انترنت الاشياء ودورها في التنمية المستدامة في المجال الصحي في الدولة الليبية

ناجية ابراهيم الغراري
كلية التربية ناصر
جامعة الزاوية
Najia.algrari@gmail.com

الملخص

تقنية انترنت الاشياء اصبحت لها دور كبير وفعال في كل مجالات الحياة حيث ان هذه التقنية تعتمد في عملها علي المجسات والمشغلات المتصلة عن طريق شبكات حاسوبية وهي تقوم بعملية المراقبة وادارة الاشياء الكترونيا. وتدخ هذه التقنية في كل المجالات سواء الصحية, الاقتصادية , الاجتماعية او التعليمية. ليوم ، أصبحت إنترنت الأشياء (IoT) بنية غير متجانسة وموزعة بشكل كبير يمكنها الاستجابة للاحتياجات اليومية للأفراد والمنظمات المختلفة. مع التطور السريع للتقنيات القائمة على تكنولوجيا المعلومات مثل إنترنت الأشياء والحوسبة السحابية ، يمكن تحقيق الخدمات الصحية منخفضة التكلفة ودعمها ، والإشراف الفعال على الإدارة المركزية ، ومراقبة الصحة العامة. لذلك ، كان هناك اهتمام متزايد بتكامل إنترنت الأشياء والرعاية الصحية في كل من العالم الأكاديمي وعالم الأعمال.

هذه الورقة تتمحور حول دور انترنت الاشياء في دعم برامج التنمية المستدامة في مجال الرعاية الصحية في ليبيا، لكي تتمكن ليبيا من تحقيق برنامج التنمية المستدامة حسب برنامج الامم المتحدة للتنمية لسنة 2030.

الكلمات المفتاحية: انترنت الاشياء ، التنمية المستدامة ، الرعاية الصحية

مقدمة

انترنت الاشياء حسب ما جاء تعريفها [1] هي قدرة الاشياء علي الاتصال بالأنترنت وارسال البيانات واستقبالها ,علي سبيل المثال الكاميرات المتصلة بالأنترنت والتي تتيح المراقبة عبر الانترنت، وعرفت ايضا علي انها الاشياء التي من الممكن ربطها من خلال عنونة فريدة [2].

انترنت الاشياء لها عدة استخدمات في مجالات الحياة المختلفة مثل الرعاية الصحية، علوم الحياة، السكن الذكي، الصناعة، الزراعة،التعليم، وغيرها من المجالات الاخرى.

تطرق كثير من البحاث للدور الكبير الذي تلعبه انترنت الاشياء في حياتنا اليومية، حيث تطرقت الدراسة كما هى موضحة في المرجع [3] لدور هذه التقنية في مجال الزراعة الذكية، حيت طور الباحثون منظومة مراقبة الاغنام عند رعييها بحيث يتم التحكم فيها لكي ولا تحدث ضررا للأراضي الزراعية القريبة من منطقة الرعي.

وتتم هذه العملية عن طريق وضع مجسات في رقبة الاغنام والتي ترسل اشارات الي جهاز حاسوب والذي عن طريقه تتيح عملية المراقبة والتحكم في مجال رعي الاغنام.

ومن الادوار المهمة ايضا لهذه التقنية هي استخداها في مكافحة التغيرات المناخية وخاصة ظاهرة التصحر التي تعاني منها كثير من الدول ومنها ليبيا، وذلك بمراقبة التغيرات في درجات الحرارة والرطوبة ومعدل ثاني اكسيد الكربون في الاراضي الزراعية باستخدام متحكمات دقيقة عن طريق الاتصال اللاسلكي بمجسات الكترونية [4] وايضا يمكن استخدام هذه التقنية للتحكم في الري بحيث يتم استخدام المحكمات الدقيقة والمجسات في مراقبة والتحكم في كمية مياه الري بطريقة فعالة للتقليل من هذه المياه اثناء عملية الري وذلك عن طريق قياس رطوبة التربة والرطوبة الجوية ودرجات الحرارة [5] .

ولربما احدى المجالات التي تلامس حياة الانسان اليومية هي انظمة الطاقة الكهربائية. انترنت الاشياء تلعب دور مهم وفعال في مجال المراقبة لأنظمة الطاقة الكهربائية. تعرضت [6] لمنظومة مراقبة استهلاك الطاقة عن طريق استخدام انترنت الاشياء بحيث تم التقليل من اهدار الطاقة الكهربائية. هذه المنظومة يمكن استخدامها لمنزل صغير أو مبنى كبير. تتكون هذه

المنظومة من مجموعة مجسات لمحولات التيار الكهربائي متصلة بلوحات تحكم. هذه المجسات لها القدرة على الاتصال بثلاثة اطوار في نفس الوقت وقراءة كل طور على حده تم جمع هذه القراءات وإرسالها إلى معالج بيانات وتتم هذه العملية عن طريق الاتصال اللاسلكي بالانترنت.

من المجالات ذات الأهمية والتي تحتاج إلى الاهتمام الاكبر هي الرعاية الصحية , حيث توفر انترنت الاشياء فوائد جمة في هذا المجال منها تحسين التشخيص والعلاج , امكانية المراقبة عن بعد , التقليل من تكاليف الرعاية [7]. ومن التطبيقات التي تدخل وتساهم فيها هذه التقنية بشكل فعال في مجال الرعاية الصحية هي التصوير المقطعي, مراقبة مستوى السكرى وكذلك ضغط الدم بالإضافة إلى اجهزة السمع.

ومن الحلول التي تساهم فيها هذه التقنية, الدور الذي تقوم به في التحكم والمراقبة للأجهزة المنزلية مثل اجهزة التكييف, مصابيح الكهرباء, سخانات المياه وغيرها من المعدات والاجهزة المنزلية مما يساعد على التحكم في استهلاك الطاقة الكهربائية وتقليل التكاليف [8].

مشكلة البحث:

المشكلة التي تطرقت لها هذه الورقة البحثية هي ما مدى الاستفادة من تقنية انترنت الاشياء في تنفيد برامج التنمية المستدامة في ليبيا وخاصة في المجال الصحي لما له من اهمية بالغة على حياة المواطن.

تساؤلات البحث:

1. ما هو دور انترنت الاشياء في تطبيق برنامج الامم المتحدة للتنمية في ليبيا ؟
2. ما المجالات التي يمكن ان تساهم فيها هذه التقنية لتنفيذ برامج التنمية المستدامة ؟
3. ما هو الدور الذي يمكن أن تلعبه هذه التقنية في المجال الصحي في ليبيا؟

أهمية البحث:

تكمن اهمية البحث في الاتي:

1. التعريف بتقنية انترنت الاشياء.
2. دور تقنية انترنت الاشياء في تنفيذ برامج التنمية المستدامة.
3. مدى الاستفادة من هذه التقنية في مجال الرعاية الصحية في ليبيا.
4. الخروج ببعض المقترحات التي ربما تساعد المسئولين على الإسراع في تطبيق هذه التقنية لتسريع برامج التنمية المستدامة في ليبيا.

أهداف البحث: يهدف هذا البحث إلى:

1. معرفة ولو بشكل مبسط تقنية انترنت الاشياء.
2. تسليط الضوء على هذه التقنية وما مدى الاستفادة منها.
3. الوقوف على بعض الحلول التي قامت بها بعض الدول لاستغلا هذه التقنية في تنفيذ برامج التنمية المستدامة..
4. امكانية الاستفادة من هذه التقنية في مجال الرعاية الصحية في ليبيا.

منهجية البحث:
اعتمدت هذه الدراسة على المنهج الوصفي الذي يهدف إلى تجميع البيانات والمعلومات الكافية حول موضوع الدراسة وذلك من خلال وصف الحالة وأهميتها فضلاً عن استخدام المراجع والكتب والمجلات والبحوث المرتبطة بها، والاطلاع على الدراسات والتقارير والمنشورات المشابه، واستخدام شبكة الانترنت في البحث.

برنامج الامم المتحدة للتنمية المستدامة

في سنة 2015 [9] اتفقت الدول الاعضاء بالأمم المتحدة على خطة للتنمية المستدامة تتكون من 17 هدف رئيسي و 169 هدف فرعي, بحيث يتم تنفيد هذه الخطة بحلول سنهة 2030.

تم تقسيم هذه الاهداف الرئيسية لهذه الخطة إلى العناصر التالية:

1. الاشخاص: وينطوي تحت هذا العنصر الاهداف الرئيسية الأتية:
   أ- جودة التعليم.
   ب- الصحة الجيدة
   ت- القضاء على الجوع.
   ث- القضاء على الفقر.
   ج- المساواة.
2. المشاركة: ويشمل عنصر المشاركة.
3. السلام: ويشمل العدالة وقوة القانون.
4. الانتعاش: يشمل العمل المحترم , النمو الاقتصادي , البنية التحتية والتطور الصناعي.
5. الكوكب: ويشمل الطاقة النظيفة, الاستهلاك المسئول, الحياة على الارض وتحت الماء, الجو, مياه نظيفة وتصريف المياه ، مدن ومجتمعات مستدامة.

حسب ما ورد في [10] فإن تقنية المعلومات والاتصالات يمكن أن تُسرع من تطور الجنس البشري وسد الفجوة الرقمية. اتحاد الاتصالات الدولية بالأمم المتحدة كرس جهد جبار لإظهار الدور المهم لتقنية المعلومات والاتصالات خلال تحقيق اهداف التنمية المستدامة.

في سنة 2002 بمؤتمر القمة العالمية للتنمية المستدامة تم ايضاح ثلاثة ابعاد حاسمة للتنمية المستدامة وهي التنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. عقدت العديد من المؤتمرات على المستوى العالمي بخصوص التنمية المستدامة حتى تم الاتفاق على 17 هدف للتنمية المستدامة سنة 2015. وبعد ذلك صدر تقرير عن الامم المتحدة يوضح الرؤية بعد عام 2015 حيث تستند هذه الرؤية الواردة بهذا التقرير إلى ثلاثة قيم أساسية وهي حقوق الانسان, المساواة والاستدامة واربعة ابعاد أساسية وهي: (1) التنمية الاقتصادية الشاملة, (2) التنمية الاجتماعية الشاملة, (3) استدامة بيئية ملموسة, (4) السلام والأمن.

فيما يخص التنمية الاقتصادية , فهي تشمل الحد من الفقر, امدادات الغذاء, الرعاية الصحية, النمو الاقتصادي, التصنيع المستدام و تعزيز الابتكار في إطار البعد الاقتصادي. الحد من الفقر باستخدام تقنية المعلومات والاتصالات وذلك بإعطاء الفرصة للطبقة الفقيرة لتوسيع اصولهم للوصول للأسواق وكذلك يساعد مؤسسات الدولة على تقديم المساعدات وخاصة للمشردين. من العوامل المهمة هي تحسين الامن بحيث يضمن للفقراء القدرة على التعامل مع المخاطر مثل المخاطر المالية والصحية. من وجهة نظر الباحث لعل انجع الحلول لمشكلة الفقر هو اعتماد النظام الاسلامي للزكاة والذي يعتبر الحل الامثل للحد من الفقر في أي مجتمع. ويمكن استغلال التقنية بهذا الخصوص وذلك بتجميع المعلومات عن الفقراء عن طريق استغلال شبكات المعلومات.

بالنسبة لموضوع امدادات الغذاء يتمثل في وجود زراعة مستدامة وذلك عن طريق توظيف التقنية في الري وترشيد استهلاك الطاقة. حيث استغلال التقنية سيوفر المعلومات والمعرفة اللازمة وذلك عن طريق شبكات انترنت الاشياء باستخدام

المجسات لمراقبة عملية الري والتقليل من استخدام المبيدات الحشرية[11].
أما من ناحية الرعاية الصحية فقد ساهمت تقنية المعلومات مساهم فعالة في هذا المجال وذلك باستغلال هذه التقنية عن طريق الهواتف الذكية لتزويد الرعاية الصحية للمرضى واستغلال تقنية انترنت الاشياء في هذا المجال الخدمي الحيوي[12].
تعزيز التعليم وفرص التعلم التي توفرها تقنيات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الوقت الحاضر وفي السنوات الأخيرة ، تم اقتراح بيئات التعلم في كل مكان من أجل أن يتم اعتماد الأجهزة المحمولة على نطاق واسع في نطاق التعليم. وهكذا ، تم دمج علم التنبؤات التكنولوجية والاجتماعية في سياق التعليم. وقد أدى هذا الاتجاه أيضًا إلى ظهور تحديات وأعباء إضافية للمعلمين عندما يشاركون في مثل هذا النظام التعليمي المعقد المجهز بالفرص التكنولوجية.

النمو الاقتصادي المستدام والعمالة المنتجة والعمل اللائق: في القرن الحادي والعشرين ، مع الإحساس بالمسؤولية البيئية والاجتماعية على نطاق واسع ، يصبح خيارًا حتميًا للمؤسسات الصناعية لتبني مفاهيم التنمية المنهجية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. وبالتالي ، لا يتعين على المؤسسات الصناعية الاهتمام بالإنتاجية وكفاءة الاستثمار فحسب ، بل يتعين عليها أيضًا مراعاة قضايا التنمية المستدامة.

لتحقيق التنمية المستدامة للصناعة ، يتمثل أحد التحديات الكبيرة في استخدام موارد الأراضي المحدودة بطريقة معقولة ومخططة. تحقيقا لهذه الغاية ، وذلك باستخدام تقنيات نظام دعم القرار المكاني القائمة على أنظمة المعلومات الجغرافية ، للمساعدة في تحقيق الموقع المناسب للصناعات المخطط لها حديثًا. تعد الأداة البرمجية المقترحة مفيدة للغاية للبلدان النامية ، حيث لا يزال التصنيع المستدام في مراحله المبكرة مع الاخذ في الاعتبار التطورات البيئية.

أما ما يخص التنمية الاجتماعية من العناصر التي تم التركيز عليها هو موضوع المساواة بين الجنسين فيما يخص فرص العمل كذلك النشاطات الاجتماعية والتي لعبت منصات التواصل الاجتماعي فيها دور فعال. وايضا تم التركيز على تقليص الفوارق بين طبقات المجتمع الواحد. من الاشياء المهمة ما يعرف بالمدن المستدامة ويتم التركيز في هذا السياق لسببين اولاهما أن 70% من سكان العالم سيكونون بالمدن بحلول 2030 وهذه المدن ستكون هي المصدر الأساسي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري بما يقدر 70% على المستوى العالمي[13]. تم اعتبار إنترنت الأشياء (IoT) على نطاق واسع كمنصة أساسية مستقبلية لتحقيق المدن الذكية المستدامة. وحددت العقبات في طريق الوصول إلى الهدف. تم تلخيص بعض القضايا البارزة. على سبيل المثال ، يؤدي عدم انتظام الأشياء المتصلة إلى وضع حواجز أمام التعامل مع مجموعة متنوعة من البيانات التي تم إنشاؤها بواسطة أجهزة إنترنت الأشياء. كشف النقاب أيضًا عن طريق واعد لتحقيق المدن الذكية ، أي تطوير إنترنت الأشياء بوظائف قابلة لإعادة التكوين ذاتيًا[14] .

تم اقتراح مفهوم الاستهلاك والإنتاج المستدامين في عام 1992 من قبل قمة الأرض في ريو دي جانيرو بالبرازيل . في هذا الإطار تم تنفيذ نموذجًا أصليًا للمصنع المستدام للخلايا الشمسية ، والذي يضمن إنتاجية وجودة عالية وضمانًا. لإيجاد التوازن بين الأبعاد الثلاثة للاستدامة في اليابان[15] .وايضا تم اقترح نموذجًا لإزالة مرحلة النفايات واستخدام مرحلة إعادةالتدوير للاستهلاك المستدام. ركزت بعض الدراسات على سيناريو الصناعة التحويلية والآليات المقترحة لتوفير الطاقة. في الآونة الأخيرة ، تم تحليل هيكل الطاقة التي يستهلكها الإنتاج ، بهدف اكتشاف السبب الحقيقي وراء انخفاض كفاءة استخدام الطاقة في مرافق التصنيع الحديثة. وتم ايضا اقترح إطارًا منهجيًا ينسق الإنتاج ونظام النقل[16]. بفضل التقدم التكنولوجي والتقدم الذي أحرزه مجتمع المعلومات والمعرفة ، تبرز العدالة الإلكترونية كأدوات جديدة توفر للناس وصولاً أكثر ملاءمة للعدالة مقارنة بالطريقة التقليدية . إنشاء حكومة إلكترونية تقدم للمجتمع فرصًا كبيرة لتلقي خدمات العدالة المعلوماتية. في الآونة الأخيرة ، ظهرت العدالة الإلكترونية كقطاع ضروري للإدارة الإلكترونية ، خاصة أنها تسهم بشكل كبير في تكوين نظام إدارة العدل الحديث والانفتاح في الخدمات العامة[17]. أظهرت بعض الدراسات رؤية مبتكرة للعدالة الإلكترونية قائمة على مفهوم محور المواطن في تطوير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في القضايا القانونية[18].

لا تزال هناك كثير من الأمور التي تحتاج إلى نظرة اشمل واعمق ومنها كيفية التخفيف من عدم المساواة مع زيادة عدد سكان الحضر بسرعة ، نحتاج إلى إعادة النظر في قضية ناشئة تتمثل في كيفية إنشاء مدينة حديثة ذات بيئات أقل إجهادًا وأكثر إبداعًا. القابلية للعيش ونوعية الحياة تعتبر من العوامل الرئيسية عند تصميم أنظمة إدارة الطاقة والمياه والتلوث والنفايات على المدى الطويل. من المتوقع اقتراح نهج جديدة من خلال أخذ هذه الأهداف في الاعتبار. علاوة على ذلك ، من المقبول على نطاق واسع أنه ينبغي اعتماد التصاميم من القاعدة إلى القمة لتحقيق المدن المستدامة المستقبلية القائمة على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات[19].

نظرًا لأن العديد من الممارسات الهامة في سياق الاستدامة الاجتماعية هي قضايا عالمية ، مثل التحضر في إطار عالمي ، وتنفيذ المدن الذكية ، وإنتاج الطاقة المستدامة واستهلاكها. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن استخدام الذكاء الجماعي لمتابعة تحسين المجتمع الشامل بناءً على الجهود الجماعية التي يساهم بها الأفراد. لذلك ، فإن العديد من الشراكات العالمية للتوعية الجماعية ضرورية للتنمية المستدامة لمجتمع الإنسان في المستقبل[20].

أما البيئة المستدامة , في هذا الإطار يتم النظر في المحافظة على الموارد البيئية وذلك أن الإدارة المستدامة للمياه والصرف الصحي كما ورد في [21] ، يواجه العديد من سكان العالم صعوبات في الوصول إلى الخدمات الأساسية جدًا للبشر. على سبيل المثال ، لا يزال بعض الناس بالكاد يحصلون على مياه الشرب المأمونة أو مرافق الصرف الصحي. من المحتمل أن يؤدي ذلك إلى زيادة عدم الاستقرار السياسي وتفاقم حلقة الفقر. تم تصنيف أزمة مياه الشرب في المرتبة الأولى على المخاطر العالمية من قبل المنتدى الاقتصادي العالمي ، 2015. من أولئك الذين يواجهون المشكلة ، 82٪ من المناطق الريفية.

الحصول على طاقة حديثة وموثوقة ومستدامة وبأسعار معقولة احد الاهداف لتحقيق التنمية المستدامة للمجتمع ، فإن أحد أهم العوامل هو توفير موارد الطاقة التي يجب أن تكون مستدامة بالكامل [22].

[23] أوضح النقاط الرئيسية في تحقيق إمدادات الطاقة المستدامة في ظل تقييد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ثم ، [24] درس أساسيات تكنولوجيا الشبكة الذكية في خدمات الطاقة المستدامة القائمة على تكنولوجيا المعلومات والاتصالات. تم اقتراح إطار عام لنظام الطاقة الاجتماعي والإيكولوجي. في وقت لاحق . [25] عرض تطوير بطاريات Li-ion القائمة

على تقنيات المركبات الإلكترونية (EV). لا تزال تقنيات السيارات الكهربائية في مرحلتها المبكرة. هناك حاجة ماسة إلى الكثير من التصميمات والمنتجات عبر الشركات المصنعة للمعدات الأصلية (OEM) ، وصناعات المركبات الكهربائية ، والمؤسسات البحثية. لذلك ، يمكن أن يوفر منتج البطاريات الجديد هذا الأساس لصناعات السيارات الكهربائية.

دور انترنت الاشياء في تطبيق برنامج الامم المتحدة للتنمية في ليبيا

ليبيا من دول العالم الثالث وعليه تحتاج إلى كثير من الجهد لكي تواكب ما يحدث في العالم من استغلال للتقنية الحديثة وتسخيرها لغرض التنمية المستدامة وخاصة في ظل السنوات العجاف التي تمر بها في الوقت الحاضر.
يمكن لإنترنت الاشياء أن تساهم مساهمة فعالة في تطبيق بعض اهداف التنمية المستدامة لبرنامج الامم المتحدة لسنة 2030 رغم مرور الوقت وذلك إن كان هناك جدية من قبل المسئولين في الدولة رغم أن الظاهر لا يعكس هذه الجدية. استغلال هذه التقنية لغرض التنمية يحتاج لتسخير كثير من الامكانيات سواء كانت مادية أو تقنية ويحتاج أيضا لجهد كبير من المتخصصين بالمجال لإجراء الدراسات والابحاث بالخصوص للوصول إلى كيفية اسهام هذه التقنية تطبيق برامج التنمية المستدامة ولو جزيئا.
من المجالات التي يمكن أن تسهم فيها هذه التقنية هي مجالات الرعاية الصحية المفقودة , حماية البيئة , ترشيد استهلاك الطاقة , المواصلات .

إستخدام إنترنت الأشياء من أجل التنمية المجتمعية المستدامة يهدف إلى تطوير الأنظمة الهندسية التي تمكن الاستدامة من خلال حماية النظم الطبيعية والبيئية [26]. من خلال الترابط بين الأنظمة والاستشعار وتقنيات الاتصالات ، تهدف إنترنت الأشياء من أجل الاستدامة إلى توفير نموذج يوازن بين حاجة المجتمع لتوفير الحماية البيئية ويحافظ على مجتمع اقتصادي آمن.

العلاقة القوية بين إنترنت الأشياء والاستدامة لا تحتاج إلى تأكيد. على سبيل المثال ، مراقبة الفيضانات والصرف الصحي وتدفقات العواصف [27] .حل إنترنت الأشياء القائم على الاستشعار والاتصالات يدعم المجتمعات المستدامة (الهدف 11) من خلال الحد من الكوارث المتعلقة بالمياه والخسائر الاقتصادية. إنترنت الأشياء للصيانة الظرفية للشبكة الذكية تدعم البنية التحتية (الهدف 9). يدعم إنترنت الأشياء الإضاءة الذكية على مستوى المدينة والتحسينات في كفاءة الطاقة (الهدف 7). يتمتع الجيل التالي من إنترنت الأشياء اللاسلكي بإمكانية التقدم في جبهات متعددة لاستيعاب الطلبات المتزايدة باستمرار للتطبيقات التجارية والبنى التحتية العلمية والوكالات الحكومية ؛ من أجل ربط أفضل وأوسع نطاقًا (الهدف 9). في مجال صحة الإنسان (الهدف 3) ، بدلاً من اختراق تكنولوجي رئيسي واحد ، يمكن للمجتمع الاعتماد على تتويج العديد من تقنيات تمكين إنترنت الأشياء الرئيسية. يمكن أن توفر تقنيات إنترنت الأشياء جمع البيانات اللاسلكية الخاصة برطوبة المحاصيل و التربة في الوقت المطلوب ، مما يدعم اتخاذ القرارات الفعالة بشأن إدارة المياه (الهدفان 2 و 12). في الإدارة الرقمية للغابات ، يمكن أن يساعد نظام الإنذار المبكر للإجهاد الناتج عن الجفاف في بدء الإجراءات وتحديد أولوياتها (الهدف 13). يمكن أن يساعد اكتشاف رطوبة التربة في الغابات اتخاذ قرارات الاستعادة للغابات. تُظهر هذه الأمثلة بوضوح أن التنمية المجتمعية المستدامة هي الفائدة الرئيسية لإنترنت الأشياء.

من خلال كثير من المشاريع التي تربط انترنت الاشياء بالتنمية المستدامة وفي دراسة [28] ، تم استكشاف العلاقة بين إنترنت الأشياء والاستدامة. على وجه الخصوص ، تمت مقارنة 640 مشروعًا مختلفًا لإنترنت الأشياء مع 17 هدفًا من أهداف التنمية المستدامة من أجل تحليل العلاقة بين الاستدامة وإنترنت الأشياء. لقد ثبت أن 84٪ من مشاريع إنترنت الأشياء التي تم تحليلها أظهرت إمكانات أقوى لتحقيق هذه الأهداف. تم التأكيد على أهداف التنمية المستدامة الخمسة (الصحة(3) و توفر طاقة نظيفة(7) و صناعة وبنية تحتيه(9) و مدن ومجتمعات مستدامة(11) و استهلاك وانتاج مسئول(12)) بنسبة 75 ٪ من المشاريع.

هناك العديد من مشاريع انترنت الاشياء المرتبطة بالتنمية المستدامة سواء بالدول المتقدمة او الدول النامية.

وفيما يلي بعض هذه المشاريع والتي يمكن الاستفادة منه في الدولة الليبية اسوة ببعض الدول النامية :

- الهدف 7 و 9 و 11 من أهداف التنمية المستدامة: يتم استخدام إنترنت الأشياء للكشف عن الحرائق والدخان مع أجهزة الإنذار في المناطق الحضرية عالية الكثافة في كينيا وجنوب إفريقيا
- في شرق إفريقيا والهند ، يتم تزويد الأسر ذات الدخل المنخفض عن طريق إنترنت الأشياء بالطاقة الشمسية الصغيرة خارج الشبكة.
- يدعم إنترنت الأشياء الذي يعمل باستشعار الكربون الأسود مراقبة مواقد الطهي في السودان
- الحافلات الصغيرة المتصلة بوسائل النقل العام يتم استخدام إنترنت الأشياء في كينيا لمراقبة التسارع والسرعة والفرامل للتحكم في القيادة المحفوفة بالمخاطر
- الهدف 12 و 13 و 14 و 15 من أهداف التنمية المستدامة: في تيمور الشرقية ، تدعم إنترنت الأشياء المعتمد الحوسبة السحابية على مراقبة نشاط الصيد غير القانوني
- مراقبة تلوث الهواء إنترنت الأشياء لاستشعار تلوث الهواء الخارجي في بنين
- في الإمارات العربية المتحدة ، يتم استخدام إنترنت الأشياء لمراقبة الطائرات بدون طيار والكاميرات الأرضية لتقديم الخدمات للمتنزهات الوطنية
- في إندونيسيا ، تدعم تقنية إنترنت الأشياء الرقمية رصد نشاط قطع الأشجار غير القانوني

- الهدف الرابع من أهداف التنمية المستدامة: في جنوب إفريقيا ، ربطت إنترنت الأشياء الطلاب وأعضاء هيئة التدريس بنظام الحضور الآلي باستخدام السمات البيومترية.
- الهدف 1 و 2 و 8 من أهداف التنمية المستدامة: في كينيا ، يدعم إنترنت الأشياء لرصد التنبؤ الدقيق للطقس
- في الهند ، يتم ربط المضخات ببعضها البعض باستخدام إنترنت الأشياء للري لإدارة الري المتنقلة
- تقنية إنترنت الأشياء تستخدم في الزراعة القائمة على استشعار رطوبة التربة لمحصول الشاي في سريلانكا ورواندا
- إنترنت الأشياء للقطيع في ناميبيا والسنغال وبوتسوانا لتتبع الحيوانات وحفظ السجلات الصحية ومكافحة السرقة.
- الهدفان 3 و 6 من أهداف التنمية المستدامة: في رواندا وكينيا ، مضخات مياه مزودة بخدمة الرسائل القصيرة وأجهزة استشعار لدعم القرويين.
- يتم استخدام سلسلة التبريد الخلوي المتصلة بإنترنت الأشياء للتوصيل الأمن للقاحات
- في غرب إفريقيا ، تدعم إنترنت الأشياء الطبية مراقبة النبض والأكسجين ودرجة الحرارة.

وفيما يلي ايضا بعض الاستخدامات لتقنية انترنت الاشياء في الدول المتقدمة ومنها ما ورد في المرجع [29]:

- استخدام إنترنت الأشياء في صناعة خدمات الرعاية الصحية. يوفر إنترنت الأشياء فرصًا جديدة لتحسين الرعاية الصحية. ، يمكن تتبع جميع الكائنات في أنظمة الرعاية الصحية (الأشخاص والمعدات والأدوية وما إلى ذلك) ومراقبتها باستمرار. بفضل اتصالها العالمي ، يمكن جمع جميع المعلومات المتعلقة بالرعاية الصحية (الخدمات اللوجستية والتشخيص والعلاج والتعافي والأدوية والإدارة والتمويل وحتى النشاط اليومي) وإدارتها ومشاركتها بكفاءة.
- استخدام إنترنت الأشياء في سلسلة التوريد الغذائي. سلسلة الإمداد الغذائي اليوم شديدة التعقيد. لديها نطاق جغرافي وزمني كبير ، وعمليات تشغيل معقدة ، وعدد كبير من أصحاب المصلحة. تسبب التعقيد في العديد من المشكلات في إدارة الجودة والكفاءة التشغيلية وسلامة الأغذية العامة. توفر تقنيات إنترنت الأشياء إمكانات واعدة لمعالجة تحديات التتبع والرؤية والتحكم. يمكن أن تغطي سلسلة الإمداد الغذائي فيما يسمى بطريقة من المزرعة إلى الصفيحة ، من الزراعة الدقيقة إلى إنتاج الأغذية ومعالجتها وتخزينها وتوزيعها واستهلاكها. من المتوقع في المستقبل أن تكون سلسلة الإمداد الغذائي أكثر أمانًا وكفاءة واستدامة.
- استخدام إنترنت الأشياء في النقل والخدمات اللوجستية. سوف تلعب إنترنت الأشياء دورًا متزايد الأهمية في صناعات النقل والخدمات اللوجستية. نظرًا لأن المزيد والمزيد من الكائنات المادية مجهزة برموز شريطية أو علامات التعرف عن طريق موجات الراديو(RFID) أو أجهزة استشعار ، يمكن لشركات النقل والخدمات اللوجستية إجراء مراقبة في الوقت الفعلي لحركة الأشياء المادية من المصدر إلى الوجهة عبر سلسلة التوريد بأكملها بما في ذلك التصنيع والشحن والتوزيع وما إلى ذلك. علاوة على ذلك ، من المتوقع أن تقدم إنترنت الأشياء حلولاً واعدة لتحويل أنظمة النقل وخدمات السيارات . نظرًا لأن المركبات تتمتع بقدرات قوية على نحو متزايد في مجال الاستشعار والتواصل والاتصال ومعالجة البيانات ، يمكن استخدام تقنيات إنترنت الأشياء لتعزيز هذه القدرات ومشاركة الموارد غير المستغلة بين المركبات في أماكن وقوف السيارات أو على الطريق.
- استخدام إنترنت الأشياء في مكافحة الحرائق. تم استخدام إنترنت الأشياء في مجال أمان مكافحة الحرائق لاكتشاف الحرائق المحتملة وتوفير الإنذار المبكر لكوارث الحرائق المحتملة. في الصين ، يتم إرفاق علامات RFID و / أو الرموز الشريطية بمنتجات مكافحة الحرائق لتطوير قواعد بيانات وأنظمة إدارة معلومات منتجات مكافحة الحرائق على الصعيد الوطني. من خلال الاستفادة من علامات RFID ، وقارئات RFID المحمولة ، وكاميرات الفيديو الذكية ، وشبكات الاستشعار ، وشبكات الاتصالات اللاسلكية ، يمكن لسلطة مكافحة الحرائق أو المنظمات ذات الصلة إجراء تشخيص تلقائي لتحقيق المراقبة البيئية في الوقت الفعلي ، والإنذار المبكر من الحرائق ، والإنقاذ في حالات الطوارئ حسب الحاجة. يستخدم الباحثون في الصين أيضًا تقنيات إنترنت الأشياء لبناء أنظمة الإنذار التلقائي للحريق من أجل رفع مستوى إدارة مكافحة الحرائق وإدارة الطوارئ في البلاد إلى مستوى افضل.

- إنترنت الأشياء تحت الأرض (IOUT). تمثل IOUT الأجهزة المستقلة التي تجمع أي معلومات ذات صلة عن الأرض ومترابطة مع حلول الاتصال والشبكات التي تسهل إرسال المعلومات من الحقول إلى المزارعين وأجهزة اتخاذ القرار. من المتصور أن IOUT لا توفر فقط قدرات المراقبة في الموقع (على سبيل المثال ، رطوبة التربة ، والملوحة ، ودرجة الحرارة) ، ولكن عندما تكون مترابطة مع الآلات الحقلية الحالية (أنظمة الري ، والحصادات ، والبذور) تتيح الاستقلال
- الذاتي الكامل للحقل وتمهيد الطريق لتحسين حلول إنتاج الغذاء. في IOUT ، يمكن إجراء الاتصالات من خلال التربة والنباتات من الأجهزة الموجودة تحت الأرض ، ويمكن إرسال المعلومات المتحصل عليها من الحقل إلى الحوسبة السحابية عبر الإنترنت لاتخاذ القرار في الوقت الفعلي.

نظرًا للمتطلبات الفريدة لتطبيقات IOUT ؛ أي المعلومات من التربة ، والعمل في حقول المحاصيل البعيدة ، والاتصالات اللاسلكية من خلال النباتات والتربة ، والتعرض للعناصر ؛ تواجه حلول الاتصالات اللاسلكية الحالية عبر الهواء تحديات كبيرة لأنها غير مصممة لهذه الظروف. على هذا النحو ، أدى إنترنت الأشياء أيضًا إلى ظهور نوع جديد من الاتصالات اللاسلكية: الاتصالات اللاسلكية تحت الأرض ، حيث يتم دفن أجهزة الراديو في التربة ويتم إجراء الاتصالات اللاسلكية جزئيًا عبر التربة. سيساعد تكامل اتصالات UG مع IOUT في الحفاظ على موارد المياه وتحسين غلة المحاصيل . علاوة على ذلك ، فإن التقدم في IOUT سيفيد التطبيقات الأخرى بما في ذلك مراقبة الانهيارات الأرضية وتقييم خطوط الأنابيب والتعدين تحت الأرض ودوريات الحدود[30] .

- الشبكات المتمحورة حول المعلومات(ICN) لها عدة تركيبات ومنها ما يعرف بشبكات البيانات ذات التسمية (NDN). يستخدم هذه الشبكات نظام تسمية منظم بشكل هرمي ، مع وجود أسماء في شكل معرفات الموارد العالمية (URIs) التي تحتوي على عدد غير مقيد من المكونات. يعتمد الاتصال على نوعين محددين من الحزم ، المتطلب ، المستخدم لطلب مورد (على سبيل المثال ، محتوى ، أمر تشغيل ، حساب عام) ، والبيانات ، التي تجيب على المتطلب من خلال حمل نتيجة الطلب. بهذه الطريقة ، يتطابق ICN بشكل طبيعي مع نمط العديد من تطبيقات إنترنت الأشياء ، التي تهتم بالبيانات نفسها ، على سبيل المثال ، درجة الحرارة في منطقة معينة ، وليس في مصدر بيانات محدد جيدًا. علاوة على ذلك ، تدعم NDN تنقل المستهلك: عندما يغير المستهلك نقطة ارتباطه ، يمكنه ببساطة إعادة التعبير عن المتطلبات التي لم يتم تفعيلها ، دون الحاجة إلى استئناف أي جلسة بيانات سابقة. هذا مفيد بشكل خاص في العديد من سيناريوهات إنترنت الأشياء للأجهزة المحمولة ، على سبيل المثال ، في وجود السيارات الكهربائية [31].
- في عالم التقدم الحالي ، يلعب النظام المضمن دورًا رئيسيًا في نظام الوقت الفعلي. يوفر حل IOT المتصل الذكي اتصالاً آمنًا ثنائي الاتجاه بين الأجهزة. ينشئ هذا النظام نظامًا للتشغيل الآلي لمحطة الحافلات في الوقت الفعلي باستخدام تحديد الترددات الراديوية (RFID) عن طريق نشر الأجهزة المناسبة في كل محطة ممكنة بين المصدر والوجهة. الجهاز قادر على تتبع كل حافلة مسجلة في منطقة العبور عند المحطات ، والذي يحتوي على علامة RFID. يتم الاهتمام بمعلومات الحافلات باستخدام RFID والموقع الحالي الذي يتم تتبعه باستخدام نظام تحديد المواقع العالمي (GPS). نظام الأجهزة ، إذا تم تثبيته ، يمكنه تسجيل وقت وصول ومغادرة الحافلات في الوقت الفعلي. يمكن للنظام أن يقلل من جهود المحصل الذي يتم تعيينه لحافلة معينة. البيانات هي تقسيم وتوزيع محطات الحافلات المختلفة على مسارات بديلة للحصول على نتيجة جيدة منها. يوفر هذا النظام إدخالات دقيقة وصحيحة للحافلات. مع تطور النقل العام المنتظم ، يتيح هذا النموذج الأولي نظامًا أكثر كفاءة ويوفر الوقت [32].
- لعل من اهم الادوار التي يتم استخدام انترنت الاشياء بها هو إدارة النفايات وخاصة المنزلية حيث أن استخدام الحاوية الذكية وهي عبارة عن صندوق لضغط النفايات يعمل بالطاقة الشمسية. يراقب المستشعر مقدار النفايات المتراكمة ويقوم بضغط النفايات تلقائيًا بحيث يمكنها استيعاب ما يصل إلى 10 أضعاف الصناديق العادية. كما أنه ينقل معلومات مستوى التعبئة لاسلكيًا إلى جهاز التحكم. يمكن استخدامه مع جميع أنواع الحاويات مثل الحاويات المتحركة وحاويات النفايات الكبيرة وحتى الصناديق الموجودة تحت الأرض. يستشعر مقدار النفايات الموجودة داخل الحاوية وينقل معلومات مستوى التعبئة لاسلكيًا إلى جهاز التحكم. يمكن للمسئولين والسائقين تسجيل الدخول إلى شبكات الخادم للوصول إلى تحليلات

البيانات ومراقبة مستويات تعبئة الصناديق الذكية في الوقت الفعلي. تقوم شبكات الخادم بإخطار المسئولين على نقل النفيات عند الحاجة إلى المجموعات وإنشاء مسارات محسّنة لكل مجموعة. لذا ، بدلاً من جمع النفايات بشكل أعمى باستخدام طرق وجداول ثابتة ، يمكن للسائقين التعرف على طرق وجداول جمع النفايات الذكية بناءً على المكان المطلوب فعلاً للتجميع. يساعد هذا الحل الذكي المسئولين على احتياج عدد أقل من الشاحنات ووقود أقل ووقت أقل لمجموعاتهم مما يقلل من التكلفة التشغيلية بنسبة تصل إلى 80٪. إنه الحل الذكي المصمم لتوفير المال والحفاظ على نظافة الشوارع [33].

- استخدام انترنت الاشياء في ادارة استهلاك الطاقة من اهم التطبيقات الحديثة فيما يعرف بالمدن الذكية حيث يتكون نظام إدارة الطاقة من المباني الذكية والتي تحتوي على مجسات تجميع المعلومات عن استهلاك الطاقة, درجة الحرارة , الرطوبة وغيرها تم القيام بالمعالجة المبدئية ومن ثم إحالتا إلى وحدات التحكم والتي بدورها تقوم بمعالجة البيانات المستلمة من المجسات المختلفة وإداراتها. وعادة بالمباني الذكية تكون هناك عدة انظمة تشتغل بالتنسيق مع بعضها مثل انظمة التحكم في الغاز والتدفئة والتبريد وغيرها بحيث تكون المحصلة هي التحكم وإدارة استهلاك اطاقة بطريقة مثلى بالمبنى.

تعد شبكة الطاقة الذكية مكونًا رئيسيًا للاستراتيجيات نحو مستقبل طاقة مستدامة. وبدافع من استخدام إنترنت الأشياء ، لا يمكنهم فقط تسهيل تكامل مصادر الطاقة المتجددة وكهربة وسائل النقل ، بل يمكنهم أيضًا توفير خدمات ذات قيمة مضافة جديدة متعلقة بالطاقة. على وجه الخصوص ، سيكون التحول في إدارة الطاقة مدفوعًا بتصميم ونشر الشبكات الذكية. تمتلك شبكات الطاقة الذكية القدرة على توسيع قدراتها من خلال الذكاء وتدفق البيانات. بمساعدة إنترنت الأشياء ، يمكن لإدارة الطاقة في شبكات الطاقة الذكية الوصول إلى كل ركن من أركان المدينة وستحفز البنية التحتية الذكية للشبكة. الطاقة الذكية بالإضافة إلى الإنترنت هي تطوير جديد لأنظمة إدارة الطاقة مع اندماج عميق للإنترنت وإنتاج الطاقة ونقلها وتخزينها واستهلاكها وتسويقها[34].

- لعل من التطبيقات المهمة لأنترنت الاشياء وخاصة في المدن المزدحمة هو إدارة محطات وقوف السيارات. يتم تصنيف أنظمة وقوف السيارات الذكية إلى فئات مختلفة يكون لكل منها غرض مختلف وتستخدم تقنيات مختلفة في اكتشاف المركبات. يستفيد السائقون والمشغلون من أنظمة وقوف السيارات الذكية. يستخدم السائقون النظام للعثور على أقرب أماكن وقوف السيارات ويمكن لمشغلي مواقف السيارات الاستفادة من النظام والمعلومات التي تم جمعها للاتفاق على أنماط أفضل لمواقف السيارات واستراتيجية تسعير أفضل. على سبيل المثال ، نظرًا لأن الطلب على ساحة انتظار السيارات غير مستقر ، فإن استخدام نهج التسعير الديناميكي ، الذي يأخذ في الاعتبار وقت العملاء ونوعهم ، يمكن أن يساعد المشغلين على زيادة إيراداتهم . تتيح مواقف السيارات الذكية العديد من الخدمات الجذابة مثل الدفع / الحجز الذكي ، والتي يمكن أن تعزز بشكل كبير تجربة كل من السائقين والمشغلين. علاوة على ذلك ، يساعد نظام وقوف السيارات الذكي في منع الاستخدام غير المصرح به للمركبات ، حيث يزيد من الإجراءات الأمنية في مواقف السيارات. علاوة على ذلك ، يمكن أن تلعب مواقف السيارات الذكية دورًا مهمًا في توفير بيئة نظيفة وخضراء من خلال تقليل انبعاثات السيارات إلى الحد الأدنى من خلال التأخير المتناقص في العثور على مكان وقوف السيارات الشاغر[35] .

دور تقنية انترنت الاشياء في تنفيد بعض برامج التنمية المستدامة في ليبيا

ليبيا دولة تعاني الكثير من المشاكل في كل المجالات وتحتاج إلى مجهودات جبارة في كل مجالات التنمية المستدامة . وعليه استغلال تقنية انترنت الاشياء لتنفيذ بعض برامج التنمية المستدامة يحتاج إلى ترتيب الأولويات لهذه البرامج بحيث يتم التركيز على الاهم قبل المهم مع أن كل البرامج مهمة ومترابطة بشكل أو اخر.

من وجهة نظر الباحث بأن البرامج التي تلامس الحياة اليومية للمواطن لها الأولوية عن باقي البرامج وعليه فمجالات الصحة والتعليم والخدمات تعتبر من اهم المجالات التي يجب التركيز عليها والبحث عن الطرق المثلى لتنفيذها باستغلال

تقنية انترنت الاشياء والاستفادة من تجارب الدول الأخرى في هذا المجال وسيتم التطرق في هذا البحث لمجال الرعاية الصحية وذلك نتيجة لأهميته البالغة في حياة الناس وتردي الخدمات الصحية في ليبيا.

مجال الرعاية الصحية

كثير من الدول قامت باستغلال تقنية انترنت الاشياء في مجال الرعاية الصحية وذلك للأهمية البالغة لهذا المجال في حياة الناس. وفيما يلي بعض التوضيح لبعض الخدمات التي يتم فيها استغلال هذه التقنية في هذا المجال:

التفاعل الدوائي الضار هو إصابة ناتجة عن تناول الدواء [36]. قد يحدث هذا بعد جرعة واحدة من الدواء أو تناوله لفترات طويلة أو نتيجة مزيج من عقارين أو أكثر. نظرًا لأن التفاعل الدوائي الضار عام بطبيعته ، أي ليس خاصًا بالأدوية الخاصة بمرض معين ، فهناك حاجة إلى تصميم بعض المشكلات الفنية الشائعة بشكل منفصل وحلولها (تسمى خدمات التفاعل الدوائي الضار). تم اقتراح التفاعل الدوائي الضار القائم على إنترنت الأشياء في [37]. هنا تحدد المحطة الطرفية للمريض الدواء عن طريق الأجهزة التي تدعم الرمز الشريطي / NFC.بمساعدة نظام معلومات صيدلاني ذكي ، يتم بعد ذلك تنسيق هذه المعلومات لاستشعار ما إذا كان الدواء متوافقًا مع نظام الحساسية والسجل الصحي الإلكتروني.

تأتي مراقبة الرعاية الصحية المجتمعية مع مفهوم إنشاء شبكة تغطي منطقة حول المجتمع المحلي. قد تكون هذه شبكة قائمة على إنترنت الأشياء حول مستشفى بلدي أو منطقة سكنية أو مجتمع ريفي.

يمكن تحقيق تسلسل العديد من هذه الشبكات كهيكل شبكة تعاونية. في هذا الصدد ، فإن خدمة متخصصة تسمى الرعاية الصحية المجتمعية أمر لا مفر منه لتلبية المتطلبات الفنية الجماعية كحزمة واحدة. يمكن النظر إلى هيكل الشبكة الطبية المجتمعية على أنها `` مستشفى افتراضي ". تم النظر في نظام خدمة المعلومات الصحية المعتمد على أساس إطار عمل وظيفي لهيكل من أربع طبقات ، وطريقة لمشاركة البيانات بين المرافق الطبية و منصة الخدمة للحصول على السجلات الصحية والحصول على المشورة الطبية عن بعد .

إن زيادة الوعي حول صحة الأطفال وتثقيف الجمهور العام وكذلك الأطفال أنفسهم بشأن احتياجات الأطفال الذين يعانون من مشاكل نفسية أو سلوكية أو نفسية وأفراد أسرهم أمر بالغ الأهمية. وقد حفز هذا الباحثين على تطوير خدمة إنترنت الأشياء المتخصصة تسمى معلومات صحة الأطفال لتلبية هذه الحاجة بطريقة فعالة. في هذا الصدد ، تم اقتراح رمز تفاعلي تم وضعه في جناح الأطفال يقدم خدمات معلومات صحة الأطفال التي تهدف إلى تعليم الأطفال في المستشفيات وتسليتهم وتمكينهم ، وخدمة الصحة عبر الهاتف المحمول القائمة على إنترنت الأشياء والتي يمكن أن تشجع الأطفال على اكتساب عادات غذائية جيدة بمساعدة معلميهم وأولياء أمورهم .

تم النظر على نطاق واسع في استخدام الدلالات والأنطولوجيا لمشاركة كميات كبيرة من المعلومات والمعرفة الطبية. حظيت الإمكانات الواسعة للدلالات والأنطولوجيا الطبية باهتمام وثيق من مصممي تطبيقات الرعاية الصحية القائمة على إنترنت الأشياء. يتطلب وضع الدلالات والأنطولوجيا الطبية في الجزء العلوي من إنترنت الأشياء خدمة منفصلة تسمى الوصول الطبي الدلالي (SMA). تم اقتراح نظام مراقبة طبية دلالي يعتمد على مستشعرات إنترنت الأشياء .تستخدم تطبيقات الرعاية الصحية لإنترنت الأشياء محركات القواعد الطبية لتحليل كميات هائلة من بيانات المستشعر المخزنة في السحابة. تم اقتراح طريقة للوصول إلى البيانات في كل مكان يمكنها جمع بيانات إنترنت الأشياء ودمجها وتشغيلها البيني للخدمات الطبية الطارئة .

هناك العديد من حالات الطوارئ التي تنطوي على مشاكل الرعاية الصحية بشكل كبير ، بما في ذلك الظروف الجوية السيئة ، وحوادث النقل (الطيران ، والسفن ، والقطارات ، والمركبات) ، وانهيار المواقع الترابية ، والحرائق ، من بين أمور

أخرى. في هذا السياق ، يمكن لخدمة مخصصة تسمى الرعاية الصحية الطارئة غير المباشرة (IEH) أن تقدم مجموعة من الحلول مثل توافر المعلومات ، وتغيير الإخطار ، وإجراءات ما بعد الحادث ، وحفظ السجلات.

خدمة تكوين البوابة المضمنة (EGC) هي خدمة معمارية تربط عقد الشبكة (التي يتصل بها المرضى بشكل مباشر) ، والإنترنت (التي تتصل بها الخوادم والعملاء المطلوبون بشكل مباشر) ، وغيرها من المعدات الطبية. من منظور الخدمة ، على الرغم من أن البوابة قد تظهر بخصائص مختلفة ، فإن هذا يتطلب بعض ميزات التكامل المشتركة اعتمادًا على الغرض المحدد للبوابة المنشورة. وفي هذا الصدد ، يصبح مفهوم خدمة EGC مناسبًا. كجزء من نظام الرعاية الصحية في كل مكان ، يوجد مثال جيد لخدمة EGC حيث تسمح الخدمة بالمراقبة الآلية والذكية. يتم استخدام بوابة متنقلة شخصية لشبكة مستشعرات طبية تعتمد على إنترنت الأشياء ، وتناقش مسألة كيفية تنفيذ بوابة إنترنت الأشياء باستخدام أجهزة الحوسبة المتنقلة [36].

هناك العديد من التطبيقات التي تعتمد عل انترنت الاشياء في مجال الرعاية الصحية ومنها:

1. استشعار مستوى الجلوكوز

مرض السكري هو مجموعة من أمراض التمثيل الغذائي التي ترتفع فيها مستويات الجلوكوز (السكر) في الدم على مدى فترة طويلة. تكشف مراقبة نسبة الجلوكوز في الدم عن الأنماط الفردية لتغيرات جلوكوز الدم وتساعد في تخطيط وجبات الطعام والأنشطة وأوقات تناول الأدوية. تم اقتراح طريقة تكوين انترنت الاشياء عن طريق الهاتف النقال لاستشعار الجلوكوز غير الغازي على أساس الوقت الفعلي .في هذه الطريقة ، يتم ربط أجهزة الاستشعار من المرضى من خلال اتصال IPv6 بمقدمي الرعاية الصحية المعنيين. وهناك ما يعرف بنموذج المنفعة وهو عبارة عن جهاز إرسال لنقل البيانات الجسدية المجمعة عن جلوكوز الدم بناءً على شبكات إنترنت الأشياء. يشتمل هذا الجهاز على جامع جلوكوز الدم وهاتف محمول أو كمبيوتر ومعالج خلفي. بالإضافة إلى ذلك ، تم اقتراح كاشف الاكتساب الطبي العام القائم على إنترنت الأشياء والذي يمكن استخدامه لمراقبة مستوى الجلوكوز[36].

2. مراقبة كهربية القلب

تشمل مراقبة مخطط كهربية القلب (ECG) ، أي النشاط الكهربائي للقلب المسجل بواسطة تخطيط القلب الكهربائي ، قياس معدل ضربات القلب البسيط وتحديد الإيقاع الأساسي وكذلك تشخيص عدم انتظام ضربات القلب متعدد الأوجه ونقص امدادات الدم لعضلة القلب. إن تطبيق إنترنت الأشياء لرصد مخطط كهربية القلب لديه القدرة على إعطاء أقصى قدر من المعلومات ويمكن استخدامه إلى أقصى حد. ناقش عدد من الدراسات بشكل صريح مراقبة تخطيط القلب القائم على إنترنت الأشياء. يقدم احد الابتكارات في هذا المجال نظام مراقبة مخطط كهربية القلب القائم على إنترنت الأشياء ويتألف من جهاز إرسال لاسلكي محمول ومعالج استقبال لاسلكي. يدمج النظام طريقة ذاتية للبحث لاكتشاف البيانات غير الطبيعية مثل إمكانية تحديد وظيفة القلب على أساس الوقت الفعلي. توجد خوارزمية كشف شاملة لإشارات مخطط كهربية القلب في طبقة التطبيق لشبكة إنترنت الأشياء لرصد مخطط كهربية القلب[36].

3. مراقبة ضغط الدم

يتم تناول مسألة كيفية الجمع بين جهاز قياس ضغط الدم والهاتف المحمول المزود بتقنية تقنية الاتصال عن قرب جزءًا من مراقبة ضغط الدم استنادًا إلى انترنت الاشياء. يتم تقديم سيناريو محفز يجب فيه التحكم في ضغط الدم بشكل منتظم عن بعد من خلال إظهار هيكل الاتصالات بين مركز صحي *والمركز الصحي الرئيسي*[36].

4. مراقبة درجة حرارة الجسم

تعد مراقبة درجة حرارة الجسم جزءًا أساسيًا من خدمات الرعاية الصحية لأن درجة حرارة الجسم هي علامة حيوية حاسمة في الحفاظ على التوازن. تم استخدام تقنية انترنت الاشياء عن طريق الهاتف النقال باستخدام مستشعر درجة حرارة الجسم حيث يتم تقديم عينة نموذجية من التغيرات في درجة حرارة الجسم التي تم تحقيقها والتي تُظهر التشغيل الناجح لنظام انترنت الاشياء عن طريق الهاتف النقال المطور. تم اقتراح نظام قياس درجة الحرارة على أساس بوابة منزلية عبر إنترنت الأشياء حيث تنقل البوابة الرئيسية درجة حرارة جسم المستخدم بمساعدة الكشف عن الأشعة تحت الحمراء. تم اقتراح نظام آخر لرصد درجات الحرارة يعتمد على إنترنت الأشياء .مكونات النظام الرئيسية المسؤولة عن تسجيل درجة الحرارة ونقلها هي وحدة RFID والوحدة النمطية لمراقبة درجة حرارة الجسم[36].

5. مراقبة تشبع الأكسجين

يعد قياس نسبة الاكسجين عن طريق النبض مناسبًا للمراقبة غير المباشرة والمستمرة لتشبع الدم بالأكسجين. يعد تكامل إنترنت الأشياء مع قياس نسبة الاكسجين عن طريق النبض مفيدًا لتطبيقات الرعاية الصحية الطبية التي تعتمد على التكنولوجيا. يناقش مسح لخدمات الرعاية الصحية المستندة إلى بروتوكول التطبيق المقيد (CoAP) إمكانات قياس نسبة الاكسجين عن طريق النبض المعتمد على إنترنت الأشياء. وظيفة مقياس نسبة الاكسجين عن طريق مستشعر النبض القابل للارتداء حول المعصم ويأتي هذا الجهاز مزودًا باتصال قائم على جهاز Bluetooth health device pro ، ويتصل المستشعر مباشرة بمنصة Monere. تم اقتراح مقياس نسبة الاكسجين عن طريق النبض منخفض الطاقة / منخفض التكلفة المحسّن لإنترنت الأشياء لمراقبة المريض عن بُعد حيث يمكن استخدام هذا الجهاز للمراقبة المستمرة لصحة المريض عبر شبكة إنترنت الأشياء. يمكن تكييف قياس نسبة الاكسجين عن طريق مستشعر النبض القابل للارتداء لمراقبة الصحة باستخدام شبكة الاستشعار اللاسلكية مع شبكة إنترنت الأشياء[36].

6. نظام إعادة التأهيل

نظرًا لأن الطب الفيزيائي وإعادة التأهيل يمكن أن يعززا ويستعيد القدرة الوظيفية ونوعية الحياة لأولئك الذين يعانون من بعض الإعاقات الجسدية أو الإعاقة بصفة عامة ، فإنهم يمثلون فرعًا حيويًا من الطب. إنترنت الأشياء لديه القدرة على تعزيز أنظمة إعادة التأهيل من حيث تخفيف المشاكل المرتبطة بتقدم السكان في السن ونقص خبراء الصحة. يوضح هذا التصميم بنجاح أن إنترنت الأشياء يمكن أن تكون منصة فعالة لربط جميع الموارد اللازمة لتقديم تفاعلات المعلومات في الوقت الفعلي. يمكن أن تشكل التقنيات القائمة على إنترنت الأشياء بنية تحتية جديرة بالاهتمام لدعم التشاور الفعال عن بعد في إعادة التأهيل الشامل. هناك العديد من أنظمة إعادة التأهيل القائمة على إنترنت الأشياء مثل نظام التطبيق المتكامل للسجون ، وتدريب إعادة التأهيل لمرضى الفالج ، ونظام إعادة التأهيل الطبي للمدينة الذكية ، ونظام التدريب اللغوي للتوحد في مرحلة الطفولة [36].

7. إدارة الكراسي المتحركة

عمل العديد من الباحثين على تطوير كراسي ذكية ذاتية الحركة كاملة للأشخاص ذوي الإعاقة. إنترنت الأشياء لديه القدرة على تسريع وتيرة العمل. تم اقتراح نظام رعاية صحية لمستخدمي الكراسي المتحركة يعتمد على تقنية إنترنت الأشياء. يأتي التصميم مزودًا بشبكات اللاسلكية المحيطة بالجسم مدمجة مع أجهزة استشعار مختلفة تم تصميم وظائفها وفقًا لمتطلبات إنترنت الأشياء. تم تطبيق نظام دعم طبي يأخذ بعين الاعتبار تقنية نظير إلى نظير (P2P) وتقنية إنترنت الأشياء .يوفر هذا النظام التحكم في اهتزاز الكرسي ويمكنه اكتشاف حالة مستخدم الكرسي المتحرك. مثال آخر جدير بالملاحظة لتطوير الكرسي المتحرك القائم على إنترنت الأشياء هو الكرسي المتحرك المتصل الذي صممه قسم إنتل لإنترنت الأشياء. يوضح هذا التطور في النهاية أن `` الأشياء " القياسية يمكن أن تتطور إلى آلات متصلة مدفوعة بالبيانات. يمكن لهذا الجهاز مراقبة

العناصر الحيوية للفرد الجالس على الكرسي وجمع البيانات حول محيط المستخدم ، مما يسمح بتصنيف إمكانية الوصول إلى الموقع[36].

8. إدارة الدواء

تشكل مشكلة عدم الامتثال في الأدوية تهديدًا خطيرًا للصحة العامة وتتسبب في إهدار مالي ضخم في جميع أنحاء العالم. لمعالجة هذه المشكلة ، تقدم إنترنت الأشياء بعض الحلول الواعدة. تم اقتراح طريقة تغليف ذكية لصناديق الأدوية لإدارة الأدوية القائمة على إنترنت الأشياء .تستلزم هذه الطريقة نظام نموذج أولي والتحقق من النظام عن طريق التجارب الميدانية. تأتي طريقة التغليف هذه مع إحكام محكم يعتمد على مواد التفكيك التي يتم التحكم فيها عن طريق الاتصالات اللاسلكية. يتم تقديم بنية خدمة الصحة الإلكترونية القائمة على علامات RFID لنظام التحكم في الأدوية عبر شبكة إنترنت الأشياء . هنا يتم عرض تنفيذ النموذج الأولي ، وقد تم تصميم نظام التحكم في الأدوية في كل مكان خصيصًا لتوفير حلول المعيشة المعتمدة على المحيط [36] .

في صناعة الأدوية ، تسبب الأدوية المزيفة مشكلة مكلفة وربما مميتة. تعد تقنيات الأشعة تحت الحمراء والتعرف على الترددات الراديوية (RFID) طريقة لمعالجة بعض المشكلات المماثلة التي يمكنها تتبع الأدوية ومراقبتها دون الاتصال المباشر. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن لـ RFID إدارة العمليات المتعلقة بالأدوية لتحديث قوائم الجرد بسرعة ، ولها وقت استجابة منخفض للغاية. وباستخدام تقنية RFID وكذلك معايير أكواد المنتجات الإلكترونية وربطها بالأنترنت يمكن الحصول على نظام التحكم في الأدوية وكذلك الحصول على كثير من المعلومات التي تخص الطبيب والممرض والدواء والمريض والمستشفى والصيدلية [38].

التذبذبات والانحرافات في درجة الحرارة هي نتيجة لمحدودية التقنيات المستعملة وأجهزة مراقبة درجة الحرارة الغير دقيقة والأخطاء البشرية. وعليه فقد تم اقتراح حلول التي تدعم إنترنت الأشياء لتقليل مخاطر إهدار المستحضرات الصيدلانية بسبب تذبذبات درجات الحرارة. لقد وضعت مقترحات لتنفيذ إنترنت الأشياء وتم تحديدا تأثير كل من التحديات التي تم ذكرها. والإطارً المقترح قائمًا على إنترنت الأشياء وثلاثة مواضيع رئيسية (صناعة الأدوية وسلسلة التبريد وإنترنت الأشياء). عند تجميع البيانات الخاصة بهذا المقترح تم تحديد الخطأ البشري والتكنولوجيا والتحكم في درجة الحرارة والبنية التحتية وتحديات الأعمال. خلصت هذه الدراسة إلى أنه يمكن للشركات إرفاق أجهزة إنترنت الأشياء بالحزمة الثانوية وتحميل البيانات الخاصة بدرجة الحرارة ونظام تحديد المواقع والرطوبة والصدمات وما إلى ذلك على الفور عبر شبكة الهاتف المحمول في أي مكان وزمان. أخيرًا ، أظهرت الدراسة أن الحلول التي تدعم إنترنت الأشياء مفيدة لتحسين التخفيف من مخاطر اختلال درجات الحرارة. وبالتالي ، خلصوا إلى أن تقنيات إنترنت الأشياء الجديدة ستحسن إدارة سلسلة التبريد من حيث جمع البيانات ومشاركة البيانات واتخاذ القرار[38].

نظرا للحجم والتنوع الكبير من الأدوية يجعل عملية الإدارة أكثر تعقيدًا بسبب تنوع أنواعها ووظائفها. لتحسين إدارة المخزون الدوائي ، قدم استخدم إنترنت الأشياء لتشكيل إطار عمل نظري للمخزون الذكي. يعتمد هذا الإطار على لوحات اردينو وأجهزة الاستشعار والاتصال قريب المدى (NFC) لتحسين أداء إدارة المخزون الدوائي. تشتمل بنية إنترنت الأشياء على الاتصالات والحسابات والأجهزة الطرفية. لتبادل البيانات ، يتصل قارئ NFC بالمضيف ويرسل البيانات في نفس الوقت إلى قاعدة البيانات. بعد قراءة قاعدة البيانات ، سيتم إرسال المعامل الذي يشير إلى الموقع الصحيح إلى الكمبيوتر الشخصي (PC). بعد استكمال هذه العملية يمكن تصنيف العملية الإجمالية إلى ثلاثة سيناريوهات رئيسية ، تخزين الأدوية والتقاطها وجردها. أظهرت النتائج أن الإطار المقترح فعال ويمكن أن يحسن إدارة المخزون الدوائي[38]. وعليه إن استخدام تقنية إنترنت الأشياء ، يمكننا من تحسين كفاءة الرعاية الصيدلانية وتقليل الأخطاء الطبية والتحكم في التكاليف الطبية وتوفير الوقت وتطوير المزيد من الأفكار المبتكرة لمساعدة المرضى وتقديم الخدمات لهم وتحسين التجربة الطبية للمريض. بالإضافة إلى ذلك ، يوفر إنترنت الأشياء فرصًا رائعة لدعم القرارات المتعلقة بالطب والتدريب.

ومن المجالات التي يمكن ان تستغل فيها تقنية انترنت الاشياء هي المتابعة المستمرة لصحة المرضى. حيث يتم استخدام عدد متزايد من الأجهزة والأدوات والتطبيقات عن طريق المستشعرات القابلة للارتداء القائمة على إنترنت الأشياء لتطبيقاتالمراقبة المختلفة لتجنب حالات الموت الذي يمكن الوقاية منه بسبب اخطاء المستشفيات أو أخطاء أخرى ذات صلة. قد تؤدي مراقبة الرعاية الصحية التي تعتمد على إنترنت الأشياء إلى تحويل صناعة الرعاية الصحية فيما يتعلق بتحسين الوصول إلى معلومات المريض وتقديم رعاية مؤهلة للمرضى من خلال المراقبة المستمرة من أي مكان وفي أي وقت. عن طريق إنترنت الأشياء ، يمكن للأطباء الوصول إلى معلومات المريض وتخزينها وتحليل البيانات المخزنة لمراقبة وتتبع المرضى.

الخدمات الصحية عن طريق النقال

نظرا للانتشار الواسع للهواتف النقالة واكبر نسبة من عدد السكان يمتلكون هواتف نقالة, فإن التركيز على استغلال هذه التقنية لتقديم خدمات صحية افضل للمواطنين وخاصة في المناطق النائية والريفية يعتبر من أهم العوامل التي تساعد على ايجاد برنامج رعاية صحية مستدامة . وهذا ما يعرف بالصحة الجوالة. حيث اكدت بعض الدراسات [39] على أنه هناك فوائد اجتماعية للاستثمارات في التقنيات الصحية لإنترنت الأشياء. على سبيل المثال ، كشفت دراسة أجريت في البلدان النامية حول فوائد الصحة الإلكترونية في 11 مؤسسة عامة وخاصة لتقديم الرعاية الصحية من مختلف الأحجام والإعدادات (الريفية / الحضرية) أن الاستثمار في الصحة الإلكترونية يمكن أن يساهم بنسبة 50-80٪ في تقليل معدلات الأخطاء الدوائية ، زيادة استخدام الوصفات والأدوية العامة بنسبة 30٪ وزيادة إجراءات فحص المرضى وإجراءات الرعاية الصحية الوقائية بنسبة 40٪.

تعتمد جدوى استخدام تقنيات إنترنت الأشياء لدعم الأنظمة الصحية في المناطق النائية أيضًا على إقامة شراكات ذكية. الصحة الرقمية هي مجال ناشئ للمشغلين. فهو يتطلب مجموعة مختلطة من مهارات وموارد تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والصحة ونموذج قائم على الشراكة. إذا تم استغلال فرص التكنولوجيا الصحية لإنترنت الأشياء بالكامل ، فسيتعين على الجهات الفاعلة بناء شراكات استراتيجية بشكل استباقي وإنشاء نماذج صحية مستدامة وتعاونية. يمكن أن تتيح هذه الأساليب مجموعة من نقاط القوة والقدرات المختلفة التي تسهل تقديم الرعاية الصحية الذكية في المناطق النائية. التدريب والتوعية عنصران مهمان بنفس القدر لتسهيل قبول واستخدام الأنظمة الجديدة بين العاملين الصحيين. قد يكون لدى المهنيين الصحيين الذين يواجهون صعوبات في فهم واستخدام تقنيات الصحة الرقمية تصورات سلبية حول فائدتها وسيكونون أقل احتمالًا لقبول هذه التدخلات. يمكن أن يساهم توفير التدريب في النهاية في تشكيل محو الأمية الرقمية لديهم ، ويقلل من القلق بشأن ارتكاب الأخطاء ، ويشجع على استخدام الأنظمة والأجهزة الرقمية. يجب تعزيز التدريب بالعمليات الأساسية لإدارة المخزون ، والمراقبة ، وتتبع الاتصال ، ووصف الأدوية ، وتوزيع المخزون. من المهم ملاحظة أن أحد الحلول الصحية المثالية لإنترنت الأشياء للرعاية الصحية الريفية يعمل مع الهواتف المحمولة من خلال الرسائل النصية أو الصوتية. ومع ذلك ، لضمان قراءة الرسائل وفهمها جيدًا ، يجب أن يكون الحل قابلاً للتكيف مع السمات الثقافية واللغوية لسكان الريف. هناك تطبيقات للصحة والعافية متاحة على نطاق واسع حتى الآن ، ويفتقر العديد منها حاليًا إلى وظائف متعددة اللغات. يوفر تطوير التطبيقات الصحية ذات الميزات القابلة للتكيف مع الثقافة الريفية فرصة رائعة لتسريع اعتمادها. والأهم من ذلك ، يجب أن تكون هذه الحلول فعالة من حيث التكلفة.

الاستنتاجات

من خلال هذه الدراسة يمكن أن نستنتج الاتي:

1. استخدام التقنية لتقديم الخدمات اصبح امرا ضروري.
2. استغلال تقنية انترنت الاشياء يساعد على تقديم خدمات افضل في وقت اسرع وبتكلفة اقل.

3. استخدام انترنت الاشياء للمساعدة في تطبيق برامج التنمية المستدامة يغطي الكثير من القصور لدى الجهات المسئولة.
4. يوفر انترنت الاشياء الكثير من الخدمات المهمة وخاصة في مجال الرعاية الصحية لمراقبة الامراض المزمنة مثل الضغط والسكري وايضا استغلال الهواتف الذكية في هذه العمليات.
5. انترنت الأشياء له دور فعال في إدارة الأدوية وذلك لتوفير الجهد والمال وهذا يعزز كفاءة الرعاية الصيدلانية.

المقترحات

1. على الجهات المسئولة والمتمثلة في رئاسة الحكومة ووزارة الصحة وضع البرامج والخطط الكفيلة باستغلال هذه التقنية في المجال الصحي وكذلك المجالات الأخرى.
2. نتيجة للدور الفعال الذي تلعبه تقنية انترنت الاشياء في تسريع انجاز برامج التنمية المستدامة فعلى الجهات المسئولة تخصيص الميزانيات الكافية لإدخال هذه التقنية في برامج التنمية المستدامة وخاصة أن ليبيا من الدول المتأخرة في تنفيذ هذه البرامج.
3. التدريب والتأهيل الحقيقي للاستخدام الامثل لهذه التقنية في تنفيذ كل ما يخص برامج التنمية المستدامة في المجال الصحي لما له من اهمية قصوى على حياة المواطن وكذلك العمل على باقي برامج التنمية المستدامة في المجالات الاخرى.

الخلاصة

تعرضت هذه الدراسة إلى دور انترنت الاشياء في تنفيذ برامج التنمية المستدامة بصفة عامة وقد تم التطرق أيضا على الدور الفعال التي يمكن أن تلعبه هذه التقنية في بعض المجالات الحيوية للتنمية المستدامة والتي تلامس متطلبات الناس مباشرة وبصفة دائمة وهي مجالات الصحة والتعليم والمواصلات والخدمات. تم التطرق لدور هذه التقنية في المساعدة على تطبيق بعض برامج التنمية المستدامة في ليبيا وما لهذا الدور من اهمية وذلك نظرا للوضع الحالي في ليبيا وما يعانيه من اهمال وقصور. ولقد تم التركيز على المجال الصحي حيث أن الخدمات الصحية في ليبيا سيئة جدا وكل المواطنين يعانون من تردي الخدمات الصحية. تطرقت الدراسة لبعض التطبيقات الخدمات التي يمكن توفرها تقنية انترنت الاشياء للرفع من مستوى الخدمات والرعاية الصحية وخاصة للإمراض المزمنة مثل ضغط الدم والسكرى والتي منشرة بشكل كبير في ليبيا. تطرقت هذه الدراسة ايضا لتجارب بعض الدول التي يمكن الاستفادة منها سواء على المستوى الاقليمي او الدولي.

المراجع

1. FTC staff report" internet of things privacy and security in a connected world", 2015
2. Zhen et. Al. " an End to End view of IoT security and privacy" IEEE, 2017.
3. Luis Noberga et. al.," An IoT based solution for intelligent farming", M2M communication, 2018
4. Navya HS and SOMYA m, " Weather monitoring system using internet of Things (IoT)", 5th national conference on engineering trends in engineering technology and applied research. International research review (IJRAR), 2019.
5. Aswini B. V, "A study on smart irrigation system using IoT for surveillance of Crop-field", International Journal Engineering and technology, 7(4.5), 2018, 370-373.
6. Diago Santos ey.al.," IoT power monitoring system for smart environments",
7. IoT security foundation, "IoT security reference architecture for the healthcare industry ", 2019.
8. IoT security foundation, "IoT security architecture and policy for home- a hub based approach", 2018.
9. Paula Hepp, Clair Somerville and betlina," Accelerating the united nations 2030 global agenda: why prioritization of the gender goal is essential",
10. Jinsong Wu, Senior Member, IEEE, Song Guo, Senior Member, IEEE, Huawei Huang, William Liu, and Yong Xiang, Senior Member, IEEE**,** "Information and Communications Technologies for Sustainable Development Goals: State-of-the-Art, Needs and Perspectives"**,** arXiv:1802.09345v2 [cs.CY] 28 Feb 2018

11. D. Singh, A. Pande, S. Kulkarni, S. Kimbahune, T. Hanwate, and A. Sawarkar, "Innovation for crop quality certification using ICT," in *Proc. 7th Int. Conf. Communication Systems and Networks (COM-SNETS)*, Jan. 2015, pp. 1–6.

12. S. M. R. Islam, D. Kwak, M. H. Kabir, M. Hossain, and K. S. Kwak,"The internet of things for health care: A comprehensive survey," *IEEEAccess*, vol. 3, pp. 678–708, 2015.

13. J. Happ, "City design for a sustainable future," in *Proc. 2012 IEEE Technology Time Machine Symposium (TTM)*, May 2012, pp. 1–2.

14. P. Vlacheas, R. Giaffreda, V. Stavroulaki, D. Kelaidonis, V. Foteinos,G. Poulios, P. Demestichas, A. Somov, A. Biswas, and K. Moessner, "Enabling smart cities through a cognitive management framework for the internet of things," *IEEE Communications Magazine*, vol. 51, no. 6,pp. 102–111, June 2013.

15. R. Ludemann, B. Klebensberger, and T. Vonderstrass, "Solar cell manufacturing at the edge to sustainable industrial production," in *Proc.2003 the 3rd World Conference on Photovoltaic Energy Conversion*, vol. 1, May 2003, pp. 975–978.

16. M. Sotoudeh, "Links between sustainability and technology development," *IEEE Technology and Society Magazine*, vol. 24, no. 1, pp. 9–14, Spring 2005.

17. X. Yikun, "E-government: Engine or obstacle of the establishing social information justice," in *Proc. 2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. WiCom 2007.*, Sept 2007, pp. 3533–3536.

18. J. Cano, C. Jimenez, R. Hernandez, and S. Ros, "New tools for e-justice: legal research available to any citizen," in *Proc. 2015 the Second International Conference on eDemocracy eGovernment (ICEDEG)*, April 2015, pp. 108–111.

19. D. Clements-Croome, "Intelligent sustainable liveable cities," in *2012 8th International Conference on Intelligent Environments (IE)*, June 2012, pp. 1–9.

20. Bottom-up design. Accessed on July 10, 2017. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Top-down and bottom-up design

21. E. Thomas, Z. Zumr, C. Barstow, and K. Linden, "Proving sustainability: The international development monitoring initative," in *Proc. IEEE Global Humanitarian Technology Conf. (GHTC)*, Oct. 2011, pp. 164–170.

22. M. A. Rosen, "Energy efficiency and sustainable development," *IEEE Technology and Society Magazine*, vol. 15, no. 4, pp. 21–26, 1996.

23. R. Matsuhashi and H. Ishitani, "Model analyses for sustainable energy supply under co2 restrictions," *IEEE Transactions on Energy conversion*, vol. 10, no. 4, pp. 730–735, Dec. 1995.

24. M. D. Ilic, "Dynamic monitoring and decision systems for enabling sustainable energy services," *Proceedings of the IEEE*, vol. 99, no. 1, pp. 58–79, Jan. 2011.

25. O. M. F. Camacho, P. B. Nørg°ard, N. Rao, and L. Mihet-Popa, "Electrical vehicle batteries testing in a distribution network using sustainable energy," *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 5, no. 2, pp. 1033–1042, Mar. 2014.

26. Salam, Abdul, "Internet of Things for Sustainable Community Development: Introduction and Overview" (2020). Faculty Publications. Paper 23. https://docs.lib.purdue.edu/cit_articles/23**.**

27. Salam, A., & Shah, S. (2019). Urban underground infrastructure monitoring IoT: The path loss analysis. In *2019 IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT) (WF-IoT 2019)*, Limerick.

28. *Harnessing the internet of things for global development*. https://www.itu.int/en/action/ broadband/Documents/Harnessing-IoT-Global-Development.pdf

29. Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics, 10*(4), 2233–2243.

30. Vuran, M. C., Salam, A., Wong, R., & Irmak, S. (2018). Internet of underground things: Sensing and communications on the field for precision agriculture. In *2018 IEEE 4th World Forum on Internet of Things (WF-IoT) (WF-IoT 2018)*, Singapore

31. Cicirelli, F., Guerrieri, A., Mastroianni, C., Spezzano, G., & Vinci, A. (2019). The Internet of Things for smart urban ecosystems. New York: Springer

32. Godge, P., Gore, K., Gore, A., Jadhav, A., & Nawathe, A. (2019). Smart bus management and tracking system. *International Journal of Latest Engineering Science, 2*(2), 20–25.

33. Himadri Nath Saha, Supratim Auddy, Subrata Pal, Shubham Kumar, Shivesh Pandey, Rakhee Singh, Amrendra Kumar Singh, Swarnadeep Banerjee, Debmalya Ghosh, Sanhita Saha, "Waste Management using Internet of Things (IoT)", https://www.researchgate.net/publication/320596482**,** 2017

34. Yi Liu, Chao Yang, Li Jiang, Shengli Xie, and Yan Zhang**,"** Intelligent Edge Computing for IoT-Based Energy Management in Smart Cities**",** IEEE Network • March/April 2019**.**

35. Fadi Al-Turjman, Arman Malekloo, " Smart parking in IoT-enabled cities: A survey**",** Sustainable Cities and Society, Elsevier Ltd 49 (2019).

36. S. M. RIAZUL ISLAM1, (Member, IEEE), DAEHAN KWAK2, MD. HUMAUN KABIR1, MAHMUD HOSSAIN3, AND KYUNG-SUP KWAK1, (Member, IEEE)**, "** The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey", IEEE access, 2015.

37. J. Jara, F. J. Belchi, A. F. Alcolea, J. Santa, M. A. Zamora-Izquierdo, and A. F. Gomez-Skarmeta, ``A pharmaceutical intelligent information system to detect allergies and adverse drugs reactions based on Internet of Things," in *Proc. IEEE Int. Conf. Pervasive Comput. Commun Workshops (PERCOM Workshops)*, Mar./Apr. 2010, pp. 809_812.

38. Muhammet Usak | Milan Kubiatko | Muhammad Salman Shabbir |Olesya Viktorovna Dudnik | Kittisak Jermsittiparsert | Lila Rajabion, " Health care service delivery based on the Internet of things:A systematic and comprehensive study", wileyonlinelibrary.com/journal/dac, 2019.

39. Alex Boakye & Omilola Babatunde Olumide, " The role of internet of things (IoT) to support health services in rural communities. A case study of Ghana and Sierra Leone", Transnational Corporations Review, Routledge, Taylor & Francis Group, 2020