنواع مختلفة من التطبيقات؛ بحيث يمكنك اختيار الأداة المناسبة لما هو مطلوب، والحصول على أفضل تكلفة وأداء. – تعتمد على بيئة حوسبة سحابية مرنة وآمنة؛ حيث تم بناء بنيتها التحتية الأساسية لتلبية متطلبات الأمان للجيش، والبنوك العالمية، والمؤسسات الأخرى عالية الحساسية، ومن ثَمَّ تدعمها مجموعة عميقة من أدوات الأمان السحابية، بالإضافة إلى أكثر من 300 خدمة وميزة أمان وحوكمة. – تدعم ٩٨ معيارًا من معايير الأمان وشهادات المصادقة.

	– القدرة على تشفير بيانات العملاء المستخدمة لخدماتها؛ حيث وصل عددها إلى نحو 117. – توفر أحدث التقنيات للتجربة والابتكار بسرعة أكبر. – المنصة متاحة بـ(١٦) لغة حتى الآن.
اللغات	العربية – الإنجليزية – الألمانية – الإسبانية – الفرنسية – الإيطالية - البرتغالية – التركية – الأندونيسية - الصينية (التقليدية) – الصينية (المبسطة) – الفيتنامية – الروسية – التايلاندية – اليابانية – الكورية.
الشركاء	تضم أكثر من 100.000 شريك من أكثر من 150 دولة.
البنية التحتية	منصة تِجارية.
الموقع الرسمي	**aws.amazon.com**
ملاحظات عامة	حصلت المنصة على المرتبة الأولى في القدرة على تنفيذ محور القياس **Ability to Execute axis of measurement** بين المنافسين الأخرين.
Google Cloud IoT -2	
الجهة المسئولة	شركة **Google**.
التعريف	هي منصة سحابية مصممة لمساعدة المؤسسات على حفظ البيانات وتحليلها من أجهزة متعددة، وتخزينها في مستودع مركزي، كما أنه يُمكِّن الموظفين من التنبؤ تلقائيًا بمتطلبات صيانة المعدات وتحسين أدائها في الوقت الفعلي.
الهدف منها	استيعاب البيانات من الأجهزة المتصلة، وإنشاء تطبيقات متطورة تتكامل مع خدمات البيانات الضخمة الأخرى في **Google Cloud Platform**.
المميزات	– بها العديد من الخدمات المُدارة بالكامل لتوصيل أجهزة إنترنت الأشياء وإدارتها بشكل آمن؛ حيث بدأت بتوصيل عدد قليل من الأجهزة، ثم وصلت الآن إلى توصيل الملايين. – تعمل المنصة على تسريع عملية التحول الرقمي للمؤسسة؛ بدايةً من البيانات، وتحديث التطبيقات والبنية التحتية، واتصالات الأشخاص، والمعاملات الموثوقة. – تتميز بالسرعة والمساحة غير المحدودة عالية الأمان، وذلك باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي.
اللغات	– متاحة المنصة بـ(١٣٤) لغة حتى الآن.
الشركاء	تضم أكثر من ٩٧٤٣ شريكًا في معظم دول العالم.

البنية التحتية	منصة تِجارية.
الموقع الرسمي	cloud.google.com
ملاحظات عامة	تتيح لك المنصة فترة تجريبية لمدة ثلاثة أشهر دون أي تكلفة (رصيد مجاني بقيمة 300 دولار).
ThingWorx -3	
الجهة المسئولة	شركة (PTC)، ويقع المقر الرئيس لها في الولايات المتحدة، وتقدم منتجات متخصصة في مجالات تكنولوجيا المعلومات.
التعريف	هي منصة توفر خدمات ضرورية لربط نظم أَتْمَتَة المؤسسات والتحكم والمراقبة في إطار عمل واحد، كما أنها توفر الأدوات اللازمة لتصميم التطبيقات الخاصة بنماذج العمل.
الهدف منها	تقدم جميع الخدمات الشاملة التي تساعد في معالجة كل جانب من جوانب عمليات التحول الرقمي الخاصة بمُختلِف المؤسسات.
المميزات	– تربط بين المنتجات والعمليات والبرامج بطريقة ذكية. – تقلل من الوقت والتكلفة والمخاطر اللازمة لإنشاء تطبيقات إنترنت الأشياء. – تمكن المبرمجين من تطوير وإتاحة تطبيقات ذكية متصلة بإنترنت الأشياء بشكل سريع. – تدعم نظامًا كاملًا وآمنًا وقابلا للتطوير. – إمكانية توصيل الأجهزة مع نظم المعلومات بسهولة. – تقدم رؤى وتوقعات وتوصيات باستخدام أدوات تابعة لجهات أخرى. – متاحة المنصة بـ(١٠) لغات حتى الآن.
اللغات	الإنجليزية – الألمانية – الإسبانية – الفرنسية – الإيطالية - البرتغالية - الصينية (التقليدية) – الصينية (المبسطة) - اليابانية – الكورية.
الشركاء	تعمل مع أكثر من 28000 شركة حول العالم، وعدد الشركاء غير محدد.
البنية التحتية	منصة تِجارية.
الموقع الرسمي	www.ptc.com
Azure cloud platform -4	
الجهة المسئولة	شركة Microsoft.

التعريف	هي منصة سحابية بها أكثر من 200 منتج وخدمة مصممة لمساعدة المؤسسات على تقديم حلول جديدة للحياة، ولحل تحديات اليوم وخلق المستقبل، وإنشاء التطبيقات وتشغيلها وإدارتها.
الهدف منها	إدارة الموارد ومراقبتها وإتاحتها باستخدام بنية تحتية قوية، مرنة، يمكن التعديل بها لمعالجة التحديات التي قد تظهر أثناء العمل في المستقبل.
المميزات	– توفر الأمان الكامل للتطبيقات ولجميع الخدمات المستخدمة، وذلك بدعم فريق من الخبراء. – إمكانية دمج وإدارة البيانات الخاصة بالمؤسسة مع الخدمات المصممة. – دعم جميع اللغات، وفي حالة عدم توفر لغة محددة، فإنه يتم العمل على تطوير المنصة وإتاحته اللغة المطلوبة. – تدعم الابتكار وتطوير المنتج للمستقبل.
اللغات	المنصة متاحة بـ(٢٩) لغة حتى الآن.
الشركاء	العدد غير محدد، ولكن هناك العديد من الشركاء حول دول العالم.
البنية التحتية	منصة تِجارية.
الموقع الرسمي	**azure.microsoft.com**
ملاحظات عامة	تتيح المنصة تطبيقًا خاصًا بها، يُستخدَم من خلال الهاتف المحمول، ومن ثَمَّ يُمكِن العمل عبر المنصة في أي وقت ومن أي مكان.
5- IBM Watson IoT Platform	
الجهة المسئولة	شركة **IBM**.
التعريف	هي منصة سحابية تقدم مجموعة من الخدمات التي تسهل استخلاص القيم والمعلومات المطلوبة بمجرد إدخال البيانات وربط أجهزة إنترنت الأشياء (**IoT**).
الهدف منها	دمج "**Watson IoT Platform**" مع الخدمات الأخرى التي تم استضافتها على "**IBM Cloud**"، وأيضًا إمكانية التكامل مع الخدمات أو التطبيقات الخاصة بجهات أخرى.
المميزات	– إتاحة لوحة تحكم "Dashboard" قوية، ومرنة، وقابلة للتطوير، وسهلة الاستخدام. – إتاحة الخدمات لإدارة الأجهزة عن بُعْد، حيث يمكن تنفيذ العديد من الإجراءات؛ كإعادة التشغيل، أو تحديث برامج ثابتة، وما إلى ذلك. – إمكانية الاتصال السريع بين المنصة والأجهزة.

	– استقبال البيانات وإرسال الأوامر إلى الأجهزة بشكل آمن.
اللغات	تتوفر المنصة بأكثر من 100 لغة حتى الآن.
الشركاء	العدد غير محدد، ولكن هناك العديد من الشركاء حول دول العالم.
البنية التحتية	منصة تِجارية.
الموقع الرسمي	**internetofthings.ibmcloud.com**
ملاحظات عامة	تقدم خدمة خاصة بترجمة المنصة والعمليات عليها إلى أي لغة في العالم بشكل سريع ومرن.
	ThingSpeak -6
الجهة المسئولة	"**MathWorks**" هي الشركة الرائدة في مجال تطوير برامج الحوسبة الرياضية للمهندسين والعلماء.
التعريف	هي منصة بيانات مفتوحة "**Open Data Platform**" تعتمد فكرتها على أن كل البيانات يجب أن تكون متوفرة ومتاحة ليستخدمها الجميع، وأن لكل شخص الحق في إعادة نشرها دون أي قيود، وأيضًا تتيح المنصة إمكانات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء، كما توفر أدوات لدمج البيانات مع مجموعة متنوعة من الأنظمة المختلفة والتقنيات التابعة لجهات أخرى.
الهدف منها	تقديم تحليلات إنترنت الأشياء التي تسمح بتجميع وتصور تدفقات البيانات النشطة "**Active Data**" في الخوادم السحابية.
المميزات	– توفر تصورات فورية للبيانات المقدمة بواسطة الأجهزة المتكاملة معها. – يمكنك تهيئة الأجهزة بسهولة لإرسال البيانات إلى المنصة باستخدام بروتوكولات إنترنت الأشياء المتعارف عليها. – تجميع البيانات عند الطلب من مصادر خارجية. – إمكانية تصور بيانات المستشعر في أي الوقت. – إمكانية تشغيل تحليلات إنترنت الأشياء الخاصة بالمؤسسة تلقائيًا؛ بناءً على الجداول الزمنية أو الأحداث. – إتاحة نماذج أولية لنظم إنترنت الأشياء، دون الحاجة إلى عمل إعدادات للخوادم أو تطوير برامج الويب.
اللغات	اللغة الإنجليزية.
الشركاء	غير محدد.

البنية التحتية	منصة تِجارية.
الموقع الرسمي	thingspeak.com
Bosch IoT Suite -7	
الجهة المسئولة	شركة "Bosch Digital".
التعريف	هي منصة تشتمل على مجموعة من الخدمات السحابية والحزم البرامجية؛ لتطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؛ وهي متوفرة بوصفها نظامًا أساسيًا "Platform as a service (PaaS)" وخدمة للعملاء الذين يمكنهم إنشاء تطبيقات (IoT) القائمة على خوادم سحابية وقابلة للتطوير وتنفيذها بسرعة.
الهدف منها	الرغبة في تطوير منتجات "مُبتكرة مدى الحياة"، تثير الحماس وتحسن الحياة العملية، كما أنها تساعد في الحفاظ على الموارد الطبيعية.
المميزات	– القدرة على استيعاب البيانات "Data ingestion" بكافة أشكالها. – القدرة على تخزين البيانات بكافة أحجامها. – معالج البيانات المتكامل يجعلها قابلة للقراءة مع معايير وصف مدعومة حسب المجال المستخدمة فيه. – إدارة البيانات الأساسية؛ حيث إنها تقدم تصورًا للأجهزة الموجودة فعليًا، وبيانات الأجهزة التي تقدمها "Bosch IoT Things".
اللغات	الإنجليزية – الألمانية.
الشركاء	غير محدد.
البنية التحتية	منصة تِجارية.
الموقع الرسمي	bosch-iot-suite.com
ملاحظات عامة	تستضيف الشركة الحدث السنوي الرائد لإدخال التحول الرقمي العالمي.
Kaa IoT platform -8	
الجهة المسئولة	شركة KaaIoT Technologies.
التعريف	هي منصة قابلة للتطبيق على أي نطاق من المشاريع الخاصة بالمؤسسات، كما توفر مجموعة من المميزات التي تُمكِّن المطورين من إنشاء تطبيقات متقدمة للمنتجات الذكية، وإدارة أجهزتهم المتصلة بمرونة خلال الخوادم الذكية.
الهدف منها	تقديم خدمات متعددة ومرنة للمستفيدين؛ لسد احتياجاتهم التقنية.
المميزات	– تُمكِّن المبرمجين من تجربة تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء على مستوى المؤسسة من خلال منصة واحدة.

	– مرنة في إدارة تطبيقات إنترنت الأشياء وأجهزته. – تركز على حرية المطور فيما يتعلق باختياره التقنية ونوع الإتاحة والأدوات المختارة. – تسمح للمبرمج بتطوير التطبيقات المكتوبة بأي لغة برمجة وإتاحتها. – التركيز على أمن البيانات والحسابات المستخدمة عبر المنصة.
اللغات	اللغة الإنجليزية.
الشركاء	غير محدد.
البنية التحتية	منصة تجارية.
الموقع الرسمي	**kaaiot.com**
ملاحظات عامة	تقدم فترة تجريبة لاستخدامها لفترة 14 يومًا دون تكلفة.

ومن خلال الجدول رقم (2) الذي يوضح نماذج لأهم منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء، يتضح أنه هناك تشابه بين مميزات المنصات، ولكنه تشابه متفاوت، وأنه هناك ما يميز منصة عن غيرها؛ فعلى سبيل المثال، تقدم منصة "IBM" خدمة متميزة غير متاحة في المنصات الأخرى المحددة في الجدول؛ وهي إمكانية ترجمة المنصة لأي لغة مطلوبة بشكل سريع ومرن، وأيضًا تقدم منصة "Azure" تطبيقًا خاصًا بالهاتف المحمول يمكن من خلاله الدخول على المنصة ومتابعة العمل دون التقيُّد بمكان أو زمان، وأما بالنسبة لمنصتَيْ "Google" و"Kaa" فإنهما تُقدمان إمكانية تجريب المنصة لفترة محددة؛ للتأكد منها ومن مدى ملاءمتها لاحتياجات المستفيدين أو العملاء قبل الاشتراك بشكل فعلي، وهي تُعدّ من أفضل المميزات لديهما.

13/ معايير اختيار منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء:

بعد تعدد ظهور عدد كبير من منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء، قد يكون هناك تردد في اختيار المنصة الأفضل للعمل عليها، ومن ثَمَّ لا بد من وجود معايير تساعد المستفيدين في اختيار الأفضل من بينها قبل استخدام المنصة، وعلى الرغم من أهمية وجود معايير، فإنه وُجد أكثر من تصنيف لمعايير اختيار المنصات، ولكنها يقترحها الباحثون دون تبنّي الموضوع بشكل مؤسسي، وبناءً على دراسة كلٍّ من (Farhat et al., 2022)، فإنهما حدَّدا مجموعة من المعايير بشكل عامّ، وأما دراسة كلٍّ من (Babun et al., 2021) فقد ركَّزت على المعايير؛ من حيث رغبة مستفيدي إنترنت الأشياء في ضمان اتصال موثوق مع الحفاظ على أمن البيانات، وذلك بشكل فني وتقني على وجه التحديد، بينما حدَّدت دراسة كلٍّ من (Infante-Moro et al.,

2021) المعايير الرئيسة التي يجب أن تأخذها المؤسسات في الاعتبار عند اختيار منصة إنترنت الأشياء، وصنَّفتها حسب مستوى أهميتها. ومن ثَمَّ يسهل ذلك عملية الاختيار بالنسبة للمؤسسات المستقبلية التي ترغب في تنفيذ تقنية إنترنت الأشياء، حيث يكون لديها صورة واضحة لأهم المعايير التي يجب مراعاتها عند اختيار منصة، مما يشجع الشركات الأخرى التي لم تخطط لتطبيق هذه التقنية؛ نظرًا لأن هذه العملية صعبة جدا فيما يتعلق بتنفيذ تقنية إنترنت الأشياء، وفيما يلي عرض المعايير وفقًا للفئات السابقة.

جدول رقم (3) معايير اختيار منصات إنترنت الأشياء

الفئة الأولى: المعايير بشكل عامّ	
1	تقوم المنصة بتوصيل جهاز إنترنت الأشياء بسلاسة، وتوصيل البيانات (بشكل مستمر) بغض النظر عن تقنيات الشبكات (Bluetooth ، Wi-Fi ، إلخ).
2	تستخدم المنصة اتصالًا ثنائيَّ الاتجاه، مدعومًا ببروتوكولات الاتصال المستخدمة بواسطة أجهزة إنترنت الأشياء المتصلة.
3	تحدد المنصة تقنيات و/ أو بروتوكولات الاتصال المدعومة بواسطة جهاز إنترنت الأشياء أثناء تسجيله.
4	تحمي المنصة سرية وسلامة وخصوصية البيانات التي يتم تبادلها أثناء النقل والراحة وفي المعالجة.
5	يكون النظام المستخدم قادرًا على إجراء معالجة البيانات التي يتم جمعها من أجهزة إنترنت الأشياء.
6	تقوم المنصة بمصادقة الأجهزة في كل مرة تقوم فيها ببدء الاتصال بالمنصة وقبل الاتصال بالبيانات.
7	يجب مصادقة الحسابات قبل الوصول إلى النظام الأساسي في كل مرة يحاول فيها المستفيد تسجيل الدخول.
8	يجب على النظام تسجيل كل حدث يقع فيه لأغراض التدقيق.
9	ترسل المنصة إنذارًا أو تنبيهًا تحذيريًا أثناء فشل عملية التهيئة؛ وهي عملية إعداد الجهاز في النظام الأساسي. قد يتضمن ذلك إرفاق الجهاز أو وضعه فعليًا، وتسجيل الجهاز، وإعداد الاتصالات بين الجهاز والمنصة، وإعدادات الاتصالات للجهاز في النظام المستخدم؛ لضمان استخدام الاتصالات الأكثر أمانًا.
10	تنفذ المنصة آلية للتحكم في الوصول لحماية الموارد.
11	تكون المنصة قادرة على مزامنة الوقت داخل النظام وبين كياناته المختلفة.
12	يدعم النظام تتبع الموقع للأجهزة البعيدة.
13	يدعم النظام صيانة الجهاز؛ مثل: تحديثات البرامج بشكل مستمر.
بالنسبة لإمكانية تحديد متطلبات الأمان:	

14	تحليل السلوك وطرق التواصل بين الأشياء الذكية ومكونات النظام الأساسي والبشر المشاركين في سياق المدينة الذكية أو المؤسسات الذكية.
15	تحديد ماذا ومتى وكيف يجب حماية الأنواع المختلفة من البيانات.
الفئة الثانية: المعايير بشكل فني/ تقني:	
1	**البنية** Topology: يتعلق هذا المعيار بكيفية تعامل منصات إنترنت الأشياء مع تدفق المعلومات بين أجهزة الاستشعار المختلفة والخوادم السحابية، ونظرًا لأن غالبية أجهزة إنترنت الأشياء نفسها خفيفة الوزن جدًا بالنسبة لمعالجة كمية البيانات التي تنتجها، فيجب أن يكون هناك جزء مخصص في المنصة قادر على تحليل بيانات إنترنت الأشياء وتخزينها.
2	**لغات البرمجة وتطوير التطبيقات** Programming Languages and Application Development: القدرة على بناء تطبيقات إنترنت الأشياء المصممة خصوصًا لتلبية الوظائف المطلوبة، ومراعة استخدام كثير من لغات البرمجة أثناء عمل التطبيقات المختلفة؛ فعلى سبيل المثال: تعمل لغات البرمجة "Embedded C" بكفاءة عالية على أجهزة محددة، في حين أن لغة البرمجة "Java" قادرة على العمل عمليًا على أي جهاز.
3	**دعم الطرف الثالث** Third-party Support: يدمج إنترنت الأشياء أنواعًا عديدة من الأجهزة المختلفة التي يمكن أن تعمل بعدة طرق، وبالإضافة إلى ذلك زيادة قابلية الاستخدام؛ حيث تسمح بعض منصات إنترنت الأشياء بدمج تطبيقات الجهات الخارجية أو التطبيقات المطورة بشكل بسيط؛ حيث تقدم مجموعة من المميزات إما للتحكم في الأجهزة الأصلية وإما للتحكم في أجهزة جهات المستفيد الخارجية، ولذلك فإنه لا بد أيضًا أن تدعم منصة إنترنت الأشياء دمج تطبيقات الطرف الثالث وأجهزته.
4	**تمديد دعم البروتوكول** Extended Protocol Support: تركز منصات إنترنت الأشياء على تقديم أدوات إضافية للمستفيد؛ ومنها السماح بدمج بروتوكولات إضافية يمكن استخدامها لتعزيز المنصة، وكلما اتسع نطاق مجموعة البروتوكولات المتاحة في النظام الأساسي، زادت الأدوات التي يمتلكها مستفيد إنترنت الأشياء لدعم التطبيقات ذات الطلب التكنولوجي العالي.
5	**التعامل مع الحدث** Event Handling: يتم وضع علاقات التشغيل بين الأجهزة في إعدادات إنترنت الأشياء بالوقت في البيئة المحيطة بالأجهزة؛ حيث قد تؤثر الطريقة التي تتعامل بها المنصة مع الأحداث على أداء الأعمال المطلوبة وكفاءتها، كما يمكن التعامل مع الأحداث في نهج الوقت الحقيقي والاستجابة للحدث عند حدوثه.
6	**الأمن** Security:

	لا بد من إتاحة سياسة لأمن البيانات داخل المنصات ووضوح طرق الأمان بها؛ سواء على مستوى التصميم المعماري أو واجهات برمجة التطبيقات المحددة.
7	**الخصوصية** Privacy: قد لا تستطيع حلول إنترنت الأشياء منع الجهات غير رسمية أو الأجهزة المخترقة من الكشف عن المعلومات الحساسة عن غير قصد أو عن عمد لأطراف ثالثة، ومن ثَمَّ لا بد من التأكيد على الأساليب التي توفرها الأنظمة الأساسية لتلبية احتياجات الخصوصية على وجه التحديد، وقد يشمل ذلك أي آليات ووظائفَ تستخدمها الأنظمة الأساسية؛ لجعل بيانات المستفيد خاصة، بالإضافة إلى اتفاقيات رئيسة تحدد كيفية التزام الشركة الأم للمنصة بالخصوصية.
الفئة الثالثة: معايير تخص المؤسسات:	
1	قابلية التوسع: القدرة على ضمان تطوير الوظائف التكنولوجية مع نمو المؤسسة وأعمالها.
2	عرض النطاق الترددي: القدرة على توفير نطاق ترددي عالٍ؛ نظرًا لأن نقل المعلومات بين مكونات المعالجة يتطلب اتصالًا فعالًا بعرض النطاق الترددي العالي.
3	قدرة منصة إنترنت الأشياء على دعم خصائص جديدة؛ حيث يتجه مستقبل هذه المنصات نحو الاستخدام الذكي للموارد، ويجب اتخاذ القرارات بناءً على البيانات المحلية (بالإضافة إلى البيانات السحابية).
4	ترحيل النظام الأساسي: القدرة على توفير الأدوات اللازمة لأي ترحيل محتمل إلى منصات إنترنت الأشياء الأخرى.
5	بيئة التطبيق: وجود تطبيقات جاهزة مع إمكانية تطويرها.
6	قابلية التشغيل البيني: القدرة على دعم التكامل مع النظم مفتوحة المصدر، وأيضًا إمكانية استخدام البيانات التي يُتيحها العديد من التطبيقات مسبَقًا؛ حيث يتم توفير بعضها من خلال النظام الأساسي، وبعضها الآخر ليس كذلك، وهذا هو سبب ضرورة التشغيل البيني.
7	ملكية البنية التحتية السحابية: لا بد من توافق مزود منصة إنترنت الأشياء مع موفري الخوادم السحابية.
8	واجهة جذابة: واجهة بسيطة، وجذابة، وسهلة الاستخدام.
9	الوقت للتسويق: وقت التثبيت والدعم في هذه العملية يكون من المنصة مباشرًا.
10	أداء النظام: أن يتوافق أداء النظام بحسب عدد الأجهزة المتصلة.
11	البروتوكول: القدرة على دعم البروتوكولات الجديدة وسهولة تحديث البروتوكولات؛ ومن بين هذه البروتوكولات: "MQTT"، و"HTTP"، و"AMQP"، و"CoAP".

12	ملكية البيانات: حقوق البيانات وَفْقَ النطاق الإقليمي لحماية البيانات، استنادًا إلى قوانين الولاية القضائية التي ينتمي إليها مزود الخدمة؛ نظرًا لأن اللوائح الخاصة بملكية البيانات تختلف باختلاف اختصاص المزود.
13	الأمان: القدرة على تقديم خدمة آمنة: أمان شبكة من جهاز إلى الخادم، وتشفير البيانات، ومصادقة التطبيق، وأمان الخادم، وأمن الجهاز المتصل.
14	الاستقرار: قدرة المزود على البقاء في السوق وعدم الاختفاء.
15	التكرار والتعافي من الكوارث: القدرة على معالجة البيانات أثناء مشاكل البنية التحتية التكنولوجية.
16	المرونة: القدرة على التكيف وفقًا للتقدم التكنولوجي.
17	أدوات تحليلات البيانات والتصور: القدرة على دمج تحليلات البيانات وأدوات التصور لها.
18	نموذج التسعير وحالة العمل: القدرة على تقديم وظائف كاملة بسعر ثابت ومناسبة لميزانية الشركة؛ حيث توجد منصات تقدم أسعارًا منخفضة في البداية، ثم تجعلها أكثر تكلفة، ومنصات تقدم أسعارًا منخفضة ولكنها محدودة الوظائف.

ومن خلال الجدول رقم (3) الذي يوضح معايير اختيار منصات إنترنت الأشياء، تبيّن أن الفئة الأولى والثانية على قدر من التشابه؛ حيث إن الفئة الأولى تعرض المعايير بشكل عامّ ودون تفاصيل، على عكس الفئة الثانية التي تعرض تفاصيل العمليات الداخلية ومكوناتها، وبالنسبة للفئة الثالثة فهي تخص المؤسسات التي تخطط لاختيار المنصة وتطوير عمليتها الداخلية، ومن ثَمَّ فهذه المعايير تؤثر بشكل كبير على اختيارها للمنصة.

14/ البنية التحتية لنظم إدارة المكتبات القائمة على أدوات إنترنت الأشياء:

تختلف البنية التحتية للنظم الذكية لإدارة المكتبات المعتمدة على تقنيات إنترنت الأشياء عن النظم التقليدية؛ حيث وضحها كلٌّ من (Li et al., 2016) خلال ثلاث مراحل كما يلي:

المرحلة الأولى: الاستشعار

يتم حصر جميع أنواع المعلومات وحفظها باستخدام الأجهزة المختلفة، كما تعتمد المستشعرات الموجودة في نظام إدارة أوعية المكتبة بشكل أساسي على الرموز الشريطية وعلامات "RFID".

المرحلة الثانية: الشبكة

يتوفر خلالها نظام أساسي للبنية التحتية لشبكة آمنة وفعّالة لنقل البيانات، وأيضًا يُدمَج قارئ الهاتف المحمول بنظام "Android"، مع إمكانية الوصول إلى الإنترنت باستخدام "Wi-Fi" وما إلى ذلك، كما يمكن إجراء بعض التشفير للمعلومات خلال هذه المرحلة.

المرحلة الثالثة: التطبيق

وخلاله يمكن الحصول على المعلومات (بشكل أساسي من الرقم التسلسلي بوصفه مفتاحًا لقاعدة البيانات، أو من رقم "ISBN") من المرحلة الأولى ومرورًا بالمرحلة الثانية، ومن ثَمَّ يُمكنها من التعامل مع العمليات المختلفة؛ فعلى سبيل المثال:

- **إضافة العناصر وتحديثها:**

يستطيع قارئ الهاتف المحمول الحصول على معلومات الأوعية التفصيلية من الإنترنت؛ حيث يمكن الوصول إلى معلومات الكتاب من خدمات الجهات الخارجية؛ مثل: "Google Books API" وما إلى ذلك، وهو ما يقلل بشكل كبير من الوقت اللازم لإدخال عشرات الكتب في قاعدة بيانات إدارة موادّ المكتبة.

- **الجرد و إيجاد المواد:**

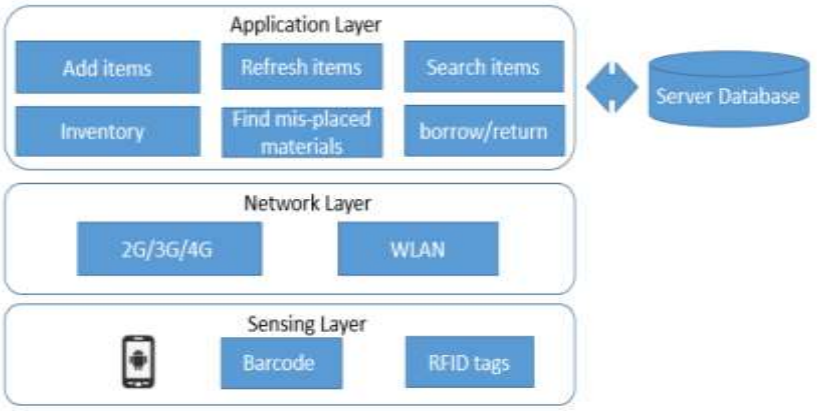
قد يتم تخزين الموارد بشكل غير صحيح؛ نظرًا لأن علامات "UHF RFID" المرفقة بالموادّ لها أرقام تسلسلية فردية، ويمكن لقارئ الهاتف المحمول التمييز بين تلك العلامات الموجودة في نطاقه وقراءتها في وقت واحد.

- **الإعارة الذاتية:**

تؤدي عملية الاستعارة إلى تغيير حالة العنصر من "على الرف" إلى "مُعار"، جنبًا إلى جنب مع رقم المستفيد لملء عنصر "المستعير" في قاعدة البيانات. أما عملية الإرجاع تؤدي إلى تغيير حالة العنصر من "مُعار" إلى "على الرف"، ومسح رقم المستفيد من سمة "المستعير" في قاعدة البيانات.

- **المساعدة الأمنية:**

لأمن أوعية المكتبة، يجب أن تكون مدخلات المكتبة مجهزة بقارئ "RFID" ثابت؛ للتحقق من حالة المواد التي لا يستعيرها القراء من قاعدة البيانات.



شكل رقم (5) البنية التحتية لنظام إدارة المكتبات

(Li et al., 2016, Figure 2, p. 45)

يتضح من الشكل رقم (5) أن البنية التحتية المتطورة الخاصة بالنظم تتيح إمكانات إضافية تسهل من وتيرة العمل؛ منها:

- تحسين كفاءة إضافة عناصر جديدة وسرعتها بمساعدة الإنترنت.
- تحديث بيانات أوعية المكتبة في قاعدة بيانات المكتبة بواسطة أجهزة القراءة المحمولة بسهولة.
- جرد وإيجاد الأوعية التي تم وضعها في الرفوف بشكل خاطئ أو في وضع غير صحيح على رف كامل من الموادّ في وقت قصير جدًا.
- البحث المتقدم، والاستعارة الذاتية، وإرجاع أوعية المكتبة من خلال الأجهزة المعنية في أي وقت وفي أي مكان.
- المساعدة في نظام أمان أوعية المكتبة؛ حيث يجب أن يكون هذا النظام قابلًا للصيانة والتوسيع بدرجة كبيرة؛ لإضافة وظائف أكثر في المستقبل.

15/ النتائج والتوصيات

مؤشرات الدراسة ونتائجها:

يرصد هذا الجزء النتائج التي توصلت إليها الدارسة فيما يتعلق بموضوع منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؛ حيث سعت الدراسة إلى الإجابة عن أربعة تساؤلات تعكس أهداف إجراء الدراسة، وتمثلت هذه التساؤلات فيما يلي:

1- **ما أهمية منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء، وخصائصها، واستخداماتها؟**
2- **ما المتطلبات البرامجية لاستخدام منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؟**
3- **ما أهم نماذج منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؟**
4- **ما معايير اختيار منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؟**

نتائج التساؤل الأول للدراسة:

ما أهمية منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء، وخصائصها، واستخداماتها؟

توصلت الدراسة إلى أن أهمية منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء تتمركز في تسهيل بناء التطبيقات المختلفة، وإمكانية الاحتفاظ بالكود البرمجي؛ بحيث يمكن الاستعانة بها في بناء تطبيق جديد والتطوير عليه، كما وُجدت تعريفات متعددة من وجهات نظر مختلفة، ولكن مضمون جميع التعريفات واحد، وأيضًا أكد الباحثون جميعهم مدى تأثير المنصات على عمليات تطوير المؤسسات، في حين انقسمت الخصائص إلى اتجاهين: اتجاه يوضح استخدامات خاصة بالمبرمجين والمطورين، وأخرى مرتبطة بمؤسسات المعلومات.

نتائج التساؤل الثاني للدراسة:

ما المتطلبات البرامجية لاستخدام منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؟

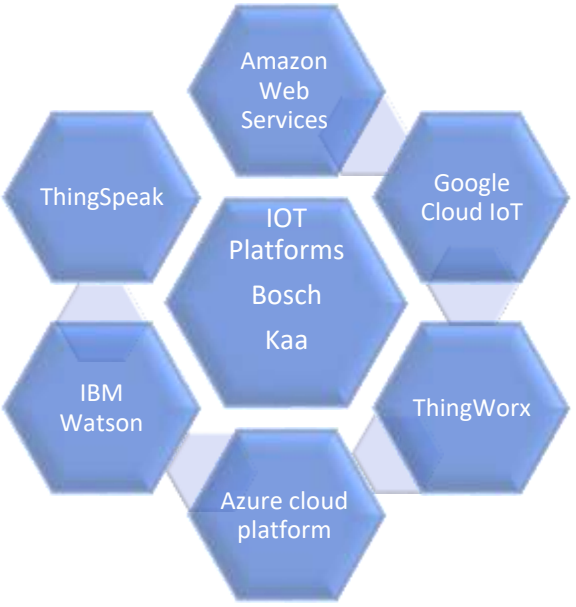
توصلت الدراسة إلى وجود خمسة متطلبات أساسية برامجية داخلية؛ لتحقيق الهدف الأساسي من منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؛ وتمثلت هذه المتطلبات في:

- **مركز البيانات.**
- **إدارة البيانات.**
- **تمكين التطبيقات.**
- **إدارة الاتصال.**
- **إدارة الأجهزة.**

نتائج التساؤل الثالث للدراسة:

ما أهم نماذج منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؟

توصلت الدراسة إلى وجود عدد كبير من المنصات؛ حيث توالى ظهورها منذ عام 2014م حتى الآن، ولكن الدراسة عرضت أهم النماذج وأشهرها استخدامًا، وعددها 8 منصات كما هو موضح بالشكل رقم (6).



الشكل رقم (6) نماذج منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء

نتائج التساؤل الرابع للدراسة:

ما معايير اختيار منصات تطوير تطبيقات إنترنت الأشياء؟

توصلت الدراسة إلى مجموعة من المعايير التي تساعد في اختيار المنصة المناسبة لتلبية احتياجات المؤسسة المراد تطويرها، أو إنشاء التطبيق المطلوب القائم على إنترنت الأشياء، وقُسمت المعايير إلى ثلاث فئات، وتحت كل فئة مجموعة من المؤشرات، وعددها 39 مؤشرًا، وهذه الفئات هي:

- **الفئة الأولي: المعايير بشكل عامّ.**
- **الفئة الثانية: المعايير بشكل فني/ تقني.**
- **الفئة الثالثة: معايير تخص المؤسسات.**

قائمة المصادر والمراجع

الدراسات العربية:

معجم المصطلحات التقنية. (2020)، وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات.

الدراسات الأجنبية:

Alvarez-Campana, M., López, G., Vázquez, E., Villagrá, V. A., & Berrocal, J. (2017). Smart CEI moncloa: An iot-based platform for people flow and environmental monitoring on a Smart University Campus. Sensors, 17(12), 2856.

Antunes, M., Santiago, A. R., Manso, S., Regateiro, D., Barraca, J. P., Gomes, D., & Aguiar, R. L. (2021). Building an IoT platform based on service containerisation. Sensors, 21(19), 6688.

Babun, L., Denney, K., Celik, Z. B., McDaniel, P., & Uluagac, A. S. (2021). A survey on IoT platforms: Communication, security, and privacy perspectives. Computer Networks, 192, 108040

Chafi, S. E., Balboul, Y., Fattah, M., Mazer, S., El Bekkali, M., & Bernoussi, B. (2022). Resource placement strategy optimization for IoT oriented monitoring application. TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control), 20(4), 788-796.

Chen, R. (2022). User-in-the-loop Policy Enforcement with Cross-App Interaction Discovery in IoT Platforms (Doctoral dissertation, University of Kansas)

Fahmideh, M., & Zowghi, D. (2020). An exploration of IoT platform development. Information Systems, 87, 101409

Fahmideh, M., Yan, J., Shen, J., Mougouei, D., Zhai, Y., & Ahmad, A. (2021). A Comprehensive Framework for Analyzing IoT Platforms: A Smart City Industrial Experience. Smart Cities, 4(2), 588-622

Failing, J. M., Abellán-Nebot, J. V., Benavent Nácher, S., Rosado Castellano, P., & Romero Subirón, F. (2023). A Tool Condition Monitoring System Based on Low-Cost Sensors and an IoT Platform for Rapid Deployment. Processes, 11(3), 668.

Farhat, A., Eldosouky, A., Jaskolka, J., Ibnkahla, M., & Matrawy, A. (2022). Open Source Horizontal IoT Platforms: A Comparative Study on Functional Requirements. arXiv preprint arXiv:2209.06384.

Fortino, G., Guerrieri, A., Pace, P., Savaglio, C., & Spezzano, G. (2022). IoT Platforms and Security: An Analysis of the Leading Industrial/Commercial Solutions. Sensors, 22(6), 2196

Ghate, R. A. (2021). Comparative study of intelligent and smart development platforms employed for internet of thing's applications. Turkish Journal of Computer and Mathematics **Education (**TURCOMAT), 12(12), 810-821.

Infante-Moro, A., Infante-Moro, J. C., Gallardo-Pérez, J., & Martínez-López, F. J. (2021). Key Criteria in the Choice of IoT Platforms in Spanish Companies. Applied Sciences, 11(21), 10456

Koo, J., & Kim, Y. G. (2022). Resource identifier interoperability among heterogeneous IoT platforms. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences

Levine-Clark, M., & Dean, T. C. (Eds.). (2013). ALA glossary of library and information science. American library association.

Li, D. Y., Xie, S. D., Chen, R. J., & Tan, H. Z. (2016, September). Design of Internet of Things system for library materials management using UHF RFID. In 2016 IEEE international conference on RFID technology and applications (RFID-TA) (pp. 44-48). IEEE.

Lucero, S. (2016). IoT platforms: enabling the Internet of Things. White paper.

Martikkala, A., Lobov, A., Lanz, M., & Ituarte, I. F. (2021). Towards the Interoperability of IoT Platforms: A Case Study for Data Collection and Data Storage. IFAC-PapersOnLine, 54(1), 1138-1143

Markfort, L., Arzt, A., Kögler, P., Jung, S., Gebauer, H., Haugk, S., ... & Wortmann, F. (2021). Patterns of business model innovation for advancing IoT platforms. Journal of Service Management, 33(1), 70-96.

Moura, P., Moreno, J. I., López López, G., & Alvarez-Campana, M. (2021). Iot platform for energy sustainability in university campuses. Sensors, 21(2), 357

Sukaridhoto, S., Prayudi, A., Al Rasyid, M. U. H., & Wicaksono, H. (2023, September). Internet of Things Platform as a Service for Building Digital Twins and Blockchain. In Intelligent Systems Conference (pp. 616-635). Cham: Springer Nature Switzerland.

Oktug, S. F., Yaslan, Y., & Gulacar, H. (2018). A prediction module for smart city IoT platforms. Transportation and Power Grid in Smart Cities: Communication Networks and Services, 269-290

Rafiq, I., Mahmood, A., Razzaq, S., Jafri, S. H. M., & Aziz, I. (2023). IoT applications and challenges in smart cities and services. The Journal of Engineering, 2023(4), e12262.

Ray, P. P. (2016). A survey of IoT cloud platforms. Future Computing and Informatics Journal, 1(1-2), 35-46

IoT application development platforms: concepts. Structure and components. Types. Properties. Standards

Alshaimaa Alsayed Mahmoud Mohamed

PhD student, Department of Libraries, Documents and Information Technology

Faculty of Arts - Cairo University

alshaimaaalsayed26201@gmail.com

Review and supervision

Faika Mohammad Ali Hassan

Professor of Libraries and Information

Faculty of Arts - Cairo University

Faika_hassan@hotmail.com

Ahmed Abd El Hamid Hussein Saleh

Lecturer of Library and Information

Faculty of Arts - Cairo University

Elyamani2020@yahoo.com

Abstract

The study aims to present some aspects related to the subject of IoT application development platforms, which are considered one of the latest technologies that have appeared recently, in developing a theoretical framework for the subject and its various aspects, which helps those interested and specialists to get acquainted with the theoretical components of the subject, whether in general or specialized before starting. In using this technology and building applications, the study also reviews models of the most important and well-known IoT application development platforms, based on the descriptive approach. The study included a set of results, perhaps the most important of which is that any platform operates through four levels of interdependence and integration (Internet of Things devices, communication protocols, data processing, Internet of Things applications). The study also found that there are five basic internal software requirements to achieve the primary goal of the Internet of Things application development platforms, which

are (data center, data management, application enablement, communication management, and device management). The study also identified a set of indicators within three main categories of criteria for selecting platforms for developing Internet of Things applications, they are (standards in general, standards in technical terms, and standards specific to institutions).

Keywords: Internet of Things – IOT - Internet of Things Application Development Platforms – Integrated library management systems - IOT Platforms.