الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة السورية الخاصة
كلية الهندسة
قسم هندسة الاتصالات والشبكات

Syrian Arab Republic
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Syrian Private University
Faculty of Engineering
Department of Communications and Networks Engineering

تصميم كرسي ذكي للعناية بالطفل ومراقبته عن بعد

Design Smart Baby Chair Care and Remote Monitoring

مشروع تخرج 2 استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة البكالوريوس في هندسة الاتصالات والشبكات

إعداد
طارق العلي الحويج

إشراف:
م. رانية صندوق
م. يزن ابو رافع

للعام الدراسي
2024 – 2025

إقـــــرار الـــمـــشـــرفـــيـــن

أشـــهـــد بـــأن إعـــداد هـــذا الـــمـــشـــروع الـــمـــوســـوم

والـــمـــعـــد مـــن قـــبـــل الـــطـــالـــب:

قـــد تـــم تـــحـــت إشـــرافـــي فـــي قـــســـم هـــنـــدســـة الاتـــصـــالات والـــشـــبـــكـــات –

كـــلـــيـــة الـــهـــنـــدســـة، وهـــو جـــزء مـــن مـــتـــطـــلـــبـــات نـــيـــل درجـــة

الـــبـــكـــالـــوريـــوس فـــي هـــنـــدســـة الاتـــصـــالات والـــشـــبـــكـــات.

المرتبة العلمية ..... الاسم..... التوقيع .....

المرتبة العلمية ..... الاسم.....التوقيع.....

الـــمـــلـــخـــص

تزايد الاهتمام في الآونة الأخيرة بتطوير حلول تقنية متقدمة لرعاية الأطفال، بهدف توفير بيئة آمنة ومريحة مع تعزيز قدرة الآباء على مراقبة صحة أبنائهم بشكل مستمر. في هذا السياق، يقدم هذا المشروع تصميمًا وتطويرًا لنظام كرسي ذكي متكامل يجمع بين وظائف المراقبة الحيوية والبيئية والاستجابة التلقائية، متجاوزًا بذلك القيود الموجودة في الحلول التقليدية.

يستند المشروع إلى منهجية تجمع بين تطبيقات إنترنت الأشياء (IoT) العامل ضمن البيئة المغلقة والحوسبة الطرفية (Edge Computing)، حيث يشتمل الكرسي على مجموعة من الحساسات الدقيقة التي تقيس بشكل مستمر المؤشرات الحيوية للطفل، مثل نبضات القلب، ومستوى الأكسجين، ودرجة حرارة الجسم، ووزنه .بالإضافة إلى ذلك، يراقب النظام العوامل البيئية المحيطة، بما في ذلك درجة حرارة المحيط ورطوبة ملابس الطفل، ويكتشف حالات الطوارئ المحتملة عبر حساس الميلان وحساس الصوت الخاص ببكاء الطفل، مع وجود استشعار خاص إذا كان الطفل موجود في الكرسي او الكرسي فارغ، مع إمكانية تشغيل الموسيقى عبر التطبيق والتحكم بها.

تتميز هندسة الكرسي بقدرتها على اتخاذ إجراءات تلقائية وفورية، حيث يقوم بتشغيل مروحة تبريد أو نظام تدفئة عند تجاوز درجة الحرارة حدودًا معينة، ويطلق إنذارات صوتية عند اكتشاف أي خطر. يتم توصيل هذه تسلسلياً مما يضمن كفاءة عالية في نقل البيانات.

يعتمد التواصل مع الوالدين على تطبيق هاتف محمول يعمل عبر شبكة محلية (LAN) تعتمد على الواي فاي، بعد تطويره واستبدال الاتصال عبر البلوتوث، مما يوفر اتصالًا سريعًا، وموثوقًا، وآمنًا تمامًا دون الحاجة إلى الاتصال بشبكة الإنترنت، وسرعة في النقل ومسافات ابعد مقارنة مع البلوتوث. يتيح التطبيق للوالدين مراقبة جميع القراءات الحيوية في الوقت الفعلي، وتلقي إشعارات تنبيه فورية عند حدوث أي طارئ، بالإضافة إلى التحكم في وظائف الكرسي عن بعد.

يمثل هذا المشروع إسهامًا نوعيًا في مجال تقنيات رعاية الأطفال، من خلال تقديم حل متكامل يجمع بين الأمن والسلامة والراحة في جهاز واحد، مع التركيز على الاستجابة الفورية وأمان البيانات، مما يميزه عن الحلول المتجزئة المتاحة في السوق.

تتميز هندسة النظام بقدرتها على اتخاذ إجراءات تلقائية وفورية، حيث يقوم بتشغيل مروحة تبريد أو نظام تدفئة عند تجاوز درجة الحرارة حدودًا معينة، ويطلق إنذارات صوتية ومقروءة عند اكتشاف أي خطر بما يخص علامات الطفل الحيوية والبيئية، حيث تمت دراسة بارامترات العلامات الحوية للطفل والتي تختلف بمستوياتها الطبيعية عن البالغين، وتمت برمجة المشروع ليتعامل مع تلك البارامترات ويطلق الإنذار وفق تجاوز الحد الطبيعي.

الكلمات المفتاحية:

نظام رعاية ذكية للأطفال، الحوسبة الطرفية، مراقبة العلامات الحيوية، المراقبة البيئية، نظام استجابة تلقائي، الاتصال اللاسلكي، تطبيق الهاتف المحمول، الشبكة المحلية

Abstract

There has been a growing interest in developing advanced technological solutions for childcare, with the goal of providing a safe and comfortable environment while enhancing parents' ability to continuously monitor their children's health. In this context, this project presents the design and development of an integrated smart chair system that combines vital and environmental monitoring functions with automatic response, overcoming the limitations of traditional solutions. The project is based on an approach that combines Local Area Network (LAN) applications and edge computing. The chair includes a set of precise sensors that continuously measure the child's vital signs, such as heart rate, oxygen level, body temperature, and weight. Additionally, the system monitors environmental factors, including ambient temperature and the humidity of the child's clothing. It detects potential emergencies via a tilt sensor and a baby crying sound sensor. It also detects whether the child is in the chair or if the chair is empty. The system also allows for music playback and control via the app. The chair's architecture is characterized by its ability to take automatic and immediate action, activating a cooling fan or heating system when the temperature exceeds certain limits, and triggering audible alarms when any danger is detected. These are connected serially, ensuring high data transmission efficiency. Communication with parents is based on a mobile phone application that operates over a Wi-Fi-based local area network (LAN). This application has been developed to replace Bluetooth connectivity, providing a fast, reliable, and completely secure connection without the need for an internet connection, and offers faster transmission speeds and greater range compared to Bluetooth. The application allows parents to monitor all vital readings in real time, receive immediate alert notifications in the event of an emergency, and remotely control the chair's functions. This project represents a qualitative contribution to

the field of childcare technology, offering an integrated solution that combines security, safety, and comfort in a single device, with a focus on immediate response and data security, setting it apart from fragmented solutions available on the market. The system's engineering is capable of taking immediate, automatic action. It activates a cooling fan or heating system when the temperature exceeds certain limits, and triggers audible and visual alarms when any danger is detected regarding the child's vital signs and the environment. The child's vital signs parameters, which differ in normal levels from those of adults, were studied, and the project was programmed to handle these parameters and trigger an alarm based on the exceedance of the normal limit.

Keywords: Smart childcare system, Local Area Network, Edge computing, Vital signs monitoring, Environmental monitoring, Automatic response system, Wireless communication, Child safety, Mobile application

الإهـــداء

مرضتُ يومًا، نام الجميع وبقيت أمي

إليكِ يا أمي الغالية، يا من حملتِ عني الألم قبل أن أشعر به، وسهرتِ بجانبي لتضيئي لي دروب الحياة بالحب والدعاء. أنتِ نبع الحنان ومصدر القوة، وبكِ أفتخر وأستمد العزيمة. فمهما كتبت من

أبي العزيز، يا من كنتَ السند والقدوة، ومثال الصبر والعطاء، الذي علّمني كيف يكون الإصرار على بلوغ القمم، وغرستَ في داخلي قيم الجدّ والاجتهاد، فكنتَ الداعم الأول لمسيرتي العلمية، وبكِ أستمد الفخر والاعتزاز.

إلى أختي الغالية، الصديقة التي لم تتركني يومًا، ورفيقة الدرب التي كانت تزرع في قلبي الأمل بابتسامتها، وتشد على يدي بكلماتها. والتي تساندني بكل خطوة في مسيرة حياتي والتي كانت مصدر الامل والإصرار.

إلى أخي الحبيب، رفيق طفولتي وشريك طموحي، الذي كان دائم التشجيع والدعم، يزرع في داخلي الثقة بأنني قادر على تجاوز الصعاب، ويخفف عني كل عناء بكلماته ومحبته الصادقة.

الشكر والتقدير

قُمْ لِلمُعَلِّمِ وَفِّهِ التَبجيلا كادَ المُعَلِّمُ أَن يَكونَ رَسول

أتقدم بجزيل الشكر والامتنان إلى أساتذتي الكرام الذين لم يبخلوا علينا بعلمهم وتوجيهاتهم القيّمة، وعلى رأسهم الأستاذة المهندسة رانية صندوق والمهندس يزن أبو رافع الذي كان لهم الفضل الكبير في توجيهي ومتابعتي خطوة بخطوة حتى خرج هذا العمل على النحو المطلوب.

أتوجّه بخالص الشكر والتقدير **الى الأستاذ الدكتور مهيب النقري عميد كلية الهندسة** على دعمه المستمر ورعايته الدائمة للمسيرة التعليمية، **والدكتور المهندس وسام الخطيب نائب عميد كلية الهندسة** على ما قدّمه من توجيه وتشجيع للطلبة في مختلف المراحل.

كما يسعدني أن أعبّر عن عميق امتناني إلى أساتذتي الكرام:

- **الدكتور طلال حمود**
- **الدكتور نضال زيدان**
- **المهندس محمد عثمان**

لما بذلوه من جهد وإخلاص في التعليم، ولما قدّموه لي من ملاحظات وتوجيهات قيّمة كان لها الأثر الكبير في إتمام هذا المشروع على الوجه الأكمل. وعلى ما قدموه خلال مسيرتي التعليمية في كلية الهندسة – قسم هندسة الاتصالات والشبكات

قـائـمـة الـمـحـتـويـات

قـائـمـة الـجـداول List of Tables xii
جـدول الاخـتـصـارات xiv
فـصـول الـتـقـريـر xv
الـفـصـل الأول مـقـدمـة ١٦
1.1 موجـز حـول مـا سـيـقـدمـه الـفـصـل: ١٧
1.2 نـظـرة عـامـة: ١٧
1.3 الـمـشـكـلـة الـبـحـثـيـة وأهـداف الـمـشـروع: ١٩
1.4 أهـمـيـة الـمـشـروع: ١٩
1.5 مـنـهـجـيـة الـمـشـروع: ٢٠
الـفـصـل الـثـانـي الـمـفـاهـيـم الاسـاسـيـة والـدراسـات الـمـرجـعـيـة ٢٣
2.1 مـقـدمـة: ٢٤
2.2أنظمة المراقبة المدمجة للرضع: ٢٤
2.3نظام إنترنت الأشياء القائم على الشبكة المحلية LAN-based IoT: ٢٦
2.3.1 الـمـفـهـوم والآلـيـة: ٢٧
2.3.2 الـمـزايـا الرئـيـسـيـة: ٢٧
2.4 الـشـبـكـة الـمـحـلـيـة LAN: ٢٩
2.4.1 الـمـكـونـات الرئـيـسـيـة لـشـبـكـة LAN: ٣٠
2.4.2 مـيـزات الـشـبـكـة الـمـحـلـيـة: ٣١
2.4.3 أنـواع الـشـبـكـات الـمـحـلـيـة: ٣١
2.4.4 إدارة الـشـبـكـة الـمـحـلـيـة (برامج LAN Manager): ٣٢
2.4.5 أهـمـيـة الشبكة المحلية: ٣٢
2.4.6 اسـتـخـدام الـشـبـكـة الـمـحـلـيـة: ٣٣
2.5.1 آلـيـة عـمـل Wi – Fi: ٣٤
2.5.1.1 الاتـصـال بالأنـتـرنـت: ٣٥
2.5.2 الـنـقـاط الـسـاخـنـة: ٣٦
2.5.3 خـدمـات Wi – Fi: ٣٧
2.5.4 الـمـعـدات الـمـاديـة: ٣٨
2.5.5 نـطـاقـات الـمـوجـة: ٣٩
2.6 أنـتـرنـت الأشـيـاء (IOT): ٤٠
2.6.1 آلـيـة عـمـل أنـتـرنـت الأشـيـاء: ٤١
2.6.2 تـحـولات هـامـة قـدمـه انـتـرنـت الأشـيـاء: ٤١
2.7 الـحـوسـبـة الـطـرفـيـة: ٤٢
2.7.1 الأنواع الرئيسية لمكونات الحوسبة الطرفية: ٤٣
2.7.2 فـوائـد ومـيـزات الـحـوسـبـة الـطـرفـيـة: ٤٤
2.8 بـارامـتـرات الـعـلامـات الـحـيـويـة للـطـفـل: ٤٥
2.9مـقـارنـة بـيـن مـشـاريـع مـشـابـهـة ومـشـروع تـصـمـيـم كـرسـي ذكـي للـعـنـايـة بالـطـفـل ومـراقـبـتـه عـن بـعـد: ٤٦
2.10 مـقـارنـة بـيـن اتـصـال الـبـلـوتـوث واتـصـال WI-FI: ٤٧

2.11 مقارنة بين الاعتماد فقط على شبكة LAN واستخدام الانترنت: ٤٨
الفصل الثالث الدراسة التحليلية للمشروع ٥٠
3.2 تحليل الحاجة التقنية: ٥١
3.2.1 تحديد مهام المشروع: ٥٢
3.2.2 أنواع البيانات المطلوب جمعها: ٥٢
3.3 تحليل واختبار المتحكمات: ٥٣
3.3.1 الاردوينو نانو: ٥٣
3.3.2وحدة الاتصال اللاسلكي ESP8266: ٥٦
3.4 تحليل واستخدام الحساسات: ٥٩
3.4.1 حساس الوزن Load Cell ووحدة HX711: ٥٩
3.4.2 وحدة تشغيل ملفات الصوت DFPLayer Mini MP3: ٦١
3.4.3حساس الصوت FC-04: ٦٤
3.4.4 وحدة استشعار الميلان (Vibration Sensor): ٦٦
3.4.5 مراقبة درجة الحرارة المحيطة بالكرسي: ٦٩
3.4.6 حساس الأشعة تحت الحمراء(IR Sensor): ٧١
3.5 الحساسات الحيوية: ٧٢
3.5.1 حساس قياس رطوبة الجلد: ٧٣
3.5.2 قياس درجة حرارة الجسم: ٧٥
3.5.3 قياس نبضات القلب وتشبع الاكسجين: ٧٧
3.6 إنشاء الشبكة المحلية: ٧٩
3.6.1 استخدام الراوتر ومواصفاته: ٨١
3.7 نظام التحكم في حركة الاهتزاز (الكرسي الهزاز): ٨٢
3.8 تطبيق الموبايل الذكي (الخاص بالمشروع): ٨٣
الفصل الرابع الدراسة التصميمية للمشروع. ٨٨
4.1 مقدمة: ٨٧
4.2 تصنيف العتاد الصلب للمشروع: ٨٨
4.3 مخططات عمل المشروع وتصميمه: ٩٠
4.3.1 مخطط الشبكة المحلية LAN: ٩٢
4.3.3 مخطط المكونات: ٩٤
4.4 هندسة المشروع: ٩٤
4.5 المنهجية البرمجية (Programming Methodology): ٩٦
4.5.1 برمجة المتحكم الدقيق (Arduino C): ٩٦
4.5.2 برمجة تطبيق الهاتف الذكي (لغة Java): ٩٦
4.6 دارة المشروع: ٩٧
4.7 بنية الاتصال ١٠١
4.8 المخطط الانسيابي (Flow Chart): ١٠٣
الفصل الخامس التنفيذ العملي والاختبار ١٠٤
5.1 مقدمة: ١٠٥
5.2 عرض القراءات للمستشعرات: ١٠٦
5.2.1 عرض القراءات على شاشة LCD: ١٠٦

5.2.2 عـرض الـقـراءات والـتـحـكـم عـبـر الـتـطـبـيـق: ١٠٧
الـــفـــصـــل الـــســـادس الاسـتـنـتـاجـات والآفـــاق الـمـسـتـقـبـلـيـة ١١٥
6.1 مـــقـــدمـــة: ١١٦
6.2 اسـتـنـتـاجـات عـلـمـيـة وأكـاديـمـيـة: ١١٦
6.3 الآفـــاق الـمـسـتـقـبـلـيـة والـمـقـتـرحـات: ١١٧
الـــمـــراجـــع ١١٩

قـــائـــمـــة الـــجـــداول List of Tables

الجدول 2.1 يوضح متوسط وزن الطفل حسب العمر..... ٤٦

الجدول 2.2 مقارنة بين مشاريع سابقة ومشروع كرسي الطفل الذكي..... ٤٧

الجدول 2.3 الفرق بين اتصال البلوتوث والواي فاي..... ٤٨

الجدول 2.4 الفروقات بين شبكة LAN بدون إنترنت ومع اتصال بالأنترنت..... ٤٩

الجدول 3.1 يوضح بعض المشاكل الشائعة وطرق حلها..... ٥٨

لجدول 3.2 كيفية توصيل HX711 مع الاردوينو في المشروع..... ٦١

الجدول 3.3 يظهر كيفية وصل وحدة تشغيل الصوت مع منافذ الاردوينو ٦٥

الجدول 3.4 يوضح اكثر المشاكل في حساس FC-04 شيوعا..... ٦٦

الجدول 3.5 يوضح توصيل الحساس مع الاردوينو..... ٦٨

الجدول ٤.١ مكونات المشروع ومهامها..... ٨٨

الجدول 4.2 الفرق بين الاتصال المباشر اتصال عبر الراوتر..... ٩٣

قـــائـــمـــة الاشـــكـــال List of Figures

الشكل 2.1 نموذج عن السترة الذكية ٢٥
الشكل 2.2 نظام انترنت الاشياء بالاعتماد على الشبكة المحلية ٢٨
الشكل 2.3 مثال على شبكة محلية منزلية ٣٠
الشكل 2.4 يوضح الطيف الكهرومغناطيسي مع التركيز على إشارة الواي فاي ٣٦
الشكل 2.5 يوضح الفروقات بين اجيال WI - FI ٣٨
الشكل 2.6 الهيكل العام لأنترنت الاشياء ٤٠
الشكل 2.7 هيكل عام للحوسبة الطرفية ٤٢
الشكل 2.8 المخطط الصندوقي للمشروع ٤٩
الشكل 3.1 يوضح بنية متحكم اردوينو نانو ٥٥
الشكل.3.2 يظهر وحدة الاتصال اللاسلكية ESP8266 ٥٧
الجدول.3.1 يوضح بعض المشاكل الشائعة وطرق حلها ٥٨
الشكل 3.3 يظهر حساس الوزن في الجزء الرمادي و HX711 في اللون الاخضر ٥٩
الشكل 3.4 وحدة تشغيل الصوت DFPLAYER MINI MP3 ٦٢
الشكل 3.5 حساس الصوت FC - 04 ٦٤
الشكل 3.6 حساس الامالة الكروي (وحدة استشعار الميلان) ٦٧
الشكل 3.7 حساس DHT11 ٧٠
الشكل 3.8 حساس IR ٧١
الشكل 3.9 يوضح هيكل حساس رطوبة الجلد ٧٣
الشكل 3.10 يوضح تصميم دارة حساس الرطوبة ٧٤
الشكل 3.9 مقاومة NTC ٧٥
الشكل 3.10 توصيل مقاومة NTC ٧٦
الشكل 3.11 حساس MAX30100 ٧٨
الشكل 3.12 راوتر من نوع ASUS DSL-N12E ٨١
الشكل 4.1 الهيكل العام لتنفيذ المشروع ٨٧
الشكل 4.2 المخطط الكتلي للمشروع ٩٠
الشكل 4.3 مخطط الشبكة المحلية ٩٢
الشكل 4.4 مخطط المكونات ٩٤
الشكل 4.5 مخطط هندسة المشروع ٩٥
الشكل 4.6 دارة توصيل المشروع ٩٩
الشكل 4.7 مخطط انواع الاتصال المستخدمة ١٠١
الشكل 4.8 مخطط اتصال CLIENT - SERVER ١٠٢
الشكل 4.9 المخطط الانسيابي للمشروع ١٠٣
الشكل 5.1 العناصر المادية الاساسية المستخدمة ١٠٥
الشكل 5.2 تجربة شاشة LCD ١٠٦
الشكل 5.3 التطبيق بحالة عدم اتصال مع الشبكة ١٠٧
الشكل 5.4 اختبار الطفل غير موجود بالكرسي ١٠٩
الشكل 5.5 اختبار تخزين المعلومات الحيوية للطفل للمقارنة ١٠٩
الشكل 5.6 اختبار الحساسات وتخزين المعلومات الحيوية ١١٠
الشكل 5.7 نتائج الاختبار للشبكة ١١٢
الشكل 5.8 تجريب اختبار ونتائج معلومات الاتصال ١١٣
الشكل 5.9 لوغو التطبيق على الموبايل ١١٤

جـــدول الاخـــتـــصـــارات

IOT	Internet of Things
LAN	Local Area Network
IP	Internet Protocol
MAN	Metropolitan Area Network
WLAN	Wireless Local Area Network
WAP	Wireless Application Protocol
DSL	Digital Subscriber Line
IDE	Integrated Development Environment
PWM	Pulse Width Modulation
NTC	Negative Temperature Coefficient

فـــصـــول الـــتـــقـــريـــر

١. الـفـصـل الأول: مـقـدمـة الى الـمـشـروع

- نستعرض في هذا الجزء الأهمية، السياق، والمشكلة التي يعالجها المشروع، مع تحديد الأهداف الرئيسية ومخطط عام لبقية التقرير

٢. الـفـصـل الـثـانـي: الـمـفـاهـيـم الأسـاسـيـة والـدراسـات الـمـرجـعـيـة

- هذا الفصل هو لتقديم "المعرفة العامة" و "الأساس النظري" للتقنيات والمفاهيم التي تعتمد عليها.

٣. الـفـصـل الـثـالـث: الـدراسـة الـتـحـلـيـلـيـة لـلـمـشـروع

- هذا الفصل مخصص لتحليل الجوانب التقنية للمشروع، وتحديد التحديات التقنية، واختيار التقنيات المناسبة بناءً على خصائصها.

٤. الـفـصـل الـرابـع: الـدراسـة الـتـصـمـيـمـيـة لـلـمـشـروع

- هذا الفصل مخصص لتحليل الجوانب التقنية للمشروع، وتحديد التحديات التقنية، واختيار التقنيات المناسبة بناءً على خصائصها.

٥. الـفـصـل الـخـامـس: الـتـنـفـيـذ الـعـمـلـي

- نصف عملية بناء أو تنفيذ المشروع، ثم نعرض النتائج التي تم الحصول عليها من خلال التجارب والاختبارات

٦. الـفـصـل الـسـادس: الاسـتـنـتـاجـات والآفـاق الـمـسـتـقـبـلـيـة

- نلخص أهم ما توصلت إليه الدراسة من نتائج واستنتاجات، ونقترح مسارات للتطوير المستقبلي للمشروع

الـــفـــصـــل الأول

مـــقـــدمـــة

1.1 موجــز حــول مــا ســيــقــدمـــه الـفـصـل:

سيناقش هذا الفصل مقدمة عامة حول المشروع ومواكبة تطور التكنولوجيا واستثمارها لمجالات مختلفة منها المجال الطبي أو مجال الرعاية للأطفال على وجه الخصوص، وكيف يسعى المشروع لحل المشكلة التي صمم من أجل حلها والتي قد تكون عند بعض مشكلة معقدة، تتطلب الاهتمام الكبير والرعاية الصحية والبيئية، في ظل التطوير على المشروع ساعياً لحل تلك المشاكل بشكل أوسع. كما سيتم ايضاً توضيح أهداف المشروع التي صمم من أجلها، منا سيتم النقاش حول النظام المقترح وآلية العمل وسيتم التطرق إلى استعراض فصول المشروع وتنظيم التقرير والخلاصة.

1.2 نـــظـــرة عـــــامـــــة:

يهدف هذا المشروع إلى تصميم وتطوير نظام كرسي طفل ذكي، يوفر بيئة آمنة ومريحة للرضيع، مع تمكين الوالدين من المراقبة الفعالة والتحكم في وظائفه ضمن نطاق الشبكة المنزلية. وقد مر المشروع بمراحل تطورية متعاقبة، انتقل فيها من نظام مدمج أساسي إلى حل متقدم يعتمد على الشبكات المحلية اللاسلكية.(Wi-Fi) . في مراحله الأولية، تم تصميم النظام ليعمل كجهاز مدمج ومستقل، حيث اعتمد على **متحكم الأردوينو نانو (Arduino Nano)** ليكون بمثابة الوحدة المركزية للتحكم والمعالجة. تم تجهيز الكرسي بمجموعة من الحساسات الأساسية للمراقبة، شملت مستشعرات لمراقبة **الظروف البيئية** كدرجة الحرارة والرطوبة، بالإضافة إلى مستشعرات لمراقبة **المؤشرات الحيوية** كالنبض ودرجة حرارة جسم الطفل. ولدعم راحة الطفل، تم دمج **محرك سيرفو** لوظيفة التأرجح، إلى جانب **مروحة تبريد** و**سخانة** للتحكم النشط في درجة الحرارة، مع استخدام **الترانزستورات** لضمان التشغيل الآمن لهذه الأحمال. وقد تم توفير **شاشة LCD** للعرض المباشر للبيانات، مما قصر التفاعل على واجهة المستخدم المحلية.

وبناءً على هذا الأساس، تطور المشروع ليشمل بنية أكثر تقدماً، تهدف إلى تعزيز تجربة المراقبة والتحكم داخل المنزل. تم استبدال الأردوينو نانو بـ **وحدةESP8266** ، التي تتميز بقدرات اتصال **Wi-Fi مدمجة** .سمح هذا التغيير بإنشاء نظام يعتمد على شبكة Wi-Fi محلية، حيث يقوم **الراوتر** بتوفير هذه الشبكة لربط الكرسي مباشرة بتطبيق مخصص على الهاتف المحمول. هذا النهج يتيح للوالدين مراقبة بيانات المستشعرات الحية والتحكم في وظائف الكرسي من أي مكان داخل المنزل، مع الاستفادة من سرعة الاستجابة العالية وحماية البيانات التي توفرها الشبكة المحلية، دون أي حاجة للاتصال بالإنترنت.

علاوة على ذلك، تم توسيع قدرات المراقبة بإضافة مجموعة متقدمة من المستشعرات. شمل ذلك مستشعرات لكشف الأنماط الصوتية (مثل بكاء الطفل)، ونظام قائم على الضغط للكشف عن وجود الطفل ووزنه، ومستشعر للكشف عن الرطوبة، بالإضافة إلى مستشعر **للميلان** لتعزيز الأمان. كما تم دمج وحدة صوتية لتوفير أصوات مهدئة للطفل. يمثل هذا التطور تحولاً من نظام مدمج أساسي إلى منصة ذكية متصلة محلياً، تتميز بمرونتها وقدرتها على توفير حل شامل ومبتكر لرعاية الطفل، مع التركيز على أهمية الاتصال السريع والموثوق داخل نطاق الشبكة المنزلية.

يـتـضـمـن هـذا الـفـصـل 5 أقـسـام رئـيـسـيـة وهـي:

- ✓ نـظـرة عـامـة حـول الـمـشـروع
- ✓ الـمـشـكـلـة الـبـحـثـيـة واهـداف الـمـشـروع
- ✓ أهـمـيـة الـمـشـروع
- ✓ الـمـنـهـجـيـة

1.3 المشكلة البحثية وأهداف المشروع:

مثل رعاية الرضع ومراقبة سلامتهم وراحتهم تحدياً مستمراً للوالدين، إذ تتطلب متابعة دقيقة وجهداً متواصلاً لضمان بقاء الطفل في بيئة آمنة ومريحة. وعلى الرغم من توافر العديد من أنظمة وأدوات المراقبة التقليدية، إلا أنها غالباً ما تعاني من محدودية في الوظائف، وتفتقر إلى القدرة على جمع بيانات شاملة وموضوعية في الوقت الفعلي حول المؤشرات الحيوية للطفل والظروف البيئية المحيطة به. هذا القصور يؤدي إلى تحميل الوالدين عبئاً إضافياً يتمثل في الحاجة إلى إشراف مباشر ومستمر، مع محدودية القدرة على التدخل الاستباقية في حالات الطوارئ. ومن هنا تبرز الحاجة إلى نظام متكامل قادر على دمج مختلف المؤشرات الحيوية والبيئية، وتحليلها بصورة آنية، وتقديمها في واجهة موثوقة وسهلة الاستخدام، بما يترجم احتياجات الطفل ويوفر للوالدين وسيلة مركزية لتعزيز الرعاية والراحة والأمان.

استجابةً لهذه التحديات، يهدف المشروع الحالي إلى تصميم وتطوير كرسي أطفال ذكي ومتكامل يعمل ضمن الشبكة المحلية (Wi-Fi)دون الاعتماد على الإنترنت، بحيث يقوم بجمع البيانات الحيوية والبيئية للطفل في الوقت الفعلي (مثل النبض ودرجة حرارة الجسم وحرارة الجو ورطوبة البيئة)، ورصد الحالات الطارئة (كالبكاء أو ميلان الكرسي)، إضافة إلى تمكين الوالدين من التحكم الفعّال في بيئة الطفل (التهوية، التدفئة، الاهتزاز، وتشغيل الموسيقى). كما يسعى المشروع إلى توفير واجهة مستخدم آمنة وموثوقة عبر تطبيق للهاتف المحمول، مزود بنظام تنبيهات ذكي واستباقي يضمن إشعار الوالدين فوراً عند أي تغيرات غير طبيعية. وبذلك يقدم المشروع حلاً تقنياً شاملاً يسد الفجوة بين حاجات الرضيع غير المعبّر عنها لفظياً وبين قدرة الوالدين على الاستجابة السريعة، مما يسهم في رفع مستوى الرعاية وتحقيق راحة وطمأنينة أكبر.

1.4 أهمية المشروع:

تكمن أهمية هذا المشروع في كونه يمثل حلاً تقنياً مبتكراً وذا جدوى عالية لمشكلة أساسية في رعاية الرضع، حيث يقدم مساهمة علمية وعملية من خلال عدة محاور:

١) **تحويل الرعاية من الملاحظة السلبية إلى البيانات الاستباقية :**يمثل المشروع نقلة نوعية من أساليب المراقبة التقليدية القائمة على الملاحظة المباشرة إلى منهجية تعتمد على جمع البيانات الكمية في الوقت الفعلي. من خلال دمج مجموعة

متنوعة من المستشعرات، يوفر النظام منصة موحدة لتحليل المؤشرات الحيوية والبيئية للرضيع، مما يتيح للوالدين اتخاذ قرارات استباقية مبنية على معلومات دقيقة، بدلاً من مجرد التفاعل مع العلامات الظاهرة فقط.

٢) **تعزيز الأمان والراحة للرضيع :**يساهم المشروع في تعزيز بيئة آمنة للرضيع من خلال نظام تنبيهات فوري يغطي عدة جوانب حرجة، مثل اكتشاف ميلان الكرسي أو تغيرات غير طبيعية في المؤشرات الحيوية. كما أنه يعزز راحة الطفل من خلال آليات تحكم آلية في البيئة المحيطة به، مما يقلل من احتمالية تعرضه لظروف غير مريحة (كارتفاع الحرارة أو البرودة).

٣) **تقديم نموذج مبتكر للأنظمة المتصلة المحلية :**يمثل المشروع نموذجاً عملياً فريداً في مجال الأنظمة المدمجة الذكية، حيث يبرهن على إمكانية بناء حلول متكاملة وفعالة بالاعتماد الكامل على شبكة لاسلكية محلية. هذه البنية المعمارية تتفادى التحديات المرتبطة بأنظمة إنترنت الأشياء التي تعتمد على الخدمات السحابية، مثل تأخر الاستجابة(Latency) ، ومخاوف خصوصية البيانات، والاعتماد على اتصال إنترنت خارجي.

٤) **تخفيف العبء النفسي والجسدي عن الوالدين :**يوفر النظام للوالدين راحة البال من خلال توفير منصة مراقبة موثوقة ومتاحة على مدار الساعة ضمن نطاق المنزل. هذا يقلل من الحاجة إلى الإشراف المباشر والمستمر، مما يتيح للوالدين ممارسة مهامهم اليومية بثقة أكبر، ويساهم في تخفيف الضغط النفسي المرتبط بالخوف من عدم الانتباه لاحتياجات الطفل.

باختصار، يكمن أهمية المشروع في كونه يجمع بين الابتكار التقني وخدمة الحاجة الإنسانية الأساسية، مقدماً حلاً متكاملاً وذكياً يرفع من مستوى رعاية الرضع ويجعلها أكثر أماناً وفعالية، مع تقديم مساهمة فريدة في مجال تصميم الأنظمة المدمجة المتصلة محلياً.

1.5 مـــنـــهـــجـــيـــة الـــمـــشـــروع:

١. الـــنـــظـــام الأولـــي (ما قبل التطوير):

في هذه المرحلة، تم تصميم النظام كنموذج أولي مستقل، وكان يهدف بشكل أساسي إلى توفير المراقبة والتحكم الأساسيين ضمن نطاق محدود. كانت المكونات الرئيسية كالتالي

- **المتحكم والمعالجة :**تم استخدام **متحكم الأردوينو نانو (Arduino Nano)** ليكون العقل المدبر للنظام، حيث كان مسؤولاً عن جميع مهام قراءة الحساسات الأولية ومعالجة البيانات الأولية.

- **الاتصال :**تم تحقيق الاتصال اللاسلكي القصير المدى عبر **وحدة بلوتوث .(Bluetooth Module)** سمحت هذه التقنية بالربط بين الكرسي وتطبيق على الهاتف المحمول، مما أتاح للوالدين مراقبة أساسية والتحكم في وظائف بسيطة من مسافة قريبة، ولكن ضمن نطاق جغرافي محدود جداً.
- **واجهة المستخدم :**اقتصرت وظائف التطبيق في هذه المرحلة على عرض البيانات الحية بشكل فوري، وتحريك الكرسي، دون وجود أي ميزات تحليلية أو تنبيهات متقدمة.
- **قرار المتحكم:** اقتصر الاردوينو على قرارين حيث عند ارتفاع الحرارة المحيطة لحد معين، يقوم بتشغيل المروحة، وعلى نفس السياق إذا انخفضت الحرارة عن حد معين، يتم تشغيل التدفئة.

٢) الـــنـــظـــام الـــمـــطـــور (ما بعد التطوير):

شهد المشروع نقلة نوعية في هذه المرحلة، ومناقشة الثغرات الموجودة ومعالجتها الى حد كبير، حيث تم التركيز على توسيع نطاق الاتصال وإضافة وظائف متقدمة في تطبيق الهاتف المحمول، واضافة إمكانيات أكبر لعمل الكرسي. تم تحقيق ذلك من خلال التغييرات الجوهرية التالية:

- ✓ **بنية الاتصال الجديدة :**تم الإبقاء على الأردوينو نانو كمتحكم رئيسي لإدارة الحساسات والمكونات التنفيذية. ولكن، تم إضافة **وحدة ESP8266** كـ (**معالج اتصالات مخصص-Co processor Communication**)تم ربط الوحدتين عبر الاتصال التسلسلي(UART) ، مما سمح للأردوينو بالتركيز على مهام المعالجة الحيوية، بينما تولى ESP8266مسؤولية الاتصال بالشبكة اللاسلكية.
- ✓ **الانتقال من البلوتوث إلى الواي فاي**: سمح هذا الدمج بالانتقال من استخدام تقنية البلوتوث ذات المدى المحدود إلى استخدام **تقنية .Wi-Fi** أصبح النظام يتصل بشبكة محلية (LAN) يوفرها راوتر، مما وسّع نطاق التغطية بشكل كبير وسمح بالتحكم والمراقبة من أي مكان داخل المنزل.
- ✓ **إضافة حـســاســات:** أصبح بإمكان الكرسي ان يقيس أيضا الوزن – قياس رطوبة الملابس بشكل أدق – تشغيل موسيقى – والتنبيه عند بكاء الطفل – تحسس ميلان الكرسي تحسباً لوقوع الطفل منه.
- ✓ **تطوير التطبيق ووظائفه :**شهد التطبيق تطوراً كبيراً، حيث أصبح منصة متكاملة للتحليل والمقارنة. وتضمنت الوظائف الجديدة:

- **إدخال البيانات التفاعلي :**أضيفت ميزة لإدخال **وزن الطفل يدوياً** إلى التطبيق، مما يوفر مرونة أكبر في تتبع نموه.
- **نظام تنبيهات ذكي :**تم برمجة التطبيق لإرسال **تنبيهات فورية** للوالدين عند تجاوز القراءات الحيوية (مثل النبض أو درجة الحرارة) عتبات محددة، مما يساهم في الاستجابة السريعة لحالة الطفل.
- **تحليل ومقارنة القراءات :**أضيفت ميزة تحليلية هامة تمكن من **مقارنة القراءات الحيوية (والوزن) على مدى ثلاثة أيام** متتالية. هذه الميزة ذات أهمية خاصة لمراقبة تعافي الطفل بعد المرض أو بعد خروجه من المستشفى، حيث توفر للوالدين نظرة شاملة عن تطور حالته الصحية.

باختصار، يمثل هذا التطور انتقالاً استراتيجياً من نظام مدمج أساسي يعتمد على اتصال محدود، إلى منصة ذكية متكاملة تعمل على شبكة لاسلكية على نطاق المنزل، مع إضافة قدرات تحليلية متقدمة في التطبيق، مما جعل المشروع أداة أكثر فعالية وشمولية في رعاية الطفل.

الـــفـــصـــــل الـــثـــانـــي

الـــمـــفـــاهـــيـــم الاســـاســـيـــة

والـــدراســـــات الـــمـــرجـــعـــيـــة

2.1 مـــقـــدمـــة:

يهدف هذا الفصل إلى مراجعة وتحليل الدراسات والأبحاث العلمية ذات الصلة بمجال تصميم الأنظمة الذكية لمراقبة الرضع. سيتم استعراض الأنظمة المتطورة في تكنولوجيا إنترنت الأشياء (IoT) المطبقة في الرعاية الصحية، ودور الشبكة المحلية، إلى جانب الأنظمة المدمجة التي تستخدم متحكمات متعددة. كما سيتم تسليط الضوء على أنظمة تحليل البيانات في الوقت الفعلي وأنظمة التنبيهات، وذلك بهدف فهم الوضع الحالي للتكنولوجيا وتحديد الفجوة التي يسعى المشروع الحالي إلى سدها.

يـتـــضـمـــن هـذا الـفـصـــل الاقسـام الـتـالـيـة:

أنـظـمـة الـمـراقـبـة الـمـدمـجـة لـلـرضـع

- ✓ **نظام انترنت الأشياء القائم على الشبكة المحلية**
- ✓ **الـشـبـكـة الـمـحـلـيـة LAN**
- ✓ **اتـصـــال Wi-Fi**
- ✓ **الحوسبة الطرفية**
- ✓ **بارامترات العلامات الحيوية للطفل**
- ✓ **مقارنة بين مشاريع مشابهة**
- ✓ **مقارنة بين اتصال Wi-Fi & Bluetooth**
- ✓ **المخطط الصندوقي للمشروع**

2.2 أنـظـمـة الـمـراقـبـة الـمـدمـجـة لـلـرضـع:

تشير الدراسات الحديثة إلى أن التقدم في تكنولوجيا المستشعرات وأنظمة الاتصالات اللاسلكية قد مكن من تطوير جيل جديد من أنظمة مراقبة صحة الرضع **[Wearable Sensor System for Infants]**. وفي هذا السياق، قدمت دراسة لـ **فاي وآخرون (٢٠١٧)** استعراضاً شاملاً لأبرز المنهجيات والتقنيات المستخدمة في أنظمة المراقبة المدمجة، والتي يمكن أن تكون بمثابة منصة متكاملة تجمع بين المستشعرات وأجهزة المعالجة. تؤكد الدراسة على أهمية المنصات المتكاملة في تقليص حجم النظام وتعزيز راحة الطفل، وهو ما يمثل نقلة نوعية من الأنظمة السلكية والمشتتة. تُعرف هذه الأنظمة بكونها قادرة على المراقبة متعددة المؤشرات(Multi-parameter Monitoring) ، حيث يتم دمج مستشعرات مختلفة لتقديم صورة شاملة وموثوقة عن الحالة الصحية للرضيع. وتوضح الدراسة أن هذا النهج يتفوق على المراقبة أحادية المؤشر(Single-

parameter Monitoring)التي لا توفر بيانات كافية لاتخاذ قرارات مستنيرة. وفي هذا الصدد، تميز الدراسة بين طريقتين أساسيتين للمراقبة :**المراقبة المباشرة** التي تتطلب اتصالاً جسدياً مع الطفل (مثل مستشعر درجة الحرارة الملامس للجلد)، و**المراقبة غير المباشرة** التي لا تتطلب اتصالاً مباشراً (مثل مستشعرات كشف الحركة أو وضعية الجسم)

علاوة على ذلك، تركز الدراسة على أهمية معالجة البيانات (Data Processing) كنقطة حاسمة في أي نظام ذكي. فبدلاً من مجرد عرض البيانات الخام، يجب أن يقوم النظام بتحويلها إلى معلومات ذات معنى. وتوضح الدراسة أن كشف الحالة الصحية يتم عبر مقارنة قراءات المستشعرات بـ "عتبات محددة مسبقاً"، مما يتيح للنظام إطلاق تنبيهات عند تجاوز القراءات لهذه العتبات. ومع ذلك، تشير الدراسة إلى ضرورة تطوير خوارزميات فعالة لتقليل الإنذارات الكاذبة التي قد تسبب قلقاً غير مبرر للوالدين [فاي وآخرون، ٢٠١٧]

وفيما يتعلق بالاتصالات، تؤكد الدراسة على أن الانتقال من الأنظمة السلكية إلى الأنظمة اللاسلكية يعد ضرورياً لزيادة راحة الطفل وحريته في الحركة. وقد سلطت الضوء على أن تقنيات مثل **شبكة Wi-Fi** و**الشبكات المحلية (LAN)** توفر نطاق تغطية واسعاً يصل إلى ١٠٠ متر، وهو ما يجعلها خياراً مثالياً للتطبيقات المنزلية، على عكس تقنية البلوتوث التي تقتصر على نطاق قصير. وهذا يؤكد أن شبكة LAN تمثل البنية التحتية الأساسية التي تتيح لأجهزة إنترنت الأشياء (IoT) التفاعل محلياً بشكل موثوق وسريع، وهو ما يعزز أهمية هذا النهج في تحقيق الاستقرار والأمان في البيئة المنزلية.

ظهرت التطورات في تكنولوجيا الاتصالات اللاسلكية والمستشعرات مرونة كبيرة في تصميم أنظمة مراقبة صحية متكاملة للرضع، تُعرف هذه الأنظمة بأنها "منصات قياس متكاملة" تتيح دمج أنواع متعددة من المستشعرات في هيكل واحد، مما يقلل من حجم النظام ويزيد من راحة الطفل وسهولة صيانته. ومن الأمثلة البارزة على ذلك، ما قدمته دراسة عن "السترة الذكية" (smart jacket)كمنصة متكاملة لمراقبة العلامات الحيوية للمواليد الجدد



الشكل 2.1 نموذج عن السترة الذكية

Copyright © 2005 Elsevier B.V.

تم تصميم هذه السترة بدمج مستشعرات وأجهزة إلكترونية مرنة وخفيفة الوزن في نسيجها، مما يجعلها ملائمة لمراقبة مخطط كهربائية القلب (ECG) ومعلمات التنفس. تم استخدام أقطاب كهربائية نسيجية مطلية بالفضة، موزعة في مواقع مختلفة من السترة، مما يقلل بشكل فعال من التشويش على الإشارة الناتج عن حركة الطفل. وقد صمم النموذج الأولي للسترة ليكون مفتوح الصدر والظهر لتسهيل الملاحظة السريرية، مع إضافة غطاء لحماية العين، مما يعزز من حرية حركة الطفل وسلامته. وتوضح الدراسة أن هذا النهج يمثل تطوراً واعداً يمكن أن يشمل مستقبلاً دمج مستشعرات إضافية مثل مستشعرات درجة الحرارة ودرجة الحموضة في العرق. كما أن فكرة المنصات المتكاملة تمتد لتشمل أجهزة أخرى، مثل جهاز مساعدة الإنعاش القلبي الرئوي (CPR) لحديثي الولادة.

وفيما يتعلق بالتحليل السلوكي، تشير الدراسة إلى أن الأنظمة الذكية يمكن أن تكون بمثابة منصة لفهم احتياجات الرضيع، خصوصاً مع عدم قدرته على التعبير اللفظي. فمن خلال تحليل أنماط البكاء، وحركة الأطراف، يمكن للوالدين الحصول على فهم أعمق لرغبات أطفالهم. وهذا يؤكد أن الأنظمة الذكية لا تقتصر وظيفتها على توفير الرعاية الصحية فحسب، بل تمتد لتشمل دعم التفاعل بين الوالدين والرضيع.

وتلخص الدراسة التحديات الرئيسية التي لا تزال قائمة في هذا المجال، والتي تمثل في الوقت نفسه نقاط انطلاق للأبحاث المستقبلية. من أبرز هذه التحديات:

- ✓ **موثوقية المستشعرات:** الحاجة إلى مستشعرات تقدم نتائج دقيقة ومستقرة لا تتأثر بالعوامل الخارجية.
- ✓ **خوارزميات المعالجة:** تطوير خوارزميات مثالية لمعالجة تدفق البيانات المستمر.
- ✓ **إمداد الطاقة:** إيجاد حلول طاقة موثوقة وطويلة الأمد، بعيداً عن البطاريات التقليدية ذات العمر المحدود، مثل استخدام الطاقة الميكانيكية.
- ✓ **التصغير والتكامل:** ضرورة تصميم منصات مدمجة أصغر حجماً لتكون غير مزعجة للطفل.

2.3 نظام إنترنت الأشياء القائم على الشبكة المحلية LAN-based IoT:

هو نظام يستخدم شبكة LAN كوسيلة للاتصال .في هذا النموذج، يتم تجميع البيانات ومعالجتها محلياً داخل الشبكة المنزلية، مما يقلل من زمن الاستجابة ويعزز من خصوصية البيانات وأمانها .وهذا يختلف عن الأنظمة التي تعتمد بشكل كامل على

الحوسبة السحابية (Cloud Computing) والتي تتطلب إرسال البيانات عبر الإنترنت إلى خوادم بعيدة حيث تشير الدراسة [Secure and dynamic access control for the Internet of Things (IoT) based traffic system, 2021] يعتبر "إنترنت الأشياء القائم على الشبكة المحلية" نموذجاً معمارياً يهدف إلى تمكين أجهزة إنترنت الأشياء من الاتصال والتحكم المتبادل ضمن نطاق جغرافي محدود، مثل المنزل أو المكتب، دون الاعتماد الكامل على الاتصال بخوادم سحابية خارجية، تستخدم هذه البنية الشبكة المحلية (LAN) كوسيلة رئيسية لتنفيذ المهام الحوسبية، مما يمنحها خصائص فريدة تميزها عن النماذج التقليدية المعتمدة على السحابة.

2.3.1 المـــفـــهـــوم والآلـــيـــة:

❖ **الـتـــعـريـف:** تُعرّف شبكة LAN بأنها مجموعة من الأجهزة المتصلة ببعضها البعض في منطقة جغرافية صغيرة يمكن لهذه الشبكات أن تكون سلكية (مثل الإيثرنت) أو لاسلكية (مثل Wi – Fi) **(SigmaOS, 2025).**

❖ **آلـيـة الـعـمـل:** في نظام إنترنت الأشياء المحلي، تقوم الأجهزة (مثل المستشعرات والمتحكمات) بجمع البيانات ومعالجتها محلياً. يتم تبادل الأوامر والتحكم بين الأجهزة عبر الشبكة المحلية نفسها، مما يقلل من الحاجة إلى إرسال كل البيانات إلى السحابة. هذا النهج يتوافق مع مبادئ "الحوسبة الطرفية."(Edge Computing)

2.3.2 المـــزايـــا الرئـــيـــســـيـــة:

✓ **زمن استجابة منخفض :**نظرًا لأن البيانات لا تحتاج إلى الانتقال لمسافات طويلة إلى الخوادم السحابية، فإن زمن الاستجابة يكون منخفضًا للغاية. هذا الأمر حاسم في التطبيقات التي تتطلب استجابة فورية، مثل أنظمة التنبيهات الصحية أو أنظمة الأمان

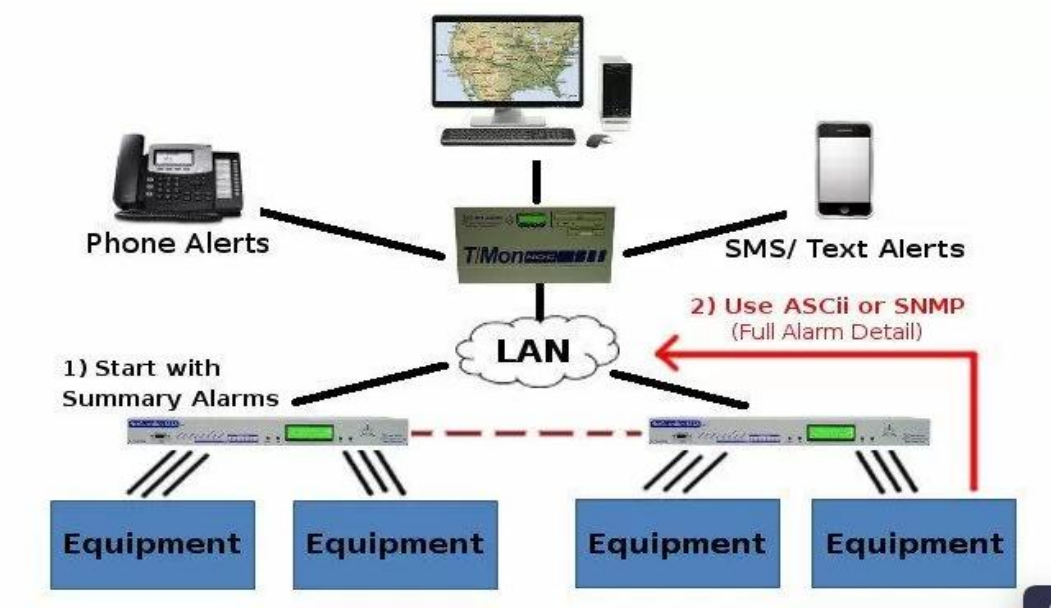
✓ **الأمـان والـخـصـوصـيـة المـحـسـنـة :**تُعد هذه الميزة من أهم فوائد أنظمة إنترنت الأشياء المحلية. فبما أن البيانات الحساسة لا تغادر الشبكة الداخلية للمنزل، فإن مخاطر التعرض للهجمات السيبرانية أو تسرب البيانات من الخوادم البعيدة تنخفض بشكل كبير. **(PeerJ Computer Science, 2021).**

✓ **الموثوقية والاستقلالية :**يضمن التشغيل المحلي أن النظام سيستمر في العمل بكفاءة حتى في حالة انقطاع اتصال الإنترنت. هذه الاستقلالية تجعل النظام أكثر مرونة وموثوقية في المواقف الحرجة.**(Nabto, 2025)**

✓ **الـعـلاقـة بالـحـوسـبـة الـطـرفـيـة:** إن إنترنت الأشياء القائم على الشبكة المحلية يُعد أحد أبرز تطبيقات نموذج الحوسبة الطرفية **(Edge Computing).** حيث يُعد الجهاز المحلي (مثل الراوتر أو المتحكم) هو "الطرف" الذي تتم عنده معالجة البيانات، مما يوفر أفضل أداء مع أقل زمن استجابة. هذا النموذج هو الحل الأمثل لمواجهة تحديات أنظمة السحابة التقليدية.**(Manjunatha et al., 2021)**

✓ **الـفـوائـد:**

- **تحكم مركزي :**يتيح للمستخدم التحكم في جميع الأجهزة المتصلة بشبكة LAN من مكان واحد.
- **أمان محسّن :**يمكن لشبكات LAN توفير مستوى أعلى من الأمان مقارنة بالشبكات اللاسلكية، خاصةً إذا تم استخدام بروتوكولات أمان قوية
- **اتصال موثوق :**شبكات LAN توفر اتصالاً أكثر موثوقية مقارنة بالشبكات اللاسلكية، مما يقلل من فقدان البيانات أو انقطاع الاتصال.
- **توفير التكاليف :**في بعض الحالات، قد يكون استخدام شبكة LAN أرخص من استخدام الشبكات اللاسلكية، خاصةً إذا كانت الأجهزة متقاربة جغرافيًا. **(Ministry of commination & Information. KSA)**



الشكل 2.2 نظام انترنت الاشياء بالاعتماد على الشبكة المحلية

يُظهر المخطط السابق نظامًا محليًا لمراقبة الإنذارات والتحكم في الأجهزة، حيث تعتمد جميع المكونات على الاتصال داخل الشبكة المحلية (LAN) بدلاً من الاتصال بالسحابة أو الإنترنت.

المـكـونـات الـرئـيـسـيـة:

- تمثل الأجهزة التي يتم مراقبتها أو التحكم فيها.
- يمكن أن تكون مستشعرات أو أي معدات أخرى تولد بيانات أو إنذارات.
- تتصل هذه الأجهزة بأجهزة المراقبة عبر خطوط مباشرة.
- أجهزة مراقبة وانذار متصلة مع بعضهما عبر LAN
- جهاز التحكم المركزي Tmon
- شبكة LAN

يمثل هذا المخطط نظام إنترنت الأشياء الذي لا يعتمد على الإنترنت أو السحابة المركزية، بل يعمل بالكامل داخل شبكة محلية مغلقة. تُعالج البيانات والإنذارات محلياً، ويتم إرسال التنبيهات عبر قنوات اتصال بديلة (مثل شبكة الهاتف). هذا النهج يضمن زمن استجابة منخفضًا جداً وموثوقية عالية، ويُعزز من الأمان والخصوصية لأن البيانات لا تغادر البيئة المحلية.

2.4 الـشـبـكـة الـمـحـلـيـة LAN:

تشير الدراسات العلمية ومنها **[Gary A. Donahue (June 2007). Network Warrior]** هناك ثلاثة أنواع شائعة من الشبكات، وفقًا لحجم تغطيتها .وهي: شبكاتLAN ، وشبكاتMAN ، وشبكات .WAN شبكة LAN هي أصغر الشبكات حجمًا بين هذه الأنواع الثلاثة .(شبكة LAN الشبكة المحلية) هي شبكة صغيرة تُبنى ضمن منطقة جغرافية صغيرة .يمكن أن تكون شبكة LAN شبكة المنزل، أو شبكة الشركة، أو أي شبكة مماثلة تتكون في الغالب من مفاتيح وأجهزة مضيفة متصلة بها .كما تتكون شبكة LAN من معدات مكتبية مختلفة، مثل الطابعات .يمكن أن تتكون شبكة LAN من جهازي كمبيوتر، أو مئات الأجهزة. تستخدم شبكات LAN أنواعًا مختلفة من الطوبولوجيات، مثل Bus - Start – Ring .



الشكل 2.3 مثال على شبكة محلية منزلية

2.4.1 المكونات الرئيسية لشبكة LAN:

لبناء شبكة محلية، هناك بعض المتطلبات .بمعنى آخر، هناك أجهزة (LAN سويتش، موزع، راوتر) ومعدات في شبكة محلية .ما هي هذه المتطلبات؟ هذه المتطلبات بسيطة للغاية، فكل من لديه اتصال بالإنترنت في المنزل يمتلكها.

- ✓ جهاز مضيف، مثل الكمبيوتر الشخصي، والطابعة، وما إلى ذلك، مزود ببطاقة واجهة الشبكة.(NIC)
- ✓ جهاز مركزي، مثل السويتشات، والموزعات، وما إلى ذلك، يربط بين أجهزة مضيفة مختلفة.
- ✓ كابل يستخدمه جهاز المضيف للاتصال بالجهاز المركزي.

تُعد الشبكة المحلية جزءًا أساسيًا من البنية التحتية لدى جميع المؤسسات تقريبًا .توجد البيانات الحساسة على أجهزة الشركة أو خوادمها .لذا، يُعدّ أمن الشبكة المحلية أمرًا بالغ الأهمية لحماية المعلومات .النهج الأساسي هو استخدام جدار حماية الشبكة .يفحص جدار الحماية جميع الرسائل الواردة والصادرة .في حال اكتشاف أي محتوى ضار، فإنه يحظر الوصول إلى الشبكة المحلية .يمكن للشركة ضبط قواعد التصفية باستخدام جدار الحماية وفقًا لاحتياجات العمل .يمكن حماية المحولات وأجهزة التوجيه اللاسلكية باستخدام أساليب مصادقة فعّالة.

["What is a LAN? Local Area Network", *Cisco*, Retrieved 2024]

2.4.2 مـــيـــزات الـــشـــبـــكـــة الـمـــحـــلـــيـــة:

تُعد الشبكات المحلية أبسط أنواع الشبكات .يستخدم الناس هذه الشبكات البسيطة لأسباب عديدة .فيما يلي بعض هذه الأسباب:

- سرعة الاتصال بين مختلف الأجهزة والمضيفين.
- مشاركة الإنترنت والطابعات والبيانات داخل المنزل أو الشركة
- توفير شبكة مركزية مُتحكم بها.
- الوصول إلى جميع الأجهزة لديك عبر شبكة واحدة.

2.4.3 أنـــواع الـــشـــبـــكـــات الـمـــحـــلـــيـــة:

تختلف أنواع الشبكات المحلية (LAN) باختلاف الأجهزة المضمنة فيها، والبنية التحتية، والوسائط المستخدمة .بناءً على هذه المعلومات، يُمكن تقسيم الشبكات المحلية إلى سبع فئات فرعية .فيما يلي أنواع الشبكات المحلية السبعة:

١. **شبكة العميل-الخادم Client-Server :** وجد خادم واحد وعملاء متصلون به .هنا، يتصل العملاء بالخادم فقط، ولا يوجد أي اتصال بين العملاء .في هذا النوع من الشبكات المحلية، يُستخدم جهاز مركزي واحد لإدارة هذه الشبكة .ولكن هنا، يقع كل الحمل على خادم واحد .هذا النوع غير قابل للتوسع في الشبكات الكبيرة، لذا يُستخدم هذا النوع من الشبكات المحلية للشبكات الصغيرة.

٢. **شبكة النظير إلى النظير Peer-to-Peer :** وفر شبكة LAN من نظير إلى نظير اتصالات بين جميع المضيفين . يمكن لكل مضيف الاتصال مباشرةً بالمضيف الآخر .بفضل هذا الاتصال، يمكن للمستخدمين مشاركة البيانات بسهولة .وهذه هي ميزة شبكة المنطقة المحلية من نظير إلى نظير.

٣. **شبكة الحلقة الرمزية**: شبكة Token Ring هي شبكة تستخدم فيها الأجهزة رمزًا لإرسال واستقبال البيانات . يحصل المستخدمون على هذه الرموز في هذا النوع من الشبكات حسب احتياجاتهم.

٤. **شبكة الناقل الرمزي**: .يوفر هذا النوع من الشبكات المحلية نطاقًا ترددياً أكبر من حلقات الرموز .هنا، تُربط الأجهزة المتصلة ببنية قائمة على الشجرة .في هذا النوع من الشبكات، تُنقل الرموز إما يمينًا أو يسارًا.

٥. **شبكة السلكية**: مفيدة جدًا وقابلة للتوسع في شبكات اليوم .جميع الأجهزة في الشبكة متصلة بجهاز مركزي، مثل مُبدِّل (Switch) بوسيط مثل الكابل المحوري أو كابل الألياف الضوئية، إلخ. وبمساعدة هذا الجهاز، يمكن للمضيفين التواصل فيما بينهم.

٦. **شبكة لاسلكية**: يتيح للمستخدمين التنقل بحرية داخل نطاق الشبكة دون الحاجة إلى توصيل الكابلات. يمكن للموجات اللاسلكية أن تصل إلى مناطق خارج نطاق المبنى، مما يجعلها أكثر عرضة للاختراق إذا لم يتم تأمينها بشكل صحيح. تُستخدم بروتوكولات الأمان مثل WPA2 و WPA3 لحماية الشبكات اللاسلكية.

٧. **شبكة مُدارة سحابيًا**: توفر لوحة تحكم مركزية واحدة لإدارة الشبكة بأكملها، مما يقلل بشكل كبير من التعقيد والوقت المطلوب للإدارة. يمكن إضافة أجهزة جديدة إلى الشبكة بسهولة وسرعة، وفر هذه المنصات تحديثات أمنية تلقائية وتحليلات متقدمة للكشف عن التهديدات المحتملة.

2.4.4 إدارة الـشـبـكـة الـمـحـلـيـة (برامج LAN Manager):

برنامج مراسلة الشبكة المحلية (LAN Messenger) هو برنامج مراسلة فورية لأجهزة الكمبيوتر، مصمم للاستخدام ضمن شبكة محلية واحدة. توفر العديد من برامج مراسلة الشبكة المحلية وظائف أساسية لإرسال الرسائل الخاصة، ونقل الملفات، وغرف الدردشة، والوجوه التعبيرية .تكمن ميزة استخدام برنامج مراسلة شبكة محلية بسيط، مقارنةً ببرنامج مراسلة فورية عادي، في عدم الحاجة إلى اتصال إنترنت نشط أو خادم مركزي، ولن يتمكن من الوصول إلى النظام سوى الأشخاص داخل جدار الحماية.

2.4.5 أهـمـيـة الشبكة المحلية:

١) **الإدارة المركزية:** تتيح شبكات LAN لمسؤولي الشبكة إدارة جميع الأجهزة المتصلة وتكوينها من نقطة مركزية . تُسهّل هذه الإدارة المركزية تحسين إعدادات Wi-Fi ، ومراقبة أداء الشبكة، واستكشاف الأخطاء وإصلاحها.

٢) **تخصيص الموارد:** داخل شبكة LAN يمكن تخصيص موارد مثل عرض النطاق الترددي وتحديد أولوياتها بناءً على احتياجات محددة .على سبيل المثال، يمكن إعطاء أولوية أعلى للأجهزة أو التطبيقات المهمة، مما يضمن الأداء الأمثل والحد الأدنى من التداخل.

٣) **أمان مُحسّن:** يمكن تقسيم شبكة LAN إلى شبكات فرعية أصغر، لكل منها سياسات أمان خاصة بها .يساعد هذا التقسيم في عزل البيانات الحساسة وتقليل مخاطر الاختراقات، مع ضمان اتصال Wi-Fi سلس.

٤) **زمن وصول أقل:** نظرًا لأن شبكات LAN تعمل على مسافات قصيرة، فإنها توفر زمن وصول أقل مقارنةً بشبكات WANوهذا مهم بشكل خاص لتطبيقات الوقت الفعلي مثل مؤتمرات الفيديو والألعاب عبر الإنترنت، حيث يكون الحد الأدنى من التأخير أمرًا بالغ الأهمية.

٥) **جودة الخدمة (QoS):** تدعم الشبكات المحلية (LAN) آليات جودة الخدمة، والتي يمكن استخدامها لتحديد أولوية حركة مرور شبكة Wi-Fi ، مما يضمن حصول التطبيقات المهمة على النطاق الترددي اللازم، ويقلل من تأثير الازدحام على الشبكة.

٦) من خلال دمج الشبكات المحلية (LAN) مع شبكات Wi-Fi ، يمكن للمؤسسات تحسين الأداء، وتعزيز الأمان، وتوفير تجربة مستخدم أفضل لجميع الأجهزة المتصلة.

2.4.6 اســـتـــخـدام الـشـبـكـة الـمـحـلـيـة:

١. **الشبكات المنزلية:** تربط الشبكة المحلية المنزلية التقليدية أجهزة مثل أجهزة الكمبيوتر والهواتف الذكية وأجهزة التلفزيون الذكية والطابعات بجهاز توجيه واحد، مما يسمح لها بالتواصل مع بعضها البعض والوصول إلى الإنترنت.

٢. **شبكات المكاتب:** في بيئة المكاتب، تربط الشبكة المحلية محطات العمل والخوادم والطابعات والأجهزة الأخرى، مما يُتيح مشاركة الملفات والنسخ الاحتياطي المركزي ومساحات العمل التعاونية.

٣. **المؤسسات التعليمية:** تستخدم المدارس والجامعات الشبكات المحلية لربط الفصول الدراسية والمكتبات والمكاتب الإدارية، مما يُسهِّل مشاركة الموارد التعليمية والوصول إلى قواعد البيانات والاتصال بالإنترنت على مستوى الحرم الجامعي.

٤. **متاجر التجزئة:** تستخدم شركات التجزئة الشبكات المحلية لربط أنظمة نقاط البيع وأدوات إدارة المخزون وكاميرات المراقبة، مما يضمن كفاءة العمليات وأمن المعاملات.

٥. **الشبكات الصناعية:** غالبًا ما تعتمد المصانع والمستودعات على الشبكات المحلية لربط الآلات وأجهزة الاستشعار وأنظمة التحكم، مما يسمح بالمراقبة والأتمتة في الوقت الفعلي.

2.5 تـقـنـيـــة الاتـصــال WI – FI:

تعرف بأنها تقنية شبكات لاسلكية تتيح للأجهزة، مثل أجهزة الكمبيوتر والهواتف الذكية وأجهزة المنازل الذكية، الاتصال بالإنترنت أو بأجهزة أخرى دون استخدام أسلاك .لكن هذا لا يعني أن الواي فاي هو الإنترنت نفسه، بل هو إحدى طرق الوصول إليه.

واي فاي ليس اختصارًا لكلمة "دقة لاسلكية ."صرّح فيل بيلانجر، أحد الأعضاء المؤسسين لتحالف واي فاي، بأن واي فاي لا يعني شيئًا على الإطلاق.**الا انه** وكالة إنتربراند، وهي وكالة متخصصة في تصميم العلامات التجارية، لتصميم الاسم والشعار. ومع ذلك، كان أول شعار للوكالة لواي فاي هو "معيار دقة لاسلكية"

2.5.1 آلـــيـــة عـمـل Wi – Fi:

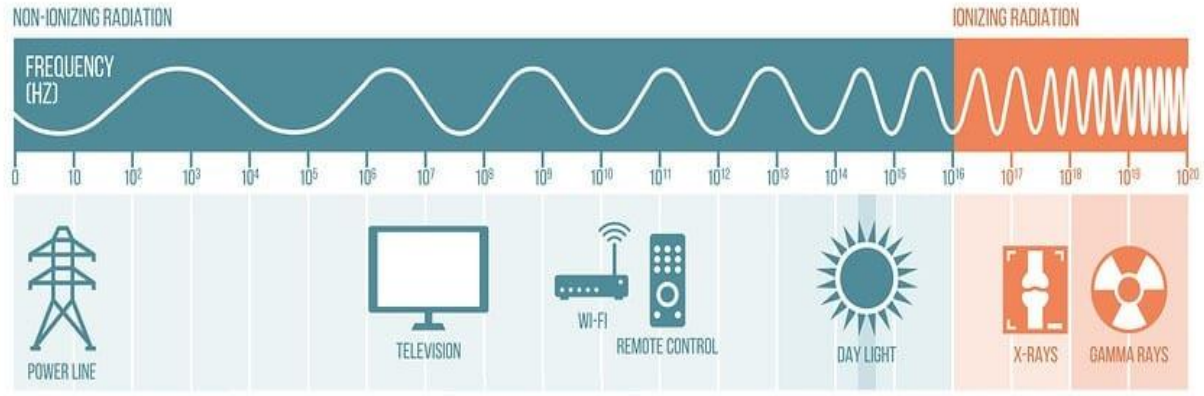
- وفق ما قدمته الدراسة [Global Wi-Fi Enabled Devices Shipment Forecast, 2020] يستخدم واي فاي موجات الراديو لنقل البيانات ضمن شبكة من الأجهزة ضمن نطاق محدد .تسمح هذه الموجات للأجهزة بالاتصال بجهاز التوجيه أو ببعضها البعض دون الحاجة إلى كابلات. على سبيل المثال، يحتوي حاسوبك المحمول على محول واي فاي يتصل بجهاز التوجيه لاسلكيًا .ينقل جهاز التوجيه اتصال الإنترنت الفعلي القادم من مزود خدمة الإنترنت(ISP) ، مثل Verizon أو.Comcast ، مع ذلك، تجدر الإشارة إلى أنه يجب أن تكون ضمن نطاق إشارة جهاز التوجيه للاستمتاع باتصال إنترنت واي فاي .عادةً، يصل نطاق شبكة واي فاي إلى ٣٠٠ قدم، ولكن قوة الإشارة قد تتأثر بالجدران والمباني والهياكل الأخرى. يسمح الواي فاي أيضًا للأجهزة بالتواصل مع بعضها البعض .على سبيل المثال، يمكن للكاميرا المزوّدة بشبكة واي فاي الاتصال بجهاز كمبيوتر محمول عبر شبكة لاسلكية .بالإضافة إلى ذلك، يمكن لبعض الطابعات المزوّدة بشبكة واي فاي طباعة مستنداتك لاسلكيًا، طالما كان جهاز الكمبيوتر المحمول ضمن نطاقها .هذا يعني أن الواي فاي يعمل بدون اتصال بالإنترنت مثل شبكة المحلية LAN، ولكنه يُستخدم عادةً للاتصال بالإنترنت.
- ذكرت الدراسة ["Wi-Fi gets personal: Groundbreaking Wi-Fi Direct launches today"] آلية عمل تقنية الواي فاي (Wi-Fi) عن طريق إرسال موجات الراديو بترددات مختلفة لتوفير اتصال لاسلكي بالإنترنت والشبكات بسرعات متفاوتة .تُصنف هذه الترددات عادةً إلى نطاقات تردد ٢.٤ جيجاهرتز و٥ جيجاهرتز و٦ جيجاهرتز، وكلما ارتفع تردد نطاق الواي فاي، زادت سرعة الإنترنت .مع ذلك، وحسب

احتياجاتك، ليس التردد الأعلى بالضرورة هو الأفضل .فالترددات المنخفضة، مثل ٢.٤ جيجاهرتز، تغطي مسافات أطول وتوفر مدى أطول بسرعات أقل من ٦ جيجاهرتز، التي توفر سرعات أعلى وأداءً أعلى، لكنها توفر مدى انتقال أقصر .لتوفير اتصال فعال وموثوق، تستخدم تقنية الواي فاي أحد بروتوكولات IEEE 802.11العديدة، وهي مجموعة معايير وضعها معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات(IEEE) ، لتحديد مواصفات شبكات .WLAN تشمل البروتوكولات الأكثر استخدامًا 802.11b, 802.11g, 802.11n, and , 802.11ac, حيث يوفر كل منها مجموعة فريدة من المعلمات، مثل نطاق تردد التشغيل، ومعدل البيانات الأقصى، وتقنيات التعديل .تعمل تقنية الواي فاي كاتصال ثنائي الاتجاه بين الجهاز وجهاز التوجيه .عندما يرغب جهاز في الاتصال بشبكة واي فاي، فإنه يُرسل رسالة بث تُعرف باسم "طلب فحص" للبحث عن الشبكات القريبة المتاحة .يستقبل جهاز التوجيه، المعروف بشكل عام باسم "نقطة وصول الواي فاي"، الطلب ويرد برسالة بث خاصة به تُسمى "مُرشد" تحتوي على اسم الشبكة(SSID) ، ونوع التشفير المستخدم (إن وُجد)، وقوة الإشارة.(RSSI)

2.5.1.1 الاتـــصـــال بالأنـــتـــرنـــت:

بمجرد أن يستقبل الجهاز مُرشد نقطة الوصول، فإنه يتصل بالشبكة عن طريق إرسال "طلب مصادقة ."بعد ذلك، تتحقق نقطة الوصول من بيانات اعتماد الجهاز (مثل كلمة مرور Wi-Fi)وتُخصص له عنوان .IP عند هذه النقطة، يكون الجهاز متصلاً رسميًا بشبكة .Wi-Fi ويمكنه الوصول إلى الإنترنت إذا كانت الشبكة متصلة به أو يمكنه التواصل مع أجهزة أخرى على نفس الشبكة.

يمكن استخدام تقنية Wi-Fi لتوفير الوصول إلى الشبكة المحلية والإنترنت للأجهزة الموجودة ضمن نطاق Wi-Fi لجهاز توجيه واحد أو أكثر متصل بالإنترنت .يمكن أن تمتد تغطية نقطة وصول واحدة أو أكثر مترابطة من منطقة صغيرة تصل إلى بضع غرف إلى مساحة كبيرة تصل إلى عدة كيلومترات مربعة .قد تتطلب التغطية في المنطقة الأكبر مجموعة من نقاط الوصول ذات التغطية المتداخلة .على سبيل المثال، تم استخدام تقنية Wi-Fi العامة الخارجية بنجاح في الشبكات الشبكية اللاسلكية في المملكة المتحدة.



الشكل 2.4 يوضح الطيف الكهرومغناطيسي مع التركيز على إشارة الواي فاي

وفق ما قدمه الشكل 2.4 يقسم الطيف الكهرومغناطيسي الى:

- **الإشعاع غير المؤين:** يتميز بموجات ذات ترددات منخفضة وطاقة منخفضة. ويشمل: خطوط الطاقة – التلفزيون - الواي فاي والتحكم عن بعد -ضوء النهار
- **الإشعاع المؤين:** يتميز بموجات ذات ترددات عالية جدًا وطاقة عالية ويحتوي على: الأشعة السينية -أشعة جاما

كما يوضح الرسم البياني، تقع إشارات **الواي فاي** في منطقة **الإشعاع غير المؤين** .ترددتها (Frequency) أقل بكثير من ترددات الأشعة السينية وأشعة جاما. أي ان إشعاع الواي فاي هو من نفس فئة الإشعاعات التي نتعرض لها يوميًا من أجهزة الراديو والتلفزيون والضوء المرئي.

2.5.2 الـنـقـاط الـسـاخـنـة:

ان مجال تغطية واحدة أو أكثر من نقاط الوصول اللاسلكية المتصلة مع بعضها هي نقطة ساخنة .فالنقطة الساخنة هي أي موقع تكون شبكة الواي فاي متاحة للاستخدام من قبل المستخدمين (وذلك مجاناً أو بمقابل مادي). من أماكنها الشائعة المقاهي والمطاعم والمطارات والفنادق والجامعات والمكتبات وغيرها من الأماكن العامة لتأمين الاتصال بالإنترنت لكل زائر لديه جهاز محمول، مثل الحاسوب المحمول أو الحاسوب الكفي أو الحاسوب اللوحي أو الهواتف الذكية المزودة بهذه الخدمة .

يتراوح نطاق التغطية لهذه الشبكات ما بين ٣٢ مترا في الداخل و ١٠٠ مترا في الخارج وهذه الأرقام قابلة للزيادة في حال استخدام أجهزة التقوية .

2.5.3 خـــــدمـــات Wi – Fi:

توفر خدمة الواي فاي خدماتها في المنازل الخاصة والشركات، وكذلك في الأماكن العامة .يمكن إنشاء نقاط اتصال واي فاي إما مجانًا أو تجاريًا، وغالبًا ما تستخدم صفحة ويب خاصة للوصول .غالبًا ما توفر المؤسسات والجهات المعنية والهيئات والشركات، مثل المطارات والفنادق والمطاعم، نقاط اتصال مجانية أو مدفوعة لجذب العملاء، وتقديم خدمات لتعزيز الأعمال في مناطق محددة .غالبًا ما تتضمن أجهزة التوجيه مودم خط مشترك رقمي أو مودم كابل ونقطة وصول واي فاي، ويتم تركيبها في المنازل والمباني الأخرى لتوفير اتصال بالإنترنت .وبالمثل، قد تتضمن أجهزة التوجيه التي تعمل بالبطارية مودم نطاق عريض متنقل ونقطة وصول واي فاي .عند الاشتراك في شركة اتصالات بيانات خلوية، فإنها تسمح لمحطات واي فاي القريبة بالوصول إلى الإنترنت .يحتوي عدد من الهواتف الذكية على ميزة نقطة اتصال محمولة مدمجة من هذا النوع، على الرغم من أن شركات الاتصالات غالبًا ما تُعطل الميزة أو تفرض رسومًا منفصلة لتفعيلها .توفر الأجهزة المستقلة، مثل الأجهزة التي تحمل علامتي MiFi وWiBro، هذه الميزة .يمكن أيضًا لبعض أجهزة الكمبيوتر المحمولة المزودة ببطاقة مودم خلوي أن تعمل كنقاط وصول لشبكة Wi-Fi عبر الإنترنت عبر الهاتف المحمول .توفر العديد من الجامعات التقليدية في العالم المتقدم تغطية جزئية على الأقل لشبكة .Wi-Fi أنشأت جامعة كارنيجي ميلون أول شبكة إنترنت لاسلكية على مستوى الحرم الجامعي، تُسمىWireless Andrew ، في حرمها الجامعي في بيتسبرغ عام ١٩٩٣ قبل ظهور علامة Wi-Fi التجارية. تتعاون عدد من الجامعات في توفير خدمة-Wi Fiللطلاب والموظفين من خلال البنية التحتية للمصادقة الدولية .Eduroam وفي أوائل العقد الأول من القرن الحادي والعشرين، أعلنت مدن متعددة حول العالم عن خطط لإنشاء شبكات Wi-Fi على مستوى المدينة .وهناك عدد من الأمثلة الناجحة؛ ففي عام ٢٠٠٤، أصبحت ميسور (ميسورو) أول مدينة هندية مزودة بشبكة .Wi-Fi أنشأت شركة تُدعى WiFiyNetنقاط اتصال في ميسور، تغطي المدينة بأكملها وبعض القرى المجاورة.

Gen.[45]	Vi-sual	IEEE standard	Adopt.	Link rate (Mbit/s)	RF (GHz)
Wi-Fi	—	802.11	1997	1–2	2.4
Wi-Fi 1	—	802.11b	1999	1–11	2.4
Wi-Fi 2	—	802.11a	1999	6–54	5
Wi-Fi 3	—	802.11g	2003		2.4
Wi-Fi 4	4	802.11n	2009	6.5–600	2.4, 5
Wi-Fi 5	5	802.11ac	2013	6.5–6,933	5[b]
Wi-Fi 6	6	802.11ax	2021	0.4–9,608	2.4, 5
Wi-Fi 6E[c]					6
Wi-Fi 7	7	802.11be	2024	0.4–23,059	2.4, 5, 6
Wi-Fi 8[46][47]	—	802.11bn		100,000[48]	2.4, 5, 6

الشكل 2.5 يوضح الفروقات بين اجيال Wi - Fi

2.5.4 الـمـعـدات الـمـاديـة:

تتيح تقنية الواي فاي (Wi-Fi) نشر شبكات المناطق المحلية (LAN) لاسلكيًا .كما يمكن للأماكن التي لا يمكن فيها تمديد الكابلات، مثل المناطق الخارجية والمباني، استضافة شبكات محلية لاسلكية .ومع ذلك، فإن جدران المباني المصنوعة من مواد معينة، مثل الحجر ذي المحتوى المعدني العالي، قد تعيق إشارات الواي فاي.

١) **نـقـطـة الـوصـول Access Point:** نقطة الوصول اللاسلكية (WAP) تربط مجموعة من الأجهزة اللاسلكية بشبكة محلية سلكية مجاورة .تشبه نقطة الوصول موزع الشبكة، حيث تنقل البيانات بين الأجهزة اللاسلكية المتصلة، بالإضافة إلى جهاز سلكي واحد (عادةً) متصل، وغالبًا ما يكون موزع أو مبدل إيثرنت.

٢) المحولات اللاسلكية Wireless adapters: تتيح المحولات اللاسلكية للأجهزة الاتصال بشبكة لاسلكية .تتصل هذه المحولات بالأجهزة باستخدام منافذ توصيل خارجية أو داخلية متنوعة مثل: USB, PCI, الا ان أصبحت معظم أجهزة الكمبيوتر المحمولة الحديثة مزودة بمحولات داخلية مدمجة.

٣) **أجهزة التوجيه Router:** ج أجهزة التوجيه اللاسلكية نقطة وصول لاسلكية، ومُبدّل إيثرنت، وتطبيقًا داخليًا للبرامج الثابتة لجهاز التوجيه، مما يوفر توجيه IP ، وترجمة عناوين الشبكة(NAT) ، وإعادة توجيه DNS عبر

واجهة شبكة واسعة النطاق (WAN) مُدمجة .يسمح جهاز التوجيه اللاسلكي لأجهزة شبكة إيثرنت المحلية (LAN)السلكية واللاسلكية بالاتصال بجهاز شبكة واسعة (WAN) واحد (عادةً) مثل مودم كابل، أو مودم DSL، أو مودم بصري .يسمح جهاز التوجيه اللاسلكي بتكوين جميع الأجهزة الثلاثة، وخاصةً نقطة الوصول والموجه، من خلال أداة مركزية واحدة .عادةً ما تكون هذه الأداة خادم ويب مُدمجًا يُمكن الوصول إليه من قِبل عملاء شبكة LAN السلكية واللاسلكية،

٤) **الجسور Bridge:** يمكن للجسور اللاسلكية ربط شبكة سلكية بشبكة لاسلكية .يختلف الجسر عن نقطة الوصول: فنقطة الوصول عادةً ما تربط الأجهزة اللاسلكية بشبكة سلكية واحدة .يمكن استخدام جهازي جسر لاسلكي لربط شبكتين سلكيتين عبر رابط لاسلكي، وهو أمر مفيد في الحالات التي قد لا يتوفر فيها اتصال سلكي، مثل الاتصال بين منزلين منفصلين أو للأجهزة التي لا تدعم الشبكات اللاسلكية (ولكنها تدعم الشبكات السلكية). يمكن أيضًا استخدام جسر لاسلكي ثنائي النطاق لتمكين تشغيل شبكة لاسلكية بتردد ٥ جيجاهرتز على جهاز يدعم فقط شبكة لاسلكية بتردد ٢.٤ جيجاهرتز ويحتوي على منفذ إيثرنت سلكي.

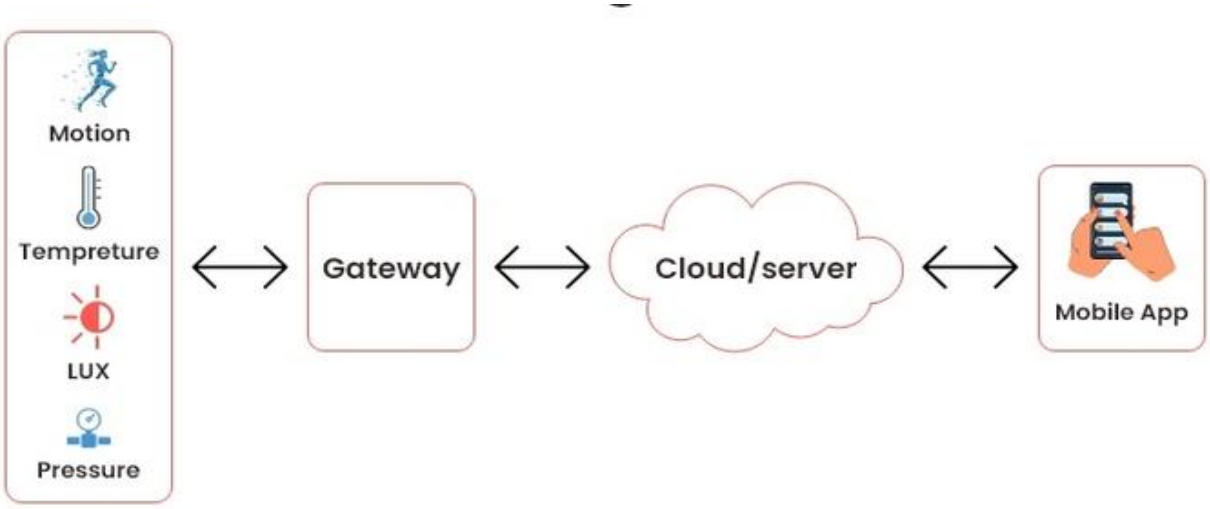
2.5.5 نـطـاقـات الـمـوجـة:

يوفر معيار 802.11 عدة نطاقات تردد لاسلكي مميزة للاستخدام في اتصالات Wi-Fi نطاقات 900MHz ، 2.4 GHz،GHz 3.6 ، 4.9 GHz، 5GHz، 6GHz، و60 GHz. ينقسم كل نطاق إلى عدة قنوات .في المعايير، تُرقّم القنوات بمسافة ٥ ميجاهرتز داخل النطاق (باستثناء نطاق 60GHz، حيث تكون المسافة بينها 2.16 GHz)، ويشير الرقم إلى التردد المركزي للقناة .على الرغم من أن القنوات مُرقّمة بمسافة 5MHz، إلا أن أجهزة الإرسال تشغل عادةً 20MHz على الأقل، وتسمح المعايير بربط القنوات المتجاورة معًا لتشكيل قناة أوسع لتحقيق معدل نقل بيانات أعلى. تطبق الدول لوائحها الخاصة على القنوات المسموح بها، والمستخدمين المسموح لهم، ومستويات الطاقة القصوى ضمن نطاقات التردد هذه .يمكن لبروتوكول 802.11 b/g/n استخدام نطاق التردد ٢.٤ جيجاهرتز، والذي يعمل في الولايات المتحدة بموجب قواعد ولوائح لجنة الاتصالات الفيدرالية (FCC) الجزء ١٥. في هذا النطاق، قد تتعرض المعدات أحيانًا لتداخل الامواج المكروية والهواتف اللاسلكية. مع تطور مواصفات 802.11 لدعم معدل نقل بيانات أعلى، أصبحت

البروتوكولات أكثر كفاءةً في استخدام عرض النطاق الترددي .بالإضافة إلى ذلك، اكتسبت القدرة على تجميع القنوات معًا لزيادة معدل النقل عند توفر عرض النطاق الترددي للقنوات الإضافية.

2.6 أنـــتـــرنـــت الأشـــيـــاء (IOT):

هو مفهوم يربط الأجهزة المادية ببعضها البعض وبالإنترنت، او بدون انترنت بتصميم شبكة LAN معتمدا على مفهوم الحوسبة الطرفية بدلا من ارسالها الى خادم مركزي او (السحابة Cloud) مما يسمح لها بجمع البيانات وتبادلها والتحكم فيها عن بعد. ببساطة، هو تحويل الأشياء "العادية" إلى أجهزة "ذكية" من خلال إضافة حساسات ومعالجات وقدرات اتصال.



الشكل 2.6 الهيكل العام لأنترنت الاشياء

2.6.1 آلـيـــة عـمـل أنـتـرنـت الأشـيـاء:

تتكون جميع تطبيقات إنترنت الأشياء من ثلاث طبقات:

١) **طـبـقـة الـجـهـاز:** التي تشمل المستشعرات، والبوابات، وبروتوكولات الاتصال مثل (الواي فاي، والبلوتوث، والإيثرنت، إلخ)

٢) **طـبـقـة الأعـمـال:** التي تشمل عمليات الأعمال، ومنطق الأعمال، ومعالجة الأحداث، وتكامل الأنظمة.

٣) **طـبـقـة الـعـرض:** التي تشمل تطبيقات الهاتف المحمول، وتطبيقات الويب، والمراقبة والتحكم عن بُعد في لوحات المعلومات التفاعلية.

يتكون نظام إنترنت الأشياء من مستشعرات وأجهزة (طبقة الجهاز) تتصل بالسحابة او عبر مبدأ الحوسبة الطرفية، حيث يكون الاتصال الى متحكم مثل ESP, Raspberry Pi خلال نوع من الاتصال .بمجرد وصول المعلومات إلى السحابة، يقوم برنامج الكمبيوتر بمعالجتها، مما قد يؤدي إلى تنفيذ إجراءات مرتبطة (طبقة الأعمال)، مثل تنبيه المستخدم وانتظار رده، أو ضبط المستشعرات/الأجهزة تلقائيًا دون الحاجة إلى ذلك (طبقة العرض) . ووفق الدراسة [Learning IOT Without "I", Victoria University] ليس من الشرط الأساسي ان يكون النظام الذي يعمل بمهام انترنت الأشياء، حيث يمكن ان تكون هذه الشبكة محلية غير متصلة بالأنترنت، بنطاق المساحة (الضيقة) مثل: منزل – مكاتب. أي لا يوجد هناك للاتصال بالأنترنت، طالما ان هناك مراقبة، واستقبال البيانات، إعطاء اوامر. ويتم استخدام شبكة محلية مع راوتر، يندرج ذلك تحت مسمى انترنت الأشياء.

2.6.2 تـحـولات هـامـة قـدمـه انـتـرنـت الأشـيـاء:

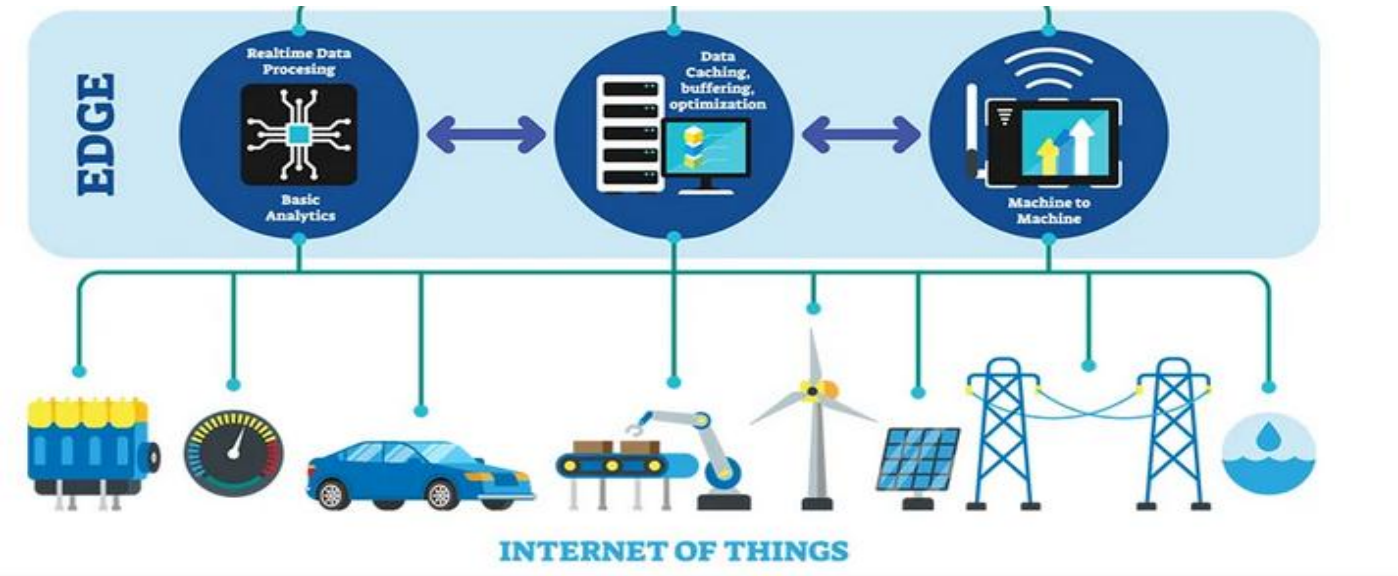
قدمت الدراسة ["The New York City Internet of Things Strategy", 2019] أهم التحولات المعاصرة التي قدمها انترنت الأشياء وتطبيقاته العملية المختلف المجالات ومنها:

- ✓ **الرعاية الصحية:** على سبيل المثال، من خلال ربط جهاز تصوير بالرنين المغناطيسي أو أجهزة طبية أخرى بالإنترنت، سيتلقى موظفو المستشفى تنبيهات عند الحاجة إلى إصلاحات .قد يبدو هذا أمرًا بسيطًا، ولكن في المستشفيات، امرا بالغ الأهمية ويقدم ايضا ارسال الصور الطبية الفورية الى الحاسوب الخاص بالتصوير او الى

الموبايل الذكي للطبيب بدلا من انتظار صدور التقرير الطبي النهائي الذي يحتاج الى يومين على أقل تقدير وفق ما ذكرته **(مستشفى الجامعة الامريكية في بيروت).** حيث يستطيع الطبيب فورا وصول له الصور تشخيص الحالة المرضية. والمركز الطبي في الجامعة الامريكية في بيروت LMU.

- ✓ **الإدارة الطبية:** لا تقتصر التقنيات القابلة للارتداء والزرع على مساعدة المرضى على مغادرة المستشفى مبكرًا، وتوفير الوقت والمساحة، بل تُساعد أيضًا في إدارة الأدوية أو برامج الرعاية اللاحقة من خلال مراقبة العلامات الحيوية عن بُعد .علاوة على ذلك، ستؤدي المعلومات التي يجمعها المرضى والمستشفيات والأنظمة المتصلة إلى إجراء المزيد من التحليلات التنبؤية، كما حدث في مستشفى في تكساس في الولايات المتحدة الامريكية، حيث انخفض معدل دخول المرضى بعد الإصابة بقصور القلب من ٢٣% إلى ١٢.%
- ✓ **كـامـيـرات الـمـراقـبـة:** بالإضافة الى خاصية ربط الكاميرات مع الشاشة التي تعرض الصور بشكل مباشر الا ان هناك خاصية إضافية حيث يمكن ربط تلك الكاميرات مع الموبايل الشخصي وعرض الصور بشكل مباشر

2.7 الـحـوسـبـة الـطـرفـيـة:



الشكل 2.7 هيكل عام للحوسبة الطرفية

وفق ما ذكرت الدراسات الحديثة ومنها ["The Akamai network: A platform for high-performance internet applications", *2021*] الحوسبة الطرفية هي نموذج حوسبة موزعة يُقرّب الحوسبة وتخزين البيانات من

مصادر البيانات .وبشكل أعم، تشير إلى أي تصميم يدفع الحوسبة إلى مكان أقرب ماديًا إلى المستخدم، مما يقلل من زمن الوصول مقارنةً بتشغيل تطبيق على مركز بيانات مركزي.

وبمعنى آخر، أجهزة الحوسبة الطرفية هي تقنية تتيح معالجة البيانات بالقرب من الأجهزة والمستشعرات المُولِّدة لها، بدلاً من نقلها إلى سحابة مركزية أو مركز بيانات للمعالجة.

2.7.1 الأنـواع الـرئـيـسـيـة لـمـكـونـات الـحـوسـبـة الـطـرفـيـة:

تعتمد الحوسبة الطرفية على أجهزة الحوسبة الطرفية، والخوادم، وأجهزة التوجيه، والمفاتيح، والعُقد .تُشكل هذه العناصر مجتمعةً بنيةً تحتيةً للحوسبة الموزعة تُوفر أوقات استجابة أسرع، وزمن وصول أقل، ومتطلبات نطاق ترددي أقل.

ومن انـــواعـــهـــا:

- **أجهزة الحوسبة الطرفية:** أجهزة الحوسبة الطرفية هي مكونات مادية تُشكل جزءًا من نظام الحوسبة الطرفية . ويمكن أن تشمل أجهزة الاستشعار، والكاميرات، وأجهزة إنترنت الأشياء والنظم المدمجة.
- **خوادم الحوسبة الطرفية:** الخوادم هي أجهزة كمبيوتر تُستخدم لتخزين البيانات وإدارتها وتوزيعها .توفر خوادم الحوسبة الطرفية أوقات استجابة سريعة من خلال استضافة المحتوى محليًا
- **أجهزة التوجيه الطرفية:** أجهزة التوجيه هي معدات أساسية تُستخدم لتوصيل البيانات وتوجيهها بين الأجهزة المُتصلة بالشبكة .جهاز التوجيه الطرفي (Edge router) هو نوع متخصص من أجهزة التوجيه، يقع على أطراف الشبكة، ويعمل بمثابة البوابة الرئيسية بين الشبكة المحلية (LAN) والإنترنت أو الشبكة واسعة النطاق.(WAN)
- **مفاتيح التوجيه الطرفي:** مفاتيح التوجيه الطرفي هي مكونات شبكية تقع عند نقطة التقاء شبكتين منفصلتين .تتيح هذه المفاتيح للأجهزة داخل الشبكة المحلية (LAN) التواصل مع بعضها البعض من خلال إدارة تدفق حركة المرور عبر الشبكة وتزويد المستخدمين النهائيين بشبكات مزودي خدمة الإنترنت .تنشئ هذه المفاتيح روابط مخصصة من منافذ إرسال واستقبال محددة ضمن البنية التحتية لمفاتيح التوجيه الخاصة بها، مما يضمن أداءً وأمانًا أفضل مقارنةً بالمحاور وشبكات البث.

❖ **عُقد الحافة:** عُقد الحافة هي أنظمة حاسوبية تقع على حافة الشبكة، وتوفر معالجة بيانات عالية السرعة وزمن وصول منخفض .يمكن استخدامها في مهام متنوعة، بما في ذلك تخزين البيانات، والتحليلات، والتعلم الآلي، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي .تُمكّن عُقد الحافة من معالجة كميات هائلة من البيانات في الوقت الفعلي، وذلك بفضل قربها من المصدر، وتقليل زمن الوصول، وتحسين الأداء مقارنةً بالسحابة المركزية.

2.7.2 فـوائـد ومـيـزات الـحـوسـبـة الـطـرفـيـة:

١) تُقلل أجهزة الحوسبة الطرفية زمن الوصول: صُممت أجهزة الحوسبة الطرفية خصيصًا لمعالجة البيانات عند مصدرها أو بالقرب منه، بدلاً من إرسالها إلى موقع بعيد أو إلى مزود خدمة سحابية .من خلال تمكين معالجة البيانات من الاقتراب من مكان توليدها، تُقلل الحوسبة الطرفية زمن وصول إرسال البيانات لمسافات طويلة .وهذا يُؤدي إلى أوقات استجابة أسرع وأداء مُحسّن، مما يجعلها حلاً مثاليًا لتطبيقات الوقت الفعلي.

٢) تُعزز أجهزة الحوسبة الطرفية الأمان والخصوصية: تُعزز أجهزة الحوسبة الطرفية الأمان والخصوصية من خلال ضمان عدم نقل البيانات الحساسة عبر الإنترنت أو إرسالها إلى مُزود خدمة سحابية تابع لجهة خارجية .مع معالجة البيانات في الموقع، يُمكن للشركات الحفاظ على تحكم كامل في بياناتها، مما يُقلل من مخاطر اختراق البيانات أو الوصول غير المُصرّح به.

٣) تُقلل أجهزة الحوسبة الطرفية من عرض النطاق الترددي: من أهم فوائد أجهزة الحوسبة الطرفية أنها تُقلل من كمية البيانات التي يجب نقلها عبر الإنترنت، مما يُخفض تكاليف عرض النطاق الترددي .من خلال الحد من كمية البيانات المطلوبة للنقل بين الشبكات، تُحسّن أجهزة الحوسبة الطرفية الأداء أيضًا.

٤) أجهزة الحوسبة الطرفية هي مجموعة متخصصة من المكونات المادية التي تُمكّن معالجة البيانات بالقرب من الأجهزة والمستشعرات التي تُولّدها، مما يُحسّن زمن الوصول والخصوصية والأمان وقابلية التوسع وتوفير التكاليف.

2.8 بـــارامـــتـــرات الـعلامـات الـحـيـويـة للـطـفـل:

العلامات الحيوية للطفل تشمل درجة الحرارة، ومعدل النبض، ومعدل التنفس، وضغط الدم، ووزن الطفل. تختلف القيم الطبيعية لهذه العلامات الحيوية باختلاف عمر الطفل. بشكل عام، يكون معدل النبض ومعدل التنفس أعلى عند الأطفال مقارنة بالبالغين، ويزداد ضغط الدم مع تقدم العمر

وتكون المعاملات الطبيعية للطفل وفق ما أفادت به الدراسة الطبية [PEDIATRIC AGE SPECIFIC] التي تختلف من حيث الجنس ومن ناحية العمر

- ✓ درجـــة الـحـرارة: تتراوح بين 36.5 و 37.2 درجة مئوية

✓ مـعـدل الـنـبـض:

- الرضع: 100-160 نبضة في الدقيقة.
- لأطفال الصغار: 70-120 نبضة في الدقيقة.
- الأطفال الأكبر سنًا: 60-100 نبضة في الدقيقة (تقترب من قيم البالغين)

✓ مـعـدل الـتـنـفـس:

- **حديثي الولادة** : 30 إلى 60 نفساً في الدقيقة
- **من سنة إلى سنتين**: 22 إلى 37 نفساً في الدقيقة.
- **ما قبل ٦ سنوات:** 20إلى 28 نفساً في الدقيقة.
- **فوق ٦ سنوات:** 20 إلى 28 نفساً في الدقيقة. (اشبه بالبالغين)

✓ **ضغط الدم** :يزداد ضغط دم الطفل تدريجياً مع تقدمه في العمر.

- **حديثي الولادة من ٩٦ ساعة إلى شهر :** من ٦٧-٨٤ (الانقباضي) على 31-45 (الانبساطي)
- **من سنة إلى سنتين** : 86-106 (الانقباضي) على 42-63 (الانبساطي.)
- **مرحلة ما قبل 6 سنوات:** 89-112 (الانقباضي) على 46-72 (الانبساطي).

- **ما بعد 6 سنوات:** 120 - 97 (الانقباضي) على 57- 80 (الانبساطي)

✓ **الـــوزن:** يزيد وزن الرضيع بشكل سريع خلال العام الأول من حياته، ويختلف متوسط الوزن قليلاً بين الذكور والإناث. بشكل عام، يتضاعف وزن الطفل بحلول الشهر الخامس أو السادس، ويتضاعف ثلاث مرات عند بلوغه السنة الأولى.

الـعـمـــر	مـتـوسـط وزن الـذكـور	متوسط وزن الاناث
عند الولادة	3.3 - 3.4 كغ	3.2 - 3.3 كغ
الشهر الأول	4.2 - 4.5 كغ	4 - 4.2 كغ
الشهر الثالث	6.4 كغ	5.8 كغ
الشهر السادس	7.9 كغ	7.3 كغ
عمر سنة	9.6 كغ	8.9 كغ

الجدول 2.1 يوضح متوسط وزن الطفل حسب العمر

2.9 مـقـارنـة بـيـن مـشـاريـع مـشـابـهـة ومـشروع تـصـمـيـم كـرسـي ذكـي لـلـعـنـاية بـالـطـفـل ومـراقـبـتـه عـن بـعـد:

✓ أجهزة مراقبة الطفل القابلة للارتداء (Wearable Baby Monitors) **:** هذه الأجهزة هي الأكثر شيوعًا وتُركز على مراقبة المؤشرات الحيوية بشكل مباشر.

- **جوارب Owlet Dream Sock:** تُعد من أشهر المنتجات في هذه الفئة. هي جوارب ذكية يرتديها الطفل لقياس **نبضات القلب** و**مستوى الأكسجين** أثناء النوم. ترسل هذه البيانات إلى تطبيق على الهاتف المحمول وتُصدر تنبيهات في حال حدوث أي تغييرات غير طبيعية.
- **أجهزة Sense-U Baby Monitor:** تُثبت على حفاض الطفل أو ملابسه وتراقب **درجة الحرارة** و**حركة الجسم** و**وضعية النوم**، وتُرسل تنبيهات في حال انقلب الطفل على بطنه أو توقف عن الحركة.

✓ الكراسي والمهود الذكية:

- **مهود Cradle الذكية :**هناك العديد من المشاريع الأكاديمية والمنتجات التي طورت مهدًا ذكيًا. هذه المهود غالبًا ما تحتوي على **حساسات صوت** لاكتشاف بكاء الطفل، وتستجيب بتشغيل آلية **هزّ المهد** أو **تشغيل موسيقى** هادئة تلقائيًا. بعض المشاريع الأحدث تُدمج أيضًا حساسات حرارة ورطوبة للمراقبة البيئية.
- **مقاعد السيارات الذكية (Smart Car Seats):** بعض الشركات مثل **babyark** و**Evenflo** طورت مقاعد سيارات ذكية تحتوي على حساسات وزن أو ضغط للتأكد من وجود الطفل في المقعد. الهدف الرئيسي لهذه المشاريع هو منع نسيان الطفل في السيارة وإرسال تنبيهات في حال ارتفاع درجة الحرارة داخلها.

الميزة	أجهزة مراقبة قابلة للارتداء (Owlet)	المهود والكراسي الذكية مثل(Cradlewise)	مقاعد السيارات الذكية	مشروع (كرسي الطفل الذكي)
نوع المنتج	جهاز صغير يرتديه الطفل (جورب، مشبك)	قطعة أثاث متكاملة (مهد، كرسي)	مقعد سيارة مخصص	قطعة أثاث متكاملة (كرسي)
قطعة أثاث متكاملة (كرسي)	مراقبة المؤشرات الحيوية الأساسية للطفل	تهدئة الطفل ونومه وتقديم مراقبة بيئية	سلامة الطفل في السيارة ومنع النسيان	مراقبة شاملة للصحة والسلامة والراحة
الحساسات الرئيسية	نبضات القلب الأكسجين ـ الحركة ـ (الوضعي)	الصوت (للبكاء)الحركة (للهز) الحرارة الرطوبة	-الوزن (لوجود الطفل) الحرارة (لدرجة حرارة السيارة)	نبضات القلب الأكسجين -الحرارة - الوزن -الميلان- الرطوبة -حساسات بيئية أخرى
الإجراءات التلقائية	إرسال تنبيهات على الهاتف	تحريك المهد تلقائيا ـ تشغيل الموسيقى	إرسال تنبيه في حال ارتفاع الحرارة - تذكير بوجود الطفل	تشغيل المروحة/التدفئة -إطلاق إنذار فوري على الكرسي -إرسال تنبيهات في حالات الخطر
بروتوكولات الاتصال	بلوتوث واي- فاي	واي فاي	بلوتوث -تطبيقات الهاتف	اتصال تسلسلي للتواصل بين المعالج والحساسات شبكة LAN محلية
مستوى التكامل	حساسات خارجية تُضاف على الطفل	نظام متكامل مُدمج في قطعة الأثاث	نظام مُدمج في المقعد نفسه	نظام متكامل ومحلي ومصمم طبيا ومنزليا

الجدول 2.2 مقارنة بين مشاريع سابقة ومشروع كرسي الطفل الذكي

2.10 مـقـارنـــة بـيـن اتـــصـــال الـبـلـــوتـوث واتـصـال WI-FI:

عير الدراسة التي أجرتها [IoT-based Smart Baby Health Monitoring System", 2024"] تتناول هذه الورقة العلمية بالتفصيل تصميم وتنفيذ نظام ذكي لمراقبة صحة الطفل يعتمد على إنترنت الأشياء .(IoT) تشمل الأهداف الرئيسية للورقة:

- **المراقبة الحيوية :**قياس نبضات القلب، ودرجة حرارة الجسم، ووجود الطفل في السرير.
- **نظام التنبيهات :**إرسال التنبيهات إلى الوالدين عبر تطبيق في حالة وجود أي قيم حيوية غير طبيعية.
- **المكونات التقنية :**تستخدم الورقة متحكمًا دقيقًا (Microcontroller) مثل Arduino ، وحساسات متعددة، وتعتمد على الاتصال عبر Wi-Fi لربط النظام بالهاتف المحمول.

الميزة	البلوتوث(Bluetooth)	الواي فاي(Wi-Fi)
المدى	قصير جدًا، يصل عادةً إلى ١٠-٢٠ متر كحد أقصى.	واسع، يصل إلى ٥٠ مترًا داخليًا وأكثر من ١٠٠ متر خارجيًا.
السرعة	منخفضة، تتراوح من بضعة كيلوبت في الثانية إلى عدة ميجابت في الثانية (حوالي ١-٣ ميجابت في الثانية)	عالية جدًا، تتراوح من عدة ميجابت إلى مئات الميجابت في الثانية.
استهلاك الطاقة	منخفض جدًا، خاصةً في تقنية البلوتوث منخفض الطاقة(BLE) ، مما يجعله مثاليًا للأجهزة التي تعمل بالبطارية	مرتفع نسبيًا، ويتطلب مصدر طاقة مستمر أو بطارية قوية.
عدد الأجهزة	يربط عددًا محدودًا من الأجهزة (عادةً ٧ أجهزة) في شبكة شخصية.(PAN)	يدعم عددًا كبيرًا من الأجهزة المتصلة في نفس الوقت عبر نقطة وصول واحدة (راوتر).
الهدف الرئيسي	ربط الأجهزة ببعضها البعض (مثل سماعات الرأس، أجهزة الاستشعار، الأجهزة القابلة للارتداء)	الاتصال بشبكة الإنترنت والشبكات المحلية الكبيرة (LAN).
الشبكة	شبكة شخصية(PAN) ، تعتمد على الاتصال المباشر بين الأجهزة.	شبكة محلية(LAN) ، تتطلب وجود نقطة وصول (راوتر) لربط الأجهزة.
الأمان	يعتمد على بروتوكولات تشفير أساسية، وقد يكون أقل أمانًا في بعض الحالات.	يستخدم بروتوكولات تشفير قوية (مثل WPA2 و WPA3)، مما يوفر مستوى أمان أعلى.
التعقيد	سهل الاستخدام، يتطلب إقرانًا بسيطًا بين الأجهزة.	أكثر تعقيدًا، يتطلب إعدادًا وتكوينًا (مثل اسم الشبكة وكلمة المرور)

الجدول 2.3 الفرق بين اتصال البلوتوث والواي فاي

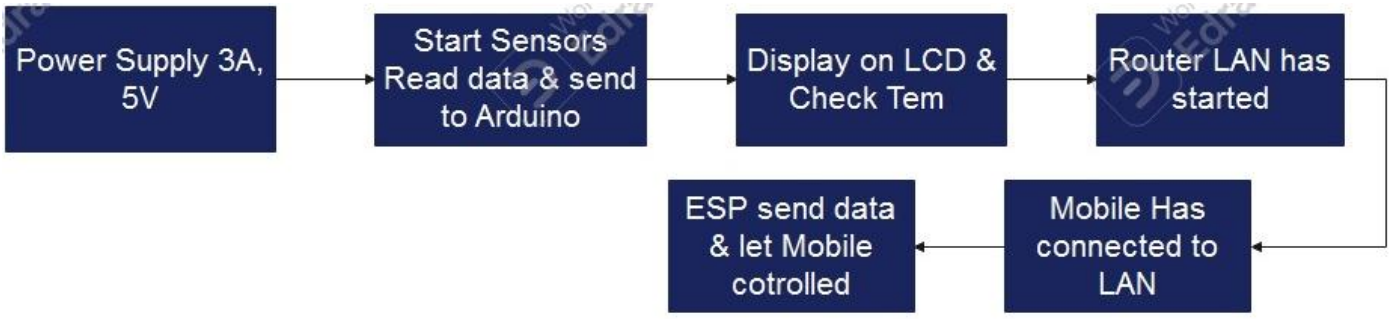
2.11 مـقـارنـة بـيـن الاعتماد فقط على شبكة LAN واستخدام الانترنت:

تُعد الشبكة المحلية (LAN) التي تعمل عن طريق الراوتر بمثابة "طريق داخلي" يربط الأجهزة ببعضها البعض، بينما يُعد اتصال الإنترنت بمثابة "طريق خارجي" يربط هذه الشبكة بالعالم الخارجي.

الـجـانـب	شبكة LAN محلية (بدون إنترنت)	شبكة LAN متصلة بالإنترنت
الوصول للموارد	محدود بالشبكة الداخلية :تقتصر الأجهزة على الوصول إلى الموارد المتواجدة على الأجهزة المتصلة بنفس الراوتر (مثل تبادل الملفات بين جهازين، أو التحكم بجهاز ذكي)	موسع :يمكن للأجهزة الوصول إلى جميع الموارد الداخلية بالإضافة إلى أي موقع أو خدمة على الإنترنت.
السرعة والأداء	سريع وموثوق :سرعة الاتصال بين الأجهزة تكون سريعة جدًا وتعتمد فقط على قدرة الراوتر وقوة الإشارة، مع عدم وجود أي تأخير (Latency) ناتج عن سيرفرات خارجية.	أمان أقل :تكون الشبكة معرضة للمخاطر الإلكترونية مثل الاختراق والفيروسات، ويتطلب ذلك وجود جدار حماية (Firewall) وبرامج حماية.
الاستخدامات	التطبيقات الداخلية والمحلية :مثل مشروعك (كرسي الطفل الذكي)، أو مشاريع المنزل الذكي التي لا تتطلب اتصالًا خارجيًا، أو أجهزة ألعاب الفيديو الجماعية المحلية.	الاستخدامات المتعددة :تصفح الإنترنت، مشاهدة مقاطع الفيديو، استخدام الخدمات السحابية، التواصل عبر تطبيقات المراسلة، وكل ما يتطلب اتصالًا بالعالم الخارجي.
الأمان	أمان مرتفع :تكون الشبكة معزولة عن المخاطر الخارجية. لا يمكن لأي تهديد إلكتروني من الإنترنت اختراق الأجهزة.	أمان أقل :تكون الشبكة معرضة للمخاطر الإلكترونية مثل الاختراق والفيروسات، ويتطلب ذلك وجود جدار حماية (Firewall)وبرامج حماية.
الاعتمادية	مستقل :لا تتأثر بالانقطاعات في خدمة الإنترنت. يمكن للأجهزة التواصل ببعضها البعض بشكل مستمر حتى لو كان الإنترنت مفصولًا.	يعتمد على الاتصال بالإنترنت :في حالة انقطاع الاتصال بالإنترنت، تفقد الأجهزة القدرة على الوصول إلى أي خدمة خارجية

الجدول 2.4 الفروقات بين شبكة LAN بدون إنترنت ومع اتصال بالأنترنت

2.12 الـمـخـطـط الـصـنـدوقـي للـمـشـروع:



الشكل 2.8 المخطط الصندوقي للمشروع

الـــفـــصـــل الـــثـــالـــث

الـــدراســـة الـــتـــحـــلـــيـــلـــيـــة

لـلـــمـــشـــروع

3.1 مـــقـــدمـــة:

يتناول هذا الفصل المنهجية المتبعة في تصميم وبناء نموذج أولي لنظام كرسي الطفل الذكي. تم تصميم هذه المنهجية بعناية لدمج مفاهيم إنترنت الأشياء المتقدمة مع متطلبات الرعاية الصحية المنزلية، بهدف تجاوز التحديات التي تواجهها الأنظمة التقليدية. سيبدأ الفصل بتحديد المنهج البحثي المعتمد، وهو المنهج الوصفي التحليلي، الذي يجمع بين وصف مكونات النظام وتحليل أدائه.

كما سيتطرق هذا الفصل إلى تفاصيل البنية المعمارية للنظام، مع التركيز على قرار استخدام نظام إنترنت الأشياء القائم على الشبكة المحلية (LAN-based IoT) كحل بديل للحوسبة السحابية. سيتم شرح كيفية دمج المتحكمات الدقيقة (Arduino) و (ESP8266)، بالإضافة إلى الأدوات البرمجية المستخدمة في تطوير التطبيق والبرمجة. وفي النهاية، سيتم تفصيل عملية تنفيذ المشروع خطوة بخطوة، مع عرض المخططات التصميمية للوحات الإلكترونية والمكونات، وبيان كيفية عمل النظام المتكامل في مراقبة العلامات الحيوية للرضيع وتقديم التنبيهات اللازمة. تهدف هذه الدراسة التحليلية إلى توفير فهم عميق للتصميم الفني للمشروع، وإثبات فعاليته في تحقيق الأهداف المحددة.

يتضمن هذا الفصل الأقسام التالية:

- ❖ تـحـلـيـل الـحـاجـة الـتـقـنـيـة
- ❖ تـحـلـيـل واخـتـبـار الـمـتـحـكـمـات المستخدمة
- ❖ تـحـلـيـل واسـتـخـدام الـحـسـاسـات
- ❖ الـحـسـاسـات الـحـيـويـة
- ❖ تـحـريـك الـكـرسـي (الكرسي الهزاز)
- ❖ تطبيق الموبايل

3.2 تـحـلـيـل الـحـاجـة الـتـقـنـيـة:

يشكل الهدف الأساسي للمشروع معالجة مشكلة حيوية تتمثل في توفير حلول مراقبة فعالة وموثوقة للرضع. تُعد سلامة الطفل مصدر قلق دائم للآباء، خاصة في ظل النمو المتزايد لأنظمة إنترنت الأشياء التي توفر حلولًا للمراقبة عن بُعد. ومع ذلك، غالبًا ما تعتمد هذه الأنظمة على الاتصال السحابي، مما يثير تحديات تقنية وأمنية تتعلق بزمن الانتقال (Latency) وخصوصية البيانات الحساسة.

تنشأ الحاجة الملحة إلى نظام مراقبة مستقل، يجمع بين الدقة الفائقة في رصد العلامات الحيوية (كدرجة الحرارة والرطوبة) وسرعة الاستجابة الفورية، مع ضمان بقاء البيانات في بيئة آمنة ومحلية، بهدف تحقيق نظام متكامل يلبي احتياجات الأمان والموثوقية التي تتطلبها رعاية الطفل عبر استثمار التقدم التقني والتكنلوجي.

3.2.1 تـحـديـد مـهـام الـمـشـروع:

١. **المراقبة الفعالة:** يجب أن يكون النظام قادرًا على المراقبة الدقيقة والمستمرة للعلامات الحيوية للطفل ودرجة حرارة البيئة المحيطة، وتجميع هذه البيانات بانتظام.

٢. **التنبيه الفوري :**يتطلب النظام القدرة على تحليل البيانات المجمّعة في الوقت الفعلي، وإطلاق تنبيهات فورية إلى تطبيق الهاتف المحمول الخاص بالوالدين في حالة تسجيل أي قراءات خارج النطاق الطبيعي، مما يضمن اتخاذ الإجراء المناسب على الفور.

٣. **التحكم عن بُعد :**يجب أن يتيح النظام للوالدين إمكانية التحكم في الأجهزة المتصلة (مثل مروحة التبريد أو نظام التدفئة) من خلال واجهة مستخدم سهلة وبسيطة على الهاتف.

٤. **أمان البيانات والخصوصية :**تم وضع أولوية قصوى لضمان عدم خروج البيانات الحساسة للطفل خارج الشبكة المحلية المنزلية، مما يضمن حماية قصوى للخصوصية والأمان.

٥. **الاعتمادية والاستقلالية :**يجب أن يعمل النظام بكفاءة كاملة حتى في حالة عدم وجود اتصال بالإنترنت، مما يضمن استمرارية المراقبة دون انقطاع.

3.2.2 أنـواع الـبـيـانـات الـمـطـلـوب جـمـعـهـا:

يقوم الكرسي الذكي بالدرجة الأولى ولأن مهامه الأساسية هي تحسس وقراءة العلامات الحيوية والبيئية للطفل ساعياً لحل مشكلة عدم قدرة الطفل التعبير عن حالته او عما يشعر به من اعرض وهي:

- ✓ تحسس درجة حرارة جسمه بشكل فعال وموثوق
- ✓ تحسس رطوبة جسمه الداخلية
- ✓ قراءة عدد نبضات القلب في الدقيقة الواحدة وقراءة تشبع الاكسجين بالنسبة المئوية
- ✓ قياس الوزن

- ✓ قياس درجة الحرارة المحيطة بالكرسي (يساهم فيما إذا كان الطفل يشعر بالبرد او لا بتغير الطقس)
- ✓ عند بكاء الطفل وتحسس استيقاظه من النوم
- ✓ ميلان الكرسي واصطدامه

3.3 تـــحـــلـــيـــل واخـتـبـار الـمـتـحـكـمـات:

3.3.1 الاردويـنـــو نـانـــو:

متحكم أردوينو نانو (Arduino Nano) هو متحكم دقيق صغير الحجم ومُدمج، وهو جزء من عائلة لوحات أردوينو مفتوحة المصدر. يتميز بحجمه الصغير جدًا مقارنة بلوحات أردوينو الأخرى (مثل أردوينو أونو)، مما يجعله مثاليًا للمشاريع التي تتطلب مساحة محدودة.

المواصفات الرئيسية للأردوينو نانو:

- ❖ **المتحكم الرئيسي :**يأتي عادةً بشريحة ATmega328P ، وهي نفس الشريحة المستخدمة في الأردوينو أونو.
- ❖ **الحجم :** صغير جدًا (حوالي ٤.٥ × ١.٨ سم.)
- ❖ يحتوي على **30 رجلًا** إجمالاً، موزعة على الجانبين.
  - منها **14 رجلًا رقمية (Digital I/O)** ، يمكن استخدامها كمدخلات ومخرجات.
  - وجد **8 أرجل تناظرية (Analog Inputs)** ، تُستخدم لقراءة الإشارات من المستشعرات
  - الأرجل المتبقية هي أرجل الطاقة (Power Pins) ، وأرجل الاتصال (مثل I2C و.SPI)
- ❖ **الجهد الكهربائي(Voltage) :**
  - يعمل على 5V
  - **جهد الدخل (Input Voltage) :** يمكن تغذيته بجهد يتراوح بين **7 إلى 12 V** من خلال مدخل VIN تحتوي اللوحة على منظم جهد داخلي يقوم بتحويل هذا الجهد إلى ٥ فولت لتشغيل الشريحة.
- ❖ **الـتـيار الكهربائي:**
  - التيار لكل منفذ ادخال او اخراج 40mA
  - التيار الإجمالي: يجب ان لا يتجاوز مجموع التيارات الذي تسحبه اللوحة عن 200mA لتجنب تلف المتحكم

❖ **دور الاردوينو نانو في المشروع:**

يعمل متحكم أردوينو نانو في مشروعك كـ العقل المدبر الأساسي للنظام. حيث يتمثل دوره في:

١. **جمع البيانات** :هو المسؤول عن قراءة البيانات من المستشعرات المختلفة.

- ✓ يستقبل قراءات درجة حرارة جسم الطفل من مستشعر.NTC 10K
- ✓ يستقبل قراءات درجة حرارة ورطوبة الغرفة من مستشعر.DHT11
- ✓ يستقبل إشارات الميلان من مستشعر الميلان.(Tilt Sensor)
- ✓ يستقبل قراءات حساس MAX30100
- ✓ له دور بالتعامل مع محرك السيرفو
- ✓ كان له دور بالتعامل مع اتصال البلوتوث.

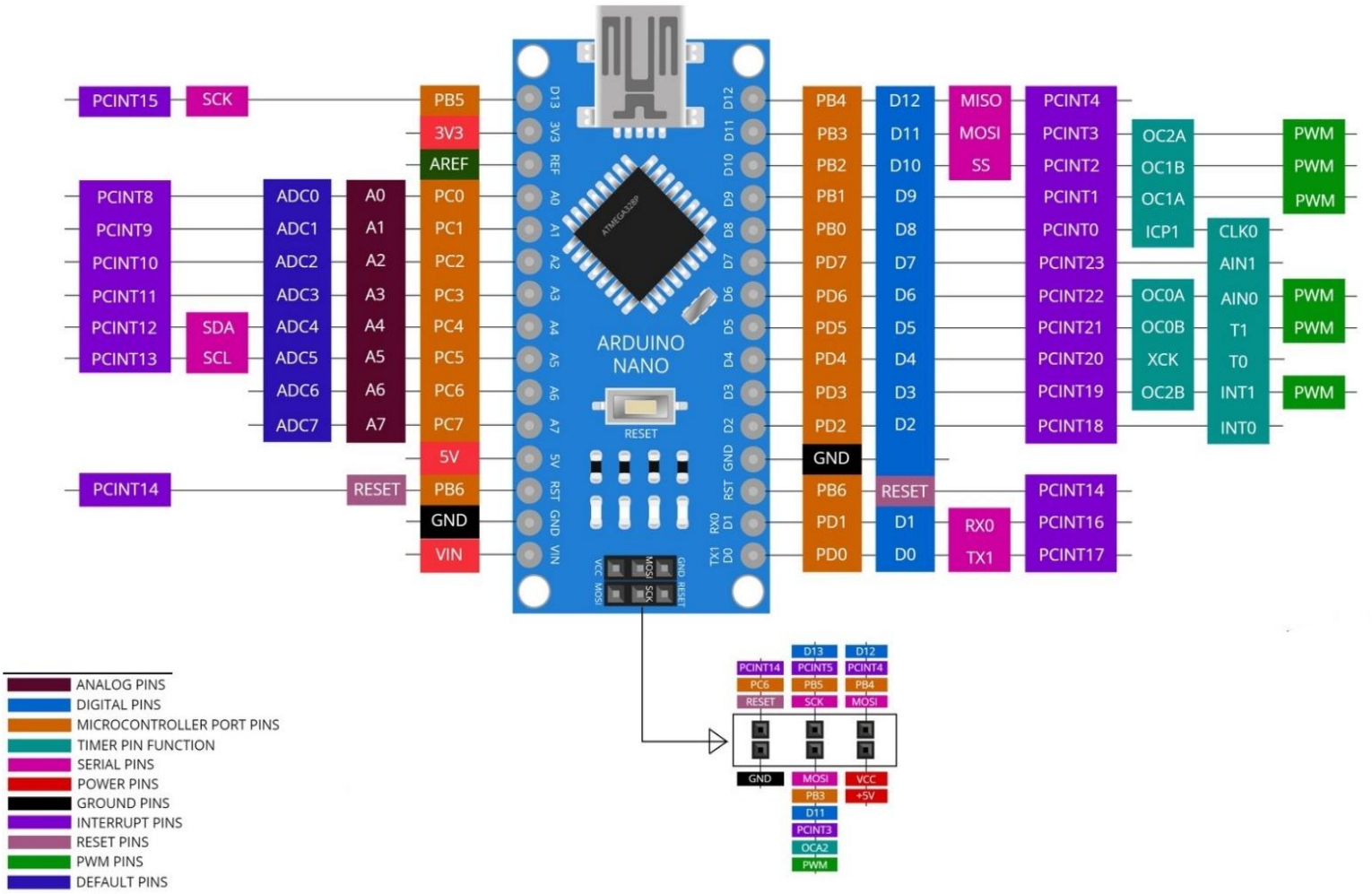
٢. **التحكم في المكونات :**يرسل الأوامر إلى المكونات الأخرى لتنفيذ الإجراءات:

- يطلق الأمر لتشغيل جرس الإنذار في حالة الطوارئ.
- يرسل أمرًا إلى المحرك لإعادة الكرسي إلى وضعه الأفقي في حالة الميلان.

٣. معالجة البيانات واتخاذ القرارات : بناءً على البيانات التي يجمعها، يقوم الأردوينو نانو

- يتحقق مما إذا كانت درجة حرارة الطفل ضمن النطاق الآمن.
- يتحقق مما إذا كان الكرسي في وضع مائل.
- يقرر ما إذا كان بحاجة لتشغيل وظيفة التدفئة أو التبريد.
- يتحقق من مستويات القلب والاكسجين
- يتحقق من رطوبة جسم الطفل

٤. **التواصل مع المتحكم الآخر :(ESP8266)** يتواصل الأردوينو نانو مع متحكم(ESP8266 المسؤول عن الاتصال اللاسلكي) عبر الاتصال التسلسلي (Serial Communication) لإرسال البيانات المجمعة، حتى يتمكن ESP8266 من عرضها على تطبيق الهاتف أو إرسال التنبيهات. او استقبال الأوامر مثل: (تشغيل الموسيقى – تحريك الكرسي)



الشكل 3.1 يوضح بنية متحكم اردوينو نانو

٥. يتم استخدام المتحكم الدقيق الاردوينو نانو لعدة أسباب ومنها:

- **يتميز بأعداد كافية من المنافذ الرقمية والتماثلية**
- **استقرار قراءة الحساسات :**يوفر بيئة مستقرة وموثوقة لقراءة البيانات الحيوية والبيئية في الوقت الفعلي، دون تشتيت انتباهه بمهام أخرى.
- **بساطة البرمجة والتكلفة :**يُعد الأردوينو نانو خيارًا اقتصاديًا ومتاحًا على نطاق واسع، كما أن بيئة برمجته (IDE)بسيطة ومناسبة للتطوير السريع.
- إمكانية تثبيته على الكرسي عن طريق الالتيكو وإمكانية لحم وتثبيت الأسلاك عليه، على عكس الاردوينو اونو لا يمكن تثبيت ولحم الاسلاك عليه.

3.3.2 وحـــدة الاتـــصـــال اللاســـلـكـــي ESP8266:

تُعد وحدة ESP8266 واحدة من أشهر وحدات الاتصال اللاسلكي Wi-Fi المستخدمة في المشاريع الإلكترونية والأنظمة المدمجة. بفضل قدراتها العالية وتكلفتها المنخفضة وصغر حجمها، باتت حجر الأساس في تطبيقات إنترنت الأشياء التي تعتمد على إرسال واستقبال البيانات عبر الشبكات اللاسلكية. حيث تتعامل بسهولة مع متحكم اردوينو نانو كمساعد له، وأيضا تعمل بشكل مسقل كوحدة قابلة للبرمجة.

❖ الـمـواصـفـات الـفـنـيـة:

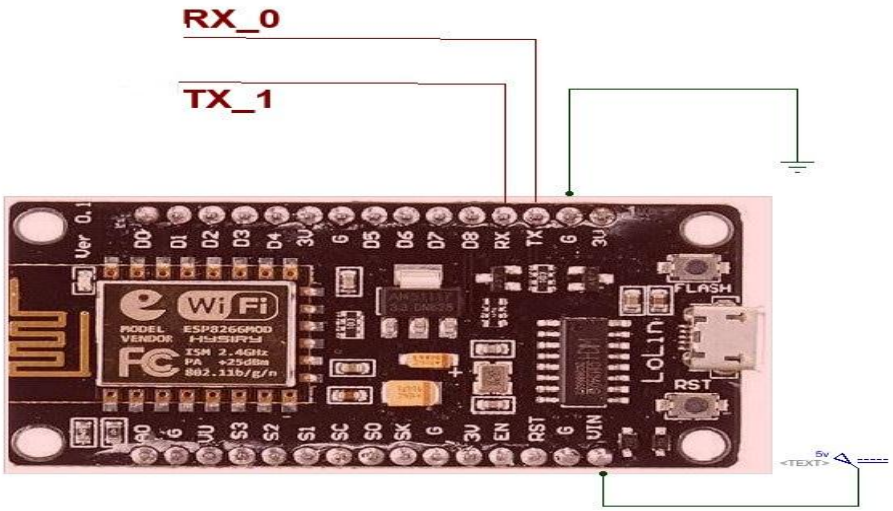
- ✓ معالج مركزي Tensilica L106 بسرعة تصل حتى 160 MHz.
- ✓ ذاكرة Flash قابلة للبرمجة
- ✓ ذاكرة وصول العشوائي RAM
- ✓ يدعم بروتوكول WI FI IEEE 802.11 b/g/n ويدعم أيضا بروتوكول TCP/IP
- ✓ المنافذ GPIO, PWM, I2C, SPI, UART
- ✓ تتعامل مع جهد تشغيلي 3.3V ولا يستخدم 5V مباشرة مع RX
- ✓ يستهلك تيارا اثناء النقل يصل الى حدود 200Ma
- ✓ يتم برمجة ESP عبر بيئة التطوير IDE Arduino
- ✓ تتعامل مع الأنماط:
  - Station Mode: الاتصال بشبكة لاسلكية موجودة
  - Access Point Mode: إنشاء شبكة WIFI محلية
  - Mixed Point Mode: الجمع بين وضعين
- تتواصل مع الاردوينو عبر خطوط الاتصال التسلسلي UART

❖ يـأتـــي دور ESP8266 في المشروع عبر:

- التعامل بشكل أساسي مع الاردوينو لغاية توفير اتصال WIFI عوضا عن البلوتوث حيث يتم ارسال أوامر AT Command والذي بدورها توفر:

- الاتصال بشبكة WIFI
- ارسال واستقبال البيانات
- مـــثـــال:
  - AT: اختبار الاتصال
  - AT+RST إعادة تشغيل الوحدة
  - AT+CWMODE=1: ضبط الوضع Station
  - AT+CWJAP = "SSID", "Password" : الاتصال بالشبكة
  - AT+CIFSR: اظهار عنوان IP

- **إدارة الاتصالات :**يقوم بإرسال البيانات المستلمة إلى تطبيق الهاتف المحمول كما يستقبل الأوامر من التطبيق (مثل تشغيل الموسيقى) ويرسلها إلى الأردوينو نانو لتنفيذها.



الشكل.3.2 يظهر وحدة الاتصال اللاسلكية ESP8266

نـــلاحـــظ فـــي هذا الـــكـــود:

- ✓ يتم إعادة تشغيل ESP
- ✓ ضبط وصع الاتصال
- ✓ الاتصال بشبكة WIFI
- ✓ إظهار عنوان IP

أهـم اسـتـخـدامات ESP8266 فـي الحياة الـعملية:

- تشغيل الأجهزة عن بعد
- أنظمة المراقبة الذكية
- إرسال البيانات الى السيرفر
- التحكم في المنازل (تشغيل واطفاء الانارة... الخ)
- ارسال تنبيهات عبر الانترنت
- كاميرات المراقبة
- الروبوتات

وجميع ما ذكر ينضوي تحت مسمى انترنت الاشياء

المشاكل الشائعة عند التوصيل

الجدول.3.1 يوضح بعض المشاكل الشائعة وطرق حلها

المشكلة	السبب المحتمل	الحل
الوحدة لا تعمل	CH_PD غير موصل بـ 3.3V	توصيل CH_PD بـ 3.3V
الاتصال بالشبكة لا يستجيب	كلمة مرور خاطئة او إشارة ضعيفة	تأكد من البيانات وقرب الوحدة وكلمة المرور
لا يستجيب للأوامر	سرعة UART خاطئة	استخدم سرعة 9600 او 115200
حرارة الوحدة عالية	موصلة بجهد اكبر من 3.3V	توصيل الوحدة بـ 3.3V او استخدم دارة منظم جهد

اسـتـخـدام ESP بالتشارك مع الاردوينو:

❖ إضافة قوية لأي مشروع مستخدم فيه الاردوينو، تتيح إمكانية الاتصال اللاسلكي للمسافات المتوسطة والبعيدة وتشارك البيانات عبر الانترنت.

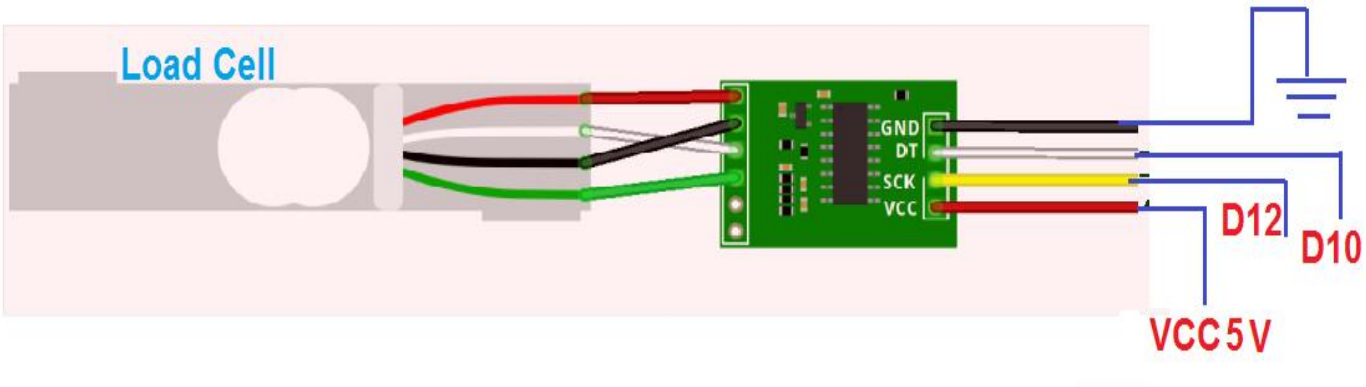
❖ أهـمـيـة وجود وحدة الاتصال اللاسلكي في مشروع كرسي الطفل الذكي:

✓ **وحدة واي فاي مدمجة:** إن الميزة الأساسية لـ ESP8266 هي قدرته المدمجة على الاتصال بشبكة الواي فاي، وهي الوظيفة المحورية في هذا المشروع للتواصل مع التطبيق المحلي

- ✓ **معالج قوي لمهام الشبكات:** يحتوي ESP8266 على معالج قوي بما يكفي لإدارة بروتوكولات الشبكة المعقدة (مثل TCP/IP وHTTP) ، مما يسمح له بإرسال واستقبال البيانات بكفاءة عالية.
- ✓ **تحرير الاردوينو من مهام الاتصال:** باستخدامه كوحدة مخصصة للشبكة، يتم تحرير الأردوينو نانو من مهمة الاتصال بالواي فاي التي تستهلك قدرًا كبيرًا من موارد المعالجة، مما يضمن أن قراءات الحساسات لن تتأثر أو تتوقف.
- ✓ **استبداله بوحدة الاتصال البلوتوث HC-05:** ذلك للتعامل مع المسافة الابعد وسرعة اتصال اكبر وإمكانية توصيل عدة مستخدمين.

3.4 تـحـلـيـل واسـتـخـدام الـحـسـاسـات:

3.4.1 حساس الوزن Load Cell ووحدة HX711:



الشكل 3.3 يظهر حساس الوزن في الجزء الرمادي و HX711 في اللون الاخضر

يستخدم الميزان باسمه العامي في المجال الطبي ذلك لغاية مراقبة وزن المريض بشكل دوري هل تأثر وزنه في فترة حضانة المرض (زيادة او نقصان) حيث لكل زيادة او نقصان في الوزن اثناء المرض بشكل ملحوظ وسريع له عدة أسباب مثل: اضطرابات الغدة الدرقية – سوء الامتصاص – التهابات المرارة والمعدة والبنكرياس – الاضطرابات الهرمونية – تناول بعض أنواع الادوية مثل ادوية الاكتئاب. هذا بالنسبة لأي شخص مريض على وجه عام، أما بالنسبة للأطفال حديثي الولادة او ذوي الأشهر الأولى من العمر، يعد مراقبة الوزن أمر بالغ الأهمية نتيجة تطور نمو أعضاء جسم الطفل، او مراقبة ان كانت مشاكل صحية تظهر عليه بعد أيام او شهور ومن اشهر تلك الامراض التي تظهر: سوء الامتصاص (عدم تحمل الحليب المحتوي على اللاكتوز) – اليرقان – ضعف المناعة والذي يؤدي بشكل مباشر الى

نقصان الوزن عن الحد الطبيعي. ومن هنا جاءت فكرة وضع حساس الوزن على الكرسي سعيا للوصول الى نظام متكامل يحمي ويراقب الطفل. ومن ابرز هذه الحساسات التي توفر قياس وزن الى حد 10 كغ. (الحد الطبيعي الى عمر السنة) هو Load Cell والذي يُستخدم لتحويل القوة الميكانيكية (الوزن أو الحمل) إلى إشارة كهربائية يمكن قراءتها ومعالجتها. في المشاريع الإلكترونية التعليمية والبحثية، يُستخدم حساس الوزن ١٠ كغ مع وحدة تضخيم وإخراج رقمية تُعرف باسم HX711 لتسهيل الاتصال مع المتحكمات الدقيقة.

١) مـبـدأ الـعـمـل:

حساس الوزن هو في الأصل خلية تحميل تعتمد على مبدأ يُعرف باسم Strain Gaug وهي مقاومة كهربائية متغيرة يتم لصقها على جسم معدني مرن. عند تطبيق حمل أو وزن على الحساس، يحدث تغير طفيف جدًا في شكل الجسم المعدني، مما يؤدي إلى تمدد أو انضغاط الـ Strain Gauge. هذا التغير يسبب تغييرًا في المقاومة الكهربائية للـ Strain Gauge، وهو ما يتم تحويله لاحقًا إلى تغير في الجهد الكهربائي. عادةً ما تُكوَّن خلايا الحمل من أربع مقاومات Strain Gauges موصولة على شكل جسر ويتسون (Wheatstone Bridge)، وذلك لتحقيق دقة أعلى وإلغاء تأثيرات العوامل الخارجية مثل الحرارة.

٢) الـمـواصـفـات:

- القدرة القصوى للحمل 10 كغ وهو مناسب لطفل حتى عمر السنة
- الخرج يكون إشارة تماثلية ضعيفة microvolts
- يتأثر بأي تغير في الوزن أي ذو دقة عالية
- مصنوع من الالمنيوم او الفولاذ أي مقاوم للصدأ

وحـــــدة HX711

نظرًا لأن خرج حساس الوزن ضعيف جدًا (بحدود الميكرو فولت)، فلا يمكن قراءته مباشرةً بواسطة الأردوينو. هنا تأتي أهمية وحدة HX711، وهي عبارة عن مضخم تفاضلي مع محول تناظري-رقمي (ADC) بدقة ٢٤ بت.

١) ميزات وحدة HX711:

- ✓ مضخم إشارة داخلي

- ✓ دقة ٢٤ بت (تضمن القراءة الدقيقة لأصغر وزن)
- ✓ استهلاك منخفض للطاقة (وضعية الإيقاف من مرتبة المكرو أمبير أما في وضعية التشغيل 1.5mA)
- ✓ مخرجات رقمية جاهزة للقراءة عبر واجهة تسلسلية (SCK & DT)

٢) آلـيـة عـمـل وحـدة HX711:

تعتمد وحدة HX711 على أخذ عينات عالية الدقة من الإشارة الناتجة عن جسر ويتسون في خلية الحمل، ثم تحويلها إلى إشارات رقمية تُرسل إلى المتحكم الدقيق. يتم ضبط التكبير الداخلي بحسب الحاجة (عادةً يكون 128x) ليتوافق مع الحساسية المطلوبة. يتم إرسال الإشارة النهائية عبر منفذ DT (Data) وتُستخدم إشارة SCK (SCK Clock) لضبط توقيت الإرسال.

يوضح الجدول 3.2 كيفية توصيل HX711 مع الاردوينو في المشروع

مـنـافـذ الاردوينو	HX711
5V	VCC
GND	GND
Digital Pin 10	DT
Digital Pin 12	SCK

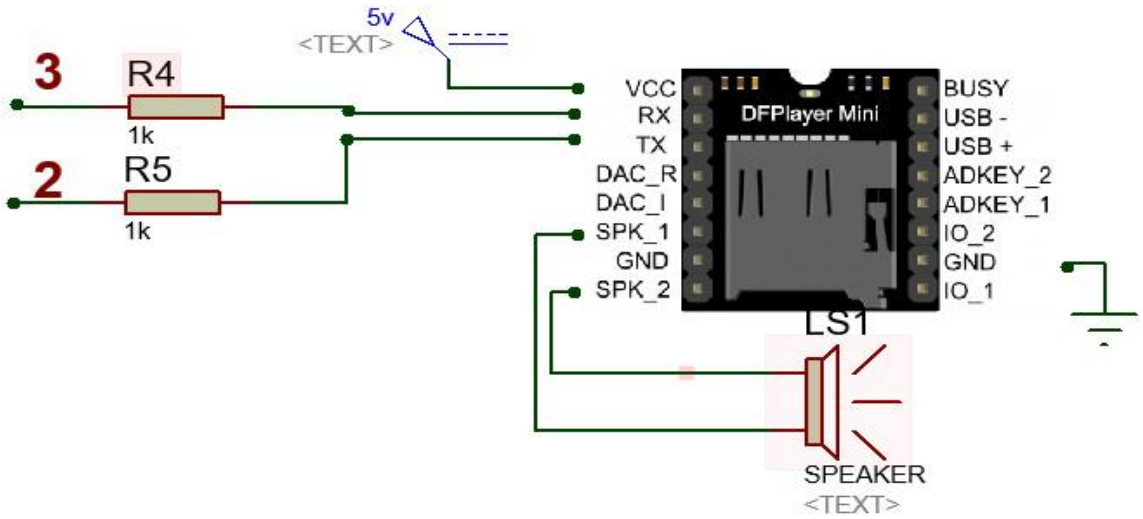
أما بالنسبة لحساس الوزن نفسه Load Cell، فإن له أربعة أسلاك عادةً، ويتم توصيلها إلى وحدة HX711 كالتالي:

- E+ ← الأحمر
- E- ← الأسود
- A- ← الأخضر
- A+ ← الأبيض

3.4.2 وحـدة تـشـغـيـل مـلـفـات الـصـوت DFPLayer Mini MP3:

تُعد وحدة تشغيل الصوت DFPlayer Mini من أشهر الوحدات الإلكترونية المستخدمة في المشاريع التي تتطلب تشغيل ملفات صوتية بشكل مستقل أو ضمن نظام تحكم مثل Arduino.

تكمن الغاية من استخدامها في مشروع كرسي الطفل الذكي، هدفا ليكون كرسي متكامل يوفر قدر المستطاع ما يطلبه الطفل، حتى بعض الحاجات المسلية له، او قد يكون للموسيقى دورا في تهدئة الطفل ونومه، حيث يتم التحكم بذلك عن طريق تطبيق الهاتف الذكي.



الشكل 3.4 وحدة تشغيل الصوت DFPLayer Mini MP3

مميزات DFPlayer:

- تشغيل ملفات MP3 وWAV بدقة عالية.
- دعم بطاقة ذاكرة microSD تصل إلى 32 GB.
- دعم نظام الملفات FAT16 وFAT32.
- قدرة على العمل بشكل مستقل (Standalone) باستخدام أزرار تحكم، أو برمجياً عبر Serial Communication.
- خرج للصوت من نوع DAC أو خرج مباشر إلى السماعة.
- إمكانية التحكم بمستوى الصوت وتكرار التشغيل
- خرج قدرة لمكبر صوت حتى 3 واط (عند 4 Ω).

آلـيــة وصـل وحدة تـشـغـيل الـصـوت مـع الاردوينو:

كـمـا يـظـهـر الـشـكـل 3.4 نجد الأطراف التالية:

الجدول 3.3 يظهر كيفية وصل وحدة تشغيل الصوت مع منافد الاردوينو

الوظيفة	الطرف Pins
تغذية كهربائية بجهد 3.3V الى 5V	VCC
الأرضي	GND
خرج البيانات التسلسلية (يستخدم للتواصل مع الاردوينو)	TX
دخل البيانات التسلسلية (يستخدم للتواصل مع الأردوينو).	RX
خرج خطي للصوت (توصيله إلى مضخم صوت خارجي).	DAC_R / DAC_L
خرج مباشر لتوصيل سماعة مقاومة 3.3 Ω	SPK_1 / SPK_2
خرج يعطي حالة تشغيل الصوت (مرتفع عند التشغيل).	ADKEY_1
أطراف لتوصيل أزرار تحكم مباشر (تشغيل/تالي/سابق).	ADKEY_2
منفذ USB للاتصال بالحاسب وتحميل الملفات	USB+ / USB-

مـــبـــدأ الـعـمـــل:

تعتمد وحدة DFPlayer Mini على معالج داخلي يقوم بقراءة ملفات الصوت المخزنة على بطاقة microSD، ثم تحويلها إلى إشارة صوتية تناظرية يتم تضخيمها وإرسالها إلى مخرج السماعة أو المخرج الخطي. يمكن للوحدة العمل بطريقتين رئيسيتين:

١. **الـعـمـل المـسـتـقـل:** يتم توصيل أزرار إلى أطراف ADKEY_1 وADKEY_2 مع مقاومات محددة. عند الضغط على الأزرار، تنفذ الوحدة أوامر مثل تشغيل/إيقاف/تالي/سابق.

٢. **الـتـحـكـم الـتـسـلـسـلـي:**

- يتم توصيل أطراف TX وRX إلى متحكم مثل Arduino.
- ترسل الأوامر عبر بروتوكول تسلسلي (UART) بسرعة 9600 bps.
- يمكن برمجة التشغيل وتغيير مستوى الصوت أو اختيار الملفات بواسطة كود أردوينو.

أمثلة على استخدام DFPlayer Mini:

- ✓ الألعاب التعليمية الناطقة
- ✓ المشاريع الطبية (التنبيه الصوتي)
- ✓ مشاريع ذوي الاحتياجات الخاصة
- ✓ المجسمات التفاعلية
- ✓ روبوتات ناطقة

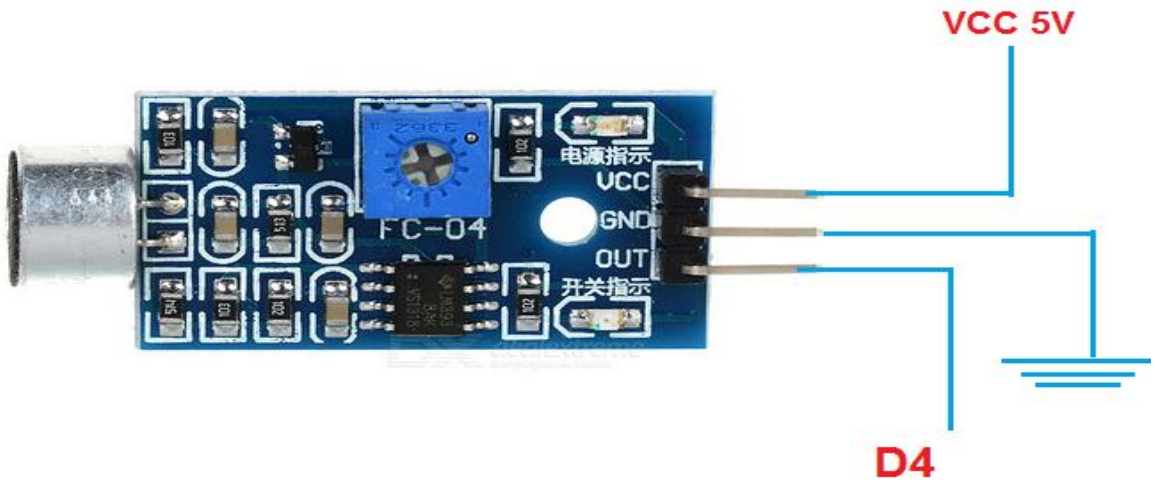
آلـيـة الـتـشـغـيـل والاسـتـخـدام:

- يتم ترقيم الملفات بالتسلسل مثل: 0001.mp3, 0002.mp3
- وضع الملفات في كرت الذاكرة
- بعض الأوامر تعتمد على الترتيب وليس البطاقة

3.4.3 حســاس الـصــوت FC-04:

تُعد حساسات الصوت من العناصر المهمة التي تستخدم لاستشعار الأصوات والضوضاء في البيئة المحيطة وتحويلها إلى إشارة كهربائية يمكن معالجتها إلكترونيًا. بفضل بساطتها وتكلفتها المنخفضة.

تكمن الغاية من استخدام حساس الصوت، هي عندما يستيقظ الطفل ويصدر صوت، تلقائيا يقوم بتنبيه الاهل على ذلك، او لسبب ثاني اهم، هو ان عندما يبكي الطفل، يقوم بتنيه الأهل بشكل فوري.



الشكل 3.5 حساس الصوت FC - 04

١) استخدامات حساس FC-04:

- ✓ أنظمة الإنذار
- ✓ الإضاءة التفاعلية
- ✓ الروبوتات
- ✓ الألعاب التفاعلية
- ✓ التحكم بالأجهزة

٢) فـكـــرة وآلـــيـــــة الـعـــمـــل:

يعتمد حساس الصوت على مكون أساسي وهو الميكروفون الإلكتروني (Electret Microphone)، الذي يعمل على تحويل الموجات الصوتية (الاهتزازات في الهواء) إلى إشارة كهربائية صغيرة جدًا. هذه الإشارة تكون عادة ذات جهد متغير بتردد مطابق للصوت الملتقط.

٣) الـــمـــكونـــات الـــداخـــلـــيـــة:

- الميكروفون: يحول الصوت الى جهد كهربائي
- مضخم عمليات: لتكبير الإشارة الضعيفة القادمة من الميكرفون
- دارة مقارن: ليقارن مستوى الصوت مع عتبة محددة
- خرج رقمي: يعطي إشارة HIGH OR LOW
- خرج تماثلي: لقراءة شدة الصوت بدقة أكبر

٤) أنـــمـــــاط الـــخـــرج:

- عند الهدوء التام يكون الخرج بوضعيه HIGH أي 1
- عند اكتشاف صوت يكون الخرج بوضعية LOW أي 0
- يعمل الحساس على مبدأ العتبة (Threshold) ، حيث يقوم بتحويل الإشارة الصوتية التناظرية التي يلتقطها الميكروفون إلى إشارة رقمية بناءً على مستوى معين.

هذه الميزة تُستخدم عادةً مع الأردوينو لضبط التفاعل مع الأصوات. مثلًا، تشغيل ضوء عند حدوث طرق أو صوت عالٍ.

يتم توصيله على لوحة الاردوينو نانو في مشروع كرسي الطفل الذكي مع المنفذ الرقمي PINS 4

مـــــلاحـــــظـــة: تأكد من تثبيت الحساس بعيدًا عن مصادر الاهتزاز الميكانيكي (مثل المراوح) لتجنب قراءات خاطئة.

٥) **ضـــبـــط الحـســـاســـيـــة:** في أغلب حساسات الصوت، يوجد مقاومة متغيرة (**Potentiometer**) صغيرة على اللوحة:

- عند تدويرها باتجاه عقارب الساعة، تزيد الحساسية، أي يكتشف أصواتًا أضعف.
- عند تدويرها عكس عقارب الساعة، تقل الحساسية، فلا يكتشف إلا الأصوات الأقوى.

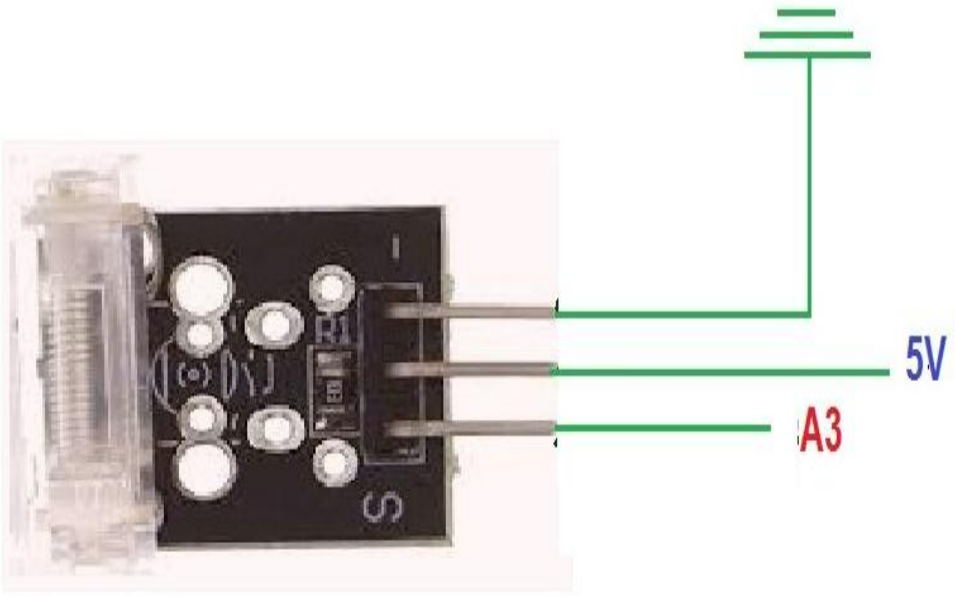
الجدول 3.4 يوضح اكثر المشاكل في حساس FC-04 شيوعا

الحـل	السبب المحتمل	المشكلة
ضبط المقاومة المتغيرة	**الحساسية منخفضة جدًا**	**لا يكتشف الصوت**
تقليل الحساسية	**الحساسية عالية**	**يكتشف ضوضاء باستمرار**
تقليل زمن التأخير في LOOP()	**تأخير في قراءة المنفذ**	**استجابة متأخرة**
تحسين التوصيل الأرضي	**وجود ضوضاء كهربائية في الدائرة**	**تداخل إشارات**

3.4.4 وحـدة اسـتـشـعـار الـمـيـلان (Vibration Sensor):

حساس الاهتزاز او الميلان او الذي يحمل الاسم التجاري **(حساس الإمالة الكروي)** هو أحد أنواع الحساسات الفيزيائية المستخدمة لاكتشاف الحركات أو الاهتزازات الميكانيكية في البيئة المحيطة. يُستخدم هذا النوع من الحساسات على نطاق واسع في التطبيقات الأمنية، أنظمة الإنذار، الروبوتات، والصيانة التنبؤية للآلات الصناعية.

تكمن الأهمية في استخدام هذا النوع من المستشعرات في مشروع كرسي الطفل الذكي، لغاية إن في حالة كان الطفل يتحرك وهذه الحركة أدت الى ميلان الكرسي بشكل خطير للطفل، قد تسبب أذى كبير له، حيث من الممكن نتيجة ذلك الميلان، يؤدي خروج الطفل من الكرسي واصطدامه، هنا تأتي الأهمية في حال كان الكرسي بوضعية ميلان خطيرة، بشكل فوري يتم ارسال تنبيه وانذار مسموع ومقروء عبر التطبيق، ليتم أخذ الاجراء المناسب من قبل الأهل قبل وقوع الطفل.



الشكل 3.6 حساس الامالة الكروي (وحدة استشعار الميلان)

١) الـــمـــبـــدأ الـفـيـزيـائـــي:

يعتمد عمل حساس الاهتزاز على الكشف عن التغيرات الميكانيكية أو الحركات الفيزيائية التي تحدث نتيجة تصادم أو اهتزاز جسم ما. يحتوي الحساس عادةً على عنصر ميكانيكي داخلي (مثل نابض أو كرة معدنية) يتغير موقعه عند حدوث اهتزاز، مما يؤدي إلى تغيير في الجهد أو انغلاق دائرة كهربائية داخلية.

٢) أنـــواع حـســـاســـات الاهـــتـــزاز:

١. حساسات ميكانيكية بسيطة (**420-SW**): تعتمد على مكونات ميكانيكية بداخل أنبوب صغير تتحرك عند حدوث اهتزاز، مما يسبب فتح أو إغلاق الدائرة.

٢. حساسات كهروضغطية (**Piezoelectric Sensors**): أكثر حساسية ودقة، وتستخدم في التطبيقات الصناعية.

٣. حساسات رقمية وتماثلية: بعضها يُخرج إشارات رقمية (**0** أو **1**)، وبعضها يُخرج إشارات تماثلية تعبر عن شدة الاهتزاز.

٣) الـمـكـونـات والـتـوصـيـل:

وفق الشكل 3.5 **والذي يظهر:**

- مستشعر الميلان :الأنبوب الشفاف الذي يحتوي على كرة معدنية.
- يستهلك تيار من 5mA إلى 15mA
- ثلاثة منافذ توصيل(Pins) :
  - +VCC: لتوصيل المستشعر بجهد 5V
  - -GND: سلك الأرضي
  - S او OUT: منفذ الإخراج الرقمي
- كما يتطلب مقاومة في حالة الحساس التماثلي

الجدول 3.5 يوضح توصيل الحساس مع الاردوينو

الاردوينو	مخرج الحساس
5V	VCC
GND	GND
A3	OUT

مـلاحـظـة:

- المنفذ **A3** في الأردوينو نانو هو أحد المنافذ التماثلية، ويُستخدم لقراءة الإشارة الناتجة عن الحساس.

- بما أن وحدة استشعار الميلان غالبا ما تكون رقمية، خصوصا النوع **SW-420** إلا انها تمر بمخضم صغير داخلي، وقد يظهر تباين طفيف يمكن تحليله تماثليا.

- مرونة قراءة القيم عبر المنفذ **A3** تتيح تحليلًا دقيقًا لحالة الاهتزاز

٤) اســتــخـدامــات عـمـلـيــة:

- أنظمة إنذار المنازل: استشعار الاهتزاز الناتج عن محاولة كسر الأبواب أو النوافذ
- الروبوتات: استشعار السقوط أو الاصطدام.
- المجالات الجيولوجية: قياس النشاط الزلزالي البسيط.

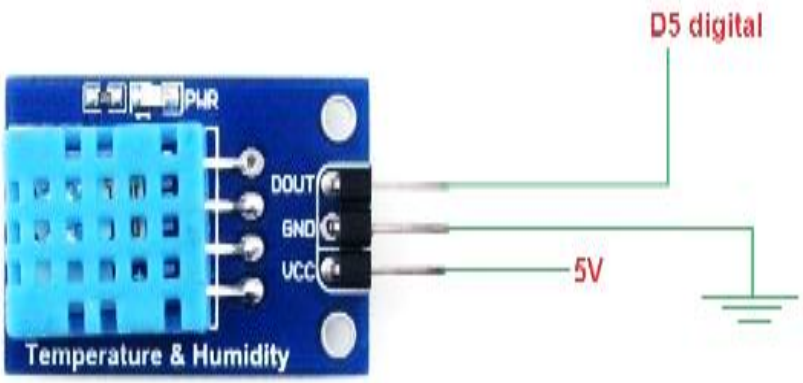
٥) الاعـتـبـارات الـفـنـيـة:

١. المعالجة الزمنية: يجب برمجة تأخير زمني مناسب لمنع الكشف المتكرر لنفس الاهتزاز.
٢. الحساسية: يمكن تعديلها بواسطة مقاومة متغيرة (في بعض الحساسات).
٣. الإشارات الكاذبة: يجب تحليل القيم عدة مرات قبل اتخاذ القرار بحدوث اهتزاز.
٤. المعالجة الزمنية: يجب برمجة تأخير زمني مناسب لمنع الكشف المتكرر لنفس الاهتزاز.

3.4.5 مـــراقـــبـــة درجـــة الـحـرارة الـمـحـيـطـة بالـكـرسـي:

هدفا ليكون الكرسي يوفر أوسع ما يمكن من أنظمة الحماية والمراقبة، وبما أن درجة الحرارة تشكل عاملا مهماً للطفل لتوفير وتأمين راحته، خصوصا في فصول الشتاء او الصيف، حيث درجات الحرارة المتدنية تشكل عاملا خطرا على صحة الطفل، من المعروف أن الطفل لا يتحمل الدرجات الحراة المتدنية وتسبب له الرجفان، وكذلك المرتفعة، لذا لحل هذه المشكلة تم اللجوء الى استخدام حساس **DHT11** الذي من خلاله، نستطيع مراقبة درجة الحرارة بشكل مستمر وعرضها بشكل لحظي على شاشة **LCD** وارسال الى الاهل عبر التطبيق (من المعروف والمشاع في بيوتنا قد تختلف درجة الحرارة من غرفة الى اخرى) وبناءً على قياساته اذا كانت درجة الحرارة اكبر او تساوي **30** يتم تشغيل مروحة تبريد مثبته أعلى الكرسي، وبعملية معاكسة، اذا كانت درجة الحرارة اصغر او تساوي **20** يتم تشغيل تدفئة مثبتة على

سطح الكرسي، مع الاخذ بعين الاعتبار سلامة الطفل، لذا تم اللجوء الى استخدام وشيعة لا تصل الى مرحلة التسخين الاعظمي الحار، انما تأمين تدفئة متوسطة.



الشكل 3.7 حساس DHT11

١) تـــعـــريـــف DHT11 واســتـــخـــدامـــه:

- هو حساس رقمي يقيس **درجة حرارة المحيط** والرطوبة **النسبية في الهواء** .يتميز بأنه حساس "متعدد"، حيث يوفر قراءتين من وحدة واحدة.
- **آلـــيـــة الاســتـــخـــدام:**
  - يُستخدم حساس DHT11 كـ "منظم بيئة" ذكي للكرسي، حيث يوفر للمتحكم الدقيق (الأردوينو ESP8266) / المعلومات اللازمة لاتخاذ قرارات تلقائية.
  - يقرأ الحساس درجة حرارة الهواء حول الكرسي.
  - **التدفئة والتبريد :**بناءً على هذه القراءة، يمكن للنظام أن يقوم بـ:
    - **تشغيل المروحة :**إذا كانت درجة حرارة المحيط **(أكبر او تساوي 30)**
    - **تشغيل التدفئة :**إذا كانت درجة حرارة المحيط **(أصغر او تساوي 20)**

٢) طـريـقـة الـتـوصـيـل:

حساس DHT11 هو حساس **رقمي**، وله ثلاثة منافذ توصيل.(VCC, GND, DATA)

١. **VCC:** يتصل بمصدر طاقة 5V

٢. **GND:** يتصل بسلك الأرضي.

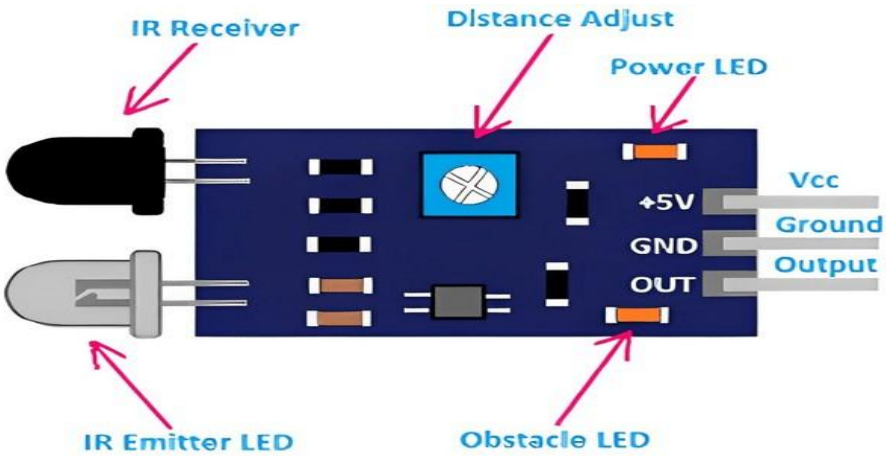
٣. **DATA:** يتصل بمنفذ رقمي واحد على الأردوينو **(D1, D2,…)**

يتطلب حساس DHT11 استدعاء مكتبة DHT اثناء البرمجة للتعامل معه، حيث تقوم المكتبة بفك تشفير الإشارة الرقمية المرسلة من الحساس للحصول على قراءات درجة الحرارة والرطوبة.

3.4.6 حساس الأشعة تحت الحمراء (IR Sensor):

حساس الأشعة تحت الحمراء (IR Sensor) هو جهاز إلكتروني يكتشف أو يقيس الأشعة تحت الحمراء في بيئته. هذه الأشعة هي شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي التي لا يمكن للعين البشرية رؤيتها، ولكن جميع الأجسام التي لها درجة حرارة أعلى من الصفر المطلق (273.15- درجة مئوية) تصدرها. وبمعنى آخر، حساس الأشعة تحت الحمراء هو جهاز إلكتروني يستخدم الضوء في نطاق الأشعة تحت الحمراء (وهو غير مرئي للعين البشرية) للكشف عن وجود الأجسام أو قياس المسافة.

تكمن الحاجة الى استخدامه، في الكشف عن أن الطفل لا يزال في الكرسي ام تحرك وخرج من الكرسي، خاصة عند الأطفال ما بعد 6 شهور من الولادة، حيث تزيد قدرتهم على التحرك، وأيضا من سبب ثانين هو أن في حال الكرسي يتغذى بالكهرباء والطفل لم يكن موجود في الكرسي، تتوقف اغلب المستشعرات عن العمل، وكذلك الامر يتوقف عمل المروحة والاهتزاز والتدفئة.



الشكل 3.8 حساس IR

١. مـــبـــدأ الـــعـــمـــل:

- ✓ **الباعث (IR Emitter):** وهو عبارة عن صمام ثنائي باعث للضوء (LED) خاص بالأشعة تحت الحمراء. مهمته هي إرسال شعاع مستمر من الأشعة تحت الحمراء.
- ✓ **المستقبل (IR Receiver):** وهو عبارة عن مستقبل ضوئي (Photodiode) مهمته استقبال الأشعة تحت الحمراء المنعكسة.
- ✓ عندما يتم إطلاق شعاع الأشعة تحت الحمراء، فإنه ينتقل في خط مستقيم. إذا كان هناك جسم في مسار الشعاع، فإن الأشعة ترتد (تنعكس) وتعود إلى المستقبل. عندما يلتقط المستقبل هذه الأشعة المنعكسة، فإنه يرسل إشارة كهربائية إلى المتحكم الدقيق.بناءً على هذه الإشارة، يمكن للمتحكم أن يقرر ما إذا كان هناك جسم قريب أم لا.

٢. كـيـفـيـة اسـتـخـدامـه فـي الـمـشـروع:

يتم تثبيت حساس الأشعة تحت الحمراء في مكان استراتيجي على الكرسي (على جانب الطفل او تحت المقعد) ليعمل كمفتاح للكشف عن وجوده.

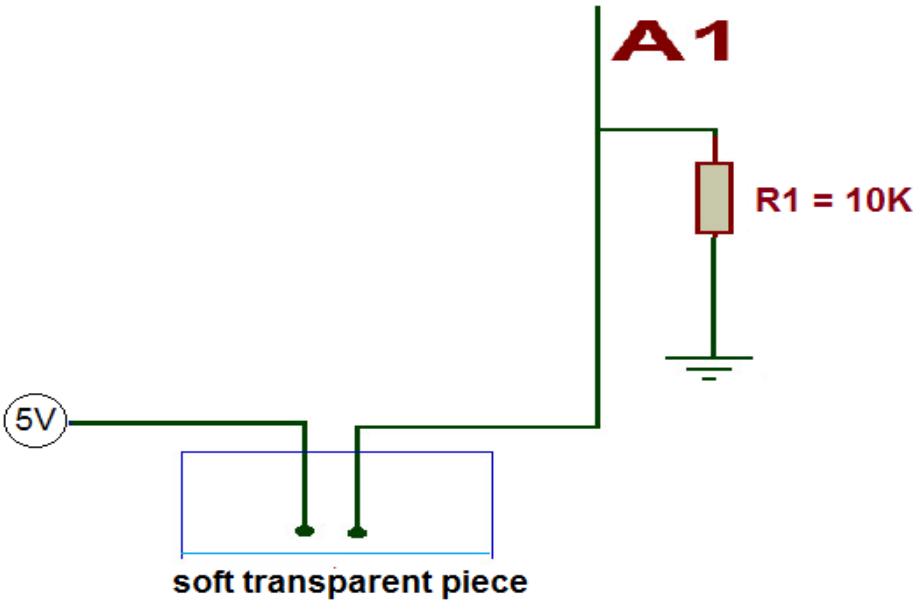
- ❖ **الوضع الطبيعي (الطفل غير موجود):** يكون الشعاع منبعثًا، ولكن لا يوجد جسم ليعكسه. في هذه الحالة، لا يستقبل المستقبل أي إشارة، وتكون حالة مخرج الحساس "غير نشط.(LOW) "
- ❖ **عند وضع الطفل على الكرسي:** يعترض جسم الطفل شعاع الأشعة تحت الحمراء ويعكسه مرة أخرى إلى المستقبل. عندها، يتغير مخرج الحساس ليصبح "نشطًا.(HIGH) "

3.5 تـــحـــلـــيـــل واســـتـــخـــدام الـــحـــســـاســـات:

الحساسات الحيوية والتي تمثل بالحساسات التي تقيس العلامات الحيوية للطفل والبيئية، هدفا لتوفير مراقبة كلية بيئية وصحية وتوفير بعض أنظمة الأمان، ليكون نظاما متكامل يحتوي على ما يحتاجه الطفل في الأشهر الأولى من الولادة، أي الأشهر التي تتطلب اعلى درجات الرقابة.

3.5.1 حســـاس قـيـــاس رطـوبــة الـجـلـد:

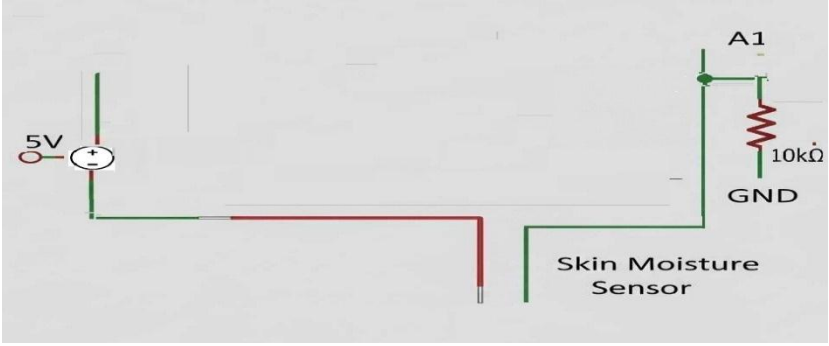
بما أن في المتاجر الالكترونية لا يوجد حساس مخصص لقياس رطوبة الجلد، وبالأخص المتاجر الالكترونية السورية، حيث يكون قياس الرطوبة مدمج مع حساس قياس للحرارة المحيطة وليس مخصص للجلد مثل DHT11، يقوم هذا الحساس بقياس الرطوبة والحرارة لكن لا يقيس رطوبة الجلد، ولا يمكن استخدامه ابدا لهذا الخصوص، فقد تم اللجوء الى تصميم دارة تقوم بقياس رطوبة الجلد خصيصا، سعيا لتوفير نظام مراقبة متكامل شاملا كل ما يحتاجه الطفل. يفيد هذا الحساس بقياس رطوبة جلده أي في حالة التعرق او عندما تكون ملابسه بحاجة الى تبديل. نعمل المبدأ مقسم الجهد (Voltage Divider)، وهو طريقة شائعة جدًا لقياس المقاومة المتغيرة باستخدام متحكم دقيق.



الشكل 3.9 يوضح هيكل حساس رطوبة الجلد

١. مـــكـونـــات الـدارة

- مـصـدر جهد 5V (الاردوينو مثلا)
- سلكين يتم وضعهما على الجلد لقياس رطوبته (يمثلان مجس الرطوبة)
- مقاومة ثابتة 10 K Ω
- الدخول الى المتحكم الصغري: A1 مثلا، والذي يمثل مدخل تماثلي في الاردوينو
- الأرضي



الشكل 3.10 يوضح تصميم دارة حساس الرطوبة

٢. مـبـدأ الـعـمـل:

- تكوين مجزئ الجهد (**Voltage Divider**): الدائرة تستخدم مبدأ "مجزئ الجهد" حيث يتم توصيل:
- أحد طرفي السلك بـ **5V**
- الطرف الاخر يوصل بالمقاومة **10K** التي توصل الى الأرضي
- الجهد الوسيط يقرأ من منتصف المجزئ (بين السلك والمقاومة) ويرسل الى منفذ **A1** في الاردوينو.
- دور جلد الإنسان: عند ملامسة السلكين لجلد الإنسان، تتغير مقاومة الجلد حسب الرطوبة:

❖ إذا كان الجلد رطب ← توصيل أعلى ← مقاومة الجلد تنخفض ← الجهد عند **A1** يرتفع

❖ إذا كان الجلد جاف ← توصيل أقل ← مقاومة الجلد أعلى ← الجهد عند **A1** ينخفض

وبمعنى آخر بسيط، الجلد هنا يلعب دور مقاومة متغيرة في مجزئ الجهد

٣. تـفـسـيـر الـقـيـم عـلـى الاردويـنـو:

عندما نستخدم **analogRead(A1)**، ستحصل على قيم من **0** الى **1023** تمثل الجهد من **0** الى **5V**:

- قيمة عالية (مثلا **800** او أكثر) ← تعني الجلد رطب
- قيمة منخفضة (مثلا **200** او اقل) ← تعني الجلد جاف

٤. مـلاحـظـات الأمـــان:

- ✓ هذه الدارة آمنة لأنها تستخدم جهد منخفض **5V** وتيار صغير جداً.
- ✓ تأكد من عزل الاسلاك بشكل جيد.
- ✓ لا تستخدم هذه الدارة على جلد مبلل جدًا أو في أماكن مبللة تمامًا لتجنب التآكل أو التماس كهربائي.

٥. الاسـتـخـدامات الـمـمـكـنـة:

- ❖ قياس التعرق أو الرطوبة.
- ❖ جزء من نظام مراقبة طفل.
- ❖ مستشعر لراحة اليد أو توتر الجسم (مثل **GSR – Galvanic Skin Response**).

3.5.2 قـيـاس درجـة حـرارة الجـسـم:

يعد مراقبة حرارة جسم الطبي من أكثر الأمور الهامة الشائعة بين معظم الأطفال، الا أن التحسس التقليدي عبر اللمس لا يعد خيار دقيق او فعال، حيث اهمال مراقبة الحرارة بشكل آني ودقيق، قد يؤدي الى نوبات الاختلاج، هذا من ناحية، ومن ناحية آخري، قد ترتفع درجة حرارة الطفل بشكل مفاجئ، حيث يتم ارسال تنبيه صوتي ومقروء الى التطبيق، لإخبار الاهل ان درجة حرارة طفلهم ارتفعت الى أكثر من **37** درجة، ومن اهداف المشروع لتكوين نظاما متكاملاً، تم استخدام مقاومة **NTC 10K** لقياس درجة الحرارة، تتميز بالقراءة الدقيقة، الحجم الصغير الذي لا يضايق الطفل عندما يريد الاهل مراقبة حرارته باستمرار (عندما يكون مريض او الأيام الأولى من الولادة)، حيث تتميز **NTC** بخضوعها للأشراف الطبي، واستخدمها بشكل فعلي في حاضنات الأطفال في المشافي.



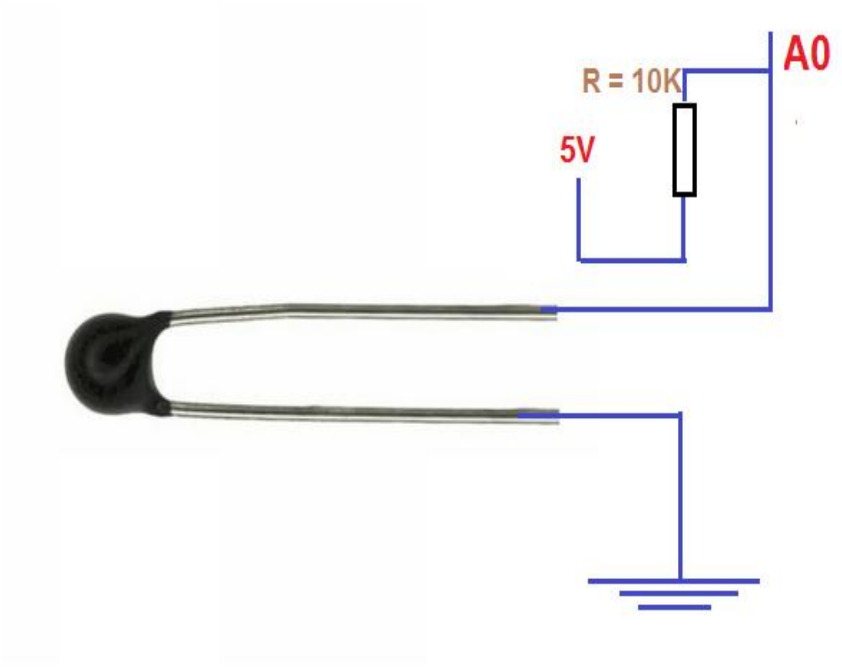
الشكل 3.9 مقاومة NTC

١) مـــا هـــي مـــقـــاومـــة NTC؟

- ✓ **NTC (Negative Temperature Coefficient):** هو اختصار يعني "معامل الحرارة السلبي". وهذا يعني أن مقاومة هذه القطعة **تنخفض** كلما **زادت** درجة حرارتها.
- ✓ **10K:** هذا الرقم يشير إلى أن مقاومة القطعة تساوي **10,000 أوم (10 كيلو أوم)** عند درجة حرارة قياسية تبلغ **25درجة مئوية**.
- ✓ لتحويل تغير المقاومة إلى قراءة جهد يمكن للمتحكم الدقيق (الأردوينو) قراءتها، لتتبع تغيرات الجهد، يتم استخدامها في دائرة **مقسم الجهد (Voltage Divider)**
- ✓ تتغير قيمة المقاومة، حيث كل ما ارتفعت درجة الحرارة، تنخفض قيمة المقاومة.
- ✓ نطاق العمل من **50-** الى **100+** درجة مئوية.

٢) الـــمـــكـــونـــات:

- مصدر جهد ثابت 5V
- مقاومة (NTC 10k) التي ستكون مقاومة متغيرة مع الحرارة.
- مقاومة ثابتة أخرى (10 kΩ) بنفس قيمة مقاومة NTC عند 25 درجة مئوية.



الشكل 3.10 توصيل مقاومة NTC

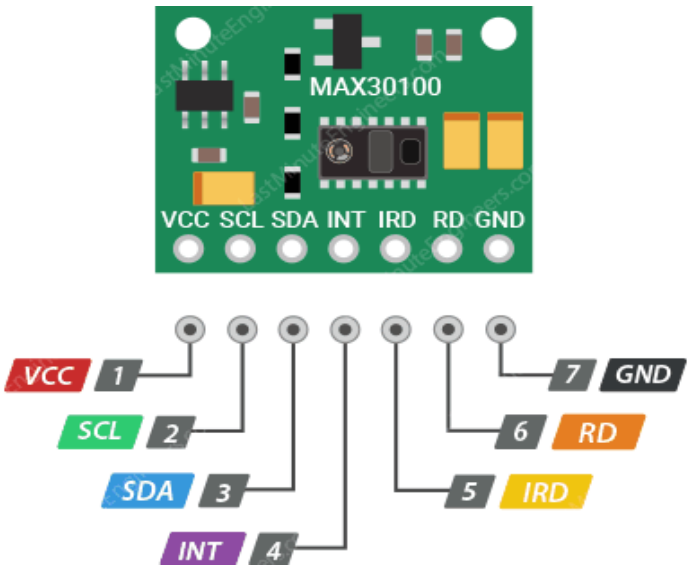
٣) طـريـقـــة الـــعـــمـــل:

- ❖ يتم توصيل المقاومتين على التوالي.
- ❖ عندما تتغير درجة حرارة جسم الطفل، تتغير مقاومة NTC .
- ❖ هذا التغير في المقاومة يؤدي إلى تغير في قيمة الجهد عند نقطة الاتصال بين المقاومتين.
- ❖ يتم توصيل نقطة الاتصال هذه بمدخل تماثلي في الأردوينو مثل **(A2)** ، والذي يقرأ قيمة الجهد المتغيرة.
- ❖ الأردوينو لا يقرأ درجة الحرارة مباشرة، بل يقرأ قيمة الجهد (كقيمة رقمية تتراوح من 0 إلى 1023). لذا، يجب أن يتضمن الكود البرمجي معادلة رياضية مثل معادلة **(Steinhart–Hart)** لتحويل قيمة الجهد التي يقرأها إلى درجة حرارة فعلية (بالدرجة المئوية).
- ❖ **حساس NTC يعطي إشارة تناظرية :** عندما تتغير درجة الحرارة، تتغير مقاومة NTC بشكل تدريجي ومستمر. هذا التغير المستمر يؤدي إلى تغير مستمر في الجهد عند نقطة القراءة. **لذا يتم توصيل المقاومة الى منفذ تماثلي (A0,A1,A2,……)**

3.5.3 قـــيـــاس نـــبـــضـــات الـــقـــلـــب وتـــشـــبـــع الاكـــســـجـــيـــن:

يعد مراقبة عدد نبضات القلب في الدقيقة الواحدة وتشبع الاكسجين في الدم من أهم العوامل لأي إنسان، ويعد اهم علامة حيوية في جسم الإنسان، حيث انخفاض عدد نبضات القلب او ارتفاعها تعد عامل خطير، يجب التدخل الطبي فورا، وكذلك الاكسجين، حيث يكون للشخص البالغ عدد نبضات قلبه من **60** الى **100** نبضة في الدقيقة الواحدة، والاكسجين من **96%** الى **99%**، غير ذلك تتطلب التدخل الطبي فورا (عدا الرياضيين اثناء ممارسة الرياضة التي تصل عندهم نبضات القلب الى **120** او **130** امر طبيعي يزول بعد دقائق من الراحة)، واذا وصل تشبع الاكسجين الى **100%** يسمى بحالة (فرط التهوية) التي تتطلب تدخل طبي اسعافي لموازنة تشبع الاكسجين وعلاج السبب، او الى ما دون **96%** وملاحظة نزوله بسرعة، أمر بالغ الأهمية، يتطلب تدخل طبي مستعجل لتزويد المريض بالأكسجين. ولا سيما الأطفال حيث انخفض عدد نبضات القلب الى ما دون **100** او **120** (حسب الجنس والعمر) أمر يتطلب التدخل الاسعافي الفوري، الا ان الطفل لا يستطيع التعبير أنه يشعر بضيق التنفس او خفقان القلب، الا بوجود جهاز طبي مخصص للقياس والمعروف

بكبر حجمه (نسبياً)، ولمعالجة هذه الحالة البالغة الأهمية، تم وضع حساس **MAX30100** لمراقبة عدد نبضات القلب وتشبع الاكسجين، بشكل سريع وسهل، وارسال التنبيهات الصوتية والمقروءة الى التطبيق (عند وضع الطفل تحت المراقبة) والذي يتميز بصغر حجمه



الشكل 3.11 حساس MAX30100

١) الـــنـــوع وآلـــيـــة الـــعـــمـــل:

- **الـــنـــوع :**هو حساس بصري يستخدم تقنية **قياس التأكسج النبضي (Pulse Oximetry)**
- **آلـــيـــة الـــعـــمـــل:** يحتوي الحساس على مصباحين **(LED أحدهما أحمر والآخر تحت الأحمر)** ومستشعر ضوئي. يقوم الحساس بتوجيه الضوء نحو الجلد (على سبيل المثال، على إصبع اليد) ثم يقيس كمية الضوء التي يمتصها الدم.
- **قـــيـــاس الأكســـجـــيـــن:** يمتص الدم المؤكسد الضوء الأحمر بشكل مختلف عن الدم غير المؤكسد. يقوم الحساس بقياس هذا الاختلاف لحساب نسبة تشبع الأكسجين في الدم.(SpO2)
- **قـــيـــاس الـــنـــبـــض :**يتغير تدفق الدم في الأوعية الدموية مع كل نبضة قلب. يقوم الحساس برصد هذا التغير في امتصاص الضوء لحساب معدل نبضات القلب.

٢) آلـــيـــــة الـــتـــوصـــــيـــل:

يتم توصيل حساس MAX30100 إلى الاردوينو باستخدام بروتوكول اتصال رقمي يسمى **I2C.**

يتطلب هذا البروتوكول أربعة منافذ للتوصيل:

١. **VCC:** لتزويد الحساس بالطاقة. **(عن طريق الاردوينو)**

٢. **GND:** سلك الأرضي.

٣. **SDA (Serial Data):** سلك البيانات التسلسلي.

٤. **SCL (Serial Clock):** سلك الساعة التسلسلية.

٥. توصيل الحساس بالمنافذ المخصصة لبروتوكول I2C على المتحكم الدقيق. في الأردوينو، تكون هذه المنافذ **A4 (SDA)** و**A5 (SCL)**، وفق الشكل **3.1.**

3.6 إنـــشـــاء الـــشـبـكـــة الـــمـحـلـــيـــة:

إن العنصـر الأساسي والذي يشكل مركز الشبكة المحلية هو الراوتر، حيث يأخذ الراوتر مهمتين أساسيتين وهم: بناء اتصال بينه وبين الكرسي بعد إعطاء الكرسي اسم الشبكة (الراوتر) وكلمة السر وتخصيص **IP** – والمهمة الثانية بناء اتصال بينه وبين الأجهزة الذكية، وبهذه الحالة يصبح الموبايل المثبت عليه التطبيق ضمن نطاق الشبكة المحلية، قادر على الاتصال مع الكرسي.

١) مـــــهـــــام الـــراوتـــــر:

١. الراوتر هو المسؤول عن توزيع عناوين IP لجميع الأجهزة المتصلة به، بما فيها الهواتف الذكية **التي تستخدم التطبيق.**

٢. يتم ذلك عبر بروتوكول يسمى بروتوكول تهيئة المضيفين الديناميكي **(DHCP)** وهو جزء أساسي من عمل الراوتر.

٢) توزيع عناوين IP ومنع التداخل:

✓ يعمل الراوتر كمستضيف (Host) لخدمة DHCP. عندما يتصل جهاز جديد بالشبكة (مثل هاتفك أو كرسي الطفل الذكي)، يمر بعملية تسمى "اكتشاف (DHCP Discovery) "DHCP لتأمين عنوان IP. هذه العملية

تتكون من ٤ خطوات رئيسية:

١. **الاكتشاف (Discovery):** يبدأ الجهاز الجديد (العميل) بالبحث عن خادم DHCP على الشبكة. يرسل رسالة بث (Broadcast) تسمى **DHCPDISCOVER** إلى جميع الأجهزة في الشبكة.

٢. **العرض(Offer) :**

- ❖ يستلم الراوتر (خادم (DHCP رسالة الاكتشاف، ويتحقق من نطاق عناوين IP المتاحة لديه.
- ❖ يقوم الراوتر بإرسال رسالة **DHCPOFFER** إلى الجهاز، ويعرض عليه عنوان IP معينًا ومتاحًا للاستخدام.

٣. **الطلب(Request):** يستلم الجهاز العرض من الراوتر، ويرسل رسالة **DHCPREQUEST** للتأكيد على أنه يقبل العنوان المعروض.

٤. **التأكيد (Acknowledgement):**

- ❖ يستلم الراوتر رسالة الطلب، ويقوم بتأكيد تخصيص عنوان IP للجهاز بشكل رسمي.
- ❖ يتم تسجيل هذا العنوان في سجلات الراوتر، مما يضمن عدم تخصيصه لأي جهاز آخر.

وبما أن الراوتر هو الجهة الوحيدة التي تدير توزيع العناوين، فإنه لا يمكن أن يمنح نفس العنوان لجهازين في نفس الوقت. هذا يمنع أي تداخل ويضمن أن كل جهاز على الشبكة له عنوان فريد Unique

٣) أهـــمـــيـــة DHCP في الـمـشـروع:

- ✓ **سهولة الاتصال:** بدونDHCP ، ستحتاج إلى إعداد عنوان IP لكل جهاز في شبكتك يدويًا، مما قد يسبب أخطاء وتداخلات.
- ✓ **ديناميكية ومرونة :**يتيح DHCP للجهاز الحصول على عنوان IP تلقائيًا عند الاتصال بالشبكة، سواء كان هاتفًا أو كرسيًا أو أي جهاز آخر، دون أي تدخل منك.

٤) إعـــــداد الـــشـــبـــكـــة:

تم إعداد الشبكة بين الكرسي والراوتر وهي:

IP (192.168.1.111)

GateaWay (192.168.1.1)

Subnet (255.255.255.0)

3.6.1 اســـتـخـــدام الـــراوتـــر ومـــواصـــفـــاته:

الراوتر هو المكون الأساسي لإنشاء شبكة محلية (LAN) في المنزل، والتي ستكون العمود الفقري لمشروع كرسي الطفل الذكي



الشكل 3.12 راوتر من نوع ASUS DSL-N12E

١) الـــمـــــواصـــفـــات:

١. **النوع:** مودم ADSL وراوتر لاسلكي مدمج في جهاز واحد.

٢. **معيار الشبكة اللاسلكية :**يدعم معايير Wi-Fi 4 (802.11n/g/b) مما يوفر سرعة تصل إلى 300 ميجابت في الثانية.

٣. **نطاق التردد:** يعمل على نطاق تردد 2.4 جيجا هرتز، وهو مناسب للاستخدامات المنزلية التي تتطلب مدى تغطية جيدًا.

٤. **منافذ LAN:** يحتوي على ٤ منافذ LAN من نوع Fast Ethernet (10/100Mbps) لتوصيل الأجهزة عبر الكابل.

٥. **منفذ WAN:** يحتوي على منفذ WAN للاتصال بمزود خدمة الإنترنت.(ISP)

٦. **الأمان:** يدعم بروتوكولات التشفير القياسية مثل WPA/WPA2-PSK لتأمين الشبكة.

٧. **DHCP Server:** كما ذكرنا سابقًا، يقوم بتوزيع عناوين IP تلقائيًا.

٨. **جدار حماية (Firewall):** يوفر حماية أساسية للشبكة.

٩. **دعم WPS:** زر لسهولة الاتصال بالأجهزة دون إدخال كلمة المرور.

١٠. **هوائيات:** يحتوي على هوائي ثابت أو قابل للفك بـ **5dbi**

١١. قادر على العمل وفق التغذية الكهربائية المنزلية او عبر بطارية **بجهد 7V**

٢) الـــوظـــائـــف:

- **إنشاء شبكة LAN لاسلكية:** يوفر الراوتر نقطة وصول للإنترنت ويقوم ببث إشارة Wi-Fi لتشكيل شبكة محلية
- **توزيع عناوين IP:** يحتوي الراوتر على خادم DHCP يقوم تلقائيًا بتخصيص عنوان IP فريد لكل جهاز يتصل بالشبكة (سواء كان الكرسي الذكي أو الموبايل الذكي)
- **إدارة الاتصالات:** يعمل كبوابة (Gateway)
- **المنافذ:** يحتوي على منافذ إيثرنت (LAN) لتوصيل الأجهزة عبر الكابل

٣) الاســـتـــخـــدامـــات فـــي الـمـشـروع:

❖ **المركز الرئيسي:** الراوتر هو النقطة المركزية التي تربط جميع أجهزة مشروعك معًا.

❖ **اتصال ESP8266:** يقوم جهاز ESP8266 في كرسي الطفل الذكي بالاتصال بشبكة Wi-Fi التي يبثها هذا الراوتر.

❖ **الاتصال بالتطبيق:** يتصل هاتفك الذكي بنفس شبكة Wi-Fi ، مما يتيح له التواصل مباشرةً مع الكرسي عبر عنوان IP المحلي الذي خصصه الراوتر.

3.7 تـــحـــلـــيـــل واســـتـــخـــدام الـــحـــســـاســـات:

الهدف الأساسي من دمج محرك السيرفو في الكرسي هو توفير آلية لتهدئة الطفل عند بكائه، أو مساعدته على النوم. هذا يحول الكرسي من مجرد أداة مراقبة إلى أداة تفاعلية، مما يقلل من حاجة الوالدين للتدخل اليدوي. ويتم ذلك عبر التطبيق.

١) **الـــمـــكـــون الاســـاســـي: محرك السيرفو MG996:** هذا المحرك هو العنصر المشغل (Actuator) المسؤول عن توليد حركة الاهتزاز. يتميز بقوة عزم دوران عالية، مما يجعله قادرًا على تحريك كرسي بوزن الطفل. يتم التحكم في زاوية دورانه بدقة باستخدام إشارة تعديل عرض النبضة (PWM) ، والذي قادر ان يتحرك بزاوية 180 درجة.

٢) يتم تحديد زاوية الدوران (الاهتزاز) عن طريق البرمجة، حيث تم تحديد زاوية دورانه 60 درجة، من 10 الى 70.

3.8 تـطـبـيـق الـمـوبـايـل الـذكـي (الـخـاص بالـمـشروع):

١) الـهـدف من الـتـطـبـيـق:

الهدف الرئيسي من التطبيق هو تحويل مشروع الكرسي الذكي من مجرد نظام تلقائي إلى نظام تفاعلي يمكن للوالدين مراقبته والتحكم فيه عن بعد. يعمل التطبيق كلوحة تحكم (Dashboard) مركزية، تعرض جميع البيانات التي تجمعها الحساسات وتتيح للمستخدم إمكانية التفاعل مع الكرسي.

٢) بـنـيـة الـتـطـبـيـق(Application Architecture) :

يعتمد التطبيق على بنية برمجية قائمة على الاتصال الشبكي، حيث يتواصل مع الكرسي عبر شبكة .Wi-Fi يمكن تقسيم بنية التطبيق إلى ثلاثة أجزاء رئيسية:

١. **واجهة المستخدم (UI Layer):** تتكون من جميع الشاشات والعناصر المرئية التي يتفاعل معها المستخدم. يتم بناؤها باستخدام لغة **Java** في بيئة .**Android Studio**
٢. **طبقة الاتصال (Communication Layer):** مسؤولة عن فتح قناة اتصال مع المتحكم الدقيق (ESP8266) وإدارة تبادل البيانات. تستخدم بروتوكول TCP/IP أو HTTP للاتصال.
٣. **طبقة معالجة البيانات (Data Processing Layer):** تقوم بمعالجة البيانات الواردة من الكرسي وتنسيقها للعرض على الشاشة، بالإضافة إلى تحويل أوامر المستخدم إلى صيغة يمكن للكرسي فهمها.

٣) الـوظـائـف والـمـيـزات الـرئـيـسـيـة:

- **عرض البيانات في الوقت الفعلي (Real-time Monitoring):** يعرض التطبيق قراءات الحساسات المختلفة على شاشة رئيسية واحدة:
  - ✓ درجة حرارة جسم الطفل.
  - ✓ معدل نبضات القلب ومستوى الأكسجين في الدم.
  - ✓ درجة حرارة المحيطة بالكرسي ورطوبة جسم الطفل
  - ✓ الـــوزن

- ✓ عندما يوجد هناك صوت صادر من الكرسي (الطفل يبكي)
- ✓ إدخـــال الـطـول بـشـكـل يـدوي
- ✓ عـنـدمـــا لا يـــكـــون الـطـفـل داخـــل الـــكـــرســـي يـــرســـل عـبـارة "الكرسي فارغ"

- **نظام التنبيهات (Alerts & Notifications):** يُرسل التطبيق إشعارات فورية إلى هاتف الوالدين عند وقوع أي حدث خطر، مثل:
  - ✓ بكاء الطفل (بعد تحليل إشارة حساس الصوت)
  - ✓ ميلان الكرسي بشكل خطر (من حساس الميلان)
  - ✓ قراءات حيوية غير طبيعية وتشمل:
    - ❖ ارتفاع نبضات القلب او انخفاضها عن حد معين مبرمج
    - ❖ انخفاض نسبة تشبع الاكسجين او وصولها الى نسبة ١٠٠%
    - ❖ بكاء الطفل
    - ❖ الكرسي بحالة الميلان والاصطدام
    - ❖ ارتفاع درجة الحرارة الجسم عن ٣٧.٥
- **التحكم عن بعد (Remote Control):** يسمح التطبيق للمستخدم بالتحكم في بعض وظائف الكرسي عن بعد، مـــثـــل:
  - ✓ تـفـعـيـل واطـفـاء الـمـوسـيـقـى الـصـوتـيـة
  - ✓ تـفـعـيـل مـحـرك الـسـيرفـو (وضعية الكرسي الهزاز)
  - ✓ تـفـعـيـل الـحـمـايـة (تلقي إنذارات الاصطدام)
  - ✓ تـفـعـيـل وإيـقـاف الـمـروحـة
  - ✓ تـفـعـيـل وضـعـيـة الـنـوم (تلقي الإنذارات عند بكاء الطفل)
- **مـقـارنـة الـعـلامـات الـحـيـويـة:** يتم مقارنة العلامات الحيوية لـ آخر 6 قراءات، الأمر الذي يفيد توفير مراقبة صحية فعالة ومراقبة حالة الطفل الصحية، هل هي تزداد سوءا او تتحسن. وهي:
  - ✓ نبضات القلب

- ✓ تشبع الأكسجين
- ✓ الحرارة
- ✓ الرطوبة

- **تـشـغـيـل وايـقـاف اوتـومـاتـيـكـي ويـشـمـل:**

- ✓ تـفـعـيـل اهـتـزاز الـكـرسـي عـنـد بـكـاء الـطـفـل
- ✓ أيـقـاف بـعـض الاجـهـزة عـنـد خـروج الـطـفـل من الـكـرسـي مـثـل: تحريك الكرسي – إطفاء المروحة والتدفئة
- ✓ تـفـعـيـل الـتـدفـئـة عـنـد انـخـفـاض الـحـرارة عن 20 درجة
- ✓ تـفـعـل الـمـروحـة عـنـد ارتـفـاع الـحـراة عن 30 درجة

٤) مسـار تـدفـق الـبـيـانـات (Data Flow Diagram): يمكن تمثيل مسار تدفق البيانات بين الكرسي والتطبيق كما يلي:

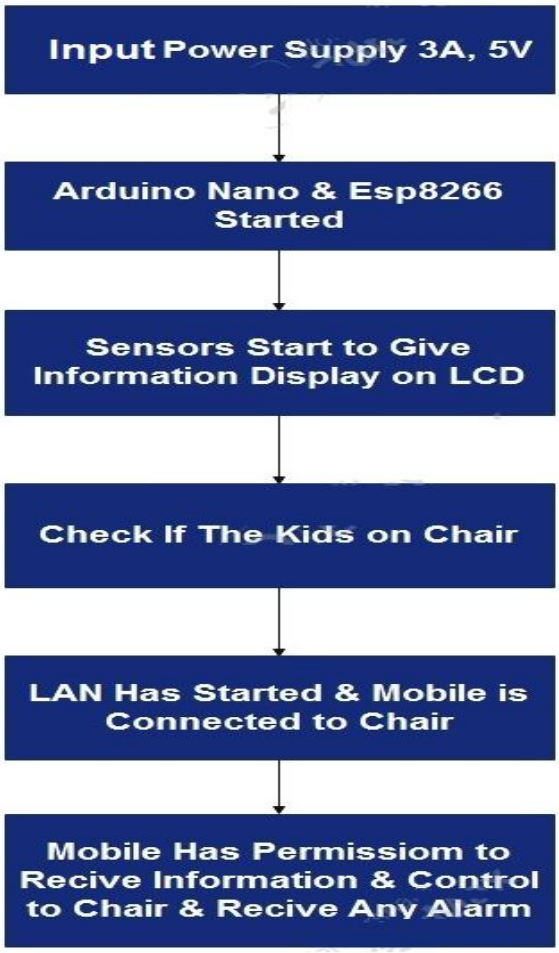
١. **الاستشعار:** تقوم الحساسات بجمع البيانات المادية (الحرارة، النبض، الوزن، إلخ)
٢. **المعالجة في المتحكم:** يقرأ متحكم ESP8266 هذه البيانات من المنافذ التناظرية والرقمية، ويعالجها.
٣. **الإرسال عبر الشبكة:** يقوم ESP8266 بإرسال البيانات المعالجة إلى التطبيق عبر شبكة WIFI المحلية
٤. **استقبال البيانات:** يستقبل تطبيق الأندرويد البيانات عبر الاتصال الشبكي المحلي
٥. **العرض والتنبيه:** يقوم التطبيق بعرض البيانات في واجهته، وفي حالة وجود أي قراءة خطرة، يُطلق التنبيهات اللازمة.

الـــــفـــــصـــــل الـــــرابـــــع

الـــــدراســـة الـــتـــصـــمـــيـــمـــيـــة للـمـشـروع

4.1 مـــقـــــدمـــــة:

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم وصف تفصيلي وتصميم شامل لنظام ذكي متكامل مصمم لرعاية ومراقبة الطفل الرضيع، ودمجه في كرسي هزاز. يعتمد المشروع على مبادئ إنترنت الأشياء (IoT) لربط المكونات المادية مع واجهة مستخدم رقمية (تطبيق أندرويد).



الشكل 4.1 الهيكل العام لتنفيذ المشروع

يـتـضـمـــن هـــذا الـــفـــصـــل الأقـسـام الـتـالـيـــة:

- ✓ تصنيف العتاد الصلب للمشروع
- ✓ مخططات عمل المشروع وتصميمه
- ✓ هندسة المشروع
- ✓ المنهجية البرمجية
- ✓ دارة المشروع
- ✓ بنية الاتصال في المشروع

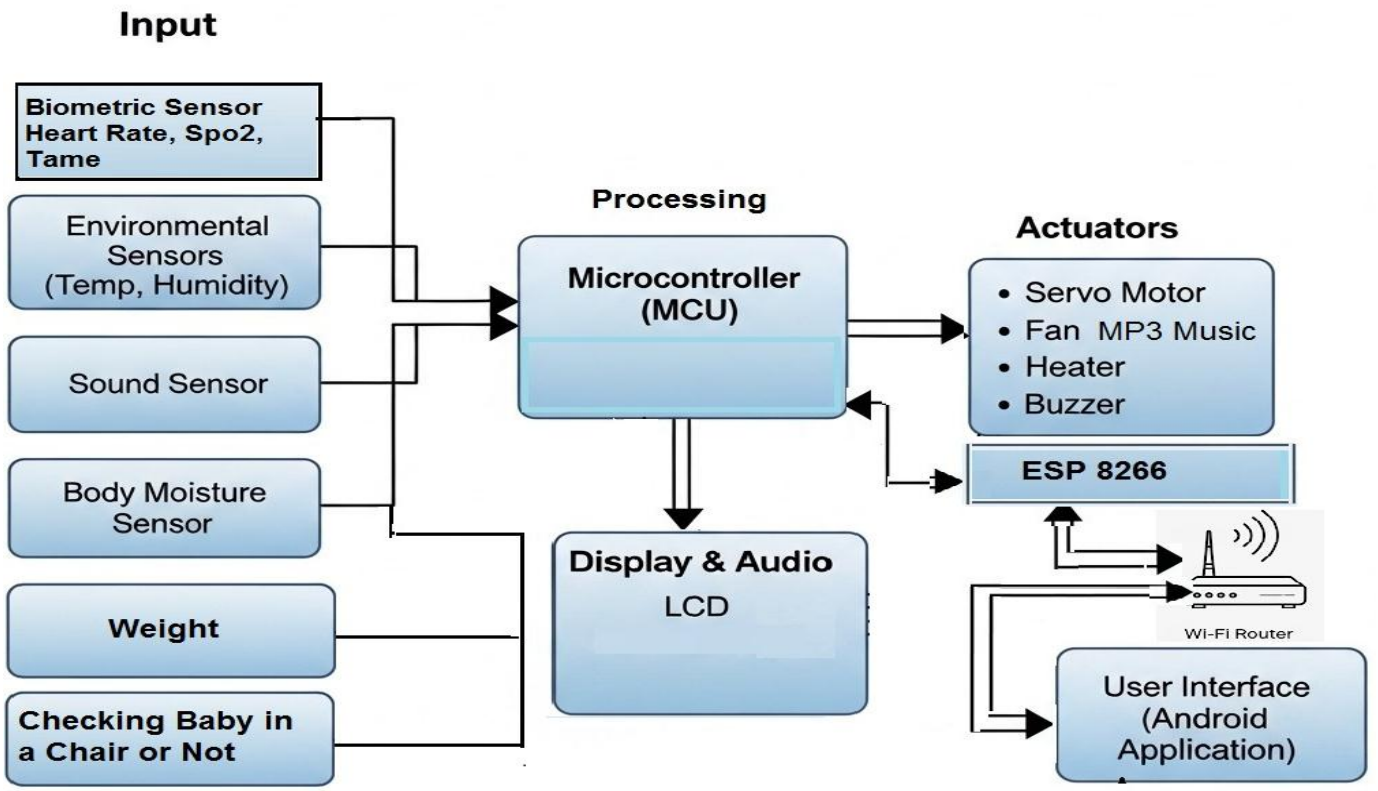
4.2 تـصـنـيـف الـعـتـاد الـصـلـب لـلـمـشـروع:

الجدول 4.1 مكونات المشروع ومهامها

الفئة الرئيسية	المكون	وصف المكون	مهمة المكون في المشروع
وحدات المعالجة المركزية	الاردوينو نانو	متحكم دقيق صغير الحجم ومُدمج ويحتوي على منافذ تناظرية ورقمية	يجمع البيانات من الحساسات ويعالجها، ويتحكم في المشغلات
	ESP 8266	متحكم دقيق بمعالج داخلي وذاكرة ويدعم الاتصال اللاسلكي Wi-Fi.	العنصر الأساسي للاتصال بين الكرسي والتطبيق ويُرسل التنبيهات عبر الشبكة.
الحساسات	MAX30100	حساس بصري لقياس معدل نبضات القلب ومستوى الأكسجين في الدم.	المراقبة الصحية :يراقب المؤشرات الحيوية للطفل.
	NTC Thermistor	مقاومة تتغير قيمتها مع درجة الحرارة.	قياس الحرارة :تُستخدم لقياس درجة حرارة جسم الطفل.
	حساس الميلان	يحتوي على كرة معدنية صغيرة داخل هيكل مغلق.	التحكم في الوضعية :يكتشف أي تغيير في زاوية ميلان الكرسي.
	حساس الوزن (Load Cell)	حساس ميكانيكي يقيس الضغط والوزن.	يقيس وزن الطفل حتى 10 كغ
	حساس الصوت	يحتوي على ميكروفون يلتقط الموجات الصوتية.	الكشف عن البكاء :يكتشف صوت بكاء الطفل
	مجس رطوبة الجلد	سلكان مع مقاومة ثابتة (10kΩ).	الكشف عن الحفاض :يكتشف رطوبة جلد الطفل.
	DHT11	حساس رقمي يجمع بين مستشعرين للحرارة والرطوبة	المراقبة البيئية :يراقب درجة حرارة المحيط
المشغلات	مروحة صغيرة	محرك كهربائي يعمل على تحريك الهواء.	التبريد: تُشغل لتخفيض درجة حرارة الكرسي.
	عنصر تدفئة	عنصر يسخن عند مرور التيار الكهربائي فيه.	التدفئة: يُشغل لزيادة درجة حرارة الكرسي.

	حساس الاشعة تحت الحمراء IR	يستخدم نطاق الاشعة تحت الحمراء، للكشف عن وجود الاجسام او قياس المسافات	للكشف عن وجود الطفل في الكرسي
	DFPLayer Mini MP3	تشغيل ملفات MP3	بقراءة ملفات الصوت المخزنة على بطاقة microSD، ثم تحويلها إلى إشارة صوتية (موسيقى)
	محرك Servo MG996	يُستخدم لتنفيذ حركة دقيقة بزاوية معينة، مثل تحريك الكرسي (كرسي هزاز)	يُربط بمنفذ (PWM تعديل عرض النبضة) في المتحكم الدقيق للتحكم وفق الزاوية المبرمجة
نظام الاتصال	راوتر لاسلكي(Router)	جهاز يربط الأجهزة ببعضها البعض وفق شبكة LAN	يوفر شبكة Wi-Fi للكرسي ويسمح بإرسال التنبيهات.
شاشة عرض القراءات	LCD 16 * 2	شاشة لعرض قراءات مبرمجة مسبقا	تعرض نبضات القلب والاكسجين والحرارة والرطوبة بشكل مستمر
	بروتوكول I2C	بروتوكول اتصال تسلسلي متزامن، يستخدم سلكان فقط SDA, SCL	تحتاج LCD على الأقل ٨ اسلاك تتوصل على ٨ منافذ من الاردوينو، لذا يستخدم لصقا مع الشاشة ويتم استخدام سلكان فقط وتوصيل MAX30100 وتوفير اضاءة الشاشة
مكونات الدارة الأساسية	مقاومات 10K, 1K, 2K	حماية العناصر الالكترونية من الجهد والتيار العالي	حماية بعض العناصر المستخدمة التي تستخدم جهد أقل من 5V وتعمل كمقسم جهد في بعض العناصر، حماية قواعد الترانزستورات
	ترانزستور BC337	يعمل كمفتاح إلكتروني للتحكم في مرور التيار.	حماية المروحة من التيار العالي كمفتاح
	ترانزستور BD224	يعمل كمفتاح او مضخم يعمل الى 2A	حماية وشيعة التدفئة من التيار العالي كمفتاح

4.3 مـخـطـطـات عـمـل الـمـشـروع وتـصـمـيـمـه:



الشكل 4.2 المخطط الكتلي للمشروع

يعرض الشكل 4.1 المخطط الكُتلي (Block Diagram) بنية نظام الكرسي الذكي بطريقة منهجية، حيث يربط بين المكونات الرئيسية ووظائفها. يمكن تقسيمه إلى أربع كتل رئيسية:

١. كـتـلـة الـحـسـاسـات:

- تقع في الجانب الأيسر من المخطط.
- هي المسؤولة عن جمع البيانات من البيئة المحيطة بالطفل ومن جسمه.
- تنقسم إلى ثلاث فئات:
  - Biometric Sensors: لقياس المؤشرات الحيوية للطفل.
  - Environmental Sensors: لقياس درجة حرارة ورطوبة المحيط.
  - Motion Sensor (Accelerometer): حساسات الحركة لاكتشاف الميلان أو السقوط.
  - Sound Sensor: لاكتشاف صوت بكاء الطفل أو الضوضاء المحيطة.

- Body Moisture Sensor: لاكتشاف رطوبة الحفاض أو جلد الطفل

٢. كتلة المعالجة المركزية (Microcontroller Unit – MCU):

- تقع في منتصف المخطط.
- هي عقل النظام. تتلقى جميع البيانات من الحساسات.
- وظيفتها هي معالجة وتحليل هذه البيانات وفقًا للبرمجة المحددة.
- تُشير الأسهم المتجهة إليها من الحساسات إلى أنها تتلقى البيانات كمدخلات.

٣. كتلة المشغلات (Actuators):

- تقع في الجانب الأيمن العلوي.
- هي الأجزاء التي تنفذ الأوامر الصادرة من المتحكم الدقيق.
- تُشير الأسهم المتجهة إليها من المتحكم إلى أنها تتلقى الأوامر.
- تتضمن:

✓ Servo Motor: يُستخدم لحركة الاهتزاز.

✓ Fan: يُستخدم للتبريد.

✓ Heater: وشيعة تدفئة

٤. العرض والصوت (Display & Audio):

- تقع في الجانب الأيمن الأوسط.
- تمثل واجهة الإخراج المباشر على الكرسي
- تتكون من:

❖ LCD: شاشة عرض صغيرة لعرض البيانات مباشرة على الكرسي (مثل المؤشرات الحيوية).

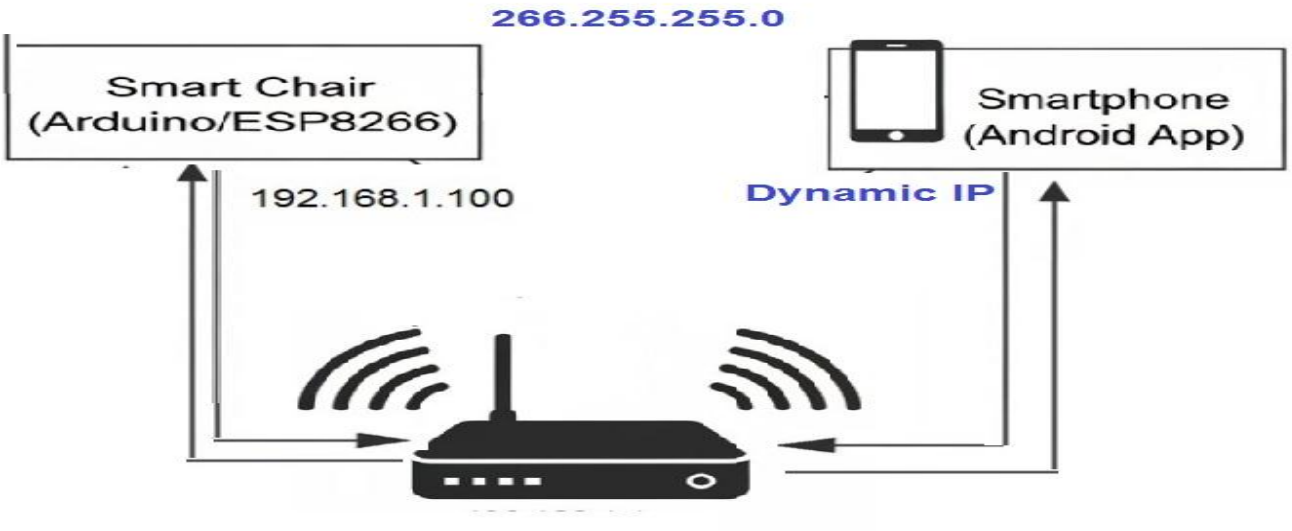
❖ MP3 DFPlayer: وحدة تشغيل صوتيات، يمكن استخدامها لتشغيل أغاني هادئة أو أصوات مهدئة للطفل.

❖ يُظهر السهمان المتجهان من وإلى هذه الكتلة أن المتحكم يرسل الأوامر لتشغيلها، وقد تتلقى منها بعض التغذية الراجعة.

٥. **الاتصال وواجهة المستخدم (Communication Unit & User Interface):**

- تقع في الجانب الأيمن السفلي.
- Communication Unit (Wi-Fi): المسؤولة عن ربط الكرسي بالشبكة.
- User Interface (Android Application): التطبيق الذي يتحكم به الوالدان.
- يربط السهمان هذه الكتلة بالمتحكم، مما يوضح أن التواصل بين النظام والتطبيق ثنائي الاتجاه.

4.3.1 مـخـطـط الـشـبـكـة الـمـحـلـيـة LAN:



الشكل 4.3 مخطط الشبكة المحلية

١) مـكـونـات الـشـبـكـة:

١. الراوتر (المركز): هذا الجهاز سيعمل كنقطة وصول **(Access Point)** لربط الكرسي والهاتف.

٢. الكرسي الذكي (الخادم)

٣. الهاتف الذكي (العميل)

٤. التوصيل اللاسلكي

٢) مـعـلـومـات الـشـبـكـة:

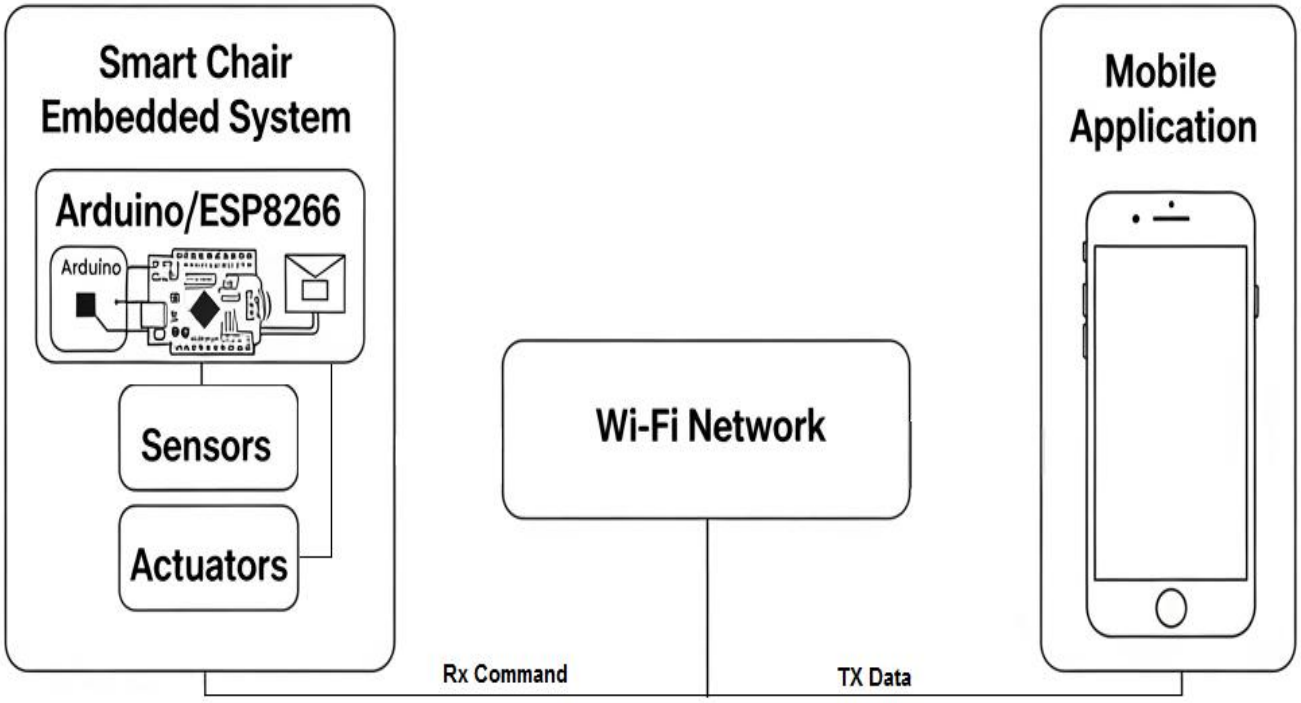
- ✓ **اسم الشبكة:** ASUS
- ✓ **كلمة السر:** MTtt550M
- ✓ **نـطـاق البث:** 150 متر
- ✓ **IP الكرسي:** (192.168.1.100)
- ✓ **IP الراوتر:** (192.168.1.1)

الميزة	الاتصال عبر الراوتر (الموصي به)	الاتصال المباشر (غير موصى به)
النطاق	واسع (يغطي جميع أنحاء المنزل، يصل الى 300 متر للراوتر الذي يحتوي أكثر من هوائي)	محدود (يجب أن تكون قريبًا من الكرسي 20 اقصى حد)
الوصول للإنترنت	متاح (يمكنك استخدام الإنترنت والتحكم في الكرسي في نفس الوقت)	غير متاح (عادةً ما تفقد اتصالك بالإنترنت عند الاتصال بالكرسي)
الموثوقية	عالية (الراوتر يضمن اتصالًا مستقرًا)	منخفضة (الاتصال قد ينقطع بسهولة)
عدد الأجهزة	متعددة (يمكن لأكثر من هاتف الاتصال بالكرسي)	جهاز واحد (الاتصال يكون بين جهازين فقط)
الاستخدام	أكثر عملية (للاستخدام اليومي في المنزل)	غير عملي (للاستخدام في حالات محددة جدًا)

الجدول 4.2 الفرق بين الاتصال المباشر اتصال عبر الراوتر

4.3.3 مـخـطـط الـمـكـونـات:

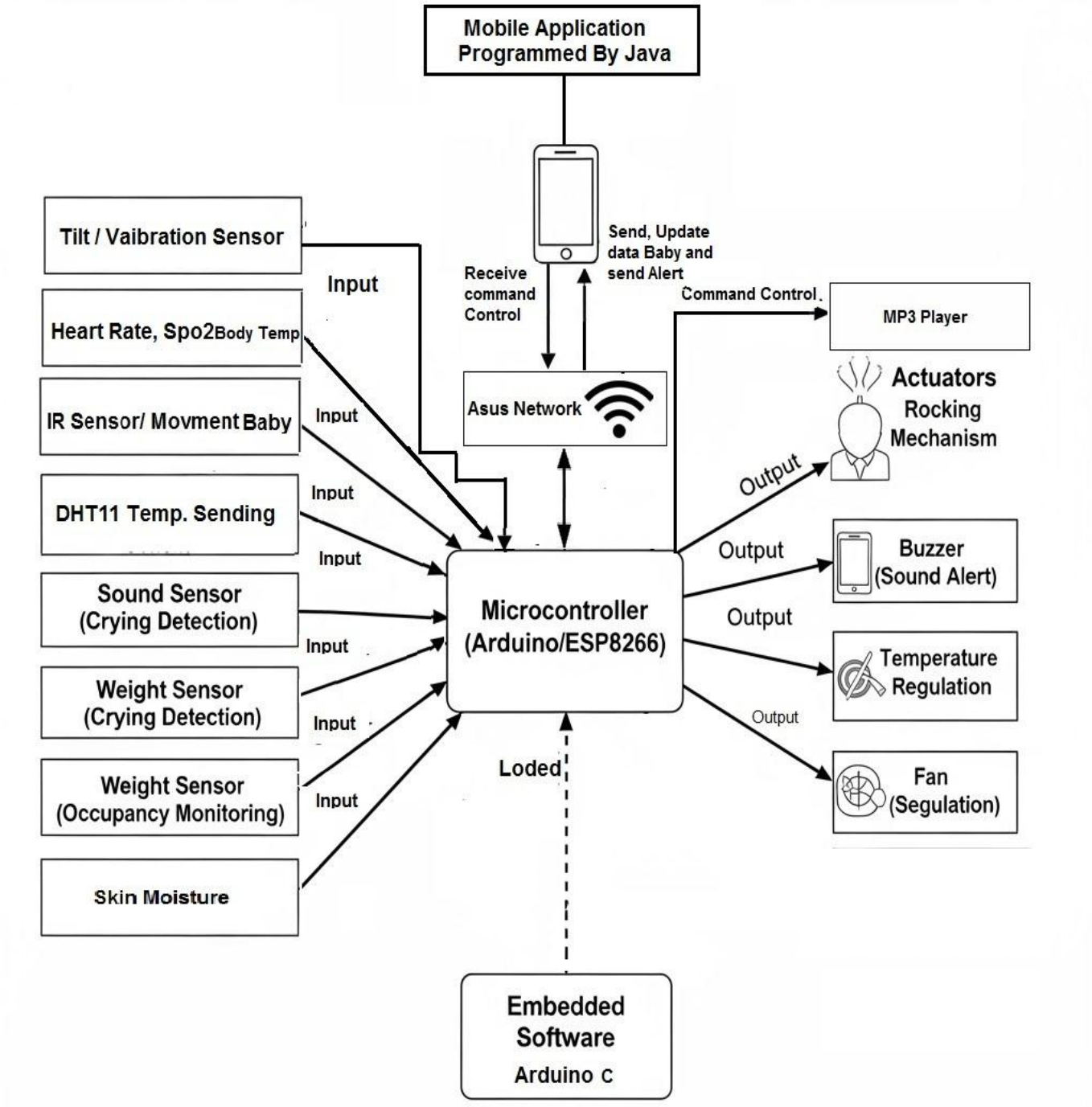
يتوزع العتاد المستخدم في المشروع الى ثلاث كتل مكونات، حيث كل يحتوي على عتاد منفصل، مثل: مكون الحساسات والانظمة المدمجة: والذي يحتوي على جميع العتاد المادي العامل ضمن الكرسي والذي يقوم بمهام جمع بيانات (حرارة – نبضات...الخ) – استشعار (الكرسي فارغ – الطفل يبكي) والأنظمة المدمجة والتي تكون أساس عمل الكرسي وتبادل البيانات (**ESP 8266, Arduino Nano**). وكتلة الشبكة ومكونات تشغيلها، وأيضا كتلة المستخدم بما فيها البرمجيات والتطبيق.



الشكل 4.4 مخطط المكونات

4.4 هـــنـــدســـة الـمـــشـــروع:

تشمل "هندسة المشروع" جميع الجوانب التقنية والفنية لتصميم النظام وبنائه وتشغيله. وهي تجمع بين الهندسة المادية (Hardware)والبرمجية (Software) وهندسة الشبكات لإنشاء حل متكامل وفعال.



الشكل 4.5 مخطط هندسة المشروع

تتكون هندسة المشروع من ٣ مراحل رئيسية:

١) **الهندسة المادية (Hardware Engineering):** تركز هذه الهندسة على اختيار المكونات المادية وتصميم الدوائر الإلكترونية وكيفية توصيلها.

٢) **الهندسة البرمجية (Software Engineering):** تُعد أساس المنطق الذكي للمشروع، وتشمل برمجة المتحكمات المستخدمة وبرمجة التطبيق

٣) **هندسة الشبكات (Network Engineering):** تهدف هذه الهندسة إلى بناء قناة اتصال موثوقة وآمنة وسريعة بين أجزاء النظام. واختيار نوع الشبكة المراد استخدامها، عنوانIP ، والبروتوكول.

4.5 الـمـنـهـجـيـة الـبـرمـجـيـة (Programming Methodology):

تعتمد المنهجية البرمجية للمشروع على نهج متكامل يجمع بين برمجتين منفصلتين ولكنهما متصلتان: برنامج النظام المدمج (Embedded System)المكتوب بلغة C وطبيق واجهة المستخدم المكتوب بلغة .Java هذا الفصل في البرمجة يضمن كفاءة كل جزء واستقلاليته.

4.5.1 برمجة المتحكم الدقيق (Arduino C):

يتم تطوير برنامج المتحكم الدقيق (ESP8266/Arduino Nano) باستخدام لغة البرمجة C في بيئة التطوير المتكاملة Arduino IDE تتكون هذه البرمجة من الوظائف الأساسية التالية:

- **التهيئة (Initialization):** تعداد المنافذ الرقمية والتناظرية، وتهيئة الحساسات، وإعداد الاتصال اللاسلكي(Wi-Fi).
- **حلقات القراءة والتنفيذ (Main Loop):**

✓ **جمع البيانات:** قراءة مستمرة لقيم جميع الحساسات (درجة الحرارة، النبض، الميلان، الصوت) على فترات زمنية محددة.

✓ **معالجة البيانات:** تحليل القيم المجمعة ومقارنتها بالحدود المحددة مسبقًا.(Thresholds)

✓ **منطق التحكم:** تفعيل المشغلات (المحرك، المروحة، البزر) بناءً على نتائج المعالجة

✓ **الاتصال:** إرسال البيانات إلى خادم محلي

4.5.2 برمجة تطبيق الهاتف الذكي (لغة Java):

يتم تطوير تطبيق الهاتف الذكي باستخدام لغة البرمجة **Java** في بيئة .**Android Studio** يمثل التطبيق واجهة المستخدم، ويتمحور دوره حول ثلاث طبقات برمجية:

❖ **طبقة واجهة المستخدم (UI Layer):** يتم فيها بناء الشاشات والعناصر التفاعلية باستخدام XML و .Java

وهي مسؤولة عن عرض البيانات بشكل مرئي وتقديم تجربة استخدام سهلة للمستخدم.

❖ **طبقة الاتصال (Communication Layer):** ستخدم مكتبات شبكية في Java لإرسال طلبات (GET/POST)إلى المتحكم الدقيق (ESP8266) لاستلام البيانات أو إرسال أوامر التحكم.

❖ استخدام مكتبة **Class Connect Thread** لبناء الاتصال بين التطبيق و ESP

❖ **طبقة معالجة البيانات (Data Processing Layer):** يتم فيها تحليل البيانات الواردة بصيغة JSON ، واستخراج القيم، وتحديث واجهة المستخدم، وإطلاق إشعارات التنبيه في الخلفية (Alarm notification) وتخزين المعلومات الحيوية.

4.6 دارة الـــمـــشـــــروع:

تظهر الدارة مخططًا متكاملًا لمشروع الكرسي الذكي، حيث يتوسطها المتحكم **Arduino Nano**الذي يربط بين جميع المكونات. وتتضمن:

١. المتحكم الرئيسي:

❖ **Arduino Nano:** هو العقل المدبر للنظام، حيث يتلقى البيانات من الحساسات ويتحكم في المشغلات

٢. الـحـســاســات (الـمـدخـلات) :

✓ **حساس درجة الحرارة (NTC) :** موصول بالمنفذ التناظري **A0** ويتم توصيل مقاومة على التسلسل **10k** والتي تعمل مجزئ جهد، حيث **NTC** مقاومة تتغير قيمتها وفق درجات الحرارة، أي تنخفض قيمة المقاومة بالتزامن مع ارتفاع درجات الحرارة، أي تتغير قيمة الجهد، لذا نستخدم مبدأ مجزئ الجهد (للحماية)

✓ **حساس الوزن (Load Cell) :** موصول بالمنفذ التناظري .**A1**

✓ **حساس الصوت :**موصول بالمنفذ الرقمي **D12** لاكتشاف بكاء الطفل.

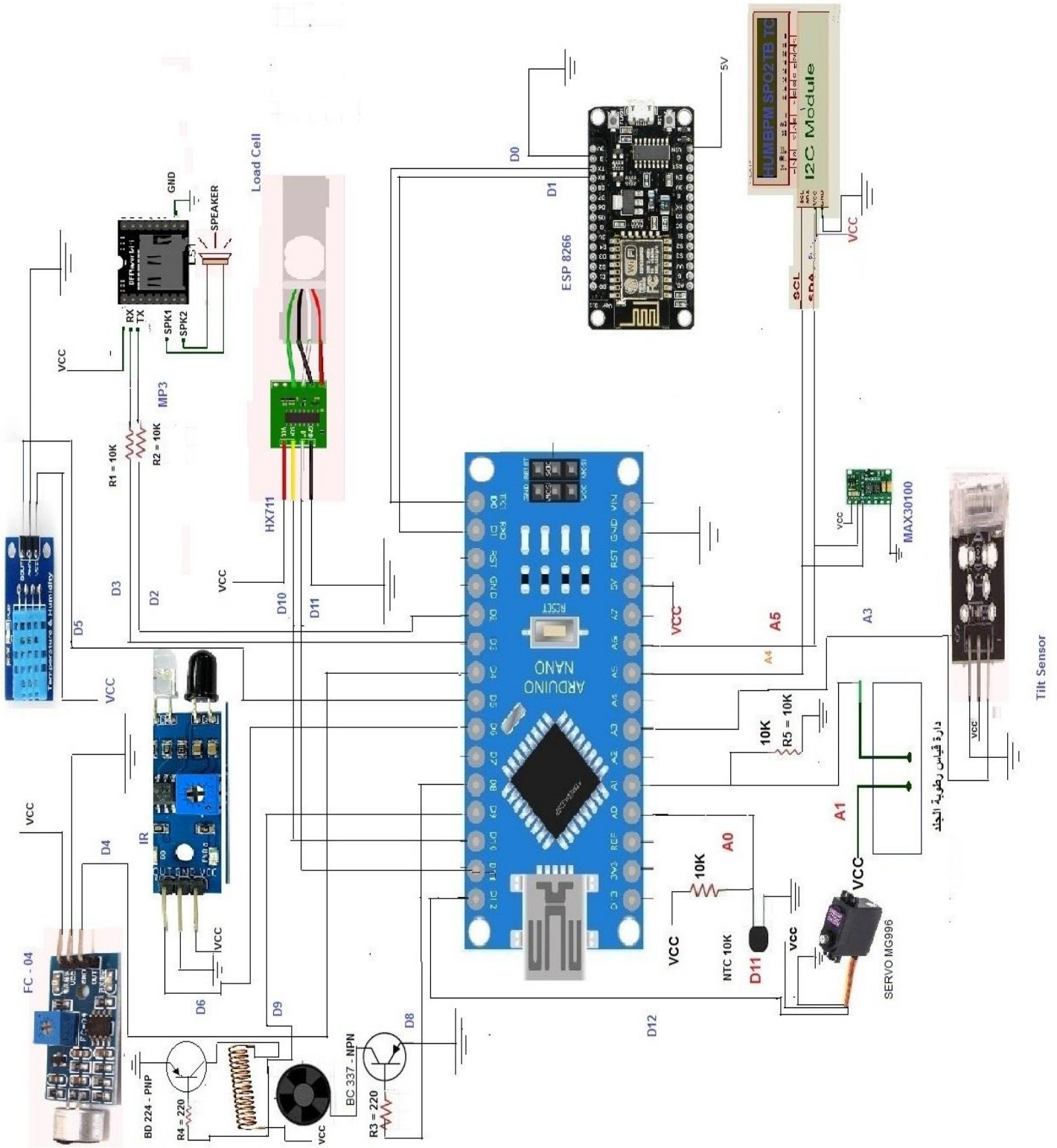
✓ **حساس الأشعة تحت الحمراء (IR)**: موصول بالمنفذ الرقمي **D2** للكشف عن وجود الطفل.

✓ **حساس درجة الحرارة والرطوبة (DHT11):** موصول بالمنفذ الرقمي .**D6**

✓ **حساس الاكسجين والنبض (MAX30100):** موصول بمنافذ **(A4, A5)** أي المنافذ الخاصة بـ **SDA, SCL**

✓ **دارة قياس رطوبة الجلد:** توصل على المنفذ **A6** يتوسط السلك مقاومة 10K لتعمل وفق مبدأ مجزئ الجهد.

- ✓ **حساس الميلان (Vibration Sensor):** يتم توصيله الى المنفذ **A3** لقراءة الإشارة الناتجة عن الحساس



الشكل 4.6 دارة توصيل المشروع

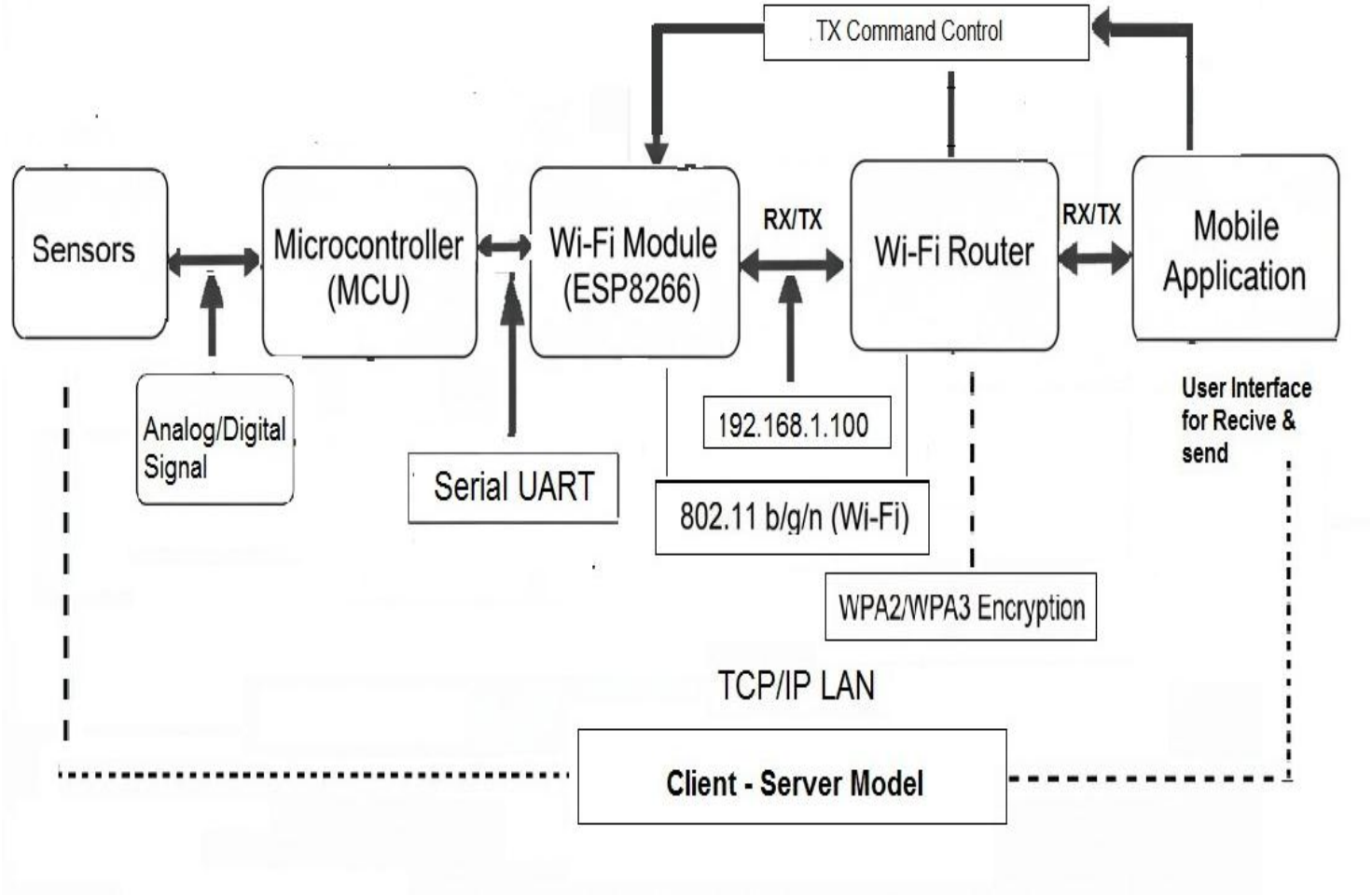
تم توصيل الحساسات والمكونات بالمتحكم الدقيق مع توصيل وحدة ESP8266 وفق المخطط الإلكتروني المصمم .حيث

يتم توصيل كل من الحساسات إلى مداخل القراءة التناظرية أو الرقمية حسب نوعها

٣. الـــمـــشـــغـــلات (الـــمـــخـــرجـــات):

- ✓ **محرك السيرفو:** موصول بالمنفذ الرقمي **D11** والذي يؤمن اهتزاز الكرسي بمقدار 60 درجة (من 10 الى 70 درجة)
- ✓ **مروحة التبريد:** يتم التحكم فيها عبر ترانزستور **BC337 NPN** يتم توصيلها الى مجمع الترانزستور ويتم وضع مقاومة 220 مع القاعدة للحماية من التيارات العالية ثم توصيل القاعدة بالمنفذ الرقمي .**D8** والباعث الى الأرضي والذي يعمل الترانزستور (مفتاح) حيث ان الاردوينو يخرج **45mA** الى ان المروحة تحتاج الى **800mA** للعمل.
- ✓ السبيكر: يتوصل مع وحدة تشغيل الصوت **DFMP3 Player mini**
- ✓ وشيعة التدفئة: يتم توصيلها مع باعث الترانزستور**BD 234 PNP** ثم يتم وضع مقاومة **220** على قاعدة الترانزستور والذي يتميز بالعمل على **1A** لحمايته من التيارات العالية ويوصل القاعدة مع المقاومة الى المنفذ **D9** والمجمع الى الأرضي. وهنا يعمل الترانزستور (كمفتاح)، ولنفس السبب، وشيعة التدفئة تحتاج تيار يصل الى **1A**
- ✓ شاشة **LCD 16*2**: يتم تثبيتها اعلى الكرسي لعرض القراءات بشكل مستمر، يتم توصيلها مع دارة بروتوكول **I2C** لتقليل اشغال **12** منفذ من الاردوينو، وبهذه الحالة تم اشغال فقد منفذين **A4** للسلك **SCL** و **A5** للسك **SDA** موصل معها اسلاك **MAX300100**
- ✓ **DFMP3 mini Player**: يتم توصيل خرج البيانات التسلسلية مع المنفذ **TX** من الاردوينو عبر مقاومة **1k**، ذلك لأن تعمل هذه الوحدة بجهد **3.2V** هدفها حماية خط البيانات من الجهد العالي للاردوينو **5V** والتيارات العالية. ويوصل دخل البيانات التسلسلية مع المنفذ **RX** من الاردوينو، أيضا عبر مقاومة **1k** لحماية خط دخل البيانات من الجهد العالي.

4.7 بـــنـــيـــــة الاتـــصـــــال:



الشكل 4.7 مخطط انواع الاتصال المستخدمة

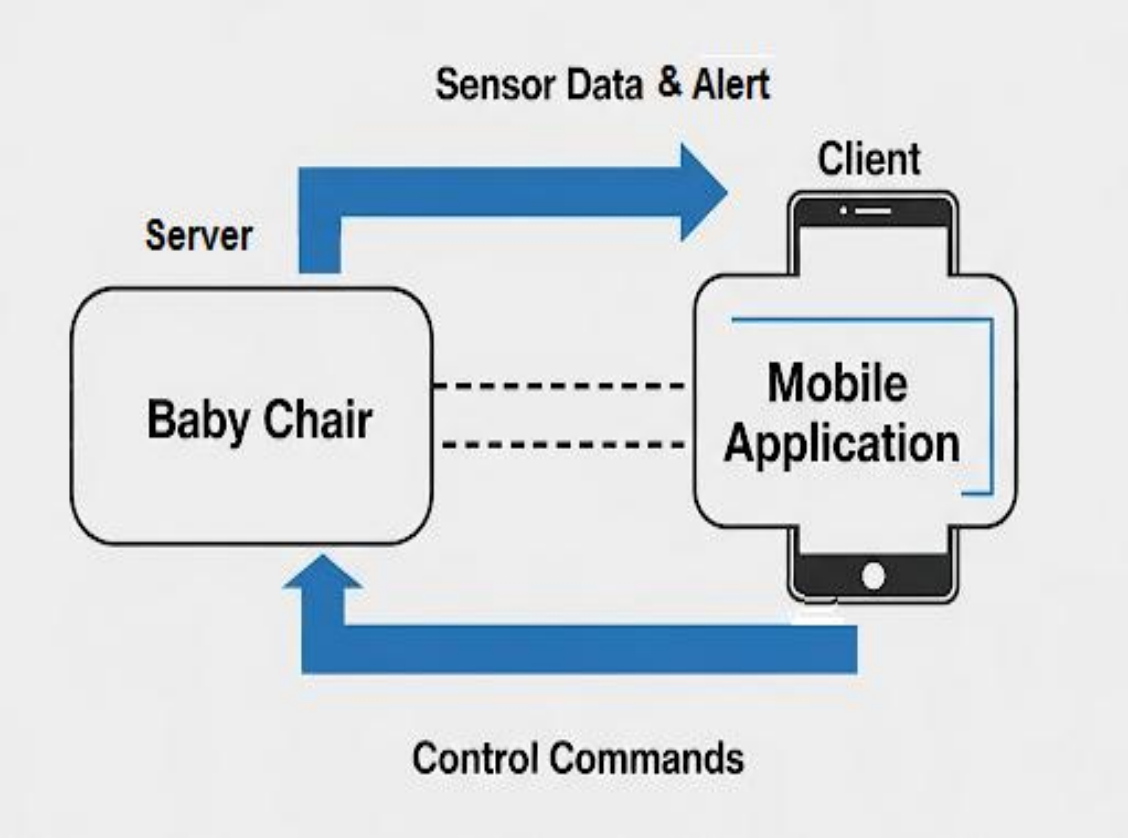
يظهر الشكل 4.7 اربـعــة أنواع اتصال مستخدمة في المشروع حسب كل عملية:

١. **الاتـــصـــال الـــداخـــلـــي:** الاتصال الذي يربط الاردوينو مع وحدة ESP8266 حيث يكون الاتصال بشكل متتابع عبر بروتوكول UART. ويكون عمل ESP لمرحلتين: استقبال البيانات المعالجة من الاردوينو وارسالها الى التطبيق – استقبال الأوامر من التطبيق وارسالها الى الاردوينو.

٢. **الاتـــصـــــال اللاسـلـكـــي:** يحتوي على مكونين وهم: الراوتر – وحدة ESP تستخدم ESP معيار802.11 لإنشاء اتصال لاسلكي مع الراوتر باستخدام بروتوكولات التشفير WAP3, WAP2

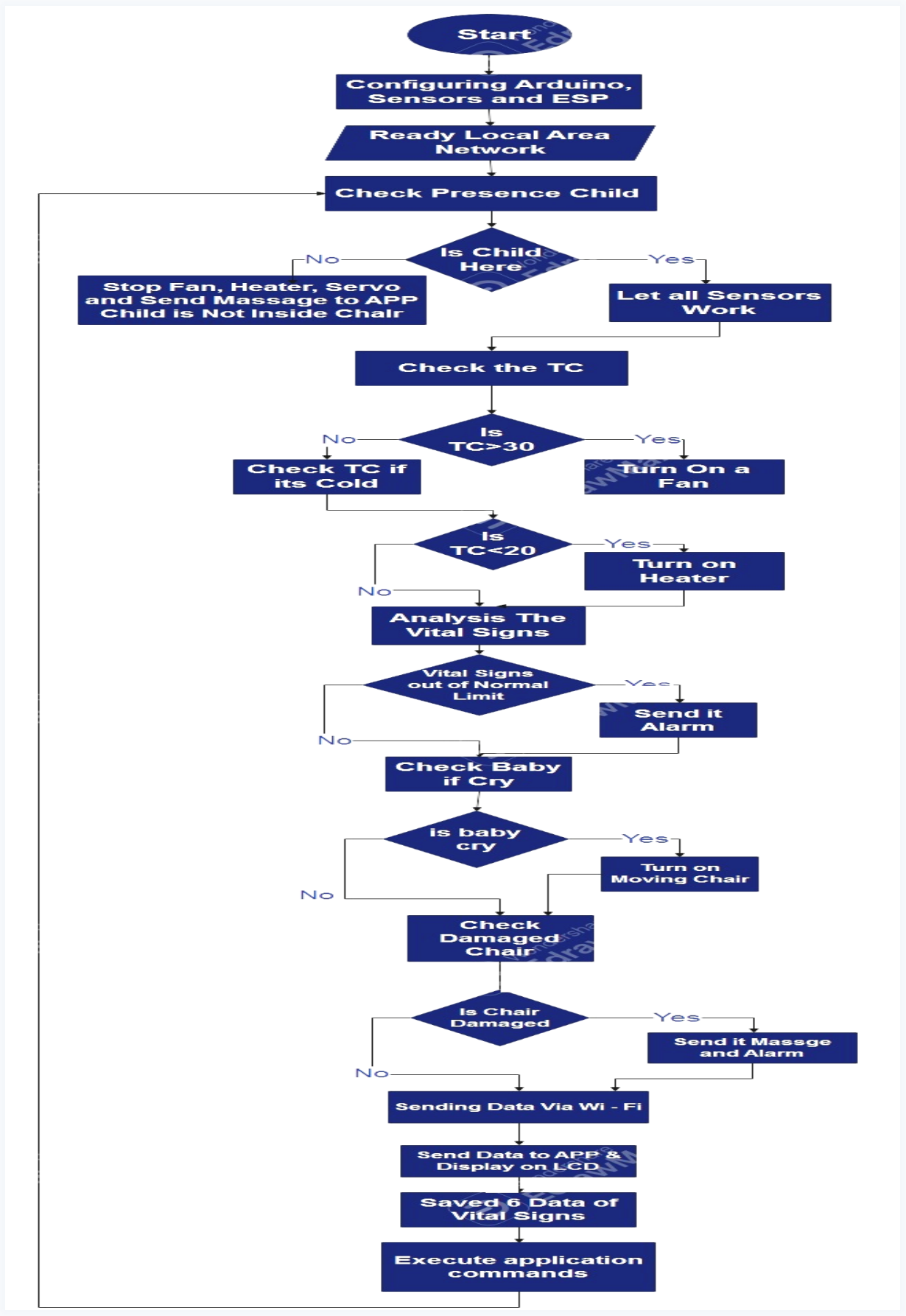
٣. **الـتـــوجـــيـــه والـشـبـكـــة الـمـحـلـيـــة:** يعمل الراوتر كمركز تحكم في شبكة LAN ويستخدم DHCP لإعطاء IP فريد لكل جهاز متصل لضمان عدم التداخل ويتم استخدام بروتوكول TCP/IP

٤. **الـــواجـــهـــة والـــتـــفـــاعـــل:** تطبيق الهاتف والذي يمثل واجهة المستخدم والذي يعمل مع المشروع مستخدما مفهوم Client – Server حيث يتم تمثيل Server بالكرسي.



الشكل 4.8 مخطط اتصال Client - Server

4.8 الـــمـــخـــطـــط الانـــســـيـــابـــي (Flow Chart):



الشكل 4.9 المخطط الانسيابي للمشروع

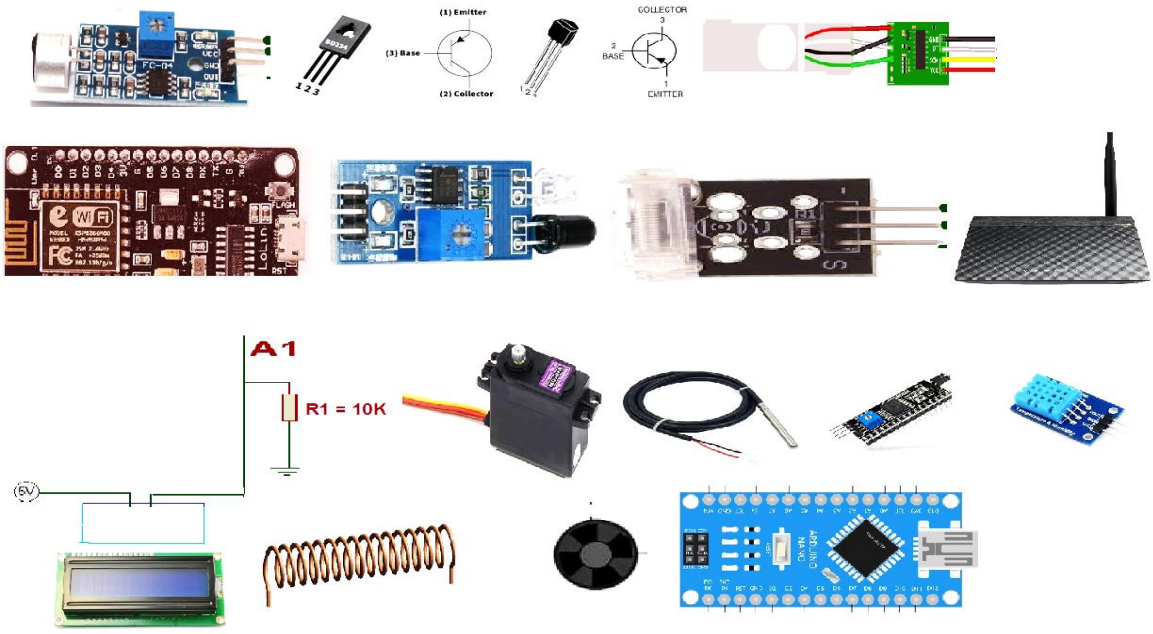
الـــفـــصـــل الـــخـــامـــس

الـتـنـفـيـذ الـعـمـلـي

والاخـــتـــبـــار

5.1 مـــقـــدمـــــــة:

يتناول هذا الفصل تنفيذ مشروع الكرسي الذكي للطفل من الناحية العملية، حيث تم دمج مجموعة من المشغلات والوحدات الذكية لتحقيق وظائف متعددة تساهم في تعزيز راحة وسلامة الطفل .تم الاعتماد على متحكم دقيق للتحكم بكافة المكونات، بالإضافة الى على وحدة اتصال Wi Fi الى جانب تطبيق موبايل مبرمج بلغة الجافا يتيح مراقبة حالة الطفل وإرسال الإشعارات المقروءة والمسموعة والتعامل مع الكرسي والتحكم به، عبر مسافة كبيرة نسبياً، عوضا عن استخدام البلوتوث والذي يحقق مدى اتصال فقط ١٠ امتار. مع بنية للشبكة المحلية لاستخدامها في الاتصال مع الكرسي والتي تحقق سرعة عالية.



الشكل 5.1 العناصر المادية الاساسية المستخدمة

يـــتـــضـــمـــن هـــذا الـــفـــصـــل الأقـــســـام الـــتـــالـــيـــة:

- **اختبار عمل المشروع**
- **اختبار الشبكة**

5.2 اختـــبـــار عـــرض الـــقـــراءات الـحـيـويـة والبـيـئـيـة:

هـنـــاك طـــريـقـتـيـن لعرض العلامات الحيوية والبيئية للطفل وهي: شاشة LCD – تطبيق الموبايل. توفر الشاشة عرض فقط العلامات الحيوية الهامة الصحية مثل: نبضات القلب – تشبع الاكسجين – رطوبة الجسم – حرارة الجسم وحرارة المحيط، الأمر الذي يعالج حالة عدم توفر شبكة LAN مثل حالة (خروج الأهل مع الطفل بحالة صحية حرجة). بينما يتيح التطبيق عرض كافة القراءات مفصلة بما فيها وزن الطفل وإمكانية ادخال طوله. الأمر الذي يشبه بإنشاء ملف مراقبة لكل ما يخص الطفل، والتحكم بالكرسي، وتفعيل المشغلات (موسيقى – مروحة – اهتزاز الكرسي – التدفئة) وتلقي الرسائل المقروءة (الكرسي فارغ – الطفل يبكي) وتلقي الإنذارات الصوتية عند أي حالة صحية غير طبيعية، وأيضا عند بكاء الطفل او الكرسي بحالة ميلان قريبة من الاصطدام، وتتبع الحالة الصحية للطفل، الأمر الذي يشبه بإنشاء ملف مراقبة لكل ما يخص الطفل

5.2.1 عـــرض الـــقـــراءات عـلـى شـاشـة LCD:

تم توصيل شاشة LCD من نوع I2C لعرض القيم المقروءة من الحساسات بشكل مباشر على الكرسي، مما يتيح مراقبة فورية



الشكل 5.2 تجربة شاشة LCD

يوضح الشكل 5.2 تجريب بعض الحساسات وتجريب عمل الشاشة حيث توضح القراءات:

- HU رطوبة الجسم (موضع على الجلد في الصورة)
- SP تشبع الاكسجين
- BM نبضات القلب
- TB حـرارة الطفل (غير موضع على الجلد في الصورة)
- TC حـرارة محيط الكرسي

5.2.2 عـرض الـقـراءات والـتـحـكـم عـبـر الـتـطـبـيـق:



الشكل 5.3 التطبيق بحالة عدم اتصال مع الشبكة

حـيـــــث يـــوضـــح الـشـكـل 5.3 المـسـمـيـات الـتـالـيـة:

- ✓ Weight: ويـقـــصـــد بـــه قـيـــاس وزن الـطـفـل
- ✓ Tall: يـقـصـد بـه ادخـال طـول الـطـفـل يـدويـا
- ✓ BPM نـبـضـات الـقـلـب

- ✓ SPO2 تشبع الاكسجين
- ✓ TMR حرارة جسم الطفل
- ✓ HUM رطوبة جسم الطفل

١. الـتـحـكـــم بـــالـتـبـريـد لـــه ٣ خـيـــارات:

- ON يقصد به تشغيل المروحة يدويا
- STOP إيقاف المروحة
- OFF إيقاف تشغيل المروحة يدويا او حتى الاوتوماتيك

٢. وضـيـعـة الـحـمـايـــة تـتـــخـــذ خـيـــاريـــن:

- ❖ NO تفعيل الوضعية أي تلقي الإنذارات عند اصطدام الكرسي
- ❖ OFF إيقاف العمل وعدم تلقي انذار

٣. وضـــعـــيـــة الـنـــوم ويـقـصـــد بـهـــا حـالـــة الـطـفـــل عنـدمـــا يـبـكـــي:

- ❖ ON تفعيل تلقي الإنذار الصوتي والمقروء (الطفل يبكي)
- ❖ OFF إيقاف تلقي الإنذارات

٤. تـــحـــريـــك الـســريـــــر تـتـخـذ خـيـــاريـــن:

ON: تـحـريـك الـســريـــر 60 درجـــة

OFF: أيـقـاف الـتـحـريـك

٥. مـوسـيـقـــا: يـقـصـد بـهـا تـشـغـيـل مـوسـيـقـى غـيـر مـعـيـنـة مـثـبـتـة فـي كـرت الـذاكـرة وتـتـخـذ خـيـارين:

ON: تفعيل الموسيقا

OFF: إيقاف الموسيقا

مـلاحـــظـــة: يتحرك السرير أيضا بشكل اوتوماتيكي عندما يبكي الطفل

Weight: ويـــقـــصـــد بـــه قـيـــاس وزن الـطـفـــل

Tall: يـقـصـــد بـــه ادخـــال طـــول الـطـفـل يـدويـــا

حـــالات الانـــذار الـــصـــــوتـــي:

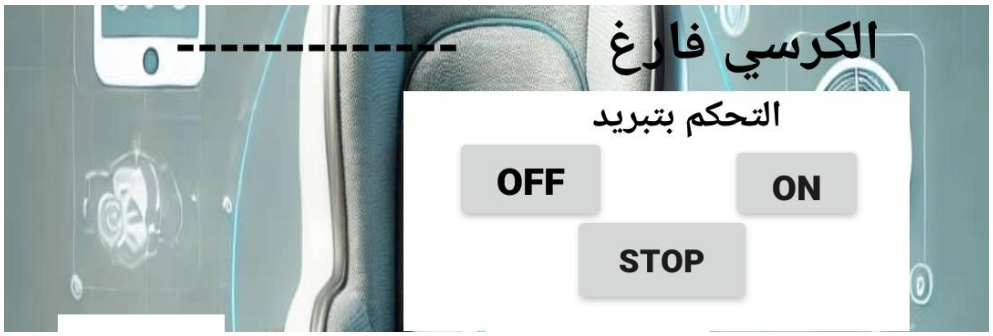
- درجة حرارة اعلى من 37
- نبضات القلب عندما تتجاوز او تنقص عن الحد الطبيعي (140 – 100)

- الاكسجين عندما يكون مغاير للحد الطبيعي (96%-99%) حيث إذا وصل الى 100% حالة مرضية تستدعي تدخل طبي عاجل يعرف بـ (فـرط الـتـهـويـة الـرئـوي)
- بـكـاء الـطـفـل
- اصـطـدام الـكـرسـي

٦. حـالات وانـواع تـلـقـي الـرسـائـل:

✓ الـطـفـل يـبـكـي

✓ الـكـرسـي فـارغ



الشكل 5.4 اختبار الطفل غير موجود بالكرسي



الشكل 5.5 اختبار تخزين المعلومات الحيوية للطفل للمقارنة



الشكل 5.6 اختبار الحساسات وتخزين المعلومات الحيوية



الشكل 5.7هيكل الكرسي

يوضح الشكل **5.6** اختبار وتجريب حساسات العلامات الحيوية - استشعار وجود الطفل – اختبار ارسال انذار صوتي ورسالة الى التطبيق بأن الطفل يبكي، حيث تمت عملية الاختبار عبر التالي:

١. الاكسجين: تم اختبار حساس نبضات القلب والاكسجين على 3 اشخاص لــ 6 مرات، وبالفعل تم تخزين القراءات، ونلاحظ هنا أن نسبة الأكسجين للقراءات جميعها ضمن الحدود الطبيعية. (لا يوجد انذار)

٢. نبضات القلب: أيضا تم اختبار الحساس على 3 اشخاص لـ 6 مرات وتم تخزين القراءات، نبضات القلب الظاهرة في الصورة جميعها تعتبر ضمن الحدود الطبيعية للشخص البالغ، لكن بالنسبة للطفل تعتبر جميعها خارج نطاق الحدود الآمنة، لذا تم تفعيل الإنذار لجميع القراءات التي وردت في الشكل.

٣. حرارة الجسم TMR: كانت القراءات التي وردت في الشكل طبيعية عدا (34 تم الاختبار عبر ملامسة سطح بارد – 38 تشغيل قداحة لثواني بالقرب من NTC) وهذه كانت خارج النطاق الآمن للطفل والبالغ لذا تم تفعيل الإنذار الصوتي.

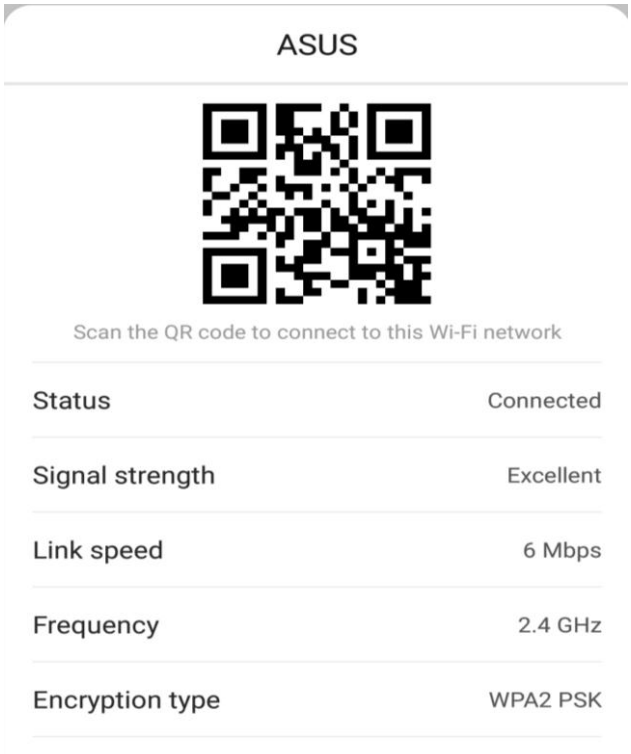
٤. رطوبة الجسم HUM: تم الاختبار عبر ملامسة مباشرة مع الجلد عبر مرحلتين:

- المرحلة الأولى دون إضافة شيء لقراءات (39 - 38 – 45) حيث نطاق رطوبة جلد الإنسان من 30% الى (50%
- المرحلة الثانية: تبلل الجلد بالماء وكانت القراءات (62 – 71) وهذا خارج النطاق، لذا تم تفعيل الإنذار

٥. تجريب قياس الوزن Weight: اعطى قراءة 4 كغ بعد تم تطبيق وضع وزن على الكرسي

٦. تجريب بكاء الطفل: تم تشغيل صوت طفل يبكي وأعطى رسالة مقروءة وانذار. نـــلاحـــظ عـدم وجـــود عـــبـــارة الـــكـــرســـي فـــارغ في الشكل 5.6 حيث تم وضع منديل ليس على ملامسة مباشرة مع حساس انما كانت هناك مسافة بحدود 10cm، لذا يم يعطي رسالة "الكرسي فارغ

5.3 اخـــتـــبـــار الـشـبـكـــة:



الشكل 5.7 نتائج الاختبار للشبكة

يظهر الشكل 5.7 معلومات الشبكة العاملة في المشروع بعد اتصال واختبار الموبايل عليها حيث تتضمن:

الحالة: الجهاز متصل بالشبكة.

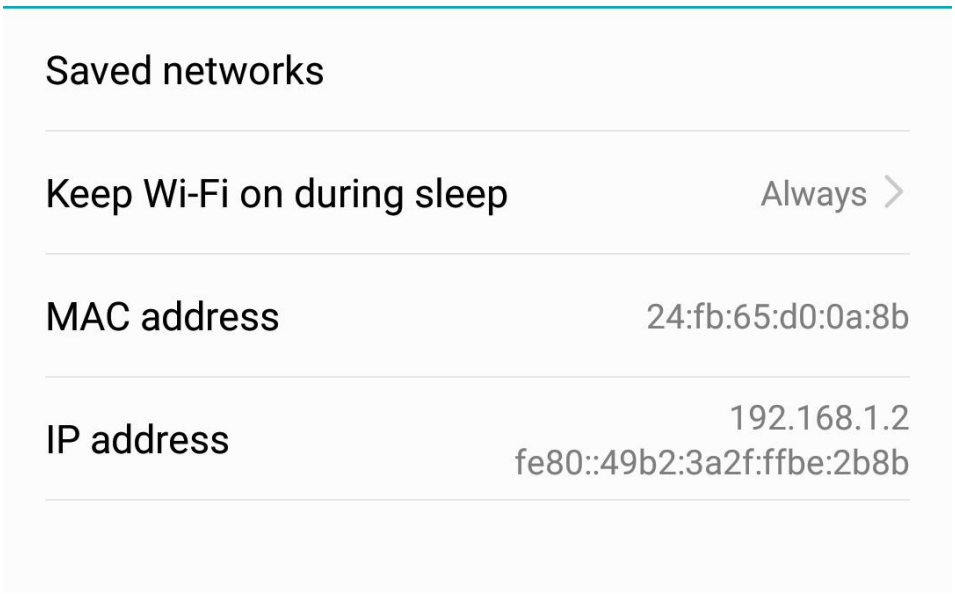
قوة الإشارة: الإشارة "ممتازة"، مما يعني أن الاتصال قوي ومستقر.

سرعة الارتباط: 6 Mbps في الثانية. هذه هي السرعة التي يتواصل بها جهازك مع الراوتر.

التردد: 2.4GHz.

نوع التشفير: WPA2 PSK هذا نوع شائع وآمن لتشفير كلمة مرور الشبكة لحمايتها.

مـــلاحـــظـــة: كما توضح الصورة أن هناك **رمز QR** يمكن استخدامه لمشاركة تفاصيل الشبكة مع أجهزة أخرى بسهولة، مما يسمح لها بالاتصال دون الحاجة لإدخال كلمة المرور يدويًا.



الشكل 5.8 تجريب اختبار ونتائج معلومات الاتصال

يظهر الشكل 5.8 المعلومات الفنية لتجريب اتصال الموبايل مع شبكة Wi – Fi حيث يظهر المعلومات التالية:

- ✓ **MAC address:** مكن اعتباره "رقم الهوية" الخاص ببطاقة الشبكة وهو ثابت لا يتغير
- ✓ **IP address:** يستخدم لتحديد موقع جهازك على الشبكة المحلية IPV4 192.168.1.2
- ✓ **fe80::49b2:3a2f:ffbe:2b8b:** هذا هو عنوانIPV6
- ✓ **نـــلاحـــظ أن:** وجود كلا العنوانين يعني أن الشبكة تستخدم **"بروتوكولين مكدسين(dual-stack) "**، وهو نهج شائع حاليًا لتمكين الاتصال بالشبكتين في نفس الوقت.

✓ **نـســتـنـتــج أن:** الشبكة لا تستخدم إما IPv4 أوIPv6 ، بل تستخدمهما **معًا**. حيث تم تخصيص عنوان لكلا البروتوكولين. هذا النهج يضمن التوافق مع جميع المواقع والخدمات على الإنترنت، سواء كانت تدعم IPv4 فقط أو IPv6 فقط أو كليهما.



الشكل 5.9 لوغو التطبيق على الموبايل

الـــــــفـــــصـــــل الـــــســـــادس

الاســتــنــتــاجــات والآفـــــاق المــســتــقــبــلــيــة

6.1 مـــقـــدمـــــة:

بعد استعراض الأسس النظرية والمكونات المادية للمشروع، يهدف هذا الفصل إلى تقديم تقييم شامل للنتائج المحققة ومناقشة الإمكانات المستقبلية لهذا النظام. سيتم تلخيص أهم الاستنتاجات التي توصلنا إليها، مع التركيز على نجاح المشروع في تجسيد المفاهيم الهندسية المعاصرة مثل الحوسبة الطرفية.

إضافة إلى ذلك، سيتناول الفصل الآفاق المستقبلية للمشروع، حيث سيتم تقديم مقترحات محددة للتطوير والتحسين. تشمل هذه المقترحات دمج تقنيات متقدمة مثل تعلم الآلة، وتوسيع نطاق النظام ليشمل وظائف جديدة، مما يؤكد على أن هذا المشروع ليس مجرد حل لمشكلة حالية، بل هو منصة قابلة للنمو والتكيف مع التطورات التكنولوجية.

6.2 اســتــنــتــاجــات عــلــمــيــة وأكــاديــمــيــة:

١) تطبيق مفهوم الحوسبة الطرفية (Edge Computing):

- ✓ الاستنتاج: لم يتم تصميم المشروع ليكون مجرد أداة لجمع البيانات، بل كنظام مستقل قادر على اتخاذ قرارات فورية.
- ✓ الشرح الأكاديمي: يعالج المتحكم الدقيق (**Arduino Nano**) البيانات من الحساسات محليًا دون الحاجة لإرسالها إلى خادم سحابي، مما يقلل زمن التأخير (Latency) إلى أدنى حد ويضمن استجابة شبه فورية. هذا النهج يتوافق تمامًا مع مبادئ الحوسبة الطرفية، التي تُعَد من أهم الاتجاهات في تطبيق مفاهيم انترنت الأشياء، ضمن تصميم مدروس يركز على الموثوقية، والخصوصية، والأمان، والحوسبة الطرفية

٢) اختيار استراتيجية اتصال مدروسة (LAN):

- **الاستنتاج:** قرار الاعتماد على شبكة محلية (LAN) بدلًا من الاتصال بالإنترنت العام (WAN) لم يكن عشوائيًا، بل كان خيارًا هندسيًا مدروسًا.
- **الشرح الأكاديمي:** يرفع هذا الاختيار من مستويي **الأمان والخصوصية**، حيث تبقى البيانات الحساسة (مثل صوت الطفل) ضمن البيئة المنزلية. كما أنه يوفر اتصالًا أكثر استقرارًا وموثوقية، مما يتجنب أي مشاكل محتملة قد تنجم عن انقطاع اتصال الإنترنت.

٣) التغذية الكهربائية بديل افضل من البطاريات قصيرة العمر:

- **الاستنتاج:** قرار توفير المتغذية من مقبس كهرباء المنزل، قرارا هندسيا تصميميا.
- **الشرح الاكاديمي:** في مشاريع المتحكمات والحساسات مثل الربوت او الاردويونو لمشروع تجريبي مثل: المنزل الذكي وما شابه حيث تكون معظم هذه المشاريع تستخدم البطاريات التي تحتاج الى تبديل بشكل دائم، وهذا الخيار وفق الحياة العملية خيارا ليس عملياً بالمطلق، ومن غير المنطقي أن بمشروع او حتى ان كان مطبق على الحياة العملية لكرسي ذكي مراقبة الطفل بيئيا وصحياً استخدام البطاريات المشاعة، الا ان تم اللجوء الى خيار هندسيا واقعيا يمكن تطبيقه في الحياة العملية بسهولة، وهو تغذية الكهرباء من مقبس المنزل، او في حال انقطاع الكهرباء او اخذ الكرسي مع الاهل، هناك خيار ثاني فعال الباور بانك الخاصة بالهواتف المحمولة، طبعا مع مراعاة الأجهزة التي لا تتطلب جهدا عاليا، حيث تم حمايتها بشكل فعال، والأجهزة التي تحتاج الى تيارات عالية أكبر من ما يعطيه الاردوينو، أيضا تم توفير لها التيار الذي تحتاجه للعمل مع التجريب والاختبار لعدة مرات وضمان النتائج.

استنتاج: إن مشروع الكرسي الذكي للطفل، قابل للتطبيق في الحياة الواقعية بشكل فعال، حيث تجاوز حدود ان يكون مشروعا تجريبياً، مع توفير لمعظم احتياجات مراقبة الطفل، وتوفير نظام الاتصال بينه وبين أهل الطفل ضمن مساحة المنزل والتي تمتد الى 300 متر، إذا تم استبدال الراوتر، الى راوتر ذو هوائيين بسهولة.

6.3 الآفاق المستقبلية والمقترحات:

١. **تحسين الاستجابة الذكية:** يمكن إضافة خوارزميات تعلم آلي (Machine Learning) بسيطة إلى المتحكم الدقيق لتمييز أنواع مختلفة من بكاء الطفل (بكاء جوع، بكاء ألم)، مما يتيح استجابات أكثر دقة.

٢. **دمج الأتمتة:** إضافة مشغلات أخرى مثل متحكمات للإضاءة أو مكبر صوت لتشغيل قصص صوتية، مما يحول الكرسي إلى نظام أتمتة منزلية متكامل للعناية بالطفل.

٣. **واجهة المستخدم:** طوير التطبيق ليشمل واجهة مستخدم أكثر تفاعلية تعرض رسومًا بيانية لسجل قراءات الحساسات، مما يساعد الوالدين على تتبع أنماط نمو الطفل.

٤. **اضـــافـــة كـامـيـرا:** يمكن إضافة كاميرا تراقب الطفل تتصل مع التطبيق، لإتاحة مراقبة الطفل عبر الطريق بمشاهدة حية أيضا.

6.4 خـــــــاتـــــمـــــــة:

يمثل مشروع كرسي الطفل الذكي نموذجًا عمليًا ناجحًا يجمع بين الابتكار التكنولوجي والتطبيق العملي لحل مشكلة يومية. لقد تجاوزنا فيه مجرد دمج المكونات الإلكترونية، لننتقل إلى مستوى أعلى من التفكير الهندسي، حيث تم اتخاذ كل قرار تصميمي بناءً على أسس علمية ومدروسة، فمن خلال تطبيق مبادئ الحوسبة الطرفية، ضمنّا استجابة فورية وحماية لخصوصية المستخدم. كما أن اختيارنا لهيكلية الاتصال عبر الشبكة المحلية قد أكد على فهمنا لأهمية الموثوقية والأمان في تطبيقات إنترنت الأشياء

هذا المشروع ليس مجرد كرسي؛ بل هو نظام ذكي، منصة مرنة، وإثبات على أن الحلول التكنولوجية يمكن أن تكون فعالة وآمنة، مما يجعله خطوة أولى نحو مستقبل أكثر راحة وأمانًا للطفل والأسر.

الـــمـــراجـــع

[1] Heath ،Steve, (2023). "**Embedded systems design",** EDN series for design engineers.

[2] J. Massa, (2016). **"Introduction".** Programming embedded systems: with C

[3] Gary A. Donahue, (2017). **"A Review of the Basic Components of a Local Area Network (LAN)".**

[4] Wayne Caswell, (2019)." **Wireless Distribution System Linked Router Network"**. Wireless Network

[5] John K. Kermar, (2022). **"How Wi-Fi Really Works"**

[7] Golam Mostafa et al.., (2017). **"Design and Implementation of a Smart Home Automation System Using Arduino Nano".** International Conference on Electrical and Computer Engineering (ICECE).

[8] Bakar, S. R. Ahmad et al.., (2018). **"Heart Rate and Oxygen Saturation Monitoring System Using MAX30100 Sensor and Arduino".** IEEE 4th International Conference on Smart Instrumentation, Measurement and Control (SICMAC).

[9] R. Kumar and P. Sharma, (2020**). "I2C Protocol Implementation for Efficient Data Communication in Embedded Systems"**, 5th International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)**.**

[10] E. Bozkurt, P. D. et al.., (2018). **"Developing Novel Temperature Sensing Garments for Health Monitoring Applications"**. Sensors (MDPI).

[11] Frederic Leens, (2009)**. "An introduction to I2C and SPI protocols",** IEEE instrumentation Magazine.

[12] Gartner. (2015). **"The Edge Completes the Cloud: A Gartner Trend Insight Report"**

[13] Davis, A, (2028). **"Edge computing: Extending enterprise applications to the edge of the internet"**

[14] Berger, (2015). **"Configuration example for connecting a LAN to the Internet through an ADSL modem"**.