الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

مذكرة تخرج لنيل شهادة

ماستر أكاديمي

ميدان: كلية التكنولوجيا

شعبة: هندسة الطرائق

التخصص: هندسة كيميائية

من اعداد الطلبة: زغيب عبد العالي / ميلودي الحبيب / تجيني محمد العيد

بوهني نور الدين / دبار الطاهر

الموضوع

تصميم وإنجاز جهاز قياس المواد المذابة TDS لوصف صلاحية المياه

تمت مناقشة المذكرة في: 04/جوان 2023

أمام اللجنة المكونة من الأساتذة:

د/ فضيل حنان	**رئيسا**	**جامعة الوادي**
د/ حشاني صلاح الدين	**مناقشا**	**جامعة الوادي**
د/محرم عبد الكريم	**مؤطرا**	**جامعة الوادي**

السنة الجامعية:2023/2022

التشكرات

أشكر الله العلي القدير الذي أنعم عليَّ بنعمة العقل والدين. القائل في محكم التنزيل

"**وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ**" سورة يوسف آية 76.... صدق الله العظيم.

وقال رسول الله (صلي الله عليه وسلم):" **من صنع إليكم معروفاً فكافئوه، فإن لم تجدوا ما تكافئونه به فادعوا له حتى تروا أنكم كافأتموه**" .... (رواه أبو داوود)

وأيضا وفاءً وتقديراً واعترافاً مني بالجميل أتقدم بجزيل الشكر لأولئك المخلصين الذين لم يألوا جهداً في مساعدتنا في مجال البحث العلمي، وأخص بالذكر الأستاذ الفاضلة: "محرم عبد الكريم "على هذه الدراسة وصاحبة الفضل في توجيهي ومساعدتي في تجميع المادة البحثية، فجزاها الله كل خير. ولا أنسي أن أتقدم بجزيل الشكر إلى جميع أعضاء لجنة المناقشة .كما نشكر كل من ساندنا خلال مشوارنا التعليمي من أساتذة وطلبه وكل عمال كلية التكنولوجيا" الذي قام بتوجيهنا طيلة هذه الدراسة، وأخيراً، أتقدم بجزيل شكري إلي كل من مدوا لي يد العون والمساعدة في إخراج هذه الدراسة علي أكمل وجه.

الإهداء

أهدي تخرجي هذا إلى من علمني العطاء وإلى من أحمل اسمه بكل افتخار وأرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثمارا قد حان قطافها بعد طول انتظار "والدي العزيز" وإلى ملاكي في الحياة وإلى معنى الحب والحنان والتفاني وإلى بسمة الحياة وسر الوجود وإلى من كان دعائها سر نجاحي أغلى الحبايب "امي الحبيبة" وإلى من له الفضل الكبير في تشجيعي وتحفيزي ومن منة تعلمت المثابرة والاجتهاد وإلى من بهم أكبر وعليهم أعتمد وإلى من بوجودهم أكتسب قوة ومحبة لا حدود لها وإلى من عرفت معهم معنى الحياة "إخوتي وأخواتي" وإلى من تحلوا بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء وإلى من برفقتهم في دروب الحياة السعيدة والحزينة سرت وإلى من كانوا معي على طريق النجاح والخير "أصدقائي الأعزاء" بتوفيق من الله، وبدُعاء من الام لم يبق سوى خطوات قليلة لإنهاء مسيرتي الدراسية، شكرًا لكل من مد لي يد العون أهدي تخرجي هذا لروحك الطيبة يا أبي واسأل الله التوفيق لي ولكم

"عبد العالي زغيب"

الإهداء

اهدي تخرجي لأبي وامي حفظهم الله وادامهم ذخر وتاج على راسي، فقد انتظروا سنين ليروا أبنهم الوحيد بما يحلموا أن يروه فيه اهدي تخرجي لكل صديق رفيق درب في مختلف مراحلي الدراسية اهدي تخرجي لأساتذتي من الابتدائية إلى الإعدادية، إلى الثانوية الى اساتذتي ودكاترتي في الجامعة الذين تعلمنا منهم الكثير الكثير جداً، ليس فقط بالعلم بل بالأخلاق والمحبة والتسامح والتفاني والجد ورأينا من خلالها الحياة بمنظور آخر حقاً هم شمعة إضاءة لنا الكثير من الطرق لحياتنا.

"الحبيب ميلودي +تجيني محمد العيد"

الإهداء

إلى من أُفضِّلها على نفسي، ولِمَ لا؛ فلقد ضحَّت من أجلي ولم تدَّخر جُهدًا في سبيل إسعادي على الدَّوام (أُمِّي الحبيبة). نسير في دروب الحياة، ويبقى من يُسيطر على أذهاننا في كل مسلك نسلكه صاحب الوجه الطيب، والأفعال الحسنة. فلم يبخل عليَّ طيلة حياته (والدي العزيز). إلى أصدقائي، وجميع من وقفوا بجواري وساعدوني بكل ما يملكون، وفي أصعدة كثيرة أُقدِّم لكم هذا البحث، وأتمنَّى أن يحوز على رضاكم

"بوهني نور الدين +دبار الطاهر"

الملخص

تحتوي مياه الشرب حول العالم على العديد من العناصر في شكل أملاح ذائبة أو مواد عالقة ، سواء كانت مياه سطحية، جوفية أو حتى مياه امطار الامر الذي استلزم وضع معايير لقياس وفحص جودة هذه المياه. حاليا، و مع التقدم العلمي و التكنولوجي أخذت أجهزة القياس الإلكترونية و الرقمية مكان وسائل القياس التقليدية لما تمتاز به من دقة و مرونة في التعامل من ناحية و سهولة الاستخدام و الصيانة من ناحية أخرى. تم القيام في هذا المشروع بدراسة تصميم وإنجاز جهاز قياس اجمالي المواد الصلبة الذائبة TDS لوصف صلاحية المياه. في البداية، تم تقديم دراسة نظرية حول الحساسات و مفهوم TDS وما يتعلق به من مصطلحات، و من ثم انشاء وتصميم نموذج عبر برنامج المحاكاة Proteus لجهاز قياس TDS وإضافة ميزة قياس درجة الحرارة، الرطوبة و الزمن الحقيقي. تم شرح الوحدات و المكونات اللازمة، ثم ملاحظة واختبار المتغيرات و مناقشة نتائج المحاكاة. بعد ذلك، تم إنجاز المشروع باستعمال القطع الحقيقية في المخبر وفحص و تجريب الجهاز باستخدام عدة انواع من المياه و المحاليل المحضرة مخبريا. أظهرت النتائج المحصل عليها وجود تطابق مع نتائج المحاكاة بدقة مقبولة وأظهرت امكانية استعمال واستغلال الجهاز في تطبيقات معايرة و مراقبة جودة المياه.

الكلمات المفتاحية: اجمالي المواد الصلبة الذائبة، حساس، Proteus، الزمن الحقيقي.

Abstract

Around the world, drinking water contains many elements in dissolved salts form or suspended matters, whether it is surface water, groundwater or even rain water, which required to set standards for water quality measurement and testing. Currently, with scientific and technological progress, electronic and digital measuring instruments have replaced the traditional measuring methods, due to their accuracy and flexibility in handling on the one hand, and the ease of use and maintenance on the other hand. In this project, a study was carried out for design and implementation of total dissolved solids (TDS) measurement system to describe water quality. At the beginning, a theoretical study on sensors, the concept of TDS and related terms has been presented, then a model of TDS measurement system was designed and created using Proteus ISIS. Also temperature, humidity measurement, and real time has been added. The necessary units and components have been explained. Then observing, testing the variables and discussing of simulation results. After that, the project was realized by using the real parts in the laboratory, examining and testing the device using several types of water and laboratory-prepared solutions. The obtained results showed agreement with the simulation results with acceptable accuracy and showed the possibility of using the device in water quality testing and monitoring applications.

Keywords: TDS, sensor, Arduino, Proteus, real clock.

الفهرس

ملخص	VI
Summary	VII
الفهرس	VIII
فهرس الجداول	XI
فهرس الاشكال	XII
قائمة الاختصارات	XIV
المقدمة	02
الفصل الاول: عموميات حول الحساسات ومفهوم الTDS	
المقدمة	05
1. الحساسات **Sensors**	05
1. 1. تعريف الحساس	05
1. 2. أهمية الحساسات	06
1. 3. تصنيف الحساسات	06
1. 3. 1. الحساسات الفعالة (**active sensors**)	06
1. 3. 2. الحساسات غير الفعالة (**passive sensors**)	06
1. 4. تقسيم الحساسات	07
1. 4. 1. حساسات رقمية**Digital sensor**	07
1. 4. 2. حساسات تناظرية**Analog sensor**	07
1. 5. الحساسات الأكثر استعمالا في مجال الكيمياء	07
1. 5. 1. حساس الحرارة والرطوبة	07
1. 5. 2. حساس الألوان	08

1. 5. 3. حساس الحركة	09
1. 5. 4. -حساس قياس معدل تدفق الماء	09
1. 5. 5. -حساس غاز أول أكسيد الكربون	10
1. 5. 6. وحدة حساس اللهب او النار	10
1. 5. 7. حساس درجة الحموضة**PH**	11
2. مفهوم اجمالي المواد الصلبة الذائبة **TDS**	11
2. 1. الاملاح والعناصر المعدنية الاساسية في مياه الشرب	11
2. 1. 1. الكالسيوم	12
المغنيسيوم 2. 1. 2.	12
الصوديوم 2. 1. 3.	12
البوتاسيوم 2. 1. 4.	12
2س. 2. تعريف اجمالي المواد الصلبة الذائبة**TDS**	12
2. 2. 1. الفرق بين اجمالي المواد الصلبة الذائبة والعسر في المياه	13
2. 2. 2. ماذا يعني جزء في المليون **ppm**	13
2.2. 3. هل **ppm** هو نفسه **TDS**	13
هل 2. 2. 4.**mg / L** و**ppm** متماثلان	13
2. 3. تطبيقات قياس اجمالي المواد الصلبة الذائبة	13
2. 4. قياس اجمالي المواد الصلبة الذائبة في المياه	13
2. 4. 1. الناقلية الكهربائية**(Conductivity)**	13
2. 4. 2. الطريقة الوزنية	14
2. 4. 2. حساب مجموع الأيونات الذائبة	14
خاتمة	14
الفصل الثاني: تصميم ومحاكاة نظام قياس ال TDS	
1/ مقدمة	16
2/نظرة عامة عن عمل المشروع	16
2. المتطلبات الاساسية لعملية المحاكاة	16
2. 1. برنامج المحاكاة Proteus	16
2-2.لغة البرمجةArduino IDE	17

2. 3. لوحاتArduino	18
2. 3. 1. اهم مميزات Arduino:	18
2. 3. 2. يوجد الكثير من تطبيقات Arduino العملية نذكر منها	19
2. 3. 3. لوحة Arduino Uno	19
2. 4.شاشة الكريستال السائلة LCD	20
2. 5.ساعة الزمن الحقيقيDS1307 RTC	20
2. 6.حساس الحرارة والرطوبةDTH11	21
2. 7.حساس الTDS	21
3.المحاكاة و مناقشة النتائج	22
4. مراحل انجاز وتجسيد المشروع	23
الخاتمة	24
الفصل الثالث: تنفيذ وانجازجهاز قياس الTDS	
المقدمة	26
1. القطع الالكترونية والمواد المستعملة في عملية إعداد وتصميم جهاز الTDS	26
1.1. الأدوات والقطع الالكترونية	26
2.1.المواد المستعملة	26
3.1. موصفات لوحة مواءمة حساسTDS	27
4.1. موصفات حساسTDS	27
2. الكود البرمجي باستخدامArduino IDE	27
3.دالة تحويل الحساس	27
4.التحقق من القياس تجريبيا	28
5. دراسة تحسين دقة قياس الTDS في النظام المقترح	38
الخاتمة	38
الخاتمة العامة	40
الملحق	42

فهرس الوثائق

الشكل 01: جهاز الاحساس	06
الشكل 02 : الاشارة التماثليةanalog signal والاشارة الرقمية digital signal	07
الشكل 03: صورة لحساس الحرارة والرطوبة	08
الشكل 04 : صورة لحساس الالوانTCS230	08
الشكل 05 : صورة لحساس الحركةHC-SR501	09
الشكل 06 : صورة لحساس قياس معدل تدفق الماءS201-YF	09
الشكل 07:صورة لحساس غاز اول أكسيد الكربونMQ7	10
الشكل 08: صورة لوحدة حساس اللهب	10
الشكل 09 : صورة لحساس الPH	11
الشكل 10 : تمثل واجهة البرنامجProteus	17
الشكل 11 : تمثل واجهة برنامجArduino IDE	18
الشكل (12): تمثل لوحة Arduino UNO على اليمين اللوحة الحقيقية والتي على اليسار نموذج في برنامج المحاكاة Proteus	20
الشكل 13: تمثل شاشة الكريستال السائلة 20*4 والصورة على اليمين شاشة حقيقية والتي على اليسار نموذج في برنامج المحاكاةProteus	20
الشكل 14: على اليمين الدارة الحقيقية DS1307RTC تمثل دارة ساعة الوقت الحقيقي وعلى اليسار نموذج في برنامج المحاكاProteus	21
الشكل 15 : حساسDHT11	21
الشكل 16 : صورة حساسTDS	22
الشكل 17 : توضح دارة تصميم نظام لقياس المواد الصلبة الذائبة على برنامجProteus	23
الشكل 18: تمثل الصورة على اليمين ماء مقطر نفطال وعلى اليسار ماء مقطر أفرست	28
الشكل 19 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الTDS باستعمال ماء مقطر"نفطال"	29
الشكل 20 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس ال TDS	29

باستعمال ماء مقطر"أفرست"	
الشكل 21 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الTDS باستعمال ماء مقطر"المحلول الاول"	30
الشكل 22 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الTDS باستعمال ماء مقطر"المحلول الثاني"	31
الشكل 23 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الTDS باستعمال ماء مقطر"المحلول الثالث"	32
الشكل 24 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الTDS باستعمال ماء مقطر"المحلول الرابع"	32
الشكل 25 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الTDS باستعمال ماء مقطر"المحلول الخامس"	33
الشكل 26 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الTDS باستعمال ماء "بئر لمنطقة المقرن"	34
الشكل 27 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس ال TDS باستعمال ماء"حنفية منطف المقرن "	35
الشكل 28 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس ال TDS باستعمال ماء"فلتري منطف المقرن "	35
الشكل 29 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس ال TDS باستعمال ماء"معدني القنطرة"	36
الشكل 30 : توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس ال TDS باستعمال ماء"ماء معدني المنصورة"	37

فهرس الجداول

الجدول (01): قيم TDS و ما يوافقها من عبارات على شاشة LCD.	22
الجدول (02): يوضح الجدول التالي حلات شاشات الLCD في الحلات البرمجة	24
الجدول (03): يوضح الجدول التالي نتائج الTDS وما يقبلها من جهد ودرجة حرارة للعينات التي تم تجريبها "المياه المقطرة"	30
الجدول (04): يوضح الجدول التالي نتائج الTDS وما يقبلها من جهد ودرجة حرارة للعينات التي تم تجريبها "المحاليل المحضرة"	33
الجدول (05): يوضح الجدول التالي نتائج الTDS وما يقبلها من جهد ودرجة حرارة للعينات التي تم تجريبها "المياه الأكثر استعمال في ولاية الوادي "	37
الجدول (06): يوضح الجدول التالي نتائج الTDS وما يقابلها من جهد ونسبة الخطاء القياس.	38

قائمة الاختصارات

ADC: analog to Digital Converter

DHT: digital sensor for sensing temperature and humidity

PH: potential hydrogen

TDS: Total dissolved solids

LCD: liquid crystal display

GPS: Global Positioning System

IED: Integrated Development Environment

USB: Universal Serial Bus

RTC: Real Time Clock

PCB: Printed circuit boards

GRD : G round

المقدمة العامة

المقدمة

يرتبط علم الكيمياء ارتباطا وثيقا بالعديد من فروع العلوم الأخرى كالفيزياء والبيولوجيا والكيمياء الجيولوجيا وعلم المعادن والطب وغيرها، حيث نجد تطبيقاته في مختلف جوانب الحياة التي تحيط بنا مثل قياس و معرفة جودة ونقاء المنتجات وحصرها من خلال تطبيق مبادئ الكيمياء المختلفة. هذه الاخيرة تلعب دورا هاما في التقدم العلمي والتقني في مختلف فروع الصناعة خاصة في التركيب الكيميائي، و من أكثر التفاعلات أهمية بالنسبة إلينا هي تلك التي تحصل في المحاليل الكيميائية والمواد. يمكن التفريق بين خصائص المواد أو المحاليل وفقا للتحليل الحركي أو البيولوجي أو الكيميائي أو السكوني.

تحتوي مياه الشرب حول العالم على العديد من العناصر في شكل أملاح ذائبة أو مواد عالقة، سواء كانت مياه سطحية أو جوفية أو حتى مياه امطار. العناصر الأكثر تركيزًا في معظم مياه الشرب هي الكالسيوم والمغنيسيوم و الصوديوم والبوتاسيوم ، و يمكن القول أنها العناصر المعدنية الأربعة الرئيسية لمياه الشرب ؛ لأنه يوجد على شكل أملاح حيث تتحد مع الكبريتات والكربونات والكلوريدات ومجموعات أخرى، بينما يحتوي الماء على كميات أقل من العناصر الأخرى مثل الحديد أو المنغنيز أو كميات قليلة مثل العناصر النادرة في الطبيعة كالكادميوم والرصاص وغيرها.

تعطي الاملاح الذائبة لمياه الشرب مذاقها المميز، و تجدر الاشارة هنا ان الانسان يعتاد على طعم المياه الموجودة في منطقته بغض النظر عن محتوى الاملاح التي فيها الا اذا كانت عالية الملوحة. ولذا فإن تغير طعم المياه من منطقة لأخرى قد لا يعني الكثير بالنسبة للشخص ولا يمكنه القول بتلوث المياه من عدمها. و مع ذلك تحافظ الاملاح على قاعدية المياه الأمر الذي يخفف الضرر الناتج عنها على الكبد والاعضاء الداخلية الاخرى، كما ان المياه منزوعة الاملاح يميل طعمها الى المرارة او الطعم الحاد وتكون اكثر قابلية لإذابة الاوكسيجين مما يزيد من ضررها على الجسم و تزيد من سرعة تأكسد المعادن التي تتلامس معها مثل الانابيب المعدنية في شبكات المياه العمومية. بالإضافة الى ذلك تسد الاملاح الذائبة في المياه جزءاً من احتياجات الجسم اليومية وقد تعوض الضرر الناتج عن فقر الاغذية التي يتناولها الانسان بالأملاح.

هناك عدة فحوصات للكشف عن تراكيز الاملاح في مياه الشرب منها كيميائية واخرى باستخدام اجهزة متطورة، لكن اهم فحص يكشف عن اجمالي تركيز الاملاح الذائبة هو فحص الناقلية الكهربائية (Conductivity) اذ أن ناقلية الماء ناتجة بشكل اساسي من الاملاح الذائبة فيها. وهناك علاقة خطية بين زيادة تركيز الاملاح وارتفاع الناقلية الكهربائية، وفي الغالب تكون الاملاح الذائبة في المياه السطحية أقل منها في المياه الجوفية، بينما تكون تراكيزها منخفضة في مياه الامطار.

إن زيادة نسبة المواد المذابة في الماء والتي في الغالب ما تضم كمية من المعادن - مثل التي أشرنا اليها سابقا - مع مرور الوقت تؤدي الى تراكم القشور في الأنابيب وموصلات الماء، الامر الذي يحد من فعاليتها و يجعل عمرها الافتراضي أقصر. من هنا تأتي أهمية قياس اجمالي المواد المذابة (TDS)، فمن خلال التعرف على هذه الاخيرة، يمكن استخلاص ما إذا كانت هناك حاجة الى استحداث حل ما يكافح تلك المشكلة.

نسعى من خلال هذه الدراسة إلى تصميم وإنجاز نظام قياس المواد الصلبة الذائبة TDS لوصف صلاحية المياه بالاعتماد على الطريقة الكهروكيميائية و التي تعتبر الأكثر دقة و مرونة. و تحقيقا لهذه الغاية تم تقسيم هذا العمل إلى ثلاثة فصول :

الفصل الاول: بعنوان عموميات حول الحساساتت ومفهوم الـ TDS

في هذا الفصل تم شرح المفاهيم الأساسية المتعلقة بالحساسات وطرق تصنيفها وانواعها. ثم عرض مفهوم اجمالي المواد الصلبة الذائبة و شرح بعض المصطلحات المتعلقة بـTDS و تبيين أهمية قياسها وتوظيفها كمؤشر لاختبار جودة وصلاحية المياه.

الفصل الثاني: بعنوان تصميم ومحاكاة نظام قياس الـ TDS

في هذا الفصل تم عرض و شرح البرامج المستخدمة في محاكاة القطع الصلبة، البرمجيات المستعملة ، و أهم مكونات نظام قياس اجمالي المواد الصلبة الذائبة TDS ثم القيام بعملية المحاكاة ببرنامج Proteus و مناقشة النتائج المحصل عليها.

الفصل الثالث: بعنوان تنفيذوانجاز جهاز قياس الـ TDS

في هذا الفصل تم عرض خطوات انجاز المشروع باستعمال القطع الحقيقية في المخبر وفحص و تجريب نظام قياس إجمالي المواد الصلبة الذائبة باستخدام عدة انواع من المياه و المحاليل المحضرة مخبريا و مناقشة نتائج القياس المحصل عليها.

وفي الاخير تم وسم الموضوع بخاتمة عامة تلخص ما قد تم عمله والتطلعات المستقبلية لهذا المشروع .

الفصل الأول:
عموميات حول الحساسات
ومفهوم الTDS

مقدمة

هناك عدة فحوصات للكشف عن تراكيز الاملاح في مياه الشرب منها كيميائية واخرى باستخدام اجهزة متطورة، لكن اهم فحص يكشف عن اجمالي تركيز الاملاح الذائبة هو فحص الناقلية الكهربائية (Conductivity) اذ أن ناقلية الماء ناتجة بشكل اساسي من الاملاح الذائبة فيها. وهناك علاقة خطية بين زيادة تركيز الاملاح وارتفاع الناقلية الكهربائية. يعتمد قياس الناقلية الكهربائية على نوع الحساس (Sensor)وطريقة استعماله.

تعمل الحساسات على تحسين نمط معيشتنا وجعل حياتنا أفضل ومهامنا أسهل، حيث أصبحت في وقتنا الحاضر ضرورة أساسية في التطبيقات الصناعية، فالحساس هو المتطلب الأول والاساسي من أجل عمليات القياس والتحكم الالي. يقوم هذا الأخير بتحسين وضع متغير العملية أو حالته او قيمته ويولد خرجا يعكس هذا الوضع أو هذه الحالة او القيمة، أما محول الإشارة فيحول طاقة متغيرة الحالة الى خرج من شكل اخر من الطاقة يمكنه تشغيل جهاز تحكم ما. أحيانا يمكن توظيف محول إشارة ثانوية لتحويل خرج الحساس الاولي الى شكل مختلف أيضا من الطاقة [01].

نتناول في هذا الفصل شرح المفاهيم الأساسية المتعلقة بالحساسات وطرق تصنيفها وانواعها. ثم عرض مفهوم اجمالي المواد الذائبة وأهمية قياسها وتوظيفها كمؤشر لاختبار جودة وصلاحية المياه.

1. الحساسات Sensors

بالنسبة للإنسان لا يبدو أن هنالك مشكلة في الحديث عن أمورٍ مثل شدة ارتفاع الصوت، أو درجة حرارة الغرفة أو التعرف على تفاصيل الوجوه أو حتى التعرف على مدى قساوة مادة ما. الانسان يعلم ذلك لأنه يمتلك الآليات التي تساعده على ذلك: فهو يمتلك القدرة على النظر واللمس والسمع والتذوق والشم. هذه هي الحواس التي نعرفها.

تُعتبر الحساسات جزءاً أساسياً من انظمة تحصيل البيانات التي تتيح للمعالجات والأجهزة الذكية فهم وإدراك البيئة المحيطة بها لتنفيذ مهام معقدة بشكلٍ مشابه لكيفية تحسس الانسان للبيئة التي من حوله.

1. 1. تعريف الحساس:

يعرف الحساس بأنه أداة التحويل التي تقوم بتحويل الكميات الطبيعية والكيميائية المتغيرة الى كميات كهربائية، والكميات الطبيعية هذه يمكن تسميتها بمتغيرات التحكم (controlled variables) وهي الضغط، درجة الحرارة، السرعة، الموضع، العجلة، معدل السريان، وشدة الإضاءة وغيرها. يوضح الشكل رقم (01) العلاقة بين جهاز الاحساس والكميات الطبيعية والكيمائية والكميات الكهربائية:

الشكل (01): جهاز الاحساس.

1. 2. أهمية الحساسات:

تكمن اهمية الحساسات في القدرة على قياس الكميات الطبيعية، او ما يسمى بالمتغيرات الطبيعية بسرعة وبدقة لكي يتم التحكم فيها، وبالتالي في جميع العمليات الصناعية او عمل مراقبة لهذه العمليات. وأفضل الطرق لقياس هذه الكميات الطبيعية هو تحويلها الى اشارة كهربائية ومن ثم قياس (او كشف) هذه الاشارة بعنصر قياس كهربائي مناسب. يفضل تحويل الكميات الطبيعية الى اشارة كهربائية عن تحويلها الى اشارة ميكانيكية. ان تحويل الكميات الطبيعية الى اشارة كهربائية يعطي المميزات الاتية:

- ✓ يمكن تكبير الاشارة الكهربائية بسهولة وذلك يجعل القياسات ذات حساسية ودقة عالية.
- ✓ يمكن نقل الاشارة الكهربائية بسهولة من مكان لأخر (بعكس الاشارة الميكانيكية).
- ✓ يمكن معالجة الاشارة الكهربائية بسرعة عالية باستخدام الكمبيوتر[02] .

1. 3. تصنيف الحساسات:

يمكن تصنيف الحساسات بشكل عام الى قسمين حسب نوع طبيعة المقادير الكهربائية الصادرة منها كما يلي:

1. 3. 1. الحساسات الفعالة (active sensors):

تعرف أيضا بانها حساسات ذاتية التوليد، هذا الصنف من الحساسات يولد الجهد او التيار الكهربائي ويتم الحصول على الطاقة اللازمة لتوليد إشارة الخرج من الظاهرة الفيزيائية التي يتم قياسها.

أمثلة على ذلك: المزدوجات الحرارية، الحساسات الكهرو ضغطية، الخلايا الكهرو ضوئية.

1. 3. 2. الحساسات غير الفعالة (passive sensors):

تعرف ايضا بانها حساسات مغذاه خارجيا، حيث تقوم باستجرار التغذية اللازمة لتحويل الطاقة من منبع تغذية خارجية، لكنها قد تمتص بعض الطاقة من الظاهرة الفيزيائية التي تتم درستها.

أمثلة على ذلك: مقياس الحرارة ذات المقاومة، أجهزة تقسيم الكمون، محولات الإشارة التفاضلية، خلايا الإصدار الضوئي الخ.[01] .

1. 4. تقسيم الحساسات:

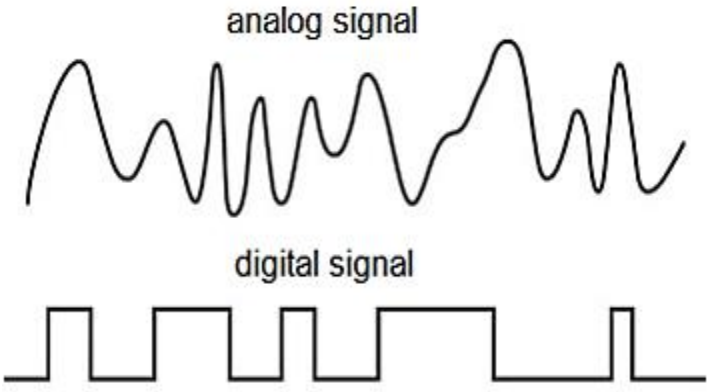
يمكن تقسيم الحساسات من عدة اوجه ولكن ما يهمنا هنا هو تقسيم الحساسات طبقا لإشارة خرجها (الاشارة التي تُصدرها) حيث يمكن تقسيمها الى:

1. 4. 1. حساسات رقمية Digital sensor:

وهي حساسات تعطي خرجا في صورة رقمية الشكل (02)، أي ببساطة لها حالتان هما: حالة توصيل On وحالة قطع Off ولا يمكن ان يوجد بينهما قيم متوسطة.

1. 4. 2. حساسات تناظرية Analog sensor:

وهي حساسات تعطي إشارة خرج تناظري الشكل (02)، أي انها تعطي إشارة خرج كهربائية تتناسب في كل لحظة مع القيم الطبيعية المطلوب قياسها[03] .



الشكل (02): الاشارة التماثلية analog signalوالاشارة الرقمية digital signal [03].

1. 5. الحساسات الأكثر استعمالا في مجال الكيمياء:

1. 5. 1. حساس الحرارة والرطوبة:

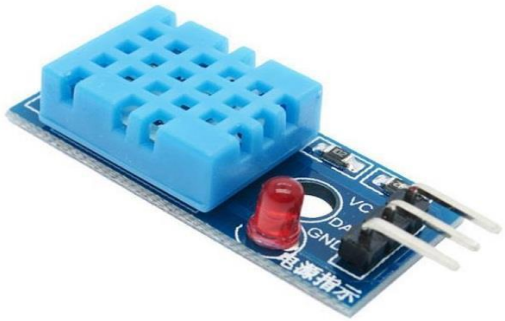
يستخدم كعنصر لقياس درجة الحرارة والرطوبة حيث يولد إشارة للقيمة الفعلية لهما. يمكن وصله بسهولة مع المتحكمات الصغرية ولوحات الأردو ينو والراسبري باي. يحتوي هذا النوع من الحساسات على العناصر التالية:

1 -حساس رطوبة عن طريق السعة sensor humidity capacitor.

2-حساس حرارة على شكل مقاومة حرارية thermistor.

3 -شريحة chip تنجز عملية التحويل التشابهية الرقمية، وتولد إشارة رقمية معبرة عن درجة الحرارة والرطوبة.

ومن أمثلة ذلك الحساس المعروف DHT11 وDHT22 مثلما هو موضح في الشكل (03)



الشكل (03): صورة لحساس الحرارة والرطوبة.

1. 5. 2. حساس الألوان:

يستخدم هذا الحساس للكشف عن ثلاثة ألوان أساسية هي الأحمر والأخضر والأزرق (Sensor RGB). ونظرا لأنه يمكن إنشاء أي لون من مستويات مختلفة من هذه الألوان الأساسية، يمكنك معرفة الألوان التي يتكون منها مصدر الضوء المطلوب. من أمثلة ذلك الحساس المشهور TCS230 الشكل (04)

الشكل (04): صورة لحساس الالوان TCS230.

تتكون هذه الوحدة من شريحة TCS230 والتي تتألف من مصفوفة من الكواشف الضوئية photodiodes والتي يبلغ عددها 64 = 8 x 8 موزعة على 4 مجموعات، كل مجموعة تعمل كمرشح للون محدد، وتتصل كواشف المجموعة بشكل تفرعي بحيث يتم تفعيلها معا:

المجموعة الأولى (16كاشف ضوئي) لترشيح اللون الأحمر.

المجموعة الثانية (16كاشف ضوئي) لترشيح اللون الأزرق.

المجموعة الثالثة (16كاشف ضوئي) لترشيح اللون الأخضر.

المجموعة الرابعة (16كاشف ضوئي) شفافة.

1. 5. 3. حساس الحركة:

جميع الأجسام التي تكون درجة حرارتها أعلى من 0 كلفن 273° C-تبعث طاقة حرارية على شكل أشعة تحت الحمراء، بما في ذلك الأجسام البشرية. كلما كان الجسم أكثر سخونة، كلما زاد إشعاعه. يعمل حساس الحركة بالاعتماد على هذه الظاهرة ويستعمل للكشف عن هذه المستويات من الأشعة تحت الحمراء. ومن أمثلة ذلك الحساس SR501-HC الشكل (05) لكشف حركة الإنسان أو الحيوانات. يعمل هذا الحساس على قياس كمية الأشعة تحت الحمراء التي يصدرها الإنسان، وعندما يجد أن هذه الكمية تتغير كنتيجة لحركته فإنه يقدم إشارة تدل على وجود حركة.

الشكل (05): صورة لحساس الحركة HC-SR501.

يتكون الحساس بشكل أساسي من جزأين رئيسيين: حساس الكتروني حراري Pyroelectric وعدسة خاصة تسمى عدسة فرينل Fresnel التي تركز إشارات الأشعة تحت الحمراء على الحساس الإلكتروني الحراري.

1. 5. 4. حساس قياس معدل تدفق الماء:

يستخدم هذا الحساس لقياس معدل تدفق الماء أي الحجم المتدفق خلال زمن معين. يوضح الشكل (06) مثال تجاري عن هذا النوع من الحساسات YF-S201.

الشكل (06): صورة لحساس قياس معدل تدفق الماء YF-S201.

يتكون حساس S201-YF من توربين صغيرة تدور خلال تدفق الماء عبر الجهاز، مغناطيس مثبت على العجلة، يولد حقلا مغناطيسا، وحساس تأثير هول Hall Effect والذي يعطي جهدا عندما يكون معرضا لحقل مغناطيسي. لهذا الحساس موضع ثابت ضمن الجهاز.

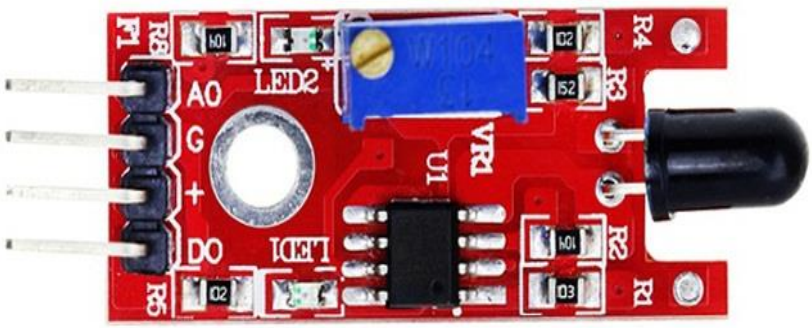
1. 5. 5. حساس غاز أول أكسيد الكربون:

تستخدم في هذا الحساس مادة (SnO_2 (Dioxide Tin لاكتشاف غاز أول أكسيد الكربون. تتصف هذه المادة بناقلية أقل عند الهواء النظيف، وتصبح ناقليتها أعلى مع ارتفاع تركيز الغاز. تتم عملية الكشف من خلال دورة رفع وخفض درجة حرارة الحساس. عند درجة حرارة منخفضة يتم الكشف عن غاز أول أكسيد الكربون، وعند درجة حرارة أعلى يتم تنظيف الحساس من الغازات الأخرى الممتصة عند درجة حرارة منخفضة. يمكن استخدام دارة الكترونية بسيطة لتحويل تغير الناقلية إلى إشارة خرج متوافقة مع تركيز الغاز. يعد الحساس MQ-7 أحد الأمثلة لهذا النوع -الشكل (07) -

الشكل (07): صورة لحساس غاز اول أكسيد الكربون MQ7.

1. 5. 6. حساس اللهب أو النار:

حساس استشعار اللهب هو الحساس الذي يمكن استخدامه للكشف عن وجود مصدر نار أو أي مصادر ضوئية أخرى. هناك عدة طرق لتطبيق حساس اللهب، لكن الوحدة المستخدمة هنا هي حساس الأشعة تحت الحمراء. يظهر الشكل (08) أحد أمثلة لحساسات اللهب أو النار وما يعرف بـ KY-026.



الشكل (08): صورة لوحدة حساس اللهب[04] .

1. 5. 7. حساس درجة الحموضة pH:

حساس الـpH عبارة عن قطب كهربائي يتكون من قطبين أحدهما زجاجي وقطب مرجعي لكلوريد الفضة يحتوي كلا القطبين على بصيلات مجوفة مغمورة في محلول كلوريد البوتاسيوم حيث يعمل محلول كلوريد البوتاسيوم على تنشيط هذا القطب بعد تخزينه لمدة طويلة او عند استعماله لأول مرة. يستخدم حساس درجة الحموضة لقياس الـpH بشكل أساسي عن طريق قياس فرق الجهد بين هذين القطبين للمحاليل السائلة على المقياس من 0 الى 14.

الشكل (09): صورة لحساس ال PH [05].

2. مفهوم اجمالي المواد الصلبة الذائبة TDS:

تشكل الأملاح المنحلة في مياه الشرب غالبية المواد الصلبة الذائبة. إن المواد الصلبة الذائبة هي مجموعة من المركبات الأيونية لعدد من المعادن بالإضافة إلى مركبات عضوية ومعادن حرة، وبما أن الاملاح للعناصر الأيونية هي السائدة في مياه الشرب فإنه يتم الاكتفاء غالبا بقياس كمية الأملاح الذائبة لتحديد تركيز المواد الصلبة الذائبة. وقد يتم استعمال مصطلح الأملاح الذائبة أو المواد الصلبة الذائبة للدلالة على نفس القيمة في بعض التقارير والمراجع المتخصصة بجودة وصلاحية المياه. من المعلوم أن الملح يتكون من شقين أحدهما موجب الشحنة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والآخر سالب الشحنة مثل النترات والكبريتات والكربونات. يتم التعريف على الملح بشقه الموجب، فمثلاً نقول أملاح الصوديوم أو المغنيسيوم ولا نقول أملاح الكربونات أو الكبريتات. ولذا يمكن أن يتم تحديد التركيز الكلي للأملاح بقياس الأيونات السالبة والموجبة في المياه. تؤثر الأملاح الذائبة بشكل أساسي على مذاق المياه بحيث تصبح المياه غير مستساغة للشرب إذا ازدادت نسبة الأملاح عن حد معين [06].

2. 1. الاملاح والعناصر المعدنية الاساسية في مياه الشرب

تكون تراكيز أملاح الصوديوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والكالسيوم غالبًا الأعلى في مياه الشرب الطبيعية التي لم يتم عليها أي عمليات معالجة سواء كانت مياه سطحية أو جوفية، فيما تتواجد املاح المنغنيز أو الحديد بكميات أقل قد لا تصل الى 0.5 ملغ لليتر [06].

2. 1. 1. الكالسيوم:

وهو أكثر العناصر تركيزاً في المياه الجوفية في الغالب وذلك لوفرة الصخور الكلسية في الطبقات العليا، وتساهم املاح الكالسيوم في سد جزء من حاجة الجسم منه لأغراض بناء العظام والاسنان ولكنه في المقابل يعد المسئول عن عسر الماء الذي يؤثر في عمل الغسالات ومساحيق التنظيف، كما انه يؤدي الى ظهور تكلسات في شبكات المياه واوعية الغلي والغلايات الصناعية [07].

2. 1. 2. المغنيسيوم:

يتواجد بشكل اقل من الكالسيوم ومصدره الاساسي الصخور البازلتية وبعض المخلفات الصناعية، وهو مفيد جداً لعمل بعض اعضاء الجسم ويدخل في عدد كبير من المغذيات. ولكنه مثل الكالسيوم يؤدي الى عسر الماء أيضا، وبسبب تراكيزه القليلة نسبيا في المياه فإنه لا يسبب اعراضا جانبية او اضرارا محتملة كبيرة ولكن يمكن القول ان اهم اضراره هي استعمال وسائل ازالة عسر الماء وما ينتج عنها من تلوث، وخاصة ان معظمها تعتمد على مركبات البورون شديد الخطورة على النباتات.[07]

2. 1. 3. الصوديوم:

ومصدره التربة الطينية والمياه العادمة المعالجة وبعض المخلفات الصناعية، وهو ضروري لعمل الاعصاب لكنه في نفس الوقت يؤدي الى رفع ضغط الدم ولذا ينصح الاطباء الاشخاص الذين يعانون من امراض القلب بعدم استلاك المياه إذا كانت تحتوي على تراكيز عالية من الصوديوم.[07]

2. 1. 4. البوتاسيوم:

مثله مثل الصوديوم ويتشاركان في نفس المصادر تقريبا لكن يمكن للبوتاسيوم ان يأتي من الاسمدة الكيميائية، وهو من اقل العناصر الرئيسة التي تتواجد في المياه كما انه مفيد جدا للنبات، واضرار زيادة تركيزه قريبة من اضرار الصوديوم ايضا .[07]

2. 2. تعريف اجمالي المواد الصلبة الذائبة TDS:

اجمالي المواد الصلبة الذائبة بالإنجليزية (Total dissolved solids) ويرمز لها اختصارا بـ TDS، هو مقياس لمقدار الأملاح أو الأيونات الذائبة في الماء. وهو وزن الأملاح المتبقية بعد تصفية المياه أو تبخرها وقياسها بالملغم / لتر وهو ما يعادل جزء في المليون أو الأجزاء لكل مليون. كلما انخفض مستوى TDS، كلما كان الماء أكثر نقاءً. يتكون الملح من المركبات الأيونية، سواء الأيونات الموجبة والسالبة[06] .[08] في الفقرات الموالية نشرح بعض المصطلحات المتعلقة بـ TDS.

2. 2. 1. الفرق بين اجمالي المواد الصلبة الذائبة والعسر في المياه:

الماء "العسر" هو الماء الذي يحتوي على الكثير من المعادن، وعلى الرغم من اختلاف المواد الصلبة الذائبة والعسر في الماء (Hardness)، إلا أنهما مرتبطان ارتباطًا جوهريًا. تحدد TDS ما إذا كان الماء عسرًا أم لا: عند ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة، يصبح الماء عسرًا ويترك بقايا على الصنابير والأنابيب والغلايات.[07]

2. 2. 2. ماذا يعني جزء في المليون ppm

يرمز ppm إلى الأجزاء لكل مليون وهو مقياس بدون وحدة، يصف كمية مادة معينة موجودة في محلول. فمثلا إذا كانت نسبة TDS تساوي 1 جزء في المليون، فذلك يعني أن هناك قطرة واحدة من المواد الصلبة الذائبة لكل مليون قطرة ماء. في بعض الأحيان يتم قياس المحاليل باستخدام جزء أو أجزاء في المليار.[07]

2. 2. 3. هل TDS هو نفسه ppm

Ppm هي وحدة القياس الأكثر استخدامًا لوصف إجمالي المواد الصلبة الذائبة. على الرغم من أنهما ليستا مترادفين، إلا أنهما يستخدمان لتحديد مستوى الملوثات في المحلول.[07]

2. 2. 4. هل ppm وmg/l متماثلان

لا يتشابه ppm وmg/l من الناحية التقنية، علما ان ppm يدل على الكتلة مقابل الكتلة أو الحجم مقابل الحجم، بينما يدل mg /L الكتلة مقابل الحجم. ومع ذلك، بالنسبة للمياه، ppm 1 مساوية الى حوالي 1 mg /L، لذلك يتم استخدامها بالتبادل. [07]

2. 3. تطبيقات قياس اجمالي المواد الصلبة الذائبة:

من أهم التطبيقات التي تحتاج الى قياس **TDS** هي فحص واختبار المياه المعبأة، مراقبة جودة المياه وكذلك أحواض السباحة والمنتجعات الصحية وأحواض السمك. كما يمكن أيضا استعمالها في فحص فلاتر تنقية المياه. في الزراعة المائية يمكن أن تتعرض النباتات والشتلات الرقيقة لحرق الأسمدة إذا كانت قيمة TDS عالية جدًا. بمجرد أن تبدأ النباتات في النمو، فإنها تحتاج إلى محلول مغذي أقوى، لذلك يجب زيادة TDS عن طريق إضافة المغذيات المركزة. تفضل بعض النباتات قوة مغذيات أكثر اعتدالًا، بينما ينمو البعض الآخر بشكل أفضل وينتج ثمارًا ذات جودة أفضل بتركيز أعلى.

2. 4. قياس اجمالي المواد الصلبة الذائبة في المياه:

هناك ثلاثة طرق رئيسة مستعملة في قياس اجمالي المواد الصلبة الذائبة والأملاح في مياه الشرب وهي:

2. 4. 1. الناقلية الكهربائية (Conductivity):

من المعلوم أن الأملاح مواد أيونية، ومن ذلك فإن هناك علاقة طردية بين تركيزها والناقلية الكهربائية للمياه، وهذه العلاقة علاقة خطية يمكن التعبير عنها بالمعادلة التالية:

اجمالي المواد الصلبة الذائبة = ثابت × الناقلية الكهربائية للمياه (1)

وتختلف العلاقة بين قيمة الثابت في المعادلة وقيمة الناقلية بناءً على النظام المتبع في التعبير عن تركيز المواد الذائبة ، فقيمة هذا الثابت تتراوح بين 0.4 و 0.6 إذا كان النظام المستخدم هو مكافئ كلوريد الصوديوم ، بينما تبدأ قيمته من 0.6 وتصل إلى 1 إذا كان النظام المستخدم هو 442 وهذا النظام هو الأكثر استخداما للتعبير عن الأملاح الذائبة في مياه الشرب وذلك لتوافق القيم التي يمكن الحصول عليها بتطبيق المعادلة (1) مع مجموع تراكيز الأيونات الذائبة، ومن الضروري التأكد من عدم ربط قيمة تركيز الأملاح الذائبة الكلية بماهية هذه الأملاح فليس هناك رابط بين ملوحة المياه ونوع الأملاح الذائبة فيها.

2. 4. 2. الطريقة الوزنية:

تعتبر هذه الطريقة أصعب من الطريقة الأولى لكنها أكثر دقة عند التعامل مع مياه ملوثة بمركبات عضوية أو تحوي تراكيز عالية من المواد العالقة كما في مياه البرك الراكدة مثلا، وهنا يتم أخذ حجم معين من المياه وتمرر من خلال ورقة ترشيح للتخلص من المواد العالقة ثم يتم تجفيف المياه ووزن المواد المتبقية وحساب تركيز المواد الذائبة الكلية بقسمة الوزن الناتج على كمية المياه الأولية قبل التجفيف.

2. 4. 2. حساب مجموع الأيونات الذائبة:

غالبًا ما تستخدم هذه الطريقة للتأكد من صحة النتائج في الطريقتين السابقتين ولأنها تحتاج إلى إجراء عشر فحوصات مستقلة على الأقل فإنه من غير الممكن اعتمادها دائمًا لتحديد اجمالي الأملاح الذائبة في مياه الشرب الا إذا كانت مهمة في تصميم بعض وحدات المعالجة.

في مشروعنا هذا سيتم تصميم جهاز قياس TDS على طريقة الناقلية الكهربائية وذلك لتوفر الامكانيات اللازمة وسهولة التعامل بها.[9]

خاتمة

في هذا الفصل تم شرح المفاهيم الاساسية المتعلقة بالحساسات وطرق تصنيفها وتقسيمها استنادا الى الاشارات الكهربائية التي تصدرها عند تشغيلها. كما تم شرح بعض الحساسات المستعملة في المجال الكيميائي مثل حساسات الحرارة، الرطوبة، الحركة والالوان وغيرها. كما تم شرح الجانب النظري المتعلق بإجمالي المواد الصلبة المذابة وطرق قياسه وإعطاء نظرة عن بعض المصطلحات المتعلقة به. في الفصل الموالي سيتم شرح الطريقة المتبعة في تصميم جهاز قياس TDS والمتطلبات اللازمة في ذلك.

الفصل الثاني:
تصميم ومحاكاة نظام قياس الـTDS

مقدمة

ازداد الاهتمام بالمحاكاة كطريقة مناسبة وفعالة بعد ظهور الحواسيب، حيث أصبحت عملية محاكاة المفاهيم والأنشطة والتجارب تتم عبر جهاز الكمبيوتر. اضافة الى ذلك تلعب عملية المحاكاة دورا مهما في تصميم وانجاز الانظمة مثل اجهزة القياس الحديثة والذكية. في هذا الفصل سيتم شرح البرامج المستخدمة في محاكاة القطع الصلبة، البرمجيات المستعملة، و أهم مكونات نظام قياس اجمالي المواد الصلبة الذائبة TDS ثم القيام بعملية المحاكاة ببرنامج Proteus و مناقشة النتائج المحصل عليها.

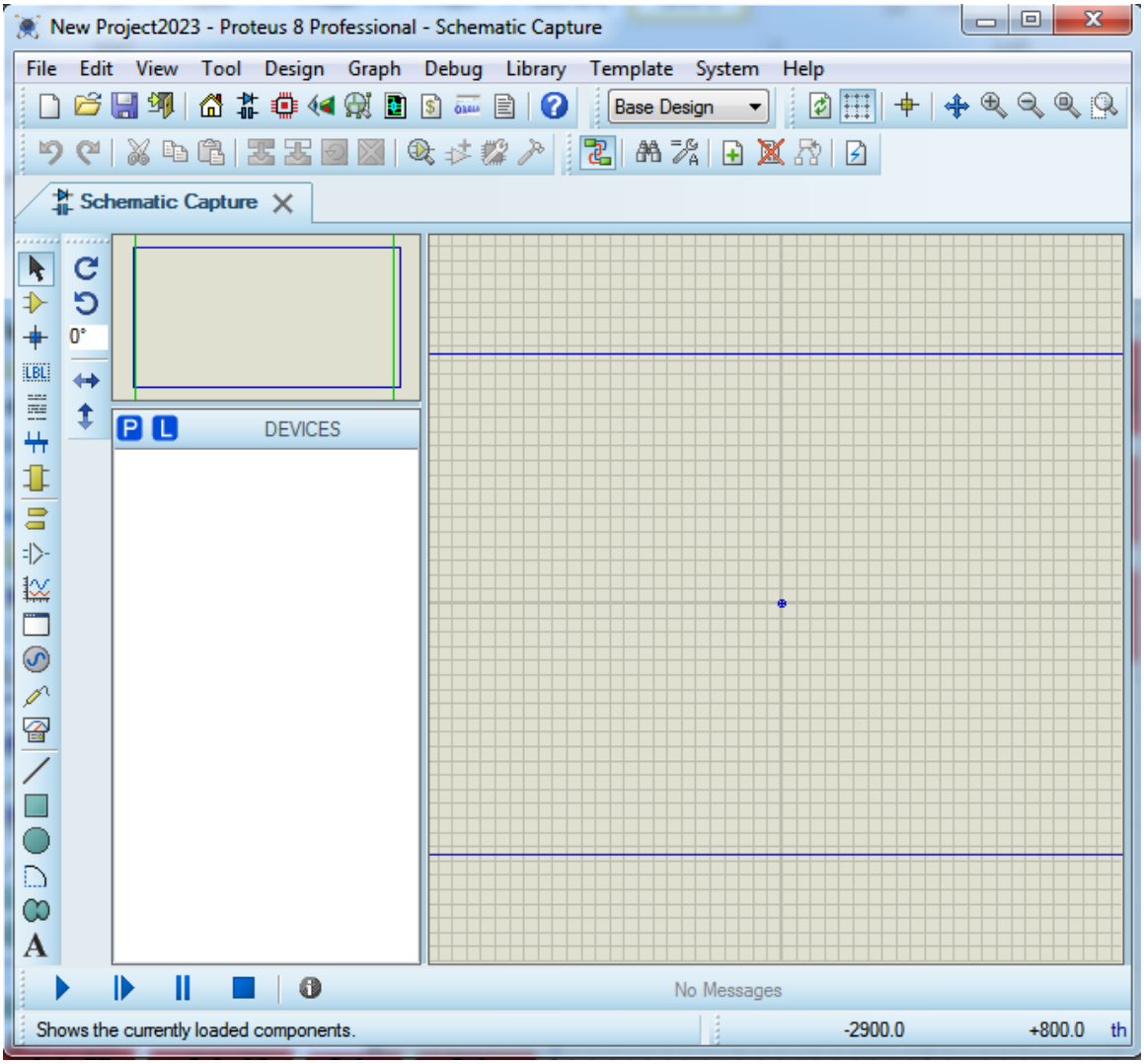
1. نظرة عامة عن عمل المشروع:

فكرة عمل المشروع تتلخص في استعمال الطريقة الكهربائية في قياس اجمالي المواد الصلبة الذائبة و ذلك باستعمال حساس ملائم لذلك الغرض و حساس درجة حرارة و رطوبة و استعمال وحدة اظهار الوقت و الزمن الحقيقي واستعمالها كمدخلات للنظام. تم اختيار هذه الوحدات بحيث تكون متوافقة مع لوحة Arduino. يعتبر هذا الاخير (Arduino) العقل الذي يقوم باستقبال الاشارات و الحساب و الترميز و فك الترميز و معالجة البيانات. يتم عرض نتائج الحساب و القياس عبر شاشة LCD مما يسمح بمعاينة القيم المتحصل عليها. في البداية تمت عملية التصميم من خلال تحديد المتطلبات الاساسية و اجراء عملية محاكاة بواسطة برنامج Proteus والذي من خلاله يمكن تعديل ومعاينة النظام ونتائج عمله.

2. المتطلبات الاساسية لعملية المحاكاة:

2. 1. برنامج المحاكاة Proteus

يعتبر Proteus مجموعة أدوات برمجية تستخدم في التصميم الإلكتروني. يستخدم البرنامج لمحاكاة الدارات و انشاء مخططات والمطبوعات الإلكترونية لتصنيع لوحات الدوائر المطبوعة. يجمع البرنامج بين محاكاة الدارات المختلطة والمكونات المتحركة ونماذج المعالجات الدقيقة لتسهيل المحاكاة المشتركة للتصميمات الكاملة القائمة على متحكم دقيق. يتمتع Proteus أيضاً بالقدرة على محاكاة التفاعل بين البرامج التي تعمل على متحكم وأي إلكترونيات تماثلية أو رقمية متصلة به. يمكن من خلاله اجراء محاكاة منافذ الإدخال / الإخراج، المقاطعات، أجهزة ضبط الوقت، وجميع الأجهزة الطرفية الأخرى الموجودة في كل معالج معتمد. ومع ظهور لوحات Arduino قام مطورو البرنامج ب طرح العديد من المكتبات التي تدعم عدد من اللوحات بالإضافة الى عدد كبير من الموديلات، العناصر والقطع المختلفة والموجودة أساسا في بيئة البرنامج. تضم أيضا بيئة المحاكاة عددا كبيرا من أجهزة القياس المختلفة ومولد للنبضات واجهات التخاطب مع بروتوكولات الاتصال المختلفة وغير ذلك من ميزات المحاكاة التي توفر الجهد والوقت في تنفيذ المشاريع المحاكاة الأخرى [10]. يمثل الشكل (10) الواجهة الاساسية لبرنامج Proteus ISIS.

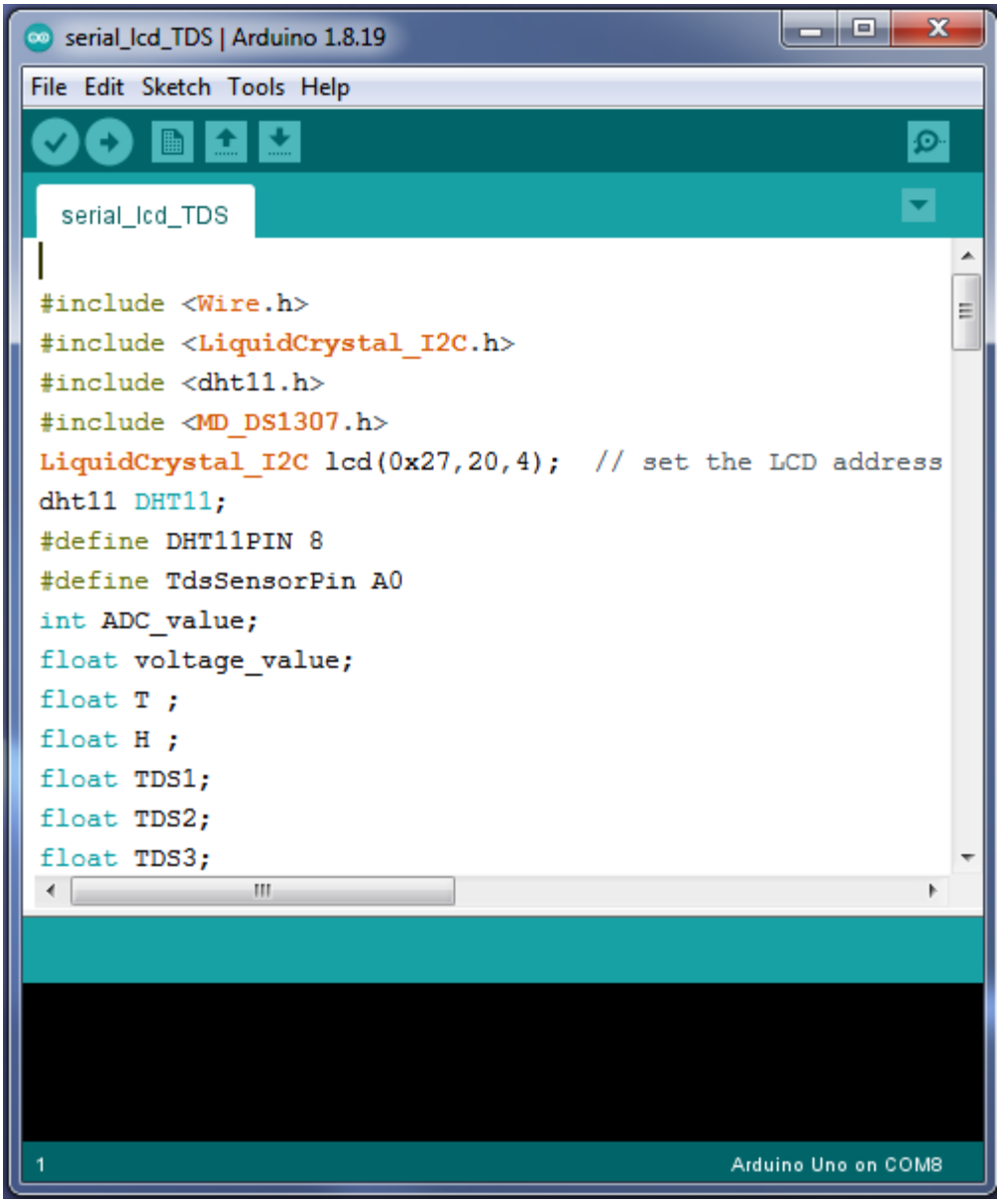


الشكل (10): تمثل واجهة البرنامج Proteus].

2. 2. لغة البرمجة Arduino IDE:

وهي عبارة عن بيئة تقدم للمبرمج الكثير من الأدوات البرمجية المجمعة كلها في مكان واحد ويتم من خلالها كتابة وتحرير الكود البرمجي وتفحصه ومن ثم تحويله إلى لغة يفهمها Arduino وتمريرها له. تعتمد Arduino IDE في أساسها على لغة البرمجة C/C ++ وتحتوي في بنيتها على العديد من المكتبيات الجاهزة والتعليمات التي تختصر الكثير من الوقت والتي تعتبر من أسهل لغات البرمجة التي تستخدم في برمجة المتحكمات المصغرة Microcontrollers. اللغة بسيطة و متوفرة بشكل مجاني، ومفتوحة المصدر open source بحيث أنه يمكنك الاطلاع على الشيفرة البرمجية وتعديلها وتطويرها. [11، 12].

تسمى البيئة التطويرية Arduino IDE التي يتم فيها برمجة لوحات Arduino وكتابة الكود البرمجي بـ Sketch (التصميم أو المخطط)، وكأي بيئة برمجة تحتوي واجهة البرنامج على قوائم وأوامر واختصارات على الواجهة الرئيسية مهمتها تسهيل كتابة الكود البرمجي وتقديم الميزات الكبيرة الموجودة في بيئة التطويرArduino IDE . [10] [13]



الشكل (11): تمثل واجهة برنامج Arduino IDE.

2. 3. لوحات Arduino:

لوحة Arduino هي عبارة عن لوحة الكترونية تم تصميمها لتساعد على بناء وإنشاء المشاريع الإلكترونية المختلفة بكل سهولة. تتسم هذه اللوحة بكونها قابلة للبرمجة board programmable، وهذا يعني أن المستخدم يقوم ببرمجتها لتؤدي الغرض المطلوب. لهذا كلما تم اتقان البرمجة كلما زادت فرصة تنفيذ دارات احترافية أكثر.

2. 3. 1. اهم مميزات Arduino:

- انخفاض السعر.
- سهولة الاستخدام (مقارنة بغيره من الدوائر المبرمجة).

- كثرة الإضافات المتوافقة مع الأردو ينو والتي تقوم بعمال متنوعة وتسمى Shields.
- موقع الانترنت الخاص بـ Arduinoمنظم ومفيد جدا arduino. Cc.
- الشهرة الواسعة والأف المستخدمين والدروس والمشاريع عبر العالم.
- يمكن ربطها بلغات برمجة قوية مثل Matlab وgava وVB.NET.
- مفتوحة المصدر مما يساعد على سرعة تطويرها. [15.14]

2. 3. 2. يوجد الكثير من تطبيقات Arduino العملية نذكر منها:

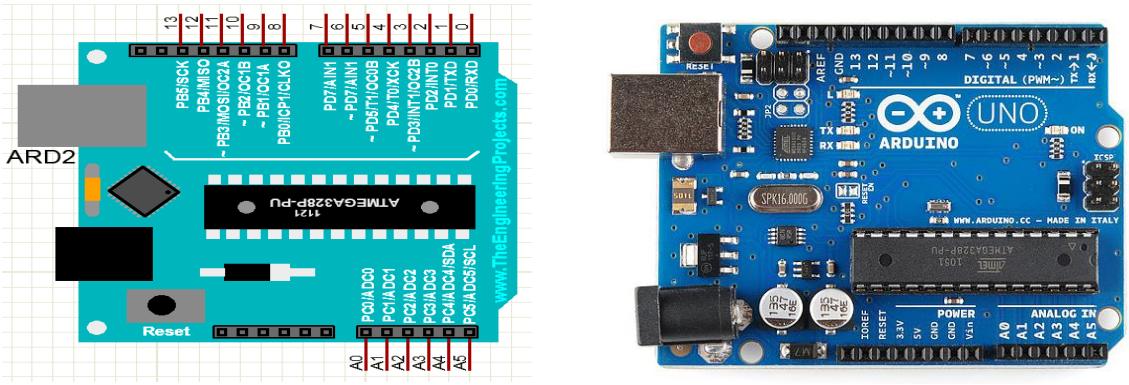
- مشاريع قياس درجة الحرارة والرطوبة والضوء .... الخ
- مشاريع التحكم بتشغيل الأجهزة وعرض النتائج على شاشة LCD
- مشاريع قياس المسافة
- التحكم بأجهزة المنزل عبر الهاتف
- صنع رجل ألي
- سقي المزروعات تلقائيا
- أجهزة انذار الحرائق جهاز تباع الشمس
- أجهزة تحديد موقع السيارات أو الأشخاص عبر الأقمار الصناعية GPS
- جهاز تباع الشمس
- مشاريع التحكم بالسيارة عن طريق لهاتف[15]

2. 3. 3. لوحة Arduino Uno:

توجد إصدارات متعددة من لوحات Arduino وبينها اختلافات في الحجم والخصائص التقنية (مثل الذاكرة وعدد المنافذ) نكتفي بشرح لوحة Arduino Uno فقط هنا.

لوحة Arduino Uno تعتبر من أشهر الانواع، وذلك لما تمتاز به من ناحية الحجم و الثمن المنخفض و توفر عدد منافذ مناسب يفي بالغرض.

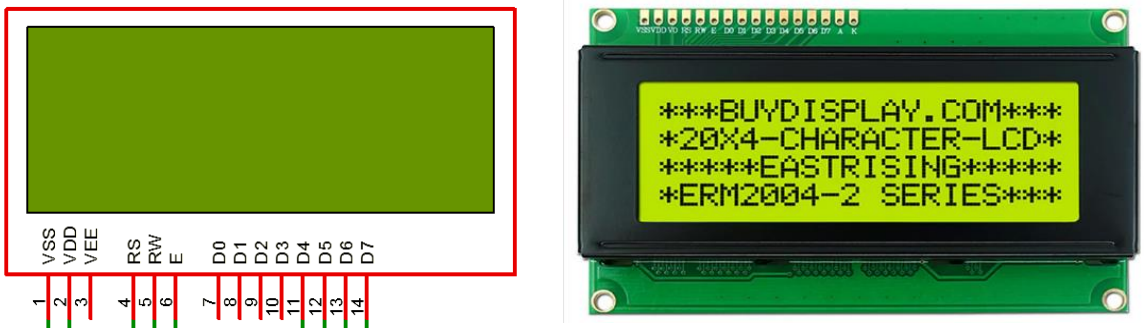
تحتوي لوحة Arduino Uno على 14 منفذا يمكن استخدمها كمدخل أو مخرج الإشارة الرقمية (1أو0) وعلى 6 منافذ بها خاصية PWM كما يوجد بها أيضا 6 منافذ من النوع التماثلي (ANALOG) ومخرج واحد للنظام للاتصال التسلسلي UART. يوفر برنامج Proteus امكانية محاكاة هذه اللوحة مما يسهل عملية التصميم و التجريب.



الشكل (12): تمثل لوحة Arduino UNO على اليمين اللوحة الحقيقية والتي على اليسار نموذج في برنامج المحاكاة Proteus

2. 4. شاشة الكريستال السائلة LCD:

شاشة العرض البلوري السائل أو باختصار LCD ،تعتبر من أهم وسائل عرض البيانات المرسلة إليها من لوحة Arduino وتتميز بسهولة استخدامها وانخفاض التكلفة المادية وإمكانية عرض البيانات وبعض الرموز والأشكال، كما تحوي بداخلها معالج خاص لتسهيل التعامل معها حيث يكون هو المسؤول عن العمليات المعقدة للإظهار على الشاشة كما تحتوي على ذاكرة لحفظ الرموز و الأحرف المطلوب عرضها على الشاشة ، تتوفر الشاشة بعدة قياسات و أحجام و تقاس عادة هذه الشاشة بعدد الأسطر و الأعمدة التي تحتويها الشاشة، لكن و مهما اختلفت أبعاد الشاشة يبقى لها نفس الأقطاب الخارجية للتحكم [16]أكثر الشاشات شيوعا نذكر منها :4*20. 2*20. 2*16. 1*24. 1*20. 1*16.[14] . كما يمكن محاكاة هذه الشاشة في برنامج Proteus.

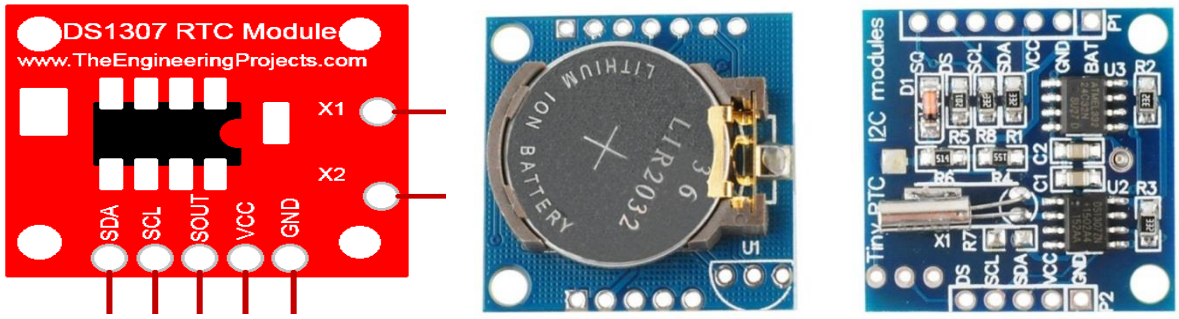


الشكل (13):تمثل شاشة الكريستال السائلة 20*4 والصورة على اليمين شاشة حقيقية والتي على اليسار نموذج في برنامج المحاكاة Proteus [17].

2. 5. ساعة الزمن الحقيقي DS1307 RTC :

عبارة عن لوحة إلكترونية صغيرة ترسل الوقت والتاريخ الحقيقي إلى أي متحكم (Arduino Uno في حالتنا هنا) ومن مميزاتها أنها تعمل على حفظ الوقت ثانية، دقيقة، ساعة، يوم، شهر، سنة. يتم تعديل تاريخ نهاية الشهر تلقائيا بما في ذلك

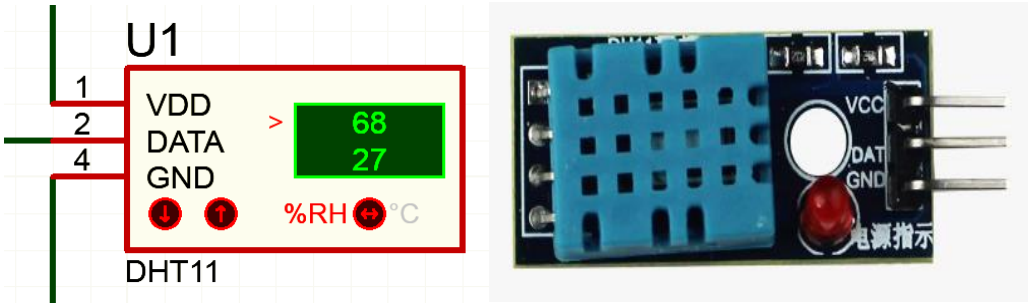
التصحيحات للسنة الكبيسة، حتى عند فصل (Arduino) والطاقة عنها، وتلعب قطعة RTC دورا مهما في المشاريع التي تعتمد على الوقت الحقيقي وتتكون من دارة متكاملة DS1307 ومهتز كريستال بقيمة 32.768KHZحيث يعطي هذا المهتز إشارة في كل ثانية وبطارية بقيمة 3.3V تعمل كمصدر طاقة احتياطي لتبقى الدارة في حالة عمل واستمرارية عمل الساعة [18]



الشكل (14): تمثل دارة ساعة الوقت الحقيقي DS1307RTC على اليمين الدارة الحقيقية وعلى اليسار نموذج في برنامج المحاكاة Proteus [18.17,].

2. 6. حساس الحرارة والرطوبةDTH11 :

رغم أنه بسيط ومنخفض التكلفة لكنه مفيد جدا للباحث حيث يتكون من جزئيين: مستشعر سعوي capacitive (sensor) خاص بقياس الرطوبة، ومقاومة تابعة لدرجة الحرارة(thermistor) يعتبر من أشهر الحساسات حيث يقوم بتوليد اشارة رقمية تمثل بيانات الرطوبة والحرارة معا وتتم قراءة هذه البيانات بواسطة متحكم وهوArduino Unoالذي يمنحه قيمة دقيقة جدا[19]. مجال قياس درجة الحرارة لهذا المستشعر هو من 0° إلى 50° درجة مئوية ونطاق قياس الرطوبة يتراوح بين من 20 %إلى 80 % كما يتطلب مستشعر DHT11 مصدر طاقة من 3 الي 5 فولط [20].

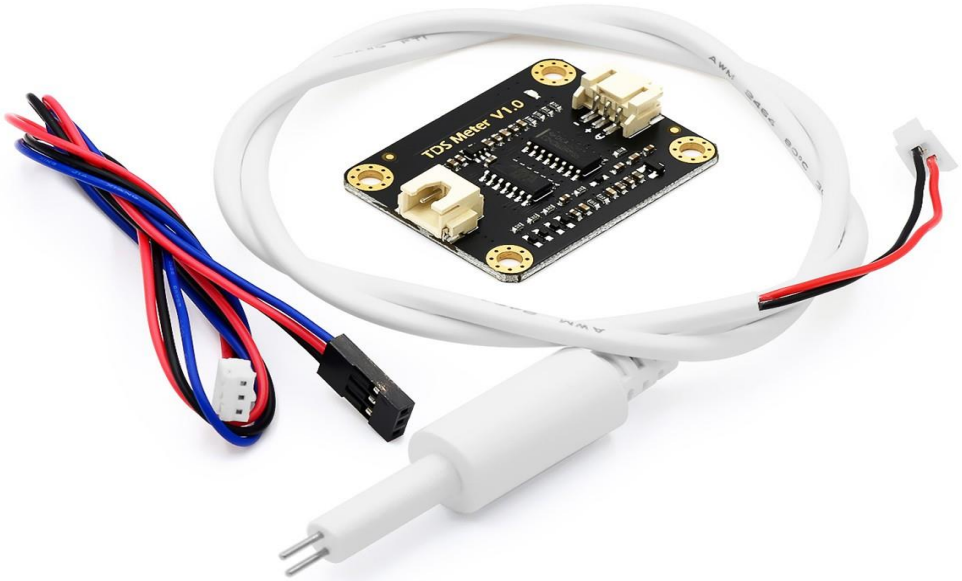


الشكل (15): حساس DHT11 على اليمين الدارة الحقيقية وعلى اليسار نموذج في برنامج المحاكاة Proteus

2. 7. حساس TDS:

يكتشف حساس المواد الصلبة الذائبة (TDS) مستويات اجمالي المواد الصلبة الذائبة (TDS) في الماء والتي يمكن استخدمها للإشارة الى جودة المياه. كلما زاد اجمالي محتوى المواد الصلبة الذائبة انخفضت تعكر الماء. يتم قياس اجمالي المواد الصلبة الذئبة (TDS) كحجم من الماء بوحدة (mg/L) والمعروف أيضا باسم الأجزاء لكل مليون (ppm)[21] حيث ان مستشعر TDS متوافق مع وحدات تحكم **Arduino**، ومصنوع من الفولاذ المقاوم للصدأ وله خصائص الأداء المستقر

والحساسية و يعتمد مبدأ عمله على الناقلية الكهربائية مثلنا تم الاشارة الى ذلك في الفصل الاول[22]. لا يتوفر برنامج Proteus على نموذج لهذا الحساس و بذلك تم استعمال مقاومة متغيرة لمحاكاة عمله.



الشكل (16): صورة حساس TDS.

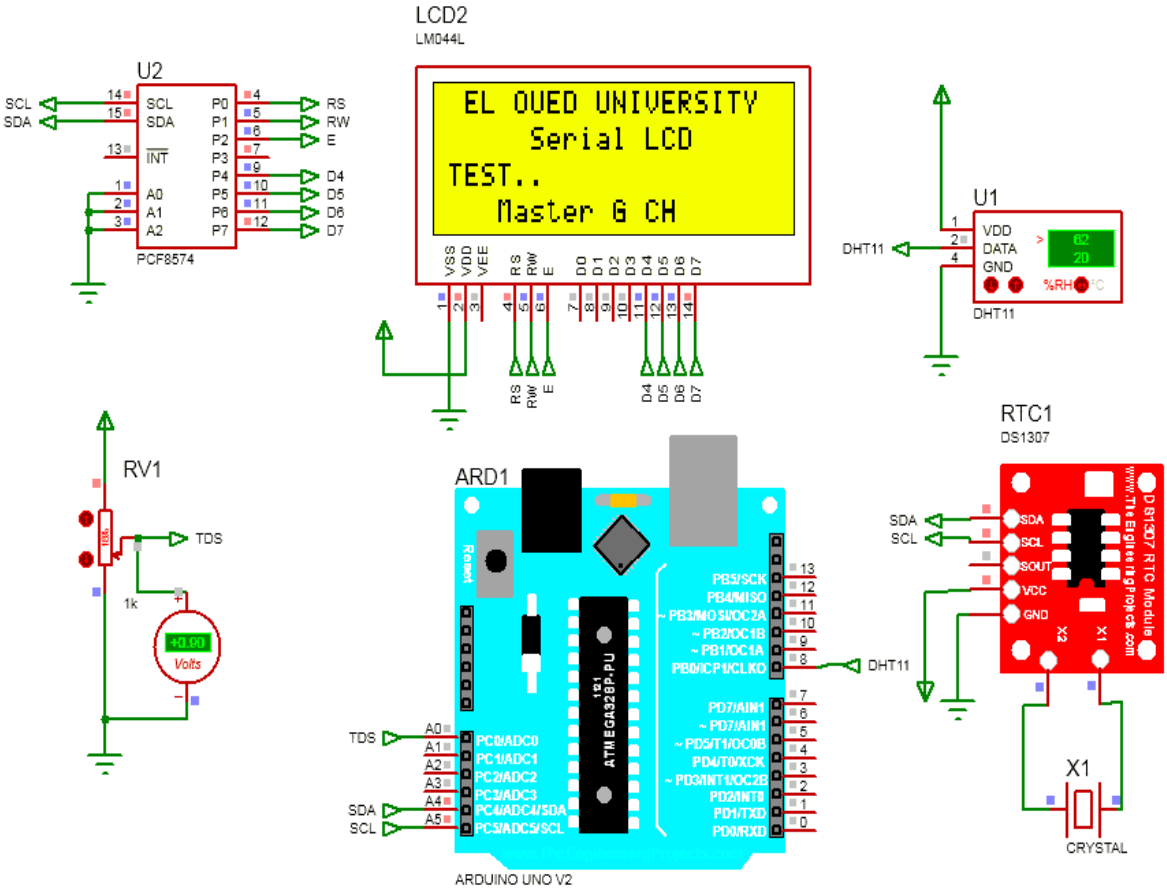
3. المحاكاة و مناقشة النتائج:

لتصميم جهاز قياس قيمة TDS تم ربط القطع الالكترونية المتمثلة في شاشة الكرستال السائلة LCD، حساس DHT11 لقياس الحرارة والرطوبة وكذلك وحدة RTC لإظهار الوقت والتاريخ مع لوحة Arduino Uno ،ووضع مقاومة متغيرة بدلا من حساس TDS (لعدم توفر مكتبة حساس TDS في Proteus). على برنامج المحاكاة Proteus يتم تغير قيمة المقاومة وملاحظة اختبار مدى فاعلية الكود البرمجي. الحالات التي تظهر هي (مثالي IDEAL، ممتازEXCELLENT ، جيدGOOD ، معدنيMINERAL ، غير مقبولINACCEPTABLE) و التي تمت برمجتها وفقا للمعايير المبينة في الجدول التالي:

الجدول (01): قيم TDS و ما يوافقها من عبارات على شاشة LCD. **[23]**

قيمة TDS	العبارة الموافقة التي تظهر على الشاشة
أقل من 100 ppm	مثالي IDEAL
أكبر من 100 و أقل من 200 ppm	ممتازEXCELLENT
أكبر من 200 و أقل من 300 ppm	جيد GOOD
أكبر من 300 و أقل او يساوي 500 ppm	معدنيMINERAL
أكبر تماما من 500 ppm	غير مقبول INACCEPTABLE

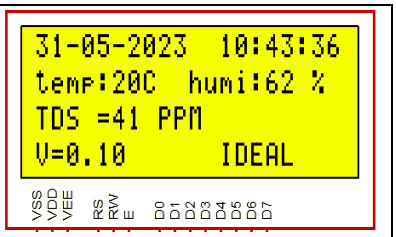
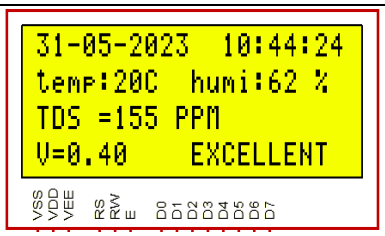
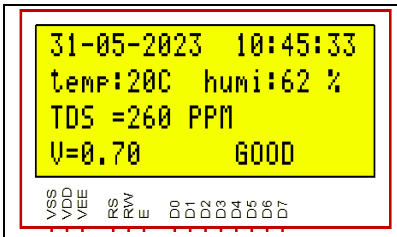
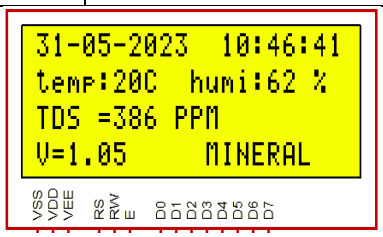
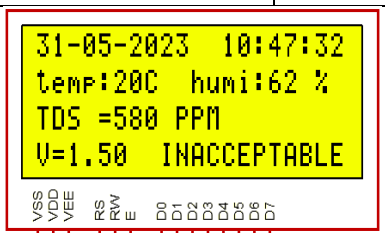
يبين الشكل (17) عملية محاكاة النظام المقترح تحت بيئة برنامج المحاكاة Proteus ISIS اين تظهر القطع التي وصفناها سابقا.



الشكل (17): توضح دارة تصميم نظام لقياس المواد الصلبة الذائبة على برنامج Proteus

يبين الجدول (02) نتائج محاكاة نظام القياس المقترح المتحصل عليها، حيث تم تغيير القيم عبر المقاومة المتغيرة و التي تضاهي عمل حساس TDS .

الجدول (02): يوضح الجدول التالي شاشات الLCD في الحلات البرمجة.

		
تمثل شاشة الLCD في الحالة المثالية	تمثل شاشة الLCD في الحالة الممتاز	تمثل شاشة الLCD في الحالة الجيد
		
تمثل شاشة الLCD في الحالة المعدنية	تمثل شاشة الLCD في الحالة الغير المقبولة	

الخاتمة:

في هذا الفصل تم شرح و وصف الخطوات اللازمة لتصميم نظام قياس اجمالي المواد الصلبة الذائبة TDS، حيث تم الاعتماد على برنامج Proteus لإجراء عملية المحاكاة وذلك بهدف معاينة النتائج وإصلاح الاخطاء في حال حدوثها دون اللجوء الى التعديل في القطع الصلبة. و قد بينت النتائج المتحصل عليها امكانية تحويل المحاكاة الى جهاز حقيقي باستعمال القطع و الوحدات الحقيقية التي تتوفر في المتاجر المتخصصة، الامر الذي سيتم شرحه و مناقشته في الفصل الثالث.

الفصل الثالث:
تنفيذ وانجازجهاز قياس الـTDS

المقدمة:

منذ وقت ليس ببعيد ، كان العمل في تصنيع الدوائر الإلكترونية لأداء وظيفة محددة يعني بناء وتصميم معقد يتضمن مكونات مثل المقاومات والمكثفات والترانزستورات. لكن كل هذا كان قبل ثورة المتحكمات الدقيقة ولوحات التطوير. أما بعد التطور، اشتهر العالم بالعديد من أنواع المتحكمات الإلكترونية ، مثل Pic و STM family؛ و Raspberry Pi وMSP و التي تتميز بمقدرة قوية، و لها القدرة على التحكم في مختلف المكونات الإلكترونية والبرمجيات حيث يمكن للمستخدمين والمهنيين إنشاء أجهزة تحتوي على أجهزة استشعار وملحقات للتفاعل مع التطبيقات بتكلفة زهيدة وبسهولة بناءً على لوحة تحكم. لكن Arduino يختلف مع مجموعة من الأشياء التي تجعله مميزًا من حيث البساطة والسعر والتركيب. سنقوم في هذا الفصل بشرح كيفية تصميم جهاز قياس TDS وتجريبه مع عدة أنواع من المياه.

1. القطع الالكترونية والمواد المستعملة في عملية إعداد وتصميم جهاز قياس TDS:

1. 1. الأدوات والقطع الالكترونية:

مثل ما تم الاشارة اليه في الفصل السابق، المشروع يحتوي على القطع التالية:

- ✓ لوحة Arduino UNO.
- ✓ حساس درجة الحرارة والرطوبة DHT11.
- ✓ حساس TDS مع دارة تكييف.
- ✓ وحدة حفظ الوقت والتاريخ DS1307RTC.
- ✓ شاشة عرض النتائج.LCD 20*4
- ✓ أسلاك توصيل.
- ✓ جهاز كمبيوتر.
- ✓ كابل USB.
- ✓ مقاومة متغيرة Potentiometer.
- ✓ ميزان.
- ✓ بيشر سعته 300ml.
- ✓ فولط متر.

1. 2. المواد المستعملة:

لإجراء فحص و تجارب القياس للمشروع المقترح تم استخدام المواد التالية

- ✓ ماء مقطر من شركة "نفطال".
- ✓ ماء مقطر ذو علامة "أفرست".
- ✓ ملح طعام ذو العلامة التجارية "الثيقة".
- ✓ ملح طعام ذو العلامة التجارية "الشطي".

1. 3. موصفات لوحة التكييف المستخدمة مع حساس TDS:[23]

- جهد التشغيل: DC 3.3 ~ 5.5V .
- جهد المخرج: 0 ~ 2.3V .
- تيار التشغيل: 3 ~ 6mA .
- نطاق قياس المواد الصلبة الذائبة: 0 ~ 1000ppm .
- دقة قياس المواد الصلبة الذائبة:(25 ℃) F.S. ± 10% .

4.1/ موصفات حساس TDS:[23]

- عدد الإبر: 2
- الطول الإجمالي: 60 سم
- مسبار مقاوم للماء

2. الكود البرمجي باستخدامArduino IDE :

كتابة الكود البرمجي الخاص بجهاز قياس TDS لوصف صلاحية المياه.

تم استخدام المكتبات المتوفرة كمكتبة (LCD) الخاصة بالشاشة، ثم مكتبة (DS1307) الخاصة بساعة الزمن الحقيقي ومن بعد ها مكتبة (DHT11) الخاصة بدرجة الحرارة والرطوبة. يتم التعريف بمجموعة من المتغيرات التي من أساسها يُبنى جهاز قياس قيمة TDS. ثم وضع كل التعليمات المتعلقة بالقطع الإلكترونية لتهيئة الشاشة وساعة الزمن الحقيقي وحساس الحرارة والرطوبة. للتحقق من صحة الكود البرمجي عدم احتوائه على الأخطاء يجب فحصه عن طريق الزر Verify. بعد التحقق يمكن رفع الكود إلى لوحة Arduino و ذلك بالضغط على زر Upload.

3. دالة تحويل الحساس:

ويقصد بها العملية الرياضية التي تسمح بالانتقال من القيم الكهربائية المقاسة الى قيمة الـTDS . العلاقة (1) تمثل التعليمة البرمجية التي تقوم بإرجاع قيمة الفولط الذي ترسله دارة تكييف حساس TDS بشكل رقمي.

$$\boldsymbol{ADC\_value = analogRead\ (TdsSensorPin)} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\ (\mathbf{1})$$

القيمة المرجعة بواسطة العلاقة (1) محصورة بين 0 و 1023 أي ما مجموعه 1024 قيمة. حيث القيمة 0 تقابلها 0 فولط، و القيمة 1023 تقابلها 5 فولط حيث يتم تحويل هذه القيم الى فولط بواسطة العلاقة (2). تمثل اقل قيمة يقيسها Arduino Uno بواسطة المحول التناظري الرقمي هي 0.00488V، بحيث كل قيمة اقل من 0.00488V يعتبرها الأردوينو 0V، كما هو موضح في المعادلة التالية:

$$\mathbf{5/1024 = 0.00488} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\ (\mathbf{2})$$

ولقياس قيمة TDS نترجم القيمة المتحصل عليها من **ADC_value** الى **voltage** بالمعادلة التالية:

$$voltage = ADC_value * 0.00488V \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

تمثل دالة تحويل الحساس والتي تنقل النتيجة من الجهد الى قيمة TDS:

$$TDS = \frac{(133.42 * (voltage)^3 - 255.86(voltage)^2 + 857.39(voltage))}{2}$$

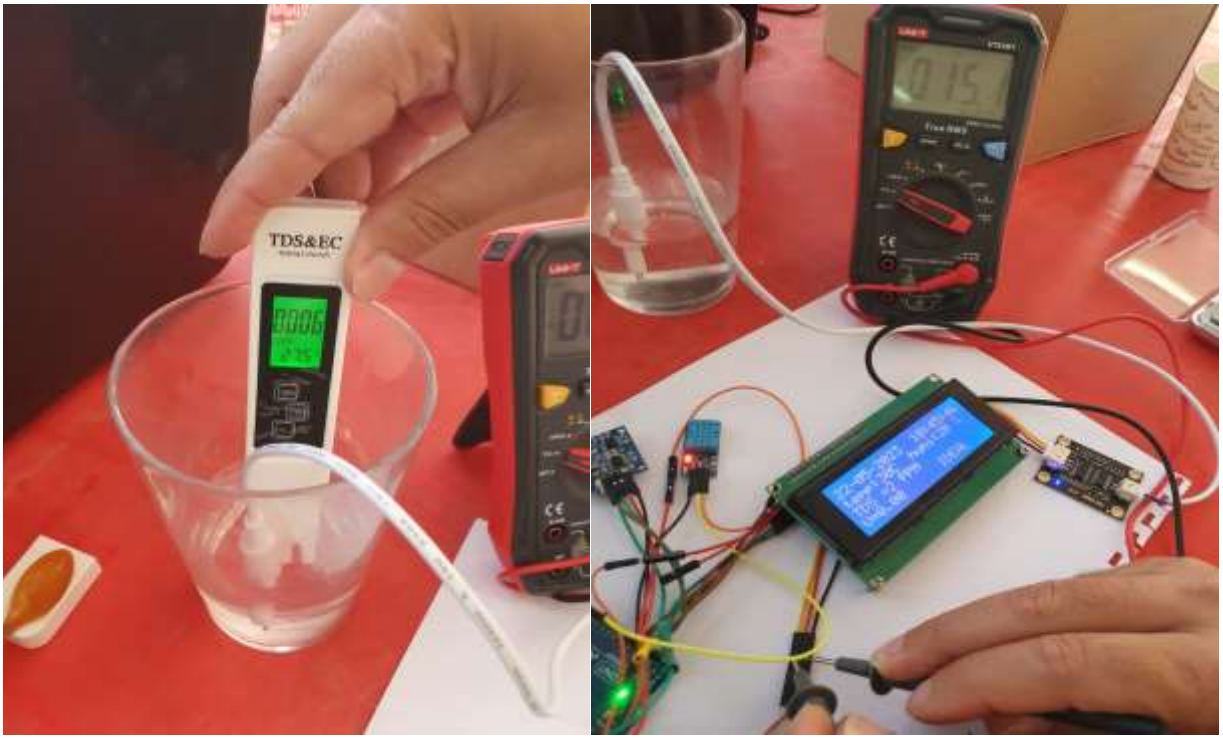
4. التحقق من القياس تجريبيا:

بهدف قياس الـTDS قمنا في بداية التجربة بتوصيل الحساس بلوحة Arduino ، حيث تم غمر الحساس في نوعين مختلفين من الماء المقطر وبعض المحاليل المحضرة والمياه الاكثر استعمالا في الولاية، وذلك بهدف قياس الإشارة الكهربائية التي من خلالها نتمكن من حساب قيم TDS المختلفة. يقوم الكود البرمجي Arduino بتحويل الإشارة إلى قيم TDS، كما تم مقارنة النتائج بجهاز تجاري يعطي أرقام صحيحة.

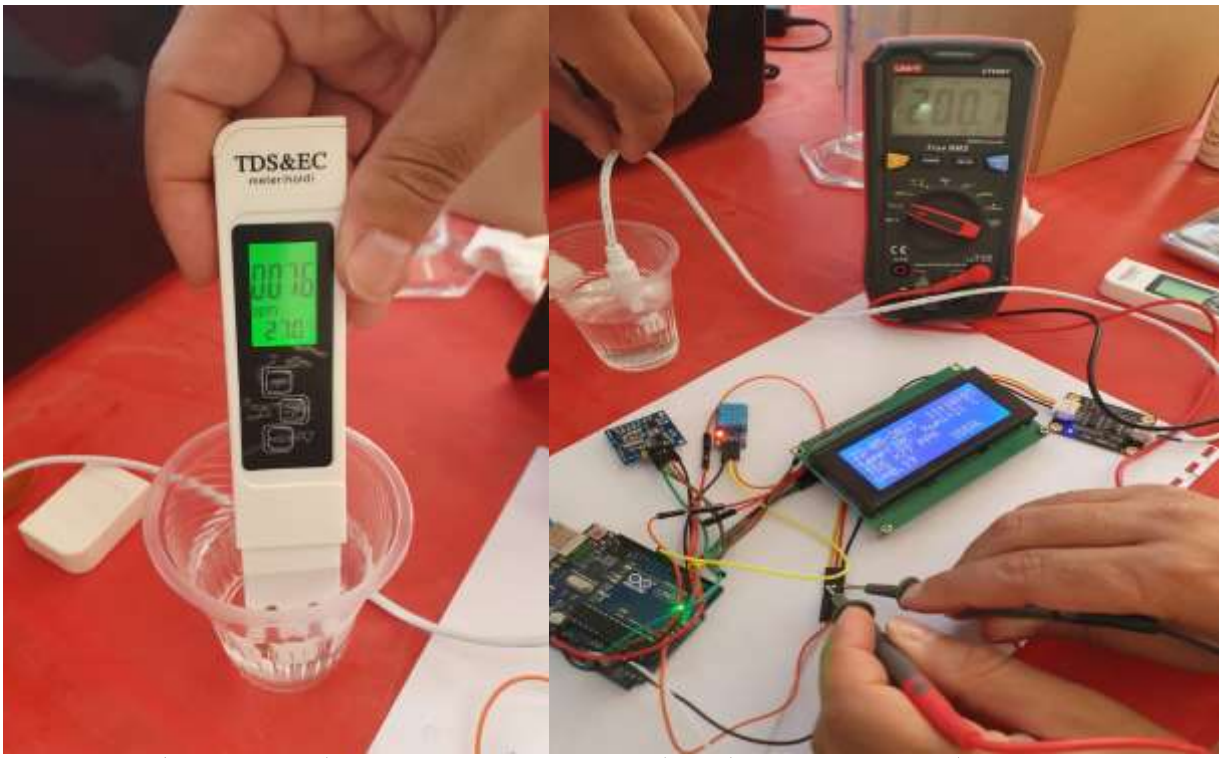
- انواع المياه المقطر المستعملة في التجربة ماء مقطر نفطال وأفرست:

الشكل (18): تمثل الصورة على اليمين ماء مقطر نفطال وعلى اليسار ماء مقطر أفرست

- في الأول قمنا بقياس TDS الماء المقطر لكلا النوعين.



الشكل (19): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال ماء مقطر "نفطال."

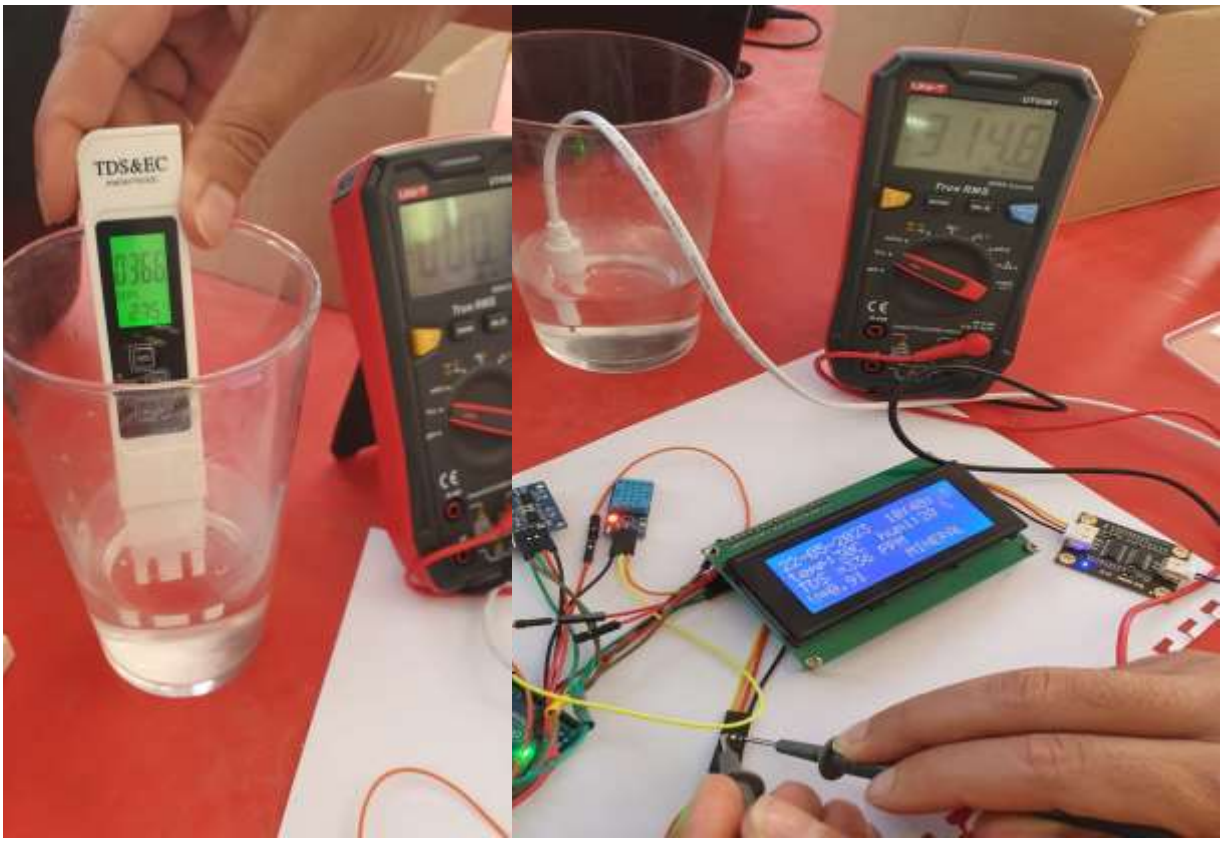


الشكل (20): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال ماء مقطر "أفرست."

الجدول (02): يوضح الجدول التالي نتائج الTDS وما يقابلها من جهد ودرجة حرارة للعينات التي تم تجريبها "المياه المقطرة"

نوعية الماء	TDS (ppm) النظام	TDS (ppm) الجهاز التجاري	درجة الحرارة (c°)	الجهد الصادرمن فولط متر (V)	الجهد الصادر من الحساس (V)
ماء مقطر نفطال	2	6	27.5	0.015	0.01
ماء مقطر أفرست	77	76	27	0.20	0.19

بعدما تم التعرف على قيمة TDS لماء المقطر المستعمل قمنا بتحضير خمس محاليل تتكون من الماء المقطر من شركة نفطال وملح الطعام حيث قمنا بنوعين مختلفين من ملح الطعام الأول ملح طعام الثيقة والنوع الثاني ملح طعام من نوع شطي.



الشكل (21): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال "المحلول الاول."

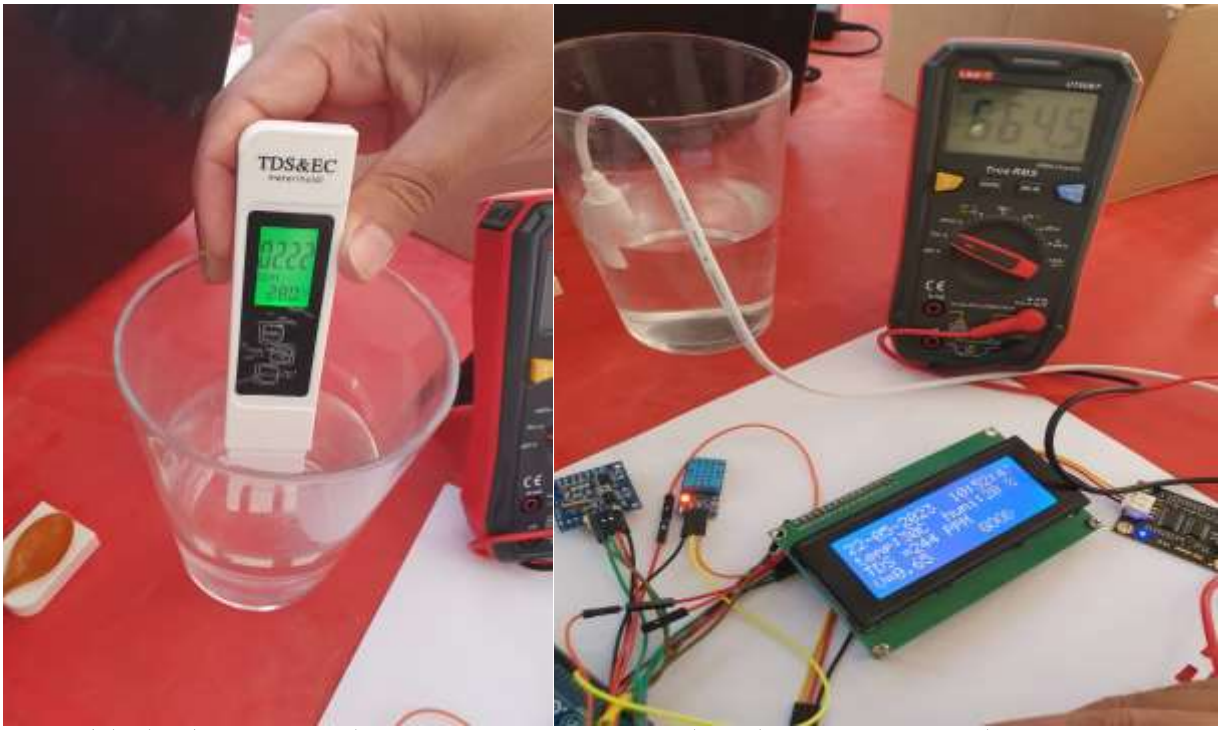
المحلول الأول: نضع في بيشر حجم 150ml من الماء المقطر "نفطال"، ثم نقوم بوزن 0.05g من ملح الطعام "الثيقة" ونضيفه الى الماء المقطر ونحرك المحلول جيدا.

المحلول الثاني: نضع في بيشر حجم 250ml من الماء المقطر" نفطال"، ثم نقوم بوزن 0.05g من ملح طعام "الثيقة "ونضيفه الى الماء المقطر ونقوم بتحريك جيدا.

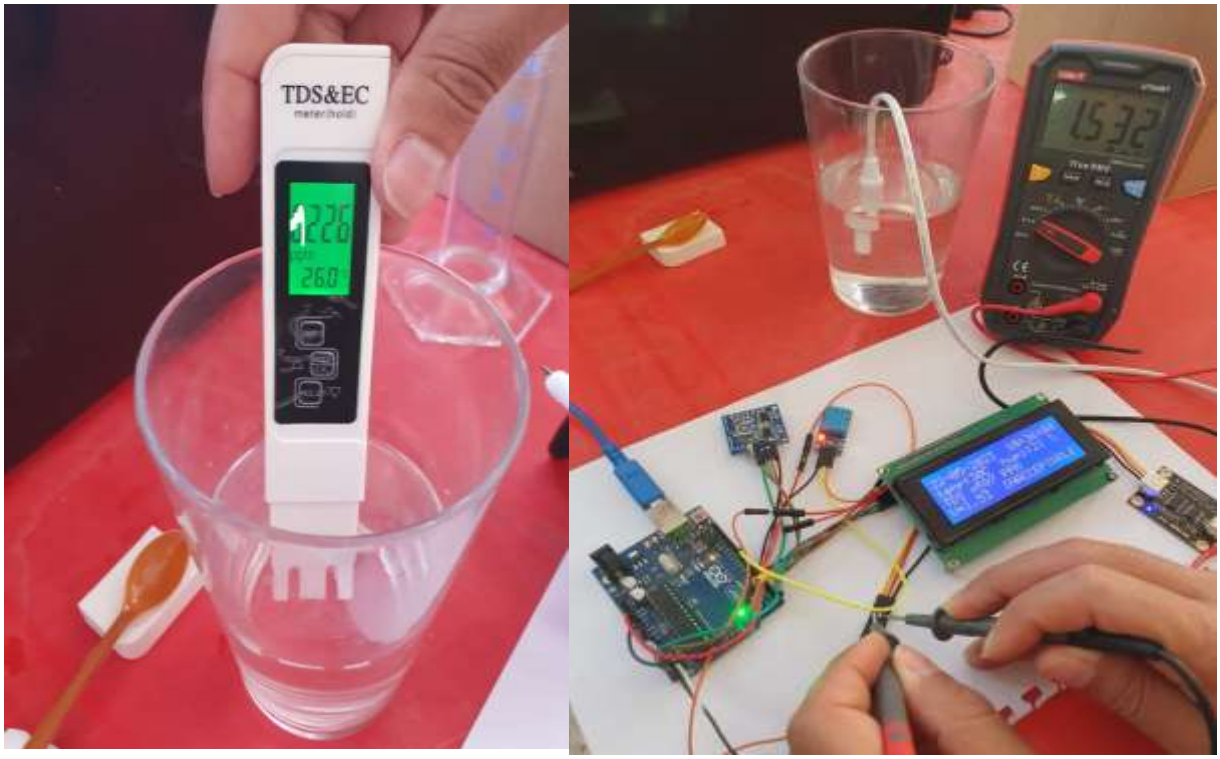
المحلول الثالث: نضع في بيشر حجم 250ml من الماء المقطر"نفطال"، ثم نقوم بوزن 0.5g من ملح الطعام "الثيقة "ونضيفة الى الماء المقطر ونقوم بتحريك جيدا.

المحلول الرابع:نضع في البيشر حجم 150ml من الماء المقطر "لنفطال"،ثم نقوم بوزن 0.05g من ملح الطعام "شطي" ونضيفه الى الماء المقطر ونقوم بتحريك جيدا.

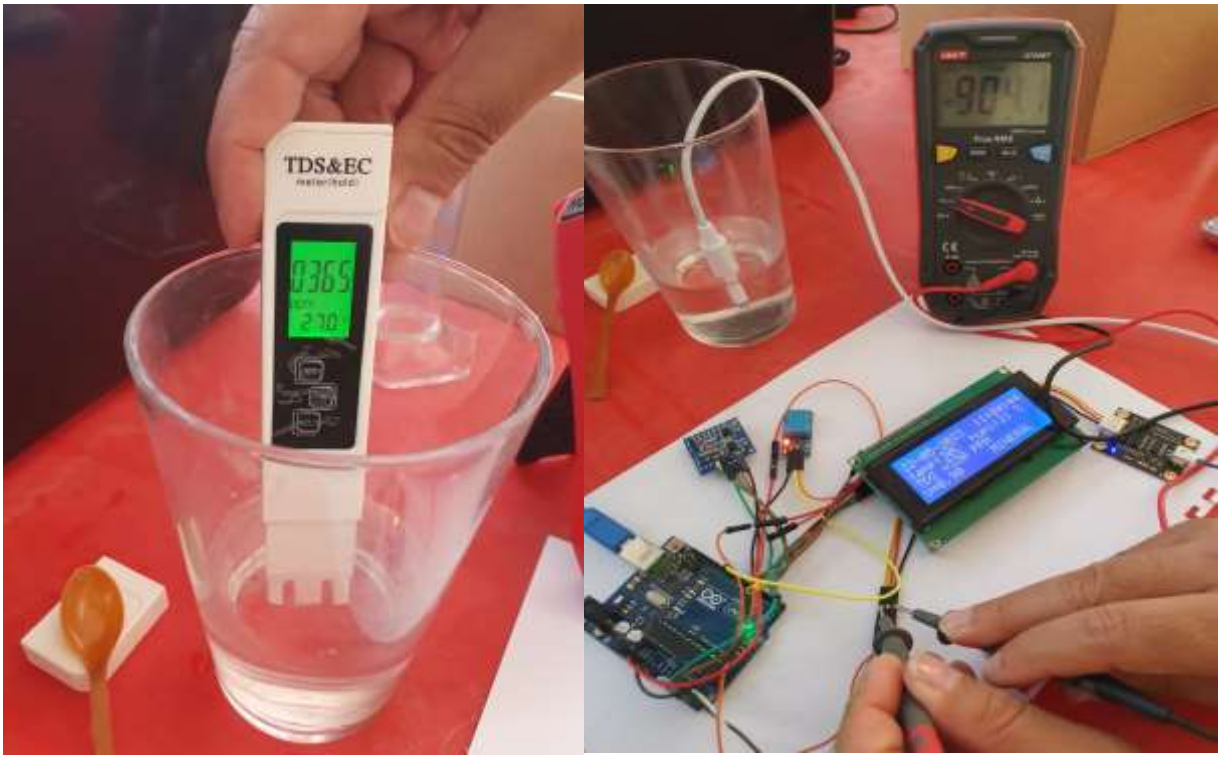
المحلول الخامس:نضع في بيشر حجم 250ml من الماء المقطر "لنفطال "،ثم نقوم بوزن 0.05g من ملح الطعام" شطي"ونضيفه الى الماء المقطر ونقوم بتحريك جيدا.



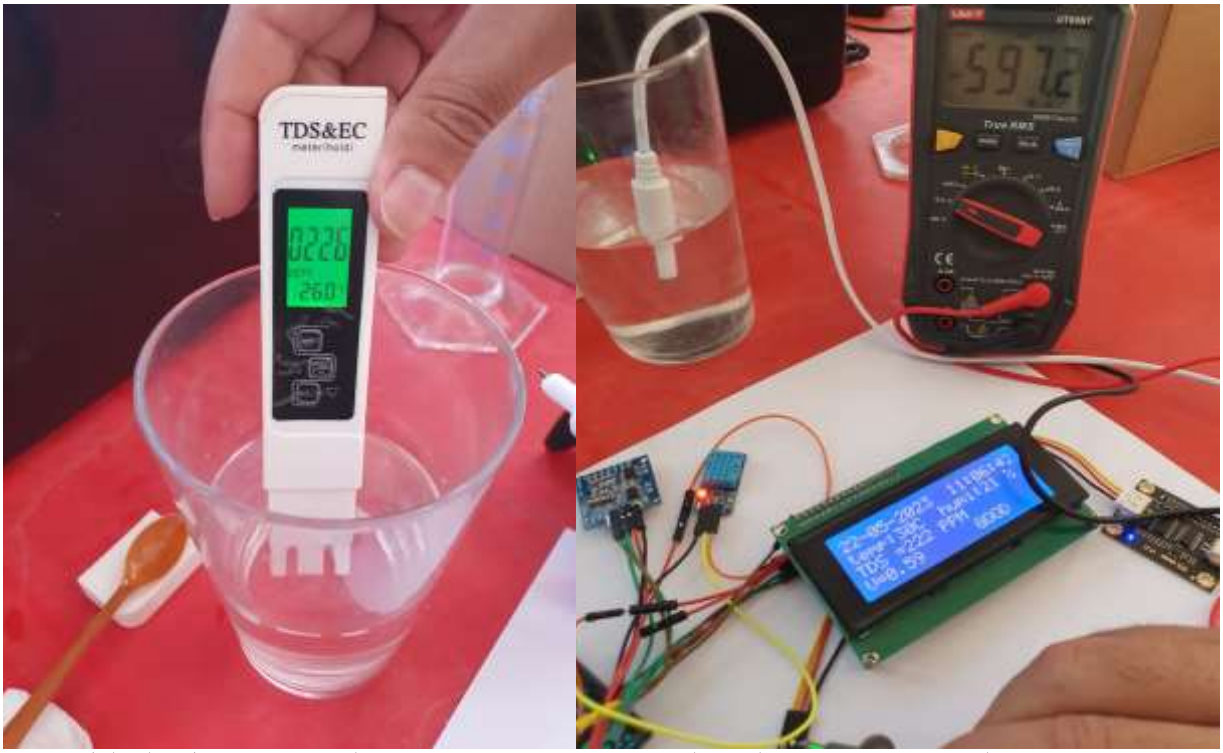
الشكل (22): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال "المحلول الثاني ."



الشكل (23): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال "المحلول الثالث ."



الشكل (24): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال "المحلول الرابع ."

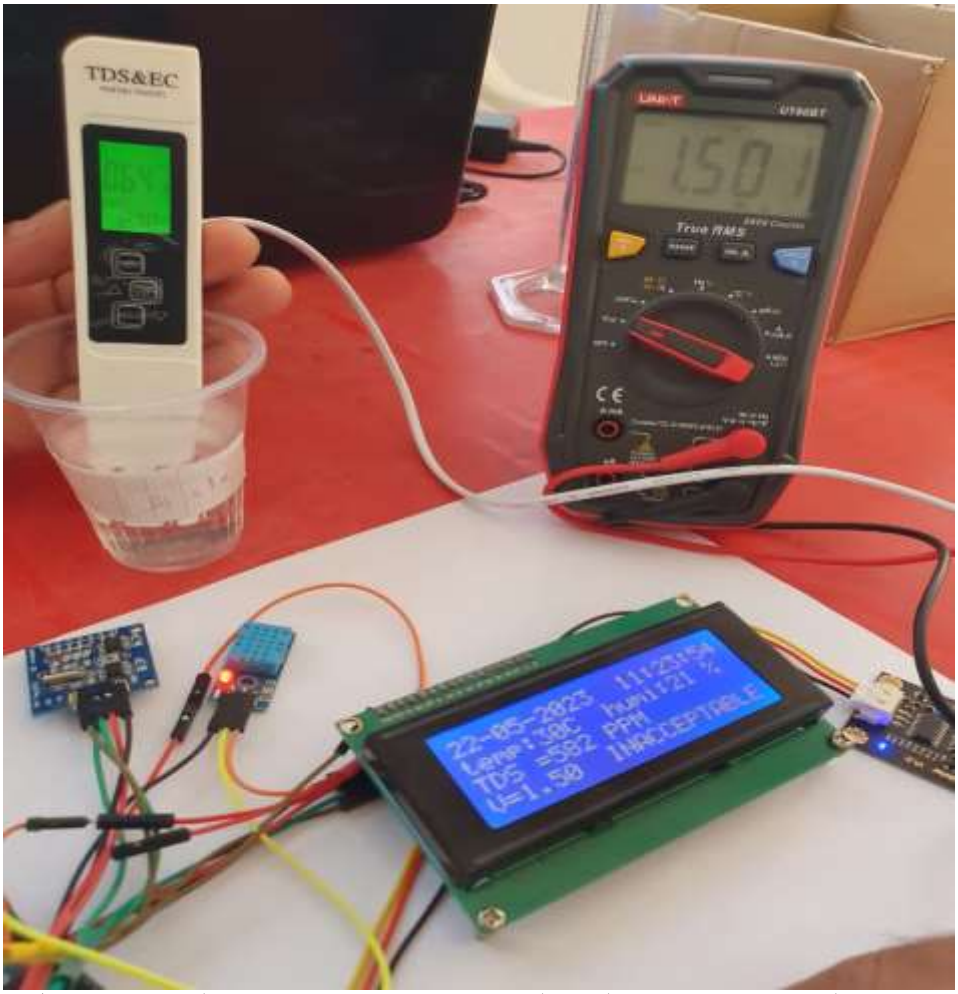


الشكل (25): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال "المحلول الخامس ."

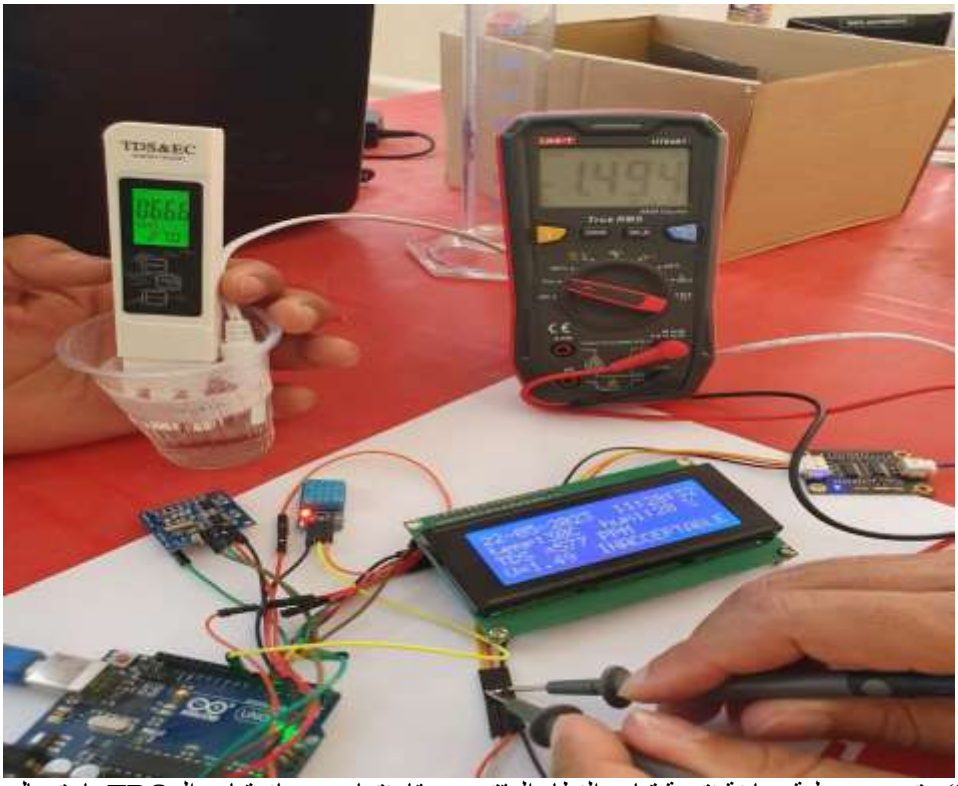
الجدول (03): يوضح الجدول التالي نتائج الTDS وما يقابلها من جهد ودرجة حرارة للعينات التي تم تجريبها "المحاليل المحضرة"

رقم المحلول	TDS (ppm) النظام	TDS (ppm) الجهاز التجاري	درجة الحرارة (c°)	الجهد الصادرمن فولط متر (V)	الجهد الصادر من الحساس (V)
المحلول الأول	336	366	27.5	0.915	0.91
المحلول الثاني	244	222	28	0.66	0.65
المحلول الثالث	597	1226	26	1.53	1.53
المحلول الرابع	330	365	27	0.904	0.90
المحلول الخامس	222	228	26	0.597	0.59

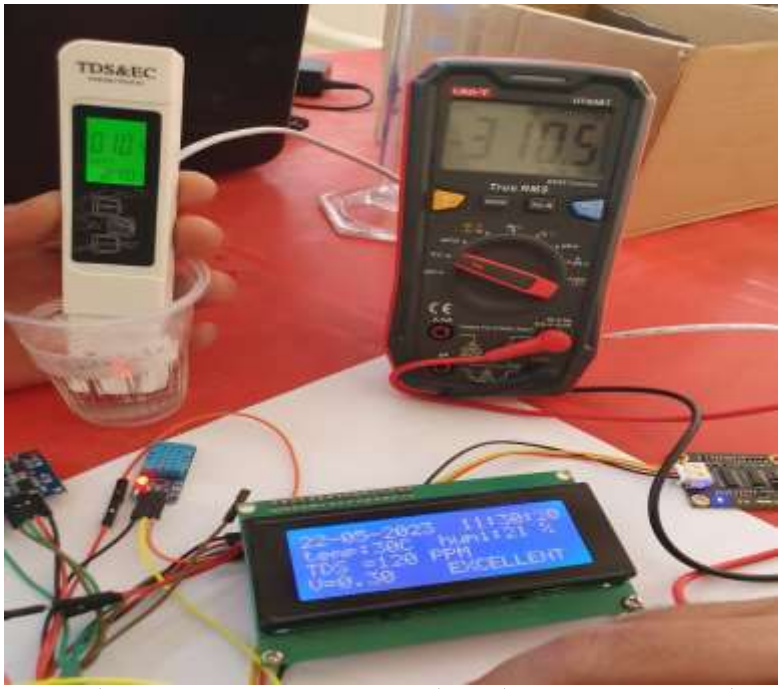
بعدما تم التجريب على المحاليل التي تم تحضيرها قمنا بتجربته على المياه المستعملة بكثرة في ولاية الوادي (ماء بئر، ماء حنفية، ماء فلتري، ماء معدني).



الشكل (26): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال ماء "بئرمنطقة المقرن ."

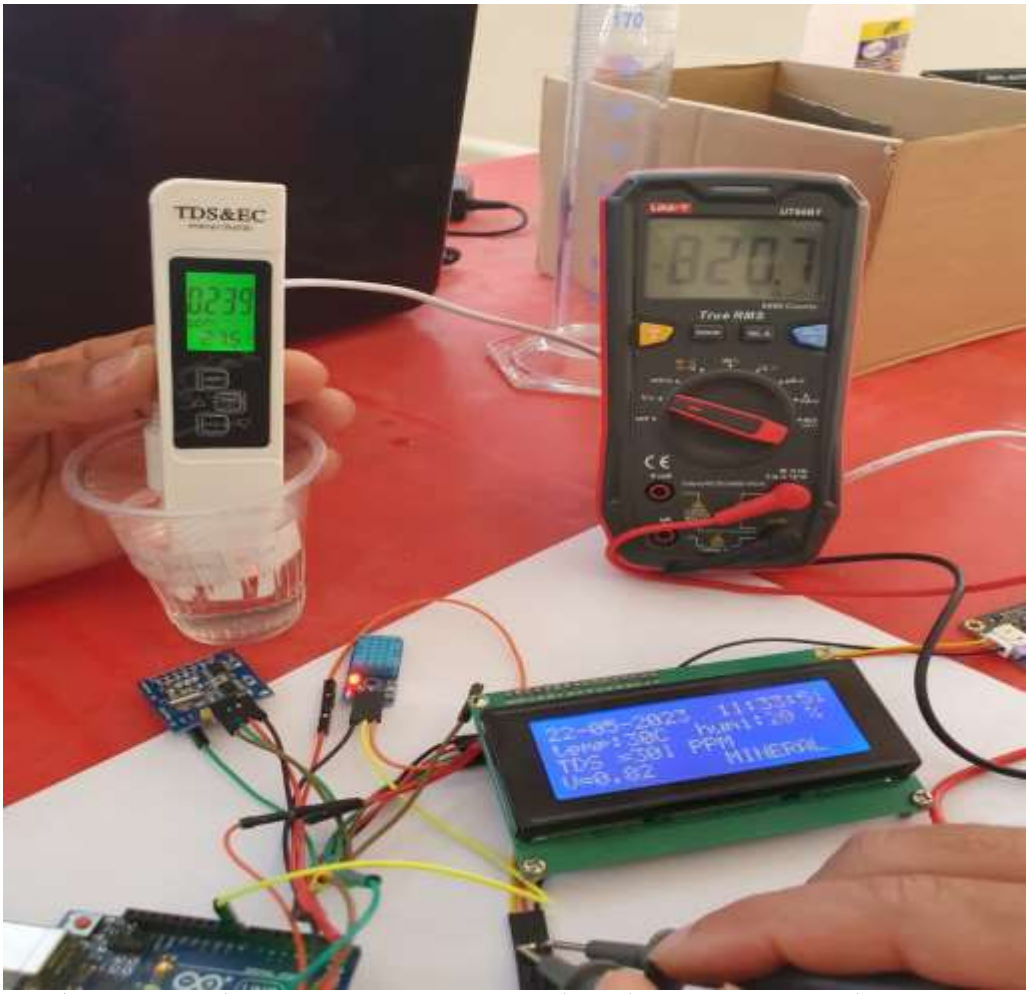


الشكل (27): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال ماء "حنفية منطقة المقرن."



الشكل (28): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال ماء "فلتري منطقة المقرن."

الشكل (29): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال ماء "معدني القنطرة."



الشكل (30): توضح عملية معاينة نتيجة قياس النظام المقترح ومقارنتها مع جهاز قياس الـ TDS باستعمال ماء "معدني المنصورة."

الجدول (04): يوضح الجدول التالي نتائج الTDS وما يقابلها من جهد ودرجة حرارة للعينات التي تم تجريبها "المياه الأكثر استعمال في الولاية"

رقم المحلول	TDS (ppm) النظام	TDS (ppm) الجهاز التجاري	درجة الحرارة (c°)	الجهد الصادرمن فولط متر (V)	الجهد الصادر من الحساس (V)
ماء بئر منطقة المقرن	**582**	**647**	**27**	**1.504**	**1.50**
ماء حنفية لمنطقة المقرن	**577**	**666**	**27**	**1.495**	**1.50**
ماء فلتري منطقة المقرن	**120**	**104**	**27**	**0.310**	**0.30**
ماء معدني القنطرة	**323**	**228**	**28.5**	**0.883**	**0.88**
ماء معدني المنصورة	**301**	**239**	**27.5**	**0.820**	**0.82**

$$\text{Error}=\left|\frac{\text{TDS}-\text{mvolt}-voltage}{voltage}\times 100\right|$$

Voltage (v)	TDS	TDS-mvolt(v)	Error (%)	Voltage (v)	TDS	TDS-mvolt(v)	Error (%)
0	**0**	**0**	**0**	**0.59**	**220**	**0.598**	**1.35**
0.01	**5**	**0.015**	**0.5**	**1.53**	**600**	**1.53**	**0**
0.19	**77**	**0.20**	**5.20**	**1.50**	**580**	**1.504**	**0.266**
0.65	**245**	**0.66**	**5.20**	**0.30**	**120**	**0.310**	**3.33**
0.90	**330**	**0.904**	**0.44**	**0.82**	**300**	**0.820**	**0**

الجدول (06): يوضح الجدول التالي نتائج الTDS وما يقابلها من جهد ونسبة الخطاء القياس.

5. دراسة تحسين دقة قياس الـ TDS في النظام المقترح:

الطريقة الأولى: تشمل على استعمال قيمة جهد مرجعية خارجية عبر المدخل AREF في لوحة أرد وينو والتي يمكن من خلالها استعمال جهد مخالف لـ 5 فولت، وبما ان أقصى جهد يعطيه الحساس هو عند (ppm) 598=TDSحوالي 1.5V وبذلك تكون خطوة المحول التناظري (ADC) بـ 0.0015Vبدل 0.00488vوهو تحسين طفيف جدا .

الطريقة الثانية: تشتمل على استعمال وحدة تحويل (ADC) خارجية بدقة 12 bitأو 16bit وربطها مع Arduino فعلى سبيل المثال لما يكون الـ ADC ذا دقة 12 bitفإن خطوة تغيره من وحدة الى أخرى حوالي 0.00122V بجهد مرجعي 5V وهو اقل 4 مرات مقارنة بـ10bit .

خاتمة

بينا في هذا الفصل القطع الالكترونية المستعملة لتصميم جهاز قياس TDS والحرارة والرطوبة، بعد ذلك تم انجاز الجهاز عمليا بواسطة القطع الحقيقية. كما تم استعمال عدة أنواع من المياه و تحضير محاليل لتجريب الجهاز المقترح، وقد أظهرت النتائج المتحصل عليها تقارب مع جهاز قياس TDS تجاري. كما تم دراسة ومناقشة قيم أخطاء القياس ومصد

الخاتمة العامة

الخاتمة العامة

في ختام هذا البحث، فقد تم دراسة تصميم جهاز قياس الـTDS لوصف صلاحية المياه حيث قمنا في بدراسة نظرية حول الحساسات و مفهوم TDS وما يتعلق به من مصطلحات، و من ثم انشاء وتصميم نموذج عبر برنامج المحاكاة Proteus لنظام قياس اجمالي المواد الصلبة الذائبة وإضافة ميزة قياس درجة الحرارة، الرطوبة و وعرض الزمن الحقيقي. تم شرح الوحدات و المكونات اللازمة، ثم ملاحظة واختبار المتغيرات و مناقشة نتائج المحاكاة. بعد ذلك، تم إنجاز المشروع باستعمال القطع الحقيقية في المخبر وفحص و تجريب نظام القياس المقترح باستخدام عدة انواع من المياه و المحاليل المحضرة مخبريا. أظهرت النتائج المحصل عليها وجود تطابق مع نتائج المحاكاة بدقة مقبولة وأظهرت امكانية استعمال واستغلال الجهاز في تطبيقات معايرة و مراقبة جودة المياه.

تشمل التطلعات المستقبلية للنظام المقترح دمج حساس قياس درجة الحموضة pH و إضافة زر يعطي أمر بداية القياس وآخر لتعليق القيمة المتحصل عليها. كما يمكن إضافة بطاقة ذاكرة يتم فيها تسجيل قيم تغيرات الحرارة والرطوبة والـTDS و قيمة pH من أجل اجراء عمليات تتبع التغيرات و انشاء دراسة احصائية من خلال ميزة حفظ البيانات مع الطابع الزمني.

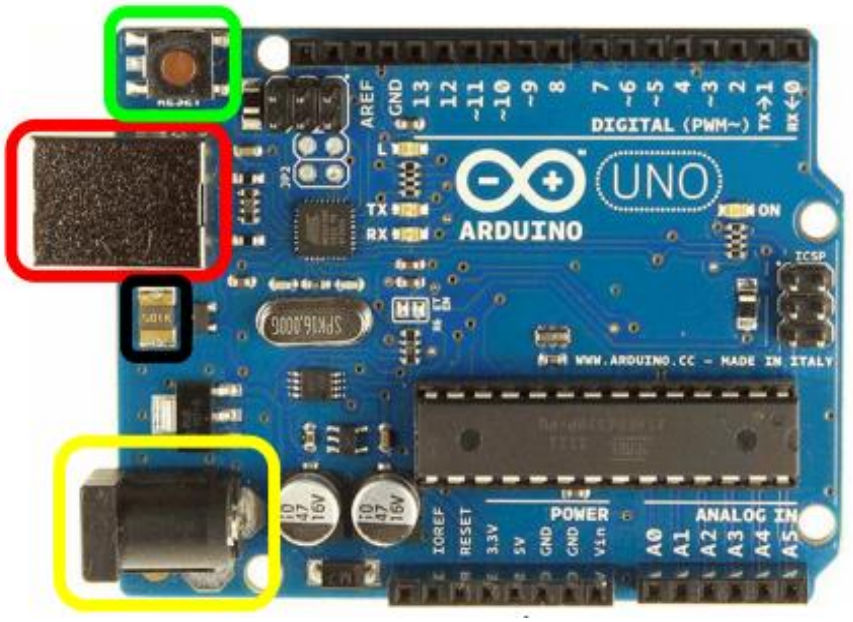
قائمة المراجع

قائمة المراجع

[01]	ظ.محمود القياسات الالكترونية وتجهيزاتها 01-01-2012
[02]	ا.ا.ل.و.المناهج، الوحدة السابعة: دوائر الحساسات.
[03]	د.م.ح.الوفائي، الاردوينو من البداية حتى الاحتراف (مستوى المبتدئ). حمص ،01/08/2018
[04]	د.م.ح.الوفائي، الاردوينو من البداية حتى الاحتراف (مستوى المتوسط) حمص20/10/2020
[05]	J. J. Mohd Adli Ikram Shahrulakram#l, "Water Storage Monitoring System with pH Sensor for Pharmaceutical Plants," International Conference on System Engineering and Technology (ICSET) Oktober 3-4, 2016
[06]	https://www.nok6a.net/
[07]	https://water.ma/ar/r
[08]	.https://ar.pureaqua.com/total-dissolved-solids-tds-reduction/
[09]	https://wisewell.ae/ar/blogs/news/total-dissolved-solids-what-is-tds-and-how-does-it-work
[10]	م.محمود مسلماني الأردوينو كما لم تعرفه من قبل الجزء الثاني 2022
[11]	العريني، آ.س.م.، **et al**.، فاعلية استخدام (***Arduino***) القائم على الذكاء الاصطناعي في تنمية مهارات البرمجة لدى طالبات المرحلة الثانوية في مقرر المهارات الرقمية. المجلة العربية للتربية النوعية، 2022. 6(24): 388-345 .p.
[12]	دغمان، **et al**.، إنشاء المنزل الذكي باستخدام برنامج المحاكاة Packet Tracer ***7.3*** و لوحة الاردوينو *Arduino board.* 2020
[13]	Fezari, M. and A. Al Dahoud, *Integrated development environment "IDE" for Arduino.* WSN applications, 2018: p. 1-12
[14]	م.سامي قرامي، برمجة الأردو ينو 2017/08/02
[15]	م.أ.أسعد الرميضي، على اللواتي، احتراف الأردو ينو، القرية الهندسية 2015
[16]	م.محمود مسلماني الأردوينو كما لم تعرفه من قبل الجزء الأول 2019/09/23
[17]	خولة، **et al**.، تصميم و تنفيذ نظام قياس درجة الحموضة لمختلف المحاليل الكيميائية. 2020.
[18]	خلوط، **et al**.، تصميم وإنجاز جهاز قياس درجة الحموضة لمتابعة المحاليل الكيميائية. 2022
[19]	Shrestha, R., *Study and Control of DHT11 Using Atmega328P Microcontroller.* International Journal of Scientific & Engineering Research, 2019. 10(4,518-521

[20]	Srivastava, D., A. Kesarwani, and S. Dubey, *Measurement of Temperature and Humidity by using Arduino Tool and DHT11.* International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2018. 5(12): p. 876-878
[21]	Eridani, D., O. Wardhani, and E.D. Widianto. *Designing and implementing the arduino-based nutrition feeding automation system of a prototype scaled nutrient film technique (NFT) hydroponics using total dissolved solids (TDS) sensor*. in *2017 4th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*. 2017. IEEE.
[22]	Hong, W.J., et al., *Water quality monitoring with arduino based sensors.* Environments, 2021. 8(1): p. 6.
[23]	https://how2electronics.com/tds-sensor-arduino-interfacing-water-quality-monitoring/#google_vignette

الملاحق



الملاحق الأول: منفذ USB المحاط باللون الأحمر، وبجانبه فيوز الحماية محاط باللون الأسود، مقبس الطاقة الخارجية المحاط باللون الأصفر، وزر إعادة التشغيل المحاط باللون الأخضر.

الملاحق الثاني: المداخل والمخارج الرقمية المرقمة بالترتيب من اليمين إلى اليسار. يضاف الأيسر منها منافذ

GND ،AREF ،SDA ، .SCL

الملاحق الثالث: المداخل التشابهية الستة في لوحة الأردو ينو أونو.

الملاحق الرابع: منافذ الاستطاعة من اليمين إلى اليسار Vin، GND ، GND، 5V، 3.3V. يضاف إليها، IOREF، RESET منفذ وفي الآخر منفذ غير مستخدم حاليا.

فحص(Verify)	فحص الكود البرمجي من الأخطاء البرمجية.
رفع(Upload)	تحويل الكود للغة يفهمها المتحكم ومن ثم رفعها للوحة الأردو ينو.
جديد(New)	إنشاء صفحة عمل جديدة.
فتح(Open)	فتح ملفات موجودة مسبقا أو مشاريع جاهزة للتعديل فيها.
حفظ(Save)	حفظ صفحة العمل.
مراقبة المنفذ التسلسلي (Serial monitor)	لمراقبة الأحداث عبر المنفذ التسلسلي.

الملاحق الرابع: الاختصارات على الواجهة الرئيسية لـArduino IDE