

## نظام تحكّم ومراقبة باستخدام المُتَحكِّمات المُصغَّرة موجّه للتطبيقات الصناعية يمكن إدارته عبر الإنترنت

أ. د. م. نائر أحمد ابراهيم\*

م. صبا احمد مشاعل\*\*

م. علي عيسى رحيلي\*\*\*

(تاريخ الإيداع 2023 /8/8 – تاريخ النشر 2023 /11/20)

### □ ملخّص □

يتمحور العمل في هذا البحث حول تطوير نظام فعّال ومرن للمراقبة والتحكّم بالعمليات الصناعية في الزمن الحقيقي باستخدام تقنيات التحكّم المبرمجة الحديثة، المتحكّم المُصغَّر Arduino و Raspberry pi. يتميز النظام المُصمّم بإمكانية إدارة العملية التحكّمية من خلال موقع ويب (Website) بالإضافة إلى تسجيل بيانات العملية عن طريق الإنترنت في قاعدة بيانات مُصممة لهذا الغرض. في هذا البحث، يتم التركيز على عملية المراقبة، وطريقة تسجيل بيانات العملية الصناعية (كمثال لإحدى التطبيقات الصناعية: سوف نراقب بارامترات الحرارة والرطوبة). الراسبييري باي سيشكل قلب النظام المُصمّم من حيث تنفيذ جميع العمليات، وتحمل كلّ التطبيقات عليه، بالإضافة إلى كونه خادماً لقاعدة البيانات (MySQL)، أما دور الأردوينو هو الاتصال بالحساسات لقياس إشارات الحالة الفيزيائية للعملية الصناعية المُراد مراقبتها. تظهر نتيجة الاختبارات أنّ موقع الويب المُصمّم يتيح مراقبة بارامترات العملية الصناعية بسهولة في الزمن الحقيقي، ومعالجة حالة الإنذارات عن طريق التحكّم بالمشغلات تلقائياً. الكلمات المفتاحية: مراقبة، تحكّم، أردوينو، راسبييري باي، موقع ويب، قاعدة بيانات.

\* أستاذ في قسم هندسة الأتمتة الصناعية - كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس - سوريا.

\*\* معيدة في قسم هندسة الأتمتة الصناعية - كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس - سوريا.

\*\*\* قائم بالأعمال في قسم هندسة الأتمتة الصناعية - كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس - سوريا.

## A control and monitoring system using microcontrollers for industrial applications that can be managed via the Internet

Prof. Their Ahmad Ibrahim \*

Eng. Siba Ahmad Mashaal \*\*

Eng. Ali Eissa Rhily \*\*\*

(Received 8/8/2023.Accepted 20/11/2023)

### □ABSTRACT □

The work in this research focuses on developing an effective and flexible system for monitoring and controlling industrial processes in real time using modern programmable control technologies, the Arduino and Raspberry Pi microcontroller.

The designed system features the ability to manage the control process through a website, in addition to recording the process data via the Internet in a database designed for this purpose.

In this research, the focus is on the monitoring process and the method of recording industrial process data (as an example of an industrial application: we will monitor temperature and humidity parameters).

The Raspberry Pi will form the heart of the designed system in terms of executing all operations and loading all applications onto it, in addition to being a server for the database (MySQL). The role of the Arduino is to communicate with the sensors to measure signals of the physical state of the industrial process to be monitored.

The results of the tests show that the designed website allows for easy monitoring of industrial process parameters in real time, and handling of alarm conditions by controlling the actuators automatically.

**Keywords:** Monitor, control, Arduino, Raspberry Pi, website, database.

---

\* Professor in Department of Industrial Automation, Faculty of Technical Engineering, Tartous University. Syria.

\*\* Lecturer in Industrial Automation Faculty of Technical Engineering, Tartous University. Syria.

\*\*\* Charge d'affaires in Industrial Automation Faculty of Technical Engineering, Tartous University. Syria.

## ● مقدمة:

تزداد أهمية الأتمتة بشكل كبير، وخاصة في مجال الصناعة لضمان الحصول على أداء فعال ذي كفاءة عالية وذلك من خلال ضبط بارامترات العملية الصناعية ضمن الحدود المسموح بها. وبالتالي فإن مراقبة المتغيرات (البارامترات) وتقييمها بشكل مستمر والتحكم بها كلما دعت الضرورة إلى ذلك أمرٌ ضروري للغاية. في المجال الصناعي نحتاج غالباً إلى نظامٍ فعالٍ وغير مكلفٍ لإدارة العملية الصناعيّة ( Process Control and Monitoring)، يُمكن من:

- التحكم في القيم المطلوبة بدون تدخل بشري، ويتم ذلك بالاستعانة بأنظمة إلكترونية مُبرمجة.
- قراءة قيمة بارامترات العملية الصناعية وحفظها في قاعدة البيانات (إدارة البيانات).
- توصيل النظام المُصمّم بشبكة الإنترنت، وذلك لتأمين المراقبة والتحكم عن بُعد.

من ناحية أخرى، هناك تطوّر ملحوظ في المنصات والتجهيزات الإلكترونية، مما جعلها مهيّئة للعمل في المجال الصناعي كأداة مُعالجة رئيسية قادرة على القيام بعمليات التحكم والمراقبة في العمليات الصناعية كما أصبحت هذه المنصات الإلكترونية وسيلة للاتصال والتفاعل المادي مع العالم الخارجي وكذلك عرض البيانات وإدارتها. [1] انطلاقاً من ذلك، يمكن تلخيص مُشكلة البحث في تطوير نظام فعال مرّن ويتكفّل لمراقبة وإدارة العملية الصناعية في الزمن الحقيقي باستخدام أنظمة إلكترونية حديثة، اعتماداً على الخبرات المحلية، يمكنه:

- ضبط بارامترات العملية التكميّة عند القيم المرغوبة.
- تسجيل بيانات العملية الصناعية ضمن قاعدة بيانات .
- إدارة العملية التكميّة عبر الويب.

سنقوم في هذا العمل بتصميم وتنفيذ نظام مؤتمت لإدارة العملية الصناعية مع التركيز على عملية المراقبة وتسجيل بيانات العملية الصناعية. سيتم اختيار النظام المُصمّم على إحدى التطبيقات الصناعية (بارامترات درجة الحرارة والرطوبة).

تركز الاهتمام في العديد من الدراسات على تصميم أنظمة مراقبة وتحكم في بارامترات العمليات الصناعية بالاعتماد على الأنترنت ومواقع الويب التفاعلية نذكر بعضاً منها:

تمّ تقديم بحث للعام، ٢٠٢٠، تمحور البحث حول إنشاء منصة طبية تفاعلية خاصّة على الشبكة العنكبوتية في سبيل خدمة أوسع شريحة ممكنة، عبر إنشاء نظام مستشفى إلكتروني خاصّ بمركز الباسل، توفّر هذه الدراسة مثلاً عملياً عن استخدام تطبيقات الويب التفاعلية في جمع البيانات وأعمال التحليل الأولي، وتجميع النتائج في قاعدة بيانات من خلال شبكة الإنترنت. وذلك بهدف المساعدة في اتخاذ القرارات، وتحسين كفاءة إدارة المستشفيات ومستواها (أو أي مُنشاء أخرى). [٢]

كما تمّ في بحث آخر للعام ٢٠٢٠، تصميم نظام لمراقبة حركة المرور في منطقة معينة حيث اعتمد على تقنية إنترنت الأشياء في مراقبة النظام المُصمّم والتحكم به، ينقسم النظام المُصمّم إلى مستويين رئيسيين: مستوى منخفض التحكم والممثل بالمتحكم، ومستوى عالٍ والممثل بالخادم. من أجل تصميم النظام تمّ استخدام ( Raspberry Pi )

Beagle Bone, Arduino board ,webcam). يتصفّ النظام المُصمّم بالمرونة وبالتكلفة القليلة. وبالتالي

يتبيّن أنّ استخدام الراسبيري باي والاردوينو يُمكن من تصميم نظام تحكّم فعّال. [3]

وفي بحث آخر للعام ٢٠١٩، تمّ استثمار تكنولوجيا الويب الحديثة من أجل أتمتة عملية هيدروليكية باستخدام الراسبيري باي حيث صُمّمت صفّحة على شبكة الإنترنت لإدارة العملية، وتمّ استخدام معيار إيثرنت لزيادة وثوقيّة الاتصال بمنافذ الدخل والخرج في لوحة الراسبيري باي. أعطى الاختبار نتائج ناجحة. إذ يتيح استثمار تكنولوجيا الويب إضافة المزيد من المرونة على النظام المؤتمت. [4]

وتمّ في بحث آخر للعام ٢٠١٨، تصميم نظام لضمان الحفاظ على درجة حرارة ثابتة للمحلول الكيميائي داخل وعاء المفاعل بالاعتماد على نظام تحكّم يقوم على استخدام Raspberry Pi.

حافظ نظام التحكّم المُصمّم على درجة الحرارة ثابتة. وبالتالي يمكن ضبط بارامترات العملية الصناعية باستخدام Raspberry Pi. [5]

#### • أهمية البحث وأهدافه:

تكمن أهمية البحث في استثمار التقنيات الإلكترونية الحديثة لتصميم وتنفيذ نظام: فعّال، مرّن، مؤتمت لإدارة العمليات الصناعية يتيح مراقبة البارامترات وتقييمها بشكلٍ مستمرّ والتحكّم بها، اعتماداً على الخبرات المحلية.

يتصفّ النظام المُصمّم بعدة ميزات وهي:

✓ قدرته على مراقبة بارامترات العملية التحكّميّة لتطبيق صناعي وتسجيلها في قاعدة بيانات.

✓ استثمار المتحكّمات (شرائح الـ Arduino)، والتي تُعدّ من الحلول الرخيصة للتحكّم بالعتاد بالإضافة لكونها برمجيات مفتوحة المصدر.

✓ الاعتماد على أنظمة إلكترونية حديثة ذات القدرة العالية على المُعالجة، الـ Raspberry Pi.

✓ الاستفادة من مواقع الويب التفاعلية في إدارة العمليات الصناعية.

**الهدف العام من هذا البحث هو:**

الهدف العام من هذا البحث هو: تصميم نظام مراقبة وتحكّم مؤتمت موجه للتطبيقات الصناعية فعّال وغير مُكلّف باستخدام تقنيات التحكّم المبرمجة الحديثة (Raspberry Pi & Arduino) بإمكانه إدارة العملية التحكّميّة (Process Data) عبر الويب (Website).

ينقسم الهدف العام إلى أهداف فرعية، هي:

▪ مراقبة بارامترات العملية في الوقت الحقيقي، وضبطها عند القيم المرغوبة.

▪ دراسة الطرق المختلفة لتسجيل البيانات (التي يتمّ قراءتها من العملية الصناعية بوساطة

Arduino) واختيار الطريقة الأفضل.

▪ تصميم قاعدة بيانات MySQL في Raspberry Pi، تُخزن فيها بيانات العملية الصناعية

المأخوذة بوساطة متحكّم Arduino.

- تطوير موقع ويب في Raspberry Pi لمراقبة بيانات العملية والتحكم بها كلما دعت الحاجة.
- اختبار النظام المُصمَّم، لإحدى التطبيقات الصناعية (بارامترات درجة الحرارة والرطوبة).

### ▪ طرائق البحث ومواده:

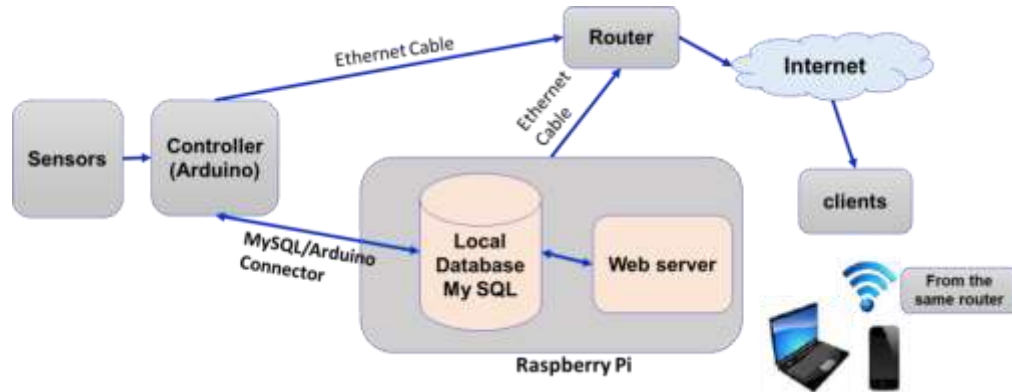
في البداية تمَّ توصيف نظام المراقبة والتحكم وبناء مخطط صندوقي للنظام المقترح، تمَّ شرح وعرض مكونات النظام المادية، تمَّ اختيار طريقة تسجيل البيانات الأفضل، كما تمَّ شرح كيفية تصميم قواعد البيانات "MySQL" وشرح لغة "SQL" كما تمَّ توصيف جداول قاعدة البيانات، ومن ثمَّ تمَّ عرض الجزء البرمجي من البحث من اعداد لنظام تسجيل البيانات وادارة قواعد البيانات وتصميم صفحة تسجيل الدخول، وأخيراً تمَّ عرض الاختبارات ومناقشة النتائج و اقتراح التوصيات.

### ● تصميم نظام التحكم والمراقبة:

سيكون جهاز التحكم الرئيسي في النظام الذي المراد تصميمه، هو ال راسبيري باي حيث أن جميع المهام المنطقية والرياضية ستنفذ انطلاقاً منه، كذلك تمَّ تطوير نظام المراقبة في ال راسبيري باي. تمَّ تثبيت جميع الأدوات البرمجية الضرورية مثل: قواعد البيانات، Apache، PHP، PhpMyAdmin وغيرها في راسبيري باي. وتمَّ تصميم الموقع الذي يقوم بمهام المراقبة باستخدام PHP و HTML.

أما دور الأردوينو في النظام المُصمَّم فهو الاتصال بالحساسات لقياس إشارات الحالة الفيزيائية للعملية الصناعية المراد مراقبتها وذلك لسهولة ربط الحساسات برمجياً مع الأردوينو بالإضافة لتوافر المكتبات المجانية والمفتوحة المصدر مقارنة بالراسبيري باي الذي يحتاج إلى تعليمات برمجية معقدة.

ويرتبط الأردوينو بالإنترنت عبر شريحة إيثرنت، ال راسبيري باي متّصل بالإنترنت باستخدام كابل إيثرنت. يوضّح المخطّط الصندوقي الموضّح في الشكل (١)، مخطّط النظام المُصمَّم.



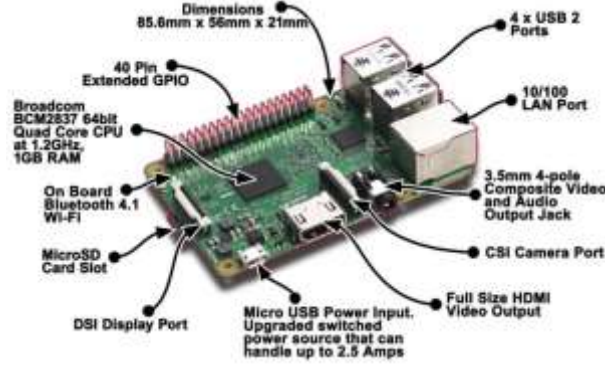
الشكل (١): المخطّط الصندوقي للنظام المُصمَّم

١-٤ المكونات المادية للنظام:

١-١-٤ شريحة راسبيري باي:

قمنا باختيار راسبيري باي ٣ موديل B المبيّن في الشكل (٢)، وهي نسخة حديثة من الإصدار Model B حيث يعمل بنظام تشغيل لينكس ويستخدم في العديد من التطبيقات المختلفة، وتمتلك المواصفات التي تليها احتياجات النظام المراد تصميمه:

- معالج رباعي النواة ARM Cortex-A53 بسرعة 1.2 GHz
  - واي فاي 802.11n وبلوتوث 4.1.
  - منافذ USB 2.0 و HDMI و 3.5 ملم للصوت.
  - ذاكرة وصول عشوائي سعة 1 غيغابايت.
  - وحدة معالجة الرسومات VideoCore IV.
  - مدخل بطاقة microSD للتخزين.
  - منفذ Ethernet 10/100 ميغابت في الثانية.
- وأهم هذه المواصفات امكانية استخدامه كخادم لتشغيل مواقع الويب وتطبيقات الإنترنت الأخرى، حيث يمكن تثبيت LAMP server على راسبيري باي باستخدام أدوات التثبيت المتاحة في نظام التشغيل الخاص به.



الشكل (٢): Raspberry Pi 3 Model B.

#### ٤-١-٢ لوحة آردوينو:

هناك العديد من شرائح الآردوينو، لكننا سوف نستخدم لهذا العمل شريحة Arduino MEGA2560، المبنية في

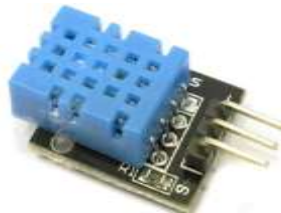
الشكل (٣)، فهي تعتمد على المعالج الدقيق ATmega2560، وتُعدّ لوحات الآردوينو ميغا MEGA من اللوحات ذات القدرة على التحكم الواسع، حيث توفر منافذ رقمية يصل عددها إلى ٥٤ أي ما يعادل ٤ أضعاف لوحة الآردوينو أونو تقريباً، ومنافذ دخل تشابهية عددها ١٦ منفذ. [6]



الشكل (٣): Arduino MEGA2560

#### ٤-١-٣ مستشعر درجة الحرارة والرطوبة (DHT11):

يقيس هذا المستشعر، الشكل (٤)، درجة الحرارة بالدرجة المئوية سيليزيوس/ فهرنهايت، بنطاق: من ٠ إلى ٥٠ درجة بمقدار خطأ  $\pm 2$  درجة كما أنه قادر على قياس الرطوبة بنطاق: من ٢٠% إلى ٥٠% بمقدار خطأ  $\pm 5\%$ . [7]



الشكل (٤): مستشعر الحرارة والرطوبة.

#### ٤-١-٤ شريحة إيثرنت (W5100):

سنستخدم الشريحة W5100، الشكل (٥)، والتي تستخدم تقنية CMOS 0.18  $\mu m$  ولديها ١٦ KB من الذاكرة الداخلية (TX / RX buffer) لتوفير اتصال إيثرنت بسرعة ١٠ MB/١٠٠ MB. هذه الشريحة قادرة على الاتصال بالإنترنت بدون نظام تشغيل (OS). وهي متوافقة مع معيار IEEE802.3 / u، وبروتوكول TCP / IP وميزة العنونة MAC، تحتوي W5100 على واجهة micro SD ومقبس Ethernet (RJ-45)، والذي يدعم ميزة [8]. power over Ethernet (POE)



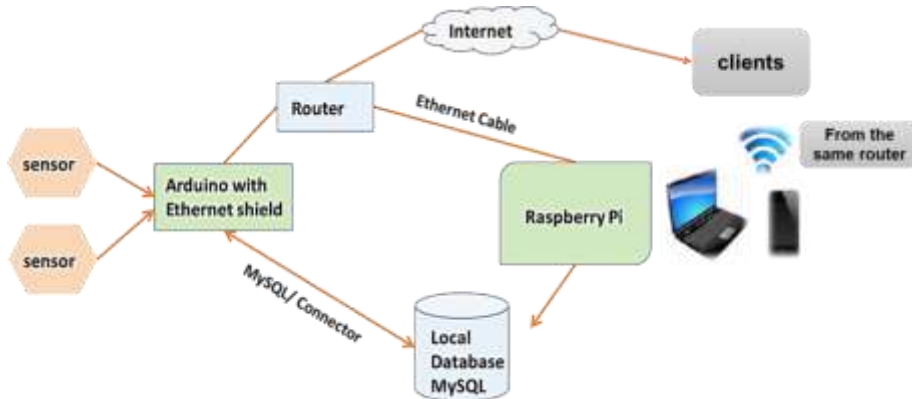
الشكل (٥): شريحة Ethernet W5100

#### ٤-٢ تسجيل البيانات:

تسجيل البيانات هي المهمة الأساسية لعملنا التي تتضمن قراءة بيانات من العملية الصناعية باستخدام Arduino وإدراج هذه القيم في الزمن الحقيقي إلى قاعدة البيانات المحلية المُصمَّمة ضمن الراسبيري.

#### ٤-٢-١ اختيار طريقة تسجيل البيانات:

يوضح الشكل (٦) الطريقة المتبعة في تسجيل البيانات، حيث أنّ الحساسات مضاعفة ومتّصلة بـ آردوينو واحد. باستخدام آردوينو واحد وراسبيري باي، يمكن تسجيل بيانات أكثر من مهمة (حساس/عملية). الحد الأقصى من الحساسات التي يمكن أن تتصل بالآردوينو محدود حيث إنّ هناك عدداً محدوداً من منافذ I/O في شريحة آردوينو (حسب نوعه).



الشكل (٦): طريقة تسجيل القيم من الحساسات باستخدام حساس مضاعف وآردوينو واحد.

#### ٤-٢-٢ قاعدة البيانات:

يمكن تخزين قواعد البيانات في جهاز حاسوب أو على شبكة الإنترنت ويمكن إدارتها بواسطة نظام يسمى نظام إدارة قواعد البيانات (DBMS) (Data Base Management System)، وهناك العديد من السبل لتنظيم البيانات المحوسبة وتعرف هذه الطرق باسم نماذج قواعد البيانات. ومن بين النماذج الأكثر شيوعاً النموذج العلاقي أو الترابطي، ويُعرف البرنامج الذي يستخدم هذا النموذج بنظام إدارة قواعد البيانات العلاقية أو الترابطية (RDBMS) (Relational Data Base Management System). تتألف قاعدة البيانات المعتمّدة على الحاسوب من جدول (أو أكثر) لتخزين البيانات، ويختلف عدد الجداول حسب حجم البيانات التي يتعيّن تخزينها. الجداول عبارة عن مصفوفة ثنائية تتكوّن من صفوف وأعمدة يحتوي كلّ عمود على أنواع مختلفة من الصفّات (أو تسمى أيضاً باسم حقول)، في حين إنّ كلّ صفّ يتطابق مع سجل واحد. ويوضّح الشكل (٧) الجدول المتعلّق بتخزين المعلومات حول المستخدمين "User".

+	T	→	UserId	UserLevelId	Name	Username	Password	Email	Description	Main
□	Edt	Copy	Delete	1	3 Siba Mashaal	Siba	123456789s	Siba.1997@gmail.com	first administrator	Ture

الشكل (٧): جدول مصمّم ضمن قاعدة البيانات لتخزين معلومات المستخدمين.

#### ٤-٢-٣ نظام MySQL:

يعدّ نظام MySQL أشهر نظام لإدارة قواعد البيانات العلاقية مفتوحة المصدر يمكن تحميله مباشرة من الإنترنت واستخدامه. وبالإضافة إلى ذلك، فهو سهل وسريع وموثوق، ويمكن استخدامه في أي حاسوب مكتبي أو حاسوب محمول وفي راسبري باي أيضاً. [9]

#### ٤-٢-٤ إنشاء قاعدة البيانات:

المهمة الأولى لهذا العمل هو تسجيل بيانات العملية الصناعية وإدارتها ومراقبتها. بالنسبة لتسجيل البيانات، يجب تصميم قاعدة البيانات وتنفيذها وفقاً لهيكلّ البيانات والمعلومات التي تحتاج إلى تخزينها واستردادها في المستقبل، MySQL هو خادم قاعدة البيانات المستخدم لغرض تسجيل البيانات في البحث. أما PhpMyAdmin فيستخدم لإدارة قاعدة البيانات، وهو مدير خادم MySQL بالكامل وكما أنّه يمكّننا من عرض MySQL في المتصفّح بحيث يكون من السهل التحكّم بها. [9] يتمّ إنشاء قاعدة البيانات والجداول في الراسبري باي باستخدام برنامج PhpMyAdmin. يبيّن الشكل (٨)، قائمة جميع الجداول التي تمّ إنشاؤها في قاعدة البيانات "admin123" كما يبيّن جانباً قواعد البيانات المتوفرة تلقائياً في السيرفر.



Table	Action	Rows	Type	Collation	Size	Overhead
alarm	Browse Structure Search Insert Empty Drop	31	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KiB	-
device	Browse Structure Search Insert Empty Drop	0	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KiB	-
dht11	Browse Structure Search Insert Empty Drop	70	InnoDB	latin1_swedish_ci	32.0 KiB	-
operator	Browse Structure Search Insert Empty Drop	77	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KiB	-
userlevel	Browse Structure Search Insert Empty Drop	0	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KiB	-
users	Browse Structure Search Insert Empty Drop	3	InnoDB	latin1_swedish_ci	16.0 KiB	-

الشكل (٨): قاعدة البيانات المُصمّمة ضمن الـرأسبيري باسم admin123

**Information Schema:** هو مجموعة من الجداول والمشاهد التي تحتوي على بيانات حول بنية قاعدة البيانات والجداول والعلاقات بينها، يمكن استخدامها للحصول على معلومات حول الجداول والأعمدة والفهارس والأدونات.

**Performance Schema:** هو نظام يقوم بتجميع معلومات حول أداء قاعدة البيانات واستخدام الموارد، يمكن استخدامه لتحليل أداء قاعدة البيانات وتحديد الاستعلامات البطيئة والمشاكل الأخرى التي قد تؤثر على أداء النظام. في phpMyAdmin، يمكنك الوصول إلى Information Schema و Performance Schema من خلال القائمة الجانبية الشكل (9)، بمجرد النقر على كل منهما، ستتمكن من استعراض البيانات وتحليلها واستخدامها لتحسين أداء قاعدة البيانات الخاصة بك.

الشكل (9): خيار Information Schema و Performance Schema في phpMyAdmin

#### ٤-٢-٥ توصيف جداول قاعدة البيانات:

هناك أربع مجموعات من الجداول في قاعدة البيانات حسب الغرض منها في التطبيق المُصمّم، تتضمن هذه المجموعات الأربع: إدارة المستخدم لغرض تسجيل الدخول، وإدارة الأجهزة، وإدارة الانذار، وإدارة المراقبة. المجموعة الأولى: إدارة المستخدم تتضمن جدولين: user و user\_level الشكل (١٠) و (١١)، يسجل الجدول User\_Level معلومات المستخدم ضمن التطبيق، في حين أن الجدول user يحوي المعلومات التفصيلية حول المستخدم (يخزن معلومات عن المستخدمين؛ الاسم، اسم المستخدم، كلمة المرور، البريد الإلكتروني...إلخ). وفقاً للمستوى، فإن الوصول إلى التطبيق يختلف، وقد يكون مستوى المستخدم المسؤول أو المشغل أو الزائر.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	UserId	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	UserLevelId	int(11)			No	None			Change Drop More
3	Name	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More
4	UserName	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More
5	Password	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More
6	Email	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More
7	Description	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More
8	Main Admin	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More

الشكل (١٠): جدول users

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	UserLevelID	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	UserLevel	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More
3	Description	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More

الشكل (١١): جدول user\_level

المجموعة الثانية: إدارة الجهاز تتكوّن من جدول device الشكل (١٢) يسمح بإضافة الأجهزة في النظام، و يخزّن نوعها (الراسبييري بي، آردوينو، إيثرنت شيلد... إلخ) و تخزين جميع المعلومات ذات الصلة.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	DeviceId	int(11)			No	None			Change Drop More
2	DeviceTypeId	int(11)			No	None			Change Drop More
3	DeviceName	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More
4	PrimaryDevice	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More
5	IsUniqueKey	int(11)			No	None			Change Drop More
6	Description	varchar(50)	latin1_swedish_ci		No	None			Change Drop More
7	Status	int(11)			No	None			Change Drop More

الشكل (١٢): جدول device

المجموعة الثالثة: وهي الجزء المسؤول عن المراقبة وتتضمّن جدول dht11 وجدول operator الشكل (١٣) و (١٤)، حيث يسجل جدول dht11 بيانات الحساسات ضمن العملية الصناعية (في مثالنا: درجة الحرارة والرطوبة) في الزمن الحقيقي، أما جدول operator فيسجّل حالات المُشغّلات الموجودة ضمن العملية الصناعية.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	ID	bigint(20)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	temperature	float			Yes	NULL			Change Drop More
3	humidity	float			Yes	NULL			Change Drop More
4	date	timestamp			No	current_timestamp()			Change Drop More

الشكل (١٣): جدول dht11

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	hotelament	int(20)			No	None			Change Drop More
2	coldelement	int(20)			No	None			Change Drop More
3	Date	timestamp			Yes	current_timestamp()	ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP()		Change Drop More
4	ID	bigint(20)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More

الشكل (١٤): جدول operator

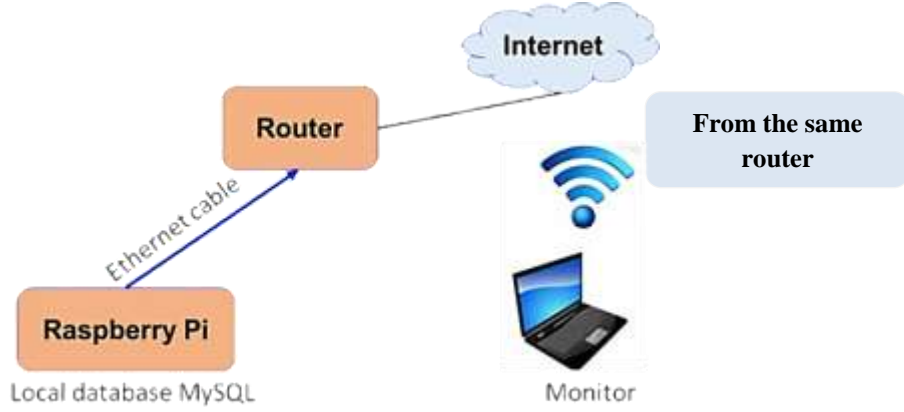
المجموعة الرابعة: إدارة الإنذار، يتم استخدام جدولاً لإدارة الإنذار باسم alarm، الشكل (١٥)، يخزن معلومات حول الإنذار (قيمة الإنذار والوقت الذي يحدث الإنذار).

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	alarm	int(11)			No	None			Change Drop More
2	ID	bigint(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
3	Date	timestamp(6)			No	current_timestamp(6)	ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP(6)		Change Drop More

الشكل (١٥): جدول alarm

#### ٤-٢-٦ مراقبة البيانات وإدارتها:

المهمة الرئيسية الثانية هي مراقبة وإدارة البيانات المخزنة في قاعدة البيانات. والتي تُعدّ من أهم مفاصل العمل في هذا البحث، ويبيّن الشكل الآتي، الشكل (١٦)، مخطّط هذه المهمة.



الشكل (١٦): مراقبة البيانات عن طريق الإنترنت.

قمنا بتصميم موقع إنترنت باستخدام الـ راسبيري باي باعتماد "PHP" الذي يستخدم لعرض البيانات وإدارتها أيضاً. وقد سبق الإشارة إلى أنّ قاعدة البيانات مبنية في راسبيري باي، ولذلك يستخدم الموقع قاعدة البيانات المحلية.

- التصميم البرمجي:

في البداية نقوم بتجهيز الـ راسبيري باي وتثبيت نظام التشغيل الخاص به، ومن ثم تنزيل الأدوات البرمجية الضرورية: Apache و MySQL و PHP و PhpMyAdmin على الـ راسبيري باي وسنقوم بعرض أهم خطوات التصميم البرمجي لنظام المراقبة والتحكّم المُصمّم.

#### ٥-١ إعداد نظام تسجيل البيانات:

سنستخدم في عملنا شريحة Ethernet لربط الـ آردينو بالشبكة. يبيّن الشكل (١٧)، النظام الذي تمّ إعداده لتسجيل بيانات الحساسات والمُشغلات. بدلاً من العملية المراد مراقبتها يتمّ استخدام حسّاس حرارة DHT11 لتسجيل درجة الحرارة ودرجة الرطوبة بالزمن الحقيقي. MySQL/ Connector هي مكتبة Arduino المستخدمة في توصيل Arduino و خادم قاعدة البيانات (MySQL) في الـ راسبيري باي. يربط كابلين إيثرنت من Arduino و Raspberry Pi إلى جهاز الراوتر في الشبكة.



الشكل (١٧): عملية تسجيل البيانات من الحساس وإرسالها إلى قاعدة البيانات المُصمّمة في الـ راسبيري باي.

كما يوضح الشكل (١٨)، توصيل المشغلات مع متحكم الأردوينو:



الشكل (١٨): توصيل المشغلات مع متحكم الأردوينو.

#### ٢-٥ مراقبة البيانات وإدارتها:

يتم تسجيل البيانات في قاعدة البيانات للمراقبة والتحليل أو التقييم في المستقبل. في هذا البحث، يتم تسجيل بيانات المستشعر وبيانات العمليات في قاعدة البيانات التي تتم مراقبتها وإدارتها باستخدام موقع الويب وإذا كانت هناك قيمة خارج الحدود المسموح بها والمحددة مسبقاً، يتم تنشيط المنبه. ويتم تخزين معلومات الإنذار في قاعدة البيانات بحيث يمكن معرفتها من قبل المستخدمين. يعدّ موقع الويب كنظام مراقبة ويتم تطويره في الراسبييري باي باستخدام لغة PHP وهي من اللغات المرنة التي تدعم التعامل مع نطاق واسع من أنواع قواعد البيانات ومن بينها قواعد البيانات الشهيرة MySQL [10].

يتم تصميم موقع الويب على حاسب محمول من أجل السرعة وسهولة الاستخدام، ومن ثم سيتم نسخه إلى الراسبييري باي عند الانتهاء من التصميم بشكل كامل، حيث تم تصميمها من خلال أكواد برمجية بلغات HTML, PHP, MySQL.

#### ٣-٥ تصميم صفحة تسجيل الدخول:

تم تصميم صفحة تسجيل الدخول للموقع، الشكل (١٩)، عند الدخول للموقع يظهر شريط فرعي يحوي على أكثر من خيار (Home, users, userlevel, device,dht11,operator, alarm, about, logout) سيتم استعراضها فيما يأتي:



الشكل (١٩): صفحة تسجيل الدخول الخاصة بموقع الويب المصمّم.

- الصفحة الرئيسية Home، الشكل (٢٠)، والتي تحتوي على خلفية بلون محدد، وكذلك عنوان المشروع مع صورة خاصة بعملنا لعملية تسجيل البيانات من الحساسات وإرسالها عبر الإنترنت إلى قاعدة البيانات MySQL المصممة في الـ راسبيري باي.



الشكل (٢٠): الصفحة الرئيسية Home في موقع الويب المصمم.

- صفحة Users، عند النقر على خيار users تظهر صفحة بعنوان users for Data Base، الشكل (٢١)، تحتوي هذه الصفحة على جدول مكون من عدة أعمدة تتضمن هذه الأعمدة معلومات عن المستخدمين لقاعدة البيانات كالاسم و اسم المستخدم و كلمة السر و الإيميل والمواصفات (زائر أو مشغل أو المدير) وكذلك المدير الرئيسي، كما يمكننا التعديل على البيانات، أو حذف أحد المستخدمين ضمن خيار update و Delete.
- كما يمكن إضافة مستخدمين آخرين عن طريق الضغط على خيار users فتظهر قائمة منسدلة نختار منها خيار create فتظهر صفحة اضافة مستخدم جديد المبينة في الشكل (٢٢) ويتم فيها إدخال جميع المعلومات الخاصة والمواصفات المطلوبة.

User Id	User Level Id	Name	User Name	Password	Email	Description	Main Admin	Update	Delete
1	3	Siba Mashael	Siba	123456789a	Siba.1997@gmail.com	first administrator	True	Update	Delete
3	2	Aous Younes	Aous	11223344A	aous1991@gmail.com	Operator	True	Update	Delete
7	1	Hussein Mahmoud	Hussein	12341234h	hussein1995@gmail.com	Visitor	False	Update	Delete

الشكل (٢١): صفحة المستخدمين ضمن الموقع الويب.

الشكل (٢٢): صفحة إضافة مستخدم جديد.

- صفحة User Level، عند الضغط على هذا الخيار تظهر صفحة بعنوان Users level for Data base تحتوي على جدول مكون من ثلاثة أعمدة يخزن مستوى المستخدمين، المشرف، المشغل أو الزائر، الشكل (٢٣).

User Level Id	User Level	Description
1	Siba Mashael	Admnistrator
2	Adus Younes	Operator
3	Hussien Mahmoud	Visitor

الشكل (٢٣): صفحة مستوى المستخدمين.

- صفحة Device، عند الضغط على device تظهر الصفحة التالية، الشكل (٢٤)، وهي مجهزة ليظهر فيها أنواع الأجهزة المستخدمة (الراسبيري بي، آردوينو، إيثرنت شيلد... إلخ).

Device Id	Device Type Id	Device Name	Primary Device	Unique Key	Description	Status
1	1					
2	2					
3	3					

الشكل (٢٤): صفحة الأجهزة Device.

- صفحة Alarm، عند الضغط على alarm تظهر صفحة بعنوان Alarm For Data Base، الشكل (٢٥)، يتم فيها تخزين حالة الإنذار ووقت حدوثه.

Alarm	ID	Date
1	1	
2	2	
3	3	

الشكل (٢٥): صفحة الإنذار.

- صفحة Dht11، عند الضغط على DHT11 تظهر صفحة بعنوان Dht11 For Data Base، الشكل (٢٦)، تحتوي على ثلاثة جداول، الأول (Temperature) يتم فيه تخزين قراءات درجة الحرارة من الحساس، الثاني (Humidity) يتم فيه تخزين قراءات الرطوبة من الحساس، الأخير (date) يتم فيه تخزين الزمن الحقيقي لكل قراءة.

ID	Temperature	Humidity	Date
1			
2			
3			

الشكل (٢٦) : صفحة dht11 ضمن الموقع.

• صفحة operator، عند الضغط عليها تظهر صفحة بعنوان operator for database، تحتوي على ثلاثة جداول، الشكل (٢٧)، الأول (Hot element) يتم فيه تخزين قراءات حالة مشغل التسخين، الثاني (cold element) يتم فيه تخزين قراءات حالة مشغل التبريد، الأخير (date) يتم فيه تخزين الزمن الحقيقي لكل قراءة.

ID	Hotelement	Coldelement	Date
1			
2			
3			

الشكل (٢٧): صفحة operator ضمن الموقع

• صفحة About، عند الضغط على خيار About تظهر صفحة بعنوان All Device For Basic System، تحتوي فقط على صور لجميع الأجهزة المستخدمة في البحث وتحت كل صورة يندرج اسم هذا الجهاز، الشكل (٢٨).



الشكل (٢٨): صفحة About.

• صفحة Logout، عند الضغط على خيار logout يتم الخروج من الموقع.

٥-٤ برمجة الموقع ونسخه إلى الـ راسبيري باي:

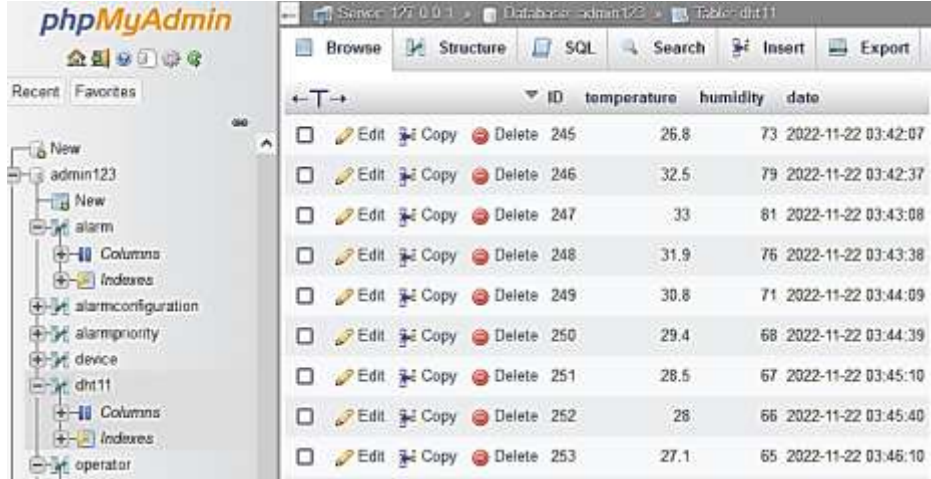
بعد الانتهاء من تصميم الصفحات السابقة، يجب إضافة الوظائف functions إلى هذه الصفحات، بحيث يعمل الموقع وفقاً لما هو مطلوب منه في حفظ البيانات في الزمن الحقيقي، ويتم استخدام لغة PHP للبرمجة وجعل صفحات الويب تعمل كما هو مطلوب. إلى جانب PHP، تستخدم JavaScript، JQuery و



Ajax لجعل صفحة الويب أكثر فعالية، حيث يمكن إضافة الرسوم المتحركة وبعض الميزات المهمة الأخرى في صفحة الويب.

### ● اختبار النظام ومناقشة النتائج:

#### ٦-١ قراءة بارامترات (درجة الحرارة والرطوبة) في الزمن الحقيقي:



ID	temperature	humidity	date
245	26.8	73	2022-11-22 03:42:07
246	32.5	79	2022-11-22 03:42:37
247	33	81	2022-11-22 03:43:08
248	31.9	76	2022-11-22 03:43:38
249	30.8	71	2022-11-22 03:44:09
250	29.4	68	2022-11-22 03:44:39
251	28.5	67	2022-11-22 03:45:10
252	28	66	2022-11-22 03:45:40
253	27.1	65	2022-11-22 03:46:10

الشكل (٢٩): قراءات درجة الحرارة والرطوبة المرسلّة إلى قاعدة البيانات في الـrasبيري في الزمن الحقيقي كل ٣٠ ثانية تتم أولاً عملية قراءة المستشعرات وتسجيل البيانات ومن ثم إرسال القيم عبر شبكة الإنترنت إلى قاعدة البيانات المُصمّمة ضمن الـrasبيري باي ضمن "Phpmyadmin" وتخزن القيم المرسلّة ضمن جداول محدّدة في قاعدة البيانات وكل ٣٠ ثانية تؤخذ قراءة جديدة وترسل إلى قاعدة البيانات إلى جدول dht11 كما هو موضّح في الشكل (٢٩)، الذي يبيّن جدول dht11 الموجود ضمن قاعدة البيانات المُصمّمة (admin123)، والذي يحتوي قراءات بارامتر الحرارة في العمود (temperature)، والرطوبة في عمود (humidity)، في الزمن الحقيقي في عمود (date)، حيث كل ٣٠ ثانية يتم أخذ قراءة جديدة أخرى، وبذلك سنستطيع مراقبة درجة الحرارة والرطوبة وحالات الإنذار والمُشغلات ضمن القاعدة ومعرفة وقت وتاريخ حدوثها.

#### ٦-٢ مراقبة بارامتر درجة الحرارة:

أثناء تسجيل البيانات يعمل النظام على مراقبة درجة الحرارة، عندما تزيد عن الحد الأعلى (٣٠ درجة مئوية قابلة للتعديل برمجياً) ضمن بيئة العمل يتم إرسال إنذار حرارة مرتفعة إلى قاعدة البيانات على شكل إدراج صف في جدول alarm في العمود alarm يحوي على القيمة (١) دلالة على أنّ الإنذار نشط مع تحديد وقت حدوث المنبه بالزمن الحقيقي لحدوث الإنذار.

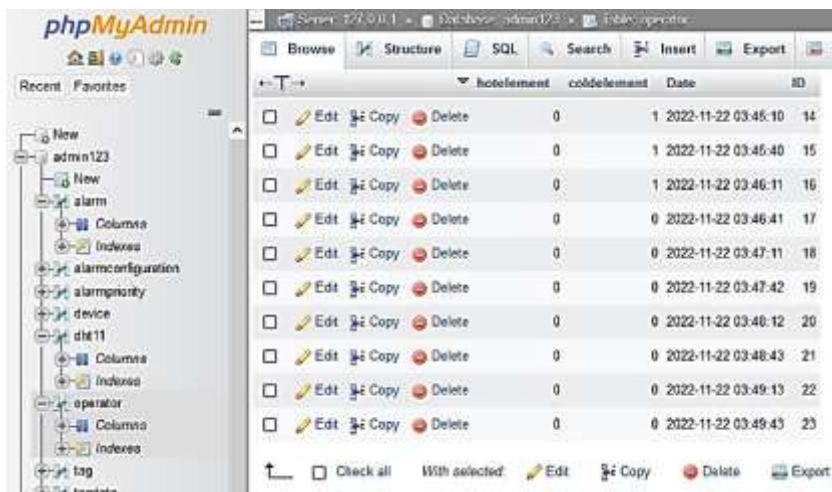
أما عند بقاء المنغبر ضمن الحدود الطبيعية المسموح بها (تحت الـ ٣٠ درجة مئوية) ضمن بيئة العمل فإن حالة الإنذار ستبقى غير مُفعّلة، ويتم إدراج صف في القاعدة ضمن جدول alarm في العمود alarm يحوي القيمة (٠)، وتستمر هذه القراءات كل ٣٠ ثانية بقيمة (٠) وحالة إنذار غير نشطة حتّى يطرأ تغيير جديد على البارامتر (درجة الحرارة) ليعود ويتفعّل عند حالات التجاوز غير المسموح بها. يظهر الشكل (٣٠) قراءات جدول alarm ضمن قاعدة البيانات المُصمّمة في الـrasبيري باي (admin123) بالزمن الحقيقي.

	ID	Date
<input type="checkbox"/>	52	2022-11-22 04:04:10.782283
<input type="checkbox"/>	53	2022-11-22 04:04:22.339148
<input type="checkbox"/>	54	2022-11-22 04:04:52.719178
<input type="checkbox"/>	55	2022-11-22 04:05:23.132104
<input type="checkbox"/>	56	2022-11-22 04:05:53.506846
<input type="checkbox"/>	57	2022-12-13 04:44:17.208061
<input type="checkbox"/>	58	2022-12-13 04:44:49.872925
<input type="checkbox"/>	59	2022-12-13 04:46:48.175270
<input type="checkbox"/>	60	2022-12-13 04:51:22.338770
<input type="checkbox"/>	61	2022-12-13 04:57:14.391488
<input type="checkbox"/>	62	2022-12-13 05:17:31.026105
<input type="checkbox"/>	63	2022-12-13 05:17:32.129093

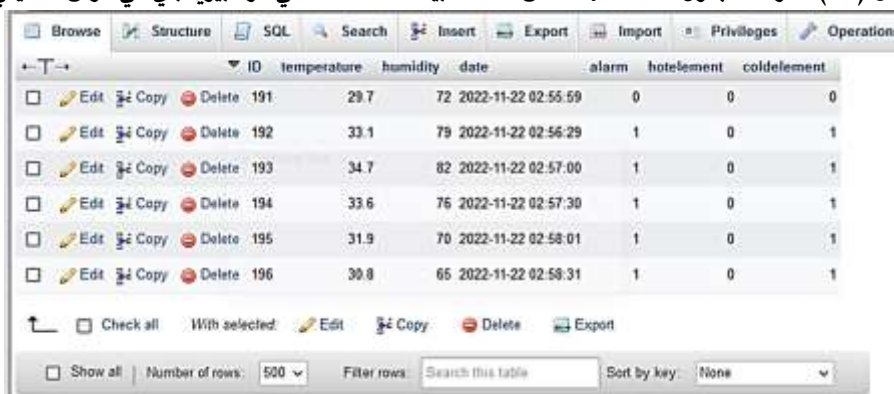
الشكل (٣٠): قراءات جدول alarm ضمن قاعدة البيانات المصنّعة في الـ راسبييري باي في الزمن الحقيقي.

### ٣-٦ التحكّم بالمشغلات:

عندما تزيد درجة الحرارة عن الحد المرغوب (٢٧ درجة مئوية يمكن تعديل القيمة برمجياً) ضمن بيئة العمل، يتم تشغيل مُشغّل (cold element) (استخدمنا كمثال مروحة)، يساعد في عملية التبريد لتخفيض درجة الحرارة إلى الحد الطبيعي (دون الـ ٢٧ درجة مئوية)، ويتم إدراج صفّ في قاعدة البيانات في جدول "operator" ضمن العمود "cold element" يحوي على القيمة (١) مع تحديد الزمن والتاريخ الحقيقي لوقت تشغيل المُبرّد. أما عند الانخفاض عن حدّ معين (٢٠ درجة مئوية)، فيتم تشغيل مُشغّل (hot element) (عبارة عن سخان)، يساعد في عملية التسخين لرفع درجة الحرارة إلى الحد الطبيعي، ويتم إدراج صفّ في قاعدة البيانات في جدول "operator" ضمن العمود "hot element" يحوي على القيمة (١) مع تحديد الزمن والتاريخ الحقيقي لوقت تشغيل السخان. وما عدا ذلك ضمن الحدود الطبيعية تبقى المشغلات غير مفعّلة وتستمر القراءات كلّ ٣٠ ثانية بإرسال القيمة (٠). وبذلك يمكن مراقبة أداء المشغلات والإنذارات ضمن قاعدة البيانات والتأكد من عملها وأوقات حدوثها أو وجود أي تأخير فيها. يوضّح الشكل (٣١) يوضّح قراءات جدول "operator" ضمن قاعدة البيانات المصنّعة في الـ راسبييري باي (admin123)، وقراءات مُشغّل التبريد (cold element)، ومُشغّل التسخين (hot element)، بالزمن الحقيقي (Date)، يظهر الشكل (٣٢) صورة توضيحية تجمع درجات الحرارة والرطوبة مع حالة الإنذار مع حالة المشغلات في الزمن الحقيقي.



الشكل (٣١)ذ: قراءات جدول operator ضمن قاعدة البيانات المصممة في الراسبيري باي في الزمن الحقيقي.



الشكل (٣٢): صورة توضيحية تجمع درجات الحرارة والرطوبة مع حالة الإنذار و حالة المُشغلات في الزمن الحقيقي.

#### ٤-٦ مناقشة النتائج:

تم الربط بين قاعدة البيانات وموقع الويب برمجياً (عن طريق أكواد برمجية بلغة PHP)، عندها يتم أخذ قراءات جديدة من العملية الصناعية المراد مراقبتها (حساس الحرارة والرطوبة Dht11)، وإرسالها عبر شبكة الإنترنت إلى قاعدة البيانات حيث نلاحظ أنه تم عرضها ضمن موقع الويب بنفس الوقت مع عرض حالات الإنذار والمُشغلات.

#### ٤-٦-١ مراقبة بارامتر درجة الحرارة:

يبين الشكل (٣٣) جدول dht11 ضمن قاعدة البيانات admin123 الذي يحوي قراءة بارامتر درجة الحرارة وكذلك درجة الرطوبة في الزمن الحقيقي لأكثر من قراءة. يظهر على الشكل (٣٤)، صفحة DHT11 ضمن موقع الويب والتي تحتوي أيضاً على قراءات درجة الحرارة والرطوبة (التي تم إرسالها إلى قاعدة البيانات) في الزمن الحقيقي.

ID	Temperature	Humidity	Date
0	25	50	2022-12-13 07:11:04.486209
0	22	55	2022-12-13 07:29:07.474012
0	22	55	2022-12-13 07:30:05.073604
0	22	55	2022-12-13 07:33:28.412503
0	22	55	2022-12-13 07:33:31.870557
0	22	55	2022-12-13 07:33:32.582100
0	23	55	2022-12-13 07:33:37.224002
0	24	55	2022-12-13 07:33:41.533002
0	25	55	2022-12-13 07:33:44.931350
0	27	55	2022-12-13 07:34:06.457270
0	28	55	2022-12-13 07:34:12.866035
0	28	55	2022-12-13 07:34:17.702903

ID	Temperature	Humidity	Date
0	25	50	2022-12-13 07:11:04.486209
0	22	55	2022-12-13 07:29:07.474012
0	22	55	2022-12-13 07:30:05.073604
0	22	55	2022-12-13 07:33:28.412503
0	22	55	2022-12-13 07:33:31.870557
0	22	55	2022-12-13 07:33:32.582100
0	23	55	2022-12-13 07:33:37.224002
0	24	55	2022-12-13 07:33:41.533002
0	25	55	2022-12-13 07:33:44.931350
0	27	55	2022-12-13 07:34:06.457270
0	28	55	2022-12-13 07:34:12.866035
0	28	55	2022-12-13 07:34:17.702903
0	28	55	2022-12-13 07:34:18.817904
0	30	55	2022-12-13 07:34:30.341603
0	31	55	2022-12-13 07:34:36.581245

الشكل (٣٣): جدول dht11 في قاعدة البيانات الشكل (٣٤): صفحة DHT11 ضمن موقع الويب  
نلاحظ أن صفحة dht11 ضمن موقع الويب المُصمّم أتاحت لنا مراقبة درجات الحرارة والرطوبة بسهولة وأيضاً بزمنها الحقيقي.

٦-٤-٢ مراقبة حالة الإنذار:

يبين الشكل (٣٥) جدول "alarm" ضمن قاعدة البيانات "admin123" الذي يحوي حالات الإنذار في الزمن الحقيقي لأكثر من قراءة مأخوذة لدرجة الحرارة. أما الشكل (٣٦)، فيظهر صفحة alarm ضمن موقع الويب المُصمّم والتي تحتوي على قراءات حالة الإنذار التي تم إرسالها إلى قاعدة البيانات بالزمن الحقيقي.

Alarm	ID	Date
0	0	2022-12-13 07:01:50 420426
0	0	2022-12-13 07:11:04 519722
0	0	2022-12-13 07:29:07 457124
0	0	2022-12-13 07:30:05 088243
0	0	2022-12-13 07:33:28 418984
0	0	2022-12-13 07:33:31 688601
0	0	2022-12-13 07:33:32 625887
0	0	2022-12-13 07:33:37 255757
0	0	2022-12-13 07:33:41 566314
0	0	2022-12-13 07:33:44 964979
0	0	2022-12-13 07:34:06 467505
0	0	2022-12-13 07:34:13 006549
0	0	2022-12-13 07:34:17 715472

Alarm	ID	Date
0	0	2022-12-13 07:01:50 420426
0	0	2022-12-13 07:11:04 519722
0	0	2022-12-13 07:29:07 457124
0	0	2022-12-13 07:30:05 088243
0	0	2022-12-13 07:33:28 418984
0	0	2022-12-13 07:33:31 688601
0	0	2022-12-13 07:33:32 625887
0	0	2022-12-13 07:33:37 255757
0	0	2022-12-13 07:33:41 566314
0	0	2022-12-13 07:33:44 964979
0	0	2022-12-13 07:34:06 467505
0	0	2022-12-13 07:34:13 006549
0	0	2022-12-13 07:34:17 715472
0	0	2022-12-13 07:34:18 851124
1	0	2022-12-13 07:34:30 347673
1	0	2022-12-13 07:34:36 590261
1	0	2022-12-13 07:34:39 317817
1	0	2022-12-13 07:34:40 106193

الشكل (٣٥): جدول Alarm ضمن قاعدة البيانات. الشكل (٣٦): صفحة Alarm ضمن موقع الويب.

نلاحظ أن صفحة alarm ضمن موقع الويب المُصمّم قد أتاحت لنا مراقبة حالة الإنذار وزمن حدوثه بشكل آني وبدون تأخير.

٦-٤-٣ التحكّم بالمُشغلات:

يبين الشكل (٣٧) جدول "operator" ضمن قاعدة البيانات "admin123" الذي يحتوي قراءة حالة المُشغلات (المروحة cold element) و (السخان hot element) في الزمن الحقيقي لأكثر من قراءة مأخوذة. يبين الشكل (٣٨) صفحة operator ضمن موقع الويب والتي تحتوي أيضاً على قراءات المُشغلات (cold element & hot element) في الزمن الحقيقي التي تم إرسالها إلى قاعدة البيانات.

ID	Hotelement	Coldelement	Date
0	0	0	2022-12-13 07:33:28 445822
0	0	0	2022-12-13 07:33:31 702157
0	0	0	2022-12-13 07:33:32 658883
0	0	0	2022-12-13 07:33:37 287882
0	0	0	2022-12-13 07:33:41 601406
0	0	0	2022-12-13 07:33:44 958440
0	0	1	2022-12-13 07:34:06 479054
0	0	1	2022-12-13 07:34:13 040481
0	0	1	2022-12-13 07:34:17 752852
0	0	1	2022-12-13 07:34:18 850494
0	0	1	2022-12-13 07:34:30 374884

ID	Hotelement	Coldelement	Date
0	0	0	2022-12-13 07:33:28 445822
0	0	0	2022-12-13 07:33:31 702157
0	0	0	2022-12-13 07:33:32 658883
0	0	0	2022-12-13 07:33:37 287882
0	0	0	2022-12-13 07:33:41 601406
0	0	0	2022-12-13 07:33:44 958440
0	0	1	2022-12-13 07:34:06 479054
0	0	1	2022-12-13 07:34:13 040481
0	0	1	2022-12-13 07:34:17 752852
0	0	1	2022-12-13 07:34:18 850494
0	0	1	2022-12-13 07:34:30 374884
0	0	1	2022-12-13 07:34:36 619570
0	0	1	2022-12-13 07:34:39 329650
0	0	1	2022-12-13 07:34:40 139420
0	0	1	2022-12-13 07:34:41 082823
0	0	1	2022-12-13 07:34:47 377312
0	0	0	2022-12-13 07:35:12 568127
0	0	0	2022-12-13 07:35:19 548990
0	0	0	2022-12-13 07:35:30 173221
0	0	0	2022-12-13 07:35:34 801456

الشكل (٣٨): صفحة operator في موقع الويب      الشكل (٣٧): جدول operator ضمن قاعدة البيانات

نلاحظ أنّ صفحة "operator" ضمن موقع الويب المُصمّم قد أتاحت لنا مراقبة حالة المُشغّلات (المروحة cold element و (السخان hot element) في الزمن الحقيقي.  
٤-٤-٦ - مراقبة الأجهزة:

يبين الشكل (٣٩) مراقبة الأجهزة المتّصلة وغير المتّصلة ضمن صفحة Device في موقع الويب المُصمّم.

Device Id	Device Type Id	Device Name	Primary Device	Unique Key	Description	Status
1	1	Raspberry Pi	True	1	Primary	On
2	2	Arduino1	True	1	Primary	On
3	3	Arduino2	Off	0	Secondary	Off
4	4	Ethernet	On	1	Connect	On
5	5	Dht11	On	1	Primary	On
6	6	Router	On	1	Primary	On

الشكل (٣٩): صفحة Device في موقع الويب.

نلاحظ أنّ صفحة "device" ضمن موقع الويب المُصمّم قد أتاحت لنا مراقبة حالة الأجهزة ضمن النظام المُصمّم (المتّصلة أو غير المتّصلة).  
انطلاقاً ممّا سبق، يتّضح لنا القدرة على مراقبة العملية الصناعية و بارامتراتنا وكذلك حالات الإنذار والمُشغّلات من خلال موقع الويب المُصمّم.

● الخاتمة:

أولاً) الاستنتاجات:

- إنّ استخدام تقنيات التحدّك المبرمجة الحديثة (Raspberry Pi & Arduino) مكّنت من تطوير نظام للمراقبة والتحدّك مؤتمت بإمكانه إدارة العملية التحدّكية في التطبيقات الصناعية عبر الويب في الزمن الحقيقي بكفاءة عالية واستجابة سريعة.
- تمكّن شريحة الأردوينو "Mega2560" من تجنّب مشاكل عدم القدرة على تسجيل البيانات بفضل الذاكرة الكبيرة لها مقارنة مع شرائح الأردوينو الأخرى ذات الذاكرة المحدودة
- اختيارنا لشريحة الراسبيري الحديثة "Raspberry Pi 3 Model B" ذات المُعالج القوي أتاح لنا اعتمادها قلب (الجزء الرئيسي) للنظام المُصمّم من حيث تنفيذ جميع العمليات وتحميل جميع التطبيقات عليها.
- الطريقة التي اتّبعتها لتسجيل البيانات من العملية الصناعية مكّنت النظام من القيام بقراءة بيانات الحساسات في الزمن الحقيقي وإرسالها آنياً إلى قاعدة البيانات عبر شبكة الإنترنت.
- إنّ ربط موقع الويب الذي قمنا بتصميمه مع قاعدة البيانات المُصمّمة على الراسبيري يتيح مراقبة البارامترات الخاصّة بالعملية الصناعية بسهولة وفي الزمن الحقيقي، مع القدرة على معالجة حالات الإنذار عن طريق التحدّك بالمُشغّلات تلقائياً مع إمكانية التدخّل المباشر لتعدّيل حالة المُشغّلات يدوياً وعن

بُعد. كذلك يتيح موقع الويب مراقبة حالة تجهيزات النظام (راسبيري باي، أردوينو، إيثرنت، بالإضافة إلى الحساسات) ما يزيد من كفاءة النظام.

### ثانياً التوصيات:

- نوصي باستخدام الراسبيري باي عند الحاجة إلى معالجة عمليات برمجية معقّدة (معالجة معقّدة للبيانات)، ولأردوينو عند الحاجة إلى التحكّم بالعتاد (التفاعل مع العالم الخارجي).
- دراسة استخدام الحساسات اللاسلكية مع أنظمة التحكّم الصناعية ومقارنتها اقتصادياً وفنياً مع الحساسات السلكية.

### المراجع:

- [1] ليال اسماعيل، د. نائر ابراهيم، "نظام تحصيل معطيات لاسلكي موجه لأغراض التحكّم"، رسالة ماجستير، كلية الهندسة التّقنية، جامعة طرطوس، 2020.
- [2] م. هبة الله تيسير محمود، د. نائر ابراهيم، "تطبيق ويب طبي تفاعلي لإدارة مركز الباسل وأمراض وجراحة القلب في اللاذقية"، رسالة ماجستير، تقانات الويب MWT، الجامعة الافتراضية السورية، 2020.
- [3] Anatoliy Sachenko and others, "Development of the flexible traffic control system using the LabView and thingspeak ", IEEE International, 2020.
- [4] Anatoliy Víctor, A .Ramírez and others , "Raspberry Pi for implementation of web technology in an automation process", IEEE International, 2019.
- [5] Abdelrahim Ate, Mohamed Abdelrahim, "Controlling the Temperature Reactor Based on Raspberry Pi System Control", IEEE International, 2018.
- [6] arduino.cc. (2015). *What is Arduino?* Retrieved April, 2015, from <http://arduino.cc/en/guide/introduction>
- [7] D. Jesus, J. Abraham, and C. Alberto, "Internet of things applied to agriculture using the ESP32 module in connection with the Ubidots platform," 2021.
- [8] arduino.cc. (2015). *Arduino WiFi Shield*. Retrieved April 10, 2015, from <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoWiFiShield>
- [9] mysql. (2015). *Overview of the MySQL Database Management System*. Retrieved April 11, 2015, from <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.1/en/what-is-mysql.html>
- [10] RaspiPress. (2015). *Tutorial – Install PhpMyAdmin on your Raspberry Pi*. Retrieved 04/15, 2015, from <http://www.raspipress.com/2012/09/tutorial-install-phpmyadmin-on-your-raspberry-pi/>