تقنية مستحدثة في السيطرة و التشغيل لمنظومة سقي حديثة لأستغلال مياه البزل العراقية بواسطة السيطرة المنطقية المبرمجة و باستخدام الطاقة المتجددة

علي عبد العباس البكري داود مشير جاسم
الكلية التقنية – مسيب / قسم هندسة القدرة الكهربائية

ألمستخاص

يقدم هذا البحث تقنية مستحدثة تستخدم لأول مرة في العراق وفي المنطقة، اذ يمثل محاولة لاستغلال مياه البزل العراقية التي تذهب هباءا رغم ان اغلبها صالحة للسقي لا سيما و ان تربة البلاد بحاجة لكل قطرة ماء، و باستخدام السيطرة الكهربائية الذكية و بالأعتماد على الطاقة المتجددة كمصدر بديل في تشغيل منظومة السقي. اذ تم تصميم وتنفيذ وبرمجة منظومة سيطرة منطقية مبرمجة (PLC) للسيطرة على عملية السقي وتحديد مدى صلاحية مياه البزل المعني في عملية السقي من خلال نصب متحسسات ملحية (Salinity Sensors) مغموسة في مياه البزل لتحديد نسبة الملوحة - PPM (الجزء في المليون – Part Per Million) والتي بدورها تقوم بالتغذية المرتدة بالمعلومات المطلوبة عن نسبة الملوحة تلك الى منظومة السيطرة المنطقية المبرمجةو التي بدورها و استنادا الى تلك المعطيات تقوم باعطاء الايعاز التنفيذي بالعمل او بالتوقف لمحطة سحب الماء وضخه من البزل او التحول الى مصدر الماء البديل الثاني (مياه البئر) في حالة عدم مطابقة نسبة الملوحة (ارتفاعها) عن النسبة المقبولة في مياه السقي او في حالة عدم توفر المياه الكافية للسقي او انقطاعها كما يحصل في اغلب المزارع العراقية في بعض الاشهر من موسم الصيف بسبب شحة المياه في نهري دجلة و الفرات بسبب الجفاف و السياسة المائية لدول الجوار العراقي. المنظومة اعلاه ونظرا لأحتمالية نصبها في اماكن نائية بعيدة عن مصادر الطاقة الكهربائية الوطنية فقد تم الاعتماد على الطاقة المتجددة (الشمسية) في تشغيل منظومة السيطرة والمضخات وصمامات التحكم الكهرومغناطيسية. تم تنفيذ المشروع و تطبيقه على احد البزول الواقعة في مدينة بابل و في مدينة المسيب كنموذج وكانت النتائج مشجعة جدا ومبشرة اذ تبين مدى امكانية استغلال مياه ذلك البزل وصلاحيتها لأغلب ايام السنة ولمحاصيل حقلية متعددة في حين كانت مياه هذا البزل وغيره من المبازل في عموم مناطق العراق تذهب سدى. بين هذا المشروع البحثي كذلك ولأول مرة في العراق في مثل هكذا تطبيق وتنفيذ اضافة الى التصميم والبرمجة الخاصة عن مدى وجدوى امكانية المزاوجة بين منظومات السيطرة الحديثة جدا (PLC) ومنظومات السقي الحديثة كمنظومات الرش والري بالتنقيط في امكانية تقليل الهدر المائي وكذلك استخدام الطاقة البديلة المتجددة والنظيفة كالطاقة الشمسية في تشغيل منظومات السقي مما يفتح المجال لأستغلال و احياء ألألاف من الدونمات من الاراض الزراعية المتروكة بسبب شحة مصادر المياه وبعدها عن مصادر الكهرباء.

Abstract

This paper presents an attempt to exploit the Iraqi water drainage which go as losses, despite the fact that most of them suitable for watering, especially that Iraqi soil needs every drop of water. As the design, implementation and programming of Programmable Logic Control (PLC) to control the process of irrigation and determine the viability of water drainage on the process of irrigation by installing sensors dipped in water drainage to determine salinity - PPM (part per million - part per million) which in turn feedback the information needed on the salinity of that to the PLC and that turn, and the basis of these data you give instruct the Executive to work or to stop the plant to withdraw water, pumped from the drainage and the transition to a source of water, the second alternative (well water) in the case of non-conformity of salinity (height) than accepted in the irrigation water or in the case of lack of sufficient water for irrigation or interrupted, as happens in most of the farms of Iraq some months of the summer season due to scarcity of water in the Tigris and Euphrates rivers because of the drought and water policy for the countries Iraq's neighbors. The system above and given the probability of it installed in remote locations far from sources of electrical energy has been reliance on renewable energy (solar) in the operation control system, pumps and control electromagnetic valves. The project was implemented and applied to a single punctures in the city of Babylon called Mussayib. The results were very encouraging and promising as it shows how the possibility of using waters that drainage and suitability for most days of the year and for many different types of field crops, While the waters of these drainage go as losses every day . This paper also presents, and for the first time in Iraq in such application technique and implementation as well as design and programming for the extent and feasibility of the possibility of pairing between the systems of control very recent (PLC) and systems of irrigation modern spray and drip irrigation systems in the possibility of reducing the waste water as

well as the use of alternative energy such as solar and clean in the operation of irrigation systems. This technique opens the way to exploit and revive thousands of acres of farmland abandoned due to scarcity of water sources and far away locations from sources of electricity.
Key words: Salinity Sensors, PLC, Solar Energy, PPM, Intelligent Control.

١- مقدمة

ان مشكلة توفير المياه الصالحة للزراعة تعتبر من اهم المشاكل التي يواجهها العراق حاليا ومن المتوقع ان تتفاقم هذه المشكلة مستقبلا بسبب النقص الكبير المتوقع لمياه نهري دجلة والفرات وبسبب السياسة المائية التي تتبعها دول الجوار العراقي و التي لم توقع اي اتفاقية بخصوص تقاسم مياه نهري دجلة والفرات. لذا فتربة العراق بحاجة ماسة الى كل قطرة ماء تذهب هباءا حاليا ومستقبلا وبما ان فحوصات المياه اثبتت بان مياه اغلب انهار المبازل العراقية، ان لم تكن تصلح لزراعة جميع المحاصيل الزراعية، فانها تصلح لأغلبها سواء اكانت صيفية او شتوية و المقياس الرئيسي لمدى صلاحية هذه المياه هو نسبة ملوحتها - PPM (الجزء في المليون– Part Per Million) وهو مقياس تحديد نسبة الملوحة. اذ ان معرفة مدى صلاحية مياه هذا البزل او غيره تعتبر اهم معيار لأستغلال مياه هذا النهر او البزل. عندما تساهم السيطرة الكهربائية الذكية باستخدام احدث ماتوصل له العام في مجال السيطرة الذكية بواسطة السيطرة المنطقية المبرمجة (PLC) المرتبطة بمنظومة المتحسسات الملحية (Salinity Sensors) وباستخدام الطاقة الكهربائية المتوادة من خلال استخدام الطاقة المتجددة وهنا ممكن استخدام الطاقة الشمسية لا سيما وان الأجواء العراقية تصلح لأستغلال هذا النوع من الطاقة ولأغلب ايام السنة وبكفاءة عالية و بصورة متواصلة اذ تعتبر كثافة الاشعة الساقطة على اغلب الاراضي العراقية الأكبر عالميا واستغلال هذه الطاقة كبديل للطاقة الكهربائية الوطنية من شبكة التوزيع الكهربائية سيوفر عاملا مهما اخرا الا وهو مساعدة الشبكة الوطنية من خلال التخفيف عنها عن طريق ازالة بعض الاحمال الكهربائية الخاصة بمضخات السقي المرتبطة بالزراعة الحديثة باستخدام الري بالتنقيط بالاعتماد على الطاقة الشمسية. هناك الكثير من البحوث والدراسات العملية والتطبيقية حول الزراعة الحديثة والذكية باستخدام منظومات السيطرة المنطقية المبرمجة التي تسيطر على عملية السقي بصورة اتوماتيكية و بدون تدخل الفلاح او المشغل عن طريق متحسسات توزع على قطعة الارض المطلوب زراعتها و تغرس في الارض ضمن عمق محدد، اذ تقوم هذه المتحسسات باعطاء البيانات الخاصة بحاجة النبته لماء السقي وتقوم منظومة التحكم باعطاء الايعازات اللازمة بتشغيل مضخات السقي وفتح او غلق الصمامات الكهرومغناطيسية (electromagnetic valves) وحسب الاسبقية التي تم اعتمادها في برمجة منظومة التحكم المنطقية للتحكم (PLC) في سقي القطاعات المختلفة من قطعة الارض وحسب الاهمية وحاجة التربة لماء السقي،تم تطبيق هذا المشروع فعليا من قبلنا في بحث سابق [د. علي البكري،٢٠١١]، و كانت النتائج ممتازة ضمن مشروع بحثي استمر لسنتين متواصلتين في محافظة بابل وهو احد البحوث الاستثمارية لدائرة البحث والتطوير، قسم البحوث الريادية والتابعة لوزارة التعليم العالي والبحث العلمي العراقية. كان المشروع البحثي المشار اليه الاول من نوعه في العراق ضمن هكذا تقنية دمجت السيطرة الذكية (Intelligent Control) بالزراعة الحديثة، اذ تم استخدام طريقة الزراعة بواسطة الري بالتنقيط (Drip Irrigation) وباستخدام احدث منظومة من هذا النوع (T- Tape Drip Irrigation System) والتغذية الكهربائية لهذا المشروع البحثي تمت بواسطة الطاقة المتجددة (Renewable Energy) وبالذات الطاقة الشمسية الساقطة (Solar Energy)، كل هذا تم تطبيقه على مساحة من الارض قدرها ١٠ دونم او (٢٥٠٠٠) متر مربع وبمحاصيل متنوعة و تم الانتهاء من المشروع وتحقيق النتائج المرجوة منه في نهاية العام ٢٠١٠.الاهداف

المتحققة من المشروع البحثي السابق والذي يعتبر هذا المشروع البحثي الجديد مكملا له ولكن بطريقة و تقنية جديدة و بمجال تطبيقي اخر والتي كانت على النحو التالي[د.علي البكري، ٢٠١١]:

أ- أيجاد منافذ تطبيقية جديدة للطاقة الشمسية في العراق ودعم شبكة الكهرباء الوطنية من خلال تقليل الأحمال على الشبكة باستخدام الطاقة المتجددة البديلة (الطاقة الشمسية).

ب- تقليل الهدر المائي في عمليات السقي التقليدي من خلال استخدام منظومات الري بالتنقيط المسيطر عليها باستخدام احدث ماتوصل له العلم في السيطرة الذكية المبرمجة.

ج- استصلاح اراضي واسعة المساحات، مهملة حاليا بسبب بعدها عن مصادر الطاقة الكهربائية المياه حيث ان الطاقة الشمسية تعوض عن الكهرباء الوطنية بينما مياه الآبار تعوض عن مياه السواقي التي شح مائها والتي تعتبر حاليا مصدرا غير موثوقا به لتذبذب مستوى مياه الانهار بسبب السياسة المائية لدول الجوار وتحكمها بمياه دجلة و الفرات.

د- استخدام السيطرة الحديثة و الذكية المسماة بالسيطرة المنطقية المبرمجة (Programmable Logic Control) ولأول مرة في العراق من خلال تصميم برنامج متكامل للسيطرة على عمليات السقي الذاتي...حيث يعتبر هذا التطبيق هدفا رئيسيا لهذا المشروع والذي يفتح الكثير من المجالات التطبيقة لهذا النوع من السيطرة في العراق وفي جميع المجالات سواء اكانت في الزراعة او الصناعة وغيرها من التطبيقات.

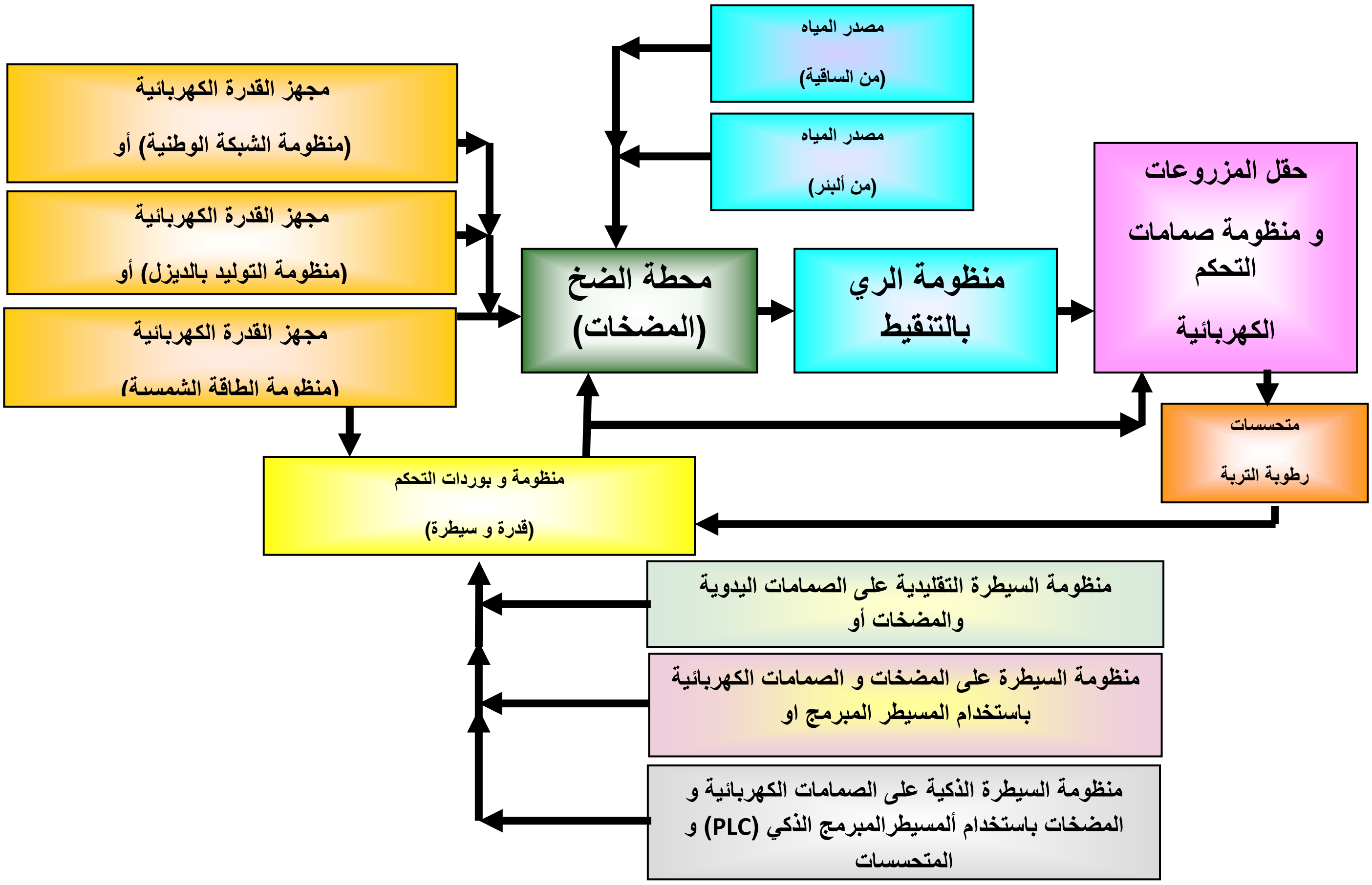
هـ- ان الاستخدام المتزايد لمشتقات البترول ساهم في زيادة حرارة الغلاف الجوي المحيط بالأرض بمعدلات لا سابق لها وبهذا يكون سببا رئيسيا للاحتباس الحراري الذي تتأثر به كرتنا الارضية. بينما تكون الطاقة الناتجة من مولدات الخلايا الكهروشمسية نظيفة ولا تسبب أي مخلفات أو أثار سلبية ضارة للبيئة ويلخص الجدول رقم (١) في ادناه النتائج النهائية المستخلصة من البحث السابق [د.علي البكري، ٢٠١١] وعلى النحو التالي:

جدول رقم (١): نسب استهلاك و الكهرباء لطرق السقي المختلفة [د.علي البكري، ٢٠١١].

طريقة الري / نسبة الاستهلاك	الري بالغمر (الطريقة التقليدية)	الري بالتنقيط بالسيطرة المجدولة (النصف اتوماتيكية)	الري بالتنقيط باستخدام السيطرة المنطقية المبرمجة(PLC) و الذكية باستخدام متحسسات الرطوبة
نسبة استهلاك الماء	%١٠٠	%٣٠	%١٦
نسبة استهلاك الكهرباء	%١٠٠	%١٦	%٠٩

من خلال النتائج اعلاه و المبينة في الجدول رقم (١) يتبين ان استهلاك الماء باستخدام السيطرة المجدولة مسبقا قد انخفض الى مايقارب الثلث (٣٠%) بالنسبة لأستهلاك الماء و ١٦% بالنسبة لأستهلاك الطاقة الكهربائية وهذا يمثل فرقا شاسعا و محسوبا نسبةً الى طريقة الري بالغمر (التي تم اخذها كأساس: ١٠٠%) ومن خلالها نستطيع ان نتبين نسبة الهدر المائي في حالة الاستمرار في استخدام الري بالغمر وهي الطريقة الشائعة في السقي في عموم العراق و بنسبة تتراوح مابين ٩٠% الى ٩٥% من طرق السقي المستخدمة. اما بالنسبة للترشيد في استهلاك الكهرباء فانه تحسن بصورة ملموسة، حيث ان استهلاك الطاقة الكهربائية قد انخفض من ١٠٠% الى ١٦% عند تغيير طريقة السقي من الطريقة القديمة (الري بالغمر) الى طريقة الري

بالتنقيط باستخدام السيطرة النصف ذاتية المجدولة مسبقا.اما بالنسبة للطريقة المنشودة وهي الهدف الرئيسي من هذا المشروع البحثي، الا وهي استخدام الطاقة المتجددة في منظومات الري بالتنقيط بواسطة السيطرة الذكية، فان التحسن في مجال استهلاك ماء السقي والطاقة الكهربائية المصروفة مؤشر هنا و بصورة ملموسة و بنسبة تحسن كبيرة جدا مقارنة بالطريقتين (الري بالغمر و الري بالتنقيط عن طريق السيطرة المجدولة) حيث ان التحسن يتضح من خلال انخفاض نسبة الاستهلاك المائي اللازم للري بالغمر من ١٠٠% الى ١٦% و من١٠٠% الى ٠٩% بالنسبةً لأستهلاك الكهرباء. النتائج المذكورة تعطينا تصورا واضحا على مدى التغير في الاستهلاك المائي والكهربائي والكمية الممكن توفيرها من الطاقة الكهربائية وكمية الماء اللازمة للسقي، ومن خلال هذه النتائج نستطيع ان نعرف الفرق الواضح بالنسبة للطرق الثلاث الخاصة بالسقي وكل هذا تم بفضل استخدام السيطرة المنطقية المبرمجة (PLC) التي تعتمد بصورة كاملة على الاشارة المرتدة عبر السيطرة المغلقة(Closed Loop Control) بواسطة متحسسات الرطوبة التي تعطي الحالة الحقيقية لعطش او ارتواء النبتة و بالتالي حصولها على الكمية المطلوبة من الماء بدون اي زيادة او نقصان. اما الجانب الاخر من البحث فركز على استخدام الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية في هذا البحث) حيث ان جميع الاحمال الكهربائية المطبقة في هذا البحث تم حسابها و تصميمها و اختيارها لتعمل على الطاقة الكهربائية المتولدة باستخدلم الطاقة الشمسية و التي تعتبر الاكثف عالميا في العراق من ناحية شدة و كثافة الاشعة الشمسية الساقطة و فترة تعرض الارض العراقية وبالذات منطقة الفرات الاوسط (و بالذات في محافظة بابل – قظاء المسيب حيث موقع المشروع) لها [د.علي البكري، ٢٠١١]. والشكل رقم (١) يمثل المخطط الكتلي للبحث الاستثماري السابق و المدعوم من قبل قسم البحوث الريادية في مديرية البحث والتطوير في وزارة التعليم العالي والبحث العلمي والذي تشرفنا فيه برئاسة فريق العمل البحثي.بعد ان تم تحقيق الاهداف المنشودة والمذكورة في اعلاه من خلال بحثنا الاستثماري السابق، هذا البحث يعتبر امتدادا و تطويرا لبحثنا السابق بما يتضمنه من فكرة جديدة و تطبيق جديد لها ولأول مرة في العراق. اذ تم تنفيذ فكرة المشروع الجديدة على قطعة ارض مجاورة للمشروع السابق ولكن بمساحة اقل حيث تم اختيار قطعة مساحتها دونم واحد او ما يعادل (٢٥٠٠) متر مربع و بجوار احد البزول الرئيسية والتي تمتد شمال مدينة بابل و في احدى قرى مدينة المسيب (قرية اولاد مسلم بن عقيل– ٢ كيلومتر شرقا عن المسيب). اذ كان التوجه الى استخدام التقنية السابقة بعد نجاح تطويرها و استخدام عناصر جديدة اخرىكالمتحسسات الملحية (Salinity Sensor) وهذا المتحسس احد انواع المتحسسات الموصلية -Electrolytic Conductivity (EC) واعادة برمجة منظومة التحكم المنطقية المبرمجة (PLC) باستخدام برنامج السلم المنطقي (Ladder Logic Program) والهدف الجديد هو أستغلال مياه انهار البزل العراقية التي كانت طيلة العقود السابقة و لم تزل تذهب هباءا رغم صلاحيتها للسقي واطيف واسع ومختلف من النباتات. اذ ان معيار مدى صلاحية هذه المياه للسقي يتم تحديدها وكذلك التشغيل الاوتوماتيكي لمنظومة السقي والسيطرة عليها بصورة اتوماتيكية و ذكية



شكل رقم (١): المخطط الكلي للمشروع البحثي السابق [د.علي البكري، ٢٠١١]، و يعتبر هذا المشروع البحثي مكملا و امتدادا له و لكن بفكرة و تطبيق جديدين.

(Full Automatic Smart Control) من خلال المنظومة المستحدثة للسقي من مياه البزل وبنفس الوقت سيتم اختيار الخيار الثاني للسقي من مصدر بديل واتوماتيكيا كمياه البئر عند ثبوت عدم صلاحية مياه البزل عند موسم الجفاف ولأيام معدودة في السنة وبدون الاعتماد على طاقة الكهرباء الوطنية، اذ يتم الاعتماد كليا على الطاقة الكهربائية المتوادة بواسطة الطاقة الشمسية المتجددة.

٢- قياس ملوحة مياه الري بطريقة التوصيل الكهربائي

ان الطريقة التقليدية المستخدمة في قياس ملوحة مياه الري تتم بأخذعينات دورية لمياه الري وتحلل في المختبر لقياس كمية الأملاح الذائبة في المياه ويعبر عنها (بالجزء بالمليون -PPM أو ملغرام / لتر)بمعنى ملغرام واحد من الاملاح الذائبة في لتر واحد من الماء. ولنفترض أن ملوحة مياه الري بعد تحليلها في المختبر تشير إلى 10000 جزء في المليون فأن ذلك يعني أن 1% من وزن الماء مصدره الأملاح الذائبة في مياه الري.في حالة رصد الأملاح الذائبة في التربة تأخذ أيظاعينات للتربة وتحلل في المختبر وقد أدخات حاليا تقنيات حديثة لرصد تحركات الأملاح في قطاع التربة من خلال وضع أجهزة رصد في الحقل تساعد في معرفة التغيير في تركيز الأملاح في التربة وذلك من خلال نقل البيانات/ المعطيات إلى مركز تحليل

البيانات أو المختبر.اما الطريقة الذكية المقترحة هنا في هذا البحث فتتم عن طريق نصب متحسس ملحي(Salinity Sensor) في ماء النهر او البزل المراد السقي منه واستغلال مياهه،أذ يقوم بقياس نسبة ملوحة الماء بطريقة كهربائية، حيث ان هذا المتحسس عبارة عن دائرة الكترونية تمثل المقاومة الكهربائية فيه العنصر الذي تتغير فيه الايصالية تبعا لتغير ملوحة الماء و بالتالي كمية التيار و الفولتية عبر هذه المقاومة ستكون متغيرة، اي ان الايصالية للدائرة الكهربائية ستتغير الكتروليتكيا لذا يسمى هذا الجهاز او المتحسس بجهاز- EC او (Electrolytic Conductivity). يوضح الشكل رقم (٢) صورة للمتحسس الملحي (Vernier Salinity Sensor) والمستخدم في هذا البحث من قبلنا.بينما يمثل الشكل رقم (٣) صورة لجهاز قياس و اختبار نسبة الاملاح في المياه (Water Salinity Tester) اذ تم استخدام هذا الجهاز لغرض تعيير المتحسس الملحي نوع (Vernier Salinity Sensor)[Texas Technical Manual, 2011].

شكل رقم (٢): شكل يوضح المتحسس الملحي (Vernier Salinity Sensor) المستخدم في البحث

شكل رقم (٣): شكل يوضح جهاز قياس و اختبار الملوحة (Water Salinity Tester) المستخدم لتعيير المتحسس الملحي

كل هذه البيانات ستنقل او تغذي و بصورة مرتدة (Feedback Data) منظومة السيطرة المركزية - PLC (Programmable Logic Control) عبر منافذ ألأدخال (Input Ports) والتي تقوم بدورها بمعالجة هذه البيانات عبر منظومة السيطرة المغلقة (Closed Loop Control) هذه والتي تقوم باعطاء الايعاز التنفيذي (Execution Orders) بعد المعالجة عبر منافذ الأخراج (Output Ports) والتي ستذهب الى بورد السيطرة الكهربائية والذي بدوره يعطي الايعاز الى مضخة سحب الماء من نهر البزل اذا كان صالحا فيما لو كانت الملوحة اقل من (3000 PPM) والا فانه سيتم الايعاز الى المضخة المنصوبة على البئر المعد كمصدر بديل عن ماء البزل و بنفس الوقت يعطي الايعاز المناسب وفي الوقت المحدد الى صمامات السيطرة الكهرومغناطيسية (Solenoid Valves) لكي تسيطر على سريان وتوزيع الماء حسب الجدولة الخاصة بالسقي من قبل المبرمج تبعا لنوع المحصول وطبيعة الموسم (صيفا او شتاءا) والمنصوبة على الانابيب الرئيسية والفرعية لمنظومة الري بالتنقيط (Drip Irrigation).

٣- طريقة عمل المتحسس االملحي المستخدم في البحث

يقوم المتحسس الملحي نوع فيرنير (Vernier Salinity Sensor) المستخدم في هذا البحث بقياس الايصالية (conductance) في المحلول او الماء للتيار الكهربائي بين قطبين. اذ ان هذه الايصالية تعتمد على كمية الايونات المنتقلة بين القطبين المغموسين في الماء حسب نسبة ملوحته وتقاس هذه الايصالية وهي مقلوب المقاومة بالموه (mho) او السيمنس (Siemens) وهي وحدة قياس الايصالية وهي عكس الاوم الذي يعتبر وحدة قياس المقاومة (ohm) حسب النظام العالمي (SI - units) و بما ان هذه الوحدة تعتبر كبيرة في مثل هكذا قياسات لذا فاغلب القياسات تكون بالميكروسيمنس (µS) او ([Skinner, 2011]. اذ ان:

$$C = G \bullet kc \quad \ldots\ldots\ldots.. (1)$$

C: تمثل الموصلية (Conductivity) المطلوب قياسها

kc: ثابت ويقاس كما يلي:

$$kc = d/A \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

d :المسافة بين الالكترودين

A : المساحة السطحية للالكترود

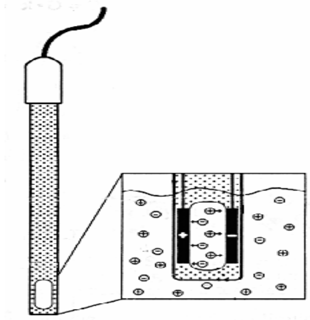
و لحساب قيمة هذا الثابت كمثال و كما تم حسابها في هذا البحث:

$$kc = d/A = 2\ cm / 0.2\ cm^2 = 10\ cm^{-1}$$

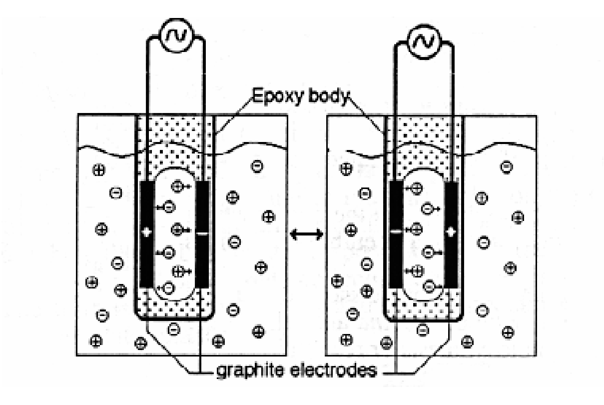
بينما تمثل :

G: ايصالية (Conductance) الماء او المحلول الملحي.

و نتيجة لفرق الجهد المسلط على قطبي المتحسس لذا سيسري تيار يتناسب مع موصلية المحلول او ماء البزل (Conductivity) والذي بدوره سيتحول الى فولتية تغذي وحدة السيطرة المنطقية المبرمجة PLC (Programmable Logic Control). الشكلان رقم (٤) و رقم (٥) يوضحان هذه العملية التي تتم داخل المتحسس الملحي.



الشكل رقم (٤) : يوضح العملية التي تتم داخل المتحسس الملحي و موقعها في طرف المتحسس السفلي.



الشكل رقم (٥): يوضح عملية انتقال الايونات في المحلول الملحي بين قطبي المتحسس

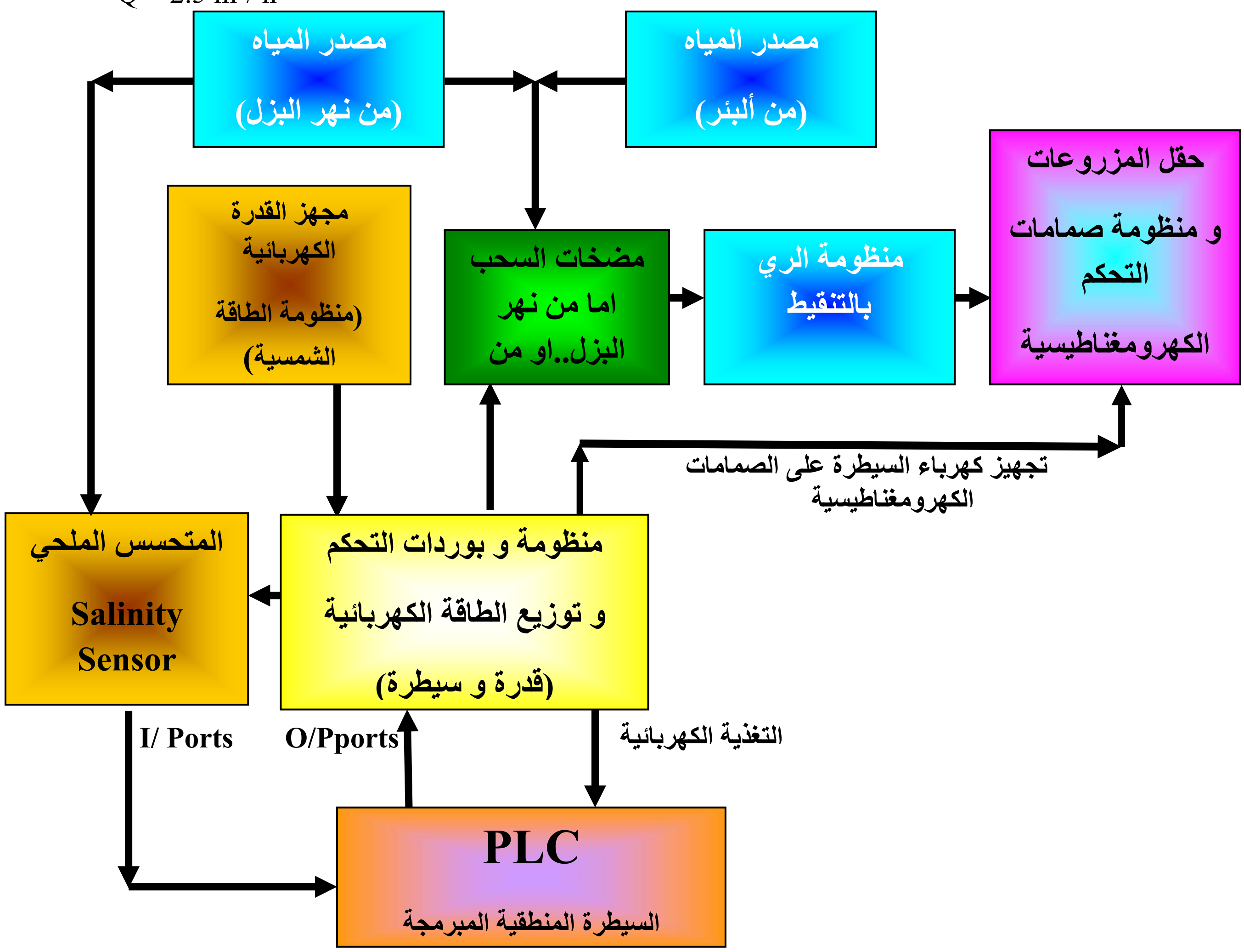
٤- الطريقة المستحدثة في السقي باستخدام السيطرة الذكية و الطاقة المتجددة

هنالك الكثير من الدراسات العلمية حول استخدام السيطرة الذكية باستخدام المتحسسات في مجال السيطرة على عملية السقي [Bernard, 2005], [Aqeel, 2010]. ان الطريقة المستحدثة في هذا البحثفي عملية السقي اعتمدت و بصورة مباشرة على التحكم الذكي في تشغيل منظومة التحكم المنطقية من خلال المتحسس الملحي و بألأعتماد على مصدر بديل للطاقة الكهربائية الوطنية الا وهو الطاقة الشمسية والتطبيق على مياه البزل العراقية. اذ يمثل الشكل رقم (٦) المخطط الكتلي للطريقة الجديدة و المستحدثه في هذا البحث والتي تستخدم لأول مرة في العراق والمنطقة بصورة عامة. اذ ان الوحدات الرئيسية في هذا المخطط سيتم تفصيلها وعلى النحو التالي:

٤-١: مضخات السحب و السقي (Irrigation & Drag Pumps):

تم اختيار واستخدام مضخة عدد ٢ متماثلة، ليتم نصب احدهما لسحب الماء من نهر البزل عندما تقرر منظومة السيطرة المنطقية المبرمجة (PLC) بان ماء البزل صالح للأغراض الزراعية عن طريق المتحسس الملحي والثانية من البئر في حالة الحاجة الى مصدر بديل لماء البزل عند عدم صلاحيته للزراعة. مواصفات كل من هذه المضخات المتشابهة كما يلي:

P = 500 w
V = 220 v
$Q = 2.5\ m^3/h$



شكل رقم (٦): المخطط الكتلي لطريقة السقي الجديدة باستخدام السيطرة الذكية

ومن خلال استخدام العاكسة الكهربائية (Inverter) بقدرة (750 w) وبفولتية 220 v / 12v حيث تقوم بتحويل الفولتية المتولدة من منظومة الطاقة الشمسية من ١٢ فولت – تيار مستمر الى ٢٢٠ فولت – تيار متناوب.

٤-٢: المتحسس الملحي (Salinity Sensor): المواصفات الخاصة بهذا المتحسس كما يلي:

Range of Salinity Sensor:	0 to 50 ppt (0 to 50,000 ppm)
Resolution:	0.02 ppt (20 ppm)(LabQuest, LabQuest Mini, Go!Link, LabPro)
Accuracy:	±1% of full-scale reading.
Response time:	98% of full-scale reading in 5 s.
Temperature compensation:	Automatic from 5 to 35°C
Temperature range (can be placed in):	0 to 80°C
Cell constant:	10 cm-1
Description:	dip type, epoxy body, parallel platinum electrodes.
Dimensions:	12 mm OD and 150 mm length.
Power consumption:	5 watts

و توضح الاشكال السابقة (٢)، (٤)، و (٥) شكل و طريقة عمل هذا المتحسس و على التوالي.

٤-٣ منظومة السيطرة المنطقية المبرمجة (PLC):

الحاكم المنطقي المبرمج أو ما يسمى بـ PLC يمثل الجزء الرئيسي من وحدات هذا المشروع البحثي حيث ينتمي إلى عائلة الكمبيوتر وهو عبارة عن ميكروبروسيور ومنافذ دخول وخروج تسمى (Ports) يستخدم للتحكم في العمليات المختلفة مثل التحكم في الألات الكهربية و تشغيل المحركات والتحكم في العمليات الصناعية المختلفة وبدأ استخدامه حاليا فى التحكم فى المعدات المستخدمة فى الجهد العالى وشبكات النقل والمشاريع الزراعية الحديثة.ولة القدرة على تخزين التعليمات لينفذ وظائف تحكم مثل التوقيت، العد، معالجة البيانات، الإزاحة، الحساب و الإتصال للتحكم في الألات و العمليات الصناعية والزراعية. يوضح الشكل رقم (٧) صورة خارجية للمتحكم المنطقي المبرمج (PLC) المستخدم في المشروع البحثي. بينما يوضح الشكل رقم (٨) صور من الداخل للمتحكم المنطقي المبرمج (PLC) المستخدم في المشروع البحثي.

شكل (٧): صورة خارجية للمتحكم المنطقي المبرمج (PLC) المستخدم في المشروع البحثي

شكل (٨): صور من الداخل للمتحكم المنطقي المبرمج (PLC) المستخدم في المشروع البحثي

٤-٤ منظومة التوليد الكهربائية باستخدام الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية)

٤-٤-١الالواح الشمسية (Solar Panels):

تم استخدام خمسة الواح شمسية و بالمواصفات التالية:

Solar panels type: KC120 manufactured by Kyocera of JapanPmax: 120 W
Vmax: 16.9 V
Imax : 7.1 A
Weight : 12 Kg
Dimension (L×W×D): 1,425 mm × 653 mm × 56 mm
=0.930 m^2 × 56 mm

اي بقدرة توليد كلية للألواح الشمسية الخمسة عند عملها بالحمل الكامل :

120 W x 5 = 600 W

وبما ان الفولتية القياسية العظمى لكل خلية = 16.9 V و نظرا لكون اغلب الاحمال المربوطة على منظومة التوليد ذات فولتية قدرها (12 V DC) وهي فولتية مناسبة جدا في حالة التوليد باستخدام الالواح الشمسية لشحن البطاريات المربوطة عليها والتجهيز المباشر للحمل المطلوب لتعويض خسائر الفولتية الناتجة عن التسليك الكهربائي بعد تنظيم هذه الفولتية باستخدام منظم الفولتية (Voltage Regulator) على الفولتية الخارجة من الالواح الشمسية ويحافظ على قيمتها بقيمة مقاربة لل (12 V) وهذا يساعد على حماية الاحمال المربوطة من الزيادة المتوقعة في الفولتية وذلك لتذبذب كثافة الاشعة الشمسية الساقطة على الواح الطاقة الشمسية وحسب ساعات النهار، اذ تربط الالواح الشمسية الخمسة على التوازي وتربط الفولتية الخارجة عبر منظم الفولتية (Voltage Regulator) الى منظومة البطاريات والتي تربط بطريقة مشابهه لربط الالواح الشمسية.

٤-٤-٢ منظومة البطاريات (Batteries System):

استنادا الى متطلبات التصميم فقد تم اختيار بطاريات نوع (sealed lead acid batteries each of 12 V, 100 AH) كون البطاريات المذكور نوعها تمثل البطاريات المناسبة والملائمة للعمل مع منظومة الالواح الشمسية ، اذ تربط هذه البطاريات على التوازي باسلوب مشابه لربط الالواح الشمسية لتوليد فولتية قدرها 12 V، وبهذا سنحصل على منظومة بطاريات متكاملة ذات فولتية قدرها 12 V DC وبسعة خزنية قدرها 500 امبير- ساعة(500 A.H).

٤-٤-٣ الهيكل الميكانيكي الحامل للالواح الشمسية و البطاريات

ان تصميم الهيكل الخاص بهذا التصميم مهم جدا لعدة اسباب اهمها ان يكون قابل للحركة والتحكم بموقع وزاوية ميلان الالواح عن الخط العمودي على الارض. حيث تتغير هذه الزاوية حسب اشهر السنة، اما بالنسبة للموقع فقد تم اختيارة بحيث يكون اتجاه الخلايا جنوبا وبخط موازي للخط الواصل بين الشرق والغرب وبزاوية ميلان تتراوح بين 35 الى 45 درجة عن الخط العمودي على الارض حيث ان هذه الزوايا تتناسب مع الموقع الجغرافي للمشروع كذلك. السبب الاخر لأهمية الهيكل هو ان يضم جميع هذه الخلايا وبترتيب منتظم بحيث تكون عملية التسليك بسيطة ومنتظمة ولا تحتاج الى اسلاك طويلة لتقليل المقاومة الكهربائية التي تتناسب مع اطوال الاسلاك و بالتالي تقليل خسائر الفولتية و من ثم تحسين كفاءة المولد الشمسي. اضافة الى ذلك يجب ان يكون موقع الالواح الشمسية بعيدة عن اي ظل يقلل من كمية او كثافة الشعاع الشمسي الساقط . الهيكل تم تصميمه بحيث ان ميلان الالواح الشمسية يوفر ظلا للبطاريات التي توضع تحت الالواح لحمايتها من الاشعة الشمسية المباشرة التي تؤدي الى تلف الخلايا وخصوصا في موسم الصيف اضافة لكون الحرارة الزائدة تؤدي الى تلف البطارية . ان تبطين الاضلاع الحاملة للالواح الشمسية من الهيكل بمادة عازلة للحرارة لا تسمح بأنتقال حرارة الهيكل المعدني الى الالواح الشمسية ضرورية جدا خوف من تلفها او تقليل كفاءتها. لذا سيكون تصميم الهيكل استنادا الى مساحة وترتيب و وزن الالواح وحجم البطاريات ووزنها كذلك واستنادا الى الأبعاد المحددة حسب التصميم لهيكل يحمل خمسة الواح شمسية وخمسة بطاريات ستكون ابعاد كل هيكل كما يلي:

طول الهيكل = عرض اللوح الشمسي x5 = 635x5 = 3.265 متر

عرض الهيكل = طول اللوح الشمسي = 1.425 متر

لذا ستكون القياسات العملية والحقيقية للهيكل المعدني على النحو التالي بعد تقريب الابعاد آخذين بنظر الاعتبار سمك الحديد المستخدم و بان القياسات تمت من الجهة الداخلية:

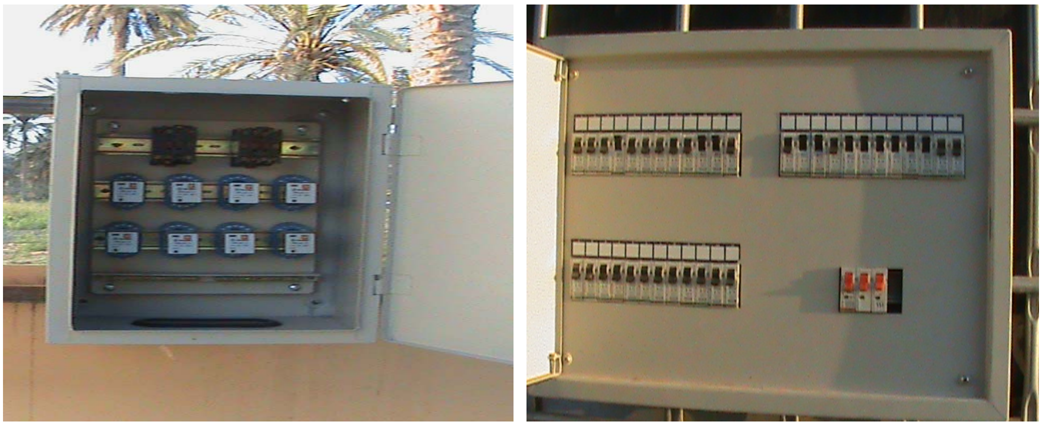
طول الهيكل = 3.3 متر

عرض الهيكل = 1.45 متر

و هذاالهيكل تم تصميمه ليكون محمولا على اربعة عجلات مدولبة يمكن السيطرة على ايقافها بعتلة. الشكل رقم (٩) يوضح الهيكل المصمم لهذا الغرض مع الالواح الخمسة التي تحوي الخلايا الشمسية و البطاريات.

شكل رقم (٩) : مناظر امامية و جانبية لمحطة التوليد الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية مع منظومة البطاريات حيث تم تصميم الهيكل الحامل لخمس وحدات خلايا شمسية بحيث يحمل البطاريات و يحميها من الشمس

اما الشكل رقم (١٠)- (أ) فيمثل البورد الكهربائي الخاص بالسيطرة على توزيع الطاقة الكهربائية بينم الشكل(ب) فيمثل البورد الكهربائي الخاص بالكونتكترات و الريليات الخاصة بتشغيل المضخات الخاصة بسحب ماء البزل او ماء البئر و الصمامات الكهرومغناطيسية.



(ب) (أ)

شكل رقم (١٠): (أ): يمثل البورد الكهربائي الخاص بالسيطرة على توزيع الطاقة الكهربائية (ب): يمثل البورد الكهربائي الخاص بالكونتكترات و الريليات الخاصة بتشغيل المضخات الخاصة بسحب ماء البزل او ماء البئر و الصمامات الكهرومغناطيسية

بينما يمثل الشكل رقم (١١) - (أ) الصمامات الكهرومغناطيسية (Solenoid Valves) بعدد اثنين مربوطة على انابيب منظومة الري بالتنقيط المعتمدة على مياه البزل في عملية السقي اما الشكل (ب) فيوضح عملية مد و نصب منظومة الري بالتنقيط.

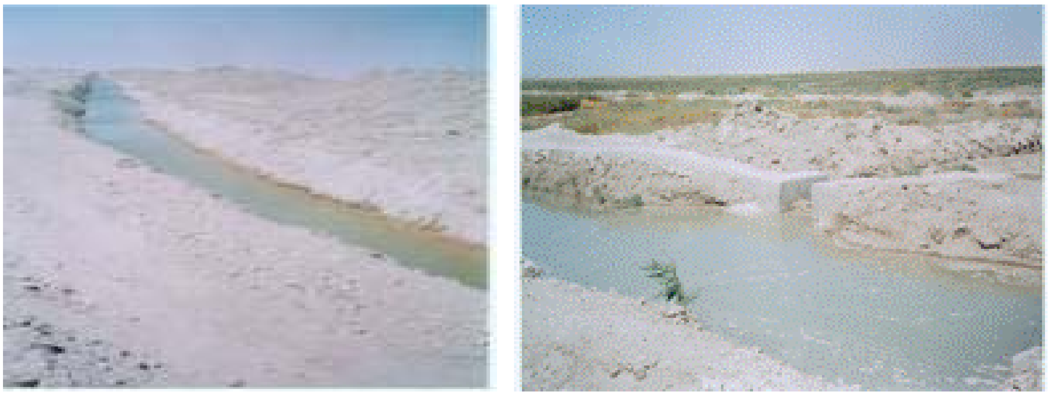
الشكل رقم (١١): (أ) الصمامات الكهرومغناطيسية (Solenoid Valves) بعدد اثنين مربوطة على انابيب منظومة الري بالتنقيط المعتمدة على مياه البزل في عملية السقي . (ب): فيوضح عملية مد و نصب منظومة الري بالتنقيط.

بينما يوضح الشكل (١٢) المضخات المستخدمة في هذا البحث.

(ب) (أ)

الشكل رقم (١٢): (أ): منظر امامي لمنظومة المضخات المستخدمة في البحث بينما يوضح الشكل (ب): فتحة البئر و انابيب السحب.

بينما الشكل رقم (١٣) يمثل صورتان للبزل المختار لأنجاز البحث في محافظة بابل - مدينة المسيب.



الشكل رقم (١٣): صورتان للبزل المختار لأنجاز البحث في محافظة بابل ـ مدينة المسيب.

٥-الحسابات التصميمية لمنظومة التوليد بالطاقة الشمسية والاحمال الكهربائية

قبل البدء بتصميم منظومة التوليد الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية، يجب معرفة مقدار الحمل الكهربائي ليتسنى اختيار و تصميم هذه المنظومة وكما يلي:

٥-١ الحسابات التصميمية للحمل الكهربائي

- القدرة الكلية اللازمة لتشغيل منظومة الري بالتنقيط باستخدام السيطرة الذكية بواسطة السيطرة المنطقية المبرمجة و المتحسس الملحي و بالواط:

$P_t = 550 \ w = 0.55 \ kw$

حيث تم حسابها على النحو التالي:

$P_P = 500$ w مضخة تدوير و سحب الماء (Irrigation Pump) من البزل بقدرة

صمام التحكم بالماء الكهرومغناطيسي (Solenoid Valve) و بعدد أثنان لا يعملان معا ، اذ يعمل واحدا

Ps = 15 w منهما فقط و حسب برنامج التحكم في منظومة السيطرة المبرمجة

$P_{ST} = 5$ w د المتحسس الملحي (Salinity Sensor) و بعدد واح

$P_D = 500$ w مضخة سحب الماء (Drainage Pump) من البئر و بعدد واحد

$P_{PLC} = 30$ w PLC متوسط القدرة اللازمة لتشغيل منظومة السيطرة المنطقية المبرمجة

لذا ستكون القدرة الكلية اللازمة لتشغيل منظومة السقي بالكامل:

$P_t = P_D + P_S + P_{ST} + P_{PLC}$ ....(3)

500 w +15 w +5 w+ + 30 w= 550 w = **0.55 kw**

او:

$P_t = P_D + P_S + P_{ST} + P_{PLC}$

................(4)

500 w +15 w +5 w+ + 30 w= 550 w = **0.55 kw**

أذ ان المضختان لا تعملان معا فاما المضخة التي تسحب الماء من البزل في حالة كون ماء البزل صالح للزراعة تكون عاملة او المضخة ألأخرى المنصوبة على البئر كمصدر بديل عند زيادة النسبة الملحية في مياه البزل عن الحد المحدد.

لذا و لحساب عدد ساعات التشغيل الكلية ولعموم فترة الموسم الزراعي في طريقة الري بالتنقيط نستخدم القانون التالي:

$H_t = Q_t / q$

..........(5)

H_t = عدد ساعات التشغيل طيلة الموسم

q = كمية الماء الذي تدفعه مضخة دفع الماء بالمتر المكعب في الساعة = **$2.5\ m^3$ / h**

لذا ستكون عدد ساعات التشغيل الكلية في طريقة السقي باستخدام السيطرة المنطقية المبرمجة او ما يسمي بالسيطرة الذكية باستخدام الPLC بواسطة المتحسس الملحي :

$H_{1t} = Q_t / q = 90\ m^3 / 2.5\ m^3 / h =$ **36 h**

لذا ستكون كمية الطاقة الكهربائية المصروفة بالكيلوواط – ساعة كما يلي:

E = كمية الطاقة المستهلكة = قدرة المضخة بالكيلوواط x عدد ساعات التشغيل الكلية

$E = P_t \times H_t$ (kw.h) ....(6)

لذا فأن الطاقة الكهربائية المستهلكة بالكيلوراط - ساعة :

E = 550 w x 36 h = **19.8 kw.h**

٥-٢ الحسابات التصميمية لمنظومة التوليد الكهربائية بالطاقة الشمسية

٥-٢-١الموقع الجغرافي للمشروع البحثي:

ان الموقع الجغرافي للمشروع البحثي في العراق و في المنطقة الوسطى منه و في محافظة بابل و بالذات في قظاء المسيب حيث انه قريب من موقع الكلية التقنية في المسيب، و نظرا لهذا الموقع الجغرافي و لكون الطاقة الشمسية الساقطة على اراضي العراق الأكثف عالميا و لمعظم ايام السنة (عدا بعض الايام شتاءا) حيث ان مواصفات الموقع الجغرافي للأرض التي انجز فيها المشروع البحثي كما يلي:

Geographical Information of Mossayeb:
Altitude: about 33 m above sea level

Latitude: 33˚ 10’ North

- حيث ترتفع تربة المشروع البحثي بمقدار ٣٣ متر عن مستوى سطح البحر.
- تقع تربة المشروع على خط عرض مقدارة ٣٣˚١٠’ شمالا.

٥-٢-٢ الالواح الشمسية و البطاريات

٥-٢-٢-١ الالواح الشمسية

استنادا الى الحسابات التصميمة الخاصة بالحمل الكلي في الفقرة السابقة (الخامسة) حيث ان الحمل الكلي المحسوب من المعادلتين ٣ و ٤ كان:

$P_t = P_p + P_S + P_{ST} + P_{PLC}$

500 w +15 w +5 w+ + 30 w= 550 w = **0.55 kw**

او:

$P_t = P_D + P_S + P_{ST} + P_{PLC}$

500 w +15 w +5 w+ + 30 w= 550 w = **0.55 kw**

و بما ان الحمل الكهربائي الكلي ثابت عند القيمة (0.55 kw)، لذا فان القدرة الكهربائية المشغلة لهذا الحمل يجب ان تكون مساوية او اكثر لذا تم اختيار منظومة الالواح الشمسية بعدد خمسة الواح بالمواصفات المذكوره في الفقرة (٤-٤-١) و بقدره عظمى قيمتها ٦٠٠ واط (120 w X 5 = 600 w) اي اكثر من الحمل الاقصى ب ٥٠ واط (600 w – 550 w = 50 w)، اذ تم اخذ الخسائر الكهربائية في الاسلاك في نظر الاعتبار.

٥-٢-٢-٢ البطاريات

اما بالنسبة للبطاريات والسعة التصميمية والفولتية والتيار الخاص بها واستنادا الى الحسابات التصميمية الخاصة بالحمل الكهربائي المربوط فقد تم اختيار خمسة بطاريات بفولتية ١٢ فولت وبسعة قدرها ١٠٠ امبير– ساعة وبالمواصفات المذكورة في الفقرة (٤-٤-٢)، لذا ستكون السعة الكلية لمنظومة البطاريات الخمسة المربوطة على التوازي ٥٠٠ امبير – ساعة (100 A x 5 = 500 A.H).

٦- النتائج

تم انجاز هذا المشروع البحثي و بنجاح طيلة موسم كامل استمر لأربعة اشهر ٢٠١١/٢/١٥ – ٢٠١١/٦/١٥ حيث تبين ان مياه البزل المختار في المنطقة التي تم اختيارها والتي تشابه مئات الالاف من الدونمات من المساحات التي تروى سيحا او متروكة في منطقة الفرات الاوسط و العراق بصورة عامة ، صالحة للأستخدامات الزراعية لا سيما وان التربة العراقية بحاجة لكل قطرة ماء تذهب هدرا الى مياه الخليج العربي عن طريق المبزل الرئيسي (المصب العام)، و لطيلة الموسم الصيفي اذا كانت نسبة الملوحة والتي قام بقياسها المتحسس الملحي وبنفس الوقت اعطاء الأيعاز المناسب لعملية السقي لتشغيل المضخات وبقية اجزاء المشروع من صمامات كهرومغناطيسية ومنظومة سيطرة التحكم المنطقية (PLC) والمتحسس الملحي (Salinity Sensor) تتراوح بين (2600 PPM - 2750 PPM) عدا بعض الايام (٥/٢٨ الى ٦/٦) حيث اعطت منظومة التحكم المنطقية الايعاز بتشغيل المصدر البديل للماء،اذ تروحت نسبة الملوحة في هذه الايام حسب تحسس المتحسس الملحي (من PPM 3100 – الى3360 PPM) ثم عادت الى قيمها المعتدلة بعد ذلك، اذ ان الحد الذي تم تضبيط منظومة سيطرة التحكم المنطقية على القيمة 3000 PPM و بهذا صحت التوقعات والقياسات التي تم تصميم هذا المشروع البحثي استنادا الى معطياتها. اذا عرفنا بان كمية التصريف المائي للمصب العام (النهر الثالث) تتجاوز كل التوقعات وتصل الى ملياري متر مكعب من المياه [

وزارة الموارد المائية، ٢٠٠٨] التي يعتبر اغلبها صالحة للزراعة كما بينا في هذا البحث، كل هذه الكمية الهائلة من المياه تذهب هدرا الى الخليج العربي، بينما يمكننا وباستخدام التقنية المذكورة في هذا البحث استغلال معظمها وبهذا سنساهم وبشكل كبير في حل جزءا كبيرا من ازمة شحة المياه في العراق والتي تتفاقم يوما بعد يوم بسبب التغيرات الجوية الطارئة على مناخ الكرة الارضية بسبب التلوث البيئي من جهة وبسبب السياسة المائية لدول الجوار العراقي من جهة ثانية و التي لم توقع لغاية هذا التاريخ اية اتفاقية لتقاسم مياه نهري دجلة و الفرات. ان المشكلة في العراق لا تشمل شحة المياه فقط بل تتزامن معها شحة الكهرباء وبالتالي ومن خلال هذا المشروع البحثي والذي تم تطبيقه على مساحة صغيرة لا تتجاوز الدونم الواحد (2500 m^2) استطعنا ان نوفر ونزيح حملا كهربائيا عن شبكة الكهرباء الوطنية و بطاقة مصروفة قدرها (19.8 kw.h)، هذا اذا تم تطبيق هذا المشروح للمساحة الصغيرة المذكورة لذا فالطاقة التي سيتم توفيرها ستكون حتما كبيرة اذا ما تم التطبيق على الاف الدونمات من الاراضي المتروكة او المستصلحة و بهذا سيكون الهدف الثاني قد تحقق ايظا الا وهو استخدام مصدر بديل ونظيف للكهرباء الوطنية التي تشكو من الكثير من المشاكل والاخفاقات حاليا وفي المستقبل المنظور. اما الهدف الثالث والذي لا تقل اهميتة عن الهدفين الاوليين، الا وهو تقليل نسبة التلوث في البيئة من خلال استخدام الطاقة المتجددة (تم استغلال الطاقة الشمسية هنا) بدلا من الطاقة الاحفورية المعتمدة على النفط والغاز والفحم ويكون هذا المصدر البديل نظيفا و صديقا للبيئة.

٧- ألأستنتاجات

من خلال نتائج هذا البحث الموقعي التطبيقى الذي تم بناؤه واستحداثه استنادا الى فكرة جريئة وجديدة كليا من خلال المزاوجة بين السيطرة الكهربائية الذكية واستخدام الطاقة المتجددة في خدمة استغلال مياه السقي للمبازل العراقية باستخدام طرق الزراعة الحديثة (الري بالتنقيط)، نستطيع ان نستنتج ما يلي:

- ان اغلب مياه البزل العراقية والتي يتم تجميعها عن طريق المبازل الفرعية وايصالها الى البحر عن طريق المصب العام او النهر الثالثو التي تذهب هباءا تعتبر صالحة للأستخدامات الزراعية حيث تبين ان نسبة الملوحة لأحد المبازل و الذي تم اخذه كعينة في منطقة الفرات الاوسط كانت اقل من النسبة (3000 PPM)، حيث تعتبر هذه النسبة الحد الفاصل بين صلاحية ماء البزل لأستخدامه في السقي او عدم صلاحيته عند تجاوز هذه النسبة. ان استخدام هذا المشروع البحثي ولمساحات شاسعة في المنطقة الوسطى والعراق بصورة عامة يوفر كمياة كبيرة جدا من المياه، اذا عرفنا بان كمية تصريف المياه لنهر المصب العام تصل الى ملياري متر مكعب سنويا، اذ تذهب كل هذه الكمية الى مياه الخليج العربي رغم صلاحية معظمها للزراعة.
- امكانية استخدام التقنيات الحديثة جدا في عالم السيطرة الذكية من خلال استخدام السيطرة المنطقية المبرمجة المعتمدة على منظومة التحسس في السيطرة اتوماتيكيا على عملية السقي باستخدام طرق الري الحديثة كالري بالتنقيط.
- ان استخدام الطاقة المتجددة من خلال استغلال الطاقة الشمسية الساقطة على الاراضي العراقية وبكثافة كبديل للطاقة الكهربائية الوطنية يعتبر بديلا مناسبا ونظيفا ، يزيل احمالا لا بأس بها عن كاهل شبكة الكهرباء الوطنية اضافة لكون هذه الطاقة نظيفة وصديقة للبيئة وتساعد على تقليل التلوث البيئي.
- امكانية تطبيق هذا المشروع البحثي على مساحات اكبر وفي مناطق متعددة في العراق لتحقيق الاهداف المنشودة من خلال توفير مياه السقي والطاقة الكهربائية.

٨- المصادر

- د.علي عبد العباس البكري، د. حميد كاظم الموسوي، احمد كريم، مصطفى حسن، [2011]، " **استخدام الطاقة المتجددة (الشمسية) في تشغيل منظومات الري بالتنقيط و باستخدام السيطرة الذكية بواسطة السيطرة المنطقية المبرمجة (PLC)**"، المؤتمر العلمي الرابع (دور التعليم التقني في بناء العراق الجديد)،٣-٤ نيسان / ٢٠١١ الكلية الاسلامية الجامعة، النجف الاشرف، مجلة الكلية الاسلامية الجامعة، العدد ١٦، تموز، ٢٠١١.
- وزارة الموارد المائية العراقية، [2008]، " **التصريف المائي للمصب العام في العراق**"مجلة الرافدين، العدد ٢٩، تشرين الأول ٢٠٠٨، بغداد.

-Aqeel-ur-Rehman, Zubair A. Shaikh, HumairaYousuf, Farah Nawaz, MuneebahKirmani and Sara Kiran, [2010], "**Crop Irrigation Control using Wireless Sensor and Actuator Network (WSAN)**", 978-1-4244-8003-6/10/26.00 ©2010 IEEE.

-Bernard Cardenas, Lailhacar, Michael D. Dukes, Grady L. Miller, [2005], "**Sensor-Based Control of Irrigation in Bermudagrass**", ASAE Meeting Presentation Paper Number: 052180, ASAE Annual International Meeting, Florida, 17 - 20 July 2005.

-Skinner, A.J. Lambert, M.F. , [2011]," **An Automatic Soil Pore-Water Salinity Sensor Based on a Wetting-Front Detector"**,Sensors Journal, IEEE,Volume 11, Issue 1 , Jan.2011.

- Texas Instruments Incorporated, [2011], "**Vernier Software & Technology: Technical Reference Manual"**, USA, Texas, 2011.