مجلة الدراسات المالية والمحاسبية والإدارية
ISSN 2352-9962 / E-ISSN 2572-0147
المجلد 08، العدد 03- ديسمبر 2021

دور انترنت الأشياء (IOT) في تأدية العمل في المجال الصحي مع الإشارة إلى بعض الدول.

The role of the Internet of Things (IOT) in performing work in the health field with reference to some countries.

هرون بوالفول*
جامعة الجزائر3، harounee@yahoo.fr

تاريخ التسليم: 2021/05/23، تاريخ المراجعة: 2021/08/02، تاريخ القبول:2021/09/24

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل أحدث التطبيقات التي تستخدم في نظام الرعاية الصحية القائم على إنترنت الأشياء(IoT)، وتوصل الدراسة إلى إسهامها في إحداث ثورة في قطاع الرعاية الصحية من خلال تحسين الكفاءة التشغيلية، وكأحد تطبيقات التي تربط الأجهزة الذكية والآلات والمرضى والأطباء وأجهزة الاستشعار بالإنترنت التي تساهم في تحسين تكاليف الرعاية الصحية.

الكلمات المفتاحية: انترنت الأشياء، الرعاية الصحية، امن المعلومات، الصحة الالكترونية.

Abstract

This study aims to analyse the most recent applications that are used in the healthcare system based on the Internet of Things (IoT), The study demonstrates its contribution to revolutionizing the healthcare sector by improving operational efficiency, and as an application that connects smart devices, machines, patients, doctors and sensors to the Internet. That contribute to improving health care costs.

Keywords: internet of things, healthcare, information security, e-health.

*المؤلف المراسل

مقدمة:

أدى التقدم في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات إلى ظهور إنترنت الأشياء (IOT)، الذي يسمح للعديد من الأجهزة المادية بالتقاط بيانات الإرسال عبر الإنترنت، مما يوفر المزيد من أساليب التشغيل البيني للبيانات، كما تلعب إنترنت الأشياء دورًا مهمًا ليس فقط في الاتصال، ولكن أيضًا في المراقبة والتسجيل والتخزين والعرض، ومن ثم تكييف أحدث الاتجاهات للرصد الصحي للمريض باستخدام إنترنت الأشياء، كما برزت أنظمة مراقبة الرعاية الصحية كواحدة من أكثر الأنظمة حيوية وأصبحت موجهة نحو التكنولوجيا،وكان الهدف هو تطوير نظام موثوق لمراقبة المرضى باستخدام إنترنت الأشياء بحيث يمكن لأخصائيي الرعاية الصحية مراقبة مرضاهم، سواء كانوا في المستشفى أو في المنزل باستخدام نظام رعاية صحية متكامل قائم على إنترنت الأشياء بهدف ضمان رعاية المرضى بشكل أفضل، لذا يمكننا طرح الإشكالية التالية: ماهو الدور الذي تلعبه انترنت الأشياء في تأدية عمل الرعاية الصحية؟

1. ماهية انترنت الأشياء

1.1مفهوم انترنت الأشياء:

يجدر بنا في البداية أن نشير إلى صعوبة الوصول إلى إجماع حول تعريف واحد لأنترنت الأشياء نظرا للتباين الشديد واختلاف الرؤى بين المفكرين في هذه المسألة، إلاّ أنّ هذا لا يمنع من الإشارة،أنّ مصطلح انترنت الأشياء قد استحدث في بداية العقد السابق (Kevin، Sanjay، و Daniel، 2020) من قبل Kevin Ashtonمن معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، وأشار:"أنّ إنترنت الأشياء لديه القدرة على تغيير العالم تمامًا كما فعلت الإنترنت وربما أكثر من ذلك" (KEVIN, 2009). وبدأ الاعتراف بتأثير إنترنت الأشياء في عام 2010 بالنظر إلى التقديرات الأولية لعدد الأجهزة المتصلة بالانترنت والتي تم إعدادها من قبل شركة Ericsson. هذه الشركة التي تتوقع أن يتم توصيل 50 مليار جهاز بالإنترنت عام 2020(Hans, 2010)، ويُعتبر IoT بمثابة التوصيل البيني عبر الإنترنت لأجهزة الحوسبة المضمنة في الكائنات اليومية، مما يمكّنهم من إرسال البيانات وتلقيها (Oxford, 2021) . ووصفTan and Wang (Lu و Neng، 2010) إنترنت الأشياء على أنّه نوع جديد من أنظمة الاتصالات تنتقل من إنسان إلى إنسان (H2H) ومن شيء إلى شيء (T2T). وقد أدت الآراء المعمقة والمتزايدة حول معنى إنترنت الأشياء إلى تعريفات متعددة وموسعة مثل تعريف اتحاد الدولي للاتصالات (ITU) (Luigi , Antonio , & Giacomo , 2010) لأنترنت الأشياء على أنه أي اتصال في أي وقت وأي اتصال إلى أي شخص، سيكون الآن مرتبطا

بأي شيء، وأيضا تعريف المفوضية الأوروبية وهو الأكثر تحديداً ولكنه بعيد المدى لـ IoT على أنه "أشياء لها هويات وشخصيات افتراضية تعمل في مساحات ذكية باستخدام واجهة ذكية للتوصل والتواصل ضمن السياقات الاجتماعية والبيئية وسياق المستخدم". والملاحظ من خلال هذه التعريفات كيف أن منظور"الأشياء" الموجه لإنترنت الأشياء هو الجانب الأكثر تعقيدًا وتأثيرًا متغيرًا في النموذج، لأنه يحمل العديد من المعاني المختلفة. كما أنه من الصعب تحديد ذلك طالما أن "الشيء" في "إنترنت الأشياء" يتغير باستمرار. ويرى خبراء معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) إنترنت الأشياء على أنها مجمع معقد ومتكيف ذاتياً، وأنه نظام مصنوع من شبكات من أجهزة الاستشعار والأشياء الذكية التي تهدف إلى ربط جميع الأشياء (Daniel , Antonio , Giacomo ., & Luigi , 2010)

2.1.هندسة انترنت الأشياء:

تشتمل هندسة إنترنت الأشياء على ثلاثة مكونات رئيسية (Gubbi, Buyya, Marusic, & Palaniswami, 2013):

• **الأجهزة (الأشياء):** تشمل جميع الأجهزة المختلفة مثل أجهزة الاستشعار، المشغل، الهواتف الذكية وتحديد تردد الراديو (RFID) بشكل عام. ويمكن لأي كائن مادي التعامل مع واحد على الأقل من الأمور التالية بطريقة رقمية (Guinard & Trifa , 2016):

- ✓ مجسات (الضوء ، الرطوبة ، درجة الحرارة ، إلخ).
- ✓ جهاز إرسال واستقبال الاتصالات (سلكي أو لاسلكي).
- ✓ محركات (الصوت ، المحركات ،..... إلخ).
- ✓ حساب (برمجة).

• **تخزين البيانات والتحليلات:** يمثل هذا الجزء تقنية التخزين بالإضافة إلى التحليلات. ذلك لأن الدور الأساسي للأشياء هو جمع المعلومات ثم تقديمها كخدمات حسب الطلب. بالإضافة إلى ذلك، يشير العدد الكبير من هذه الأجهزة إلى الكم الهائل من المعلومات التي تم جمعها، والتي يجب تخزينها. لهذا السبب، تم استخدام خوارزميات التعلم الآلي في عملية التحليل.

• **التصور:** يسمح هذا الجزء للمستخدم النهائي بالتفاعل مع تطبيق إنترنت الأشياء.إضافة إلى ذلك، تم إعطاء هذه المكونات مزيدًا من الاهتمام لتلبية احتياجات المستخدم النهائي لأنها تشكل وجهة العمل.

3.1. تطبيقات انترنت الأشياء: عرفت السنوات الأخيرة نموا كبيرا في بحث إنترنت الأشياء. ويمكن حاليا التعرف على إمكانات تطبيقات إنترنت الأشياء من خلال مجموعة واسعة وفي مجالات مختلفة وبدرجات متفاوتة التعقيد، بفضل فرص السوق الغنية في هذا المجال. ولتحقيق هذه الغاية، تسعى فرق البحث إلى حل المشكلات الصعبة التي يواجهها إنترنت الأشياء، والتي تشكل عقبة حقيقية في طريق إطلاق أفضل منتجات إنترنت الأشياء. ولعلّ تقدمها حتى الآن يرجع الفضل فيه إلى بعض التطبيقات في تخصصات مختلفة، نذكر منها (Al-Fuqaha, Guizani, Mohammadi, Aledhari, & Ayyash, 2015):

- الصفحة الرئيسية (الصحة والأمن والمرافق والأجهزة).
- النقل (اللوجستية، المرور، وقوف السيارات، خدمات الطوارئ).
- الصحة الإلكترونية (الرعاية عن بعد، المراقبة.....).
- المجتمع (القياس الذكي، المصانع، البيع بالتجزئة، بيئة المراقبة)
- الدفاع العسكري.
- المدن الذكية.

إضافة إلى هذه التخصصات المذكورة أعلاه، فإن إنترنت الأشياء له إمكانات كبيرة في إدارة الطوارئ والتطبيقات في الوقت الفعلي (Alhakbani, Hassan, & Ykhlef, 2017).

2. التهديدات الأمنية في انترنت الأشياء ووسائل الأمن الواجب اتخاذها:

1.2.التهديدات الأمنية في إنترنت الأشياء:

إنّ معظم الهجمات والتهديدات الموجهة ضد الأجهزة وأمن البيانات في إنترنت الأشياء لها تأثير بالغ هدّام بسبب وصولها إلى الراديو اللاسلكي والاتصال بالإنترنت.فتحليل أمان إنترنت الأشياء يبدأ أولا بتقدير التهديدات المختلفة التي تطرأ على طبقات ربط النظام المفتوح (OSI) المعنية، ثم يتم تصنيف التهديدات في شبكة إنترنت الأشياء ومناقشتها(Mohammed & Qayyum, 2017).

وإنترنت الأشياء في الحقيقة معرضة بدرجة كبيرة للهجمات أي التهديدات الناجمة عن تدمير العقدة المادية ونقلها. ففي الطبقة المادية، يمكن إطلاق هجمات DoS عن طريق التلاعب والتشويش بالإشارات الكهرومغناطيسية(EM) وعن طريق حشد الموارد المحدودة لأجهزة LoWPAN6 باستخدام الأجهزة عالية الموارد بسهولة تامة.

ويتضمن الهجوم على طبقة MAC التصادم نظرًا لكونه دائمًا نقص في الطاقة. وتحاول أجهزة LoWPAN6 قدر الإمكان الحفاظ عليها. وتتيح هذه القيود أيضا للمهاجم السماح للجهاز بتنفيذ

عدد كبير من المهام من أجل استنفاد البطارية(Nawir, Amir, Yaakob, & Lynn, 2016). ويمكن للمهاجم على سبيل المثال، استهداف أجهزة وجهة مختلفة مع حزم غير ضرورية، وبغض النظر عما إذا كانت الوجهة LoWPAN6 و/أو الجهاز موجودة بالفعل أم لا. ومثل هذا الهجوم يمكن أن يؤدي أيضا إلى استنزافLoWPAN6 منسق طاقة البطارية. ويمكن أن يتكون الهجوم على توفر الشبكة من إغراق الشبكة عن طريق إرسال عدد كبير من الحزم الكبيرة. في مثل هذه الحالة قد يقلل المهاجم من أداء الشبكة ويقلل الإنتاجية بشكل عام. في مواصفات WPAN. كما يتم منع الرسالة المعاد تشغيلها من خلال آلية حماية إعادة التشغيل (أي الانتعاش التسلسلي). وفي هجوم إعادة الحماية، ترسل العقدة الضارة العديد من الإطارات التي تحتوي على عدادات كبيرة إلى مستقبل معين، مما يؤدي بدوره إلى رفع عداد إعادة التشغيل(A. Arış, 2015). وعندما يرسل جهاز عادي إطارًا به عداد إطار سفلي،فإنه سيتم رفضه من قِبل جهاز الاستقبال، وهذا يؤدي إلى هجوم حجب الخدمة. ونظرًا لأن تكامل إطار ACK غير محمي، يمكن أن يفتح الباب لعقدة ضارة لمنع أي جهاز شرعي من تلقي إطار معين. وذلك عن طريق تزوير ACK باستخدام رقم التسلسل غير المشفر من إطار البيانات وإرساله إلى المصدر مع إحداث تداخل كافٍ لمنع المتلقي الشرعي من استقبال الإطار. وفي هذه الحالة، يقود الجهاز المصدر الاعتقاد بأنه تم استلام الإطار(Nurse, Erola, Agrafiotis, Goldsmith, & Creese, 2015).

1.1.2. الهجمات ضد طبقة الشبكة:

لقد سبقت الإشارة إلى أن هذه الرسالة تركز على تصميم بروتوكول أمان لإنترنت الأشياء في طبقة الشبكة، وعليه من المهم للغاية الكشف عن الهجمات على هذه الطبقة. وتتمثل أنواع هجمات إنترنت الأشياء في طبقة شبكة في (Dragomir, Gheorghe, Costea, & Radovici, 2016):

• **الخداع:** تستخدم العقدة الضارة الخداعَ لاستهداف توجيه المعلومات التي يتم تبادلها بين العقد في محاولة لإنشاء حلقات توجيه تهاجم أو تطرد حركة مرور الشبكة لتمديد / تقصير مسارات المصدر، وإنشاء رسائل خطأ كاذبة،.... إلخ.

• **إعادة توجيه انتقائية: إن** الجهاز الضار قد يرفض في هذا الهجوم إعادة توجيه رسائل معينة عن طريق إسقاطها، فعلى سبيل المثال قد تستنتج الأجهزة المجاورة أن الجهاز الضار قد فشل،فيحاول البحث عن جهاز توجيه آخر بشكل أكثر دقة من هذا الهجوم أي عندما يقوم الجهاز الضار بإرسال الحزم بشكل انتقائي.

• **هجوم Sybil:** في هجوم Sybil، تقدم عقدة واحدة هويات متعددة إلى العقد الأخرى في IoT / أو WPAN. تشكل هجمات Sybil تهديدًا كبيرًا لبروتوكولات التوجيه الجغرافي. وقد يتم تنفيذها مقابل التخزين الموزع وآلية التوجيه وتجميع البيانات والتصويت والتخصيص العادل للموارد والكشف عن سوء السلوك.

• **هجوم الدودة:** في هجوم الدودة، يسجل المهاجم الحزم في موقع في الشبكة وينفقها إلى موقع آخر. ومثل هذه الهجمات يمكن أن تلحق ضررا بعمل LoWPAN6 لأنها لا تتطلب التشكيك في عقدة في WPAN.

2.1.2. مفهوم الأمان تحت سياق انترنت الأشياء: لتوفير خدمات أصلية وموثوق بها، ولضمان توافر عقد إنترنت الأشياء، هناك متطلبات أمنية متعددة تحتاج إلى معالجة قبل نشر الشبكة. وتختلف هذه المتطلبات من شبكة إلى أخرى بناءً على نوع التطبيق والمستوى المطلوب للأمان. وبشكل عام، تكون خدمات الأمان المطلوبة الشائعة هي السرية والتوثيق والنزاهة وعدم التنصل(Granjal, Monteiro, & Silva, 2015)

2.2. مبادئ تصميم الأمن: تجدر الإشارة في البداية التذكير ببعض خوارزميات التشفير ذات الصلة ونهج الإدارة الرئيسية وهي(Al-Nidawi, 2016):

• **الأصفار وتدفقها:** يتم تصنيف خوارزميات التشفير إلى مجموعتين، تقنيات تشفير الحزم التي بواسطتها تعالج خوارزمية التشفير كتلة من البيانات (أي 64128، 256 بت) في وقت واحد. ومن جهة أخرى، فإن الأصفار الدفق معالجة إما بتواحد أو بايت في وقت واحد. وخوارزميات تشفير الكتل الشائعة هي AES وRC5 وSkipjack وDES. بينما تشبه الأصفار الدائرية RC4 وSalsa20 وSalsa المتغير.

• **تقنيات التشفير المتماثلة وغير المتماثلة:** يتم تصنيف خوارزميات التشفير وفقًا لنوع المفتاح المستخدم في عمليات التشفير وفك التشفير. وتستخدم الخوارزميات المتماثلة نفس المفتاح لتشفير وفك التشفير. بينما تستخدم التقنيات غير المتماثلة مفاتيح مختلفة لكل عملية. تُسمى التقنيات غير المتماثلة أيضًا خوارزميات تشفير المفتاح العام، لأن المفتاح المستخدم للتشفير يكون دائمًا عامًا. بينما يجب أن يكون المفتاح المستخدم لفك التشفير سريًا وخاصًا. ومثال على التقنيات غير المتماثلة:RSA و ElGamal و ECDSA.بينما في التماثل يوجد AES وDES وRC5.

• **تشفير مقابل تقنيات التجزئة: هو** نوع آخر من الخوارزميات تتمتع هذه الخوارزميات بخاصية كونها دالات على عكس خوارزميات التجزئة، تقنيات التشفير(مثل:AES،DES، RC4) بالإضافة إلى خاصية أحادية الاتجاه، ووظائف التجزئة الخاصة بهم.

• **مفتاح الإدارة الرئيسية:** تُستخدم إدارة المفاتيح لإنشاء وتحديث وإزالة مفاتيح التشفير والجمعيات الأمنية ذات الصلة بين الأطراف المعنية في جلسة آمنة أو نظام أمان. إن معظم أنظمة الأمن، يكون المكون الوحيد الأكثر أهمية فيها الإدارة الرئيسية. كما أن هناك عدد من الأساليب لإدارة المفاتيح المستخدمة داخل الإنترنت مثل التقنيات الأخرى المستخدمة في بعض أجزاء الإنترنت لإدارة المفاتيح Kerberos، والذي تم تطويره من قبل:MIT's ProjectAthena، إلا أنه بالإمكان تمديده للاستخدام مع مصادقة بروتوكول التوجيه أو أمان IP أو بروتوكولات الأمان الأخرى. كما يستخدم Kerberos تقنية Needham–Schroeder لتنفيذ مخطط مبني على مراكز التوزيع الرئيسية .(Cherry, 2015)

3.2. أوضاع عمليات تشفير الحزمة(Meghna, 2019): توجد طرق متعددة للتشغيل تدمج بسهولة خوارزميات التشفير مع أنواع مختلفة من التطبيقات وتستخدم لزيادة أمان تقنيات التشفير هذه.ولن يتلاءم تدفق البيانات الذي يحتاج إلى تشفير دائمًا مع حجم كتلة خوارزمية التشفير .وبالتالي يمكن لتقنية وضع تشغيل تشفير الحزمة معالجة عدم التوافق مع إدارة كتل البيانات الأكبر من حجم الخوارزمية. إضافة إلى ذلك،تم تصميم أوضاع التشغيل هذه لإضافة الأمان إلى البيانات المشفرة التي تم إنشاؤها واستخدامها لحساب رمز مصادقة الرسائل (MAuC). وتستخدم قيم MAuC للتحقق من صحة البيانات المرسلة. كما أنّ هناك العديد من أوضاع التشغيل مثل ECB، وCBC، وCFB، وOFB، وCTR.

4.2. نظرة عامة على X.805 Security Framework:

يقترح المعيار X.805 ثلاث طبقات أمان:طبقة الأمان الأولى هي طبقة أمان التطبيقات؛ التي هي في الواقع تطبيقات قائمة على الشبكة يتم الوصول إليها من قبل المستخدمين النهائيين، مثل تصفح الويب، مساعدة الدليل، البريد الإلكتروني، والتجارة الإلكترونية. طبقة الأمان الثانية هي طبقة أمان الخدمات؛ ما هي الخدمات المقدمة للمستخدمين النهائيين، نذكر منها: ترحيل الإطارات،IP، الخلوي، شبكة Wi-Fi، بروتوكول نقل الصوت عبر الإنترنت (VoIP). طبقة الأمان الثالثة هي طبقة أمان البنية التحتية. وهي اللبنات الأساسية لخدمات الشبكات والتطبيقات، على سبيل المثال

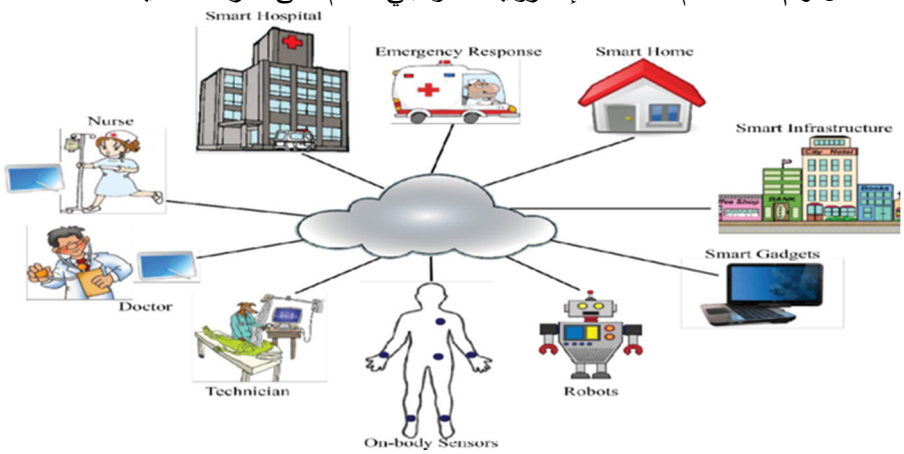
أجهزة التوجيه الفردية، والمفاتيح، والخوادم، وصلات WAN من نقطة إلى نقطة وروابط Ethernet(Rahman, Islam, Rafsan Jany, & Motiur Rahman, 2017).

3. انترنت الأشياء في المجال الصحي:

إن تحسين جودة الرعاية الصحية وتحسين سهولة الوصول إلى السجلات الصحية والحفاظ على تكاليف معقولة يمثل تحديًا لمنظمات الرعاية الصحية على مستوى العالم(i-scoop, 2017)، وتتفاقم المشكلة بسبب الزيادة السريعة في عدد سكان العالم، ولا سيما معدل زيادة كبار السن(65 سنة فما فوق). ووفقًا لمنظمة الصحة العالمية (WHO, 2018)، سيرتفع عدد كبار السن إلى حوالي 1.5 مليار شخص بحلول عام 2050. والشيخوخة السكانية تعني زيادة في الأمراض المزمنة التي تتطلب زيارات متكررة لمقدمي الرعاية الصحية، بالإضافة إلى زيادة احتياجات الاستشفاء.إن زيادة عدد المرضى الذين يحتاجون إلى رعاية مستمرة يزيد بشكل كبير من تكاليف العلاج الطبي.ففي الولايات المتحدة الأمريكية مثلا، بلغت تكلفة الرعاية الصحية حوالي 17.9 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي في عام2017(Sisko, et al., 2019). ومن المتوقع أن تصل إلى 19.4 في المائة في عام2027. وقدرت قيمة إنترنت الأشياء العالمية في حجم سوق الرعاية الصحية بـ 147.1 مليار دولار أمريكي في 2018.إنّ العوامل الرئيسية التي تعزز نمو الصناعة هي تبني التكنولوجيا القابلة للارتداء والاستثمارات في تطبيق التقنيات الرقمية في مؤسسات الرعاية الصحية وظهور الرعاية المتصلة.وتؤثر التطورات التكنولوجية وتزايد عدد المسنين إلى جانب انتشار الأمراض المزمنة بشكل إيجابي على توسع السوق. ووفقًا لبحث أجرته شركة مزود شبكة في أوربا، فإن ما يقرب من87٪من مؤسسات الرعاية الصحية في جميع أنحاء العالم ستتبنى خدمات إنترنت الأشياء عام 2019. وقد قام الباحثون بمسح ما يقرب من 3100 شركة تكنولوجيا معلومات بما في ذلك الرعاية الصحية وصانعي القرار في الأعمال التجارية في 20 دولة. وقد خلصت هذه الدراسة إلى أن مؤسسات الرعاية الصحية أدخلت إنترنت الأشياء لتحسين مراقبة المرضى وتعزيز الابتكارات وخفض التكاليف (grand view research, 2019). كما تطورت الصحة المتصلة إلى صحة ذكية حيث أنّ الأجهزة المحمولة التقليدية مثل (الهواتف الذكية) يتم استخدامها مع الأجهزة الطبية القابلة للارتداء (مثل أجهزة مراقبة الضغط وأجهزة قياس السكر والساعات الذكية والعدسات اللاصقة الذكية وغيرها) وأجهزة إنترنت الأشياء(مثل أجهزة الاستشعار القابلة للزرع أو القابلة للابتلاع) لتمكين المراقبة والعلاج المستمر للمريض حتى وإن كان في منزله (Abu Zilani,Yeasmin, Abu Zubair, Sammir, & Sabrin, 2018). ومن المتوقع أن تحافظ الصحة الذكية على انخفاض

نفقات الاستشفاء وتوفر العلاج في الوقت المناسب لمختلف الحالات الطبية من خلال وضع أجهزة استشعار إنترنت الأشياء على معدات مراقبة الصحة(Sharma, Tripathi, & Mishra, 2017).

الشكل رقم01: نظام الصحة الإلكترونية النموذجي القائم على انترنت الأشياء.



المصدر: S. P. Mohanty, U. Choppali , and E. Kougianos, "Everythingyouwanted to know about smart cities : The Internet of thingsis the backbone," IEEE ConsumerElectronics Magazine, vol. 5, no. 3, July 2016, p 70 .

1.3. تطبيقات انترنت الأشياء في الرعاية الصحية:

- **مراقبة المريض:** إنّ المراقبة الذكية للرعاية الصحية ضرورية لتوفير رعاية محسنة وكاملة للمقيمين، وسيسمح هذا للطبيب بمراقبة حالات المرضى وتقديم العلاج وإن كانوا بالأماكن النائية (يمكن القيام بذلك باستخدام الحوسبة المعرفية). وتعد شبكات منطقة الجسم اللاسلكية (WBANs) المكونات الأساسية لرصد الرعاية الصحية المجتمعية. وتتطلب وضع أجهزة استشعار صغيرة على جسم المريض لمراقبة المعلومات الصحية المختلفة مثل ضغط الدم وضربات القلب ودرجة الحرارة ومخطط كهربية القلب لفترات طويلة(Hossain, Alamri, & Muhammad, 2019).
- **رعاية المسنين:** يراقب هذا التطبيق سريريًا المسنين لجعلهم مستقلين. وتتضمن هذه الأجهزة أجهزة استشعار يمكن ارتداؤها وزرعها لمراقبة المرضى المسنين دون الحاجة إلى تدخل فرد. وتتبع أجهزة المراقبة العلامات الحيوية لرعاية المسنين ونقلها إلى جهاز محمول قياسي يعمل بمثابة عقدة لنقل البيانات في الوقت الحقيقي إلى الأطباء. ويمكن استخدام المعلومات التي تم جمعها على هذا النحو لتوفير المساعدة الطبية لكبار السن. كما يمكن تنبيه المستشفيات القريبة عن الحالات الطارئة(Zhang, Li, Cao, & Zhang, 2018).

• **المستشفيات الذكية:** تتكون الرعاية الصحية الذكية من ثلاثة مكونات مهمة: الإقليمية والمستشفى والأسرة. تعتمد المستشفيات الذكية على البيئات القائمة على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وبخاصة تلك التي تستند إلى تحسين إنترنت الأشياء والعمليات الآلية، ولتحسين إجراءات رعاية المرضى الحالية وإدخال ميزات جديدة.هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الخدمات للمستشفيات الذكية: خدمات الموظفين المكونين، والخدمات للمرضى، وخدمات للمشرفين. يجب مراعاة مطالب مستخدمي الخدمة هذه في قرارات إدارة المستشفى. وتربط منصة المعلومات في إدارة المستشفيات والتي تدمج العديد من الأنظمة الرقمية القائمة على إنترنت الأشياء الأجهزة الرقمية والمباني الذكية والموظفين. ويمكن استخدام هذه التكنولوجيا أيضًا لتحديد ومراقبة المرضى في المستشفيات والإدارة اليومية للموظفين الطبيين وتتبع الأدوات والعينات البيولوجية. ويتم استخدام الرعاية الصحية الذكية أيضًا في صناعة الأدوية لإنتاجها وتداولها وإدارة المخزون ومكافحة التزييف، وغيرها من العمليات. ولتحقيق تداول آمن ومستقر وفعال لمواد المستشفى (Li, Wang, Li, Dou, & He, 2018)، من خلال تقنية RFID، يمكن تعيين علامة RFID منفصلة لكل فرد. ويمكن أيضا تخزين المعلومات في قاعدة بيانات يمكن تتبعها والوصول إليها بسهولة عبر الأجهزة المحمولة (López, et al., 2018). أما فيما يتعلق بصنع القرار، فإن إنشاء منصة إدارة متكاملة من شأنه أن يحقق وظائف كتخصيص الموارد، وتحليل الجودة، وتحليل الأداء، ومن شأنه أيضا أن يقلل من التكاليف الطبية، ويزيد من استخدام الموارد، ويساعد المستشفيات على اتخاذ القرارات المتعلقة بالتنمية(Demirkan, 2013). أما عن المرضى بإمكانهم تحقيق وظائف متعددة، مثل الفحص البدني والمواعيد عبر الانترنت والتفاعلات بين الطبيب والمريض(Chen & Lu, 2018).هذه الأنظمة الآلية تجعل عمليات العلاج الطبي للمرضى أكثر إيجازًا بقضائهم لفترة أقصر مع تلقيهم خدمة أكثر إنسانية. وهي الاتجاهات المستقبلية للمستشفيات الذكية.

• **انترنت الأشياء في الزراعة الطبية الذكية:** بعيدًا عن الأجهزة القابلة للارتداء، تقدم IoTeHealth وعودًا جديدة للأجهزة الطبية القابلة للزرع وهي أنظمة معقدة للغاية ومنمنمة وموثوقة يتم إدخالها داخل الجسم لاستعادة أو تعزيز الوظائف البشرية (Food and Drug Administration, 2019). ومن أمثلة على غرسات الإلكترونيات نذكر:

1) أجهزة تنظيم ضربات القلب التي تحفز عضلة القلب للمساعدة في تنظيم إيقاعها (Barold, Stroobandt, & Sinnaeve, 2010).

2) الدماغ العميق: أنظمة التحفيز (DBS) وتعرف باسم أجهزة تنظيم ضربات الدماغ،وتوفر نبضات كهربائية ذات تحكم عالي في مناطق الدماغ العميقة لتقليل أعراض الحركات في الاضطرابات الحركية مثل مرض باركنسون والارتعاش(Lee & Kondziolka, 2005).

3) غرسات القوقعة: وتوضع أقطاب كهربائية داخل الأذن الداخلية لتخزين وظائف السمع تحتوي هذه الغرسات الإلكترونية على دوائر مصغرة بما في ذلك الواجهة الأمامية التناظرية، ووحدة تحكم صغيرة، ووحدة إدارة طاقة قائمة على البطارية (Espay, et al., 2016).

يوفر إنترنت الأشياء إطارًا أساسيًا للإدارة عن بُعد وبرمجة غرسات القوقعة خاصة للمرضى الذين يضطرون عمومًا إلى التنقل إلى مراكز الزرع لخدمات البرمجة (Mitchell-Innes , Saeed, & Irving , 2018) .

• **الأجهزة القابلة للارتداء الخاصة بالرعاية الصحية: إنّ** الأجهزة القابلة للارتداء الخاصة بالرعاية الصحية والممكّنة في إنترنت الأشياء هي أي أجهزة أو تقنيات يمكن إعطاؤها للبشر في شكل أدوات أو ملابس.ثم جمع المعلومات المتعلقة بالصحة وإبلاغها للوحدات الطبية والخدم البعيدين والأشخاص الآخرين مثل الأقارب والأصدقاء.وتشمل هذه التطبيقات رصد مستوى الجلوكوز في الدم، ومراقبة ضغط الدم،ومراقبة تشبع الأكسجين. ولقد قامت HealthCyrcadia(Patlak, Nass, & Henderson, 2001) بتطوير حل قابل للارتداء يُعرف باسم iTBra وهو على شكل رقع مستشعر يتم ارتداؤها كإدراج حمالة صدر ويجمع البيانات المتعلقة بالتغيرات الحرارية اليومية التي ترتبط بالنشاط الخلوي المرتفع بسبب الأورام. وتقوم بعدها بنقل البيانات إلى كمبيوتر محمول لإشراك مقدمي خدمات الرعاية الصحية. وAliveCor Kardia هو جهاز قابل للارتداء آخر يراقب الإيقاع اليومي للقلب ويزيل اختبار تخطيط القلب الكهربائي. وقد قدمت L'Oreal(www.loreal-finance.com., 2018) جهازًا جديدًا يمكن ارتداؤه يسمى La Roche−Posay UV Sense يمكنه الشعور وإبلاغ المستخدمين عندما يتعرضون لجرعات عالية من الأشعة فوق البنفسجية (UV) والتي يمكن أن تكون ضارة بالصحة.

• **أجهزة الاستنشاق المتصلة:** تتيح إنترنت الأشياء هنا للأطباء تتبع ما إذا كان المرضى يلتزمون بالعلاج بدقة أم لا. وتسمح الأجهزة المتصلة بتطبيقات الهاتف المحمول للمرضى بتلقي المعلومات. ويربط جهاز BruzhalerPropeller's من منصته الرقمية من خلال جهاز استشعار، ويوفر هذا النوع من أجهزة الاستنشاق المتصلة دافعًا كبيرًا للمرضى(Bui, 2011).

• **نظام RTLS والخدمات في الوقت الفعلي:** لقد تطورت الرعاية الصحية إلى مستوى مختلف بفضل الشروع في تطوير التكنولوجية الممكنة لانترنت الأشياء، ومن أفضل الأمثلة على الرعاية

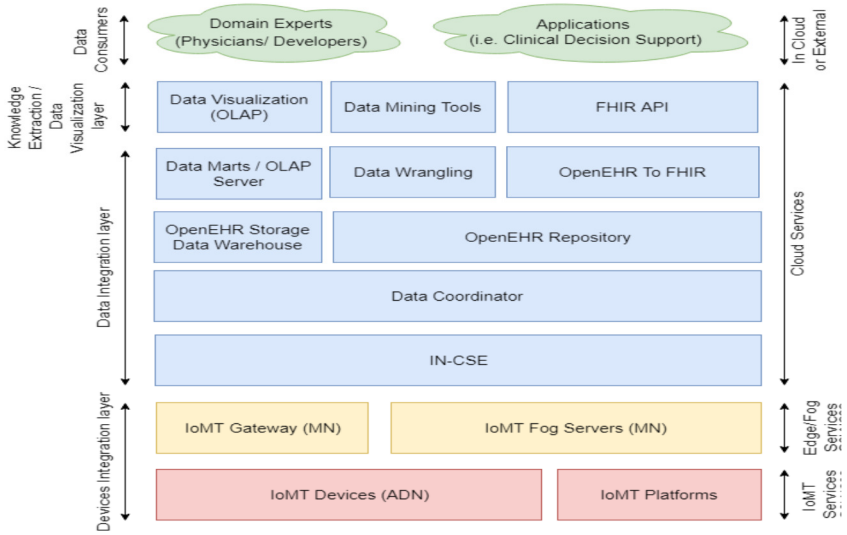
الصحية الخاصة بإنترنت الأشياء تطوير نظام RLTS– نظام الموقع في الوقت الفعلي، إذ قام خبراء إنترنت الأشياء ببناء نظام يعلق تسمية نشطة أو سلبية للمريض ويقدم الرعاية والمعدات إذا تم دمجه مباشرة مع بطاقة الهوية الخاصة بالمعدات وفريق العمل في المستشفى ومعرفة المرضى. ويتيحRTLS الولوج الكلي للتحكم في جميع أنشطة المستشفى رغم وجود تطبيقات خاصة بها،بل حتى أثناء فترة انتظار الطبيب، إذ سيظهر تنبيه في تطبيق الطبيب للقيام بما هو ضروري (OSP, 2020).

• **تقليل وقت الانتظار في قاعة الطوارئ:** إنّ قسم الطوارئ هو جزء مهم من المستشفيات، وبخاصة بالنسبة لأولئك الذين ينتظرون في غرفة الطوارئ. وبصرف النظر عن النفقات المالية المتكبدة، قد تستغرق الإجراءات الطبية في قسم الطوارئ أحيانًا ساعات طوال حتى تكتمل. فكان استخدام إنترنت الأشياء وعامل الإبداع هو الحل لهذه المشكلة، على الأقل بالنسبة للمستشفى Mt. Sinaiبنيويورك. ففي هذا المركز،تم تقليص نسبة الانتظار لأداء هذه الخدمة، وهي خدمة المزودة ببرنامج قائم على إنترنت الأشياء من شركة Healthcare GE المعروفة باسم AutoBed، وهي نظام فعال للغاية يركز على الاستخدامات المبتكرة والمثيرة لإنترنت الأشياء(IOT5.net, 2020).

2.3. هندسة معمارية IOT في الرعاية الصحية:

يجب أن يكون إنترنت الأشياء قادرا على ربط مليارات الأجسام غير المتجانسة عبر الإنترنت، ولذلك هناك حاجة ماسة لطبقات معمارية مرنة.والملاحظ أنّه لم يتقارب العدد المتزايد من البنيات المتاحة إلى نموذج مرجعي.ويكون النموذج الأساسي في مجموعة متنوعة من النماذج المعروضة عبارة عن بنية ثلاثية الطبقات كما هو موضح في الشكل :

الشكل رقم02: هندسة معمارية IOT في الرعاية الصحية



المصدر: Jesús N. S. Rubí and Paulo R. L. Gondim, (2019), IoMT Platform for Pervasive Healthcare Data Aggregation, Processing, and Sharing Based on OneM2M and OpenEHR, Sensors 19(19):4283 · October 2019 with 39 DOI: 10.3390/s19194283, p 11.

- **طبقة التصور**: تنقسم طبقة التصور إلى طبقتين فرعيتين هما: طبقة جمع البيانات وطبقة الوصول على التوالي. **طبقة اكتساب البيانات** وهي تحديد عقد شبكات المستشفيات، وإدراك والحصول على البيانات ذات الصلة، مثل معلومات الهوية عن الطبيب والممرضة، ومعلومات الهوية عن المريض، والمعلومات الأساسية، ومعلومات الموقع حول المستحضرات الصيدلانية، والمعدات الطبية والنفايات الطبية، والمعلومات الفسيولوجية، ومعلومات الموقع عن المرضى الداخليين، ومعلومات البيئة حول المستشفى وما إلى ذلك. **طبقة الوصول** هي إرسال البيانات المكتسبة من الطبقة الفرعية والوصول إليها إلى شبكة العمود الفقري، أي الشبكة العالمية للربط بين الكائنات. ومن الناحية العملية؛ يجب تحديده بشروط ملموسة، نذكر منها على سبيل المثال: النظام ذو الموقع الثابت باستخدام الموقع، مثل نظام إدارة العيادات الخارجية ونظام الإدارة التقنية الطبية، مناسب لتبني الوصول عن طريق الشبكة الثابتة، ونظام إدارة الاستشفاء مناسب لتبني الوصول عن طريق شبكة الهاتف المحمول أو الشبكة اللاسلكية، باستخدام الطبية اللاسلكية مع محطة عمل غير ثابتة للطبيب والممرضة (Tareq & Amathul , 2018).

- **طبقة الشبكات:** إن طبقة تكامل البيانات مسؤولة عن تخزين البيانات ومعالجتها وتوافرها. ويوفر محرك البحث المخصص والموروث من OneM2M، مجموعة من الخدمات لجمع البيانات جمعتها أجهزة OneM2M IoMT. وفي المقابل، تمكن المحولات من إعادة توجيه السجلات التي تم جمعها من مصادر البيانات الأخرى. وكلاهما يتفاعل مع منسق البيانات، الذي يقوم بتحديث مستودع Open EHR ومستودع بيانات تخزين Open EHR، (1) ثم تقوم مخططات البيانات على خادم OLAP بتحديث البيانات بالسجل الجديد؛(2) ويقوم كيان تشاحن البيانات بإعداد البيانات لتطبيق أدوات استخراج البيانات؛ (3)وقد تم تعيين سجل Open EHR لموارد FHIR لتبادل البيانات من خلال FHIR API (Jesús & Paulo , 2019)
- **طبقة التطبيقات: إنّ** المهمة الرئيسية لطبقة التطبيق هي معرفة الخدمة. وطبقة التطبيق هي تقنية توصيل إنترنت الأشياء، وهي أيضا طبقة لتحقيق تطبيق ذكي واسع النطاق يوفر حلولًا متنوعة. وبالنسبة لطبقة التطبيق، تتمثل المشكلة الرئيسية في مشاركة المعلومات حول المجتمعات وضمان أمن المعلومات(Amine & Abdelmajid , 2018).

4. توجه بعض الدول إلى اعتماد إنترنت الأشياء في الرعاية الصحية:

إنّ من الأمثلة الدالة على أهمية إنترنت الأشياء كقوة لأحداث التحول وكمحرك للنمو، واستخدامه في المجال الصحي نذكر:

- **اليابان:** تطبق اليابان إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية في سياسات الصناعة من خلال استراتيجية، والتي تُظهر استراتيجيات تطوير إنترنت الأشياء للحكومة في مجالات معينة كالرعاية الصحية والتعليم والحكومة الإلكترونية (IT Strategic Headquarters, 2015). وقد أصدرت الحكومة اليابانية أيضًا إستراتيجية اليابان الذكية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، ففي أغسطس 2016 أصدر المركز الوطني الياباني للاستعداد للحوادث وإستراتيجية الأمن السيبراني (NISC) وثيقة تسمى الإطار العام لأنظمة إنترنت الأشياء المضمونة (National center of Incident readiness and Strategy for Cybersecurity (NISC), 2016).
- **الولايات المتحدة الأمريكية:** نشرت وزارة التجارة ورقة للعثور على العناصر الأساسية لتعزيز تطوير إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية والتقنيات المحيطة بها عام 2017 (National Telecommunications and Information Administration, 2017). ويوجد قسم لإظهار متطلبات تطبيقات الرعاية الصحية المستندة إلى مجموعة النظراء منذ بداية عام 2018 (JIM , 2018).

• **فرنسا:** دعمت الحكومة الفرنسية إنشاء خادم (ONS) للبلاد لتمكين تقدم إنترنت الأشياء. وكان ذلك عام 2008 (Spectre and technologies de l'information et télécommunications, 2014)، وأصبح المستهلكون مقتنعين بأن بيانات المنتج دقيقة وأصلية وموحدة في جميع أنحاء البلاد. وقد أصبحت خدمات الطب عن بعد في فرنسا منتشرة على نطاق واسع على المستوى الإقليمي. وقد تمّ التحفيز لتطوير سياسة الصحة الإلكترونية،كما تم إدخال السجلات الصحية الإلكترونية رسمياً بموجب تشريع عام 2004، وعملت الحكومة على تطوير البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات في المستشفيات، واستخدام الصحة الإلكترونية، وحلول للتحديات في التشغيل البيني الدلالي. وتجدر الإشارة في هذا الصدد إلى تبني خطة (Stroetmann, et al., 2011 "Hôpitaux 2012" وقانون المستشفيات والمرضى والصحة والأقاليم (la loi HPST).

• **السويد:** أعلنت السويد GS1 في يوليو 2010، وهي منظمة عالمية تعمل مع معايير التوزيع، وأشارت أنها ستعمل بشكل مشترك على تطوير خادم جذر ONS من أجل تطوير إنترنت الأشياء لتمكين الشبكات لجميع الكائنات المادية عبر الإنترنت، وتوفر سياسة "الإستراتيجية الوطنية للصحة الإلكترونية" السويدية مجموعة مفصلة من مجالات العمل والبيانات (Stroetmann, et al., 2011).

• **ألمانيا:** كرست ألمانيا أنشطتها الصحية الإلكترونية الأساسية في تشريع الذي يحكم قطاع الرعاية الصحية منذ عام 2003، ولديها خطة طموحة للعب دور قيادي في قطاع الهندسة والتصنيع، بما في ذلك في مجال إنترنت الأشياء، وذلك وفقًا لخطة عمل إستراتيجية التكنولوجيا العالية 2020، وتعد INDUSTRIE 4.0 مبادرة إستراتيجية لتحقيق هذا الهدف (Amyx, 2014).

• **الصين:** تتبع الصين سياسات واستراتيجيات تعزز اعتماد إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية في كل جانب من جوانب الحياة، بما في ذلك الرعاية الصحية. ومن بينها: إستراتيجية "صنع في الصين 2025"(BACKGROUNDER, 2018) وهي ملحوظة بشكل ملفت للانتباه. والغرض الأساسي منها هو تحسين التقنيات التي تدعم التصنيع، بما في ذلك إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية، وفي عام 2018 أصدرت اللجنة الوطنية للصحة في الصين ورقة ثمانية معايير جديدة للرعاية الصحية لإنترنت الأشياء لتعزيز الخطة الإستراتيجية لدمج إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية في الرعاية الصحية وجذب الاستثمارات في الصين (Yubing, 2018).

• **روسيا:** وفقًا للتقرير التحليلي الصادر عن International Data Corporation (DC)، فإن متوسط معدل نمو السوق السنوي حتى عام 2020 سيصل إلى 21.3٪. وبعدها؛سيبلغ الاستثمار في سوق إنترنت الأشياء الروسي أكثر من 4 مليارات دولار، بل سيبلغ السوق 9 مليارات دولار،

وسيصبح قادة النمو في التصنيع الذكي والشبكة الذكية والزراعة الذكية والسيارات ذاتية القيادة. ووضعت الحكومة توحيدًا جديدًا وسيبدأ العمل من أجل إنشاء معيار واحد مفتوح لتبادل البيانات لشبكة من الأجهزة المتصلة (Semenovskaia, 2019).

• **الهند:** أدخلت الهند سياسة الصحة الإلكترونية بين عامي 2000 و2002 لتعزيز استخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) في قطاع الصحة، وتقديم إرشادات وتوصيات شاملة للبنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات في مجال الرعاية الصحية (2003)، وإنشاء فرقة عمل للتطبيب عن بعد(WHO Global Observatory for eHealth, 2006)(2005). وفي إطار برنامج الهند الرقمي، تخطط الحكومة الهندية لتحويل الهند إلى مجتمع ممكّن رقميًا واقتصاد قائم على المعرفة، ولذلك أقبلت على مبادرات مختلفة. وخصصت الحكومة الهندية 70.6 مليار دولار في الميزانية الحالية لتطوير 100 مدينة ذكية في الدولة (MeitY, 2014) وتخطط لإنشاء صناعة إنترنت الأشياء بقيمة 15 مليار دولار في الهند بحلول السنة الجارية 2020 لزيادة عدد الأجهزة المتصلة من حوالي 200 مليون إلى أكثر من 2.7 مليار (Press Trust of India, 2014)، ومن المتوقع أن تعزز هذه الجهود استخدام إنترنت الأشياء في قطاع الرعاية الصحية في الهند.

• **استراليا:** في أوائل عام 2008، طور المجلس الاستشاري لوزراء الصحة الأستراليين إطارًا استراتيجيًا لتوجيه التنسيق والتعاون الوطنيين في مجال الصحة الإلكترونية على أساس سلسلة من مبادرات التشاور الوطنية،بما في ذلك حكومات الكومنولث والولاية والأقاليم والممارسين العامين والأخصائيين الطبيين والتمريض والصحة المتحالفة وعلم الأمراض وعلم الأشعة وقطاعات الصيدلة والمتخصصين في المعلومات الصحيةومديري الخدمات الصحية والباحثين والعلماء والمستهلكين.

إضافة إلى ذلك عملت الحكومة الأسترالية على تطوير خطة إستراتيجية لإنترنت الأشياء (World Health Organization and International Telecommunication Union, 2012).

الخاتمة: من خلال هذه الدراسة تبين أن اعتماد إنترنت الأشياء (IoT) على نطاق واسع في العديد من التطبيقات التي تمتد أهميتها في حياتنا اليومية. تتطور أيضًا تقنية إنترنت الأشياء في نظام مراقبة الرعاية الصحية لتوفير خدمات الطوارئ الفعالة للمرضى، ومن خلال هذه الدراسة تم التوصل إلى النتائج التالية:

1- يتم استخدامه انترنت الأشياء كتطبيق للصحة الإلكترونية في مثل الاكتشاف المبكر للمشكلات الطبية وإخطار الطوارئ وإعادة التأهيل بمساعدة الكمبيوتر.

2- يكتسب نظام المراقبة القائم على الاستشعار بيانات مختلفة من الأجنحة ومعدات التشخيص، ويستخرج هذه البيانات من أجل كفاءة والسيطرة تلقائيًا على الرعاية الصحية.

3- يوفر نظام الرعاية الصحية لإنترنت الأشياء مراقبة وتتبعًا فعالين يساعدان على تحسين إدارة الموارد البشرية.

4- تُستخدم الحوسبة السحابية للتعامل مع بيانات الرعاية الصحية وتوفر تسهيلات مشاركة الموارد مثل المرونة وتكامل خدمة البيانات مع تخزين البيانات القابل للتوسيع والمعالجة المتوازية ومشكلات الأمان مبكرًا.

5- تم تطوير نظام مراقبة الرعاية الصحية والذي يمكن أن يوفر معلومات في الوقت الفعلي عبر الإنترنت حول الظروف الفسيولوجية للمريض ويتكون بشكل أساسي من أجهزة الاستشعار ووحدة الحصول على البيانات، ويتم مراقبة درجة حرارة المريض ومعدل ضربات القلب وبيانات مخطط كهربية الدماغ وعرضها وتخزينها بواسطة النظام وإرسالها إلى الهاتف المحمول الخاص بالطبيب الذي يحتوي على التطبيق وبالتالي فإن نظام مراقبة المرضى المستندة إلى إنترنت الأشياء يكون بشكل فعال.

المراجع

1. A. Arış, S. F. (2015). Internet-of-Things security: Denial of service attacks. *23nd Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)* (pp. 903-906). Malatya, Turkey: IEEE. doi:10.1109/SIU.2015.7129976
2. Abu Zilani, K., Yeasmin, R., Abu Zubair, K., Sammir, R., & Sabrin, S. (2018). R3HMS, An IoT Based Approach for Patient Health Monitoring. *International Conference on Computer, Communication, Chemical, Material and Electronic Engineering (IC4ME2)* (pp. 1-4). Rajshahi: IEEE. doi:10.1109/IC4ME2.2018.8465482
3. Adam , D. (2008). *IP for Smart Objects.* Czech Republic: IPSO Alliance. Consulté le 01 28, 2021, sur http://www.dunkels.com/adam/dunkels08ipso.pdf
4. Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17*(4), 2347 - 2376. doi:10.1109/COMST.2015.2444095
5. Alhakbani, N., Hassan, M. M., & Ykhlef, M. (2017). An Effective Semantic Event Matching System in the Internet of Things (IoT) Environment. *Sensors, 9*, 1-19. doi:10.3390/s17092014
6. Al-Nidawi, Y. (2016). Integrated framework for mobile low power IoT devices. *Engineering, Computer Science*, 21-22.
7. Amine , R., & Abdelmajid , O. (2018). Challenges and Opportunities of Internet of Things in Healthcare. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), 8*(5), 2753-2761. doi:10.11591/ijece.v8i5.pp2753-2761

8. Amyx, S. (2014, Sep 10). *Internet Of Things Needs Government Support*. Récupéré sur InformationWeek: https://www.informationweek.com/government/leadership/internet-of-things-needs-government-support/a/d-id/1316455
9. BACKGROUNDER. (2018, June). *Made in China 2025.* Récupéré sur Institute for Security & Development: https://isdp.eu/publication/made-china-2025/
10. Barold, S., Stroobandt, R., & Sinnaeve, A. (2010). *Cardiac Pacemakers and Resynchronization Step□by□Step: An Illustrated Guide* (éd. Second Edition). New Jersey: Wiley-Blackwell. doi:10.1002/9781444323214
11. Bui, N. a. (2011). Health Care Applications: A Solution Based on the Internet of Things. *Association for Computing Machinery*, 23.
12. Chen, Q., & Lu, Y. (2018). Construction and application effect evaluation of integrated management platform of intelligent hospital based on big data analysis. *Chin Med Herald*, 161-164.
13. Cherry, D. (2015). Key Management. Dans D. Cherry, *Securing SQL Server Protecting your Database from Attackers* (pp. 47-56). Amsterdam: Syngress. doi:10.1016/C2013-0-14282-1
14. Daniel , G., Antonio , I., Giacomo , M., & Luigi , A. (2010). *The Internet of Things: 20th Tyrrhenian Workshop on Digital Communications.* New York: Springer-Verlag. doi:10.1007/978-1-4419-1674-7
15. De, S., Barnaghi, P., Bauer, M., & Meissner, S. (2011). Service modelling for the Internet of Things. *Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)* (p. 949). Szczecin, Poland: IEEE.
16. Demirkan, H. (2013). A Smart Healthcare Systems Framework. *IT Professional*, 38-45. doi:10.1109/MITP.2013.35
17. Dragomir, D., Gheorghe, L., Costea, S., & Radovici, A. (2016). A Survey on Secure Communication Protocols for IoT Systems. *International Workshop on Secure Internet of Things (SIoT)* (pp. 47-62). Heraklion: IEEE. doi:10.1109/SIoT.2016.012
18. Espay, A., Bonato, P., Nahab, F., Maetzler, W., Dean, J., Klucken, J., . . . Giuffrida, J. (2016). Technology in Parkinson's disease: Challenges and opportunities. *Mov Disord, 31*(09), 1272-1282. doi:10.1002/mds.26642
19. EUROPEAN COMMISSION. (2015, may 6). *A Digital Single Market Strategy for Europe.* Récupéré sur COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52015DC0192
20. FLEX LTD. (2017). *Top Sensor Manufacturers Make Strategic Investment in CropX.*San Francisco: FLEX LTD.
21. Food and Drug Administration. (2019, September 30). *Implants and Prosthetics.* Récupéré sur fda.gov: https://www.fda.gov/medical-devices/products-and-medical-procedures/implants-and-prosthetics#:~:text=Medical%20implants%20are%20devices%20or,to%20replace%20missing%20body%20parts.&text=Some%20implants%20are%20made%20from,plastic%2C%20ceramic%20or%20other%
22. grand view research. (2019). *Internet of Things in Healthcare Market Size, Share & Trends Analysis Report.*Maharashtra: grand view research.

23. Granjal, J., Monteiro, E., & Silva, J. (2015, Januar 09). Security for the Internet of Things: A Survey of Existing Protocols and Open Research Issues. *IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17*(3), 1294-1312. doi:10.1109/COMST.2015.2388550
24. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013, September). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems, 29*(7), 1645-1660. doi:10.1016/j.future.2013.01.010
25. Guinard, D., & Trifa , V. (2016). *Building the Web of Things: With examples in Node.js and Raspberry Pi.*New York: Manning Publications.
26. Hans, V. (2010). Ceo to shareholders: 50 billion connections 2020. *Ericsson Corporate Public & Media Relations* (p. 1). Stockholm, Sweden: Ericsson Corporate Public & Media Relations. Récupéré sur http://hugin.info/1061/R/1403231/357552.pdf
27. Hossain, S., Alamri, A., & Muhammad, G. (2019). Smart healthcare monitoring: a voice pathology detection paradigm for smart cities. *Multimedia Systems*, 565–575. doi:10.1007/s00530-017-0561-x
28. IBM News Room. (2017, june 14). *IBM Integrates with BMW CarData to Enable New and Innovative Services for Drivers.* Récupéré sur IBM News Room: https://newsroom.ibm.com/2017-06-14-IBM-Integrates-with-BMW-CarData-to-Enable-New-and-Innovative-Services-for-Drivers#:~:text=As%20a%20pilot%20partner%2C%20IBM,develop%20entirely%20new%20customer%20experiences.
29. IOT5.net. (2020, March 19). *Connected Health Iot Applications*. Récupéré sur Iot application: https://iot5.net/iot-applications/connected-health-iot-applications/
30. i-scoop. (2017, march 21). *Healthcare in digital transformation: digital and connected healthcare.*Consulté le march 20, 2020, sur healthcare industry: https://www.i-scoop.eu/digital-transformation/healthcare-industry/
31. IT Strategic Headquarters. (2015, Feb 29). *i-Japan Strategy 2015.*Récupéré sur kantei: japan.kantei.go.jp
32. Jesús, N., & Paulo , R. (2019). IoMT Platform for Pervasive Healthcare Data Aggregation, Processing, and Sharing Based on OneM2M and OpenEHR. *Sensors*, 19. doi:10.3390/s19194283
33. JIM , G. (2018, AUG 6). *New Policy Prohibits GPS Tracking in Deployed Settings.* Récupéré sur The Department of Defense: https://www.defense.gov/Explore/News/Article/Article/1594486/new-dod-policy-prohibits-gps-enableddevices-in-deployed-settings/
34. Ken , T., Felice , A., Henri , B., Paul , D., John , D., Christian , F., . . . John , W. (2014, April 14). The GS1 EPCglobal Architecture Framework. (GS1, Éd.) Bruxelles, Belgique. Récupéré sur https://www.gs1.org/sites/default/files/docs/epc/architecture_1_6-framework-20140414.pdf
35. KEVIN, A. (2009, june 22). That 'Internet of Things' Thing. (rfidjournal, Intervieweur) Récupéré sur https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing
36. Khan, W., Zangoti, H., Aalsalem, M., Zahid, M., & Arshad, Q. (2016). Mobile RFID in Internet of Things: Security attacks, privacy risks, and countermeasures. *International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and*

Telecommunications (ICRAMET).Jakarta: IEEE. doi:10.1109/ICRAMET.2016.7849578

37. Kuemper, D., Reetz, E., Fischer, M., Toenjes, R., & Pulvermueller, E. (2014). From Semantic IoT-Service Descriptions to Executable Test Cases - Information Flow of an Implemented Test Framework. *The Sixth International Conference on Advances in System Testing and Validation Lifecycle* (pp. 28-35). Nice, France: ThinkMind.
38. Lee, J., & Kondziolka, D. (2005). Thalamic deep brain stimulation for management of essential tremor. *Journal of Neurosurgery, 103*(3), 400. doi:10.3171/jns.2005.103.3.0400
39. Lei , Y., Chungui , L., & Sen , T. (2011). Community Medical Network (CMN): Architecture and implementation. *Global Mobile Congress* (p. 2). Shanghai, China: IEEE.
40. Li, K., Wang, J., Li, T., Dou, F., & He, K. (2018). Application of internet of things in supplies logistics of intelligent hospital. *Application of internet of things in supplies logistics of intelligent hospital, 15*(11), 172-176.
41. López, Y., Franssen, J., Narciandi, G. Á., Pagnozzi, J., Arrillaga, I. G.-P., & Andrés, F. L.-H. (2018). RFID Technology for Management and Tracking: e-Health Applications. *Sensors, 18*(8), 2663. doi:10.3390/s18082663
42. Luigi , A., Antonio , I., & Giacomo , M. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks, 54*(15), 2787-2805. doi:10.1016/j.comnet.2010.05.010
43. Martin, D., Burstein, M., Hobbs, J., Lassila, O., McDermott, D., McIlraith, S., . . . Sycara, K. (2004, November 22). *OWL-S: Semantic Markup for Web Services.*Récupéré sur W3C Member Submission: http://www.w3.org/Submission/2004/SUBM-OWL-S-20041122/
44. Meghna, K. (2019, AUGUST 09). *Block Cipher modes of Operation.* Consulté le februry 27, 2020, sur geeks for geeks: https://www.geeksforgeeks.org/block-cipher-modes-of-operation/
45. MeitY. (2014, Oct 16). *IoT Policy Document.* Récupéré sur Draft Policy on Internet of Things: https://www.meity.gov.in/sites/upload_files/dit/files/Draft-IoT-Policy%20(1).pdf
46. Mitchell-Innes , A., Saeed, S., & Irving , R. (2018). The Future of Cochlear Implant Design. Dans S. Lloyd, & N. Donnelly, *Advances in Hearing Rehabilitation* (Vol. 81, pp. 105-113). Basel: Karger Publishers. doi:10.1159/000485540
47. Mohammed, H., & Qayyum, M. (2017). Internet of Things :A Study on Security and Privacy Threats. *2nd International Conference on Anti-Cyber Crimes (ICACC).* Abha: IEEE.
48. *National center of Incident readiness and Strategy for Cybersecurity (NISC).*(2016, August 26). Récupéré sur nisc: https://www.nisc.go.jp/eng/pdf/iot_framework2016_eng.pdf
49. National Telecommunications and Information Administration. (2017, January 12). *Fact Sheet: Fostering the Advancement of the Internet of Things.* Récupéré sur United States Department of Commerce: https://www.ntia.doc.gov/other-publication/2017/fact-sheet-fostering-advancement-internet-things
50. Nawir, M., Amir, A., Yaakob, N., & Lynn, O. (2016). Internet of Things (IoT): Taxonomy of security attacks. *3rd International Conference on Electronic Design (ICED)* (pp. 321-326). Phuket, Thailand: IEEE. doi:10.1109/ICED.2016.7804660

51. Nurse, J., Erola, A., Agrafiotis, I., Goldsmith, M., & Creese, S. (2015). Smart Insiders: Exploring the Threat from Insiders Using the Internet-of-Things. *International Workshop on Secure Internet of Things (SIoT)* (pp. 5-14). Vienna, Austria: IEEE. doi:10.1109/SIOT.2015.10
52. OSP. (2020, March 19). *healthcare iot solutions*. Récupéré sur OSP: https://www.osplabs.com/healthcare-iot-solutions/
53. Oxford. (2021, janvier 28). *internet of things*. Récupéré sur lexico.com: https://www.lexico.com/definition/internet_of_things
54. Patlak, M., Nass, S., & Henderson, I. (2001). *Mammography and Beyond: Developing Technologies for the Early Detection of Breast Cancer: A Non-Technical Summary.*Washington: NCBI.
55. Press Trust of India. (2014, October 26). *Govt aims to make $15-bn IoT industry in India by 2020*. Récupéré sur Business Standard: https://www.business-standard.com/article/pti-stories/govt-aims-to-make-15-billion-iot-industry-in-india-by-2020-114102600119_1.html#:~:text=The%20policy%20has%20the%20objective,over%202.7%20billion%20by%202020.%22
56. Rahman, H., Islam, N., Rafsan Jany, M. H., & Motiur Rahman, M. (2017). Multimedia content security with random key generation approach in cloud computing. *IEEE International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR)* (pp. 1-6). Dhaka: IEEE.
57. Richardson, L., & Ruby, S. (2007). *RESTful Web Services.*Sebastopol, Californie: O′Reilly.
58. Semenovskaia, E. (2019). *Russia Internet-of-Things Market 2019–2023 Forecast.* Récupéré sur Russia ICT Market Opportunity and Digital Transformation Strategies: https://www.idc.com/cis_eng/research/published_reports?document=EUR243934519
59. Sharma, S., Tripathi, M., & Mishra, V. (2017). Survey paper on sensors for body area network in health care. *International Conference on Emerging Trends in Computing and Communication Technologies (ICETCCT)* (pp. 1-6). Dehradun: IEEE. doi:10.1109/ICETCCT.2017.8280299
60. Sisko, A., Keehan, S., Poisal, J., Cuckler, G., Smith, S., Madison, A., . . . Hardesty, J. (2019). National Health Expenditure Projections, 2018–27: Economic And Demographic Trends Drive Spending And Enrollment Growth. *HEALTH AFFAIRS, 38*(3), 491-501. doi:10.1377/hlthaff.2018.05499
61. Smith, S. (2020, november 27). *RFID to Unlock Next-Gen Retail Services*. Récupéré sur juniperresearch.com: https://www.juniperresearch.com/press/press-releases/retail-iot-platforms-connect-12-5bn-assets-2016
62. Spectre and technologies de l'information et télécommunications. (2014). Archivé — Advancing the "Internet of Things" - Digital Economy Strategy Submission to Industry Canada. *Semantic Scholar*.
63. Stine, J., Flory, I., Karolkowski, G., Hagedorn, R., Jacobs, K., Petevinos, M., . . . Krupitzer, D. (2017). *oT for the Consumer Goods and Retail Businesses: What are the benefits and where should one start?*Paris, France: Capgemini.
64. Stroetmann, K., Artmann, J., Stroetmann, V., Protti, D., Dumortier, J., Giest, S., . . . Whitehouse, D. (2011). European countries on their journey towards national eHealth infrastructures. *eHealth Strategies*.

65. Sun Microsystems, Inc. (2009, August 31). *Web Application Description Language.*Récupéré sur W3C Member Submission: http://www.w3.org/Submission/2009/SUBM-wadl-20090831/
66. Tareq, H., & Amathul , H. S. (2018). Versatile Aspects of IoT in Medical Science. *American Journal of Engineering Research (AJER), 7*(4), 89-96.
67. Vandana , M. R., Neeli , R. P., & Ramjee , P. (2011). A cooperative Internet of Things (IoT) for rural healthcare monitoring and control. *2nd International Conference on Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology (Wireless VITAE)* (p. 6). Chennai, India: IEEE.
68. Villaverde, B., de Paz Alberola, R., Jara, A., Fedor, S., Das, S., & Pesch, D. (2013). Service Discovery Protocols for Constrained Machine-to-Machine Communications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials, 16*(2), 41 - 60. doi:10.1109/SURV.2013.102213.00229
69. Weihua , W., Jiangong , L., Ling , W., & Wendong , Z. (2011). The internet of things for resident health information service platform research. *International Conference on Communication Technology and Application (ICCTA 2011)* (p. 631). Beijing: IET.
70. WHO. (2018). *Global health and ageing.* Maryland: WHO; US National Institute of Aging.
71. WHO Global Observatory for eHealth. (2006, DEC 27). *Building FOUNDATIONS for eHealth.* Récupéré sur WHO Global Observatory for eHealth: https://www.who.int/goe/publications/bf_FINAL.pdf
72. World Health Organization and International Telecommunication Union. (2012). *National eHealth Strategy Toolkit.* Switzerland: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.
73. www.loreal-finance.com. (2018). *L'Oréal advances its commitment to promoting sun safety with La Roche-Posay UV Sense, the first battery-free wearable electronic UV sensor.*Las Vegas: L'Oréal.
74. Yang, Y., Peng, H., Li, L., & Niu, X. (2017, April). General Theory of Security and a Study Case in Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal, 4*(2), 592-600. doi:10.1109/JIOT.2016.2597150
75. Yuan-Fang , L., Je‧ Z. , P., Shonali , K., Manfred , H., & Hai , N. (2016). The Ubiquitous Semantic Web: Promises, Progress and Challenges. In S. Koushik , G. Sasthi C. , & S. Bhabani P. , *Wireless Networks and Mobile Computing* (1ere ed., pp. 2093-2110). Boca Raton: CRC Press. doi:10.4018/978-1-4666-8751-6.ch091
76. Yubing, K. (2018, Sept 14). *IoT set to change healthcare.*Récupéré sur chinadaily.com.cn: http://global.chinadaily.com.cn/a/201809/14/WS5b9bb789a31033b4f465629c.html
77. Zhang, J., Li, Y., Cao, L., & Zhang, Y. (2018). Research on the construction of smart hspitals at home and abroad. *Chin Hos Manag, 38*(12), 64-66.