جامعة بوليتكنك فلسطين

كلية الهندسة

جهاز فحص ومراقبة جودة المياه في شبكة التوزيع

إعداد:

زيد نهاد أبو زينه

بإشراف:

م. زهير وزوز

هذا المشروع مقدم الى دائرة الهندسة الميكانيكية

كأحد متطلبات الحصول شهادة في هندسة الميكاترونكس

من جامعة بوليتكنك فلسطين

الخليل، أيار 2017

الاهداء

اهدي عملي المتواضع

إلى ربي الذي أكرمني ووفقني

إلى من هي بالحياة حياة ... إلى من ينحني الحرف حباً وامتنان ... اليك يا أمي

إلى من تنحى بالسعادة لاجي ... إليك يا أبي الغالي

إلى سندي بالحياة ... إخوتي وعائلتي

إلى كل من تعلمت منهم حرفاً ... الى جميع اساتذتي ... ومشرفي العزيز

الى دائرة الهندسة الميكانيكية في جامعة بوليتكنك فلسطين

إلى أصدقائي وأحبتي

إلى وطني الجريح ... الى أملي بالحياة

إلى كل شهيد ينعم بالحياة

إلى الاسرى الاحرار

إلى كل من ساندني ونصحني بالعلم والحياة

إلى من يذكرهم القلب بغيابهم ... ينهار حزناً بفراقهم

إلى كل من أصحاب الهمم

شكر وتقدير

بعد حمد الله وشكره على ما تكرم علي من ان انهل من علمه وحكمته، أتقدم بجزيل الشكر والعرفان الى ابي وامي على كل عطفٍ وحنية وتضحية قدماها لي حتى أكون في هذا الموقف، أتقدم الى عائلتي على وقوفهم معي ودعمهم و مسندتهم لي.

كما أتقدم بجزيل الشكر والعرفان الى جميع الأساتذة في جامعة بوليتكنك فلسطين على العلم الذي قدموه لنا خلال سنوات الدراسة الجامعية وأخص بالذكر الأستاذ الفاضل المهندس زهير وزوز مشرف تخصص هندسة الميكاترونكس بالجامعة ومشرفي في مشروع التخرج، الذي كان له الخطى الكبيرة في إنجاح هذه المشروع بنصائحه وتوجيهاته الكريمة وخبرته الاكاديمية والعملية الكبيرة مما ساهم في تنفيذ المشروع، أيضا أتقدم بجزيل الشكر و العرفان الى مساعدة مشرف المشروع المهندسة هبة إسليميه على جهودها الكبيرة في الجانب الذي يتعلق بجودة المياه ومساعدتها ونصائحها القيمة.

وأتقدم الى المهندس مهند نصار مسؤول قسم فحص المياه في جامعة بوليتكنك فلسطين على نصائحه في جودة المياه واختيار الفحوصات، كما أتقدم بجزيل الشكر الى مصلحة مياه بلدية الخليل وأخص بذكر المهندس عادل السلايمة مسؤول جودة المياه على نصائحه في جودة المياه والفحوصات الأساسية، كما وأتقدم بجزيل العرفان الى شركة التقدم لصناعة القبانات والموازين والاثاث المعدني على مساعدتهم بدعم هيكل المشروع والسماح لي بتجميع وتنفيذ المشروع في الشركة.

ملخص المشروع

في ظل التطور التكنولوجي، وأهمية المياه في الحياة، وأنها حق لكل فرد لا يمكن إهماله، بالإضافة الى المشكلة العالمية في توفر كميات كافية من المياه النقية والمأمونة للشرب والاستخدام البيتي، أنبثق عن هذه المعطيات مشروع يعمل على مساعدة القطاع العام والمجتمع في مراقبة جودة شبكات توزيع المياه، الفكرة الأساسية هي فحص جودة المياه الواصلة الى المستهلك وذلك ضمن إطار تقديم الخدمة بأفضل جودة، أهمية كشف تلوث المياه هو بسبب ان الكثير من الاشخاص بالعالم يموتون بسبب أمراض وأوبئة تتعلق بتلوث المياه حسب منظمة الصحة العالمية.

يعتمد العداد على مجس تدفق الكتروني يعمل على تزويد النظام بكمية المياه المتدفقة من الشبكة، مما يساهم في خلق نظام توزيع عادل يكفل لكل شخص داخل هذه النظام الحصول على نسبة محدد من المياه المزودة، كذلك الامر يوجد مجس لقياس ضغط الشبكة، من خلال هذه القراءتين يقوم نظام التحكم بكشف الخسارة في الشبكة وفق معادلات الفاقد النظرية ومقارنتها بنسبة الفاقد الطبيعية لهذه الشبكة.

بعد دراسة التطورات التي حصلت لدى العديد من شركات المختصة بجودة المياه، والبحث عن أهم الفحوصات اللازم اجرائها والتي تقر صلاحية المياه بشكل عام للشرب، تقرر ان يتم فحص الرقم الهيدروجيني الذي يشير الى نسبة الكلور الحر بشكل غير مباشر وفحص نسبة العكارة بحيث يؤكد هذين الفحصين جودة المياه بنسبة 97% وفق المواصفة الفلسطينية، إضافة لذلك يوجد مجس لقياس درجة الحرارة وذلك لان مواصفة جودة المياه متغيرة مع درجة الحرارة.

تم تصميم المشروع من اجل ان يعمل بشكل ذكي عند الكشف عن أي من المخاطر، وإعطاء انذار للمركز المراقبة، كذلك الامر في حال العبث بالنظام، يوجد نظام "GSM" لتحديد موقع العداد ونقل البيانات، هذه الاضافة لتسهيل عملية الوصول الية في حال الصيانة او وجود أي مشكلة أخرى.

Abstract

Water quality affects millions around the world by directly affecting their health. Water shortage directly impacts the quality of water and will force people to tap into scarce water resources despite its quality level. These are serious issues in countries with low annual rainfall or in poor countries. This issue is a serious one in Palestine despite the fact that Palestine receives a moderate annual rainfall and may not be considered a poor country. The special issue in Palestine is related to the Israeli occupation and its control over the ground water resources of the land. Very limited water quantity gets routed to Palestinian controlled cities and must be distributed over a large number of population giving each resident a much smaller quantity than their daily needs. However, water is not evenly distributed between residents due to the water pipelines network routing. The limited amount of water will reach certain areas before others and people closer to the main line will get their water before those farther from the line. Giving these facts, there is a need for creative thinking to find a solution for this problem within our circumstances. I propose a Drinking Water Quality Monitoring system "DWQM" to tackle these problems. The system is supposed to be able to monitor the distributed water quantity and quality, detecting pipeline leakage, transferring two-way data to the consumers and the water distribution authority. The mechanical portion of the conventional water meter will be changed to an electrical one with actuators, sensors and controller capable of processing sensor information, communicating data and status, and receiving remote commands.

المحتويات

الاهداء 2

شكر وتقدير 3

ملخص المشروع..... 4

المحتويات 6

الرسوم التوضيحية..... 8

الجداول 9

1 مقدمة..... 10

1.1 أساس المشكلة وبداية التفكير في حل 10

1.2 دراسات سابقة 11

1.3 طبيعة المشروع 11

1.4 مزايا المشروع.....12

1.5 أهمية المشروع 12

1.6 أهداف المشروع.....13

1.7 الاحتياجات والميزانية.....13

1.8 توزيع العمل 15

2 جودة المياه في شبكة توزيع المياه 16

2.1 تلوث المياه 16

2.2 جودة المياه 16

3 تصميم المشروع..... 20

3.1 الاحتياجات والمتطلبات 20

3.2 التصميم 20

3.3 المعادلات النظرية.....23

3.3.1 معادلة الفاقد.....23
3.3.2 الاجهاد للهيكل الخارجي.....24
3.4 المجسات 25
3.4.1 مجس قياس الضغط.....25
3.4.2 مجس قياس التدفق.....25
3.4.3 مجس الحرارة.....26
3.4.4 مجسات جودة المياه.....27
3.5 المحابس 28
3.6 المتحكمات 29
3.7 الاتصالات ونقل البيانات 30
4 تنفيذ المشروع 31
4.1 تجميع القطع.....31
4.2 التوصيلات الكهربائية 31
4.2.1 دوائر ربط.....32
4.3 برمجة المشروع 34
4.4 دائرة القدرة 40
4.5 إجراء الاختبارات الازمة.....40
4.5.1 اختبار الجودة.....40
4.5.2 اختبارات الفاقد.....41
4.5.3 النتائج والتوصيات.....42
المراجع 43
الملحق 44

الرسوم التوضيحية

رسم توضيحي 1.1: نظام مراقبة سير المياه في الشبكة 12

رسم توضيحي 3.1: ترتيب صمامات المشروع وفق التصميم. 21

رسم توضيحي 3.2: توزيع المجسات في النظام. 22

رسم توضيحي 3.3: مسار المياه في المشروع. 22

رسم توضيحي 3.4: تصميم الهيكل الخارجي الخاص بالمشروع 24

رسم توضيحي 3.5: توزيع الأجزاء دخل الصندوق "الهيكل الخارجي". 24

رسم توضيحي 3.6: مجس الضغط. 25

رسم توضيحي 3.7: مجس التدفق G1/2 26

رسم توضيحي 3.8: *مجس الحرارة LM35* 26

رسم توضيحي 3.9: ربط مجس الحرارة بالمتحكم. 27

رسم توضيحي 3.10: ربط وتشغيل مجس العكارة 27

رسم توضيحي 3.11: مجس فحص الرقم الهيدروجيني 28

رسم توضيحي 3.12: شكل الصمام 29

رسم توضيحي 3.13: أجزاء المتحكم المستخدم في جهاز الفحص بالنظام. 29

رسم توضيحي 4.1: تجميع المسار الأول للمشروع 31

رسم توضيحي 4.2: توصيلة الأدوات الكهربائية 32

رسم توضيحي 4.3: توصيل مجس الضغط. 33

رسم توضيحي 4.4: دائرة ربط مجس الضغط بالمتحكم. 33

رسم توضيحي 4.5: المدخلات و المخرجات للوحة التحكم 34

رسم توضيحي 4.6: خوارزمية البرمجة 35

رسم توضيحي 4.7: العلاقة بين ثبات قيمة الرقم الهيدروجيني مع تغير الزمن. 41

رسم توضيحي 4.8: العلاقة بين ثبات قراءة العكارة وبمرور الزمن 41

الجداول

جدول 1.1: الأدوات المستخدمة في المشروع وتكلفة كل قطعة.....14
جدول 1.2: توزيع اعمال الفصل القادم. 15
جدول 2.1: اهم فحوصات جودة المياه [3].....17
جدول 4.1: رموز البرمجة للأدوات الكهربائية 35

1 مقدمة

في إطار التنمية المستدامة في قطاع الصحة والمياه، انبثقت فكرة لهذا المشروع الذي سيتم خلال تطوير آلية عمل ذكية تواكب التطور التكنولوجي الحديث والتي تحدث فرق مهم وأساسي في خدمة توزيع وجودة المياه في الشبكة.

المياه هي أساس الحياة، ولا يوجد كائن حي يستطيع الحياة بدونها، أهمية المياه النقية تأتي في جميع مناحي الحياة، على الرغم من ذلك هناك مشاكل التلوث و تحديات تواجهها المياه منها الامراض التي تنقلها و وفق الدراسات والتقديرات لمنظمة الصحة العالمية فإن عدد الوفيات من الأطفال جراء تلوث المياه يتجاوز 842000 في كل عام [1]، و بحلول عام 2025 يتوقع أن يعيش نصف سكان العالم في مناطق تعاني من الاجهاد المائي أي نقص كميات المياه المأمونة المتوفرة، من هذا المنطلق كان يجب علينا كمهندسين و كباحثين ان نقوم بعمل بتكثيف جهودنا وأبحاثنا من أجل الوصول الى توزيع مياه نقية لأكبر قدر ممكن من السكان، وضمان التوزيع العادل الذي يكفي وصولها لكل فرد.

يهدف هذا المشروع الى تحسينات تدريجية من أجل جعل شبكة توزيع المياه عالية الجودة والكفاءة، كخطوة أولى باتجاه تصميم وانشاء محطة معالجة مركزية للمياه وذلك حسب بيئة وطبيعة البلد التي يوجد بها هذا النظام، وهو مهم خاصة في ظل الظروف الصعبة والوضع الحالي للمياه في العالم بشكل عام وفي فلسطين تحديداً تظهر أهمية المشروع وضرورة تنفيذه.

1.1 أساس المشكلة وبداية التفكير في حل

المجتمع الفلسطيني يعاني من الاحتلال الإسرائيلي والاتفاقيات الموقعة معه في هذا الإطار مجحفة، مما تسبب بمحدودية مصادر وكمية المياه المتوفرة، ومن جهة أخرى فإن نسبة الضياع عالية نسبيا في شبكات توزيع المياه، مما تسبب في عدم وصول المياه بشكل كافي لبعض المناطق، كل ذلك كان ذلك حافزاً من أجل العمل على نظام مراقبة يهدف إلى المحافظة على أمان وجودة شبكة التوزيع. كما تم العمل على تصميم وبناء نظام دفع مسبق ذكي من أجل الحفاظ على الالتزام بدفع فاتورة المياه مما يحدد كمية المياه المسموح للمستهلك ضخها، بحيث يتيح عملية عادل ليضمن للجميع حقه. يعمل النظام ايضاً على كشف المشاكل التي قد تصيب أنابيب التوزيع في الشبكة.

1.2 دراسات سابقة

أظهرت دراسات سابقة لطبيعة المياه في فلسطين، أن تسربات كبيرة للمياه العادمة وصلت الى مصادر المياه الطبيعية والاحواض المغذية لشبكات التوزيع، حيث اشارت الى تلوث معظم الينابيع بنسب متفاوتة، على سبيل المثال قطاع غزة أصبح من المستنقعات الكبيرة، حيث تشير الدراسات الى تلوث أكثر من 97% من المياه الجوفية [2]، ذاك يشير إلى مشكلة صحية و بيئية كبيرة جداً، بالإضافة الى ذلك معظم المياه العادمة يتم التخلص منها في الأراضي الزراعية على شكل مستنقعات، وهذا ينذر بشكل خاص من الناحية الصحية إلى انتشار الأوبئة والى خطورة المياه و تلوثها مهما كان مصدرها.

في عملية تصميم المشروع تم مراعاة ما وصل إليه العلم والتكنولوجيا الحديثة، مع مراعاة المنتجات التي بالأسواق من ناحية المواصفات وآلية العمل، تم عقد لقاءات مع سلطة المياه ومصلحة المياه في بلدية الخليل، تم الاطلاع على الرؤية المستقبلية لهم في هذا المجال ووضعها بعين الاعتبار، على اعتبار انهم الجهة المستفيدة بالدرجة الأولى من المشروع، أيضاُ تم طرح الفكرة على مجموعة من أفراد المجتمع والأصدقاء وأخذ آرائهم بجدية، ولذلك تم العمل على هذا المشروع بان يلبي تطلعات المؤسسة الحكومية والمجتمع المحلي.

1.3 طبيعة المشروع

المشروع هو عبارة عن نموذج أولي يحاكي منتج مستقبلي، ينقسم الى جزئين، الأول هو القسم الأساسي للمشروع الذي يحاكي عداد الماء، حيث يوجد مجموعة من المجسات لقياس الضغط والتدفق بالإضافة الى العكارة والرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة، يوجد معه قسم الكتروني للتحكم بالعداد واجراء تبادل للبيانات مع القسم الثاني والذي يعبر عن العقل المركزي ومركز المراقبة عن بعد، حيث يتم من خلاله التحكم والسيطرة بالنظام عن طريق جهاز الحاسب أو جهاز لوحي محمول.

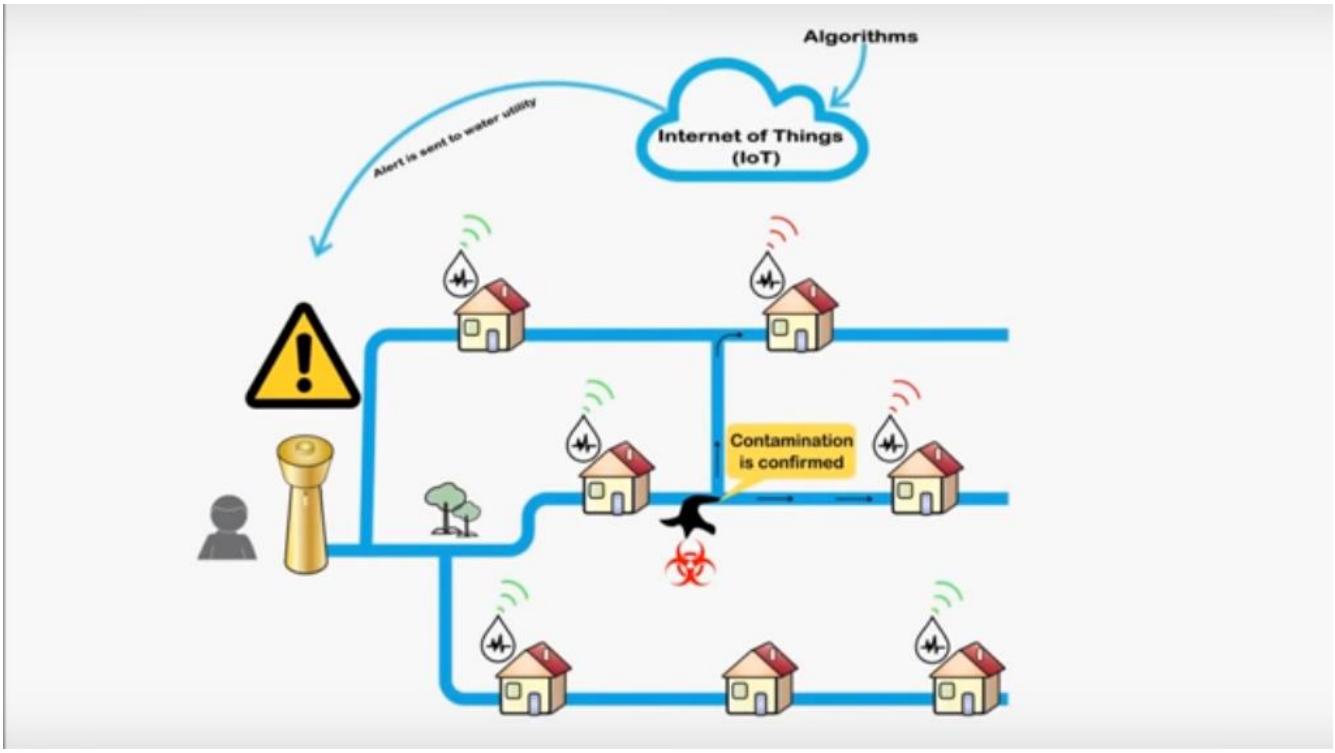
اثناء برمجة المتحكم تم الاعتماد على بيانات معلومة للمضخة المستخدمة من حيث الضغط والتدفق، بحيث تكمن أهمية معرفة هذه البيانات في تسهيل عملية معايرة وتشغيل العداد، ومقارنتها بالنتيجة العملية التي تم قياسها، مع أخذ نسبة الخطأ المتوقعة أثناء جريان الماء في الانابيب، كل ذلك يسهم بمعرفة حالة شبكة التوزيع.

1.4 مزايا المشروع

هناك ميزتان للنظام الاولى تتعلق بجودة المياه، وهو دليل نقاوة المياه من المصدر وصلاحيتها للاستخدام المنزلي، ويتم ذلك عن طريق إجراء فحصين فقط، اختيار هذين الفحصين تم وفق المواصفات الأساسية لجودة المياه في فلسطين بحيث يعطي ما نسبته 97% من الجودة لهذه العينة [3]، والميزة الثانية هي إضافة نظام "GPS" لتحديد موقع عداد الماء على خارطة المدينة لمرة واحدة فقط عند التركيب، وبذلك يسهل حساب الفاقد و مكانه بدقة اكبر بسبب طبيعة التضاريس، وبذلك يتم تسهيل وصول الفريق الفني في حال حدوث أي مشكلة او خلل مما يسهم في توفير الوقت والجهد.

1.5 أهمية المشروع

تكمن أهمية النظام أنه يعمل على مراقبة سير المياه في الانابيب، والرسم توضيحي(1.2) يبين آلية مراقبة شبكة التوزيع، وهو ما يعطي كفاءة أكبر في تتبع الاخطاء والمشاكل، مثل تلوث المياه أو كسر أو تسرب في خط معين، وهذا سوف يقلل من وقت المستهلك لعمل الصيانة الازمة، وسوف يساعد في تحديد منطقة التلوث والتنبؤ بأسبابه.



رسم توضيحي 1.1: نظام مراقبة سير المياه في الشبكة

الامر الأكثر أهمية حسب مصلحة المياه وما تقوم بتطبيقه الان خاصية الدفع المسبق، لذلك وفق تصميم المشروع سيتم عمل ذلك برمجياً دون الحاجة الى بطاقة اثبات إلكترونية، وهذا سيقلل من التكلفة والصيانة. من ناحية أخرى سيتم أرسال البيانات المتعلقة بكمية المياه التي قام العداد بتمريرها للمستهلك عن طريق شبكة الانترنت.

وبذلك يستطيع المستهلك التحكم بكمية المياه المطلوب تدفقها عبر العداد بواسطة رسالة إلكترونية، حيث يستطيع تحديد الكمية التي يريد استهلاكها مسبقاً، أما الجهة المسؤولة عن المياه فهي تستطيع توزيع المياه و تحديد الكمية المسموح تدفقها الى المستهلك، بناءً على القوانين والأنظمة المعمول بها وكمية المياه المتوفرة [4]، وذلك حتى يتسنى للجميع التمتع بهذا الخدمة، وهنا لا يستطيع أحد إعطاء المياه لمنطقة دون أخرى، إن إضافة هذا النظام لحل هذه المشكلة الحالية في نظام التوزيع تكمن في جعل توزيع المياه حسب ساعات معينة و كميات محددة، بحيث لا يؤثر استخدم بعض السكان مضخات لسحب كميات إضافية و ذلك على حساب مناطق أخرى، خصوصاً ذات الضغط المنخفض.

1.6 أهداف المشروع

بشكل عام يهدف المشروع الى تعزيز استخدام التكنولوجيا في مراقبة شبكة توزيع المياه، من أجل عمل عداد ماء ذكي يمكن تطبيقه عملياً على ارض الواقع، وأخذ بعين الاعتبار رؤية وتطلعات المؤسسات العاملة أثناء هذا المجال في تصميم وتنفيذ المشروع، وفيما يلي أهم أهداف المشروع:

1. عمل نظام يقوم على فحص الرقم الهيدروجيني والعكارة للمياه أثناء تنقلها عبر الشبكة وعند المستهلك.
2. عمل عداد ماء إلكتروني ذكي يغلق النظام عند الحدوث تلوث.
3. عمل نظام تحكم موفر لاستهلاك الطاقة.
4. الكشف عن الخلل في الشبكة وتحديد موقع هذا الخلل بشكل تقريبي.
5. توفير تصميم مريح وسهل الاستخدام والصيانة، وقابل للتطوير مستقبلاً.

1.7 الاحتياجات والميزانية

تم هيكلة المتطلبات اللازمة لعمل المشروع وتحليل الميزانية المتوقعة بحسب الوضع القائم حاليا فان اهم المتطلبات الأساسية لهذا المشروع هي:

1. مجس للضغط والتدفق من أجل كشف الخلل بالشبكة.
2. مجسات فحص جودة المياه وهي مجس لفحص نسبة الكلور الحر ومجس آخر لفحص العكور.
3. سهولة الصيانة، وسهول تبدل القطع عند التغير، وقابلية التطوير على هذا المشروع مستقبلاً.

وبحسب هذه المتطلبات قام فريق المشروع بالعمل على هذه البنود وتحقيقها، وهذه البنود لا تحدد تصميم معين أو آلية معينة لعمل المشروع وانما اثناء التصميم تم اختيار الأفضل وفق متطلبات وأهداف المشروع وما يتوفر بالسوق مع الاخذ بعين الاعتبار مواصفات التشغيل العامة لشبكة توزيع المياه.

تم مراعاة الجانب المادي للمشروع والعمل على تقليل التكلفة، تم ايضاً مراعاة ان يكون هنالك وضع متزن بين هذا المشروع والمشاريع السابقة الشبيهة والمستخدمة لنفس التكنولوجيا، ومقارنة بما يقدمه هذا المشروع من خدمات وإضافات جديدة مقارنة بمثيلة السابق الذي يحتوي على بعض خصائص هذا المشروع.

وجدول رقم **(1.1)** يوضح بعض أثمان الخاصة بالأدوات المستخدمة لهذا المشروع:

جدول 1.1: الأدوات المستخدمة في المشروع وتكلفة كل قطعة.

الأدوات المطلوبة	التكلفة (بالشيكل)
مجس التدفق	250
مجس الضغط	250
صمام كهربائي عدد 3	50*3
صمام ميكانيكي يدوي	25
مجس الرقم الهيدروجيني	450
متحكم الاردوينو اونو عدد 2	85*2
مرسل بيانات لا سلكي GSM عدد2	250*2

شريحة نقل بيانات عدد 2	300*2
هيكل المشروع	400
كماليات واضافات	150
المجموع	2500

1.8 توزيع العمل

لإنجاز عمل المشروع بكفاءة وفاعلية تم وضع خطة وهدف واضح لما يراد تنفيذه، تم توزيع الاعمال وفق منهج منطقي متسلسل، الجدول (1.2) يبين مواعيد العمل لإنجاز المشروع وفق الوقت المحدد لتسليمه.

جدول 1.2: توزيع اعمال الفصل القادم.

الهدف	# الاسبوع															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
اعتماد مجسات الجودة بشكل نهائي																
تصميم برنامج التحكم بالاردوينو																
اختبار البرنامج																
معايرة المجسات والقراءة																
تصميم الهيكل الخارجي للعداد																
تصنيع الهيكل وتجميع القطع																
اجراء تجربة عملية وقراءة النتائج																
كتابة المشروع																

2 جودة المياه في شبكة توزيع المياه

2.1 تلوث المياه

على الرغم من أن حاجة الإنسان الملحة للماء وارتباط بقائه ببقاء الماء ونقائه، إلاّ أنه وعلى الرغم من ذلك لم يحسن الانسان التعامل مع الماء نتيجة لازدياد الأنشطة السكانية والزراعية والصناعية بالقرب من مصادر المياه و شبكات التوزيع، فأحد سيئات هذا الامر هو الأخطاء البشرية التي أدت الى ربط شبكة التغذية بشبكات التصريف، ومد خطوط التصريف الصحي بالقرب من خطوط شبكة المياه، نتيجة لذلك ازداد تركيز العديد من الملوثات في هذه المياه، مما أدى الى فقدان المياه مقدرتها على التخلص من الملوثات، وأصبحت المياه في العديد من المناطق والأماكن، غير صالحة للاستهلاك الآدمي.

اثناء عملية توزيع المياه تحصل عدة مشاكل منها وجود كسر او صدع بالأنابيب مما يمكن دخول ملوثات الى الشبكة، الامر الاخر هو الفترة الطويلة نسبياً التي تبقى الانابيب بدون ضغط مياه مما يسبب نمو الملوثات فيها، بالتالي تسبب الامراض للسكان المستهلكين من تلك الشبكة، او حصول تكلس مما يؤدي الى ارتفاع نسبة الاملاح في الانابيب ويؤثر على الأجهزة بشكل سلبي.

2.2 جودة المياه

يوجد العديد من فحوصات المياه، منها المهم والأكثر أهمية حيث إنه يكشف الوضع العام للمياه إذا كانت صالحة للشرب والاستهلاك المنزلي ام لا، ولذلك تم دراسة المعايير المخصصة لفحص المياه، ومعرفة الحدود التي يسمح بها تصنيف المياه بأنها صالحة للشرب ام لا، وهذه هي اهم المعايير والتصنيفات الفلسطينية للمياه الشرب والاستخدام المنزلي، أهم التحاليل الخاصة بمياه الشرب ومعايير قياس الجودة، ملحق "1" خاص لكل المواصفات الفلسطينية، والمواصفات التي تظهر بالجدول (2.1) هي المواصفات الأساسية و التي يتم اختبار عينة المياه بشكل اولي من خلالها.

جدول 2.1: اهم فحوصات جودة المياه *[3]*.

رقم البند	الخاصية	وحدة القياس	الحد الأقصى	نوعية التأثير	ملاحظات
.1	اللون	مقياس الكوبالت البلاتيني	15	استساغي	
.2	العكارة	NTU*	4	استساغي	
.3	الكلور الحر المتبقي	FR.CLI	مليجرام / لتر	0.2 –0.8	صحي استساغي
.4	الطعم		مستساغ	استساغي	
.5	الرائحة		مقبول	استساغي	
.6	الرقم الهيدروجيني ph	وحدة قياس pH	6.5 – 9.5	صحي	
.7	درجة الحرارة	درجة مئوية	25	استساغي	

بعد البحث العلمي عن الفحوصات وضمن حدود وإطار معين لقبول او رفض الفحص، بالاعتماد على طريقة اجرئها وإمكانية قياسها بشكل مباشر وثمن المجس وأهمية الفحص، تم اختيار هذه المجموعة من الفحوصات وسيتم بناء نظام جودة المياه عليها، والعمل على إيجاد علاقات تربط هذه الفحوصات بالفحوصات الأخرى لجودة المياه سواء كانت تلك الاختبارات فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية.

2.2.1.1 فحص الرقم الهيدروجيني "الحموضة ph"

هو عبارة عن اللوغاريتمي السالب لتركيز أيونات الهيدروجين، ويعبر عن مستوى القلوية او الحموضة الفعال داخل عينة المياه المأخوذة، الماء النقي يعطي ph=7على درجة حرارة، بشكل عام المحلول القاعدي أقل من 7وحدات والمحلول الحمضي اعلى من 7وحدات. [5]، ان الماء الحامضي يشكل خطر كبير على التجهيزات الصناعية والمنزلية والتمديدات، لأنه يسبب التآكلات والاهتراءات في التجهيزات والشبكات والحل العام لها هو إضافة مواد كيماوية لتعديل نسبة الحموضة.

2.1 $$ph = -log[H]^{+}$$

ارتفاع الرقم الهيدروجيني يدل على وجود البكتيريا وذلك لانخفاض نسبة الكلور الحر، وانخفاض الرقم الهيدروجيني يدل على امان الشبكة ووجود نسبة كافية من الكلور الحر الذي يقوم بتعقيم الشبكة، بالأساس كان فحص الكلور الحر هو الذي يجب ان نقوم بتنفيذه لكن ارتفاع ثمن المجس المخصص لذلك جعل فريق العمل يستخدم فحص الرقم الهيدروجيني.

قيمة الرقم الهيدروجيني للماء النقي هو حوالي 7 عند درجة حرارة 25 درجة مئوية بسبب قيمته الحموضة الفريدة من نوعها، ويعتبر الماء هو المحايد وهو ما يعني أنه ليس حمضي ولا قاعدة على حد سواء، قيمة الرقم الهيدروجيني للمياه الطبيعية والشرب تختلف بسبب وجود المعادن الذائبة والغازات.

نلتفت دائما إلى التوازن الحمضي والقلوي في الدم، حيث الرقم الهيدروجيني المناسب يلعب دورا حاسما في صحت الانسان لأن المياه هي جزء حيوي من النظام الغذائي، لذلك يلعب دورا هاما في الحفاظ على توازن درجة الحموضة في الجسم، ويشير الأطباء أن الامراض والاضطراب لا يمكن أن تحدث في الجسم مع مستوى متوازن من الرقم الهيدروجيني.

2.2.1.2 فحص العكارة

تعد العكارة تعبيرا جيدا عن مدى ودرجة صفاء المياه العذبة، فالعكارة هي مقياس لنسبة مرور الضوء خلال الماء ويستخدم كاختيار لقياس مدى جودة المياه بالنسبة للمواد الرغوية العالقة، وعموما فإنه لا توجد علاقة بين درجة العكارة وتركيز المواد العالقة في المياه، أي ان نسبة المواد تكون غير معلومة بالضبط لكن تتوقف درجة العكارة على كمية المواد العالقة ونوعها ولونها ودقة حبيباتها، مما يشير الى جودة المياه بشكل عام، تقاس العكارة لمياه الشرب كاختبار سريع لجودة المياه المعالجة ومدى احتوائها على مواد غروية او مواد عالقة وتحدد العكارة مدى صلاحية المياه للشرب او لأي نوع استخدام.

تشير نسبة العكارة العالية للمياه يكون احتمال وجود كائنات ممرضة، حيث يمكن ان تختبئ وتحتمي هذه الممرضات خلال الفراغات الدقيقة جدا في المواد الغروية والعالقة مما يقلل من فاعلية الكلور الحر في القضاء على الكائنات الممرضة، وقد اوصت الهيئات المحلية والعالمية بعدم تخطي عكارة الماء وحدة "NTU" واحدة [6]، حيث ان الماء الذي له عكارة أكثر من وحدة واحدة يكون غير صالح

للشرب ويجب معالجتها للتخلص من العكارة، أيضا ارتفاع العكارة يوثر على زيادة نسبة الترسبات و الانسدادات بالشكة مما يؤثر سلباً على فاعليتها، كذلك الامر نفسه عند المستهلك حيث يوثر على التجهيزات المنزلية والصناعية، العوامل التي تعتمد عليها عكارة الماء:

- حجم الحبيبات.
- تركيز الحبيبات.
- طبيعة سطح الحبيبات.

يتم تنفيذ الفحص عبر تمير ضوء من خلال عينة الماء ثم قياس التشتت او الانعكاس الذي حصل للضوع في هذه العينة، ووحدة القاس "NTU" وفق نظام الوحدات العالمي "IS".

3 تصميم المشروع

3.1 الاحتياجات والمتطلبات

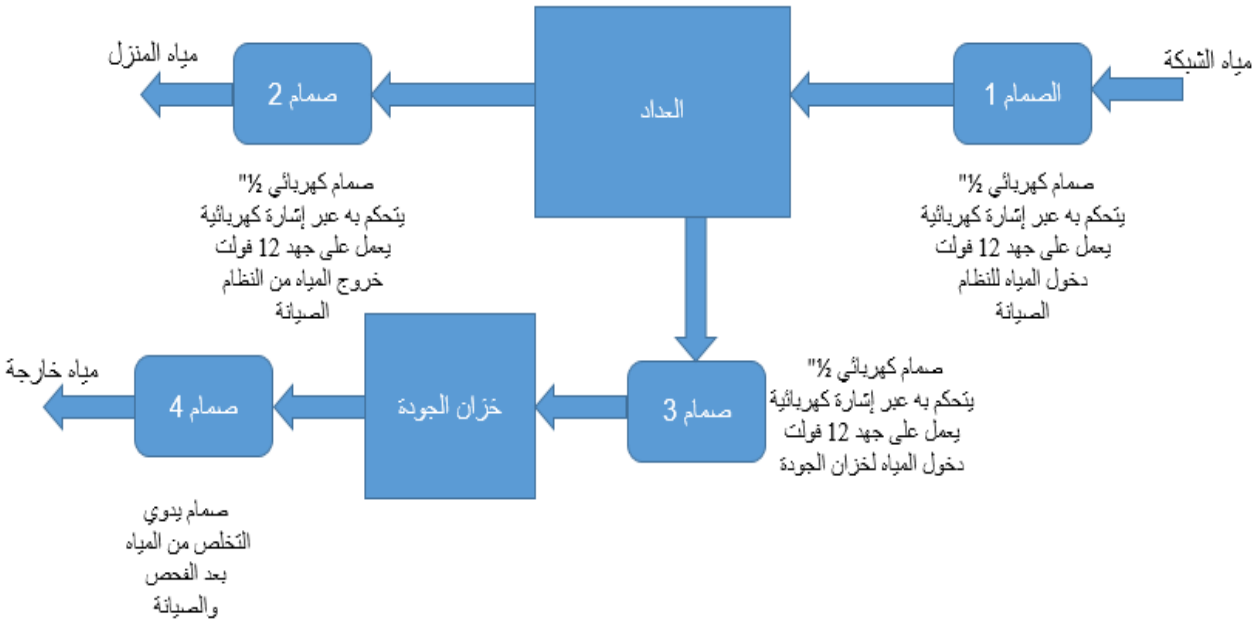
ان وضع الخطوط والمسار الصحيح لعمل المشروع امر هام جداً، في هذا المشروع تم التصميم وفق مبادئ علمية ومنهجية حتى لا يحصل أي إشكال اثناء القيام التنفيذ على ارض الواقع، تم ربط الأفكار بشكل متكامل ومتجانس بحث يمكن ان تكون هذه الفكرة مبنية على مجموعة من المتطلبات الخاصة، ولهذا السبب كانت هناك بعض المتطلبات الملحة والتي تم التصميم بناءً عليها كأساس لا يمكن إهماله، وتم إضافة بعض الخصائص بناءً على سياق التطور التكنولوجي، واهم هذه المتطلبات:

1. وجود نظام فحص لجودة المياه.
2. عداد ماء الكتروني، مساحة المقطع G1/2.
3. ان يعمل النظام بذكاء خاصة في حالات الخطر.
4. ان يتم ارسال البيانات لقسم المراقبة والتحكم بشبكة المياه.

3.2 التصميم

وهنا تم إضافة ميزات أكثر من التصاميم السابقة المنفذة [7]، هنا الميزات تعتمد على التكامل والمزامنة بين الأجزاء المختلفة، يحتوي التصميم على نسبة من الذكاء الصناعي للجهاز ومدى ادراكه للبيئة والوضع الذي هو فيه، إن ترتيب أجزاء المشروع تظهر في الرسم التوضيحي (3.1) و الذي يبين توزيع الجزء الأول و هي الصمامات، ويوجد هنا صمامان للتحكم، الأول يتحكم بالعداد كاملاً لإدخال المياه للنظام والثاني يتحكم في خروج المياه الى الجهة المستهلكة منع رجوع المياه الى النظام، ويغلق الاثنين معا عند عمل الصيانة حتى لا يتسرب الماء، ويتحكم بتدفق الماء الى الخزان مجس الكتروني، الأول يتحكم في ملئ الخزان والأخر يدوي يتحكم في

افراغها بعد الفحص، حيث يرتبط بصمام يدوي لتفرغها خارج العداد، ولقياس مستوى الماء في الخزان تعتمد على إشارة من احد المجسات الموجودة بالخزان و الذي يعد الأقصر من بينها بحيث يمكن ان يعطي القراءة دون ان يغطي المجسات الأخرى.

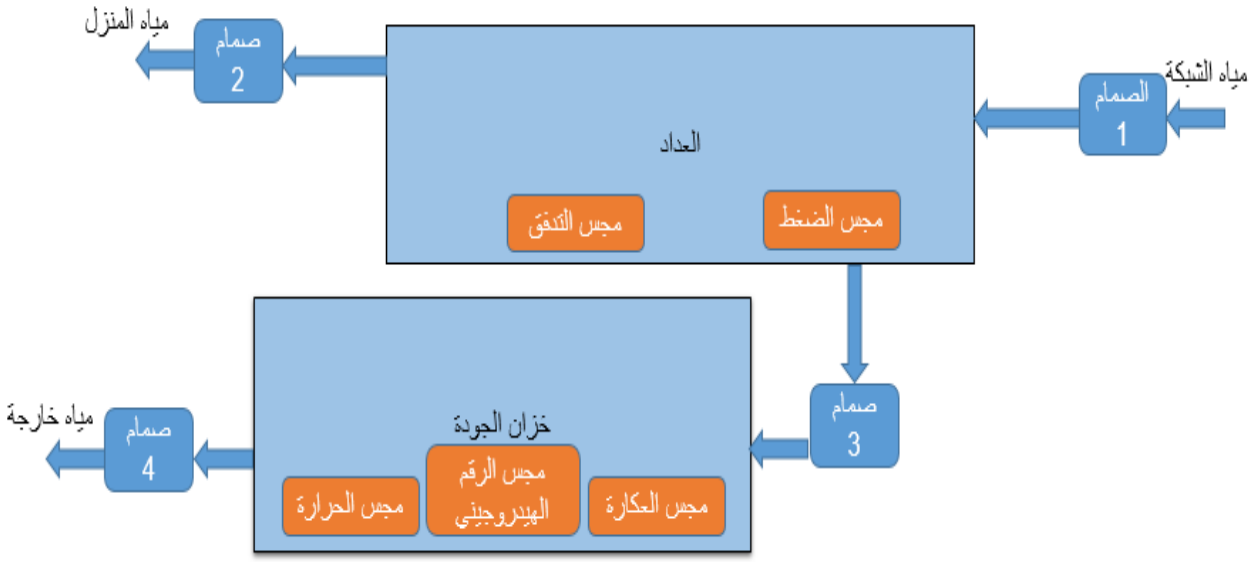


رسم توضيحي 3.1: ترتيب صمامات المشروع وفق التصميم.

معاني بعض الرموز وحسب الرسم التوضيحي:

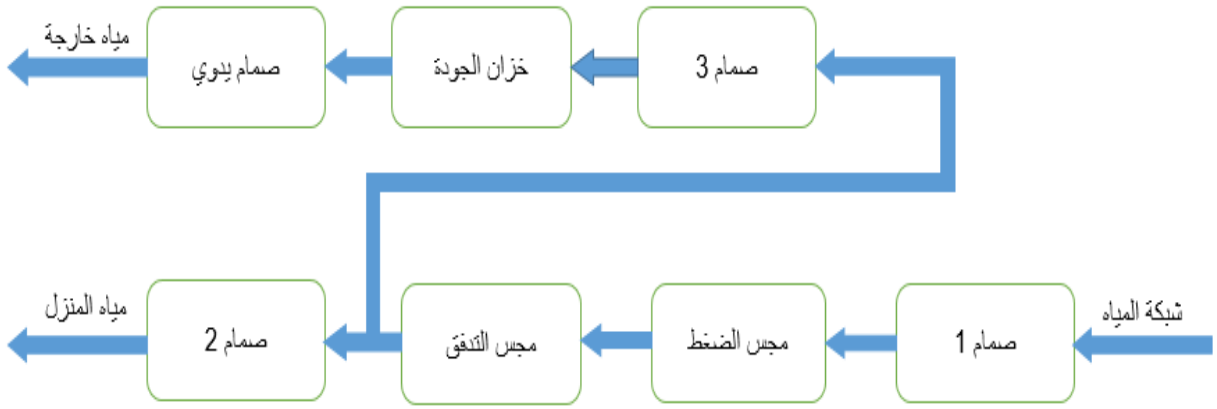
- صمام 1: صمام كهربائي يستخدم لإدخال المياه الى النظام والاغلاق في حال الخطر والصيانة.
- صمام 2: صمام كهربائي يستخدم لسماح للمياه بالعبور الى المنزل وعدم رجوعها للنظام ولا بفتح الصمام الا بعد التأكد من جودة المياه.
- صمام 3: صمام كهربائي يسمح للمياه بالمرور الى الخزان وبغلق عند اجراء الفحص.
- صمام 4: صمام يدوي يستخدم لتخلص من الهواء والماء الموجود في خزان الجودة بعد الفحص.

اما بالنسبة لقياس الضغط والتدفق فيوجد على المسار الرئيسي لتدفق المياه، النموذج هنا يقوم على فحص جودة المياه بواسطة خزان صغير موجود داخل العداد، يحتوي هذا الخزان على ثلاث حساسات للفحص بحيث يعتمد حجم الخزان على مواصفات عناصر القياس وحجمهم وحجم عينة الفحص، والرسم التوضيحي (3.2) يظهر ترتيب المجسات في المشروع.



رسم توضيحي 3.2: توزيع المجسات في النظام.

مسار المياه في المشروع من دخول المياه للنظام الى الوصول للمستهلك والقيام بعملية فحص المياه يوضحه الرسم التوضيحي(3.3).



رسم توضيحي 3.3: مسار المياه في المشروع.

مبدأ العمل يقوم على دخول المياه من الصمام الأول الى النظام الذي يكون في وضع المفتوح عند تشغيل النظام، بعد ذلك يقوم المتحكم بقراءة الضغط او التدفق الذي يقوم بفتح الصمام الثالث من أجل فحص المياه عند وجود إشارة، والتخلص من المياه بعد الفحص من خلال الصمام الرابع، الصمام الثاني يكون مغلق دائما الى ان تعطى نتائج إيجابية للمياه وان الجودة جيدة للاستهلاك المنزلي، عند إذ يفتح الصمام الثاني، اما في حال التلوث فإن الصمامات تغلق ويرسل إشارة خطأ الى الشاشة تفيد بوجود خلل في جودة المياه.

3.3 المعادلات النظرية

من المهم جداً استخدام المعادلات النظرية وربطها بالواقع بطريقة صحيحة وذلك لتسهيل الوصول الى إتمام عمل المشروع بأقل وقت ممكن ومعرفة أين الخطأ في حال حدوثه، ولذلك وضعت المعادلات المهمة لهذا المشروع قبل القيام باي عمل وذلك من اجل معرفة المطلوب عند التنفيذ بشكل واضح.

3.3.1 معادلة الفاقد

الكشف عن التسربات والقيام بعمل الصيانة وتحديد الموقع بشكل تقريبي، هذا يعتمد على المعادلة التي تقوم بالكشف عن الفاقد وفق متغيرات يتم قياسها عبر المجسات وإدخالها الى المتحكم، والمعادلة تكون موجودة داخل المتحكم، تقوم بحساب الفاقد في الانابيب، أنظر المعادلة (3.1).

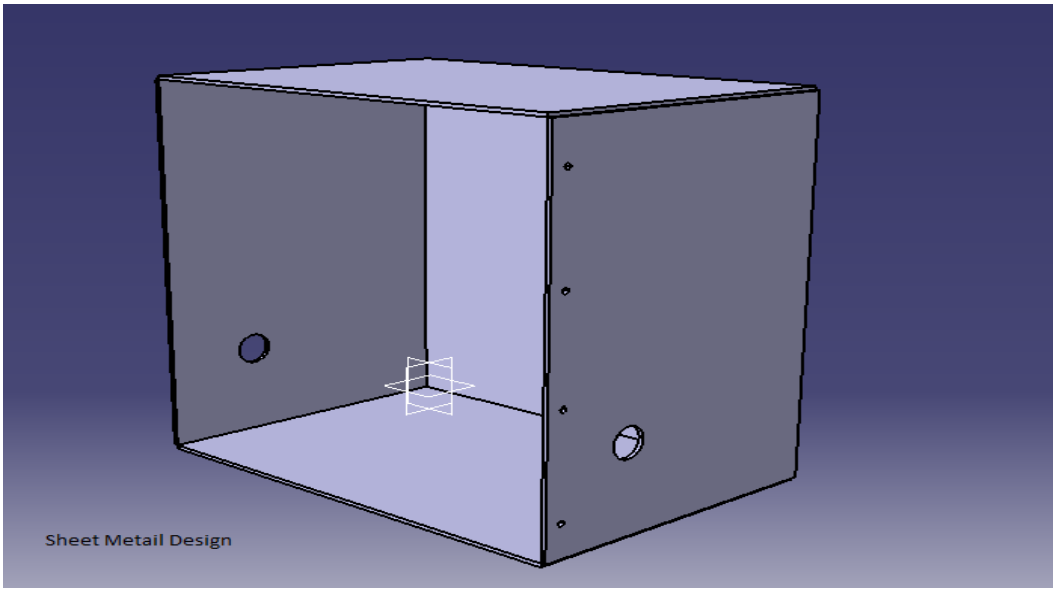
$$h_f = \frac{F*L}{D} * \frac{V^2}{2g} \qquad 3.1$$

بحيث ان هذه الرموز بالمعادلة تشير الى المعاملات التالية:

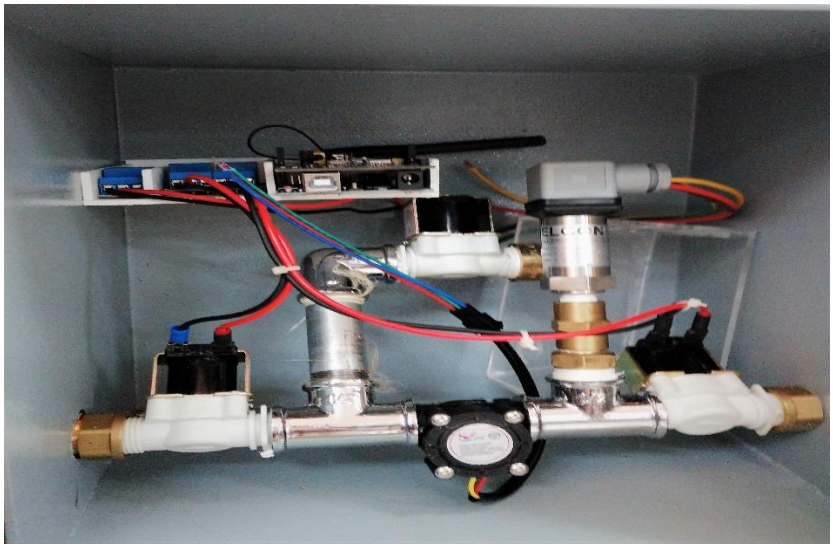
- h_f: الفاقد في قوة ضخ الماء.
- F: معامل احتكاك الانبوب مع المياه.
- L: طول الانابيب من نقطة الضخ الى النظام.
- D: قطر الانبوب ويساوي "1/2.
- V: سرعة جريان المياه في الانبوب.
- g: تسارع الجاذبية الأرضية ويساوي 9.87 م/ث2.

3.3.2 الاجهاد للهيكل الخارجي

تأثير القوى والحمل على أي جهاز شيء مهم جداً دراسته وتحليله، وهنا تم تصميم الهيكل بشكل قوي من اجل ان يحفظ المعدات والأجهزة الحساسة التي يحتويها هذا النظام، لذلك تم استخدام حديد مكلفن سمك 2.5 ملم بحيث يكون صلب وجاسئ، وبأبعاد طول عرض ارتفاع (270،260،170) ملم على التوالي وذلك وفق حجم الأجهزة الموجودة بداخلة وطريقة توزيع النظام، والرسم التوضيحي (3.4) يبين شكل هيكل المشروع، والرسم التوضيحي (3.5) يظهر توزيع المعدات بداخل الصندوق.



رسم توضيحي 3.4: تصميم الهيكل الخارجي الخاص بالمشروع



رسم توضيحي 3.5: توزيع الأجزاء دخل الصندوق "الهيكل الخارجي".

3.4 المجسات

3.4.1 مجس قياس الضغط

يقوم مبدأ العمل على اخذ الإشارة الميكانيكية وتحويلها الى إشارة كهربائية، يتكون المجس من شريحة السيليكون بحيث ليقوم بتحويل القوة الواقعة عليها الى إشارة كهربائية وفق مواصفات المجس الموضحة بالملحق الثاني الجدول (I)، ويتكون الغلاف من stainless "steel" المقاوم للتأكل خاصة التآكل الكيميائي، والرسم التوضيحي (3.6) يظهر شكل المجس ورأس المجس المسنن الذي يوضع بأنبوب الفحص المراد أخذ قيمة الضغط الواقع عليه.

رسم توضيحي 3.6: مجس الضغط

3.4.2 مجس قياس التدفق

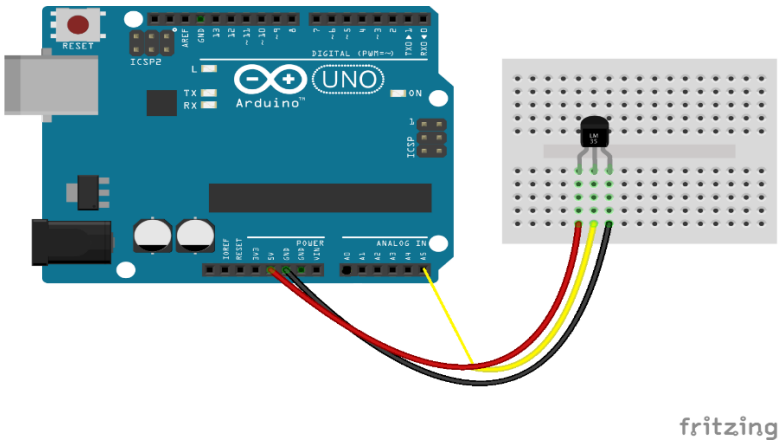
مجس يستخدم لتحويل كمية المياه المتدفقة الى إشارات كهربائية يفهمها النظام، يوجد مجموعة من الأنظمة لهذا الامر منها ما يعتمد على أمواج صوتية واخر على الحجم، لكن هنا المجس يعمل على مبدأ مجال مغناطيسي، حيث يتكون استشعار تدفق المياه من جسم من البلاستك يمنع أي تأثير خارجي للمجال المغناطيسي على المجس، ومروحة دوارة تعمل عند مرور المياه حسب الكمية المتدفقة وعند دورانها يوجد مجس استشعار يحول هذه الدورات الى نبضات الكترونية يفهما نظام التحكم والالكترونيات، والرسم التوضيحي (3.7) يوضح شكل مجس التدفق والمروحة التي تقوم بالدوران اثناء عبور المياه، مواصفات هذا المجس موضحة في الملحق الثاني جدول (II).

رسم توضيحي 3.7: مجس التدفق G1/2

3.4.3 مجس الحرارة

يوجد الكثير من المجسات المستخدمة لقياس درجة الحرارة، ويوجد أكثر من آلية لذلك، في هذا التصميم سوف نستخدم المجس "LM35" ضمن مواصفات تحافظ على المجس وتحمية من المياه، يعتمد على تغير في درجة الحرارة التي تغير في الجهد الخارج وفق تغير المقاومة يعتمد على معدل تغير خطي موضح في الملحق الثاني جدول (III)، والرسم التوضيحي (3.8) يظهر شكل المجس ووظيفة كل قدم عند تشغيل المجس، والرسم التوضيحي (3.9) يظهر كيفية ربط المجس مع المتحكم وكيفية توصيل الجهد الازم للتشغيل.

رسم توضيحي 3.8: *مجس الحرارة LM35*



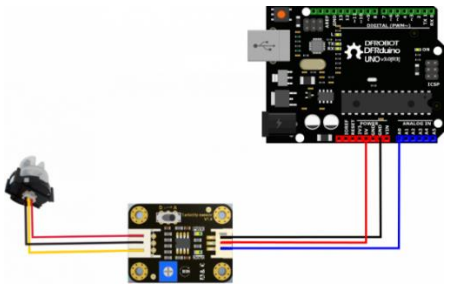
رسم توضيحي 3.9: ربط مجس الحرارة بالمتحكم.

3.4.4 مجسات جودة المياه

تم اختيار نوعين من المجسات والتي تشكل 97% من جودة المياه المفحوصة [3]، بشكل عام هذا الفحوصات تعد الأهم من منظور السلطات المختصة في جودة المياه في فلسطين، المجسات المستخدمة هنا يجب او يلزم معايرتها كل ستة أشهر تقريباً وذلك لان الماء قد يشكل طبقة توثر على مدى دقة المجسات في القراءة ويمكن ان يوثر على المواد المستخدمة في مجس الرقم الهيدروجيني فيغير من طبيعتها الايونية، وهذه المدة كافية لعمل صيانة دورية لهذا العداد.

3.4.4.1 مجس العكارة

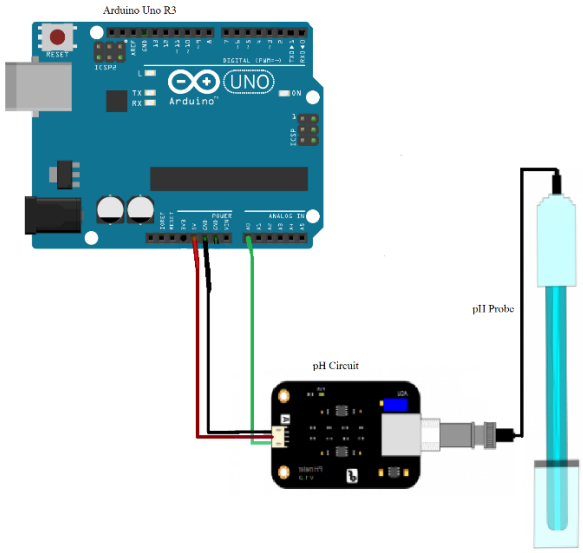
مجس العكر هو أحد مجسات البصريات، يمر من خلاله السائل بين مصدر اضاءة ومستشعر مقابل له، من ثم يتم حساب معدل نفاذية تشتت الضوء لتحديد حالة العكارة، عادة يتم الكشف في بيئة ديناميكية، التعكر استشعار يكتسب القيمة حسب البيئة المحيطة بالمجس، والرسم التوضيحي (3.10) يظهر دائرة ربط المجس بالمتحكم، يمكن الرجوع الى مواصفات المجس المستخدم وهي موضحة بالملحق الثاني الجدول (V).



رسم توضيحي 3.10: ربط وتشغيل مجس العكارة

3.4.4.2 مجس الرقم الهيدروجيني

يقوم المجس بقراءة تأين الماء الذي يحيط بالمجس ومقارنته بالسائل الذي يحوي والذي يعطي له مرجعية بالقراءة وهذا السائل عبارة عن مادة كلوريد الكالسيوم، هذا الفرق الموجود يعطي الرقم الهيدروجيني، الرسم التوضيحي (3.11) يظهر شكل المجس الخارجي وكيفية ربطة بالمتحكم، يجب الإشارة الى ان الهيكل مصنوع من الزجاج وذلك لمنع اختلاط او تفاعل أي مادة مع بيئة المجس الداخلية وذلك حتى يبقى محافظ على دقة القراءة والسائل الذي يعتبر مرجع هذا القيمة، وبالرجوع الى الملحق الثاني الجدول (IV.2) الذي يظهر قيم الجهد التي تعطي الرقم الهيدروجيني، هذه القيم مهمة بشكل خاص في برمجة هذا المشروع وادخال معادلة التحكم ومعايرة المجس، والجدول (IV.1) الذي يظهر مواصفات المجس.



رسم توضيحي 3.11: مجس فحص الرقم الهيدروجيني

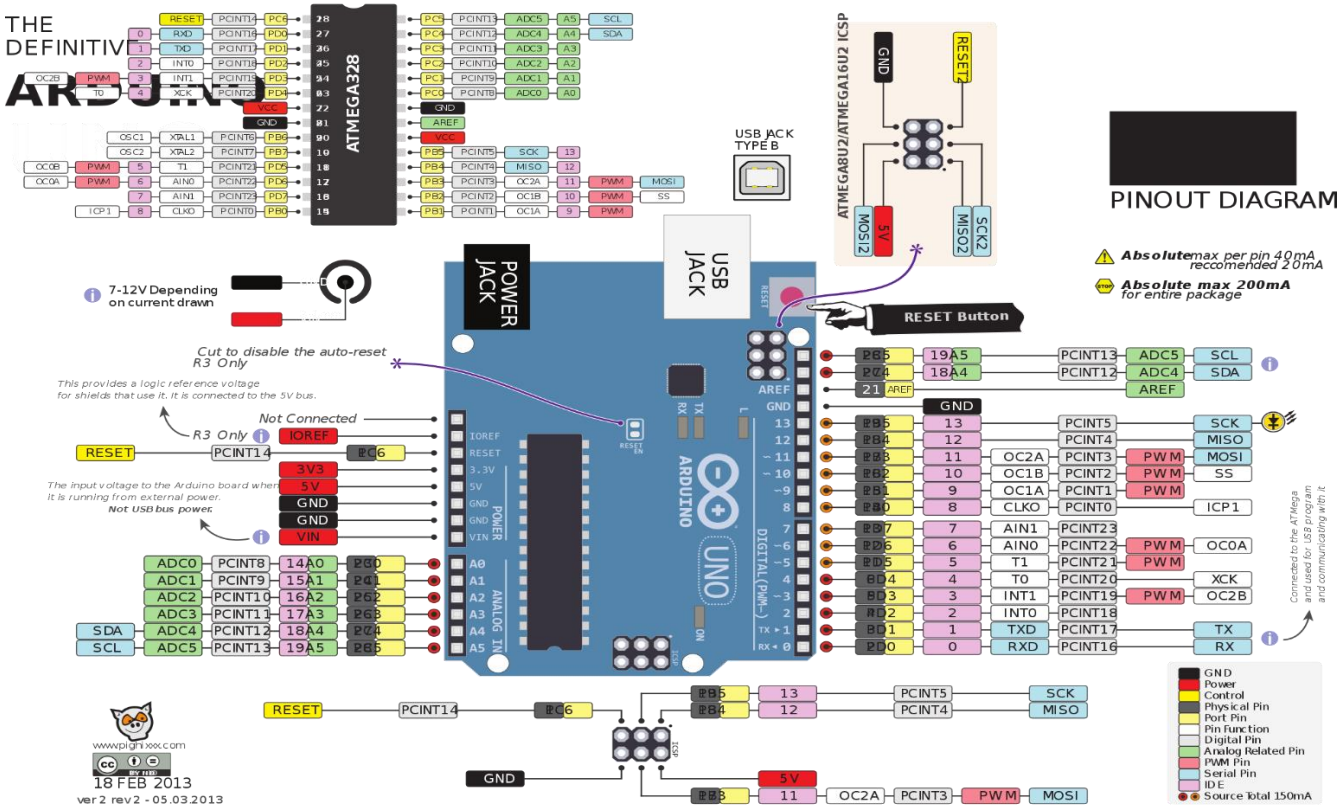
3.5 المحابس

سوف نستخدم نوع واحد من المحابس، يعمل على سير التدفق باتجاه واحد مع قدرة تحكم كهربائية، يتم التحكم به بواسطة التيار الكهربائي الذي يولد مجال مغناطيسي يعمل على فتح واغلاق الملف، مواصفات استخدام المحبس معرفة في الملحق الثاني الجدول (VI)، هنا سوف نستخدم ثلاث محابس حسب التصميم المطلوب ومحبس يدوي، والرسم التوضيحي (3.12) يوضح شكل وابعاد الصمام التي تم استخدامها في تصميم الهيكل ووضعية في حال عدم التشغيل.

رسم توضيحي 3.12: شكل الصمام

3.6 المتحكمات

وهنا سيتم التطرق الى النوعين الارخص والأشهر من المتحكمات التي تكفي لهذا الغرض، وهي المتحكمات الدقيقة من عائلتي "PIC AND ATmega""، سبب استخدم الاردوينو التي تحتوي على العائلة الأولى، كما هو موضح بالرسم(3.13) والذي يظهر أجزاء المتحكم المستخدم من مداخل ومخارج والإضافات الخاصة ببعض المخارج والمداخل، وفق معطيات التصميم فان هذا المتحكم كافي وبشكل كامل لإدارة عمل هذا البرنامج دون وجود أي مشاكل، ومواصفات المتحكم مبينة بالملحق الثاني الجدول (VII).



رسم توضيحي 3.13: أجزاء المتحكم المستخدم في جهاز الفحص بالنظام.

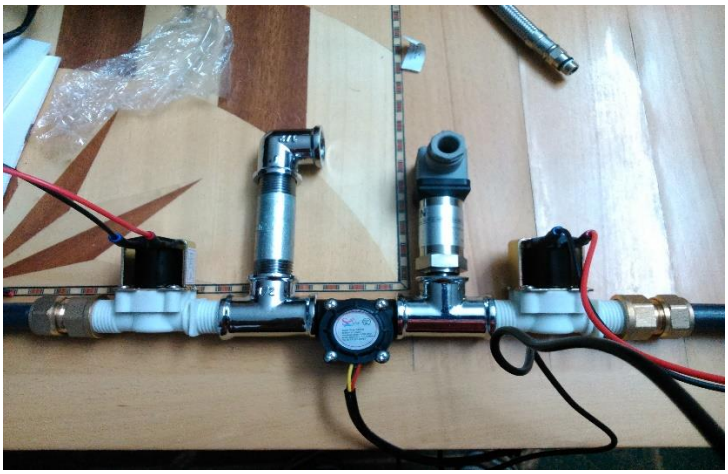
3.7 الاتصالات ونقل البيانات

نظام نقل البيانات هنا "GSM" وهو مشتق من نظام الهاتف الخليوي، لكن للحياة العملية يفضل الدمج بين نظام نقل بيانات لاسلكي تتابعي والذي يصل لمدي مئة متر تقريباً ونظام ""GSM، يعمل هذا النظام على شريحة "SIM" مثل شريحة الهاتف، لكن هنا تم طلب شريحة خاصة من شركات الاتصالات تعمل على الجيل الثالث، لأنها تكون عبارة عن شريجة انترنت، وبتم إلغاء استقبال المكالمات او الرسائل من أي رقم، ولذلك عند البرمجة يتم تعريف الرقم الخاص "IP " بالموقع المراد رفع البيانات اليه، هذا النظام للمشروع الصغير يعتبر جيد وسهل من أجل تطبيق الفكرة، لكن تكلفته عالية نسبيا، خاصة إذا أردنا الحديث عن تصنيع عدد كبير ولهذا السبب يفضل الدمج، وباستخدام هذا النظام سوف يتم العمل على إضافة ميزة تحديد الموقع "GPS"، هذه الميزة تساعد فريق الصيانة في تحديد موقع العداد الذي حصل به مشكلة ما، وبالتالي ضمان سرعة الوصول دون إضاعة أي وقت بالبحث والتنبؤ.

4 تنفيذ المشروع

4.1 تجميع القطع

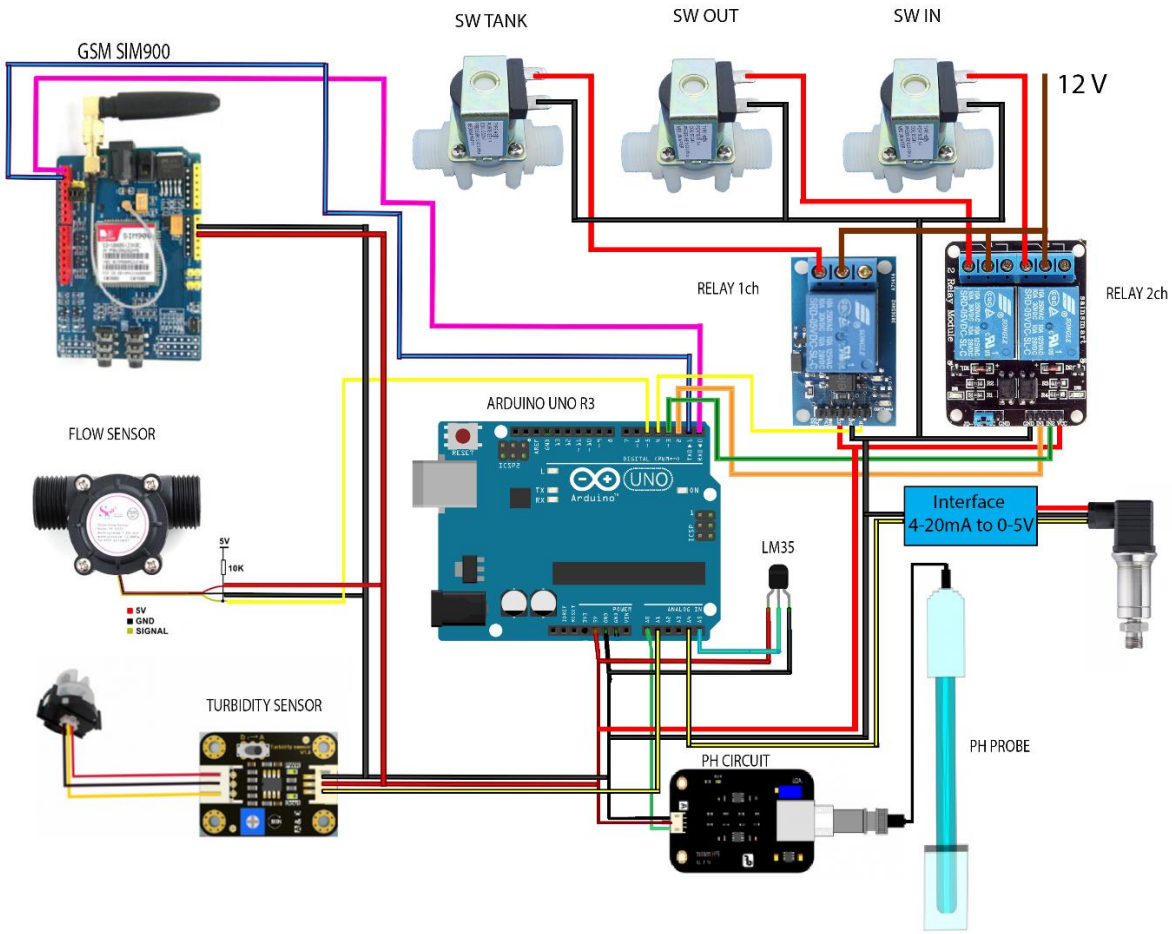
تمت عملية التجميع وفق مجموعة من الخطوات المنهجية، اولاً و هي تجمع المسار الأول الذي يحمل مدخل الماء و صمامي الاغلاق الرئيسين و مجس التدفق و مجس الضغط، و من ثم تم وضع موزع ثلاث مداخل بزاوية قائمة من اجل اكمال المسار، الخط الثالث الذي يأتي متعامد يعمل على توصيل المياه الى الخزان المسؤول عن فحص جودة المياه و تم تركيب الصمام المسؤول عن إيقاف تدفق الماء الى الخزان عند امتلاءه من اجل القيام بالفحص، و الرسم التوضيحي (4.1) يبين قطع المسار الأول للمشروع، ثانياً تم وضع المسار في صندوق المشروع بالشكل المطلوب وفق الثقوب المصممة كمدخل و مخرج للمسار، كما تم عمل ثقب صغير في اسفل الصندوق لتفريغ المياه في حال تسربها أو دخول المياه الى الصندوق.



رسم توضيحي 4.1: تجميع المسار الأول للمشروع

4.2 التوصيلات الكهربائية

توزعت مراحل التوصيل وفق خطوات محدد حسب آليه عمل أي مجس او صمام، وهي قراءة الإشارات الداخلة الى النظام من حيث الإشارة الرقمية والإشارة التماثلية والإشارات الخارجة سواء كان هناك احتياج الى تعديها او إشارة رقمية، الرسم التوضيحي (4.2) يظهر مخطط توصيل المشروع، حيث تم وضع المداخل والمخارج وفق آلية عمها، وتغذية المعدات حسب وضع تشغيل كل منها على حدا، وربط كل آلية تشغيل متوافقة بجهد تشغيل مناسب على التوازي مع مراعاة انه الخط المحايد لهم جميعاً موحد حتى لا يحصل تماس او تلف للقطعة.



رسم توضيحي 4.2: توصيلة الأدوات الكهربائية

4.2.1 دوائر ربط

تختلف طبيعة عمل المجسات طريقة تشغيلها واعطاءها للإشارة عن وضع وآلية عمل المتحكم وطريقة استقباله وإرساله للبيانات، كذلك الامر للصمامات التي تحتاج جهد تشغيل اعلى من جهد المتحكم، لذلك يلزم إيجاد طريقة تقوم على ربط هذه الأجزاء فيما بينها حتى يتحقق الهدف المراد تنفيذه.

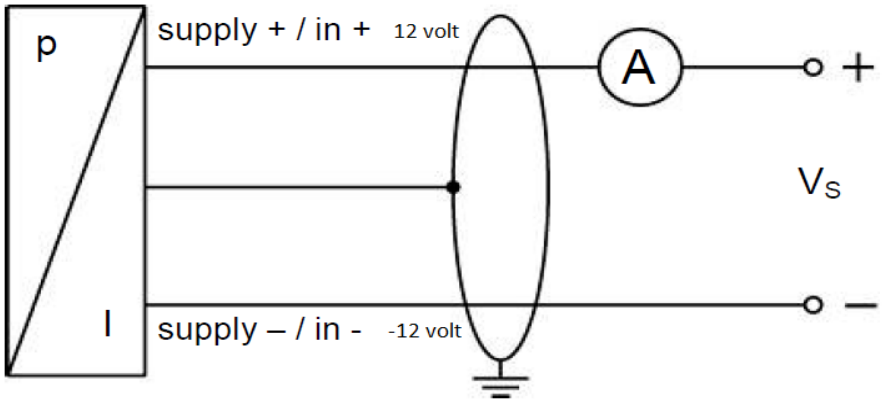
4.2.1.1 المرحل

حتى يتم الجمع بين الصمام الذي يعمل على جهد 12 فولت والمتحكم الذي يعمل على جهد 5 فولت وحتى لا تتلف دائرة التحكم فإننا بحاجة الى استخدام مرحل "relay"، تم استخدام مرحل يعمل على جهد 5 فولت، لكن يجدر الإشارة انه يعمل بشكل رقمي وعلى جهد منخفض أي 0 فولت كإشارة وهي الإشارة التي تخرج من المتحكم لتفعيل المرحل، أي يمكن الاعتماد على جهد تغذية خارجي مقداره

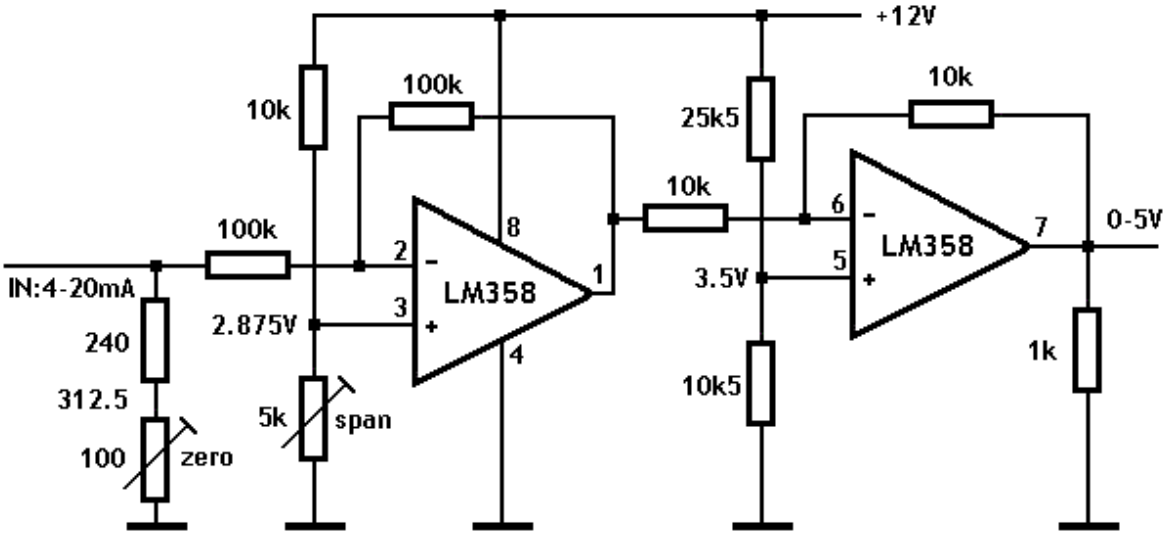
5 فولت كتغذية وليس كإشارة تحكم، وفي حال خروج إشارة تحمل 5 فولت من المتحكم فان المرحل بتوقف عن العمل أي ينفصل المحول من الداخل، على المخرج فان جهد التشغيل الصمام يتم توصيلة بقطب الأول وتأتي التغذية من محول 12 فولت.

4.2.1.2 دائرة التحويل

يحتاج مجس الضغط الى دائرة تحويل من التيار الكهربائي وهي إشارة اتي يعطيها المجس عند تعرضه لضغط (4–20mA) الى الجهد الكهربي (0–5V) الذي يستطيع المتحكم ان يفهم هذه الإشارة ويقوم بقياسها، ومن خلالها يتم معرفه قيمة الضغط والرسم التوضيحي (4.4) يظهر دائرة الربط بين مجس الضغط والمتحكم، توصيل مجس الضغط حتى يعمل ويعطي قراءة (4–20mA) وفق الرسم التوضيحي (4.3).



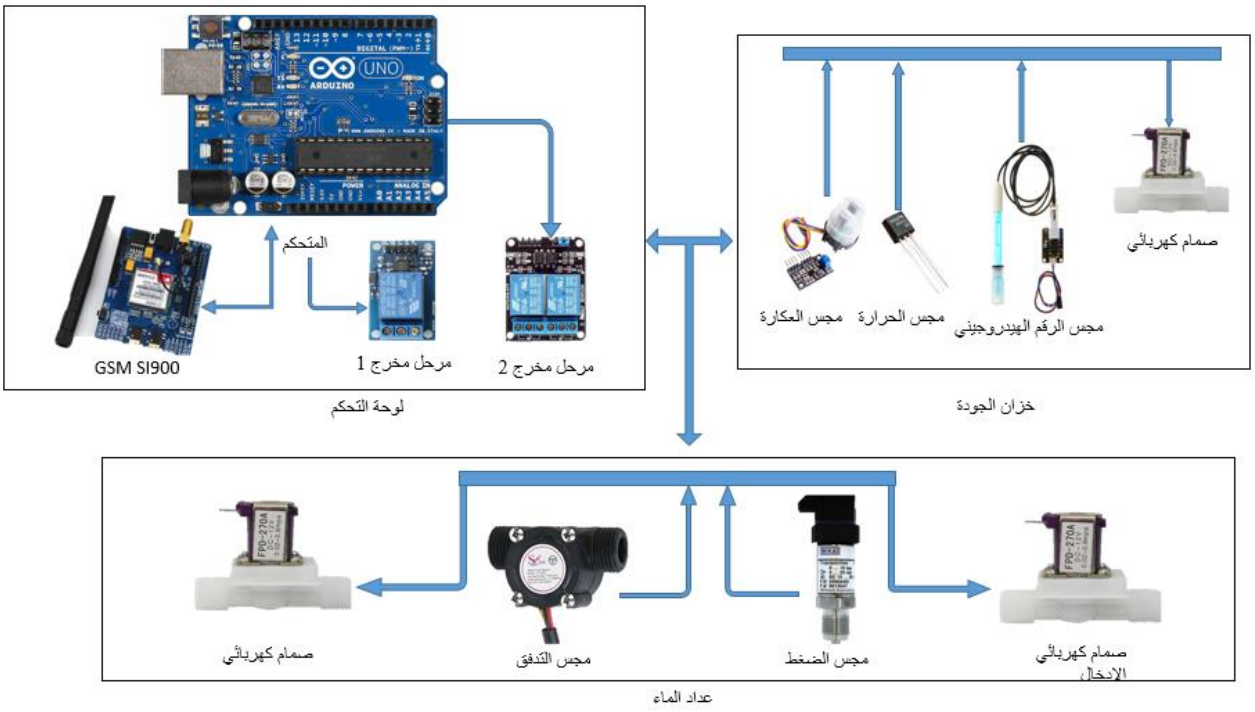
رسم توضيحي 4.3: *توصيل مجس الضغط.*



رسم توضيحي 4.4: دائرة ربط مجس الضغط بالمتحكم.

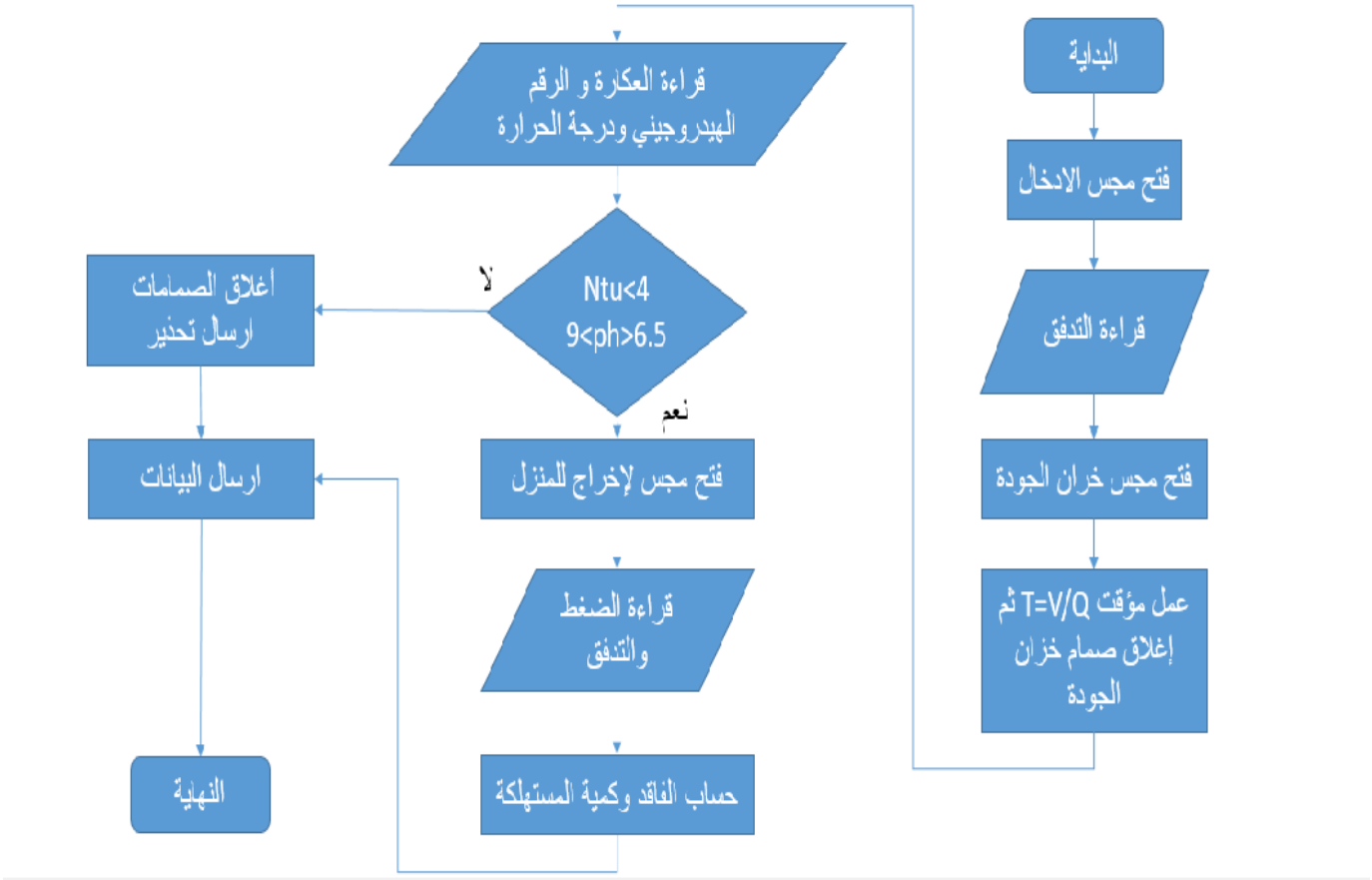
4.3 برمجة المشروع

تعتمد آلية البرمجة على نوع المتحكم الذي سوف أقوم باستعماله بناءً على عدد المداخل والمخارج التي اريدها ونوعية هذه المداخل والمخارج، آلية معالجته للبيانات، هنا تم اختيار المتحكم من نوع الاردوينو اونو من أجل القيام بالمهمة الأولى وهي التحكم بعداد المياه، قبل أي شيء لابد من معرفة آلية مسار البيانات بين الأجزاء، والرسم التوضيحي (4.5) يظهر مسار نقل البيانات بين أجزاء النظام.



رسم توضيحي 4.5: المدخلات و المخرجات للوحة التحكم

المخطط الانسيابي التالي يبين تسلسل العمليات البرمجية في المتحكم، حيث تعتمد القراءة على فتح صمام الادخال وجود قراءة لمجس الضغط الذي يبدأ بفتح كل الصمامات من ثم قراءة مجس العكارة الذي يعطي إشارة اغلاق صمام المؤدي الى خزان جودة المياه، ثم تتم عملية فحص المياه وإعطاء النتائج بعد ذلك يحافظ النظام على قراءة كمية التدفق حتى يصل الحد النهائي ومن ثم يغلق صمام الإخراج.



رسم توضيحي 4.6: خوارزمية البرمجة

جدول 4.1: رموز البرمجة للأدوات الكهربائية

المتغير	مدخل او مخرج المتحكم	رمز المتغير
مجس الرقم الهيدروجيني	A0	Ph
مجس العكارة	A1	Turbidity
مجس الضغط	A4	Pressure
مجس الحرارة	A5	Tump
مجس التدفق	D5	Flow

relay_in	D2	مرحل SW IN
relay_out	D3	مرحل SW OUT
relay_tank	D4	مرحل SW TANK
GSM Rx	D0	GSM Rx
GSM Tx	D1	GSM Tx
lm_door	D6	مفتاح نهاية

فيما يلي الكود البرمجي للمشروع:

```
#define SensorPin 0          //pH meter Analog output to Arduino Analog Input 0
#define Offset 0.00          //deviation compensate
unsigned long int avgValue;  //Store the average value of the sensor feedback
const byte lm35 =5;          // lm35
float lm_voltage ,lm_degree ;  // lm35
const byte pressure_in = 2;    // pin pressure

const byte relay_out= 3;
const byte relay_in = 4;
const byte relay_tanck=5; // selrnoid pin output.

volatile int NbTopsFan; //measuring the rising edges of the signal
int Calc ;
int hallsensor = 2; //The pin location of the flow sensor

 //flow interupt
void rpm () //This is the function that the interupt calls
```

```
 }
NbTopsFan++; //This function measures the rising and falling edge of the hall effect sensors signal;
 {
 //The setup() method runs once, when the sketch starts
void setup} ()
  pinMode(relay_out,OUTPUT);    // selenoid pin out
   pinMode(relay_in,OUTPUT);     // selenoid pin out
   pinMode(relay_tanck,OUTPUT);  // selenoid pin out
   pinMode(hallsensor, INPUT); //initializes digital pin 2 as an input
Serial.begin(9600); //This is the setup function where the serial port is initialised;
attachInterrupt(0, rpm, RISING); //and the interrupt is attached
  Serial.begin(9600);               //Baud rate: 9600
  pinMode(13,OUTPUT);
Serial.println("Ready");         //Test the serial monitor
{
void loop} ()
  digitalWrite (relay_out,LOW);
  digitalWrite (relay_tanck,LOW);
//   turb code:
  int turb_Volt = analogRead(A1);               // read the input on analog pin 0:
  float turbidity = turb_Volt * (5.0 / 1024.0);     // Convert the analog reading (which goes from 0 - 1023) to a
voltage (0 - 4500mV):
    float turbidity_value = (1646.6442*(pow(turbidity,2))) - (12690*turbidity) + 24094 ;// equation of the
relationship between the voltage and turbidity:
  Serial.print(" turbidity:");
  Serial.println(turbidity_value);                    // print out the value you read:

//PRESSURE CODE
  */   int pressure_Volt = analogRead(pressure_in);             //read pressure analog pin 2
```

```
  float pressure_value = pressure_Volt  ;(1024.0 / 5.00) *
  float pressure = (pressure_value*2.50) -2.50;
  Serial.println("pressure");
  Serial.println(pressure);
  /*
// lm35 code
   lm_voltage= analogRead(lm35)                    ;
    lm_voltage = lm_voltage*5000/1024;
    lm_degree = lm_voltage/10;
     Serial.println("temprutre");
    Serial.println(lm_degree);

//ph code
}
int buf[10];                  //buffer for read analog
for(int i=0;i<10;i++)         //Get 10 sample value from the sensor for smooth the value
}
buf[i]=analogRead(SensorPin);
delay;(10)
{
for(int i=0;i<9;i++) //sort the analog from small to large
}
for(int j=i+1;j<10;j++)
}
if(buf[i]>buf[j])
}
int temp=buf[i];
buf[i]=buf[j];
buf[j]=temp;
```

```
{{{
avgValue=0;
for(int i=2;i<8;i++)                    //take the average value of 6 center sample
avgValue+=buf[i];
float phValue=(float)avgValue*5.0/1024/6;     //convert the analog into millivolt
phValue=3.5*phValue+Offset;                 //convert the millivolt into pH value
Serial.print(" pH:");
Serial.print(phValue,2);
Serial.println;(" ")
{

//   Flow code
NbTopsFan = 0;  //Set NbTops to 0 ready for calculations
sei();  //Enables interrupts
delay (1000); //Wait 1 second
cli();  //Disable interrupts
Calc = (NbTopsFan * 60 / 7.5); //(Pulse frequency x 60) / 7.5Q, = flow rate in L/hour
Serial.print (Calc, DEC); //Prints the number calculated above
Serial.print (" L/hour\r\n"); //Prints "L/hour" and returns a new line
if  ( turbidity_value < 4)}
   digitalWrite (relay_in,LOW){;
   else
}   digitalWrite (relay_out,HIGH;(
  digitalWrite (relay_tanck,HIGH);
  Serial.print(" WATER IS BAD");
{
{
```

4.4 دائرة القدرة

تتكون دائرة القدرة من محولين أساسيين الأول 12 فولت من أجل تفعيل الصمامات ومجس الضغط والثاني وهو محول 8 فولت خاص بالاردوينو، وتم توصيل هذا المحول مع منظم جهد 5 فولت من أجل تشغيل مجسات الجودة ودرجة الحرارة، أهمية هذا الامر هو حماية المتحكم من التلف بسبب الحمل الزائد او التيار العكسي من المجسات.

4.5 إجراء الاختبارات الازمة

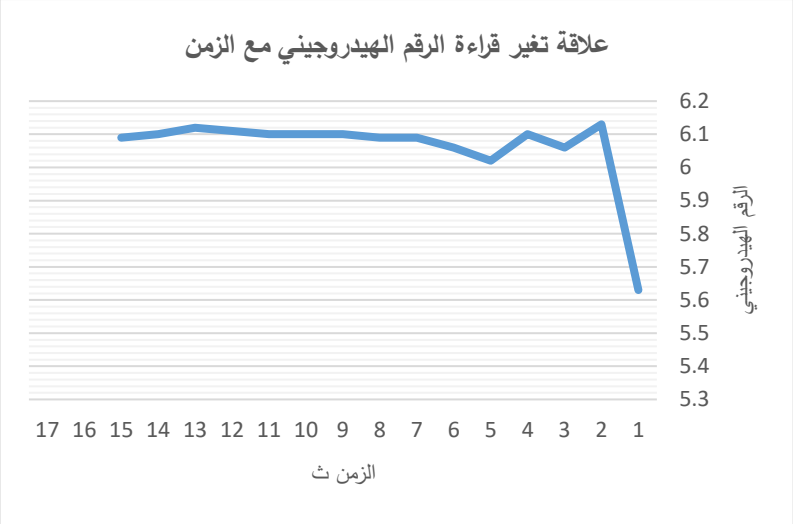
يوجد مجموع مهمة من الاختبارات التي يجب فحصها بالمشروع، الاختبار الأهم هو عمل المشروع وتكامل أجزاءه، ومن ثم التأكد من صحة مجسات الجودة وقراءتها بالنسبة للأجهزة الأخرى سواء الموجودة داخل مختبرات جامعة البوليتكنك او مصلحة المياه.

هي جزء أساسي ومهم خاصة إذا كان هناك دقة مطلوبة او بيانات تتعلق بحياة الانسان، وهنا نتحدث عن اختبارات الجودة المتعلقة بالمياه، لأنه وللأسف توجد نسبة كبيرة جداً من البشر تصاب بالأمراض المعدية او حتى المميتة [1]، لذلك تمت اجراء الاختبارات في أكثر من موقع من اجل التأكد من القيم.

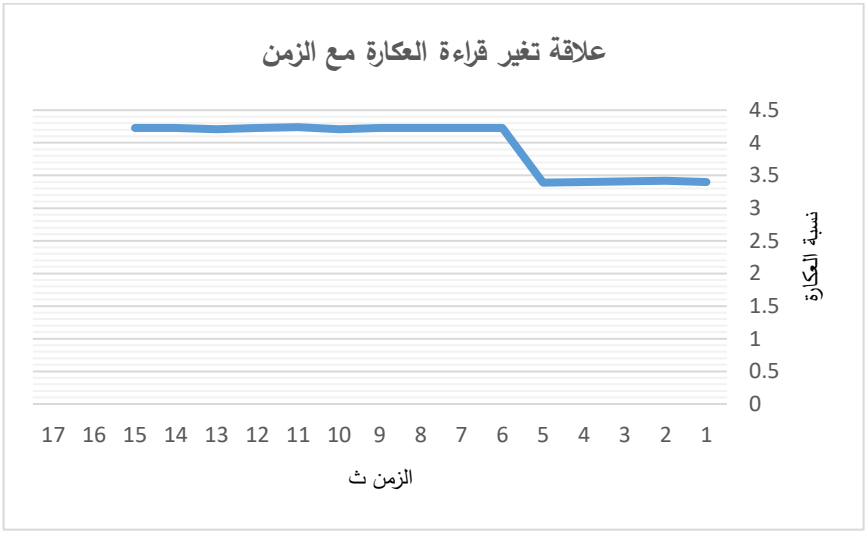
4.5.1 اختبار الجودة

يتم عمل هذا الاختبار فقط لتأكد من دقة القراءة وصحتها، وهنا قمنا بأخذ عينة من الماء وقراتها بواسطة مجسات المشروع ومن ثم قراءتها بواسطة الأجهزة المخصصة لذلك بالجامعة.

تم العمل على معايرة مجس الرقم الهيدروجيني بواسطة محلولين قيمة الرقم الهيدروجيني له معلومة، ومن ثم أخذ قراءة بواسطة جهاز مختبر البيئة في جامعة بوليتكنك فلسطين، والرسم التوضيحي (4.6) يظهر قراءة الرقم الهيدروجيني للمشروع بالنسبة للزمن، والرسم التوضيحي (4.7) يبين العلاقة بين قراءة مجس العكارة مع تغير الزمن.



رسم توضيحي 4.7: العلاقة بين ثبات قيمة الرقم الهيدروجيني مع تغير الزمن.



رسم توضيحي 4.8: العلاقة بين ثبات قراءة العكارة وبمرور الزمن

4.5.2 اختبارات الفاقد

لأجل التحقق من دقة قراءة العداد كإجراء فحص قمنا بإدخال المياه معلومة الكمية والضغط لهذا النظام، اما الفحص الاخر فهو عند إعطاء الحاسوب الكمية نظرية افترض انها ضخت بالنظام تساوي مقدار معين، تم العمل على وجود فتحات قبل العداد من اجل التلاعب بالنتائج وذلك من اجل معرفة هل استطاع النظام ان يكون ذكياً ويكشف وجود الفاقد في الشبكة.

4.5.3 النتائج والتوصيات

عند القيام بفحص المشروع وقراءة المجسات تبين ان مجس الرقم الهيدروجيني بحاجة الى المعاير بعد كل فحصين على الترتيب، ولذلك عند استخدام هذا المجس بشكل عملي وواقعي يجب ان نختار مجس يحتفظ لفترة ستة أشهر دون الحاجة الى معايرته وهذا مدة يمكن اعتبارها فترة الصيانة الدورية للجهاز، اما بالنسبة الى مجس العكارة فانه لا يتأثر بوجود الضوء حوله على الرغم من ان التصميم الفعلي للمشروع يكون المجس في موقع معتم لا يسل اليه الضوء.

يتم العمل حاليا على استخدام موقع الكتروني لنقل واستقبال البيانات من العداد الى الحاسب المركزي الذي يقوم بمعالجة العامة لشبكة التوزيع.

المراجع

[1] منظمة الصحة العالمية، "منظمة الصحة العالمية،" 2016. [متصل]. Available: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/ar/. [تاريخ الوصول 15 10 2016].

[2] م. ذ. ع. ا. م. احمد اليعقوبي، نبذه حول مصادر المياه في فلسطين، رام الله: سلطة المياه الفلسطينية، 2011.

[3] سلطة المياه الفلسطينية، مسورد مقايس جودة مياه الشرب في فلسطين، رام الله: السطة الوطنية الفلسطينية، 2014، pp. 1-8.

[4] سلطة المياه الفلسطينية، الخطة الستراتيجيات لسلطة المياه الفلسطين، رام الله: سلطة المياه الفلسطينية، 2015.

[5] الادارة العامة لتطوير المناهج، "طرق جمع و تحليل العينات،" تأليف *مهارات التحليل الكيميائي (عملي)*، السعودية، المؤسسه العامة لتدريب و التطوير المهني، pp. 1-19.

[6] أ. السروي، "الماء و تلوث المياه،" تأليف *الكيمياء البيئة*، مصر، الدار العالمية لنشر و التوزيع، 2008، p. 226.

[7] "عداد الماء الذكي،" شركة الالكترونيات المتقدمة، [متصل]. Available: http://www.aecl.com/ar/WHAT-WE-OFFER/Products/Smart-Water-Meters-(wADDAD). [تاريخ الوصول 1 مايو 2017].

[8] الادارة العامة لكتابة و تطوير المناهج، "الصمامات،" تأليف *مكونات هيدروليكية و نيوماتيكية*، السعودية، المؤسسه العامة لتدريب و التطوير المهني، pp. 75-124.

[9] م. س. الجعبري، water saving management، الخليل: جامعة بوليتكنك فلسطين، 2013.

[10] م. محمود، "ازمة المياه العالمية،" *امن البيئة*، pp. 34-37، 12 12 2016.

[11] سلطة المياه الفلسطينية، تأليف *كتيب اليوم العالمي للمياه في فلسطين*، رام الله، سلطة المياه الفلسطينية، 2015، pp. 2-10.

[12] الادارة العامة لتطوير المناهج، "شبكات توزيع المياه،" تأليف *شبكات المياه و الصرف الصحي*، السعودية، المؤسسه العامة لتدريب و تطوير المناهج، pp. 48-73.

[13] المركز العربي لبحوث البيئة، آلية فحص المياه، غزة، 2014.

الملحق 1

السلطة الوطنية الفلسطينية

مقاييس جودة مياه الشرب في فلسطين

مقدمة

تعتبر هذه المقاييس الخاصة بجودة مياه الشرب الخطوة الأولى التي تبنتها سلطة المياه الفلسطينية، بالتعاون مع الوزارات والمؤسسات الفلسطينية المعنية وذلك من أجل المحافظة على الصحة العامة، وتنظيم العلاقة بين سلطة المياه الفلسطينية ومزودي الخدمة في هذا القطاع.

وهذه المقاييس أخذت بالاعتبار الواقع الحالي الفلسطيني مشاكل المياه والوضع الصحي والاقتصادي، وسيتم العمل على مراجعتها وتحديثها بشكل دوري.1

1. المجال

- تختص هذه المواصفة القياسية بالاشتراطات والخصائص الفيزيائية والمعايير الكيميائية والبيولوجية والميكروبيولوجي للمياه الصالحة للشرب.

2. التعاريف

- المياه الصالحة للشرب والاستعمالات المنزلية والمطابقة في خصائصها الفيزيائية ومعاييرها الكيميائية والبيولوجية لهذه المقاييس

3. الخصائص

أولا: الخصائص البيولوجية

يجب أن تخلو مياه الشرب مما يلي:

- الحيوانات الأولية (البروتوزا) الممرضة.
- الديدان التي تنتقل أي من أطوارها الممرضة للإنسان.
- الكائنات الطليقة بما فيها الفطريات والتي لها أهمية من ناحية صحية أو التي تنتج مواد سمية تؤثر على الإنسان.

ثانيا: الخصائص الميكروبيولوجية

يجب أن تتطابق الخصائص الميكروبيولوجية حسب ما هو مبين بالجدول رقم (1) ا أدناه.

جدول رقم (1) الخصائص الميكروبيولوجية

رقم البند	الخاصية	وحدة القياس	الحد الأقصى	نوعية التأثير	ملاحظات
.1	العدد الكلي (Colony Count)	عدد/1 ملي لتر عند (22&37) درجة حرارة مئوية	في المعدل الطبيعي	صحي	عند الضرورة
.2	بكتيريا القولون الكلية	عدد / 100 ملي لتر	0.00	صحي	95%من العينات يجب أن تكون خالية 5% من العينات الباقية تسمح بوجود 5 مستعمرة
.3	بكتيريا القولون البرازية	عدد / 100 ملي لتر	0.00	صحي	
.4	بكتيريا السبحية البرازية	عدد / 100 ملي لتر	0.00	صحي	
.5	*الكولوستريديوم المختزلة للكبريت	عدد / 100 ملي لتر	0.00	صحي	عامل مؤشر
.6	**بكتيريا سيدومونس	عدد / 100 ملي لتر	0.00	صحي	عند الضرورة

*** تفحص في المياه المعبأة**

** تفحص في المستشفيات (في غرف العمليات)

ثالثا: الخصائص الفيزيائية

يجب أن تتطابق الخصائص الفيزيائية حسب ما هو مبين في الجدول رقم (2) المبين أدناه.

جدول رقم (2) الخواص الفيزيائية

رقم البند	الخاصية	**وحدة القياس**	**الحد الأقصى**	**نوعية التأثير**	**ملاحظات**
1	اللون	مقياس الكوبالت البلاتيني	15	استساغي	
2	العكارة	NTU*	4	استساغي	
3	الطعم		مستساغ	استساغي	

4	الرائحة		مقبول	استساغي	
	الرقم الهيدروجيني pH	وحدة قياس pH	6.5 – 9.5	صحي	
.7	درجة الحرارة	درجة مئوية	25	استساغي	

*NTU = Nepholometic Turbidity Units

رابعاً: المعايير الكيميائية

يجب أن تتطابق عن الحدود المبينة في الجدول رقم (3) والمبين أدناه.

رقم البند	الخاصية		وحدة القياس	الحد الأقصى	نوعية التأثير	ملاحظات
.1	الأملاح الذائبة الكلية	(T.D.S)	مليجرام /لتر	1500	استساغي	التجفيف على 105 درجة مئوية
.2	الكلورايد	CL	مليجرام / لتر	600	استساغي	
.3	النترات	NO_3	مليجرام /لتر	70	استساغي	
.4	النيتريت	NO_2ا	مليجرام / لتر	0.10	استساغي	
.5	الأمونيوم	NH_4	مليجرام / لتر	0.5	صحي	
.6	العسر الكلي	Total Hardness	مليجرام / لتر	600	صحي استساغي	كمؤشر في كربونات الكالسيوم
.7	القلوية	Alkalinity	مليجرام / لتر	400	صحي استساغي	كمؤشر في كربونات وبيكربونات الكالسيوم
.8	الكبريتات	SO_4	مليجرام / لتر	400	استساغي	
.9	الكالسيوم	Ca	مليجرام / لتر	100 – 200	صحي استساغي	كربونات الكالسيوم كمؤشر
.10	ماغنسيوم	Mg	مليجرام / لتر	150	استساغي	
.11	الصوديوم	Na	مليجرام / لتر	200	صحي استساغي	
.12	البوتاسيوم	K	مليجرام / لتر	12	صحي	
.13	الفلورايد	F	مليجرام / لتر	1.5	صحي	

14.	الكلور الحر المتبقي FR.CL	مليجرام / لتر	0.2 –0.8	صحي استساغي	زمن الملامسة أثناء التطهير (15–30) دقيقة.
15.	المنظفات الصناعية ABS	مليجرام / لتر	0.5	صحي استساغي	

جدول رقم (3) المعايير الكيميائية

خامسا: العناصر الثقيلة والسامة:

يجب ألا يزيد تركيز العناصر الثقيلة أو السامة عن الحدود المبينة في جدول رقم (4) والموضح أدناه.

جدول رقم (4) العناصر الثقيلة والسامة

رقم البند	الخاصية	وحدة القياس	الحد الأقصى	نوعية التأثير	ملاحظات
16.	الحديد (Fe)	ميكروجرام / لتر	500	صحي	
17.	الألمنيوم (Al)	ميكروجرام / لتر	200	صحي	
18.	النحاس (Cu)	ميكروجرام / لتر	1000	صحي	
19.	الزنك (Zn)	ميكروجرام / لتر	5000	صحي	
20.	المنجنيز (Mn)	ميكروجرام / لتر	100	صحي	
21.	النيكل (Ni)	ميكروجرام / لتر	50	صحي	
22.	الرصاص (Pb)	ميكروجرام / لتر	10	صحي	

.23	الأنتيمون	(Sb)	ميكروجرام / لتر	5	صحي	
.24	السلينوم	(Se)	ميكروجرام / لتر	10	صحي	
.25	الزرنيخ	(As)	ميكروجرام / لتر	10	صحي	
.26	الكادميوم	(Cd)	ميكروجرام / لتر	3	صحي	
.27	السيانيد	(CN)	ميكروجرام / لتر	50	صحي	
.28	الكروم	(Cr)	ميكروجرام / لتر	50	صحي	
.29	الزئبق	(Hg)	ميكروجرام / لتر	1	صحي	

سادسا: المبيدات والملوثات العضوية

يجب ألا يزيد تركيز المبيدات والملوثات العضوية الأخرى عن الحدود المبينة في الجدول رقم (5) والموضح أدناه.

جدول رقم (5) المبيدات والملوثات العضوية

رقم البند	الخاصية	وحدة القياس	الحد الأقصى	نوعية التأثير	ملاحظات
1	ألا كلور Alachlor	ميكروجرام /لتر	20	صحي	احتمالية حدوث خطر صحي 5–10
.30	الديكارب Aldicarb	ميكروجرام / لتر	10	صحي	
.31	ألدرين / ديلدرين Aldrin/Dieldrin	ميكروجرام / لتر	0.03	صحي	
.32	أترازين Atrazine	ميكروجرام / لتر	2	صحي	
.33	كلور دان Chlordane	ميكروجرام / لتر	0.2	صحي	
.34	د – د– ت (D.D.T)	ميكروجرام / لتر	2	صحي	
.35	1،2 داي بروموـ3- لوروبروبان 1,2 Dibromo – 3 chloropropane	ميكروجرام / لتر	1	صحي	احتمالية حدوث خطر صحي 5–10
.36	2,4– D 4,2– د	ميكروجرام / لتر	30	صحي	
.37	هيبتا كلور وهيبتاكلورابوكسيد	ميكروجرام / لتر	0.03	صحي	

	Heptachlor, Heptachlor epoxide				
.38	لندين Lindane	2	ميكروجرام / لتر	صحي	
.39	ميتوكسي كلور Methoxychlor	20	ميكروجرام / لتر	صحي	
.40	بيرو مثرين Permethrin	20	ميكروجرام / لتر	صحي	
.41	سيمازين Simazine	2	ميكروجرام / لتر	صحي	
.42	تراي فلورالين Tri-fluralin	20	ميكروجرام / لتر	صحي	
.43	5,4,2 ت ب 2,4,5TP	9	ميكروجرام / لتر	صحي	
.44	إندرين Endrin	2	ميكروجرام / لتر	صحي	
.45	كلوريد الفينايل Vinyl chloride	0.005	مليجرام / لتر	صحي	
.46	مونو كلورامين Monochloramine	3	مليجرام / لتر	صحي	
.47	*تراي هالو ميثان (T.H.M)	0.1	مليجرام / لتر	صحي	

- يجب ألا يزيد تركيز المبيدات والملوثات العضوية الأخرى غير المذكورة في الجدول رقم (5) على الحدود المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية.

*:تراي هالو ميثان T.H.M Tri halomethane

وتشمل مجموعة تركيز المواد الاتية:-

داي بروموكلوروميثان Dibromo chloro methane

روموداي كلوروميثان Bromodi chloromethane

تراي برومو ميثان (بروموفورم) Tri bromo methane (Bromo Form

تراي كلورو ميثان (كلوروفورم) Trichloromethan (chloroform

سابعا: المواد المشعة

يجب ألا يزيد تركيز المواد المشعة عما هو موضح بالجدول رقم **(6)** المرفق.

جدول رقم (6) المواد المشعة

رقم البند	الخاصية	وحدة القياس	الحد الأقصى	نوعية التأثير	ملاحظات
1	مشعات آلفا Alpha emitters	بيكوريل / لتر	o.1	صحي	ما عدا الرادون
2	مشعات بيتا Beta emitters	بيكوريل / لتر	1	صحي	

- عند زيادتها عن هذه الحدود يلزم إجراء تحاليل بواسطة جهة متخصصة ومعتمدة لتحديد العناصر المشعة ومصدرها وتأثيرها على الصحة.

4-طرق الفحص

- يجب أخذ العينات وإجراء الفحوصات للمياه حسب الطرق المذكورة في المرجع

Standards Methods for the examination of Water and Waste Water

الجهات التي شاركت في إعداد هذه المقاييس

سلطة المياه الفلسطينية. وزارة شئون البيئة. وزارة الصحة الفلسطينية

وزارة الزراعة الجامعة الإسلامية جامعة الازهر

بلدية غزة

1. المصطلحات العلمية

العدد الكلي للبكتيريا Total Bacterial Count

بكتيريا القولون الكلية Total E- Coli

بكتيريا القولون البرازية Fecal Coliform

بكتيريا السبحية البرازية Fecal Streptococci

بكتيريا المختزلة للكبريت Sulphite – Reducing Clostridia

وحدة قياس العكارة (NTU) Nepholometic Turbidity Units

الأملاح الذائبة الكلية	(T.D.S) Total Dissolved Solids
مؤشر لقياس التلوث بالمنظفات	Alkyl Benzyl Sulfonate ABS
– D-2,4	2,4 Dichlorophenoxy Acetic Acid
T.P. 5,4،–2	2,4,5 T.P. Trichlorophenoxy Propionic Acid

2. المراجع

دليل منظمة الصحة العالمية لنوعية مياه الشرب مجلدات 1،2،3 للعام 1996 – الطبعة الثانية.

مواصفات السوق الأوروبية المشتركة (EU) 1998.

مواصفات مياه الشرب الصادرة عن منظمة حماية البيئة الأمريكية (EPA) للعام 1996.

المواصفات الكندية لنوعية مياه الشرب 1999.

المواصفة الفلسطينية لمياه الشرب رقم (41) للعام 1997.

المواصفة الأردنية رقم (286) للعام 1997.

المواصفات المغربية لجودة مياه الشرب نوفمبر 1990

المواصفات السورية لمياه الشرب.

المواصفات الإسرائيلية.

الملحق الثاني: مواصفات المجسات

I. مواصفات مجس الضغط

Features	**Data**
Power Supply	9-32VDC
Output Signal	4-20mA
Capacity Range	0-10bar(gauge pressure)
Pressure Connection	G1/4
Comprehensive Precision	0.5%FS
Overload Capacity	2-4 times
Temperature Range	-40 to 110C
Pressure Medium	Non-corrosive liquid or air

II. مواصفات مجس التدفق

Features	Data
Mini. Working Voltage	DC 4.5V
Max. Working Current	15mA(DC 5V)
Working Voltage	5V ~ 24V
Flow Rate Range	1 ~ 30L/min
Load Capacity	≤10mA(DC 5V)
Operating Temperature	≤80℃
Liquid Temperature	≤120℃
Operating Humidity	35% ~ 90%RH
Water Pressure	≤2.0MPa
Storage Temperature	-25℃ ~ +80℃
Storage Humidity	25% ~ 95%RH

III. مواصفات مجس الحرارة

Features	Data
Linear Relationship	10mV/°C+
Power Supply	4~30V
Temperature Range	-55 °C ~ 150°C
Accuracy	5 °C0.
Current Drain	Less than 60-µA
Low-Impedance Output	0.1 Ω for 1-mA Load

IV. مجس الرقم الهيدروجيني

1. المواصفات المجس

Features	Data
Working Voltage	DC 5 V
Measuring Range	0 - 14PH
Accuracy	± 0.1pH (25 °C)
Operation Temperature	0 ℃ ~ 60℃
Response Time	≤ 1min
pH Sensor with BNC Connector	

2. علاقة تغير الجهد بالرقم الهيدروجيني

Potential difference (mV)	pH	potential difference (mV)	pH
414.12	0.00	-414.12	14.00
354.96	1.00	-354.96	13.00
295.80	2.00	-295.80	12.00
236.64	3.00	-236.64	11.00
177.48	4.00	-177.48	10.00
118.32	5.00	-118.32	9.00
59.16	6.00	-59.16	8.00

٧. **مواصفات مجس العكارة**

Features	**Data**
Working Voltage	Dc 5 v
Working Current	30mA (Max)
Response Time	500ms
Insulation Resistance	100 meters Ω(min)
Output Voltage	0-4.5 v
Operation Temperature	-30℃ ~ +80℃
Storage Temperature	-10℃ ~ +80℃

VI. مواصفات الصمام الكهربائي

Features	Data
The environment work	Not more than 2500 meters above sea level
Working medium temperature	0 ℃ ~ + 60 ℃ (nitrile rubber)
Medium	Water, gas, oil
Rated voltage	Dc12v (the production line detection voltages fall 15 percent)
Power rating	5w
Rated current	400MA
Working pressure	0.02 ~ 0.8MPA; can withstand static pressure of not less than 2.0mpa
Working life	The use of imported stainless steel spring and high-quality materials, to work at least

VII. مواصفات لوحة التحكم

Features	Data
Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P)
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Width	53.4 mm
Length	68.6 mm
Weight	25 g