تصميم وتنفيذ نظام تحكم مرن بالحرارة والرطوبة في بيئات الزراعة المحمية مبني على المتحكمات الميكروية والمنطق الضبابي

الدكتور: كمال عفيصة *

الدكتور : نبيل متوج محمود محمد ***

ملخّص:

تعتبر عملية قياس البارامترات الفيزيائية والتحقق من دقة خرج نظام التحكم الجوهر الرئيسي في انشاء الأنظمة التحكمية. يقدم البحث نظاماً الكترونيا مبنيا" على المتحكمات والمنطق الضبابي حيث يقوم النظام بقياس درجة الحرارة والرطوبة ضمن البيت البلاستيكي ومن ثم ترسل قراءة الحساسات إلى المتحكم الميكروي الذي يعمل بتقنية المنطق الضبابي حيث يتم اتخاذ القرار وفق آلية الاستدلال الضبابي ليتم التحكم بسرعة مروحة التبريد ودرجة الحرارة التي يعطيها السخان, مما يحافظ على استقرار درجة الحرارة داخل البيت البلاستيكي بشكل مرن وفي مختلف الظروف البيئية. كما ويوفر النظام إمكانية ضبط درجة الحرارة والرطوبة بشكل موزع ضمن البيت البلاستيكي باستخدام منصة متحركة تؤمن عملية التجانس الحراري .

الكلمات المفتاحية: المنطق الضبابي – المتحكم الميكروي

* أستاذ مساعد – قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية

** طالب دراسات عليا (ماجستير) – قسم الفيزياء – كلية العلوم – جامعة تشرين – اللاذقية –سورية

Design and implementation of a flexible temperature and humidity control system in protected farming environments based on microcontrollers and fuzzy logic.

Abstract

The process of measuring the physical parameters and checking the output accuracy of the system is the main core. The current system preserves the fuzzy electronic system, where the system, led by measuring the temperature and humidity within the house, and then the standard information is sent to the shoe that works with the fuzzy technology, where the decision is made according to the fuzzy inference mechanism given to it by the heater, which maintains the temperatures inside the greenhouse in a flexible manner and in different Environmental conditions. The temperature can reach the temperature and humidity that the house can bring into a safe plastic house.

Keywords: fuzzy logic, microcontroller

الدراسة المرجعية:

{1]-Design for temp-humidity control system of tobacco parching house based on Fuzzy-PID control, Wangbiao Qiu [2006]

الغاية من البحث : انشاء نظام تحكم بالرطوبة ودرجة الحرارة يستخدم في تأمين ظروف النمو المناسبة لزراعة التبغ المحمية

مشكلة البحث : صعوبة تأمين الظروف المناخية اللازمة لتحقيق النمو المثالي للتبغ .

تقنيات البحث : استخدام المنطق الضبابي مع نظام تعويض الخطأ PID.

النتائج : باستخدام المنطق الضبابي تم بناء نظام قادر على تأمين درجة حرارة مناسبة لنمو النبات رغم الظروف المناخية الباردة بالإضافة إلى حساب وتأمين ظروف خاصة بالرطوبة تساعد في تحديد مواعيد سقاية التبغ وبالتالي تحسين الإنتاج والجودة.

[2]Design and implementation for temp-weight and humidity control of

dryer based on fuzzy logic , M. Zeynali Dolat Abad; S. K. Mousavi Mashhadi [2011]

الغاية من البحث :استخدام النظام الضبابي في بناء مجفف للمزروعات

مشكلة البحث : عدم إمكانية التقنيات التقليدية على تحقيق مرونة في عملية تجفيف النباتات حيث تواجه مشاكل متعلقة بعدم الربط بين الرطوبة والحرارة في عملية التجفيف

تقنيات البحث : استخدام المنطق الضبابي

النتائج: تم انشاء نظام ضبابي باستخدام متحكم ميكروي من نوع Atmel ومن حيث يتيح النظام تجفيف مرحلي للنباتات ويدعم العديد من الأنواع.

[3]The Design of Temperature Control System of Test Chamber Based on Predictive Control Algorithm, Zhang Enjing; Yuan Huijuan; Fu Jian; Jiang Xue; Hu Dandan,[2014]

الغاية من البحث :استخدام خوارزميات التنبؤ في تقدير قيمة درجة الحرارة المناسبة لغرفة تستخدم في حفظ المنتجات

مشكلة البحث : عدم قدرة الأنظمة التقليدية القائمة على القيم اللحظية على تحقيق درجة الحرارة المثلى لحفظ المنتجات

تقنيات البحث : استخدام خوارزميات التنبؤ

النتائج :تم بناء نظام يستخدم خوارزمية التنبؤ لحساب درجة الحرارة المزاحة عن Setpoint وبالتالي تقدير زمن السخانات وسرعة المراوح وتعويض درجة الحرارة لتصبح مناسبة لحفظ المنتجات الغذائية.

[4]Monitoring and Control Systems in Agriculture Using Intelligent Sensor Techniques: A Review of the Aeroponic System, Tabinda Naz Syed,1 Farman Ali Chandio, [2018]

مقدمة:

تعتبر عملية ضبط البارامترات الفيزيائية من حرارة ورطوبة الشرط الأساسي لضمان نمو النباتات داخل البيت البلاستيكي[1] , تعاني أنظمة ضبط البارامترات التقليدية من صعوبة في ضبط درجة الحرارة والرطوبة بسبب عدم تقديمها مرونة كافية للتحكم بتشغيل السخانات والمراوح الأمر الذي ينعكس سلباً على نمو النباتات[2] , مما سبق تم تنفيذ نموذج باستخدام المنطق الضبابي قادر على التعامل المرن مع تغيرات درجة الحرارة والرطوبة والحفاظ على وسط مناسب لنمو النباتات داخل البيت البلاستيكي .

أهمية البحث وأهدافه:

الغاية من البحث إنشاء نظام ضبابي للتحكم بدرجة الحرارة والرطوبة ضمن البيت البلاستيكي حيث يحافظ النظام على درجة حرارة البيت مهما تغيرت الظروف الخارجية المحيطة مما يؤمن ظروفاً مناسبة لنمو النباتات .

طرق البحث ومواده:

تم هذا البحث في سياق بحث لطالب دراسات عليا في كلية العلوم قسم الفيزياء , يعتمد البحث على اظهار أهمية استخدام المنطق الضبابي في بناء أنظمة ضبط البارامترات الفيزيائية حيث يتيح النظام مرونة وموثوقية عالية في ضبط بارامترات النظام الفيزيائي. تم استخدام المتحكمات الميكروية مع مجموعة من العناصر الالكترونية التي تشكل موارد البحث وتم استخدام برنامج البروتس في محاكاة الدارة ومن ثم تم اختبار الدارة عملياً على ارض الواقع للحصول على النتائج.

1. الأجهزة والأدوات المستخدمة:

1. 1 مداخل النظام:

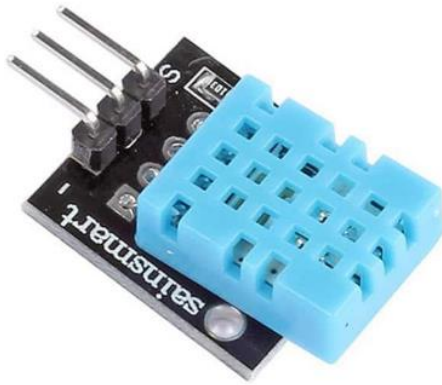
حساس الحرارة والرطوبة DHT11 يعتمد هذا الحساس على وحدة قياس الحرارة والرطوبة الرقمية DH11 وهي وحدة معايرة مسبقا (CALIBRATED) تقوم بإخراج قراءة درجة الحرارة و الرطوبة رقميا (DIGITAL) معاً.نظراً لاعتماد هذا الحساس على إخراج النتيجة باستخدام مخرج واحد[3]

المواصفات الفنية :

1-جهد تشغيل من 3.3 – 5.5 فولت.

2-قراءة رقمية و باستخدام مخرج واحد.

3-إمكانية قراءة درجات الحرارة من 0 إلى 50 درجة مئوية والرطوبة النسبية من 20-90٪.



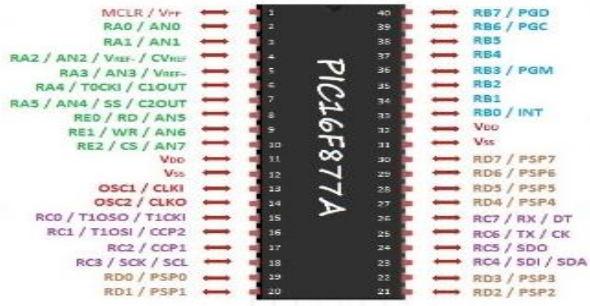
الشكل (1) حساس DHT11

1 . 2 قسم المعالجة الخاص بالنظام:

المتحكم الميكروي PIC16F877A :

ينتمي هذا المتحكم إلى عائلة المجال الوسطي PIC16CXX (mid-range family) توفر هذه العائلة للمصمم العديد من الخيارات ، حيث تضم بين أفرادها شرائح ذات أقطاب يتراوح عددها من 18 قطباً وحتى 68 قطباً وذلك تبعاً لعدد الخدمات المحيطية المتوفرة في كل منها وعدد أقطاب الدخل / الخرج بحيث تناسب جميع التطبيقات الصغيرة والمتوسطة والضخمة[4] ... تتميز كلمة البرنامج في هذه العائلة بأنها ذات عرض 14-bit من أجل كل تعليمة ، كما وتتميز شرائح هذه العائلة بوجود مكدس (stack) بعمق ثمانية مستويات بالإضافة إلى إمكانية معالجة المقاطعات .. والميزة الأهم لمتحكمات هذه العائلة هي وجود المحولات التشابهية الرقمية ADCs ذات الأداء الصناعي العالي بالإضافة إلى وجود المقارنات (comparators) والنوافذ التسلسلية وقنوات

التعديل النبضي العرضي (PWM) ودارات قيادة الشاشات الكريستالية LCD وبروتوكولات الربط مع التجهيزات الأخرى SPI،I2C ، RS232 الشكل (2) PIC16F877A



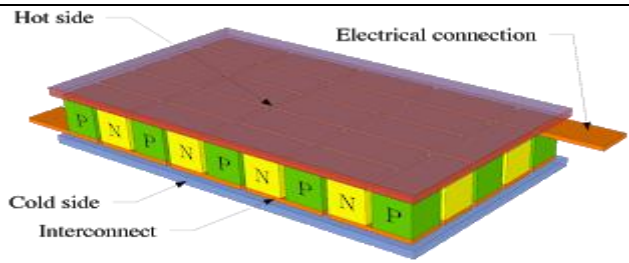
الشكل (2) المتحكم الميكروي PIC16F877A

1 . 3 مخارج النظام :

تمثل شرائح بلتير والمراوح خرج النظام .

1.3.1 شرائح بلتير :

هو ظاهرة اكتشفها عام 1834 العالم بلتييه، إذ لاحظ أنه عند إمرار تيار كهربائي مستمر في وُصْلة سلكين معدنيين مختلفين تنخفض درجة حرارة الوصلة أو ترتفع تبعاً لجهة التيار المار فيها. فإذا مر تيار كهربائي مستمر في دارة كهربائية مكوَّنة من وصلتين لسلكين مختلفين فإن إحدى الوصلتين تبرد والأخرى تسخن. فأثر بلتيه هو إذا ظاهرة عكوسه كأثر طومسون بخلاف أثر جول الحراري غير العكوس[5].



الشكل (3) شريحة بلتيه

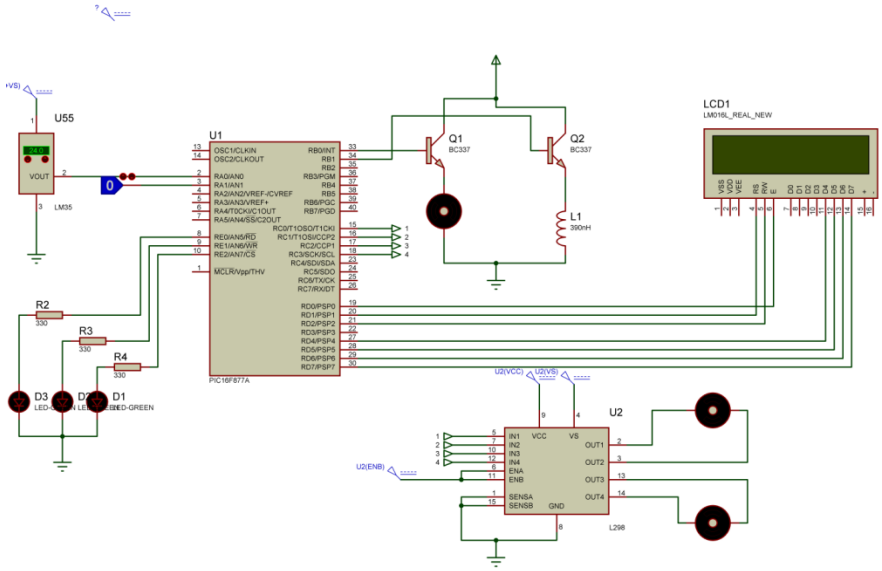
2.3.1 المراوح :محركات DC يتم التحكم بسرعتها عن طريق الترنزستورات باستخدام تقنية PWM

2. **آلية عمل الدارة:**

يتكون النظام المقترح من حساس الحرارة والرطوبة DHT11، حيث يشكل البارامتران السابقان مدخل الدارة، ومن المتحكم الميكروي PIC16F877A، الذي يمثل قسم المعالجة الخاص بالدارة والذي يعمل وفق نظرية المنطق الضبابي. أما مخرج الدارة فهو مروحة التبريد وشرائح بلتيه .

التصميم الالكتروني للدارة وآلية عملها:

يوضح الشكل (4) التصميم الإلكتروني لدارة التحكم بالحرارة والرطوبة :



الشكل (4) التصميم الإلكتروني للدارة.

1- يتم قياس درجة الحرارة والرطوبة بالحساس DHT11 ويتم إظهار القيم على شاشة الاظهار LCD.

2- يقوم المتحكم بحساب قيم التفعيل الخاصة بخرج النظام الضبابي بعد قراءة الدخل ويقوم بارسال الأوامر التحكمية للمشغلات وهي شرائح بلتيه والمروحة .

3- يتم تشغيل المنصة المتحركة لتوزيع نواتج المشغلات من هواء وحرارة ضمن البيت البلاستيكي بشكل متوازن .

3. المنطق الضبابي:

مع تزايد التعقيد في نظام ما فإن قدرتنا على فهم هذا النظام وإنشاء بيانات دقيقة حوله ويصبح النظام على درجة كبيرة من الغموض وعدم الفهم , وبناءً على ذلك كان لابد للإنسان أن يطور منهجاً جديداً قادراً على التعامل مع غموض النظم المدروسة, وهذا ما أدى إلى استخدام علم المنطق الضبابي, وهو علم يقوم على مبدأ الفهم المبسط للحوادث والعمليات التي تجري في نظام ما,

وتكوين فكرة مبسطة عنه مهما كان على درجة عالية من التعقيد , وهذا ما يكسبنا الثقة في التعامل مع بارامترات الأنظمة المعقدة[6].

يعتبر المنطق الضبابي أحد أشكال المنطق الرياضي الذي يستخدم في بعض الأنظمة الخبيرة "التي تبنى على قواعد مأخوذة من خبراء " وتطبيقات الذكاء الصنعي . يتحدد المنطق الضبابي كفئة أساسية من أساسيات الرياضيات لتمثيل المعرفة بناء" على درجات العضوية بدلا" من العضوية الواضحة للمنطق الثنائي الكلاسيكي .وعلى عكس المنطق البولياني الذي له قيمتين اثنتين فقط يكون المنطق الضبابي متعدد القيم. نشأ هذا المنطق عام 1965 م على يد العالم "لطفي زادة" من جامعة كاليفورنيا حيث طوّره ليستخدمه كطريقة أفضل لمعالجة البيانات ، لكن نظريته لم تلق اهتماماً حتى عام 1974 حيث استخدم منطق الغموض في تنظيم محرك بخاري، ثم تطورت تطبيقاته حتى وصلت لتصنيع شريحة منطق ضبابي والتي استعملت في العديد من المجالات .

1.3 المجموعة الجزئية الضبابية[7]:

نقول إن **F** مجموعة جزئية ضبابية من **S** إذا أجرينا تطبيقاً من عناصر **S** إلى المجال الحقيقي [0,1]:

$$\mathbf{F: S \rightarrow [0, 1]}$$

أي أن هذا التطبيق يحتوي مجموعة الأزواج المرتبة (A , B) التي ينتمي عنصرها الأول إلى S وعنصرها الثاني إلى المجال الحقيقي [0,1]. تعبر القيمتان (1) و(0) عن الانتماء التام وعدم الانتماء التام "كما في نظرية المجموعة الكلاسيكية " وتعبّر القيم اللانهائية بينهما عن درجات انتماء وسيطة. ونصنف التطبيق السابق كتابع أو دالّة نسميها دالّة الانتماء إلى المجموعة F. إذن تكون صحة العبارة:

$$\mathbf{X \in F}$$

ذات درجة حقيقة وذلك وفق القيمة العائدة إلى المجال [0,1] التي يرتبط معها العنصر x.

2.3 توابع الانتماء الضبابية وعملية التضبيب[6]:

يتم تعريف المجموعة الضبابية إما بشكل مثلثي أو شبه منحرف أو غاوصي وعند إدخال قيمة المتحول الواضحة crisp يتم معالجتها وفقاً لمعادلات الأشكال السابقة لنحصل على قيم انتماء للمجموعة F

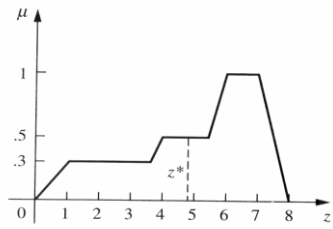
وسوف نستخدم المعادلات الخاصة بالشكل المثلثي لكونها تناسب التطبيق وإمكانيات المتحكم ويكون للتابع المثلثي قاعدة الربط التالية :

$$f(x;a,b,c) = \begin{cases} 0, & x \le a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \le x \le b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \le x \le c \\ 0, & c \le x \end{cases}$$

حيث x هو شعاع متحول على المحور الافقي , a,b,c هي نقاط لها إحداثيات ثابتة تمثل نقاط المثلث الذي يمثل التابع .

3.3 التحويل من الضبابية إلى التقليدية[7]:

في تطبيقات فيزيائية مختلفة نكون بحاجة الى تحويل النتائج الضبابية التي نولدها من خلال تحليل المجموعات الضبابية إلى نتائج تقليدية.هنالك عدة طرق لفك التضبيب ومنها طريقة مركز الوسط الأكثر انتشاراً وهي طريقة تعتمد على مركز المساحة كما في الشكل (5) :



$$z^{COA} = \frac{\int_z \mu_A(z) z dz}{\int_z \mu_A(z) dz}$$

الشكل **(5)**: طريقة مركز الوسط في الانتقال من الضبابية إلى المنطق الكلاسيكي

حيث Z قيمة مركز الشكل "احداثيات المركز"، و التكاملات هي مجموع التكاملات الجزئية لتابع الانتماء الضبابي.

4.3 قواعد If-thenفي المنطق الضبابي[6]:

يتم ربط الأنظمة الضبابية مع قواعد تكون بمثابة محددات للنظام وتصاغ وفق الشكل التالي:

If X is A then Y is B

حيث A ,B هي قيم لغوية محددة بواسطة المجموعات الضبابية على المجموعتين X,Y ويدعى القسم الأول من القاعدة "X IS A " بالمقدمة ويدعى القسم الثاني "Y IS B" بالنتيجة.

إذا كانت المقدمة صحيحة بشكل جزئي عندها يتم تحديد قيم مجموعة الخرج الضبابية تبعاً لطريقة التضمين المستخدمة , وهذا ما يسمى بنظم الاستنباط الضبابي الذي تقوم بربط قيم الدخل الفيزيائية مع الخرج باستخدام المنطق الضبابي وهي طريقة مامداني

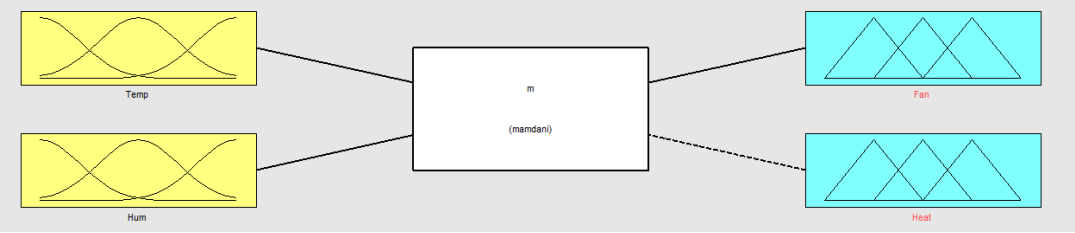
حيث تعتبر هذه الطريقة الأكثر انتشاراً , إذ أنها تتوقع شكل تابع الخرج الضبابي , ويكون لدينا بعد عملية الجمع مجموعة ضبابية لكل متحول في الخرج وهذه المجموعة يجب تحويلها من ضبابية إلى تقليدية . تقدم هذه الطريقة قراراً محدداً للخرج "خرج وحيد" الأمر الذي يحسن استقرار النظام ويزيد من فعاليته ويجعله مرنا" أمام مختلف قيم دخل النظام [2] .

ويكون لطريقة MAMDANI العملية المنطقية التالية:

IF X IS A **AND** Y IS B **THEN** Z IS C

3.5 نظام المنطق الضبابي الخاص بالعمل:

لنظام التحكم دخلين ضبابين هما قيمة حساس الحرارة و قيمة حساس الرطوبة وخرجين للتحكم بسرعة مروحة التبريد ودرجة حرارة السخان وباستخدام طريقة استدال ضبابي Mamdani الشكل (6) :



الشكل (6) : البنية العامة للنظام الضبابي الخاص بالعمل

1.5.3توصيف مداخل النظام الضبابي:

1. **قيمة درجة الحرارة TEMP** : مجال الدخل من(5 – 70)سيليسوس

قيم وأشكال توابع الانتماء الخاصة بالدخل مبينة في الجدول (1):

اسم التابع	نقاط التابع
VL	[-5 -5 16.17]
M	[34.83 23.11 11.39]
H	[53.67 41.94 30.24]
V_H	[70 70 46.56]

الجدول (1) قيم توابع الانتماء الضبابية الخاصة بقراءة درجة الحرارة

2 . قيمة حساس الرطوبة HUM: مجال الدخل من 0 إلى 150

قيم وأشكال توابع الانتماء الخاصة بالدخل مبينة في الجدول (2) :

اسم التابع	نقاط التابع
LOW	[0 0 51.11]
M	[116.1 65.87 25.87]
HIGH	[224.5 149.5 74.51]

الجدول (2) قيم توابع الانتماء الضبابية الخاصة بقراءة حساس الرطوبة

2.6.3 توصيف مخرج النظام الضبابي:

للنظام مخرجين يحددان سرعة مروحة التبريد ودرجة حرارة التسخين باستخدام تقنية

موضح بالجدول (3) وفي الجدول (4):

اسم التابع	نقاط التابع
level_0	[0 0 0]
level_1	[0 31.9 79.7]
level_2	[64.03 103.6 143.7]
level_3	[64.03 103.6 143.7]
Level_4	[191.3 255 255]

الجدول (3) قيم توابع الانتماء الضبابية الخاصة بخرج النظام

اسم التابع	نقاط التابع
LOW	[0 0 103]
M	[25.5 127.5 229.5]
HIGH	[153 255 357]

الجدول (4) قيم توابع الانتماء الضبابية الخاصة بخرج النظام

3.6.3 قواعد النظام الضبابي:

1. If (Temp is VL) and (Hum is LOW) then (Fan is level_1) (Heat is HIGH)
2. If (Temp is VL) and (Hum is M) then (Fan is level_1) (Heat is HIGH)
3. If (Temp is VL) and (Hum is HIGH) then (Fan is level_1) (Heat is HIGH)
4. If (Temp is M) and (Hum is LOW) then (Fan is level_2) (Heat is M)
5. If (Temp is M) and (Hum is M) then (Fan is level_3) (Heat is M)
6. If (Temp is M) and (Hum is HIGH) then (Fan is level_3) (Heat is M)
7. If (Temp is H) and (Hum is LOW) then (Fan is level_3) (Heat is LOW)
8. If (Temp is H) and (Hum is M) then (Fan is level_3) (Heat is M)
9. If (Temp is H) and (Hum is HIGH) then (Fan is level_3) (Heat is M)
10. If (Temp is V_H) and (Hum is LOW) then (Fan is level_3) (Heat is LOW)
11. If (Temp is V_H) and (Hum is M) then (Fan is level_3) (Heat is M)
12. If (Temp is V_H) and (Hum is HIGH) then (Fan is level_4) (Heat is M)
13. If (Temp is V_H) and (Hum is HIGH) then (Fan is level_4) (Heat is LOW)

4.نظام التوزيع الحراري :

تم بناء نظام توزيع الحرارة ضمن البيت البلاستيكي وفق الاعتبارات التالية :

1- المحافظة على درجة الحراة بشكل مناسب ومثالي لتحقيق الظروف المثالية لنمو النباتات المزروعة ضمن البيت البلاستيكي .

2- تحقيق تجانس حراري في كل اجراء ومناطق البيت البلاستيكي .

3- مراعاة توزيع الحرارة والبرودة بشكل مرن بحيث لا يسبب اذى للنبات.

4- استخدام القيم المثلى لنمو النبات لتحقيق ضبط درجة الحرارة.

لتحقيق ما سبق تم بناء منصة متحركة داخل البيت البلاستيكي تحمل شرائح بالتير بالإضافة إلى المراوح التي تحقق عملة سحب الحرارة والبرودة .

5.نتائج النظام :

1.5 مقارنة بين النظام الثابت لتوزيع الحرارة والنظام المتحرك من حيث استهلاك الطاقة

يوضح الجدول التالي نتائج استهلاك الطاقة المسحوبة من قبل النظام لرفع درجة الحرارة من درجة 22 مئوية مقاسة من قبل حساس DHT وحتى الوصول إلى الدرجة 24 المدخلة من قبل المستخدم .

عناصر قياس درجة الحرارة حساس DHT مربوط مع المنصة المتحركة , حساس LM35 متوضع في نهاية البيت البلاستيكي "ابعد نقطة عن المؤثر الحراري" , سرعة المراوح مقدرة بعدد نبضات DUTY cycle المقدمة من المتحكم والتي تحقق اعلى استطاعة عند القيمة 255 حيث يكون مجالها من 0 وحتى 255 من اجل النظام الضبابي لكونه يتحكم بالسرعة أما في الحالة التقليدية فتكون بسرعة ثابتة كما هو متعارف عليه .

يوضح الجدول (5) قيم ونتائج التجربة السابقة عند القياس عدة مرات حيث تم اخذ النتائج 6 مرات للوصول إلى الدرجة المطلوبة من المستخدم .

القراءة	درجة الحراة" درجة مئوية"	استهلاك الطاقة"W"	معدل PWM

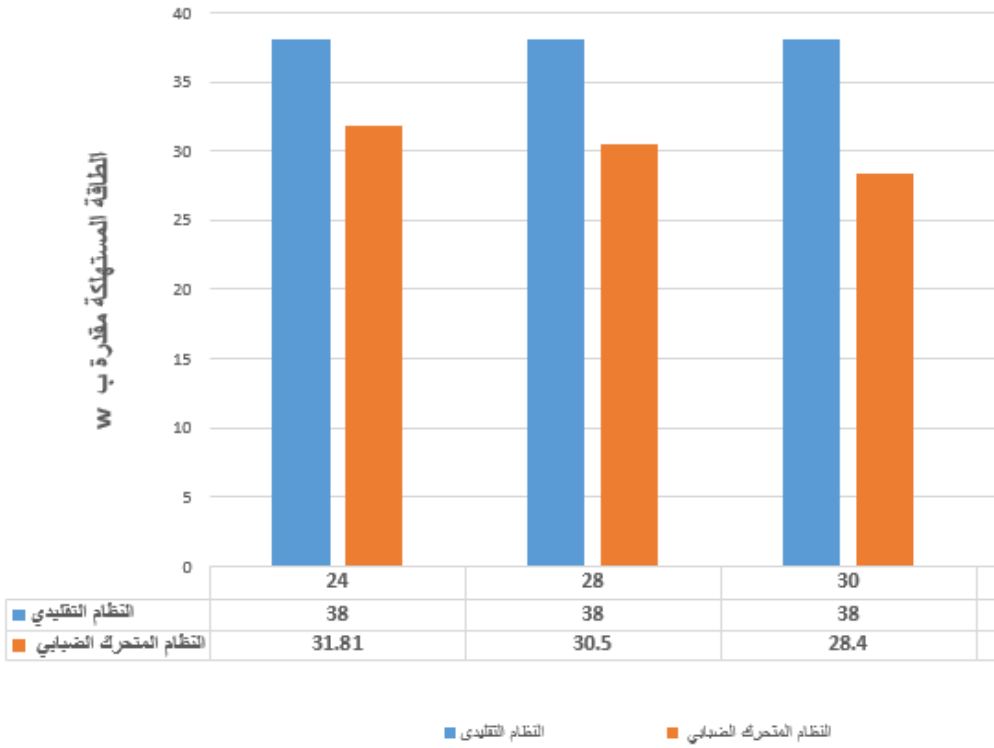
	المأخوذة من DHT	المأخوذة من LM35	في حالة النظام الثابت	في حالة المتحرك	في حالة النظام الثابت	في حالة المتحرك
1	22	22.1	38	38	255	255
2	22.57	22.41	38	38	255	255
3	22.92	22.69	34	38	255	230
4	23.45	22.87	31	38	255	214
5	23.87	23.41	26	38	255	196
6	24.6	23.98	24	38	255	184

الجدول (5) قيم ونتائج التجربة السابقة عند القياس

من خلال الجدول السابق نلاحظ ان النظام المتحرك قد قلل استهلاك الطاقة بنسبة عظمى وصلت إلى% 36.84 مما يجعله موفراً للطاقة ويعود السبب لكون النظام الضبابي يقوم بحساب وتقديرين بارامترين وهما زمن تشغل صفائح بلتيه وبالإضافة إلى سرعة المحركات .

بتكرار التجربة السابقة من أجل رفع درجة الحرارة لقيم مختلفة نصل إلى الشكل(7): حيث تم رفع درجة الحرارة من قيمة 22 إلى 24,28,30 وكانت نتائج الطاقة وفق التالي :

تم بناء النتائج بأخذ القيمة المتوسط لاستهلاك الطاقة خلال قياس التجربة وبعدد مرات قياس 6 مرات للتجربة الواحدة الشكل (7) :

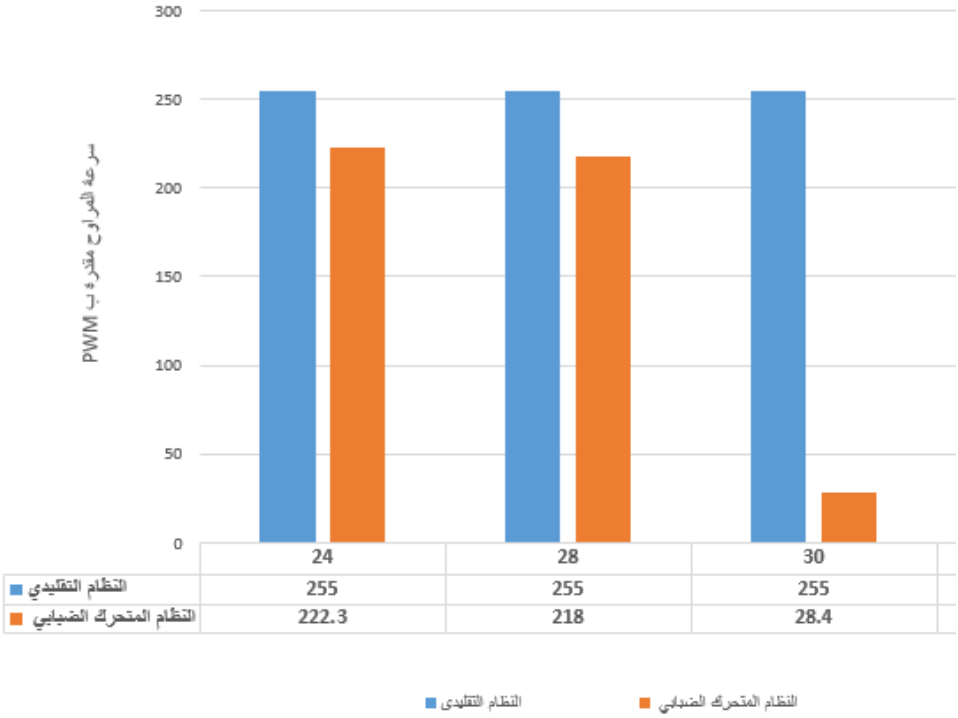


الشكل (7) القيمة المتوسط لاستهلاك الطاقة خلال قياس التجربة وبعدد مرات قياس 6 مرات للتجربة الواحدة

من خلال المخطط السابق نلاحظ أن النظام الضبابي المتحرك قد قلل استهلاك الطاقة من أجل رفع درجة الحرارة للوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة .

2.5 مقارنة بين سرعة المراوح في حالة استخدام النظامين :

تم بناء النتائج بأخذ القيمة المتوسطة لسرعة المراوح خلال قياس التجربة وبعدد مرات قياس 6 مرات للتجربة الواحدة الشكل (8) :



الشكل (8)القيمة المتوسطة لسرعة المراوح خلال قياس التجربة وبعدد مرات قياس 6 مرات للتجربة الواحدة

من خلال المخطط السابق نلاحظ انخفاض السرعة الوسطية للمراوح وذلك بسبب التحكم الاشرافي الذي يقدمه المنطق الضبابي على النظام .

3.5 مقارنة بين النظام الثابت لتوزيع الرطوبة والنظام المتحرك من حيث استهلاك الطاقة:

تعتبر الرطوبة بارامتر منفصل عن الحرارة في حياة النبات حيث احياناً نحتاج إلى جو رطب وحار أو رطب وبارد وبالتالي عند العمل وفق بارامتر الرطوبة لابد من استخدام المراوح والتسخين والتبريد معاً

يوضح الجدول (6) قيم ونتائج التجربة السابقة عند القياس عدة مرات حيث تم اخذ النتائج 6 مرات للوصول إلى مستوى الرطوبة المطلوب من المستخدم حيث الرطوبة هي 70% والمطلوب الوصول إلى 50% .

القراءة	مستوى الرطوبة المئوي المأخوذة من DHT	معدل PWM في حالة النظام الثابت	في حالة المتحرك
1	70	255	255
2	64	255	244
3	61	255	238
4	57	255	230
5	54	255	210
6	50	255	198

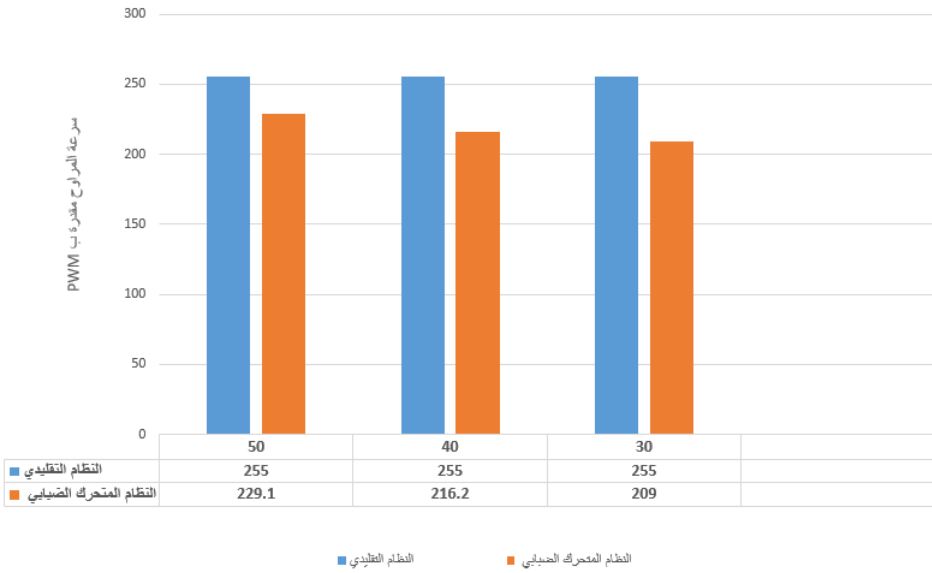
الجدول (6)

نلاحظ من الجدول (6) أن استخدام المنصة المتحركة قد قلل السرعة المتوسط بنسبة وصلت إلى 22.3% بالتالي حافظ على المراوح من التلف وقلل استهلاك الطاقة .

بتكرار التجربة السابقة من اجل قيم مختلفة للرطوبة المطلوبة نصل إلى المخطط التالي الشكل(9) :

حيث تم تقليل الرطوبة من قيمة 70 إلى 50 و 40 و 30 وكانت النتائج وفق التالي :

تم بناء النتائج بأخذ القيمة المتوسطة لسرعة المراوح خلال قياس التجربة وبعدد مرات قياس 6 مرات للتجربة الواحدة :



الشكل (9) القيمة المتوسطة لسرعة المراوح خلال قياس التجربة وبعدد مرات قياس 6 مرات للتجربة الواحدة

من خلال المخطط السابق نلاحظ انخفاض السرعة الوسطية للمراوح وذلك بسبب التحكم الاشرافي الذي يقدمه المنطق الضبابي على النظام .

6. مقترحات وتوصيات :

من خلال البحث قدمنا نظام تحكم مرن قادر على التعامل مع اكثر من نوع من الزراعات المحمية مما يساعد على حماية المزروعات المحمية من التلف الناتج عن الظروف البيئية المحيط بالإضافة إلى تحسين الإنتاج , تم تطبيق النظام على بيئة صغيرة وقدم النظام نتائج جيدة من حيث توفير الطاقة والكلفة مما يجعله قابل للتطبيقات على بيئات بمساحة اكبر.

المراجع :

[1]Wangbiao Qiu, Design for temp-humidity control system of tobacco parching house based on Fuzzy-PID control 2006
[2]M. Zeynali Dolat Abad; S. K. Mousavi Mashhadi,Design and implementation for temp-weight and humidity control ofdryer based on fuzzy logic[2011]
[3] Data Sheet for DHT11, 2016.
< www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/524103/DHT11 >
[4] Data Sheet for pic16f877a, 2019.
< www.microchip.com/datasheet-pdf/pdf/pic16f877a >
[5] Feng Yuanli Influences of Thomson effect on performance of thermoelectric generator-driven thermoelectric heat pump combined device[2018]
[6] Murugan.S, Ramachandran, " Fuzzy decision making model for byzantine agreement", Journal of Engineering Science and Technology", vol. 9, No. 2, 2014.
[7] Revathy. S, Parvathavarthini. B, " Rough fuzzy clustering algorithm using fuzzy rough correlation factor", International Review on Computers and Software, 2013.