الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا لأساتذة التعليم التكنولوجي –سكيكدة–

قسم التكنولوجيا

التخصص: هندسة كهربائية

مذكرة التخرج لنيل شهادة أستاذ تعليم ثانوي

بعنوان:

دراسة وإنجاز دارة تحكم في نظام الري الذكي

من إعداد:

- بلهول شهيناز
- مخابة رانيا

تحت إشراف:

- عثمان إيمان

لجنة المناقشة:

• بلاسكة نوال	أستاذة محاضرة قسم ب	رئيسة اللجنة
• عثمان إيمان	أستاذة محاضرة قسم ب	الأستاذةالمشرفة
• دثوش نجمة	أستاذة محاضر قسم ب	الأستاذة المناقشة

السنة الجامعية: 2024/2025

الشكر والعرفان

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبتوفيقه تتحقق الغايات، والصلاة والسلام على خير خلقه سيدنا محمد، وعلى آله وصحبه أجمعين.

لا يسعنا في هذا المقام إلا أن نعبر عن خالص امتناننا وعظيم تقديرنا لكل من كان له فضل علينا في مشوارنا العلمي، ولكل من قدم لنا يد العون والدعم والتوجيه طيلة سنوات دراستنا.

نتوجه بأسمى عبارات الشكر والعرفان إلى كافة الأساتذة الكرام الذين غمرونا بعلمهم، وفتحوا أمامنا آفاق المعرفة، وكانوا بحق منارات نهتدي بها. فلكم منا كل الاحترام والتقدير، ونسأل الله أن يجعل ما قدمتموه في ميزان حسناتكم.

كما نخص بالشكر أستاذتنا الفاضلة الدكتورة إيمان عثمان، مشرفتنا الكريمة، على ما بذلته من جهود في توجيهنا وتقديم النصائح العلمية التي كان لها أثر طيب في إنجاز هذا العمل. نشكرها على صبرها ومتابعتها لنا، ونسأل الله أن يجزيها خير الجزاء ويبارك في علمها.

ولا يفوتنا أن نتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى الأستاذة نوال بلاسكا، رئيسة اللجنة، على ما قدمته من ملاحظات قيمة واقتراحات بناءة أسهمت في تحسين هذا البحث وتطويره.

كما نعبر عن امتناننا الكبير للأستاذة ذتوش نجمة، المناقشة الموقرة ، على وقتها الثمين ومتابعتها واهتمامها بهذا العمل، وعلى ما تفضلت به من توجيهات علمية ساعدت في إخراج هذا البحث في صورته النهائية.

وأخيرا، نرفع أصدق عبارات الشكر والامتنان إلى عائلاتنا الكريمة، سندنا الحقيقي، وإلى كل من وقف إلى جانبنا، ودعانا بكلمة طيبة أو دعاء صادق. فلولا فضل الله، ثم فضلهم، لما كان لهذا الإنجاز أن يتحقق.

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين.

الإهداء

الحمد لله حبا وشكرا وامتنانا. ما كنت لأفعل هذا لولا فضل الله، فالحمد لله على البدء، والحمد لله على الختام.

(وآخرُ دعواهم أنِ الحمدُ للهِ ربِّ العالمي)

أهدي هذا النجاح إلى نفسي الطموحة، تقديرا لكل تعب بذلته، وها أنا اليوم أختم بحث تخرجي بكل همة ونشاط، فالحمد لله.

اللهم لا تجعله آخر عهدي بالعلم، واجعله خير بداية لطريق أعظم.

أهدي ثواب هذا البحث إلى من تربَيت على يديه، إلى من علمني القيم والمبادئ، إلى من لا ينفصل اسمه عن اسمي، إلى فرحتي الدائمة، ومصدر قوتي وفخري، لطالما عاهدته بهذا النجاح، وها أنا ذا أتمم وعدي، وأهديه إليك يا أبي الغالي (حفظك الله).

كما أهدي ثمرة جهدي ودراستي وفرحتي المنتظرة إلى نبراس أيامي، ووهج حياتي، إلى التي ظلت دعواتها تضم اسمي دائما، إلى من أفنت عمرها في سبيل أن أحقق طموحي وأحلامي أمي الغالية (حفظك الله).

إلى ضلعي الثابت، وأمان أيامي، إلى خيرة أيامي وصفوتها، إلى قرة عيني أخواتي هديل، وجيهان، وأسيل، وأخوي هيثم ومعتز الغاليَين.

إلى من كانت لي أكثر من مجرد زميلة دراسة، إلى رفيقة الرحلة الجميلة، وأختي التي لم تلدها أمي، ورفيقة قلبي وروحي شهيناز.

لقد كانت هذه المذكرة ثمرة جهود مشتركة، وبصمة تعب امتزجت بروح الصداقة والأخوة، قبل أن تكون مجرد عمل علمي.

وإلى صديقاتي الغاليات هدى، رحمة، مريم، إيمان، نور، خديجة، ومروة،

كنتن النور في عتمة الطريق، والسند في لحظات التعب.

شكرا لصدقكن، ووفائكن، ولجمل حضوركن في حياتي.

أهدي تخرجي إلى جدي وجدتي الحبيبين (رحمهما الله) الحاضرين دائما في قلبي.

ما سلكنا البدايات إلا بتيسيره،وما بلغنا النهايات إلا بتوفيقه،وما حققنا الغايات إلا بفضله، فالحمد لله.

فجزاكم الله خيرا، وأثابكم خير الجزاء.

مخابة رانيا

الإهداء

﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ ﴾

بهذه الآية العظيمة، أستفتح هذا العمل المتواضع، الذي هو ثمرة جهد، ومسيرة من العطاء والصبر، وسنوات من التعلم والتكوين...

أهديه لكل من كان لي عونا ونورا، ولكل من كان لحضوره في حياتي أثر لا يُنسى.

إلى أمي الغالية، نبع الحنان وروح القلب لك وحدك ينحني قلمي، خجلا من عجزه عن التعبير.

كنت الدعاء الذي لا يغيب، والصوت الذي يطمئن، والدعم الذي لا ينضب.هذا الإنجاز هو امتداد لحبك، لاحتوائك، ولصلابتك التي جعلتني أصل إلى ما أنا عليه اليوم.

إلى أبي الحبيب،منك تعلمت معنى الصبر، ومعك شعرت بالأمان.كنت، ولا تزال، عونا لي بعد الله، فجزاك الله عني كل خير.

إلى أختي الحبيبة أميرة، وزوجها العزيز أمين،كل المحبة والتقدير لقلبيكما الدافئين.

لقد كنتما دوما سندا وعونا، وشكرا لكل لحظة دعم وتشجيع.

إلى أخوي العزيزين، لطفي وعبد الباسط، كبرت بينكما وبفضلكما، ووجودكما في حياتي نعمة لا تُثمن.

دمتما لي فخرا وسندا مدى الحياة.

وإلى شريكة هذا المشوار، زميلتي، صديقتي، ورفيقة دربي... رانيا، لم تكوني مجرد مساعدة في إنجاز هذه المذكرة، بل كنت قلبا نابضا بالحيوية، ويدا ممدودة بالعطاء، وصوتا يهون الصعاب.

أنت نصف الرحلة الجميلة.

إلى صديقاتي الغاليات، من كنّ لي ضوءا في كل عتمة هدى، رحمة، مريم، إيمان، نور، خديجة، مروة، كنتن بلسما لأيام التعب، وبهجة لسنوات الجهد شكرا لأنكن كنتن كما أنتن صادقات، حنونات، وأصيلات.

وإلى كل صديقاتي العزيزات في القسم،اللواتي شاركنني سنوات الدراسة، وجمعني بهن مقعد العلم قبل أن يجمعني القلب، كنتن رفيقات عمر لا تُنسى ، شكرا على لحظاتكن الصادقة.

وأخيرا، إلى عائلتي الكبيرة، وكل من ساندني، وواساني، ورفع من معنوياتي ولو بكلمة طيبة،

إلى من مروا في طريقي وتركوا فيه أثرا جميلا،

أهدي هذا الإنجاز عربون شكر وامتنان، وذكرى تبقى في القلب ما حييت

بلهول شهيناز

الملخص

تعد الزراعة داخل البيوت البلاستيكية شكلا من أشكال الإنتاج المكثف، حيث ينبغي ضبط عوامل الإنتاج بما يتماشى مع احتياجات النبات لضمان مردودية عالية. إن عدم قدرة الفلاح على مراقبة وتحديد الظروف المناخية المتغيرة بدقة وسرعة يوميا قد يشكل خطرا على المحاصيل.

ومن هنا تبرز أهمية مشروعنا المتمثل في بيت بلاستيكي ذكي مزود بمجموعة من الحساسات التي تتحكم فيها لوحة أردوينو، مما يسمح بتنظيم عناصر المناخ المصغر مثل درجة الحرارة، والرطوبة، وشدة الإضاءة، مع التشغيل الآلي لعمليات السقي، والتسخين، والتهوية.

ولتعزيز الأمن، تم تجهيز هذا البيت بكاشف حركة، على أن ترسل جميع البيانات إلى الهاتف الذكي لعرضها ومراقبتها عن بعد وفي الزمن الحقيقي.

الكلمات المفتاحية: أردوينو، إنترنت الأشياء (IoT)، حساسات، الزراعة الذكية، البيوت البلاستيكية.

Résumé

L'agriculture sous serre représente une forme de production intensive, où les facteurs de production doivent être régulés en fonction des besoins des plantes afin de garantir un rendement élevé. L'incapacité de l'agriculteur à surveiller et à détecter rapidement et précisément les conditions climatiques changeantes au quotidien peut constituer un danger pour les cultures.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet, qui consiste en une serre intelligente équipée d'un ensemble de capteurs contrôlés par une carte Arduino. Ce système permet de réguler les éléments du microclimat tels que la température, l'humidité et l'intensité lumineuse, tout en automatisant les opérations d'irrigation, de chauffage, d'humidification et de ventilation.

Pour renforcer la sécurité, la serre est également dotée d'un détecteur de mouvement. Toutes les données sont envoyées vers un smartphone pour un affichage et une surveillance à distance en temps réel.

Mots-clés : Arduino, Internet des objets (IoT), capteurs, agriculture intelligente, serres.

Abstract

Greenhouse farming is a form of intensive production where environmental factors must be regulated according to the plant's needs to ensure high productivity. The farmer's inability to accurately and quickly monitor changing climatic conditions on a daily basis can pose a threat to crops.

This is where our project comes in—a smart greenhouse equipped with a set of sensors controlled by an Arduino board. This system allows for the regulation of microclimatic elements such as temperature, humidity, and light intensity, while automating processes like irrigation, heating, humidification, and ventilation.

To enhance security, the greenhouse is also equipped with a motion detector. All data is transmitted to a smartphone for remote, real-time monitoring and visualization.

Keywords: Arduino, Internet of Things (IoT), sensors, smart agriculture, greenhouses.

قائمة الاختصارات

IoT : Internet des objets

Wi-Fi : Fidélité sans fil

IDE : Environnement de développement intégré

USB : Bus universel en série

PWM : Modulation de largeur d'impulsion

VIN : Entrée de tension

GND : Masse

SCL : Horloge série

CAN : Convertisseur analogique-numérique

INT : Entrée

DC : Courant continu

LED : Diode électroluminescente

LCD : Affichage à cristaux liquides

I2C : Circuit inter-intégré

SDA : Donnée série

HDPE : Polyéthylène haute densité

CO_2 : Dioxyde de carbone

Ph : Potentiel hydrogène

PCB : Carte de circuit imprimé

DHT11 : Capteur numérique d'humidité et de température

PIR : Capteur infrarouge passif

FC-51 : Détection d'obstacles par infrarouge

LDR : Résistance dépendante de la lumière

IR : Infrarouge

KNN : k plus proches voisins

M2M : Communication machine à machine

KNN:k-Nearest Neighbors

M2M:Machine to Machine

الفهرس

الفصل الأول: عموميات عن الري

1.1 المقدمة 3

2.1 الري 3

1.2.1 تعريف الري 3

2.2.1 أهمية الري 3

3.2.1 أنواع الري 3

3.1 الري الذكي..... 6

1.3.1 تعريف الري الذكي..... 6

2.3.1 إيجابيات نظام الري الذكي 7

3.3.1 سلبيات نظام الري الذكي..... 7

4.3.1 كيفية عمل النظام 7

5.3.1 مكونات النظام 9

4.1 البيوت المحمية..... 9

1.4.1 تعريف البيوت المحمية..... 9

2.4.1 اهمية البيوت المحمية..... 9

3.4.1 البيوت البلاستكية..... 10

1.3.4.1 تعريف البيوت البلاستيكية..... 10

2.3.4.1 مميزات البيوت البلاستكية..... 10

3.3.4.1 الموقع والتخطيط لبناء البيت البلاستكي..... 10

4.3.4.1 أنواع البيوت البلاستكية 11

5.1 البيوت البلاستيكية الذكية 13

1.5.1 تعريف البيوت البلاستيكية الذكية 13

2.5.1 الظروف البيئية في البيوت البلاستيكية..... 13

3.5.1 التحكم في الظروف البيئية 14

4.5.1 بناء البيت البلاستيكي الذكي 16

1.4.5.1 متطلبات بناء البيت البلاستيكي الذكي 16

2.4.5.1 خطوات بناء البيت البلاستيكي الذكي..... 18

5.5.1 أنترنت الأشياء Iot 22

1.5.5.1 تعريف انترنت الاشياءIot 23

2.5.5.1 إيجابيات أنترنت الأشياء Iot 23

3.5.5.1 سلبيات انترنت الأشياء Iot 23

4.5.5.1 تطبيقات أنترنت الأشياء في الزراعة الذكية..... 23

5.5.5.1 دور تطبيقات انترنت الاشياء في الزراعة الذكية 24

6.5.1 البيوت البلاستيكية الذكية في أوروبا 24

7.5.1 البيوت البلاستيكية الذكية في الجزائر 25

6.1 الخاتمة 26

الفصل الثاني: نظرة عامة على التجهيزات المستعملة

1.2 المقدمة 27

2.2 الأردوينو 27
1.2.2 تعريف الأردوينو 27
2.2.2 أهمية الأردوينو 27
3.2.2 أنواع الأردوينو 28
4.2.2 لوحة الاوردوينو اونو 32
5.2.2 برمجة لوحة الأردوينو أونو 39
3.2 الملتقطات 40
1.3.2 تعريف الملتقطات 40
2.3.2 خصائص الملتقطات 40
3.3.2 تصنيف الملتقطات 41
4.3.2 الملتقطات المستعملة 41
1.4.3.2 مستشعر الرطوبة ودرجة الحرارة 41
2.4.3.2 مستشعر رطوبة التربة 43
3.4.3.2 كاشف المستوى 44
4.4.3.2 مستشعر الضوء 45
5.4.3.2 مستشعر الحركةPIR 46
5.3.2 المنبّه الصوتي:(Buzzer) 47
6.3.2 الصمام الضوئيLED 47
7.3.2 المرحل 48
8.3.2 المروحة 48
9.3.2 المضخة 49

10.3.2 لوحة التجارب Plaque d’essai 49

11.3.2 أسلاك التوصيل 50

4.2 الخاتمة 50

الفصل الثالث: محاكاة وإنجاز عملي للبيت البلاستيكي

1.3 مقدمة..... 52

2.3 الحل المقترح 52

3.3 برنامج Fritzing..... 52

4.3 التركيبات والوصف التفصيلي لخدماتنا 54

1.4.3 السقي الذكي 54

1.1.4.3 المحاكاة باستعمال برنامج Fritzing..... 54

2.1.4.3 كود البرمجة والنتائج المستخرجة عبر المراقب التسلسلي لبيئة التطوير المتكاملة أردوينو (IDE Arduino) 55

3.1.4.3 التركيب العملي 56

2.4.3 التحكم في درجة الحرارة والرطوبة..... 57

1.2.4.3 المحاكاة باستعمال برنامج Fritzing..... 57

2.2.4.3 كود البرمجة والنتائج المستخرجة عبر المراقب التسلسلي لبيئة التطوير المتكاملة أردوينو (IDE Arduino) 58

3.2.4.3 التركيب العملي 58

3.4.3 التحكم في مستوى الماء 59

1.3.4.3 المحاكاة باستعمال برنامج Fritzing..... 59

2.3.4.3 كود البرمجة والنتائج المستخرجة عبر المراقب التسلسلي لبيئة التطوير المتكاملة أردوينو (IDE Arduino) 60

3.3.4.3 التركيب العملي 60

4.3.4.3 نظام الأمان 61

1.4.4.3 المحاكاة باستعمال برنامج Fritzing..... 61

2.4.4.3 كود البرمجة والنتائج المستخرجة عبر المراقب التسلسلي لبيئة التطوير المتكاملة أردوينو (IDE Arduino) 62

3.4.4.3 التركيب العملي 62

5.4.3 التحكم في شدة الإضاءة 63

1.5.4.3 المحاكاة باستعمال برنامج Fritzing..... 63

2.5.4.3 كود البرمجة والنتائج المستخرجة عبر المراقب التسلسلي لبيئة التطوير المتكاملة أردوينو (IDE Arduino) 64

3.5.4.3 التركيب العملي 64

5.3 الخاتمة 64

فهرس الأشكال

الفصل الأول: عموميات عن الري

الشكل.1. 1 أنواع الري.....4
الشكل.1. 2 الري بالمترشات. 4
الشكل.1. 3 الري بالتنقيط.....5
الشكل.1. 4 الري السطحي 6
الشكل.1. 5 البيت البلاستيكي على شكل نفق.....12
الشكل.1. 6 البيت البلاستيكي متعدد الأجنحة.....12
الشكل.1. 7 البيت البلاستيكي للحديقة. 13
الشكل.1. 8 البيت البلاستيكي الذكي. 13
الشكل.1. 9 التحكم في الضوء. 15
الشكل.1. 10 مولدات أكسيد الكربون CO2 15
الشكل.1. 11 نظام الرش لرش الضباب في الهواء. 16
الشكل.1. 12 حفر الاساسات. 19
الشكل.1. 13 مثال على عمود محاط بشبكة حشرات. 20
الشكل.1. 14 القبة المركزية للبيت البلاستيكي. 21
الشكل.1. 15 باب البيت البلاستيكي. 22

الفصل الثاني :نظرة عامة على التجهيزات المستعملة

الشكل.2. 1 لوحة أردوينو أونو 29
الشكل.2. 2 لوحة أردوينو LEONARDO 29
الشكل.2. 3 لوحة أردوينو MEGA 2560 30
الشكل.2. 4 لوحة أردوينو NANO 30
الشكل.2. 5 لوحة أردوينو PRO MINI 30
الشكل.2. 6 لوحة أردوينو LILYPAD 31
الشكل.2. 7 لوحة أردوينو DUE 31
الشكل.2. 8 المتحكم الصغري ATMEGA328 الرئيسي في لوحة الأوردوينو اونو 32
الشكل.2. 9المتحكم الصغري ATMEGA1602 الثانوي في لوحة الاوردوينو اونو.....33
الشكل.2. 10 المنظم 1117ST50T3Gالمحاط بالمربع الأحمر ومنظم الجهد LP2985_33BVR بالأصفر 34

الشكل.2. 11 الثنائي الضوئي ON محاط بالمربع الأخضر، الثنائي ضوئي L محاط بالمربع الأحمر،الثنائيان الضوئيان TX،RX المحاطان بالمربع الأصفر. 34
الشكل.2. 12 منفذ *USB* المحاط باللون الأحمر، وبجانبه فيوز الحماية محاط باللون الأسود، مقبس الطاقة الخارجية المحاط باللون الأصفر، وزر إعادة التشغيل المحاط باللون الأخضر 35
الشكل.2. 13 الدارة المتكاملة LM358في لوحة الاوردوينو 36
الشكل.2. 14 منفذ برمجة ICSP للمتحكم ATMEGA328 محاط باللون الأحمر ، ومنفذ برمجة ICSP للمتحكم ATMEGA162 محاط باللون الاصفر 36
الشكل.2. 15 منافذ الاستطاعة من اليمين الى اليسار 3.3V 5V GND VIN يضاف اليها منفذ RESET IOREF ، وفي الاخر منفذ غير مستخدم حاليا..... 37
الشكل.2. 16 المداخل التماثلية الستة في لوحة الأردوينو اونو 38
الشكل.2. 17 المداخل والمخارج الرقمية المرقمة بالترتيب من اليمين الى اليسار يضاف الى الايسر منها منافذ GND ،AREF،SDA،SCL:المداخل التشابهية الستة في لوحة الأردوينو اونو 39
الشكل.2. 18 ضبط البطاقة..... 40
الشكل.2. 19 حساس DHT11..... 42
الشكل.2. 20 حساسDHT22 43
الشكل.2. 21 حساس رطوبة التربة 44
الشكل.2. 22 حساس كاشف المستوى 45
الشكل.2. 23 حساس الضوء..... 46
الشكل.2. 24 حساس الحركة 46
الشكل.2. 25 المنبه الصوتي..... 47
الشكل.2. 26 صمام ضوئي 47
الشكل.2. 27 المرحل..... 48
الشكل.2. 28 المروحة..... 49
الشكل.2. 29 المضخة 49
الشكل.2. 30 لوحة التجارب. 50
الشكل.2. 31 أسلاك التوصيل 50

الفصل الثالث : محاكاة وإنجاز عملي للبيت البلاستيكي

الشكل.3. 1 برنامج FRITZING 53
الشكل.3. 2 المخطط العام باستعمال برنامج FRITZING 53
الشكل.3. 3 تركيب حساس رطوبة التربة في FRITZING. 55

الشكل.3. 4 مثال على كود حساس رطوبة التربة 56
الشكل.3. 5 تركيب حساس رطوبة التربة 56
الشكل.3. 6 تركيب حساس DHT11 في FRITZING..... 57
الشكل.3. 7 مثال على كود حساس DHT11 في FRITZING..... 58
الشكل.3. 8 تركيب حساس DHT11 58
الشكل.3. 9 تركيب حساس كاشف المستوى في FRITZING..... 59
الشكل.3. 10 مثال على كود حساس كاشف المستوى في FRITZING..... 60
الشكل.3. 11 تركيب حساس كاشف المستوى..... 60
الشكل.3. 12 تركيب حساس الحركة في FRITZING..... 61
الشكل.3. 13 مثال على كود حساس الحركة..... 62
الشكل.3. 14 تركيب حساس الحركة. 62
الشكل.3. 15 تركيب حساس الضوء..... 63
الشكل.3. 16 مثال على كود حساس الضوء 64
الشكل.3. 17 تركيب حساس الضوء..... 64

فهرس الجداول

الفصل الثالث : محاكاة وإنجاز عملي للبيت البلاستيكي

الجدول.3. 1 أنواع التوصيلات المختلفة وترقيم الأرجل 53

المقدمة العامة

المقدمة العامة

تعد الزراعة من الركائز الأساسية للحياة البشرية، كونها المصدر الرئيسي للغذاء والمواد الأولية. وبالتالي، فإن النهوض بالقطاع الفلاحي يمثل عاملًا محوريا في تحسين الوضع الاقتصادي للبلاد.

إلا أن الاعتماد المستمر على الأساليب التقليدية من قبل عدد كبير من الفلاحين لا يزال يحد من مردودية الإنتاج. ولمواكبة متطلبات السوق الحديثة، التي تتسم بتنافسية متزايدة، بات من الضروري التوجه نحو زراعة ذكية مؤتمتة تعتمد على تقنيات حديثة، من بينها البيوت البلاستيكية الذكية، التي تتيح مراقبة دقيقة وتحكمًا آليًا في الظروف المناخية الملائمة لنمو النباتات.

ولتحقيق إنتاجية أعلى وجودة أفضل، يجب توفير بيئة مثالية لنمو المزروعات، وذلك من خلال ضبط مجموعة من المعايير الحيوية، من أهمها:

درجة الحرارة ورطوبة الهواء: تعد من أبرز المتغيرات التي تؤثر بشكل مباشر في نمو النباتات وحيويتها.

رطوبة التربة: رغم أنها لا تحدث تأثيرًا كبيرًا على المدى القصير، فإنها تظل ضرورية لتغذية النباتات.

الإضاءة: نظرًا للحاجة المستمرة للنباتات إلى الضوء، من الضروري توفير إضاءة كافية، سواء من مصادر طبيعية أو صناعية.

كشف مستوى الماء: الذي يعد عنصرا أساسيًا لضمان استمرارية الري ومنع جفاف المزروعات نتيجة لنفاد الماء من الخزان.

الأمن: من خلال توفير نظام حماية فعّال ضد محاولات سرقة المحاصيل الزراعية.

في هذا الإطار، نقترح من خلال هذا المشروع نظامًا لإنجاز بيت بلاستيكي ذكي يعتمد على لوحة تحكم من نوع ARDUINO، المجهزة بمتحكم دقيق يحتوي على عدة منافذ إدخال وإخراج. كما تم استخدام مجموعة من المجسات لقياس والتحكم في مختلف المعايير البيوكليماتية داخل البيت.

وقد تم تنظيم هذا العمل وفقًا لهيكل ثلاثي يشمل:

الفصل الأول: تناولنا فيه مفهوم الري الذكي وأهميته في تحسين استخدام الموارد المائية، كما قدمنا تعريفًا بالبيوت البلاستيكية، وأبرزنا متطلبات إنشائها وفقًا للمعايير التقنية الحديثة، إلى جانب التطرق إلى دور "إنترنت الأشياء" في تطوير البيوت البلاستيكية الذكية.

الفصل الثاني: خُصص لعرض لوحة التحكم ARDUINO والمجسات والمشغلات المستخدمة، مع شرح مفصل لخصائصها ووظائفها داخل النظام.

الفصل الثالث: تطرقنا فيه إلى الإنجاز الفعلي للنموذج التطبيقي وتحليل نتائج التجارب والاختبارات التي أُجريت على النظام.

وفي الختام، نُوجز هذا العمل بخاتمة عامة تتضمن أهم النتائج المحققة والتوصيات المستقبلية.

1 الفصل الأول:

عموميات عن الري

والزراعة الذكية

1.1 المقدمة

أصبح اعتماد تقنيات الري الحديثة أمرًا بالغ الأهمية في الوقت الراهن، نظرًا لما تقدمه من حلول فعالة في ترشيد استهلاك المياه، في ظل معاناة العالم من نقص حاد في الموارد المائية. ومن هنا تبرز أهمية توفير المياه بأقصى قدر ممكن، ويعد استخدام أساليب الري الحديثة، مثل الري الذكي، من أبرز الحلول المبتكرة التي تسهم في تحقيق هذا الهدف.

2.1 الري

1.2.1 تعريف الري

يعد الري من العمليات الزراعية الأساسية التي تسهم بشكل كبير في تحسين إنتاج المحاصيل الزراعية. فهو عملية إضافة الماء إلى الأراضي الزراعية بهدف تلبية احتياجات النباتات المائية، مما يعزز نموها ويؤدي إلى محاصيل ذات جودة عالية. وتتم هذه العملية في فترات زمنية مدروسة، حسب الحاجة الفعلية للنباتات. [1]

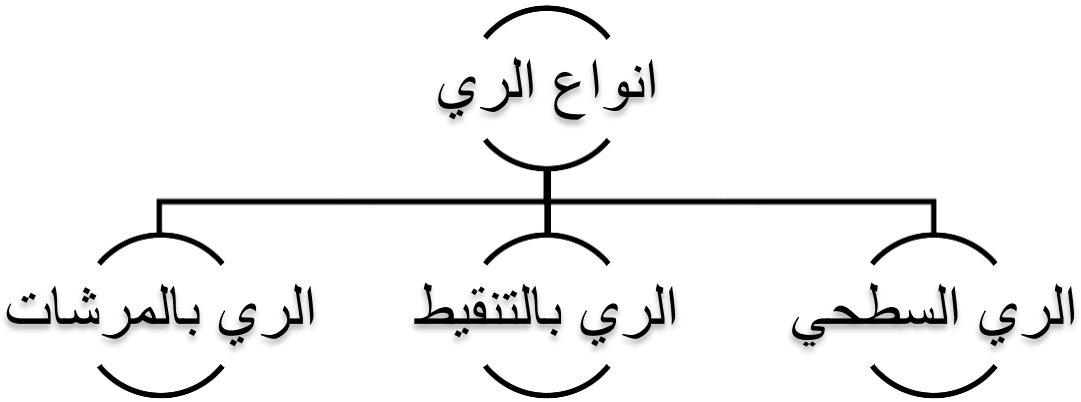
2.2.1 أهمية الري

- يسهم في تبريد التربة وترطيبها، بالإضافة إلى تحسين الجو المحيط، مما يوفر بيئة مناسبة لنمو النباتات.
- يؤمن المحصول من فترات الجفاف القصيرة المدى التي قد تحدث بين فترات هطول الأمطار.
- يحمي النباتات من خطر الانجماد.
- يتيح إمكانية إضافة المواد الكيميائية الذائبة في الماء لتعزيز نمو النباتات.
- يساعد في غسل التربة وتقليل تراكم الأملاح في منطقة الجذور.
- يقلل من خطر تشكل القشرة السطحية للتربة.
- يسهم في الاستغلال الأمثل للموارد.
- يسهم في تحسين إنتاجية المحاصيل وتحقيق عوائد عالية، مع حماية الموارد المائية من الهدر.
- يوفر الرطوبة الضرورية لنمو النباتات، ويعوض النقص في المياه التي تحتاجها.

يسهل عمليات خدمة المحاصيل الزراعية. [2]

3.2.1 أنواع الري

كما هو مبين في الشكل **1.1**



الشكل.1. 1 أنواع الري.

- **الري بالمرشات**

بدأ استخدام طريقة الري بالمرشات في أواخر القرن العشرين، وتزايد انتشارها بعد الحرب العالمية الثانية نتيجة لتحسين كفاءة المضخات، المواسير، والمرشدات خفيفة الحمل. تعتمد هذه الطريقة على رش الماء في الهواء عبر الثقوب الصغيرة الموجودة في الأنابيب، ليتم توزيعه على سطح التربة والنباتات بشكل رذاذ يشبه المطر. تتميز هذه الطريقة بقدرتها على إضافة السماد والمبيدات مع المياه، كما أنها مناسبة للأراضي غير المستوية ولا تتطلب عملًا يدويًا كثيفًا. بالإضافة إلى ذلك، توفر حماية للنباتات من الصقيع وتساعد في الحفاظ على درجة حرارتها. ومع ذلك، من أضرار هذه الطريقة أنها قد تؤدي إلى تراكم الأملاح على سطح التربة، كما هو موضح في الشكل**2.1**.

الشكل.1. 2 الري بالمرشات.

- **الري بالتنقيط**

تعتمد طريقة الري بالتنقيط على توفير المياه للنباتات على شكل قطرات تتساقط مباشرة تحتها. يتم تصميم شبكة من الأنابيب المخصصة لهذا الغرض، بحيث توزع بين الأشجار، ويوضع أسفل كل شجرة ثقب يخرج منه الماء على شكل نقاط. تعد هذه الطريقة مثالية للأراضي الرملية والصحراوية، إذ تساهم في ترشيد استهلاك المياه وتلبية احتياجات الأشجار دون هدر. ومن أبرز عيوبها أن تكلفة إنشاء شبكة الري مرتفعة، كما أنها تتطلب تجهيزات معقدة وأيدي عاملة ذات كفاءة عالية، كما يبين الشكل **3.1**.

الشكل.1. 3 الري بالتنقيط.

- **الري السطحي**

يعتبر الري السطحي من أكثر طرق الري شيوعًا، وهو ليس حديثًا لكنه فعال. تعتمد هذه الطريقة على تصميم شبكة من الأخاديد والقنوات المنتظمة حول الأشجار لتوجيه المياه إليها، مع ضرورة وجود نظام تصريف في نهاية المجرى المائي. من مميزات هذه الطريقة أنها سهلة التنفيذ، قليلة التكلفة، ولا تتطلب عمالة مدربة. ومع ذلك، تتمثل عيوبها في صعوبة التحكم في كمية المياه المستهلكة، مما يؤدي إلى فقدان كميات كبيرة من المياه، ويعرف أيضًا باسم الري بالغمر كما يبن الشكل **4.1**. [3]

الشكل.1. 4 الري السطحي .

3.1 الري الذكي

الري هو عملية تزويد المزروعات بالماء لتعويض نقص الأمطار. وتختلف أنظمة الري بحسب طريقة توصيل المياه إلى النباتات. ولاختيار نظام الري الأنسب، يجب مراعاة عدة عوامل، مثل: شكل الحقل، نوع التربة، نوع المزروعات، توفر المياه وجودتها، بالإضافة إلى الظروف المناخية والبيئية.

برمجة الري تعني تحديد توقيت وكميات المياه وفقًا لاحتياجات النباتات، والتي تختلف باختلاف نوع المزروعات ومراحل نموها، إضافة إلى نوع التربة، والعوامل المناخية مثل الحرارة والرياح والأمطار.

يعتمد المزارعون غالبًا على الري اليدوي، لكنه يستهلك المياه بشكل غير اقتصادي، خاصة في المناطق الجافة. ولهذا السبب، ظهرت الحاجة إلى أنظمة ري ذكية أوتوماتيكية تعتمد على التكنولوجيا، لضمان توفير المياه واستخدامها بكفاءة أكبر، مع تقليل الهدر.

1.3.1 تعريف الري الذكي

الري الذكي هو نظام يهتم بإدارة ومراقبة عملية الري في مساحات زراعية قد تكون واسعة، ومن موقع مركزي واحد، عبر جهاز حاسوب يستشعر مستوى رطوبة التربة. وهو يعتمد على جدول ري يعمل تلقائيًا، يستخدم البيانات المتعلقة بالظروف البيئية لضمان حصول النباتات على كمية المياه المثلى.

ويُعرف أيضا بأنه نظام ري آلي يتحكم في تزويد النباتات بالمياه دون تدخل يدوي، بهدف الحفاظ على مستوى الري المناسب. ومن خلال مراجعة مختلف تعريفات هذا النظام، توصلت الأبحاث إلى تعريف شامل، يتمثل في كونه نظامًا لترشيد استهلاك مياه الري عبر الإدارة الذكية والمراقبة المستمرة لشبكة الري، والتحكم فيها بما يضمن

وصول الكمية المناسبة من المياه إلى النباتات، حسب الظروف المناخية ومحتوى التربة من الرطوبة، إضافة إلى احتياجات النبات في كل مرحلة من مراحل نموه.

2.3.1 إيجابيات نظام الري الذكي

يتمتع نظام الري الذكي بعدة مزايا، من أبرزها:

- الهدف الأساسي لهذا النظام هو ترشيد استهلاك المياه.
- المساهمة في زيادة الرقعة الخضراء.
- إمكانية مراقبة صلاحية شبكة الري بشكل آلي وسريع.
- القدرة على تحديد وقت الري وكميته وفقًا للعوامل الجوية المختلفة.
- إدارة توزيع مياه الري في حالات النقص.
- توفير المياه حسب الحاجة والظروف المناخية.
- رصد مواقع الخلل في شبكة الري، وإيقاف تسرب المياه لتفادي هدرها، مع عزل المواقع المتضررة واستمرار العمل في المواقع الأخر.

3.3.1 سلبيات نظام الري الذكي

قد توجد بعض السلبيات التي يعاني منها هذا النظام، وهي مشابهة لسلبيات نظام الري بالتنقيط، لكنها أقل ضررًا على النباتات. وتتمثل هذه السلبيات في انسداد ثقوب الأنابيب التي تستمد مياهها من الجدول الرئيسي، نتيجة احتواء مياه الري على مواد عالقة، ورواسب، وأملاح. كما قد يحدث عدم انتظام في توزيع مياه الري بين الأنابيب، نتيجة لاختلاف الضغط على طول الأنبوب. وفي كلتا الحالتين، يوقف النظام تدفق المياه إلى الأنابيب التي تعاني من خلل، مما يؤدي إلى تأثر النباتات وتعرضها للجفاف.ويمكن معالجة هذه المشكلات من خلال المراقبة الدورية لشبكة الري من قبل المزارعين. أما ارتفاع النفقات الإنشائية، فيُعد من أبرز العوامل التي تحدّ من استخدام هذا النظام، لكونه يحتاج إلى معدات وأجهزة حديثة للتحكم.

4.3.1 كيفية عمل النظام

يقوم نظام الري الذكي بجدولة عملية الري بشكل تلقائي باستخدام أجهزة استشعار رطوبة التربة، التي تحدد كمية المياه التي تحتاجها التربة اعتمادا على مستوى رطوبتها، ونوع المحاصيل، والمواسم الزراعية. تعمل هذه المستشعرات بشكل لاسلكي عبر الأقمار الصناعية، وترتبط بنظام تشغيل إلكتروني يأخذ في الحسبان العوامل المناخية ونوع التربة.

يتيح هذا النظام ري النباتات حسب الحاجة، بدقة، ومن دون تدخل يدوي، من خلال استخدام أجهزة استشعار ذكية تقيس رطوبة التربة وحرارتها. ويسهم في إدارة المياه بكفاءة، خاصة في المناطق التي تعاني من ندرة المياه، من خلال توزيع المياه بشكل متساو وتقليل الهدر.

يعتمد النظام على تقنيات حديثة مثل إنترنت الأشياء IoT، واتصال آلة إلى آلة ، حيث تتبادل الأجهزة المعلومات فيما بينها عبر الإنترنت. وتحلل البيانات باستخدام خوارزميات التعلم الآلي للتنبؤ بكميات المياه المطلوبة. كما يستند إلى أدوات إلكترونية منخفضة التكلفة مثل Arduino و Raspberry Pi للتحكم في المضخات ومعالجة البيانات، مما يجعل نظام الري أكثر ذكاء ودقة وكفاءة من حيث التكلفة.

5.3.1 مكونات النظام

يتألف نظام الري الذكي من أربعة أجزاء رئيسية، هي:

- **جهاز ارسال ودائرة استقبال**

يتكون نظام الري الذكي من جهاز إرسال ودائرة استقبال متصلة بمضخة مياه عبر مشغل. يكون جهاز الإرسال مسؤولا عن قراءة محتوى التربة من الرطوبة ونقله لاسلكيا إلى جهاز الاستقبال، الذي يتخذ قرارات بشأن تشغيل المضخة أو إيقافها، اعتمادا على بيانات رطوبة التربة المستلمة من جهاز الإرسال.

- **وحدة قياس رطوبة التربة**

وهي عبارة عن مجسات إلكترونية حقلية توضع في التربة لقياس محتواها من المياه كل 10 سنتيمترات من عمق التربة. تتوفر هذه المجسات بقياسين: الأول بطول 60 سنتيمترا لحقول الخضار والأعلاف، والثاني بطول 120 سنتيمترا لحقول النخيل. تجمع المعلومات الخاصة برطوبة طبقات التربة، بالإضافة إلى كميات الأمطار، من خلال وحدة Rain Gauge المخصصة لقياس كميات الأمطار، والتي تحتوي على جهاز إرسال مزود بشريحة هاتفية ويعمل بالطاقة الشمسية.

بعد ذلك، تنتقل البيانات عبر الأقمار الصناعية من وحدة قياس الرطوبة إلى دائرة الاستقبال، حيث تُجمع المعلومات الواردة من جميع الوحدات الحقلية. ترسل هذه البيانات إلى برنامج حاسوبي يعمل على تحليلها وترجمتها إلى قيم تتعلق بكميات المياه المطلوبة وفترات الري المناسبة، ثم ترسل أوامر التحكم إلى الأجهزة عبر الهاتف المحمول أو الهواتف الذكية.

- **محطة الأرصاد الجوية**

تجمع المعلومات المناخية وتربط بجهاز حاسوب لتزويد النظام ببيانات عن درجة الحرارة، والرطوبة النسبية، واتجاه الرياح، وسرعتها، وكمية الأمطار، ورطوبة التربة.

يتم ذلك من خلال الصور الجوية وبيانات الاستشعار عن بعد، مما يجعل هذا النظام أكثر كفاءة وفعالية في الري الآلي، خاصة إذا علمنا أن التنبؤ بالطقس يساهم بشكل كبير في تحسين إدارة المياه.

- **البرنامج التشغيلي**

وهو برنامج إلكتروني يستقبل البيانات الصادرة عن جميع الأجهزة، ويقوم من خلال الرسومات البيانية بتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية المختلفة. يتم الري عبر هذا البرنامج من خلال حساب كمية المياه المطلوبة بالمتر المكعب، ثم تحديد زمن الري المناسب. وبمجرد إعطاء الأمر، يفتح المحبس الأوتوماتيكي الخاص بالحقل المطلوب ريه، ويتم إيقاف عملية الري تلقائيا عند اكتمال الكمية المحددة من المياه. [4]

4.1 البيوت المحمية

1.4.1 تعريف البيوت المحمية

البيوت المحمية أو الدفيئة هي هياكل يمكن أن تكون مغلفة تمامًا أو شبه شفافة، مصنوعة من الزجاج أو البلاستيك، ومدعومة بإطار معدني أو خشبي. تُستخدم هذه البيوت للإنتاج الزراعي أو لإجراء بحوث نباتية، وتهدف إلى حماية المحاصيل من العوامل المناخية، سواء كانت هذه المحاصيل موجهة للاستهلاك الغذائي أو لأغراض تجميلية أو ترفيهية. كما تتيح هذه البيوت إدارة أفضل لاحتياجات النباتات، وتسريع نموها أو إنتاجها طوال فصول السنة. [5]

2.4.1 اهمية البيوت المحمية

- توفر البيوت المحمية فرصة للتغلب على القيود المناخية الخارجية مثل الأمطار والرياح والبرد.
- تم تصميمها لإعادة خلق بيئة مصغرة ملائمة للنباتات.
- تتيح البيوت المحمية التحكم في تسخين الهواء والجذور، وتنظيم الري والتسميد، وإثراء الهواء بثاني أكسيد الكربون، وكذلك التحكم في نسبة الرطوبة.
- تلعب البيوت المحمية دورا اقتصاديا مهما من خلال توفير المنتجات في السوق خارج مواسمها الطبيعية.
- تمكن من الحصول على إنتاج نباتي في ظروف أفضل من تلك الموجودة في الطبيعة، مما يساهم في تحسين جودة المنتجات. [6]

3.4.1 البيوت البلاستكية

البيوت البلاستيكية من أبرز أنواع البيوت الزراعية المستخدمة حاليًا، وقد تم اختيارها للدراسة نظرًا لسهولة تركيبها وتكلفتها الاقتصادية المنخفضة مقارنة بالأنواع الأخرى، إضافة إلى قدرتها على تعزيز الإنتاج الزراعي في مختلف الظروف المناخية.

1.3.4.1 تعريف البيوت البلاستيكية

البيوت البلاستيكية هي منشآت توفر بيئة محمية وظروفا اصطناعية تضمن نمو النباتات بشكل مثالي. تتيح هذه البيوت زراعة المحاصيل خارج موسمها الطبيعي، مما يساهم في توفير الإنتاج الزراعي على مدار العام، مع ضمان توفر جميع المستلزمات اللازمة لتحقيق أعلى إنتاجية ممكنة.

تختلف البيوت البلاستيكية من حيث التصميم والمواد المستخدمة في إنشائها، فمنها ما يعتمد على الهياكل الحديدية مثل الأنفاق البلاستيكية، ومنها ما يبنى بالهياكل الخشبية التي تتخذ أشكالا متنوعة مثل الجملونات أو الأقواس المضلعة، وهي من أكثر الأنواع شيوعا. كما يمكن استخدام أنواع مختلفة من الخشب، مثل الحور الرومي وغيره. وقد تم تنفيذ العديد من هذه البيوت البلاستيكية ذات الهياكل الخشبية بأشكال ونماذج مختلفة، تهدف إلى تحقيق أفضل النتائج الزراعية. [7]

2.3.4.1 مميزات البيوت البلاستكية

- يعد البيت البلاستيكي من أرخص أنواع البيوت البلاستيكية.
- يمتاز بخفة الوزن وسهولة التركيب والنقل.
- يمكن استبداله بسهولة في حالة التلف.
- قليل الحاجة إلى الصيانة بعد إنشائه. [8]

3.3.4.1 الموقع والتخطيط لبناء البيت البلاستكي

يجب مراعاة العوامل التالية عند اختيار مكان أو موقع البيت البلاستيكي:

- **التضاريس:** يجب أن تكون الأرض مستوية تقريبًا، مع تدرج مثالي يتراوح بين 100/1 إلى 200/1، مما يسهل نقل عربات النباتات من وإلى البيت. كما يشترط أن تكون الأرض جيدة التصريف، وتقع في منطقة مفتوحة خالية من ظلال الأشجار أو المباني.
- **التربة:** تعد التربة الجيدة ضرورية، ويفضل أن تكون تربة عميقة متوسطة القوام. أما التربة الثقيلة جدًا، فعادة لا تكون مناسبة.
- **إمدادات المياه وجودتها:** يجب أن تكون المياه نظيفة وصالحة للاستخدام الزراعي، حيث قد يتطلب نظام زراعة كامل ما يصل إلى 8400 متر مكعب للهكتار، أي ما يعادل 840 لترًا لكل متر مربع في السنة. ويجب أن يكون مصدر المياه قادرًا على توفير هذه الكمية. إذا كان مصدر المياه بركة، فيجب معالجتها بالكلور عند الاستخدام، للقضاء على الطحالب والجذور والكائنات الحية الدقيقة.

- **الكهرباء :** تعد ضرورية في حالة استخدام التهوية أو التدفئة الآلية.
- **الطرق:** تستخدم لنقل المستلزمات وجمع المحاصيل وتصديرها إلى الأسواق. ويجب توفير مساحة كافية لوقوف السيارات.
- **القوى العاملة:** تتطلب زراعة المحاصيل داخل البيوت البلاستيكية عمالة كثيفة. ويمكن استخدام المكننة في بعض العمليات، مثل: الري الآلي، معدات التدفئة والتبريد المتحكم بها حاسوبيا، أنظمة البذر الآلي، وآلات تعبئة الأصص.تساعد هذه التقنيات في زيادة الإنتاجية مع تقليل عدد العمال، لكن يفضل تدريب موظفين دائمين لضمان الجودة والاستمرارية. [9]
- **الضوء :** يعد الضوء ضروريًا لعملية التركيب الضوئي، التي تعد أساسية لنمو النبات. وتشمل العوامل المؤثرة في الإضاءة: شدة الإضاءة، طول الفترة الضوئية، ونوعية الضوء.تزداد شدة الإضاءة في الحالات التالية:
  - القرب من خط الاستواء.
  - في الأجواء الصافية والجافة مقارنة بالأجواء الملبدة بالغيوم.
  - في المناطق المرتفعة مقارنة بتلك القريبة من سطح البحر.
  - في فصل الصيف مقارنة بالشتاء.
  - وقت الظهيرة مقارنة بالصباح أو المساء. [10]

4.3.4.1 أنواع البيوت البلاستكية

- **البيت البلاستيكي على شكل نفق**

البيت البلاستيكي النفق، كما هو موضح في الشكل **5.1**، يتكون من هيكل أنبوبي مصنوع من الحديد المجلفن.تعتمد أبعاده على احتياجات النباتات، ويثبت الغشاء البلاستيكي باستخدام أنظمة مختلفة من المشابك التي تحكم الغطاء على الهيكل أو بين قضيبين على طول البيت. بعض هذه البيوت البلاستيكية قابلة للتحويل لتغيير الغطاء الخاص بها حسب الحاجة.

الشكل.1. 5 البيت البلاستيكي على شكل نفق.

- **البيت البلاستيكي متعدد الأجنحة**

الجناح هو وحدة البناء في البيت البلاستيكي، ويتكون من جدارين عموديين وجسر مائل مكون من سطحين مائلين يتم تجميعهما باستخدام وصلات ملولبة، كما هو مبين في الشكل **6.1**.

يتميز الجناح بعرضه عندما لا يفصل بين الجناحين المتتاليين جدار عمودي داخلي، ويطلق عليه حينها "البيت البلاستيكي متعدد الأجنحة" أو "البيت البلاستيكي مزدوج الأجنحة".

يعد الهيكل المعدني العنصر الاساسي في هيكل الدعم الخاص بالجناح، ويتكرر بفواصل منتظمة.

تلقى هذه البيوت طلبا كبيرا نظرا لمتانتها العالية وقدرتها على التكيف مع ابعاد الارض وخصائصها المختلفة.

الشكل.1. 6 البيت البلاستيكي متعدد الأجنحة.

- **البيت البلاستيكي للحديقة**

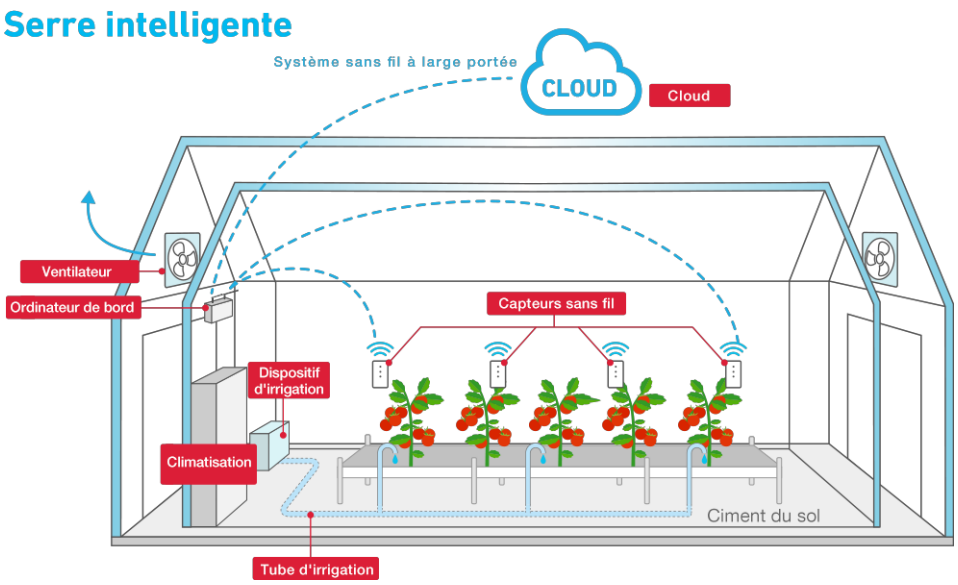
يستخدم البيت البلاستيكي للحديقة غالبا في زراعة النباتات، وحمايتها خلال فصل الشتاء، وجمع الخضروات والفواكه.وعادة ما يكون صغير الحجم، ويمكن بناؤه باستخدام مواد متنوعة وبأشكال مختلفة، بما في ذلك المواد المعاد تدويرها، كما هو مبين في الشكل **7.1** . [11]

الشكل.1. 7 البيت البلاستيكي للحديقة.

5.1 البيوت البلاستيكية الذكية

1.5.1 تعريف البيوت البلاستيكية الذكية

البيوت البلاستيكية الذكية هي بيوت زراعية يتم التحكم فيها وأتمتتها بواسطة نظام ذكي، مما يتيح مراقبة وضبط البيئة والمناخ الدقيق داخلها. تدار هذه البيوت الزراعية باستخدام مستشعرات متنوعة (متصلة بالإنترنت أو غير متصلة) لقياس المعايير البيئية وفقا لمتطلبات كل نوع من النباتات، مما يغني عن الحاجة إلى المراقبة اليدوية المستمرة. توفر هذه المستشعرات بيانات دقيقة حول مستويات الإضاءة والضغط والرطوبة ودرجة الحرارة، وتستخدم هذه البيانات للتحكم التلقائي في تشغيل الإضاءة ونظام الري وتشغيل المراوح وفقا للحاجة.. كما يبين الشكل **8.1**. [12]



الشكل.1. 8 البيت البلاستيكي الذكي.

2.5.1 الظروف البيئية في البيوت البلاستيكية:

يتطلب نمو النباتات في البيوت البلاستيكية الذكية توفير ظروف مناخية خاصة، من أبرزها:

- **الضوء:** تحتاج النباتات مثل الخضروات إلى أشعة الشمس لمدة لا تقل عن 8 ساعات يوميا لتصبح قوية وصحية. ولكن في بعض الأحيان، عندما يكون الجو غائما أو خلال الأيام القصيرة في فصل الشتاء، قد يلزم تزويدها بإضاءة إضافية لدعم نموها.
- **ثاني أكسيد الكربون :** يعد ثاني أكسيد الكربون عنصرا أساسيا في تغذية النباتات، حيث يساعدها على تصنيع غذائها باستخدام الطاقة الضوئية. ويساهم رفع تركيزه في تسريع نمو النباتات وزيادة إنتاج الأزهار والثمار وتحسين جودة السيقان والبتلات. وبهذا يمكن تحسين الإنتاجية دون تكاليف مرتفعة.
- **حركة الهواء** : تسهم حركة الهواء في تحسين نمو النباتات من خلال تعزيز امتصاص ضوء الشمس، مما يؤدي إلى زيادة حجم الأوراق وتحفيز إنتاج الفواكه.
- **الرطوبة :** تحتاج النباتات إلى مستوى مناسب من رطوبة الهواء ورطوبة التربة لنمو صحي ومتوازن.
- **درجة الحرارة :** تعد البيوت البلاستيكية بمثابة منازل للنباتات، ويجب أن تكون درجة الحرارة داخلها مناسبة تماما لنمو النباتات. ينبغي أن تتوافق درجة حرارة الهواء داخل البيت مع درجة حرارة الخارج والتربة، مع مراعاة درجة حرارة مياه الري أيضا. وتختلف احتياجات النباتات حسب الطقس، لذلك يوصى باختيار أنواع النباتات المناسبة حسب المنطقة الجغرافية. وهناك أربعة أنواع من البيوت البلاستيكية تصنف بناء على درجة حرارتها خلال فصل الشتاء. [13]

3.5.1 التحكم في الظروف البيئية

تعد البيوت البلاستيكية بيئات مغلقة يتم فيها تحسين الظروف لنمو النباتات. ويتطلب التحكم الأمثل في هذه الظروف الحصول على معلومات من البيئة الداخلية والخارجية على حد سواء.

- **التحكم في الضوء**

يمكن أن يشمل التحكم في الضوء الإجراءات، التالية كما هو موضح في الشكل**9.1**.

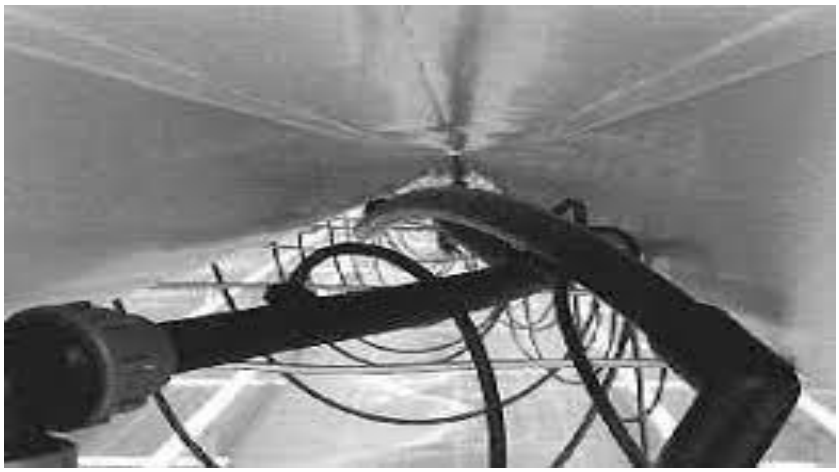
تعزيز الإضاءة : خلال أيام الشتاء القصيرة، أو عندما تكون السماء غائمة، نحتاج إلى إضاءة إضافية. ويمكن توفيرها باستخدام المصابيح الكهربائية أو من خلال عكس ضوء الشمس. ويعد عكس ضوء الشمس مهما بشكل خاص في البيوت البلاستيكية، لأن النباتات تحتاج إلى الضوء للنمو.

تقليل الإضاءة: إذا كانت الإضاءة في البيت البلاستيكي مفرطة، يمكن تقليلها عن طريق إغلاق النوافذ أو استخدام ستائر مظللة.

الشكل.1. 9 التحكم في الضوء.

- **غاز ثاني أكسيد الكربون CO2**

تتمثل طريقة التحكم في غاز ثاني أكسيد الكربون داخل البيت البلاستيكي في زيادة مستواه باستخدام مولد CO2، كما هو موضح في الشكل **10.1**.عند تصميم نظام التحكم في CO2، من المهم أخذ المعادلة التالية بعين الاعتبار: (العوائد مقابل CO2). وتشير هذه المعادلة إلى أنه إذا كانت جميع العوامل الأخرى مثل الضوء، والأسمدة، ودرجة الحرارة، والرطوبة، ودرجة الحموضة pH مثالية، فإن زيادة مستوى CO2 لن يكون لها تأثير كبير على عملية التمثيل الضوئي. ومع ذلك، فإن بعض المحاصيل تنمو بشكل أفضل عند مستويات مرتفعة من CO2، في حين أن أنواعا أخرى لا تستجيب لهذا الإثراء.



الشكل.1. 10 مولدات أكسيد الكربون CO2

- **رطوبة الهواء**

يتعلق التحكم في الرطوبة الهواء بالإجراءين التاليين:

تقليل الرطوبة المرتفعة : عندما تكون درجة الحرارة الخارجية مرتفعة، يمكن تقليل الرطوبة الهواء داخل البيت البلاستيكي عن طريق تصريف الهواء إلى الخارج. ويساعد ذلك على جعل الهواء أقل رطوبة.

زيادة الرطوبة : لزيادة رطوبة الهواء، يمكن ري التربة أو استخدام مكيفات تعتمد على التبريد التبخيري. ومن الوسائل الفعالة أيضا استخدام نظام رش الضباب في الهواء، مما يضيف رطوبة ويساهم في الحفاظ على برودة البيت البلاستيكي، كما هو موضح في الشكل **11.1**.

الشكل.1. 11 نظام الرش لرش الضباب في الهواء.

- **درجة الحرارة**

التحكم في درجة الحرارة يعني الحفاظ على الأشياء ضمن نطاق حراري مناسب.

- **التبريد :** إحدى طرق تبريد البيت الزراعي هي التبخير باستخدام الماء. يحدث ذلك عندما يطرد الهواء من أحد أطراف البيت الزراعي ، يسحب الهواء البارد من الطرف الآخر. بهذه الطريقة، تمتص الجدران حرارة الشمس وتساعد في خفض درجة الحرارة الداخلية.

إذا كنت ترغب في تبريد البيت الزراعي في الطقس الغائم، يمكنك استخدام ستارة ظلال داخلية. أما إذا كان الطقس معتدلا أو مشمسا، فيمكن استخدام محرك كهربائي لتمديد الستارة حسب الحاجة.

- **التسخين:** يمكن تدفئة البيت الزراعي بواسطة نظام كهربائي مزود بنظام حرارة . بحيث يوفر التدفئة فقط عند الحاجة. كما يمكن استخدام مدفأة تعمل بالغاز كبديل فعال لهذا الغرض. [13]

4.5.1 بناء البيت البلاستيكي الذكي

1.4.5.1 متطلبات بناء البيت البلاستيكي الذكي

يتطلب إنشاء بيت بلاستيكي ذكي تخطيطا دقيقا ودمجا متكاملا لمختلف العناصر، بهدف توفير بيئة مثالية لنمو النباتات. يشمل التصميم جميع الجوانب بعناية لضمان زراعة مستدامة وفعالة، بدءا من الهيكل الأساسي وانتهاء بتركيب المستشعرات، وأنظمة الأتمتة، والبنية التحتية للاتصال.

فيما يلي أبرز الاعتبارات والمكونات الأساسية لبناء بيت بلاستيكي ذكي:

- **تصميم الهيكلية**

يعد الهيكل الأساسي للبيت البلاستيكي الركيزة الأولى في البناء. يجب أن يكون مصمما بطريقة تتيح مساحة كافية لنمو النباتات، وتسمح بمرور الضوء بشكل مثالي، وتستوعب الأنظمة والأجهزة الآلية. ويعد اختيار المواد المناسبة، والعزل الجيد، والتهوية الفعالة، وآليات التظليل من العوامل الحاسمة في تنظيم درجات الحرارة، والرطوبة، ومستويات الضوء بكفاءة.

- **شبكات الاستشعار**

يعد تركيب شبكات الاستشعار أمرا حيويا لمراقبة المعايير البيئية وجمع البيانات الحية. توضع مستشعرات لقياس درجة الحرارة، والرطوبة، وشدة الضوء، ومستويات ثاني أكسيد الكربون، ورطوبة التربة، والمغذيات، في مواقع استراتيجية داخل البيت البلاستيكي. تقوم هذه المستشعرات بنقل البيانات إلى نظام تحكم مركزي لتحليلها واتخاذ القرارات المناسبة.

- **تحليل البيانات واتخاذ القرارات**

تعالج البيانات المجمعة من المستشعرات باستخدام تقنيات تحليل البيانات. يساعد ذلك في تحديد الأنماط والاتجاهات والانحرافات، مما يمكن المزارعين من اتخاذ قرارات مدروسة. كما يمكن تطوير نماذج تنبؤية لتحسين تخصيص الموارد، وإدارة نمو المحاصيل، والكشف المبكر عن المشكلات المحتملة مثل تفشي الآفات أو الأمراض.

- **إدارة الطاقة**

عادة ما تعتمد البيوت البلاستيكية الذكية على مصادر متجددة للطاقة لتشغيل أنظمتها. يمكن استخدام الألواح الشمسية أو توربينات الرياح لتوليد طاقة نظيفة، مما يقلل من الاعتماد على الشبكة الكهربائية ويحد من الأثر البيئي. كما يمكن دمج أنظمة لتخزين الطاقة، مثل البطاريات، لضمان استقرار إمدادات الطاقة.

- **واجهة الإنسان–الآلة**

نفذ واجهات استخدام سهلة لتسهيل التفاعل بين المزارعين ونظام البيت البلاستيكي الذكي. تتيح هذه الواجهة للمستخدم مراقبة بيانات المستشعرات، والتحكم في الأنظمة الآلية، وضبط الإعدادات، وتلقي التنبيهات أو الإشعارات. وقد تكون الواجهة عبارة عن لوحة تحكم على الويب أو تطبيقا مخصصا للهاتف المحمول، مما يوفر سهولة الاستخدام وسرعة الوصول.

- **الأمن والسلامة**

يجب أن تتضمن البيوت البلاستيكية الذكية تدابير أمنية لحماية البنية التحتية وضمان سلامة النباتات. تشمل هذه التدابير أنظمة المراقبة، وآليات التحكم في الوصول، وأنظمة الكشف عن الحرائق والوقاية منها. كما يجب اتباع بروتوكولات دقيقة للتعامل مع المواد الكيميائية، والمبيدات، وإدارة النفايات، بما يضمن بيئة عمل آمنة ومستدامة.

- **البنية التحتية للاتصال وإنترنت الأشياء (IoT)**

تبنى بنية تحتية قوية للاتصال داخل البيت البلاستيكي الذكي لضمان التحكم السلس وتبادل البيانات. تستخدم بروتوكولات الاتصال اللاسلكي مثل Wi-Fi وBluetooth وZigbee لربط المستشعرات والأنظمة الآلية ونظام التحكم المركزي. يتيح هذا الاتصال إمكانية المراقبة والتحكم عن بعد، مما يتيح للمزارعين إدارة عمليات البيت البلاستيكي من أي مكان.

2.4.5.1 خطوات بناء البيت البلاستيكي الذكي

- **حفر الاساسات**

يبدأ بناء البيت البلاستيكي الذكي بحفر الأساسات انظر الشكل **12.1**. في هذه الحالة، يتم حفر ستة مواقع للأساسات.

الشكل.1. 12 حفر الاساسات.

تم تجهيز الأساسات لدعم الهيكل، حيث تُستخدم صناديق فولاذية مجلفنة بسمك 1.5 سم في عملية الحفر. توفر هذه الصناديق قدرة تحمل عالية، مما يضمن استقرار هيكل البيت البلاستيكي. وقد تم اختيار هذا النوع من الصناديق لتعزيز المتانة ومقاومة التآكل، إذ تتضمن عملية الجلفنة تغليف الفولاذ بطبقة واقية من الزنك، مما يوفر

خصائص ممتازة لمقاومة التآكل. ويُعد ذلك أمرًا ضروريًا في بيئة البيت البلاستيكي، حيث يمكن للرطوبة والعوامل الجوية أن تسرّع من التآكل.

بمجرد وضع الصناديق الفولاذية في أماكنها، يتم صب الخرسانة داخل كل حفرة أساس. يبلغ قطر كل حفرة 0.1 متر، والعمق 0.5 متر. توفر الخرسانة استقرارًا إضافيًا وقوة للأساسات، مما يضمن تثبيت هيكل البيت بشكل آمن في الأرض. كما يساعد استخدامها على توزيع الحمولة بشكل متساوٍ، وتوفير قاعدة صلبة للهيكل. ويضمن العمق البالغ 0.5 متر تثبيتًا كافيًا لتحمل القوى الخارجية مثل الرياح أو النشاط الزلزالي.

بعد ذلك، يُصمم عمود الدفيئة ليتصل بالأساسات انظر الشكل**13.1**. وكما في حالة الأساسات، تُستخدم صناديق فولاذية مجلفنة بسمك 1.5 سم في الأعمدة، حيث توفر هذه الصناديق القوة الهيكلية، والقدرة على التحمل، ومقاومة التآكل، مما يضمن متانة الأعمدة. يتكون الهيكل من ستة أعمدة تغطي مساحة قدرها 30 مترًا مربعًا، مع مسافة

تقريبية تبلغ 3 أمتار بين كل عمود وآخر. يساعد هذا التوزيع على توزيع الحمل بشكل متساوٍ، وتوفير دعم كافٍ لهيكل البيت البلاستيكي.

لربط الأساسات بالأعمدة، تُستخدم براغٍ وصواميل بقطر 10 مم، إلى جانب براغٍ معبدة. توفر هذه العناصر ربطًا آمنًا ومستقرًا، مما يعزز التكامل الهيكلي العام للدفيئة الذكية.

الشكل.1. 13 مثال على عمود محاط بشبكة حشرات.

تضمن هذه الطريقة في البناء اتصالًا قويًا وموثوقًا بين الأساسات والأعمدة، من خلال استخدام صناديق فولاذية مجلفنة، بالإضافة إلى عناصر ربط مناسبة مثل البراغي والصواميل. يعزز هذا التصميم الاستقرار وطول عمر الدفيئة الذكية، مما يمكّنها من تحمل القوى الخارجية والحفاظ على تكاملها الهيكلي على المدى الطويل.

- **تركيب الشبكة الحشرية**

يلف الهيكل بشبكة حشرية للحد من دخول الحشرات الضارة إلى الدفيئة الذكية. تُصنع الشبكة من مادة بلاستيكية من البولي إيثيلين عالي الكثافة(HDPE) ، التي توفر المتانة والقوة ومقاومة الظروف البيئية.

تبلغ كثافة الشبكة 32، وهو ما يشير إلى عدد الثقوب في البوصة، مما يساعد على منع مرور الحشرات الصغيرة بفعالية، مع السماح بالتهوية المناسبة ومرور الضوء. ويتمتع HDPE بعدة مزايا، إذ يتميز بقوة تحمله العالية ومقاومته للتمزق أو التلف، بالإضافة إلى مقاومته للأشعة فوق البنفسجية، مما يضمن طول عمر الشبكة حتى عند تعرضها لأشعة الشمس لفترات طويلة.

يبلغ عرض الشبكة الحشرية 2.15 متر، مما يسمح بتغطية كافية حول الدفيئة الذكية. ويساعد اللون الأبيض للشبكة في عكس أشعة الشمس وتقليل امتصاص الحرارة، مما يقلل من التأثير على درجة حرارة الدفيئة. ومن خلال استخدام شبكة HDPE بكثافة 32 لتغليف الدفيئة، تعمل الشبكة الحشرية كحاجز مادي يحد من دخول الحشرات الضارة، مما يساعد في حماية النباتات والحفاظ على بيئة خالية من الآفات، وبالتالي ضمان ظروف نمو مثالية للمحاصيل المزروعة.

- **بناء القبة المركزية للبيت البلاستيكي**

تصنع القبة المركزية للبيت البلاستيكي، كما هو موضح في الشكل **14.1**، باستخدام الفولاذ الصندوقي المجلفن المثني، حيث يتم تشكيله بعناية على هيئة أقواس لتكوين الهيكل الأساسي للقبة.

الشكل.1. 14 القبة المركزية للبيت البلاستيكي.

يبلغ ارتفاع القوس المركزي بعد التركيب 1.5 متر، وهو المسافة العمودية من القاعدة إلى أعلى نقطة في القوس. وقد يختلف هذا الارتفاع بناءً على عوامل مثل نوع المحصول، ومتطلبات النمو، والمساحة المتاحة داخل البيت البلاستيكي.

يتميز الشكل القوسي للقبة بقدرته على توزيع الوزن بشكل مثالي، مما يوفر استخدامًا فعالًا للمساحة الداخلية. كما يعزز التصميم المنحني تدفق الهواء وتوزيع الضوء بشكل متساوٍ، مما يخلق بيئة مثالية لنمو النباتات المزروعة .

- **الباب ومواصفاته**

يبلغ مقاس الباب 2.5 × 2 متر، مما يوفر فتحة واسعة وعالية بما يكفي لتسهيل الدخول والخروج من البيت البلاستيكي المغطى بالغشاء. وقد صممت أبعاد الباب بما يتيح حركة الأشخاص والمعدات والمواد بسهولة داخل البيت البلاستيكي وخارجه، كما هو موضح في الشكل **15.1**.

الشكل.1. 15 باب البيت البلاستيكي.

يثبت الباب على طول هيكل البيت البلاستيكي في موقع استراتيجي يسمح بالدخول والخروج بكل سهولة. ويمكن تحديد موضع الباب بدقة بناء على عوامل مثل كفاءة سير العمل، وإمكانية الوصول، والتكامل مع المكونات الأخرى للهيكل . [14]

5.5.1 أنترنت الأشياء Iot

أدى تقارب تقنيات إنترنت الأشياء مع الممارسات الزراعية إلى ظهور البيوت الدفيئة الذكية. تدمج هذه الهياكل الذكية أجهزة استشعار متقدمة، و أنظمة أتمتة، وتحليلات بيانات تهدف إلى تحسين العمليات الزراعة وتعزيزا لاستدامة في قطاع الزراعة. ومن خلال الاستفادة من قدرات إنترنت الأشياء، تقدم البيوت البلاستكية الذكية حلا واعدا لمواجهة تحديات كفاءة استخدام الموارد، وتغير المناخ، والأمن الغذائي في الزراعة الحديثة. تتجاوزهذه البيوت النمط الزراعي التقليدي من خلال استخدام شبكات استشعار لجمع بيانات آنية عن مختلف العمليات الزراعية.

1.5.5.1 تعريف انترنت الاشياء Iot

إنترنت الأشياء هو نظام من الأجهزة المتصلة بالشبكة أو ببعضها البعض، حيث يتم تبادل البيانات دون الحاجة إلى تدخل بشري مباشر. ويشار إليها أحيانا باسم "الأجهزة الذكية"، إذ تعتمد على برمجيات، ومعالجات بيانات، وأجهزة استشعار، ومشغلات، وتقنيات اتصال شبكي. وبمعنى آخر، فإن IoT يمثل مجموعة من الأجهزة الإلكترونية التي يمكنها مشاركة المعلومات فيما بينها. [15]

2.5.5.1 إيجابيات أنترنت الأشياء Iot

- زيادة مستوى الأمان بفضل تطور تقنيات المراقبة.
- خلق فرص عمل جديدة .
- رفع وتحسين مستوى الإنتاجية.
- تحسين جودة الحياة .
- توفير الطاقة والموارد.
- تسهيل أداء المهام .
- تحسين مستوى الرعاية الصحية .
- تقديم خدمة عملاء أفضل .
- تقليل استهلاك الموارد، مما يساهم في تقليص النفقات.

3.5.5.1 سلبيات انترنت الأشياء Iot

- انخفاض مستوى الخصوصية.
- احتمال فشل الأنظمة.
- اندثار بعض الوظائف التقليدية .
- تعقيد الأنظمة التقنية .
- الاعتماد المفرط على التكنولوجيا،مما قد يؤدي إلى انخفاض النشاط البدني. [16]

4.5.5.1 تطبيقات أنترنت الأشياء في الزراعة الذكية

تدمج هذه التطبيقات بين تقنيات المعلومات والآلات الزراعية، من خلال تركيب العديد من أجهزة الاستشعار في أنظمة الإنتاج الزراعي المختلفة. وتوفر الزراعة الذكية أدوات متطورة للمزارعين، مثل رسم الخرائط وتحسين مختلف مراحل العمليات الزراعية.

كما يمكن للمزارعين ربط هواتفهم الذكية بأجهزة الاستشعار للاطلاع على البيانات في أي وقت، مما يتيح لهم مراقبة حالة النباتات، ومستوى رطوبة التربة، وحالة الطقس، وحتى تتبع أوضاع الماشية.

5.5.5.1 دور تطبيقات انترنت الاشياء في الزراعة الذكية :

- يوفر إنترنت الأشياء نظام ري آليا عبر أجهزة استشعار دقيقة تراقب استهلاك النباتات للمياه، وتحسب كمية التدفق المطلوبة لضمان محصول جيد.
- يتيح مراقبة صحة التربة من خلال أجهزة استشعار تساعد في تقييم حالة المحاصيل الزراعية.
- يمكن من التنبؤ بالطقس، وتحديد الظروف الجوية باستخدام أجهزة استشعار لقياس درجات الحرارة اليومية. [17]

6.5.1 البيوت البلاستيكية الذكية في أوروبا

تعد البيوت البلاستيكية الذكية من بين الابتكارات الحديثة في مجال الزراعة الحضرية، إذ يمكن لهذا النموذج الذكي من البيوت البلاستيكية أن يوفر خضرا وفواكه تكفي لتغطية حاجيات عائلة مكونة من أربعة أفراد طوال سنة كاملة. وقد تم تطوير هذا النموذج من طرف المؤسسة الناشئة Myfood، حيث يتيح إنتاج ما يصل إلى 400 كيلوغرام من الخضروات والفواكه سنويا على مساحة صغيرة لا تتجاوز 22 مترا مربعا. ويجمع هذا الابتكار بين نظامين زراعيين حديثين، هما: الزراعة المائية التكاملية والزراعة الدائمة.

يعتمد نظام الزراعة المائية التكاملية على تركيب أحواض مائية داخل البيت البلاستيكي، حيث تربى حوالي 40 سمكة من أنواع مختلفة مثل الكارب، والتيلابيا، والتروتة، والسرطانات المائية (القشريات). وتنتج هذه الأسماك فضلات غنية بالعناصر المغذية، تذوب في الماء وتستخدم لتغذية النباتات. وتقوم النباتات بدورها بتنقية المياه عبر امتصاص تلك العناصر، مما يضمن دورة مغلقة ومتكاملة للمواد الغذائية.

أما الزراعة فتتم عبر أبراج زراعية تحتوي على رغوة بلاستيكية معاد تدويرها وذات مسامية عالية، ما يسمح بزراعة أصناف متعددة من النباتات ذات الجذور القصيرة مثل الطماطم الكرزية، والبقدونس، والملفوف الأجعد (كالي)، والسلق، إضافة إلى بعض النباتات ذات الجذور الطويلة مثل الجزر، والبطاطا، والكراث، والباذنجان. وتروى هذه النباتات بشكل مستمر، مما يسرع من وتيرة نموها مقارنة بالزراعة التقليدية في التربة.

إضافة إلى ذلك، تثبت أحواض مخصصة للزراعة الدائمة على طول جدران البيت البلاستيكي، وتملأ بخليط مكون من قطع الخشب الصغيرة، والفحم النباتي، وديدان التسميد، مما يجعل التربة أكثر خصوبة. ويحتوي كل حوض على خزان ماء بسعة 200 لتر، وهو ما يكفي لسقي النباتات لمدة تصل إلى ثلاثة أسابيع دون الحاجة إلى تدخل مباشر.

تتضمن هذه البيوت الذكية كذلك مجموعة من المجسات (المستشعرات) لقياس جودة الهواء، حيث يتكفل خوارزم ذكي بإرسال إشعارات إلى هاتف مالك البيت عند تدهور جودة الهواء. ويمتد موسم الإنتاج من مارس إلى أكتوبر، مع إمكانية الاستغلال على مدار السنة عبر تركيب مدفأة تعمل بحبيبات الخشب. كما تجهز هذه البيوت بألواح شمسية على سطحها لتوليد الطاقة، ما يجعلها مستقلة ذاتيا في استهلاكها الطاقوي.

وبفضل هذه التجهيزات المتكاملة، لا يحتاج المالك إلى أكثر من ساعة واحدة أسبوعيا للعناية بالبيت البلاستيكي. ويتراوح سعر هذا النموذج بين 7990 يورو للنسخة الأساسية، و21990 يورو للنسخة الكاملة بجميع الإضافات والملحقات.

نبذة عن مؤسسة Myfood الناشئة:

تأسست المؤسسة الناشئة Myfood سنة 2010 بمبادرة من ثلاثة أصدقاء: ميكائيل غانديسكي، يوهان نازرالي، وماتيو أوربان، وكان هدفهم الأساسي هو تمكين سكان المدن من زراعة غذائهم محليًا بشكل مستقل ومستدام. وقد قاموا بتصميم بيت بلاستيكي ذكي يجمع بين الزراعة المائية التكاملية والزراعة الدائمة. وبعد ست (06) سنوات من البحث والتطوير، حقّقت هذه الفكرة نجاحًا ملحوظًا. وأصبحت المؤسسة تروّج لهذا النموذج في عدة دول أوروبية، من بينها فرنسا، إسبانيا، بلجيكا، ولوكسمبورغ.

ويؤكد المؤسسون أن الحلول التي يقدمونها، والتي تأتي في شكل مشاريع جاهزة للاستخدام ، تضمن توفير الغذاء لعائلة مكونة من ثلاثة إلى أربعة أفراد طيلة سنة كاملة.

7.5.1 البيوت البلاستيكية الذكية في الجزائر

في الجزائر، وبشكل خاص في المناطق الجنوبية، لطالما عانت الصحراء من نقص حاد في مختلف المنتجات المائية. وبفعل العزلة الجغرافية والظروف المناخية القاسية، تبقى الموارد التقنية والمالية محدودة.

ونظرًا لعدم نجاح تجربة تربية الأحياء المائية في الجزائر، خاصة في الجنوب، في تحقيق الاستقرار والفعالية المرجوة، أصبح من الضروري التوجه نحو خيار بديل. ومن هنا جاءت فكرة اعتماد الزراعة المائية التكاملية (الأكوابوني) كحل مناسب.

وفي ظل هذا الواقع الاقتصادي المقلق، ظهرت محطة "دزيرة أكوابونيك" كمبادرة تهدف إلى المساهمة في معالجة إشكالية الأمن الغذائي الوطني، من خلال إنشاء نموذج إنتاجي أولي يتميز بالاكتفاء الذاتي، والجودة العالية، والإنتاجية الكبيرة، بالإضافة إلى اعتماده على تقنيات حديثة ومعرفة متطورة.

تعد الأكوابوني حلاً واعدًا لمكافحة الجوع في العديد من المجتمعات الفقيرة، إذ تعتبر من أكثر الوسائل فعالية في محاكاة الأنظمة الطبيعية لإنتاج الغذاء. فهي تمثل تكاملاً بين تربية الأحياء المائية (تربية الأسماك في الأحواض) والزراعة دون تربة (الزراعة المائية).

يمتاز هذا النظام بالاستدامة وخلوه من النفايات، كما أنه يوفر منتجات غذائية طبيعية خالية من الأسمدة الكيميائية والمبيدات الحشرية والفطرية. ففي هذا السياق، تُستخدم المياه الناتجة عن تربية الأسماك لتغذية النباتات، التي تقوم بدورها بترشيح المياه وتنقيتها وإعادتها إلى الأحواض، في دورة مغلقة تعرف بالأكوابوني.

يستهلك هذا النظام أقل من 90% من كمية المياه التي تستهلكها الزراعة التقليدية، ويقلل بشكل كبير من استخدام المواد الكيميائية، كما أنه لا يتطلب مساحات زراعية شاسعة. إن طبيعته البيئية المستدامة تجعله حلاً مثالياً للعديد من التحديات التي نواجهها اليوم.

تنتج الزراعة المائية التكاملية كميات معتبرة من الأسماك (أكثر من 15 طناً من البلطي النيلي) والخضروات (حوالي 75 طناً من الخس من نوع باتافيا)، دون الحاجة إلى أي إضافات كيميائية أو بيولوجية، وذلك ضمن نظام بيئي يحاكي البرك الطبيعية.

ويمكن لهذا النظام أن يُستخدم لتغطية احتياجات أسرة واحدة، كما يمكن أن يُساهم في تلبية الاحتياجات الغذائية لمجتمع بأكمله. وتجدر الإشارة إلى أن تكلفته تعتبر مرتفعة نسبياً، إذ تقدر بحوالي 10 ملايين دينار جزائري.

دزيرة أكوابونيك:

تعد "دزيرة أكوابونيك" مزرعة تجارية حديثة وواعدة في مجال الزراعة المائية التكاملية، تقع بمنطقة دزيرة في ولاية بسكرة. وتمثل نموذجًا لمؤسسة إنتاجية تعمل طيلة أيام السنة، وتولي أهمية كبيرة لآراء زبائنها وانتقاداتهم، في إطار سعيها المتواصل لتحسين جودة منتجاتها وتعزيز أدائها. [12]

6.1 الخاتمة

في ختام هذا الفصل، تم التطرق إلى أهمية تطوير الزراعة من خلال أنظمة الري الذكية، ومتطلبات بناء البيوت البلاستيكية الذكية ودورها في تحسين الإنتاج الفلاحي. كما تم شرح كيفية استخدام تقنيات إنترنت الأشياء في مراقبة هذه البيوت والتحكم فيها. وتم التطرق كذلك إلى واقع البيوت البلاستيكية في الجزائر، مع الإشارة إلى أن استخدام التقنيات الذكية لا يزال محدودًا، إلى جانب لمحة عامة عن وضعها في بعض الدول الأوروبية.

2 الفصل الثاني:

نظرة عامة على التجهيزات المستعملة

1.2 المقدمة

يعد التحكم الدقيق والإدارة الفعالة للظروف المناخية عاملا رئيسيا في تعزيز إنتاجية البيوت المحمية. في هذا الفصل، سنقدم نظرة عامة على بطاقة إلكترونية تعتمد على متحكم دقيق مثل Arduino، مدعومة بمجموعة من المستشعرات والمشغلات التي تتيح ضبط البيئة الداخلية بكفاءة. كما سنسلط الضوء على خصائص هذه المكونات ودورها في تحسين الأداء، بالإضافة إلى مناقشة البرمجيات المستخدمة لتحقيق نظام متكامل وفعّال.

2.2 الأردوينو

1.2.2 تعريف الأردوينو

لوحة الأردوينو هي لوحة إلكترونية صُممت لتسهيل بناء وإنشاء الدارات والمشاريع الإلكترونية المختلفة بكل سهولة. تتميز هذه اللوحة بأنها قابلة للبرمجة (Programmable Board)، أي أنه يمكن للمستخدم برمجتها لتنفيذ الغرض المطلوب منها، وذلك اعتمادًا على متحكمات دقيقة من عائلةATmega مثلAtmega328p . كلما أتقن المستخدم برمجة لوحة الأردوينو، تمكن من إنشاء دارات إلكترونية أكثر احترافية. تستخدم لغة Arduino C في برمجتها، وهي لغة بسيطة، مجانية، ومفتوحة المصدر، مما يسمح للمستخدمين بالاطلاع على الشيفرة البرمجية وتعديلها وتطويرها بسهولة. [18]

2.2.2 أهمية الأردوينو

توجد العديد من اللوحات الإلكترونية التي تعتمد على منصات قائمة على المتحكمات الدقيقة، وتستخدم في مجال الإلكترونيات المبرمجة، حيث تتيح تبسيط العمليات المعقدة في البرمجة وجعلها أكثر سهولة وفعالية. ونظام Arduino هو أحد هذه الأنظمة التي تتيح للمستخدم التعامل مع المتحكمات الدقيقة بسهولة، ويتميز بعدة مزايا، من أبرزها:

التكلفة المنخفضة: تُعد لوحات Arduino أقل تكلفة مقارنة بالمنصات الأخرى، إذ يمكن تجميع بعض إصداراتها يدويًا، بينما تُباع اللوحات الجاهزة بسعر لا يتجاوز 2500 دينار جزائري.

التوافق مع أنظمة تشغيل متعددة: تم تطوير بيئة Arduino IDE باستخدام لغة Java، مما يسمح بتشغيلها على أنظمة Windows وMacintosh وLinux، في حين أن معظم الأنظمة الأخرى تدعم نظام Windows فقط.

بيئة برمجية واضحة وبسيطة: يتميز Arduino IDE بسهولة الاستخدام، مما يجعله مناسبًا للمبتدئين، مع بقائه مرنًا بما يكفي ليستفيد منه المستخدمون المتقدمون.

برنامج مفتوح المصدر وقابل للتطوير: يتوفر كل من Arduino IDE ولغة Arduino البرمجية بموجب ترخيص المصدر المفتوح، مما يسمح للمبرمجين المحترفين بتعديل النظام وتحسينه. كما أن اعتماده على Java يجعله متوافقًا مع أنظمة تشغيل مختلفة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تحميل البرامج إلى اللوحة عبر منافذ RS232 أو Bluetooth أو USB، حسب نوع الوحدة.

عتاد مفتوح المصدر وقابل للتوسيع: تعتمد لوحات Arduino على المتحكمات الدقيقة من نوع Atmel مثل ATmega8 و ATmega168 و ATmega328، وتُنشر مخططات الدوائر الإلكترونية الخاصة بها بموجب رخصة المشاع الإبداعي (Creative Commons)، مما يتيح للمصممين تطوير نسخهم الخاصة وتحسينها. حتى المستخدمين غير المتخصصين يمكنهم بناء نموذج أولي على لوحة اختبار لفهم كيفية عملها وتقليل التكاليف. [19]

3.2.2 أنواع الأردوينو

توجد العديد من أنواع لوحات الأردوينو، ويكمن الاختلاف الجوهري بينها في تصميم اللوحة (Board). تختلف هذه اللوحات من حيث عدد المداخل والمخارج، الأطراف، بروتوكولات الاتصال، السعة التخزينية، حجم اللوحة، عدد الأجهزة التي يمكن التحكم بها، وعدد الحساسات التي يمكن دمجها معها، بالإضافة إلى نوع المتحكم الدقيق وسرعة المعالج المدمج في كل منها. [20]

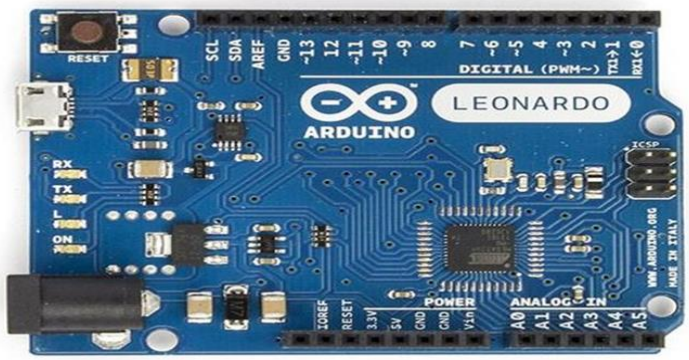
- **Arduino Uno**:

يعد هذا اللوح أول وأكثر أنواع الأردوينو شيوعًا واستخدامًا، كما يعتبر الأسهل من حيث التعلم، لذلك يُوصى به كبداية مثالية للمبتدئين. يتكون من دارة إلكترونية صغيرة الحجم، ويوفر منافذ لتوصيل المكونات الإلكترونية مباشرة إلى المتحكم عبر منافذ إدخال وإخراج رقمية. ومن أبرز ميزاته أن شريحة المتحكم غير مثبتة مباشرة على اللوحة، بل موضوعة على حامل، مما يسهل عملية استبدالها عند الحاجة، كما يبين الشكل**1.2**.

الشكل.2. 1 لوحة أردوينو أونو

- **Arduino Leonardo:**

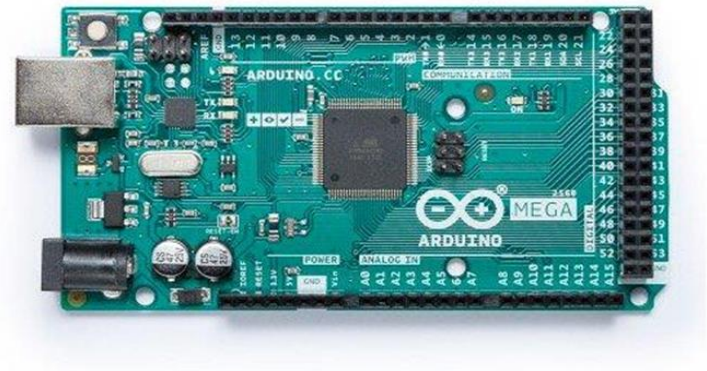
يعد من أوائل ألواح الأردوينو وأكثرها استخدامًا في بناء التطبيقات. يتميز بخصوصية فريدة، وهي احتواؤه على منفذ USB مدمج، مما يلغي الحاجة إلى معالج ثانوي. فعند وصله بالحاسوب، يتعرف عليه مباشرة كلوحة مفاتيح أو فأرة، كما يبين الشكل**2.2**.



الشكل.2. 2 لوحة أردوينو Leonardo

- **Arduino MEGA 2560:**

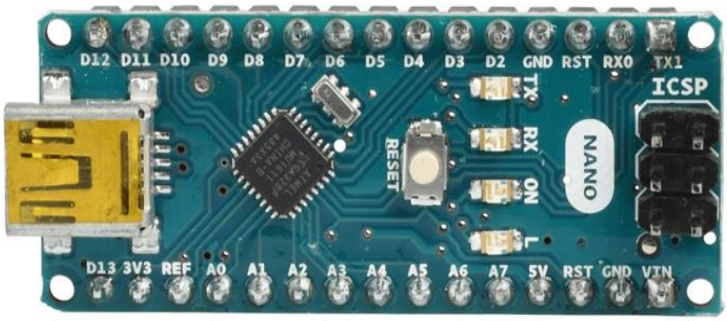
يعتبر هذا اللوح الأكبر حجمًا من بين أنواع الأردوينو، ويحتوي على أكبر عدد من المنافذ. تم تصميمه ليتناسب مع المشاريع المعقدة، مثل الطباعة ثلاثية الأبعاد والمشاريع الروبوتية التي تتطلب دقة عالية كما يبين الشكل**3.2**.



الشكل.2. 3 لوحة أردوينو MEGA 2560

- **Arduino Nano:**

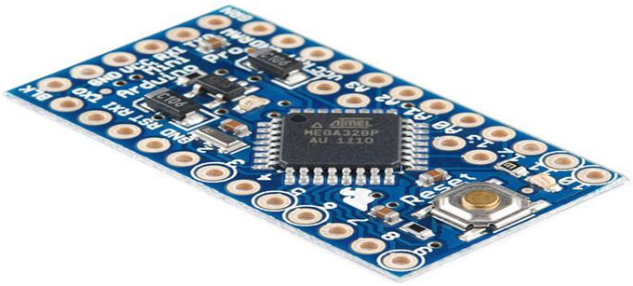
هو نسخة مصغرة من لوحة Arduino Uno، يُستخدم غالبًا في المشاريع الصغيرة، ويعد مناسبًا للعمل ضمن بيئة لوح التجارب الإلكتروني (Breadboard) كما في االشكل **4.2.**



الشكل.2. 4 لوحة أردوينو Nano

- **Arduino Pro Mini:**

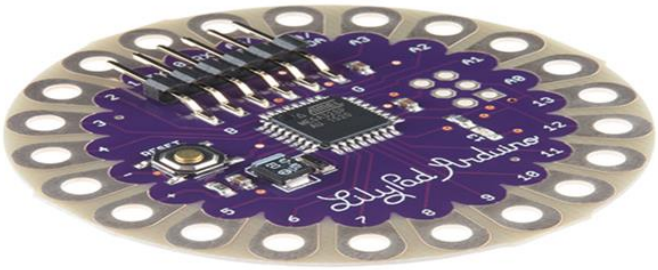
تعد هذه اللوحة الأقل تكلفة من بين جميع ألواح الأردوينو. تتميز بصغر حجمها، مما يجعلها مناسبة للمشاريع صغيرة الحجم، إلا أن طريقة التعامل معها وربطها تعد أكثر تعقيدًا مقارنة بباقي اللوحات كما في الشكل **5.2.**



الشكل.2. 5 لوحة أردوينو Pro Mini

- **Arduino Lilypad:**

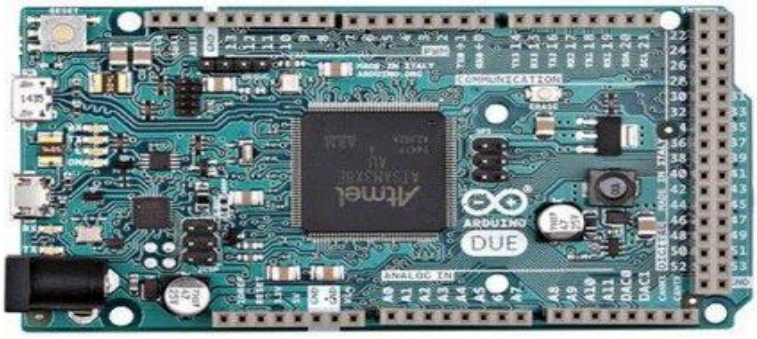
تم تطوير هذه النسخة خصيصًا لتستخدم في تطبيقات التكنولوجيا القابلة للارتداء. صممت بشكل يسمح بتثبيتها بسهولة على الأقمشة والمنسوجات، كما تتوفر لها مكونات وأجهزة استشعار خاصة، وتستخدم فيها خيوط موصلة للكهرباء بدلاً من الأسلاك التقليدية. تعمل هذه اللوحة بجهد منخفض نسبيًا، وتعد فعالة عند ربطها بالحساسات والمشغلات الميكانيكية مثل المحركات، دون التسبب في أي عبء كهربائي على العناصر المرتبطة بها كما موضح في الشكل**6.2**.



الشكل.2. 6 لوحة أردوينو Lilypad

- **Arduino Due:**

تتشابه لوحة أردوينو Due مع لوحة Mega من حيث الحجم وعدد المنافذ، لكنها تحتوي على معالج مختلف يعمل بسرعة أعلى تصل إلى 84 ميغاهرتز. كما أنها تعمل بجهد 3.3 فولت بدلاً من 5 فولت المستخدم في باقي أنواع الأردوينو، مما يجعل بعض الدوائر الإلكترونية الإضافية غير متوافقة معها كما في الشكل **7.2**.



الشكل.2. 7 لوحة أردوينو Due

4.2.2 لوحة الاوردوينو اونو

تعد لوحة الأردوينو أونو Arduino UNO من أكثر اللوحات شهرةً واستخدامًا، كما تُعد الأنسب للبدء في تعلم الأردوينو. يوجد حاليًا ثلاثة إصدارات مُعدَّلة من هذه اللوحة:

اللوحة الأولى هي النسخة الأصلية UNO R1.

اللوحة الثانية UNO R2، أُدخلت عليها بعض التعديلات مقارنةً بالنسخة الأصلية.

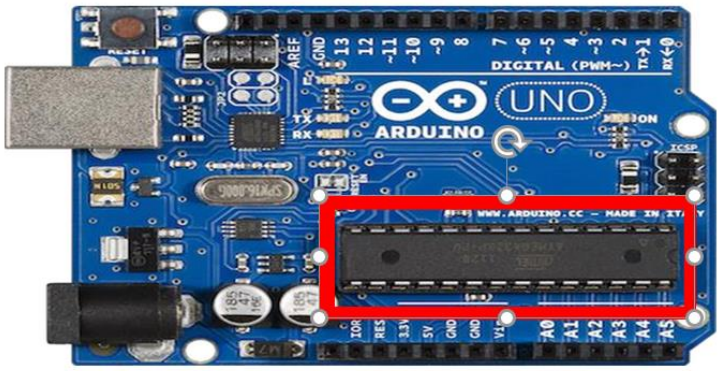
أما اللوحة الثالثة UNO R3، فهي نسخة مطورة عن النسخة الثانية.

توجد بعض الاختلافات البسيطة بين هذه الإصدارات. وفيما يلي توضيح مبسّط لبنيتها الإلكترونية الداخلية، بالإضافة إلى منافذها الخارجية. [21]

- **المتحكم الصغري AVR ATmega328 الرئيسي**

تعد المتحكم الصغري الرئيسي أهم عنصر في لوحة الأردوينو، فهو الذي يحدد خصائصها ومزاياها الإلكترونية. عند برمجة اللوحة، يتم برمجة هذا المتحكم تحديدًا

عند توصيل الطاقة الكهربائية إلى اللوحة، يقوم المتحكم بتنفيذ البرنامج المخزَّن بداخلها لتعمل اللوحة وفقًا للمطلوب. المتحكم المستخدم في لوحة الأردوينو أونو هو AVR ATmega328 ،الموضح في الشكل **8.2.**



الشكل.2. 8 المتحكم الصغري ATmega328 الرئيسي في لوحة الأوردوينو اونو

يتصل هذا المتحكم بكريستالة ترددها 16 MHz، ما يعني أن عدد التعليمات المنفذة في الثانية الواحدة يصل إلى 16 مليون تعليمة.

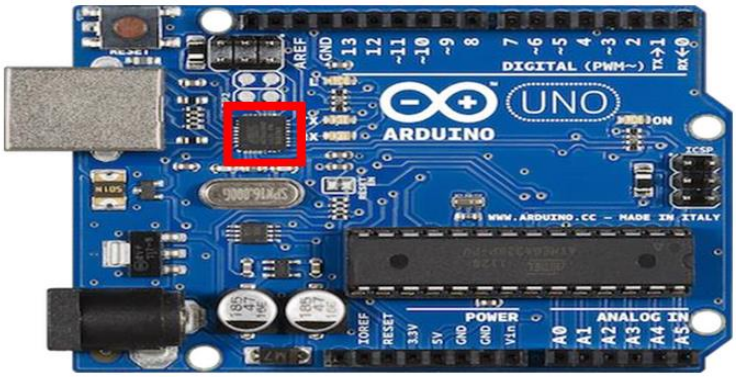
- **المتحكم الصغري ATmega1602 الثانوي**

لا يستطيع المتحكم الرئيسي ATmega328 تبادل البيانات مع الحاسوب مباشرة عبر منفذ USB، ولذلك أُضيف المتحكم ATmega1602 إلى اللوحة، وهو يحتوي ضمن بنيته على وحدة اتصال تسلسلي USB.

تشمل البيانات المتبادلة بين المتحكم ATmega328 والحاسوب نقل الشيفرة البرمجية من الحاسوب إلى المتحكم عبر برنامج Arduino IDE، أو تبادل المعلومات أثناء تشغيل اللوحة، مثل إرسال قيمة درجة الحرارة إلى الحاسوب أو استقبال أوامر منه.

لا يتصل ATmega328 مباشرةً بمنفذ USB، بل يتواصل بشكل تسلسلي مع ATmega1602 باستخدام بروتوكول UART، والذي بدوره يتصل بالحاسوب عبر منفذ USB.بذلك، يمكن اعتبار ATmega1602 بمثابة مبدّل بين USB وUART، حيث يظهر على الحاسوب كمنفذ COM افتراضي.

يتصل ATmega1602 بخط إعادة الإقلاع الخاص بالمتحكم الرئيسي ATmega328، إذ يجب إعادة تشغيل المتحكم عند برمجته. كما يتصل بكريستالة ترددها 16 MHz تقع أسفله، كما هو موضح في **الشكل 9.2**. ويجدر بالذكر أن لوحتي الأردوينو أونو من الإصدارين Original وR2 تستخدمان المتحكم ATmega8U2 بدلًا من ATmega1602



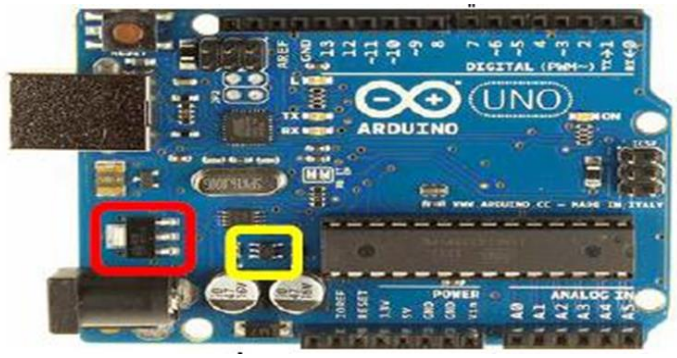
الشكل.2. 9 المتحكم الصغري ATmega1602 الثانوي في لوحة الاوردوينو اونو

- **منظم جهد 5Vومنظم جهد 3.3V**

تعمل لوحة الأردوينو أونو بجهد +5V، لذلك فهي تحتاج إلى منظم جهد5V عند تغذيتها من مصدر خارجي. منظم الجهد المستخدم هو 1117ST50T3G، ويصل تيار الخرج الأعظمي لهذا المنظم إلى أكثر من 1A. توفر اللوحة أيضا جهدًا مقداره +3.3V يمكن استخدامه مع دارات أخرى.

منظم الجهد +3.3Vالمستخدم هو LP2985-33BVR، ويصل تيار خرجه الأعظمي إلى 150mA.

كما هو موضح في **الشكل 10.2**.



الشكل.2. 10 المنظم 1117ST50T3Gالمحاط بالمربع الأحمر ومنظم الجهد LP2985-33BVR المحاط بالمربع الاصفر

- **مجموعة من الثنائيات الضوئية**

تحتوي لوحة الأردوينو أونو على أربعة ثنائيات ضوئية، وهي كاالتالي:

- **ثنائي ضوئي ON** :يشير إلى أن اللوحة مزودة بجهد كهربائي 5V+وهي جاهزة للعمل. لونه أخضر.
- **ثنائي ضوئي L**:متصل بالمخرج الرقمي 13، ويضيء عند تطبيق 1 منطقي (5V+)عليه. لونه أحمر.
- **ثنائيان ضوئيان TX, RX**: يومضان عند تبادل البيانات بين متحكم ATmega1602 ومنفذUSB عند الاتصال بالحاسوب لونهما أصفر.

كما هو موضح في **الشكل2.11.**

الشكل.2. 11 الثنائي الضوئي ON محاط بالمربع الأخضر، الثنائي ضوئي L محاط بالمربع الأحمر،الثنائيان الضوئيان TX،RX المحاطان بالمربع الأصفر.

- **منفذUSB**

يؤدي منفذ USB في لوحة الأردوينو أونو عدة وظائف من بينها :

- برمجة اللوحة عن طريق الحاسب.

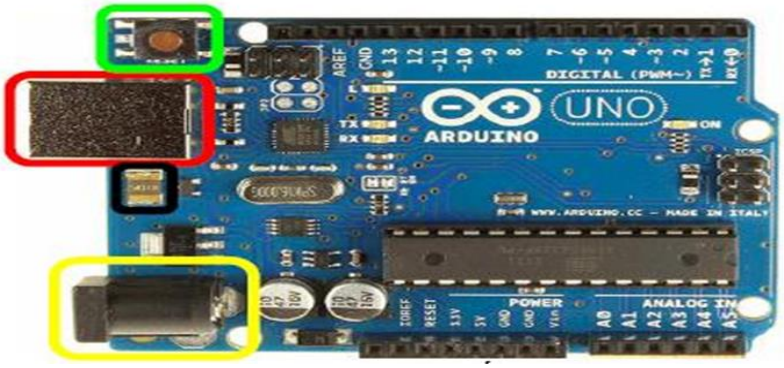
- تبادل البيانات ما بين لوحة الأردوينو المتحكم(ATmega328) ومنفذ USB لحاسوب.
- تغذية اللوحة بجهد V 5+ عند وصل هذا المنفذ مع الحاسوب.
- بجانب هذا القطب يوجد منصهرة لحماية قطب USB للحاسوب من القصر و التيار الزائد على الرغم من أن معظم الحواسيب لها دارة حماية داخلية.

- **مدخل الطاقة**

يمكن تأمين مصدر طاقة بديل لمنفذ USB عن طريق توصيل محول AC-to-DC إلى مقبس الطاقة power jack ،الموضح في الشكل **12.2**. قطر هذا المقبس 2.1 ، و يطبق الطرف الموجب للمحول في مركزه . يتراوح مجال جهد المحول الموصى به من 7Vو12V

- **زر إعادة التشغيل**

توجد في لوحة الأردوينو أونو زر لإعادة التشغيل ،وتكمن وظيفته في إعادة إقلاع اللوحة وبدء تنفيذ الأوامر من جديد، كما لو تم فصل الطاقة وإعادة توصيلها.

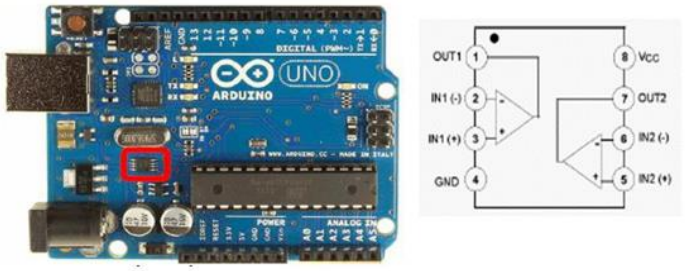


الشكل.2. 12 منفذ *USB* المحاط باللون الأحمر، وبجانبه فيوز الحماية محاط باللون الأسود، مقبس الطاقة الخارجية المحاط باللون الأصفر، وزر إعادة التشغيل المحاط باللون الأخضر .

- **دارة متكاملةLM358**

تتضمن لوحة الأونو أيضاً دارة متكاملة LM358 ،كما هو موضح في الشكل **13.2** . هذه الدارة عبارة عن مكبري عمليات، يستخدم

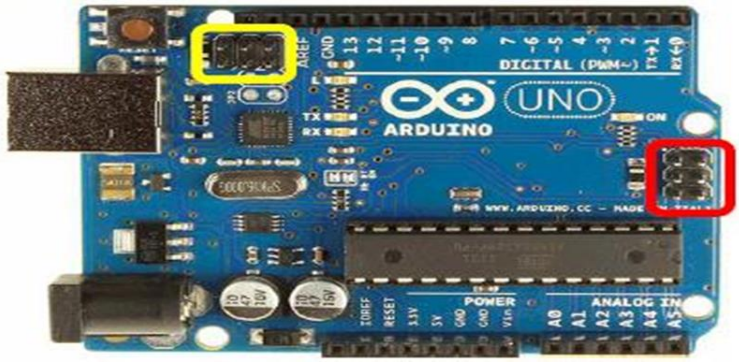
أحدهما كمقارن جهدي لاختيار تغذية اللوحة من منفذ USB أو من منفذ Vin. ويستخدم الآخر كعازل buffer ما بين المخرج 13 والثنائي الضوئي L



الشكل.2. 13 الدارة المتكاملة LM358في لوحة الاوردوينو

منفذ برمجة تسلسلي In-Circuit Serial Programming(ICSP)

ذكرنا سابقاً أنه من الممكن برمجة المتحكم الرئيسي ATmega328 عن طريق منفذ USB . كما يوجد طريقة أخرى يتم فيها برمجته من خلال منفذ يعرف بـ ICSP، الموضح في **الشكل 14.2** ، كذلك يوجد للمتحكم ATmega162 منفذ ICSP تتم برمجته من خلاله ، تتم عمليه البرمجة ICSP من خلال استخدام مبرمجة خارجية أو لوحة أردوينو أخرى يتم وصلها معه.



الشكل.2. 14 منفذ برمجة ICSP للمتحكم ATmega328 محاط باللون الأحمر ، ومنفذ برمجة ICSP للمتحكم ATmega162 محاط باللون الاصفر

- **منافذ الاستطاعة**

يوضح **الشكل 15.2** خمسة منافذ استطاعة في لوحة الأردوينو أونو وهي مرتبة من اليمين إلى اليسار على الشكل التالي:

- **المنفذVin** : يمكن من خلاله تطبيق مصدر تغذية خارجي للوحة (بطارية مثلاً) بدلاً من منفذ USB ومدخل الطاقة . يتراوح الجهد المطبق ما بين 7V و12Vتقريباً.
- **منفذانGND** :. يمكن الاستفادة منهما عند وصل اللوحة مع دارات أخرى

- **منفذ 5V** : تعطي لوحة الأردوينو من خلال هذا المخرج جهداً مقداره 5 V+ ، بالتالي من الممكن استخدامه لتغذية الدارات الخارجية المربوطة مع اللوحة .
- **منفذ 3.3 V:** تعطي لوحة الأردوينو أيضاً من خلال هذا المخرج جهداً مقداره 3.3 V ، بالتالي من الممكن استخدامه لتغذية الدارات الخارجية المربوطة مع اللوحة ، حيث أعظم تيار يقدمه هذا المنفذ 50mA

منفذRESET : من خلال هذا المنفذ يتم إعادة تشغيل لوحة الأردوينو، وذلك من خلال تطبيق 0V (إشارة منخفضة عليه). يمكن وصل مفتاح لحظي button ، طرف منه يتصل مع هذا المنفذ، والطرف الآخر يتصل مع الأرضي،عند الضغط على هذا المفتاح يتم تطبيق إشارة 0V على هذا المنفذ ويعاد تشغيل اللوحة. يعمل المفتاح في هذه الحالة بشكل مشابه لزر إعادة التشغيل الموجود على اللوحة، يمكن الاستفادة من هذا المنفذ عندما يتم وصل لوحة الأردوينو مع لوحة تعرف بالغطاء (لوحة خاصة يتم تركيبها فوق الأردوينو الأصلي لتوسيع عمله) مانعة الوصول لزر إعادة التشغيل على لوحة الأردوينو، ليكون البديل هذا المنفذ.

منفذIOREF : يقدم هذا المنفذ الجهد المرجعي الذي يعمل فيه المتحكم الصغري. يستخدم هذا المنفذ من قبل ألواح الأغطية لاختيار مصدر الطاقة المناسب أو تمكين محول جهد على المخارج للعمل مع 5Vأو 3.3V

منفذ غير مستخدم حالي: ويمكن أن يستخدم لاحقاً للتطوير.

الشكل.2. 15 منافذ الاستطاعة من اليمين الى اليسار 3.3V 5V GND Vin يضاف اليها منفذ RESET IOREF ، وفي الاخر منفذ غير مستخدم حاليا.

- **منافذ دخل تماثلية**

تسمح هذه المنافذ بإدخال إشارات تماثلية والتي تنتج عادة عن الحساسات التماثلية،حيث يتم تحويل الإشارة التماثلية إلى إشارة رقمية باستخدام مبدل ADC في متحكم ATmega328 .

دقة تمييز المبدل 10 bit والجهد المرجعي افتراضياً 5V ويمكن تغييره عن طريق المنفذ AREF حيث عدد هذه المنافذ التماثلية 6 هي A0 A1 A2 A3 A4 A5، كما هو موضح في الشكل **(16.2)**

الشكل.2. 16 المداخل التماثلية الستة في لوحة الأردوينو اونو

- **منافذ دخل وخرج رقمية**

يوضح الشكل **17.2** منافذ الدخل والخرج الرقمية مرتبة من اليمين إلى اليسار بالأرقام من 0 وحتى 13 والتي لها عدة وظائف كما يلي:

يمكن لهذه الأرجل كلها أن تعمل كمخارج رقمية (أي تخرج إشارة 0Vأو إشارة5V) تبعاً للشيفرة البرمجية، أو أن تعمل كمداخل رقمية (أي إدخال إشارة 0V أو إشارة 5V) و بالتالي يتم على هذه النوافذ وصل عناصر ودارت الكترونية أخرى مثل الثنائيات الضوئية ، شاشة الإظهار LCD ، أو لوحة مفاتيح، أو محرك، وغير ذلك كما سنرى لكل رجل مقاومة سحب داخلية internal pull-up (غير مفعلة افتراضياً).

المنافذ 3، 5، 6 ،9، 10،11 : يمكن لكل منها أن تولد إشارة تعديل عرض النبضة(PWM) Pulse Width Modulation . يرمز إليها في اللوحة على شكل ~ ، حيث إشارة PWM هي إشارة مربعة دورية يتمالتحكم بعرض النبضة المرتفعة(1منطقي).

المنفذان 1,0: يعملا كواجهة اتصال للبروتوكول التسلسلي UART الذي سيتم دراسته فيما بعد،حيث المنفذ 1 للإرسال ، والمنفذ 0 للاستقبال. يتصل هذان المنفذان في نفس الوقت مع منافذ متوافقة للمتحكم ATmega1602 بحيث يمكن إرسال البيانات التسلسلية إلى الحاسوب عبر منفذUSB .

المنفذان 3,2 : تستخدم كمقاطعات خارجية.

المنافذ 10 ،11 ،12، 13 : تعمل كواجهة اتصال للبروتوكول التسلسليSPI .

يضاف لهذه المنافذ إلى اليسار منها في الشكل **17.2** المنافذ التالية:

منفد GND: أرضي لوحة الأردوينو.

منفدAREF:الجهد الجهد المرجعي للمداخل التماثلية .

المنفذان الأخيران SCLوSDA : يعملان كواجهة اتصال للبروتوكول التسلسلي 12C.

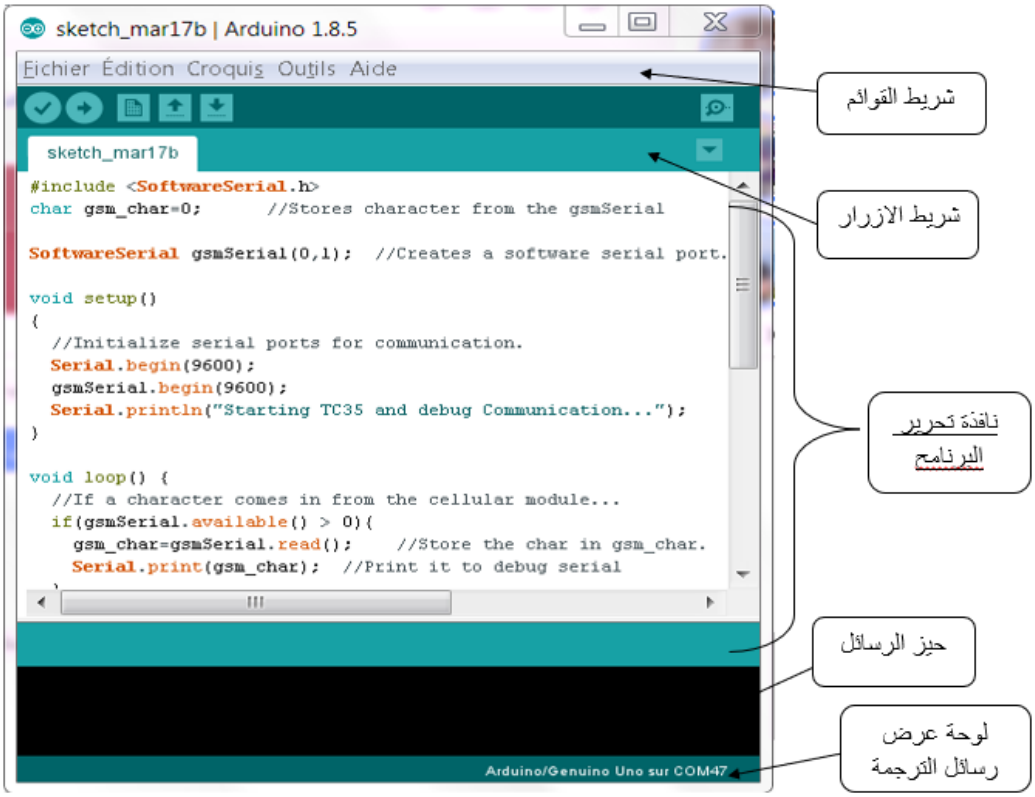
الشكل.2. 17 المداخل والمخارج الرقمية المرقمة بالترتيب من اليمين الى اليسار يضاف الى الايسر منها منافذ GND ،AREF،SDA،SCL:المداخل التشابهية الستة في لوحة الأردوينو اونو.

5.2.2 برمجة لوحة الأردوينو أونو

يتم برمجة لوحة الأردوينو أونو باستخدام برنامج خاص يُعرف باسم Arduino IDE، وهو عبارة عن محرر أكواد يعتمد على لغة برمجة قريبة من لغة C. بعد كتابة البرنامج أو تعديله، يُرسل عبر كابل USB ليتم تخزينه في المتحكم. يوفر كابل USB التغذية اللازمة للوحة، بالإضافة إلى نقل الشيفرة البرمجية إليها .

الهيكل العام للبرنامج

كما يوضح الشكل **18.2**.



الشكل.2. 18 ضبط البطاقة

3.2 الملتقطات

1.3.2 تعريف الملتقطات

يعرف الحساس (أو المجس) على أنه جهاز أو وحدة وظيفتها الكشف عن التغيرات التي تطرأ على الكميات الفيزيائية مثل الضغط، الحرارة، الرطوبة، الحركة، القوة، أو الكميات الكهربائية كشدّة التيار، ومن ثم تحويل هذه التغيرات إلى إشارات يمكن التقاطها وتحليلها. [22]

2.3.2 خصائص الملتقطات

يتميز الحساس بمجموعة من الخصائص التي تستخدم في توصيف أدائه، ومن بين الخصائص الأكثر شيوعا نذكر ما يلي : [23]

- الكمية الفيزيائية المراد قياسها
- مدى القياس (نطاق القياس)
- الحساسية
- القدرة على التمييز (الدقة التفصيلية أو الوضوح)
- قابلية التكرار (إعادة الإنتاجية)

- الخطية
- زمن الاستجابة

3.3.2 تصنيف الملتقطات

الحساسات السلبية:(Capteurs passifs)

تحتاج في الغالب إلى مصدر طاقة خارجي لكي تعمل. من أمثلتها: المقاومة الحرارية، المقاومة الضوئية، المقاييس الموضعية، ومقياس الانفعال المعروف أيضًا بالجسر المجهدي.

تُعد هذه الحساسات قابلة للنمذجة عن طريق الممانعة (Impédance)، حيث تؤدي التغيرات في الظاهرة الفيزيائية المراد قياسها إلى تغيّرات في الممانعة. لذلك، يجب تطبيق جهد كهربائي عليها

الحساسات النشطة:(Capteurs actifs)

يطلق على الحساس صفة "نشط" عندما تقوم الظاهرة الفيزيائية نفسها بعملية التحويل المباشر إلى كمية كهربائية قابلة للقياس، أي أن العلاقة بين الظاهرة الفيزيائية والإشارة الكهربائية الناتجة تُحدَّد بقانون فيزيائي مباشر.غالبًا ما تعمل الحساسات النشطة وفق مبدأ التحريض الكهرومغناطيسي، وفي هذه الحالة، تكون الكمية الناتجة هي فرق في الجهد (جهد كهربائي).

ونظرًا لكون عدد القوانين الفيزيائية القادرة على إحداث مثل هذا التحويل محدودًا، فإن عدد الحساسات النشطة أيضًا محدود ويمكن حصره بسهولة. [23]

4.3.2 الملتقطات المستعملة

1.4.3.2 حساس الرطوبة ودرجة الحرارة

يتكون حساس DHT من جزأين: مستشعر رطوبة سعوي، وترمستور. كما يحتوي داخله على شريحة بسيطة تقوم بإجراء تحويل تناظري إلى رقمي، وتصدر إشارة رقمية تحتوي على قيم درجة الحرارة والرطوبة. يمكن لأي متحكم دقيق قراءة هذه الإشارات الرقمية بسهولة.

يوجد نوعان من مستشعرات DHT، هما: DHT11 وDHT22 . [24]

حساس DHT11

يوفر حساس DHT11 مخرجًا رقميًا يتناسب مع درجة الحرارة والرطوبة التي يقيسها. من ميزاته: الموثوقية، الاستقرار الممتاز على المدى الطويل، وزمن الاستجابة السريع. يتكوّن DHT11 من ثلاث أقطاب ، كما في الشكل**19.2** :

مصدر الطاقة:VCC

البيانات :DATA

الأرضي: GND

مميزاته

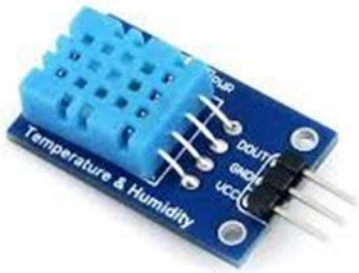
الجهد الكهربائي: 0–5 فولت

نطاق الرطوبة: من 20% إلى 90%

نطاق درجة الحرارة: من 0 °C إلى 50°C

دقة الرطوبة: ±5 %

دقة درجة الحرارة: ±2°C



الشكل.2. 19 حساس DHT11.

- **حساسDHT22**

يعد الحساسDHT22 من بين مستشعرات الحرارة والرطوبة الرقمية، ويعمل بجهد يتراوح بين 3.3 و5 فولط. يمكنه قياس درجة الحرارة ضمن مدى يتراوح من −40 إلى +80 درجة مئوية، والرطوبة النسبية من 0% إلى 100%، بدقة ±0.5 درجة مئوية و±2% (وقد تصل ±5% في بعض الحالات).

تُسجّل القيم المقاسة عادةً بين 10% و90%. يمكن إجراء القياسات كل 500 ميلي ثانية (أي مرتين في الثانية). يتكوّن المستشعر من أربع أقطاب، إلا أنه يُستخدم منها فعليًا ثلاث فقط كما هو موضح في الشكل **20.2**.

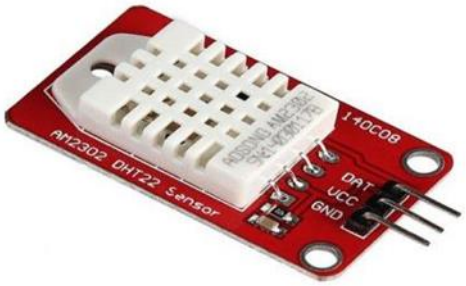
- **مميزاته**

التغذية الكهربائية:Vcc

لنقل المعطيات:DATA

غير مستعمل:Non utilisé

الأرضي :GND



الشكل.2. 20 حساسDHT22 .

2.4.3.2 حساس رطوبة التربة

يتم اختيار مستشعر رطوبة التربةFC-28 ، وهو مستشعر يقيس نسبة الرطوبة في التربة انطلاقًا من التغيرات في الموصلية الكهربائية للتربة(الناقلية)، حيث تزداد مقاومتها كلما زاد جفافها. يتكوّن هذا المستشعر من لوحة إلكترونية تُشكّل وحدة التكييف، وشوكة معدنية مغطاة بطبقة من الراتنج لحمايتها من الأكسدة، تُغرس بشكل عمودي في التربة.

يعتمد مبدأ عمل هذا المستشعر على غمر الساقين المعدنيتين في التربة؛ فعند اتصالهما بالتربة، تسمحان بمرور تيار كهربائي، مما يمكّن من قراءة مستوى الرطوبة بناءً على قيمة المقاومة. فكلما زادت كمية الماء في التربة، تحسّنت الموصلية الكهربائية بين الساقين نتيجة لانخفاض المقاومة، مما يجعل الجهد الخارج من المستشعر يقترب من 5 فولط. أما في حالة التربة الجافة، فتضعف الموصلية بسبب ارتفاع المقاومة، مما يؤدي إلى الحصول على إشارة كهربائية قريبة من 0 فولط كما يبين الشكل **21.2** .

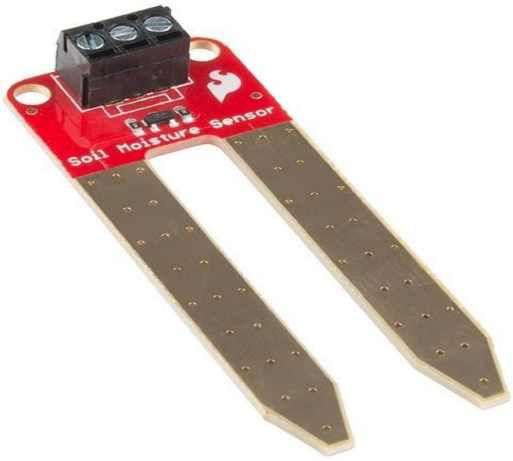
يتم توصيل المستشعر كما يلي:

تُوصَل الرجل Vcc بمصدر تغذيةV5.

تُوصَل GND بالأرضي.

يُربط المخرج A0 بمدخل تماثلي في المتحكم الدقيق، وهو الذي يُستخدم لجمع المعلومة (تغير الجهد الكهربائي).

D0 :مخرج رقمي يُفعَّل عند تجاوز عتبة معينة قابلة للضبط . [25]



الشكل.2. 21 حساس رطوبة التربة

3.4.3.2 حساس كاشف المستوى

تعنى عملية كشف المستوى بمراقبة منسوب الماء داخل الخزان، وذلك لضمان بقائه ممتلئًا بشكل دائم، نظرًا لأهمية هذا العنصر في نظام الري. في إطار مشروعنا، استخدم المستشعر بالموجات فوق الصوتية HC-SR04، الذي يتميز بمدى كشف ممتاز دون تماس مباشر، مع دقة قياس عالية واستقرار جيد في النتائج . [25]

يتكون هذا المستشعر من أربع أرجل (أطراف)، كما في الشكل **22.2** تستخدم كما يلي:

Vcc :مصدر التغذية بجهد مستمر +5 فولط .

Trig :مدخل إطلاق عملية القياس(Trigger) .

Echo :مخرج يعطي إشارة القياس على شكل صدى.

GND: الأرضي (القطب السالب للتغذية) .

الشكل.2. 22 حساس كاشف المستوى.

4.4.3.2 حساس الضوء

يُعد TSL2561 مستشعر ضوء متقدمًا يتميز بإمكانياته الواسعة في العديد من التطبيقات، وتكمن ميزته الأساسية في دقته العالية مقارنةً بخلايا المقاومة الضوئية التقليدية.

يتضمن هذا المستشعر صمامين ضوئيين (Photodiodes): أحدهما مخصص للأشعة تحت الحمراء، والآخر مخصص للطيف الضوئي المرئي. كما يتميز بخفة وزنه، ويحتوي على محول تناظري رقمي (ADC) يقوم بتحويل شدة الإضاءة إلى إشارة رقمية. تُرسل هذه الإشارة بعد ذلك إلى معالج دقيق (Microprocesseur)، يمكنه إجراء حسابات دقيقة لمعدل الإضاءة المقاسة بوحدة "لوكس" (Lux)، ضمن مجال ديناميكي واسع يتراوح بين 0.1 و40,000 لوكس. [25]

يتكون مستشعر TSL2561 من خمس أرجل ، كما يبين الشكل **23.2** موصّلة كما يلي:

جهد التغذية 5 فولط(5V) :VIN .

الأرضي:GND .

خط الساعة(Clock) :SCL .

خط البيانات(Data) :SDA .

غير مستعمل: INT .

الشكل.2. 23 حساس الضوء.

5.4.3.2 حساس الحركةPIR

تعد الوحدة المصغرة Mini PIR HC-SR505 من المستشعرات التي تعتمد على تقنية الأشعة تحت الحمراء (Infrarouge) للكشف عن الحركة.

يعتمد مبدأ عملها على رصد التغيرات في درجة الحرارة داخل المنطقة المُراقَبة، من خلال الإشعاعات تحت الحمراء التي تصدرها الكائنات الحية أو الأجسام المتحركة، كما في الشكل**24.2**.

تحتوي هذه الوحدة على عنصرين بصريين (عدستين) يعملان على التقاط الأشعة تحت الحمراء وتوجيهها نحو العنصر الحساس الرئيسي، أي المستشعر، الذي يقوم بتحليل تلك الإشارات لتحديد ما إذا كانت هناك حركة داخل المجال المحدد . [24]

الشكل.2. 24 حساس الحركة

5.3.2 المنبّه الصوتي:(Buzzer)

يعد المنبه الصوتي عنصرا إلكترونيًا يتكون أساسا من صفيحة معدنية تتفاعل مع التأثير الكهروصوتي (Effet Piézoélectrique)، ويُقصد بهذا التأثير قدرة بعض المعادن على التغير في الشكل عند تعرّضها لحقل كهربائي، كما في الشكل **25.2**.

في بيئة العمل مع لوحة Arduino، يُستعمل المنبه الصوتي غالبًا لإصدار صوت إنذاري عند اكتشاف حركة داخل البيت البلاستيكي. [26]

الشكل.2. 25 المنبه الصوتي.

6.3.2 الصمام الضوئيLED

يعد الـLED عنصرًا أوبتو–إلكترونيًا يُصدر ضوءًا عند مرور تيار كهربائي في اتجاه واحد فقط (من الأنود إلى الكاثود). يشبه في بنيته الثنائي العادي، إلا أنه يحول الطاقة الكهربائية إلى إشعاع ضوئي، أحادي أو متعدد الألوان.يمثل في الدوائر الإلكترونية برمز يشبه الثنائي، مضافًا إليه سهمان يرمزان لانبعاث الضوء كما موضح في الشكل **26.2**. [27]

الشكل.2. 26 صمام ضوئي

7.3.2 المرحل

المرحل هو عبارة عن قاطع كهربائي يستخدم لعزل الدوائر الكهربائية، أو للتحويل من دائرة إلى أخرى، وكذلك للتحكم في دائرة ذات قدرة عالية باستخدام إشارة كهربائية ذات قدرة ضعيفة.

تصنف المرحلات حسب تصميمها ووظيفتها، ومن بين أنواعها: المرحلات الكهروميكانيكية، المرحلات الإلكترونية (أو ذات أشباه الموصلات)، والمرحلات ذات الشفرات المعدنية ،كما يبن الشكل**27.2** . [28]

الشكل.2. 27 المرحل

8.3.2 المروحة

تستخدم المروحة لضبط درجة الرطوبة ودرجة الحرارة داخل البيوت البلاستيكية (الدفيئات). وفي مشروعنا، تم اختيار هذا النوع من المراوح لتهوية البيوت الزراعية المحمية. تعمل هذه المراوح على توترات كهربائية تتراوح بين 5 فولط و12 فولط . [29]

تتكون هذه المروحة من ثلاثة أسلاك، كما في الشكل**28.2**

السلك الأول مخصّص للقطب السالب(GND) .

السلك الثاني لتزويد الجهاز بالطاقة الكهربائية.

أما السلك الثالث فهو مخصّص لنقل سرعة دوران المروحة.

الشكل.2. 28 المروحة

9.3.2 المضخة

هو جهاز يستخدم لتمكين حركة الماء وتسريع تدفقه داخل أنابيب الري، بالإضافة إلى المساعدة في تعبئة الخزان، كما هي موضحة في الشكل **29.2**. [12]

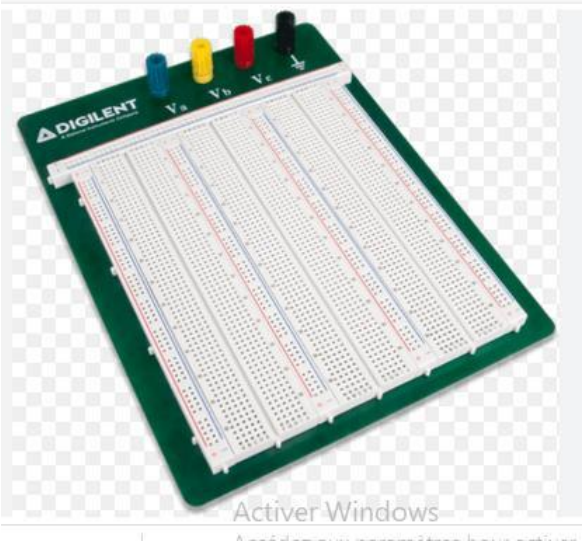
الشكل.2. 29 المضخة

10.3.2 لوحة التجارب Plaque d’essai

تستخدم لوحة التجارب لاختبار التركيبات الإلكترونية وتجريبها قبل الشروع في عملية تلحيم المكوّنات.

وهي عبارة عن لوحة دائرة مطبوعة (PCB) مغلّفة ضمن غلاف بلاستيكي مستطيل الشكل، تحتوي على عدة صفوف من الفتحات الأفقية والعمودية، كما موضحة في الشكل**30.2**.

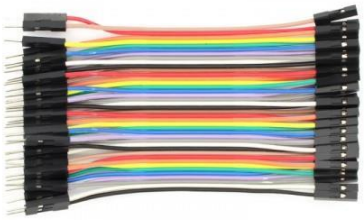
تخصص بعض هذه الفتحات لربط خطوط التغذية الكهربائية، حيث توجد فتحات مخصصة للجهد الموجب "VCC (+)"، وأخرى للقطب السالب "GND (–)"، بينما تُستخدم باقي الفتحات لتركيب المكوّنات الإلكترونية مباشرةً أو لتوصيلها بواسطة أسلاك الربط. [24]



الشكل.2. 30 لوحة التجارب.

11.3.2 أسلاك التوصيل

تُستعمل أسلاك التوصيل لربط مختلف المكونات الإلكترونية فيما بينها، سواء على لوحة التجارب (Breadboard) أو خارجها، حيث تتيح هذه الأسلاك إمكانية إجراء التوصيلات الكهربائية بشكل مباشر وفعال، كما في الشكل **31.2**. [30]



الشكل.2. 31 أسلاك التوصيل

4.2 الخاتمة

في ختام هذا الفصل، تعرفنا على لوحة الأردوينو كأداة فعالة في تطوير المشاريع الإلكترونية، حيث استعرضنا أهميتها وأنواعها، وركّزنا بشكل خاص على لوحة Arduino Uno من خلال تحليل مفصل لمكوناتها ووظائفها. كما تطرقنا إلى أنواع الحساسات (Capteurs) التي سنعتمد عليها في مشروعنا التطبيقي، مع شرح دور كل منها في النظام.

تُعدّ هذه المعارف أساسًا ضروريًا للمرحلة المقبلة من العمل، والتي سننتقل فيها إلى الجانب البرمجي والتطبيقي، لتجسيد فكرة المشروع على أرض الواقع باستخدام الأدوات التي تم التطرق إليها.

3 الفصل الثالث:

محاكاة وإنجاز عملي

للبيت البلاستيكي

1.3 مقدمة

يتمثل المشروع في تصميم وتنفيذ بيت ذكي متعدد الوظائف، يضم مجموعة من الخدمات الذكية مثل السقي المحسن، التحكم في درجة الحرارة والرطوبة لكل من الهواء والتربة، تسيير الإضاءة، ومراقبة الحركة ومستوى الخزان. ولتحقيق هذه الأهداف، تم في البداية الاعتماد على محاكاة كل مستشعر بشكل منفصل لضمان دقة الأداء لكل وظيفة على حدة.

بعد تقديم الإطار النظري واستعراض المكونات الأساسية للمشروع، يتناول هذا الفصل مختلف مراحل إنجاز النظام، بدءًا من عرض المخطط العام، مع توضيح كيفية توصيل الحساسات والمحركات المستخدمة، وصولًا إلى تحليل النتائج وتفسيرها.

2.3 الحل المقترح

تم اعتماد حلول تقنية لمراقبة بعض المعايير التي تم اعتبارها ضرورية بالنسبة لبيت بلاستيكي ذكي، وتتمثل هذه المعايير في: درجة الحرارة، رطوبة الهواء، رطوبة التربة، الأمان، والإضاءة. يتم قياس هذه المعايير باستخدام مجموعة من المجسات، ويتم التحكم فيها جميعًا بواسطة لوحة تحكم من نوع Arduino Uno.

تم تمثيل الدارة الكهربائية لهذا النظام باستخدام برنامج Fritzing، حيث تم توصيل الحساسات والمكونات الإلكترونية مع لوحة الأردوينو بدقة، مما سهّل عملية التركيب والتخطيط العملي.

3.3 برنامج Fritzing

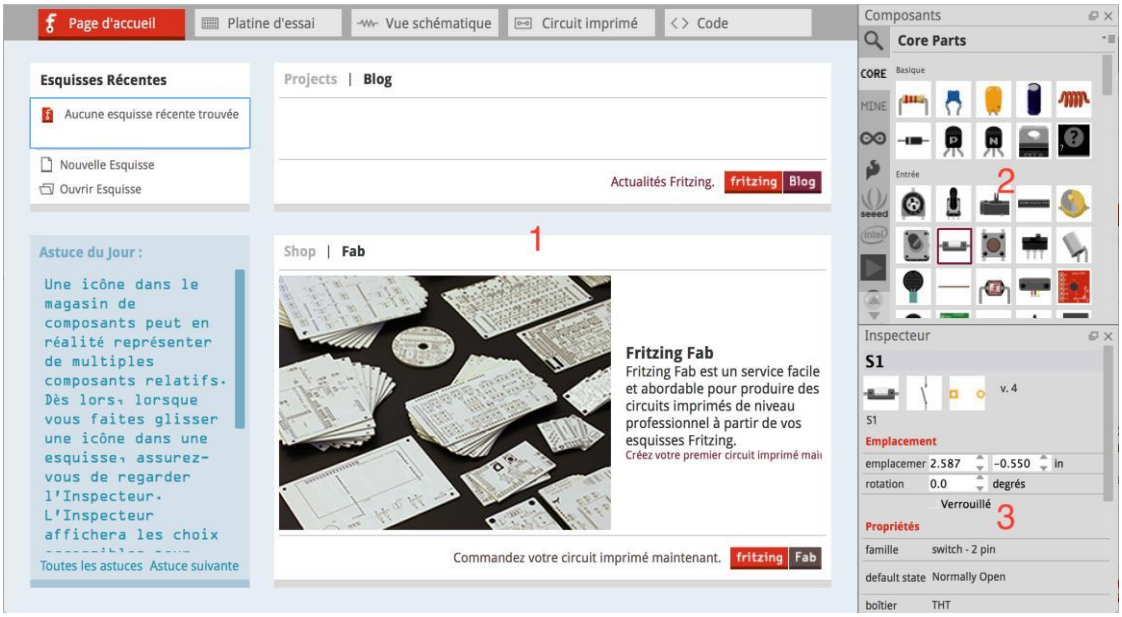
يُعد Fritzing برنامجًا مفتوح المصدر، متقدمًا وشاملًا، صُمّم خصيصًا لمساعدة المهندسين على تحويل أفكارهم ومشاريعهم إلى نماذج أولية قابلة للتنفيذ. يسمح هذا البرنامج بتصميم التوصيلات والتحقق منها قبل الانتقال إلى التطبيق العملي على لوحة التجارب.

توفر الواجهة الرئيسية لبرنامج Fritzing عرضًا مرئيًا للدارة الافتراضية قيد الإنشاء، مع إمكانية التبديل بين ثلاثة أنماط للرؤية:

Breadboard (لوحة التجارب)، Schematic (المخطط الكهربائي)، PCB View (عرض لوحة الدارة المطبوعة).

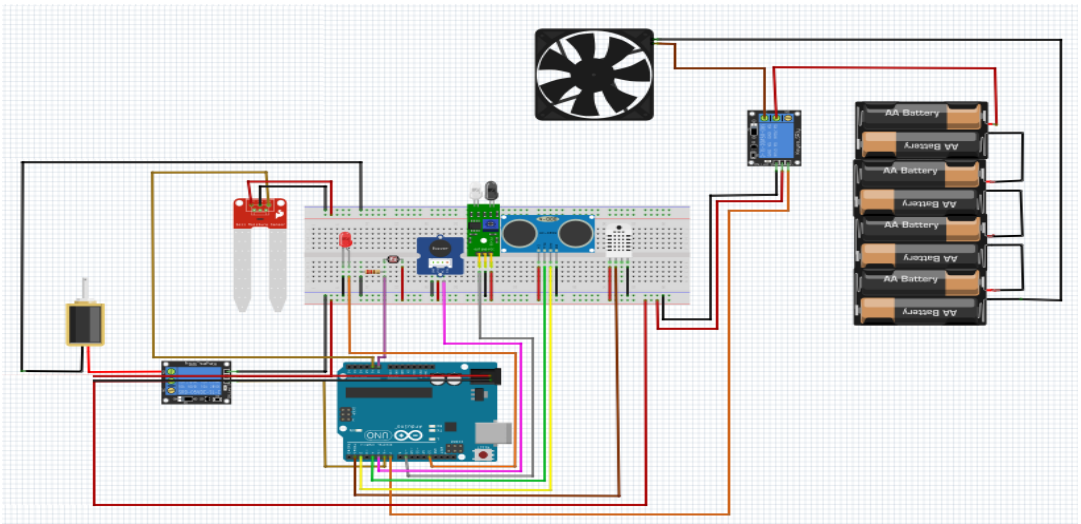
يُعتبر نمط Breadboard ذا أهمية خاصة، إذ يساهم في تقليل الأخطاء عند الانتقال من المرحلة الافتراضية إلى التنفيذ الفعلي.

يتضمن البرنامج مكتبة شاملة من المكونات الإلكترونية، يمكن إدراجها بسهولة ضمن المشروع باستخدام خاصية السحب والإفلات، وهي مصنفة ضمن فئات لتسهيل الوصول إليها. كما يتيح مفتش المكونات عرض وتعديل خصائص كل مكوّن على حدة، بما يتناسب مع متطلبات التصميم،كما يبين الشكل **1.3**. [31]



الشكل.3. 1 برنامج Fritzing

يوضح الشكل**2.3** المخطط العام لنموذجنا الاولي والتي تم إنجازه باستعمالل برنامج Fritzing



الشكل.3. 2 المخطط العام باستعمال برنامج Fritzing

يعرض الجدول(**3. 1**) مختلف التوصيلات وأرقام الأرجل (Pins) الخاصة بالدائرة الإلكترونية .

الجدول.3. 2 أنواع التوصيلات المختلفة وترقيم الأرجل

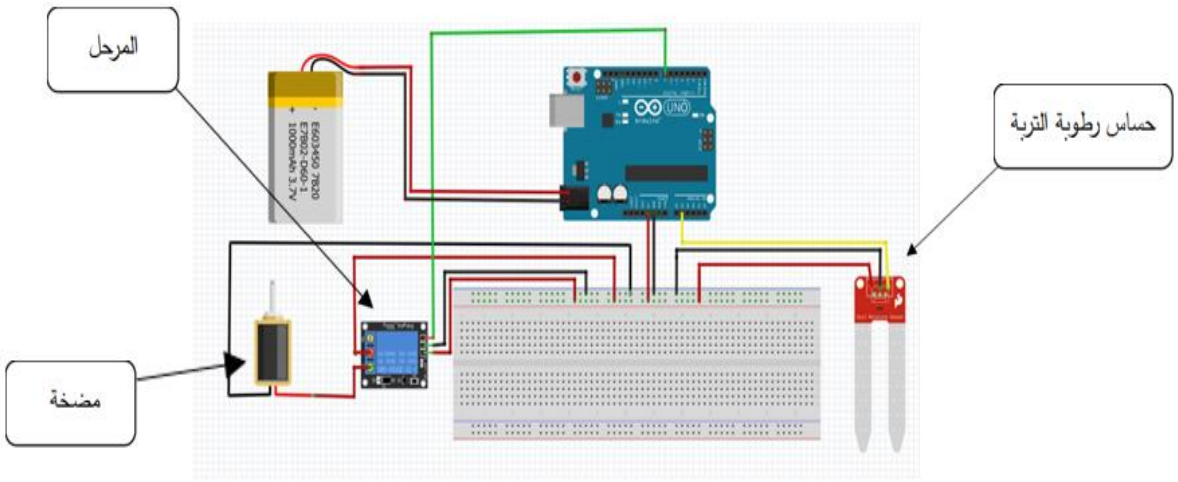
أرجل الأوردوينو Uno	أرجل النظام	النظام
A1	DATA	حساس DHT11
5V	VCC	
GND	GND	
A1	DATA	حساس رطوبة التربة Spark Fun
5V	VCC	
GND	GND	
5V	VCC	مستشعر HC-SR04
4	TRIG	
2	ECHO	
GND	GND	
GND	GND	Buzzer
5	I/O	
5V	VCC	
5V	VCC	مستشعر الضوء
GND	GND	
A0	A0	
10	/	مروحة
	VCC	LED
GND	GND	
7	/	مضخة كهربائية
5V	VCC	مستشعر PIR HC-SR505
GND	GND	
D2	OUT	

4.3 التركيبات والوصف التفصيلي لخدماتنا

1.4.3 السقي الذكي

1.1.4.3 المحاكاة باستعمال برنامج Fritzing

المخطط الخاص بهذه الوظيفة، المصمّم باستخدام برنامج Fritzing كما يبين الشكل**3.3**



الشكل.3. 3 تركيب حساس رطوبة التربة في Fritzing.

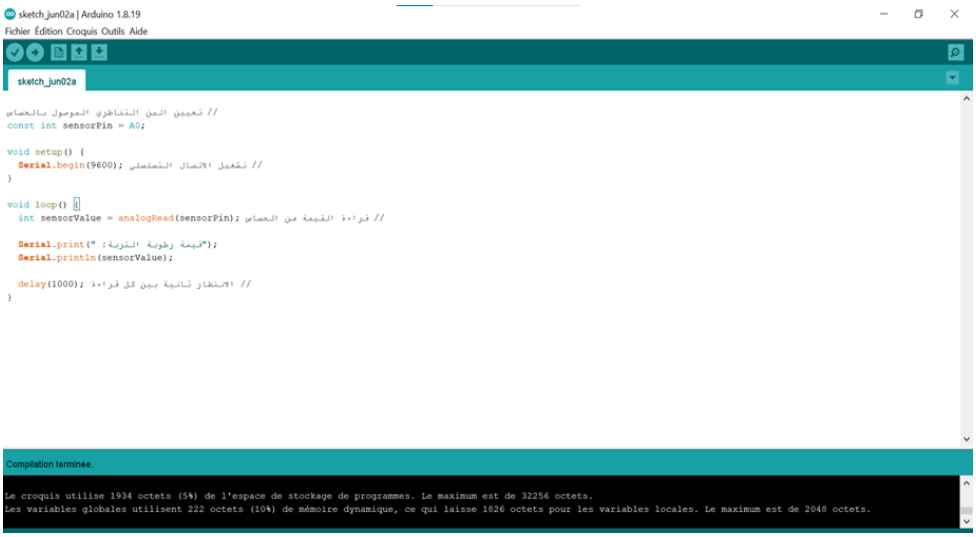
تمثل الوضيفة في إنجاز نظام سقي أوتوماتيكي يعوض طريقة السقي التقليدية للنباتات. يهدف هذا النظام إلى ترشيد استهلاك المياه من خلال سحب الكمية اللازمة في الوقت المناسب، مما يضمن ظروف نمو مثلى، خاصةً للنباتات الحساسة للرطوبة، وذلك عبر إعدادات مضبوطة مسبقًا.

تعتمد التجربة على حساس الرطوبة، الذي يتكوّن من قطبين معدنيين يُوضعان في التربة لقياس مستوى الرطوبة عن طريق التوصيل الكهربائي. فكلما زادت نسبة الماء في التربة، تحسنت قدرة التوصيل، والعكس صحيح.

أما المضخة، فدورها يتمثل في ضخ الماء عند الحاجة، وقد تم توصيلها بلوحة Arduino عبر مرحل كهربائي (relais)يتحكم في تشغيلها وإيقافها بشكل أوتوماتيكي. فعند انخفاض الرطوبة عن الحد المضبوط، يتم تشغيل المضخة، وتُوقَف مباشرةً عند بلوغ العتبة المطلوبة.

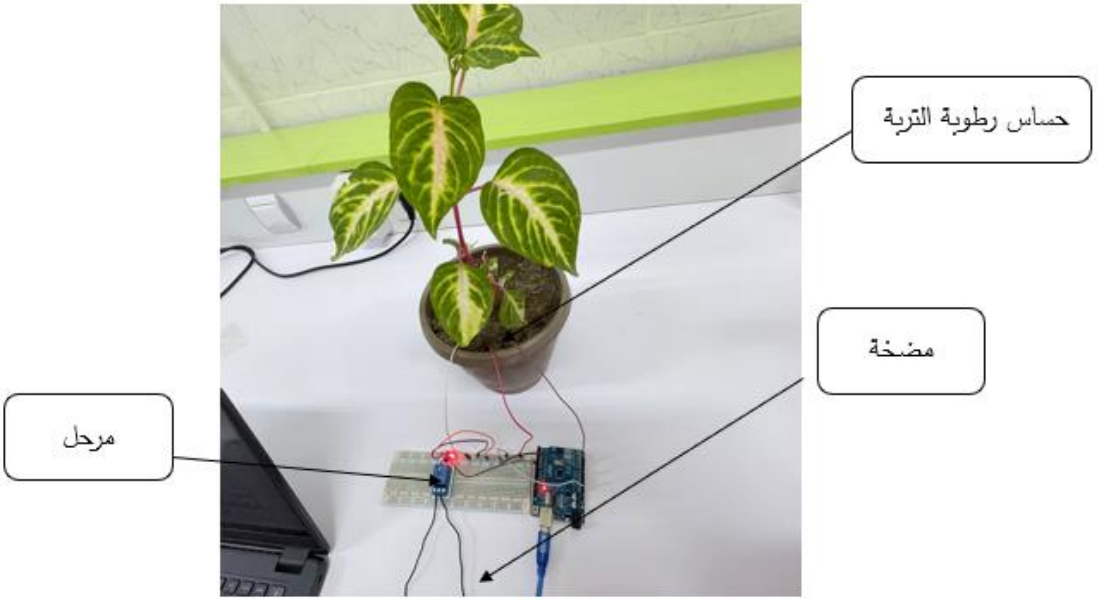
خلال مرحلة التجربة التطبيقية، واجهنا صعوبة في الحصول على بعض المكونات الإلكترونية المبرمجة في التصميم النظري، خاصة حساس رطوبة التربة من نوعSparkFun ، والمضخة الكهربائية، لعدم توفرهما

2.1.4.3 كود البرمجة والنتائج المستخرجة عبر المراقب التسلسلي لبيئة التطوير المتكاملة أردوينو (IDE Arduino)



الشكل.3. 4 مثال على كود حساس رطوبة التربة .

3.1.4.3 التركيب العملي

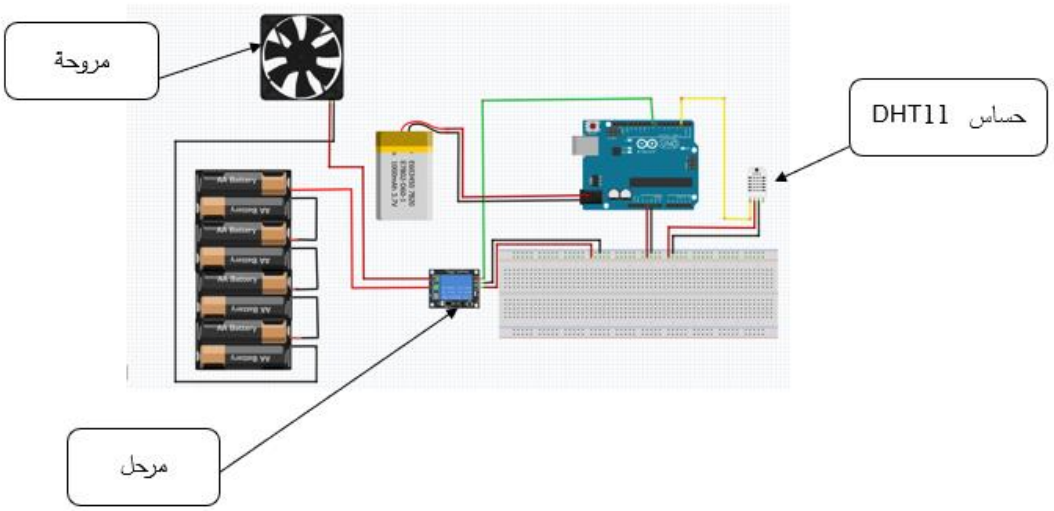


الشكل.3. 5 تركيب حساس رطوبة التربة .

2.4.3 التحكم في درجة الحرارة والرطوبة

1.2.4.3 المحاكاة باستعمال برنامج Fritzing

مخطط المحاكاة الخاص به مبين في الشكل**6.3** .



الشكل.3. 6 تركيب حساس DHT11 في Fritzing.

التجربة الثانية مخصّصة للتحكم في عاملين مهمين في المجال الزراعي، وهما درجة الحرارة والرطوبة، بهدف تحسين جودة الإنتاج الزراعي من جهة، وتمكين زراعة منتجات خارج مواسمها التقليدية من جهة أخرى.

أي تغير غير مضبوط في هذين العاملين قد يؤثر سلبًا على المحاصيل، مما يستدعي توفّر معطيات دقيقة لدى الفلاح حول المناخ داخل البيت البلاستيكي. ولتحقيق ذلك، تم اعتماد الحساس DHT11، الذي يتطلب مكتبة برمجية متخصصة لتسهيل التعامل معه من الناحية البرمجية.

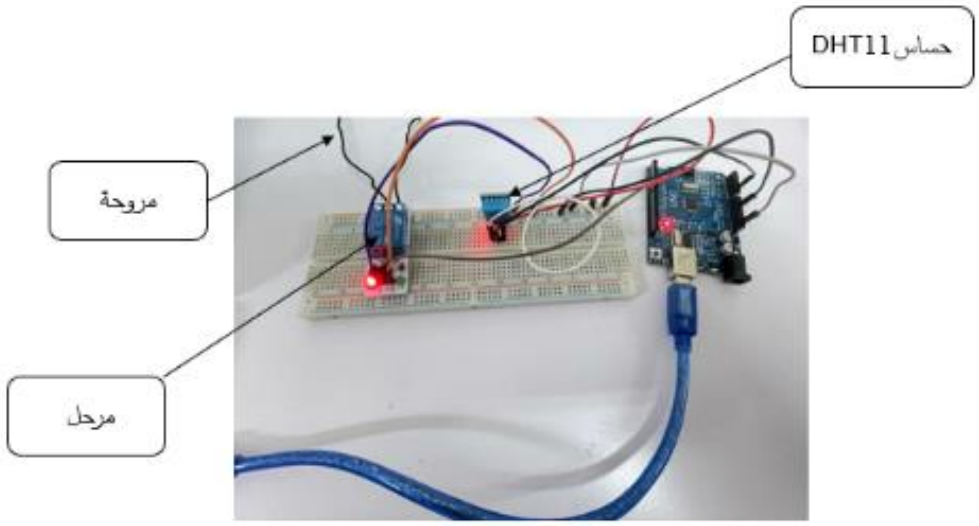
تهدف هذه التركيبة إلى مراقبة المناخ الداخلي للبيت البلاستيكي (الهواء)، وتحديد ما إذا كان معتدلًا أو رطبًا، لضمان شروط نمو مثالية للنباتات.

كان من المفترض في هذه التجربة إضافة مروحة لخفض درجة الحرارة، إلا أنه تم الاستغناء عنها بسبب عدم توفرها.

2.2.4.3 كود البرمجة والنتائج المستخرجة عبر المراقب التسلسلي لبيئة التطوير المتكاملة أردوينو (IDE Arduino)

الشكل.3. 7 مثال على كود حساس DHT11

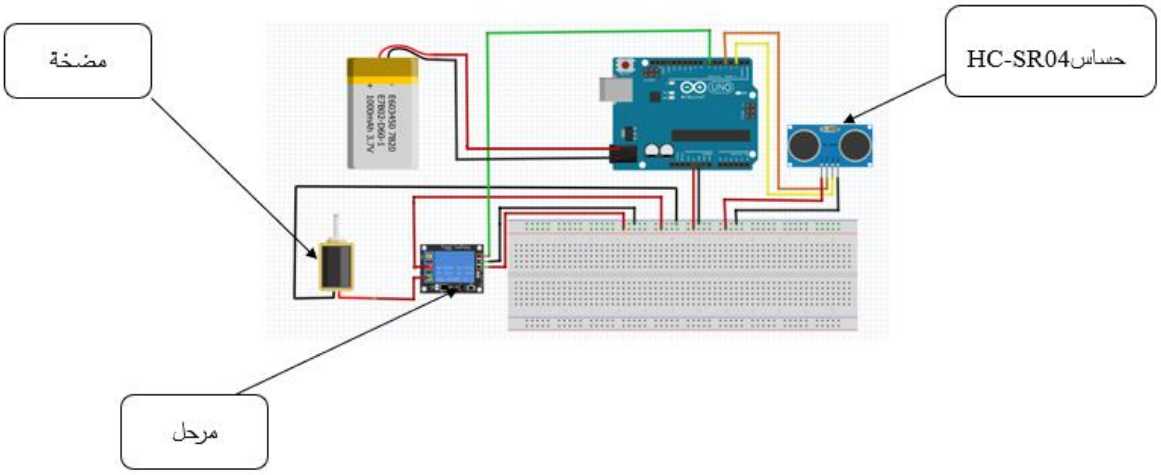
3.2.4.3 التركيب العملي



الشكل.3. 8 تركيب حساس DHT11 .

3.4.3 التحكم في مستوى الماء

1.3.4.3 المحاكاة باستعمال برنامج Fritzing



الشكل.3. 9 تركيب حساس كاشف المستوى في Fritzing.

يتمثل الهدف من هذه التجربة في ضمان توفر الماء بشكل دائم، حتى لا يتعرض نظام السقي للانقطاع. ولهذا الغرض، تم تصميم نظام لتنظيم مستوى الماء في الخزان الثانوي المخصص للسقي، حيث تم استخدام المجس HC-SR04 الماء داخل الخزان.

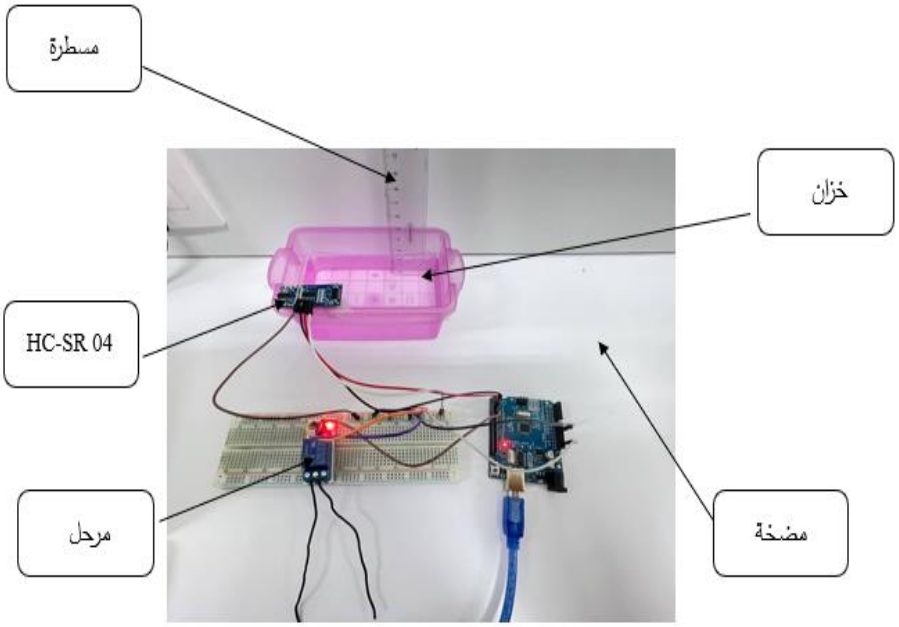
يتكوّن هذا المجس من باعث ومستقبِل؛ إذ يقوم الباعث (Trig) بإرسال موجات فوق صوتية تنتقل حتى تصطدم بعائق (سطح الماء)، ثم تعود في الاتجاه المعاكس نحو المستقبِل (Echo). وتُستخدم مدة الذهاب والإياب لحساب المسافة، وبالتالي تحديد مستوى الماء بدقة.

لم تُستخدم مضخة كهربائية في هذا العمل التجريبي نظراً لعدم توفرها على مستوى المخبر.عند انخفاض مستوى الماء إلى حد معين، يقوم المجس بالكشف عن هذا النقص، مما يُمكّن من رصد الحاجة إلى تعبئة الخزان.

2.3.4.3 كود البرمجة والنتائج المستخرجة عبر المراقب التسلسلي لبيئة التطوير المتكاملة أردوينو (IDE Arduino)

الشكل.3. 10مثال على كود حساس كاشف المستوى.

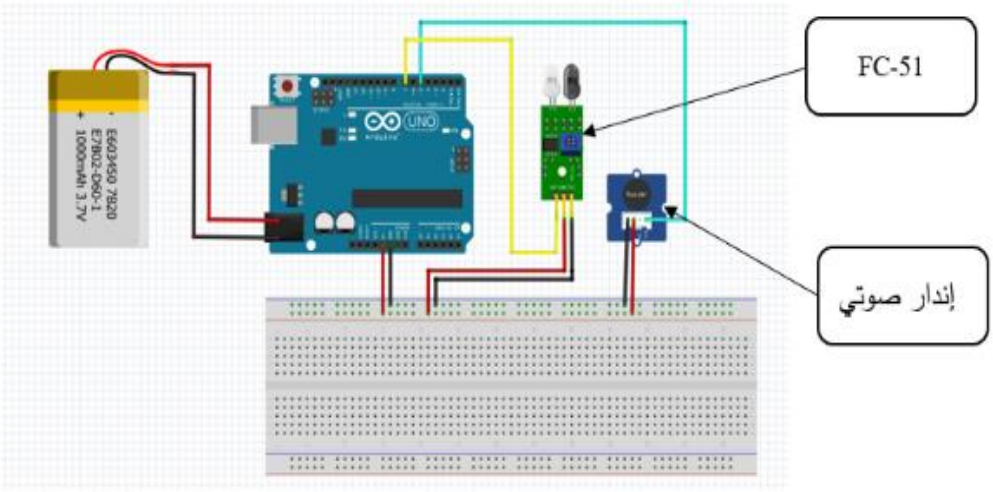
3.3.4.3 التركيب العملي



الشكل.3. 11 تركيب حساس كاشف المستوى.

4.4.3 نظام الأمان

1.4.4.3 المحاكاة باستعمال برنامج Fritzing



الشكل.3. 12 تركيب حساس الحركة في Fritzing.

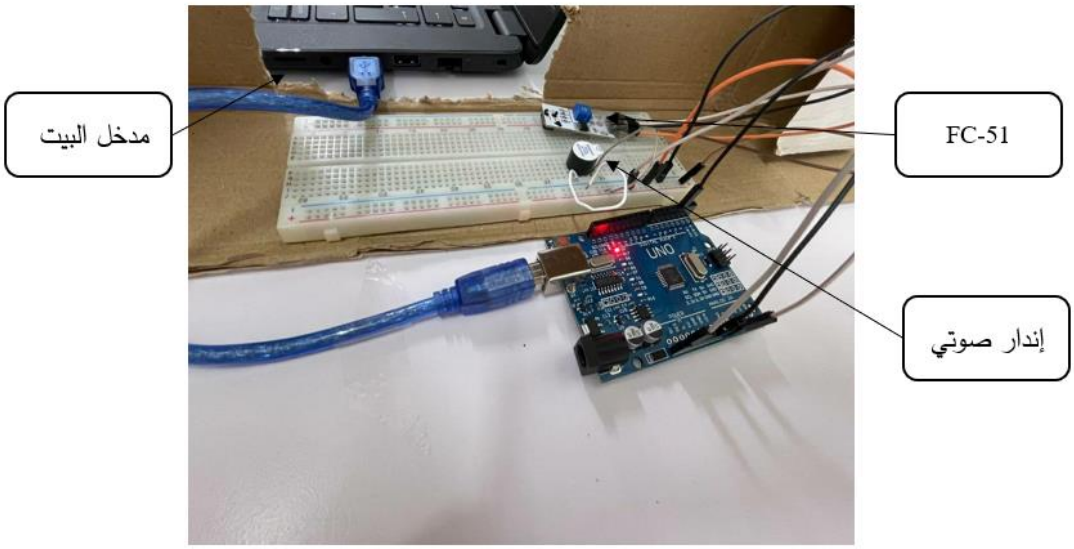
تُعد السلامة من الجوانب الأساسية في الوقت الراهن، خصوصًا في المجال الفلاحي، لا سيما في المناطق المعزولة. ويهدف هذا الجزء من المشروع إلى تطوير نظام يساهم في تأمين البيت البلاستيكي من التسللات أو الدخول غير المصرّح به.

بسبب عدم توفر مجس الحركة PIR، تم استبداله بمجس العوائق FC-51، الذي ثُبّت عند مدخل البيت البلاستيكي. يحتوي هذا المجس على صمامة ضوئية تعمل بالأشعة تحت الحمراء، تُصدر إشارات عند وجود عائق، حيث يتم استقبال الإشارة المنعكسة من طرف المستقبل، مما يؤدي إلى تفعيل نظام إنذار يتمثل في الطنّان الصوتي، وذلك بشكل أوتوماتيكي.

2.4.4.3 كود البرمجة والنتائج المستخرجة عبر المراقب التسلسلي لبيئة التطوير المتكاملة أردوينو (IDE Arduino)

الشكل.3. 13 مثال على كود حساس الحركة.

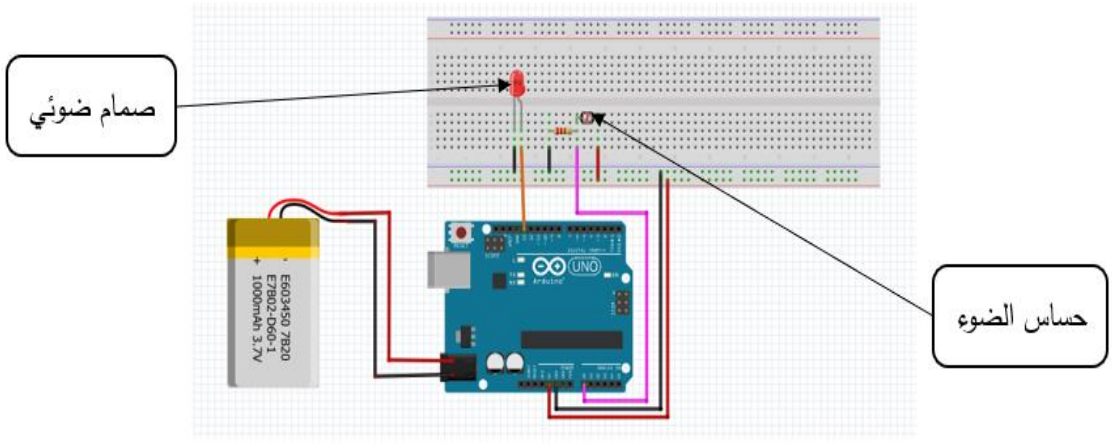
3.4.4.3 التركيب العملي



الشكل.3. 14 تركيب حساس الحركة.

5.4.3 التحكم في شدة الإضاءة

1.5.4.3 المحاكاة باستعمال برنامج Fritzing



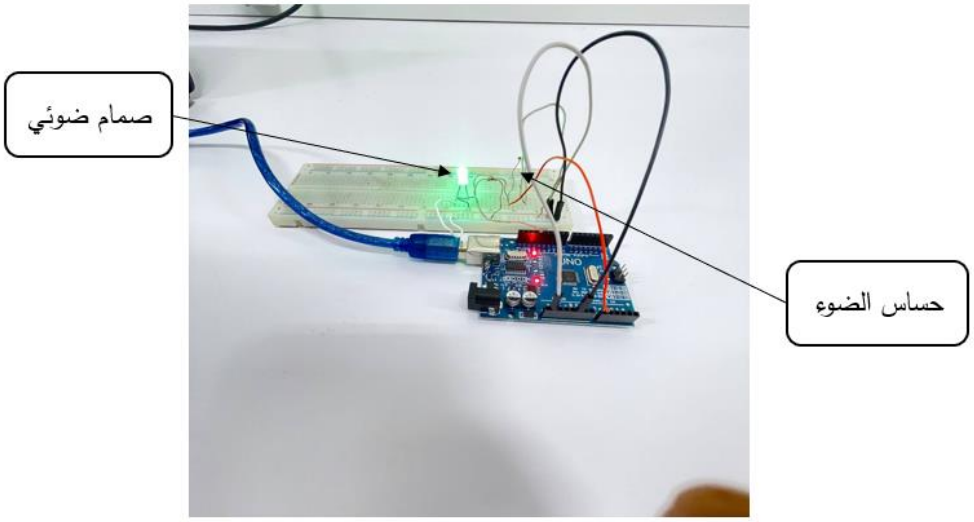
الشكل.3. 15 تركيب حساس الضوء.

نظرًا لحاجة الدفيئة إلى إضاءة، ونتيجة لعدم توفر حساس ضوئي متكامل، تم استخدام مقاومة ضوئية (LDR) فقط للكشف عن شدة الإضاءة. فإذا كانت الإضاءة ضعيفة (كما هو الحال ليلًا)، تشتغل الـ LED تلقائيًا.

2.5.4.3 كود البرمجة والنتائج المستخرجة عبر المراقب التسلسلي لبيئة التطوير المتكاملة أردوينو (IDE Arduino)

الشكل.3. 16 مثال على كود حساس الضوء .

3.5.4.3 التركيب العملي



الشكل.3. 17 تركيب حساس الضوء.

5.3 الخاتمة

في هذا الفصل، تم تصميم وإنجاز المشروع، مع الاعتماد على برنامج Fritzing كأداة لتصميم الدارات الإلكترونية، ثم عرضت مختلف الخطوات والمنهجيات والإجراءات المعتمدة من أجل تحقيق الأهداف المسطرة.

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

يتمثل مشروعنا في إنجاز بيت بلاستيكي ذكي ومؤتمت موجه للإنتاج الفلاحي. وقد سمح لنا هذا المشروع بتعميق معارفنا النظرية واكتساب خبرة عملية من خلال مختلف مراحل الإنجاز والتطبيق، حيث قمنا بدراسة وتصميم واستعمال مجموعة من العتاد والبرمجيات الحديثة.

انطلقنا في عملنا بتعريف تقنيات الري بصفة عامة، ثم تطرقنا إلى مفهوم الري الذكي وأهميته في تحسين المردودية الفلاحية وترشيد استهلاك المياه. بعد ذلك، قدّمنا لمحة عن البيوت المحمية بمختلف أنواعها، مع التركيز على البيوت البلاستيكية باعتبارها من بين الحلول الأكثر استعمالاً في المجال الزراعي. كما تناولنا متطلبات إنشاء بيت بلاستيكي ذكي من الجوانب الهيكلية والتقنية، ثم انتقلنا إلى شرح مفهوم "الإنترنت للأشياء(IoT) "، موضحين دوره الأساسي في عملية الأتمتة والتحكم عن بعد داخل هذا النوع من الأنظمة.

أما فيما يخص الجانب العتادي، فقد اعتمدنا بشكل رئيسي على لوحةArduino UNO ، التي شكلت العنصر الأساسي في منظومتنا، حيث تم الاعتماد عليها في أغلب عمليات الربط والتحكم بمختلف الحساسات والمشغلات. كما استعملنا مجموعة من المعدات الإلكترونية الأخرى التي تم اختيارها حسب متطلبات النظام، مع تقديم خصائصها وطريقة توصيلها. أما من الجانب البرمجي، فقد قمنا بعرض واستعمال بعض البرمجيات على غرار بيئة التطوير IDE وبرنامج FRITZING .

وفي المرحلة الأخيرة من المشروع قمنا بتنفيذ المراحل المختلفة لإنجاز النظام المقترح، الذي يوفر أربع خدمات أساسية وهي: التحكم في درجة الحرارة والرطوبة، السقي التلقائي، مراقبة مستوى الماء والأمن والتحكم في الإضاءة، كما قمنا بتحليل النتائج المتحصل عليها بعد كل اختبار للخدمات المقدّمة.

نأمل في السنوات القادمة أن يتم تعزيز ثقة المستثمرين في مشاريع البيوت البلاستيكية الذكية، لما لها من قدرة على تلبية الاحتياجات الوطنية في المجال الفلاحي، والمساهمة في تحقيق الأمن الغذائي للبلاد

المراجع

[1] جامعة البصرة, محاضرة (10) عمليات خدمة المحصول ,التسميد والري .

[2] Aula Hussei,محاضرة الري والبزل, جامعة المثنى .

[3] معتز عايش حمد الله العوايشية, المجلة العربية للنشر العلمي,طرق الري الحديث وتحسين نظام الري السطحي,

2022_ 12_2 .

[4] عقيل حسسن ياسر النجم, مجلة أوروك للعلوم الإنسانية, نظام الري الذكي أحد وسائل جغرافية الزراعة التطبيقية الحديثة, 2021_09_15 .

[5] Mémoire Etude et Rèalisation d un mini serre agricole connectèe Par MEMMADI Mehdi.

[6] Mémoire Etude Gestion d'un serre agricole a base dARDUINO Par BEN SAIDJ Zahia.

[7] مذكرة دراسة عن البيوت البلاستيكية,الأجابيات والسلبيات ,زعيبي ابتسام وأوبيرة دنيا.

[8] مدونةabrajaltajبواسطة فريق Abrajaltaj ،أطلع عليه 30 سبتمبر 2024.

[9] جامعة البصرة,محاضرة(2),البيوت المحمية.

[10] أحلام أحمد حسين,جامعة ديالي,كليةالزراعة,قسم البستنة وهندسة الحدائق,الزراعة المحمية.

[11] Mémoire Etude Conception et réalisation d’une serre intelligente Par Monsieur RASOLOFOMIHARY Daniel N ll Neurtinot ..

[12] Mémoire Etude Conception et réalisation d'une serre intelligente à base d'arduino , ATTAR Hadjar BENZENIN Bouchra.

[13] Mémoire Etude Gestion de serre intelligente par application android etudiant BENNADIR Mohammed KHEDIM Aymen .

[14] «Grigorios L .Kyriakopoulos ,PLOOS ONE 18(10), Smart greenhouse contruction and irrigation control system for optimal Brassica Jucea development, 26_10_2023.».

[15] صادوق خضرة نيل خيرة ,مجلة الرواق للدراسات الاجتماعية والإنسانية المجلد8 العدد 02,تطبيقات انترنيت الأشياء في المكتبات, 28_12_2022.

[16] https://attaa.sa/files/forms_entries/1426/65625a6_1590166025.pdf أطلع عليه 15_01_2025

[17] *Hadjadj Walid,"L'utilisation de N-Version de programmation pour la prise en charge des fautes dans un environnement IoT : etude de cas sur un system médical domotique contrôle par un SMA". du diplôme de Master .en Informatique .de Oum El Bouaghi.2017-20.*

[18] حسام الوفائي ،الأردوينو من البداية وحتى الإحتراف ،21_03_2019

[19] *A. krama et A. Gougui, " Etude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Androïde", Université Sciences et technologies Kasdi Merbah Ouargla Académique mémoire MASTER, 2015.*

[20] يحي الناصر العباسي ،حلقة بحث عنArduin، 05_03_2024

[21] م. سامي قرامي،برمجة االردوينو، المؤسسة العامة للتدريب التقني و المهني، السعودية، 09_08_2017

[22] Naresh, V; Lee, N. A , Sensors , Review on Biosensors and Recent

Development of Nanostructured Materials-Enabled Biosensors ,05_02_2021. https://doi.org/10.3390/s21041109

[23] Mémoire Etude Sécurisation d'une maison à l'aide d'un détecteur de mouvement Par : Haouili Rania Guerfi Hanen Khelifi Rahma, 2019

[24] Mémoire Etude et réalisation d'une SERRE AGRICOLE INTELLIGENTE Par LABBAS Anissa _ MECHMACHE Asma.

[25] Mémoire Etude Conception et réalisation d'un système d'agriculture intelligent Par KAMBOUCHE Sofiane _ ATTOU Ismai.

[26] S. N. Khoudria Rima, S. N. Khoudria Rima, Etude et Etude et programmation d'un système automatisé didactique par mise en œuvre de l'automate SIEMENS S7-300» 2020.

[27] CHIKH, B., & BARKA, A. Système de verrouillage de la porte avec un système d'alarme basé sur la technologie RFID et le clavier en utilisant Arduino, Doctoral dissertation, Université msila ,2021.

[28] Paul Horowitz, Winfield Hill ‹The Art of Electronic‹Cambridge Universitiy Press 2015.

[29] «Gurevich Vladimir ‹Electric Relays: Principles and Applications 2005».

[30] Monk, Paul Scherz & Simon‹Practical Electronics for Inventors2020.

[31] Paul Scherz, Simon Monk‹Practical Electronics for Inventors2016.