تقييم اداء منظومات انارة الشوارع العاملة بالطاقة الشمسية والمنفذة من قبل وزارة العلوم والتكنولوجيا وفق الظروف العراقية

عماد عبدالكريم عيسى ضياء جليل حسين أحمد خليل أسماعيل أكرم غازي عبدالله
وزارة العلوم والتكنولوجيا / دائرة الطاقات المتجددة ، بغداد–العراق

الخلاصة

تصمم منظومات انارة الشوارع العاملة بالطاقة الشمسية باعتماد زاوية ميل الألواح الشمسية للمنظومات الفوتوفولتائية اعتمادا على الموقع الجغرافي، وان اختيار معدل شدة اشعاع عالي نسبيا يؤثر سلبا على اداء المنظومات في الموسم الشتوي. البحوث السابقة لمدينة بغداد كانت الزاوية المفضلة لميل الألواح الشمسية للمنظومات الفوتوفولتائية هي(33º) مع الأفق باتجاه الجنوب، في هذا البحث تم تصميم وتنفيذ منظومات إنارة شوارع تعمل بالطاقة الشمسية باستخدام مصابيح إنارة حديثة من نوع الثنائي الباعث للضوء(LED) في موقع وزارة العلوم والتكنولوجيا، وتم اختيار زوايا جديدة لميل الألواح الشمسية وهي(45º)، (55º) مع الأفق، تم أجراء الفحص وتقييم الأداء لمدة ثلاث سنوات(2012–2014) على المنظومات المنفذة، تم الفحص والتقييم في السنة الاولى على منظومتين بزاوية ميل(33º) واخرى(45º)،أظهرت نتائج التقييم السنوي بان المنظومة(45º) أحسن اداءا بنسبة (15%) كمعدل سنوي، وكانت أكثر كفاءة في الأيام التي يتصاعد فيه الغبار. في العام الثاني استمر الفحص على منظومتين متماثلتين بزاوية ميل (45º)، في العام الثالث تم اختبار زاوية جديدة (55º) وكانت النتائج متقاربة في الاداء مع افضلية للزاوية(45º) بنسبة(6%) كمعدل سنوي.

الكلمات المفتاحية: المنظومات الفوتوفولتائية.انارة شوارع تعمل بالطاقة الشمسية وزاوية ميل الألواح الشمسية.

Performance Evaluation of Solar Street Lighting System Designed and Implemented by Ministry of Science and Technology under Iraqi Conditions

Imad Abdulkareem Iessa Dhia Jalil Hussain Ahmad Kahlil ismaeel
Akram Gazi abdulah
Ministry of Science and Technology/ Renewable Energy Directorate
E-mail: imadakessa1952@yahoo.com

Abstract Baghdad-Iraq

The design of solar street lighting depends on tilt angle of PV module according to its location, besides the annual average solar irradiance, which has to be not high enough that might effect on system performance during the winter session. From recent studies the optimum tilt angle was (33º) toward the south of Baghdad, in this research study solar street lighting system using (LED) light at) Ministry of Science and Technology-MoST) was designed and implemented, evaluation of these units (2012-2014) were done with tilt angles of (45º) and (55º), in the first year of evaluation a unit of tilt angle (45º) was tested with other tilt angle (33°). The results of the annual evaluation of the two tilt angle units showed that the tilt angle (45º) was better in performance as annual average of (15%),and also better in dusty days, in the second year of evaluation the tests continued on units with tilt angle (45º) , in the third year a tilt angle (55º) was tested, The results was relatively similar in performance besides that the unit with the tilt angle(45º)was better in performance as annual average of (6%).

Key Words: Photovoltaic Systems, Solar Street Lighting and Tilt Angle.

المقدمة

منظومات إنارة الشوارع العاملة بالطاقة الشمسية يتم تصميمها كمنظومة مستقلة عن الشبكة الكهربائية وفق القدرة الكهربائية لمصباح الإنارة وساعات العمل المطلوبة إضافة إلى المحددات التصميمية الأخرى التي تحكم أداء المنظومة وحسب طبيعة الظروف الجوية وموقع البلد في الكرة الأرضية إضافة إلى متطلبات أخرى تحكمها معايير قياسية (نوع الاستخدام ونوع المصباح،ارتفاع عمود الإنارة،المسافة بين عمود وآخر ،عرض الشارع،التوزيع الضوئي ، لون الإنارة،شدة الإنارة) وعوامـــل أخـــرى منـها هندسية واقتصاديـــــة.

EL-Gazzar (2006).

Hans and Aline (2006),

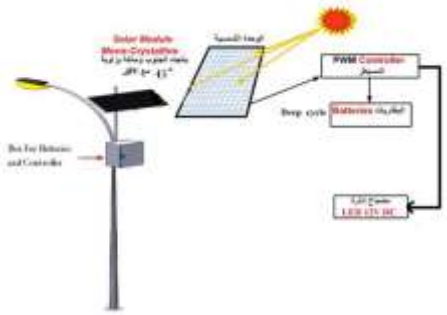
Morante (2008), IESNA (2005), Lighting Research Center (2003), Dunlop (1998), Brown (2007).

يهدف البحث الى تقييم منظومات انارة الشوارع العاملة بالطاقة الشمسية المصممة والمنفذة في وزارة العلوم والتكنولوجيا واختيار زاوية ميل الالواح الشمسية والمحددات التصميمية الاخرى المناسبة لظروف العراق باستخدام مصابيح انارة حديثة من نوع الصمام الثنائي الباعـث للضـــوء وفق نتائج التقييم الفعلية على مدى فترة البحث لثلاث سنوات.

المواد وطرائق العمل

نفذت منظومات إنارة شوارع تعمل بالطاقة الشمسية لشوارع مقر وزارة العلوم والتكنولوجيا في بغداد- مـوقع بواقع (56) منظومة لاستبدالها عوضا عن الجادرية أنظمة الإنارة السابقة العاملة بالطاقة الكهربائية المجهزة من الشبكة الوطنية والتي كانت تستخدم تراكيب إنارة (للمصباح 400Wقديمة من النوع الزئبقي بقدرة (الواحد بمنظومات إنارة حديثة تعمل بالطاقة الشمسية تستخدم فيها تراكيب إنارة من النوع الموفر للطاقة والأكثر كفاءة من ناحية المواصفات الضوئية للإنارة (للمصباح الواحـد من نـــوع 30Wالليليـــــة وبقدرة (IESNA) الصمام الثنائي الباعـث للضـــوء Vancouver (2005), Harris (2008), Brown (2007), Azzam,

الشكل (1) يمثل أجزاء منظومة إنارة الشوارع بالطاقة الشمسية التي تم صممت ونفذت في عام 2012 وتكونت من مصباح نوع (LED) بقـدرة(30 W)- VDC12، لوح شمسي نوع (Mono-crystalline) عدد(2) قدرة كل لوح(50W)، بطارية نوع ((AGM)عدد(2)سعة كل واحد (65 Ah)، مسيطر شحن نوع(PWM)بسعة (10 A)،عمود معدني مع صندوق لاحتواء البطاريات ومسيطر الشحن.



شكل (1)2012 اجزاء المنظومة

الشكل (2) يوضح كفاءة الانارة لمنظومات إنارة الشوارع بالطاقة الشمسية التي نفذت في احد شوارع مقر الوزارة.

شكل (2) 2012 منظومات انارة الشوارع في الوزارة التي تعمل بالطاقة الشمسية

المنظومات قيد البحث صممت للعمل لمدة (10) ساعات في اليوم وتعمل لمدة يومين متتاليين في الأيام

الغائمة أو المغبرة وبمعدل شدة أشـــعاع شـــمسي سنوي مقداره (6.45 kWh/m^2.day) حسب ما تم اعتماده في تصميم منظومات الانارة من قبل وزارة الكهرباء(المديرية العامة لتوزيع كهرباء الرصافة- مديرية الانارة،2009)، ولغرض فحص أداء المنظومة خلال أشهر السنة تم التخطيط لتسجيل بيانات ساعات عمل المصابيح ليلا والشحن الشمسي أثناء النهار لأحد المنظومات كنموذج لتحليل بياناتها وتقييم أدائها في ظل التأثيرات الجوية اليومية وعلى مدى سنة كاملة،ولكون أن الحمل هو إنارة شوارع فأن عدد ساعات تشغيل الحمل(المصباح)غير ثابتة على مدار السنة لارتباط تشغيلها بعدد ساعات الليل ، حيث تبدأ ساعات الليل بالزيادة عن(10) ساعات من نهاية شهر آب الى شهر نيسان حيث تصل الى حوالي (14) ساعة في شهر كانون الثاني مع انخفاض شدة الإشعاع الشمسي في أشهر الشتاء وقصر فترة السطوع الشمسي، بينما تكون عدد ساعات الليل في شهر حزيران بحدود(10)ساعات مع زيادة شدة الإشعاع الشمسي وزيادة في فترة السطوع الشمسي. لذلك يجب الأخذ بنظر الاعتبار لهذا النوع من الأحمال أجراء تغيير في زاوية ميل الألواح إلى قيم قريبة من زاوية ميل أشهر الشتاء لاستثمار فترة السطوع الشمسي القصيرة لتوليد الطاقة التي يحتاجها الحمل ،أما في الصيف فأن الخسائر في ميل الزاوية لا يؤثر على عمل المنظومة بسبب اكتفاء تجهيز الطاقة المطلوبة للحمل(Dunlop 1998) .

ولغرض إيجاد مقدار الزيادة في طاقة توليد الألواح من منظومة ألواحها الشمسية بزاوية ميل (45º) مع الأفق بالمقارنة بمنظومة أخرى مماثلة بزاوية ميل (33º)مع الأفق باتجاه الجنوب تم تسجيل بياناتها بنفس الأسلوب في السنة الاولى للتقييم،كذلك تم الاستمرار بجمع البيانات للسنة الثانية على منظومتين بزاوية ميل (45º) مع الأفق ،وفي السنة الثالثة(2014) تم اختيار زاوية ميل(55º) مع الأفق واختبارها بالمقارنة مع الزاوية(45º). كذلك تم ادخال مسيطر جديد في تصميم المنظومة بحيث يتم برمجة عدد ساعات التشغيل للمصباح بنسبة (100% و50%) من قدرة المصباح،بحيث يعمل المصباح في بداية التشغيل بالقدرة الكلية(لمدة 5-6 ساعات) وبعد ها يتم خفض قدرة المصباح الى النصف لما تبقى من ساعات الليل لعدم الحاجة للإنارة العالية لقلة الحركة في الشارع في الساعات الاخيرة من الليل.

خطوات تقييم اداء المنظومة

لغرض تقييم أداء المنظومة تم اختيار احدها كنموذج للفحص والمراقبة و تم استعمال جهاز خاص يحوي عداد تراكمي لقياس(Ah) يربط على طرفي المصباح والألواح الشمسية لغرض تسجيل تيار الحمل الساعي أثناء عمل المصباح ليلا وتيار الشحن من الألواح الشمسية أثناء النهار.

أسلوب تسجيل البيانات وتحليلها:

1- تسجيل البيانات يوميا لمنظومة (45º) وتشمل تيار الشحن التراكمي واللحظي وتيار الحمل التراكمي وفولتية البطاريات وحالة المناخ .

2- تسجيل البيانات يوميا لمنظومة (33º)وتشمل تيار الشحن التراكمي واللحظي وتيار الحمل التراكمي وفولتية البطاريات وحالة المناخ ،لغرض المقارنة مع الزاوية الجديدة.

3- توثيق البيانات في برنامج Excel وتحليل الأداء ورسم منحنيات لحالة الشحن والحمل .

4- حساب حالة البطاريات من قراءة فولتية البطاريات وتحديد مقدار حالة الشحن (State of Charge -SOC وعمق التفريغ (Depth of Discharge -DOD).

5- تسجيل حالة الألواح وتأثير الغبار على زاوية نصب الألواح.

6- مقارنة عمل كلا المنظومتين من حيث عدد ساعات التشغيل مع عدد ساعات التشغيل المصممة.

7-المقارنة بين المنظومتين وبيان أفضلهما للبيئة العراقية وكذلك مقارنة أداء منظومتي (45º) و(33º)

مع نموذج يتم تنظيفه يوميا للفترة من (9/1 إلى 2012/11/30).

المرحلة الأولى

بدءآ من تقييم أداء المنظومة (شهر كانون الثاني 2012) كانت زاوية ميل الألواح الشمسية (33º) مع الأفق ، وبعد التشغيل التجريبي ولكون التصميم الأساس اعتمد شدة الإشعاع المعتمد في تصاميم منظومات الإنارة التي نفذت من قبل وزارة الكهرباء وبمعدل أشعاع شمسي سنوي مقداره ($6.45kWh/m^2.day$) وبمعدل تشغيل المصباح (10) ساعات ليلا، فقد لوحظ إن المنظومة كانت تعمل لمدة لا تغطي ساعات الليل في شهر كانون الثاني التي تصل إلى (14) ساعة بسبب انخفاض شدة الإشعاع الشمسي لهذا الشهر عن القيمة التصميمية. ولذلك تطلب الامر تعديل على المحددات التصميمية .

المرحلة الثانية

لغرض تغطية فترة التشغيل للمصباح بعدد ساعات أكثر مما كان علية في التصميم السابق لكي تعمل إلى حدود (14) ساعة، تم أعادة الحسابات التصميمية باعتماد معدل شدة أشعاع شمسي يومي مقداره ($3.6kWh/m^2.day$) باستخدام نفس مكونات المنظومة المنفذة سابقا بأستخدام برنامج تصاميم منظومات الطاقة الشمسية الفوتوفولتائية (Hussein, and Iessa،2013) ، والتي افرزت ضرورة أعادة تنظيم مقدار الحمل (قدرة المصباح)، حيث إن المصباح الذي تم استخدامه من النوع الذي بالإمكان تغيير تيار التغذية من مجهز القدرة الملحق مع تركيبة المصباح بحيث تم تقليل قدرة المصباح إلى حدود (22W) بدلا من (30W) وهذا المقدار لم يؤثر بشكل ملحوظ على طبيعة الإنارة المطلوبة ، كذلك تم تغيير زاوية ميل الألواح الشمسية لتنسجم مع الزاوية المناسبة لفصل الشتاء في العراق وهي (45º) مع الأفق باتجاه الجنوب ، حيث إن المصادر السابقة كانت تعتمد زاوية (33º) مع الأفق باتجاه الجنوب كزاوية مثلى في العراق. وهذا ما حدا بنا إلى إن يتم التقييم لمنظومتين متماثلتين من حيث المكونات مع اختلاف في زاوية ميل الألواح.تم أعادة تنظيم كافة المنظومات البالغة (56) منظومة إنارة شوارع في مقر الوزارة على نفس التنظيم الجديد الذي يشمل زاوية الميل للألواح الشمسية وتحديد قدرة المصباح.

المرحلة الثالثة

بعد السنة الاولى لاختبار المنظومات تم الاستمرار في جمع البيانات لمنظومتين متماثلتين بزاوية ميل الألواح الشمسية (45º) مع الأفق للعام 2013 لزيادة الموثوقية والتأكد من اداء المنظومات لفترات طويلة.

المرحلة الرابعة

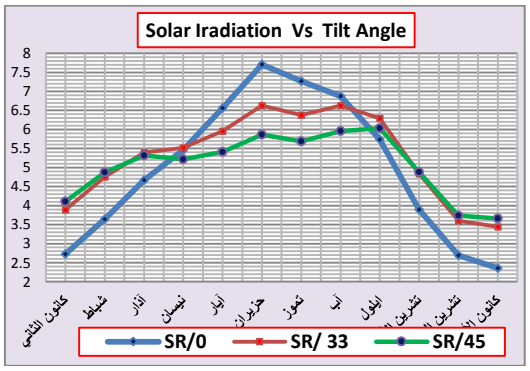
اختيرت في العام 2014 زاوية ميل للألواح الشمسية (55º) مع الأفق كونها الاقرب الى الاداء الشتوي لاختبارها وتقييم الاداء على اشهر السنة مع استخدام بطاريات جديدة لانتهاء العمر التشغيلي للبطاريات القديمة،كذلك تم اختبار مسيطر جديد. يتم برمجة عدد ساعات التشغيل للمصباح بنسبة (100% ،50%) من قدرة المصباح.

النتائج والمناقشة

جمعت البيانات لكل شهر لغرض عرض النتائج بشكل شامل لغرض المقارنة والتحليل لمعرفة العوامل المؤثرة في أداء المنظومات الأشكال(3 – 12) توضح أهم العوامل والمحددات التي تميزت بها المنظومات خلال العام 2012،من حيث تيار الشحن وتيار الحمل وساعات عمل المصباح وحالة البطاريات وعلاقتها بحالة الجو وحسب أشهر السنة لعمل المنظومتين (33º)،(45º) وحسب الفقرات (حالة الجو, حالة الألواح الشمسية,حالة البطاريات،حالة الحمل).

حالة الجو

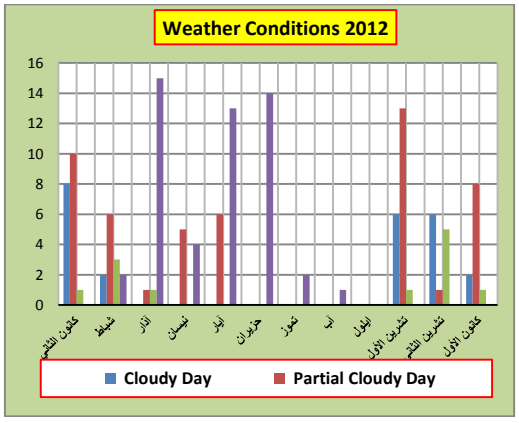
الشكل (3) هو مقارنة شدة الإشعاع الشمسي بوحدات($kWh/m^2.day$) لعدة زوايا ميل { الأفقي (0º)، (33º) و (45º) } لكل شهر حسب بيانات وكالة ناسا العالمية لمدينة بغداد لعام 2012، (paul,2012).



شكل (3) شدة الاشعاع الشمسي حسب بيانات وكالة ناسا العالمية لمدينة بغداد

ونلاحظ ازدياد شدة الأشعاع الشمسي في الاشهر التي يكون فيها عدد الأيام صحو اكثر بالأضافة الى كونها في موسم الصيف وايضا تحسن شدة الأشعاع الشمسي في اشهر الشتاء.

الشكل (4) يوضح حالة الجو وتأثر الأشهر (آذار ،أيار،حزيران) بالغبار لمدة تقارب نصف الشهر . تأثر الشهر (تشرين الأول،كانون أول،كانون ثاني) بالطقس الغائم والغائم الجزئي . الأمطار كانت في الأشهر (شباط، آذار، تشرين الأول، تشرين الثاني).



شكل (4) حالة الجو في عام (2012)

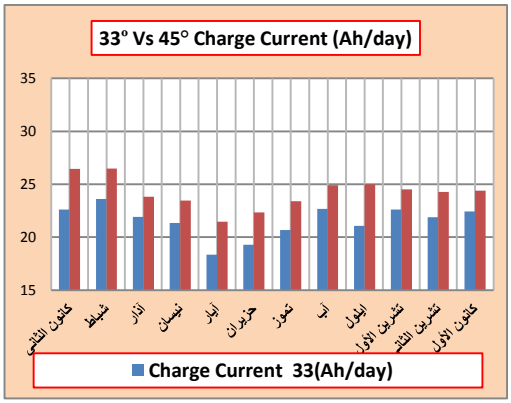
الجدول (1) يوضح حالة الجو لأشهر السنة ومجموع الأيام التي فيه أيام مشمسة وأيام غائمة وأيام ممطرة إضافة إلى الأيام التي كانت فيها غبار.

جدول (1) حالة الجو في عام (2012)

الشهر	عدد ايام الصحو	عدد أيام الغائم	عدد أيام الغائم الجزئي	عدد الأيام الممطرة	عدد الأيام الغبار
كانون الثاني	12	8	10	1	0
شباط	16	2	6	3	2
آذار	14	0	1	1	15
نيسان	21	0	5	0	4
آيار	12	0	6	0	13
حزيران	16	0	0	0	14
تموز	29	0	0	0	2
آب	29	0	0	0	1
أيلول	30	0	0	0	0
تشرين الأول	11	6	13	1	0
تشرين الثاني	18	6	1	5	0
كانون الأول	20	2	8	1	0
المجموع	228	24	50	21	51

حالة الألواح الشمسية

الشكل (5) يمثل المعدل الشهري لتيار الشحن(Ah) لكلا المنظومتين خلال السنة والفرق بينهما حسب الأشهر، نلاحظ تفوق منظومة (45º)على منظومة (33º)خلال أشهر السنة.



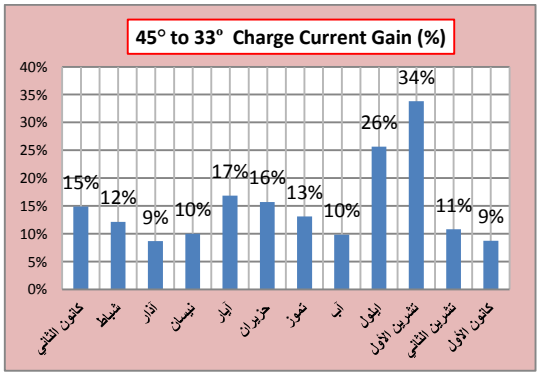
شكل (5) المعدل الشهري لتيار الشحن(Ah) لكلا المنظومتين خلال السنة (2012)

شكل (6) الألواح على اليسار لمنظومة (33º) وعلى اليمين لمنظومة (45º)

الشكل(6) يوضح تأثر الالواح الشمسية في ايام الغبار لمنظومة(33º)وعلى اليمين لمنظومة(45º) في شهر ايار عام 2012 كان الجو مغبرا بشكل عالي والذي يبين ان الزاوية 45 كانت احسن من حيث عدم تراكم الغبار على الالواح الشمسية.

الشكل (7) يوضح **نسب التفوق** في الأداء بين منظومة (45º) إلى المنظومة(33º) حسب أشهر السنة والتي

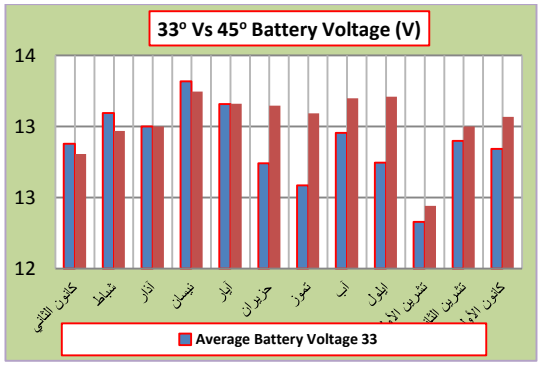
تراوحت نسبتها بين 9 – 34% والمعدل السنوي بحدود(15%).



شكل (7) نسب التفوق في الأداء بين المنظومتين في العام (2012)

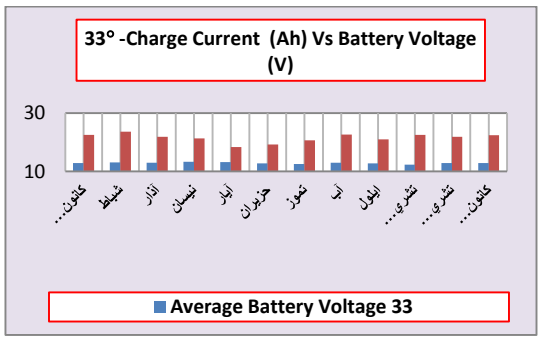
حالة البطاريات

الاشكال(8–10) توضيح حالة البطاريات ، من الشكل (8) نلاحظ استقرارية أعلى لمنظومة (45º) نتيجة حالة الشحن الجيدة لكون تيار شحن الألواح للمنظومة (45º)هو أعلى من تيار شحن المنظومة (33º) مما انعكس على فولتية البطاريات .وخلال الأشهر الثلاث الأخيرة من السنة استنفذت الطاقة الاحتياطية في البطاريات بشكل تدريجي لغاية البدء بانخفاض عدد ساعات عمل المصباح وكما هو واضح في فولتية البطاريات المنخفضة.

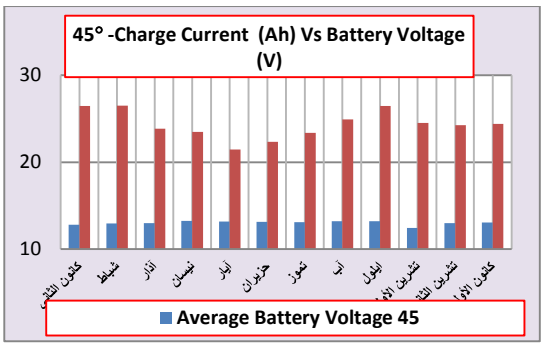


شكل (8) تيار شحن الألواح للمنظومتين في العام (2012)

من ال 9 و10 توضح مقارنة تيار الشحن مع فولتية البطاريات للمنظومتين.



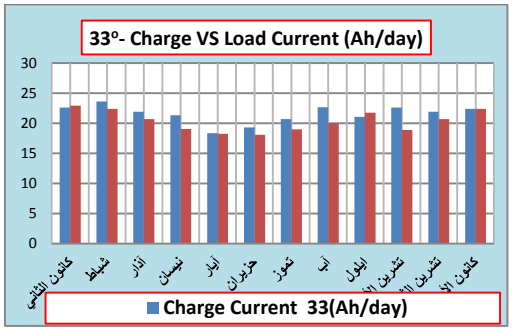
شكل (9) تيار الشحن مع فولتية البطاريات للمنظومة(33º) في العام (2012)



شكل (10) تيار الشحن مع فولتية البطاريات للمنظومة(45°) في العام (2012)

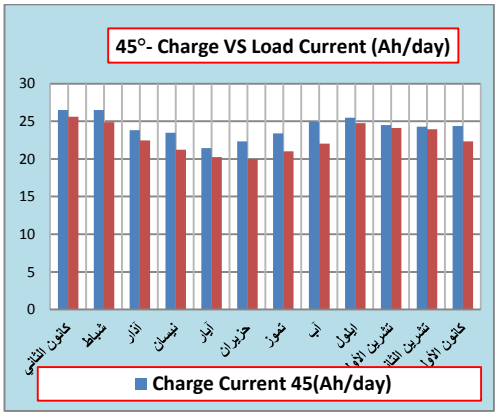
حالـة الحمل

الشكل (11) يبين تيار الشحن وتيارالحمل لمنظومة (33°) خلال أشهر السنة،يلاحظ تفوق تيار الشحن للمنظومة(33°)لغاية شهر أيلول وبدأت تتأثر المنظومة بتغيير حالة الطقس مما انعكس على عدد ساعات عمل المصباح الذي انخفض خلال فترات محددة في الأشهر الثلاث الأخيرة من السنة .



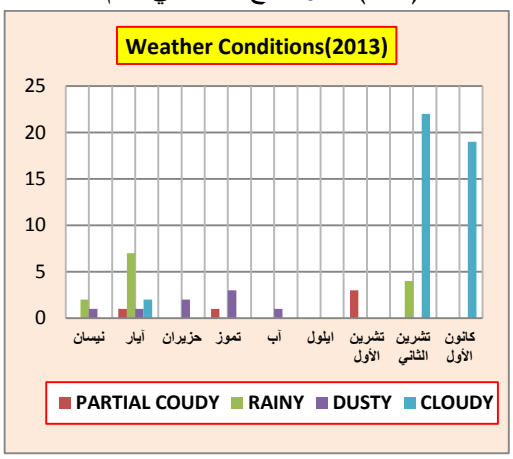
شكل (11) تيار الشحن وتيارالحمل لمنظومة (33°) في العام (2012)

الشكل (12) يبين تيار الشحن وتيار الحمل لمنظومة (45°) خلال أشهر السنة،نلاحظ تفوق تيار الشحن للمنظومة (45°) لغاية شهر أيلول وبدأت تتأثر المنظومة بنسبة اقل من المنظومة (33°) نتيجة تغيير حالة الطقس مما انعكس أيضا على عدد ساعات عمل المصباح الذي انخفض بنسبة اقل خلال فترات محددة في الأشهر الثلاث الأخيرة من السنة.



شكل (12) تيار الشحن وتيار الحمل لمنظومة (45°)

الشكل (13) يوضح حالـة الجـو للعام (2013)، حيث يلاحظ قلـة ايام الغبار مقارنـة بالعام(2012) مع زيادة كبيرة في الايام الغائمة لشهري تشرين الثاني وكانون اول مما انعكس سلبا على اداء المنظومة(45°) مقارنة مع ادائها في عام 2012.



شكل (13) حالـة الجـو للعام (2013)

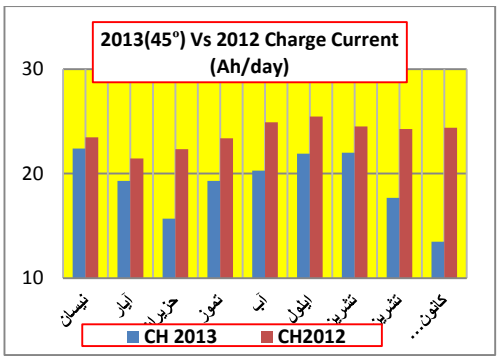
الجدول (2) يوضح حالة الجو لأشهر السنة ومجموع الايام التي فيها ايام مشمسة وأيام غائمة وأيام ممطرة اضافة الى الايام التي كانت فيها غبار.

جدول (2) حالة الجو لعام 2013

الشهر	عدد ايام (الصحو)	عدد ايام (الغائم)	عدد ايام (الغائم الجزئي)	عدد الأيام (الممطرة)	عدد الأيام (الغبار)
نيسان	24	0	0	2	1
آيار	20	2	1	7	1
حزيران	28	0	0	0	2
تموز	27	0	1	0	3
آب	30	0	0	0	1
أيلول	30	0	0	0	0
تشرين 1/	28	0	3	0	0
تشرين 2/	6	22	0	4	0
كانون/1	12	19	0	0	0
المجموع	205	43	5	13	8

حالة الالواح الشمسية

الشكل (14) يمثل المعدل الشهري لتيار الشحن(Ah)للمنظومة للعام(2013) مقارنة مع المعدل العام للمنظومات العاملة في العام(2012) خلال فترة التقييم للعام 2013(من شهر نيسان لنهاية السنة) والفرق بينهما حسب اشهر السنة. يلاحظ تفوق منظومات عام 2012على منظومة (45°) لعام 2013 خلال اشهر السنة من ناحية تيارات الشحن،حيث بلغت نسبة الزيادة بحدود(21%) نتيجة انخفاض كفاءة البطاريات.



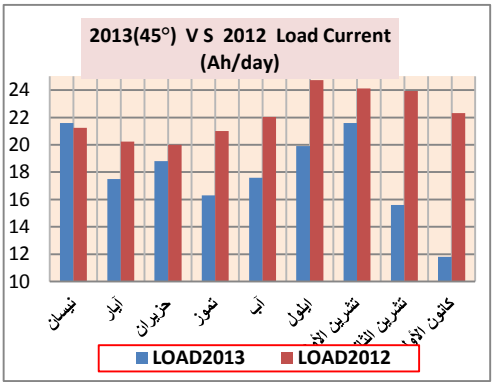
شكل (14) المعدل الشهري لتيار الشحن(Ah) للمنظومة(45°) للعام(2013)

حالة البطاريات

عدم استقرارية احدى المنظومتين بعد شهر آب2013،وخلال الأشهر الاربعة الأخيرة من السنة استنفذت الطاقة الاحتياطية في البطاريات بشكل تدريجي مما ادى الى انخفاض عدد ساعات عمل المصباح.

حالة الحمل

الشكل (15) يبين تيار الحمل لمنظومة العام-2013 خلال اشهر السنة، يلاحظ تفوق معدلات تيار الحمل للمنظومات في العام2012 لغاية شهر ايلول وبدأت تتأثر المنظومة العام-2013 نتيجة تغيير حالة الطقس مما انعكس ايضا على عدد ساعات عمل المصباح الذي انخفض بنسبة اكبر خلال فترات محددة في الشهرين الأخيرة من السنة.

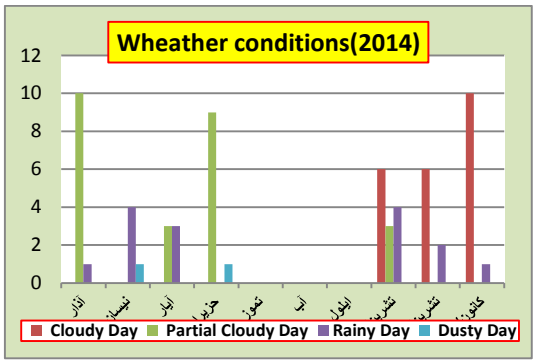


شكل (15) تيار الحمل لمنظومة لعام2012مقارنة مع تيار الحمل للمنظومات في العام (2013).

في العام 2014 تم التركيز على اختبار زاوية الميل (55º)،الأشكال(16 – 19) توضح أهم العوامل والمحددات التي تميزت بها المنظومات خلال فترة التقييم وحسب فقرات التقييم والمقارنة:

حالة الجو

الشكل (16) يوضح حالة الجو للعام (2014) ، حيث يلاحظ قلة ايام الغبار مقارنة بالأعوام (2012&2013) حسب الاشكال(13,4).



شكل (16) حالة الجو للعام (2014)

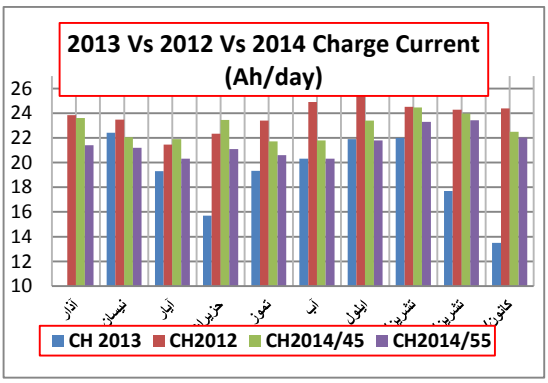
الجداول (3) يوضح حالة الجو لأشهر السنة ومجموع الايام التي فيه ايام مشمسة وأيام غائمة وأيام ممطرة اضافة الى الايام التي كانت فيها غبار للعام(2014) للفترة من شهر آذار الى شهر كانون اول.

جدول (3) حالة الجو للعام (2014)

الشهر	عدد ايام الصحو	عدد ايام (الغائم)	عدد ايام (الغائم الجزئي)	عدد الأيام (الممطرة)	عدد الأيام (الغبار)
آذار	20	0	10	1	0
نيسان	25	0	0	4	1
آيار	25	0	3	3	0
حزيران	20	0	9	0	1
تموز	31	0	0	0	0
آب	31	0	0	0	0
أيلول	30	0	0	0	0
تشرين/1	24	0	3	4	0
تشرين/2	22	6	0	2	0
كانون 1/	20	10	0	1	0
المجموع	248	16	25	15	2

حالة الألواح الشمسية

الشكل (17) يمثل المعدل الشهري لتيار الشحن(Ah) للمنظومة للعام(2014) مقارنة مع المعدل العام للمنظومات العاملة للأعوام (2012&2013) خلال فترة التقييم للعام 2014(من شهر آذار لنهاية السنة) والفرق بينهما حسب اشهر السنة.



شكل (17) المعدل الشهري لتيار الشحن(Ah) للمنظومة للعام(2014)

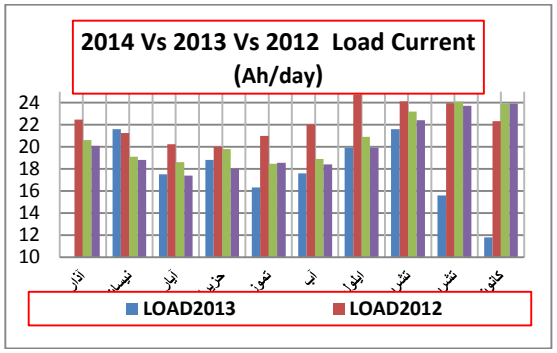
حالة البطاريات

استقرارية المنظومتين مما انعكس على فولتية البطاريات كونها جديدة.

حالة الحمل

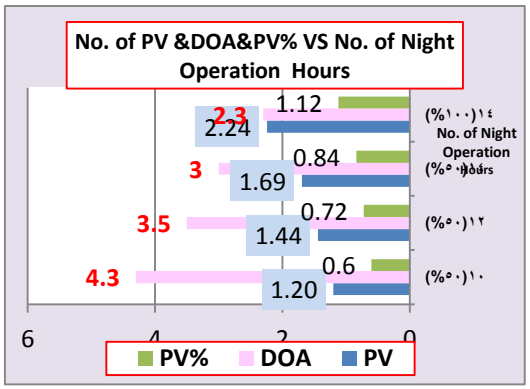
الشكل (18) يمثل المعدل الشهري لتيار الحمل(Ah) للمنظومة للعام (2014) مقارنة مع

المعدل العام للمنظومات العاملة للأعوام (2012&2013) خلال فترة التقييم للعام2014 (من شهر آذار لنهاية السنة) والفرق بينهما حسب اشهر السنة.



شكل(18) المعدل الشهري لتيار الحمل(Ah) للمنظومة للعام(2014)

الجدول (4) والشكل (19) يوضح محاكاة للمقارنة بين المنظومة التي تستخدم مسيطر من النوع الاعتيادي والنوع الجديد الذي يتحكم بنسبة(50%) من قدرة المصباح لساعات محددة والتي أظهرت زيادة في عدد الايام التي يكون فيها شـــحن البطاريـــة كافيا لتلبيـــة الحمـــل للأيـام الغائمـــة Day Of (Autonomy(DOA)) مع تقليل عدد الالواح الشمسية حسب برنـــامج التشغيل الليلي للمصباح وفق اشهر السنة التي يتـــراوح فيها تشـــغيل المصباح (10-14) ساعة.



شكل (19) مقارنة للمنظومات التقليدية مع التي تستخدم المسيطر الجديد

جدول (4) عدد الالواح الشمسية المطلوبة مع نظام التشغيل بالمسيطر الجديد والقديم التشغيل بالمسيطر الجديد والقديم

عدد الايام الغائمةال تي يعمل بها المصباح من الحسابات التصميمي ة Day Of Atonomy	عدد البطاري ات من الحسابا ت التصم يمية	نسبة عدد الالواح المحسوبة على العدد المنصوب حاليا	عدد الالوح الشمسية من الحسابات التصميمي ة	الطاقة الكلية المستهلكة للمصباح (واط ساعة)	ساعات كلية للتشغيل	تشغيل مصباح %50) (من القدرة	تشغيل مصباح (%100) من القدرة
2.3	1.75	1.12	2.24	308	14	0	14
3	1.32	0.84	1.69	209	14	9	5
3.5	1.69	0.72	1.44	198	12	6	6
4.3	1.41	0.6	1.20	165	10	5	5

الاســتنتاجات

1- كان أداء منظومة (45º) أفضل من منظومة (33º) من ناحية تيار الشحن على طول فترة التقييم السنوي خلال العام 2012 وله انعكاس ايجابي خصوصا في أشهر فصل الخريف والشتاء. بلغ معدل نسبة الزيادة السنوي بحدود (15%).

2- كانت ساعات عمل المصباح ليلا لمنظومة(45º) تكفي متطلبات ساعات الليل حسب أشهر السنة وكانت أحسن من منظومة (33º) وتتساوى في بعض الأشهر.

3- أن المنظومات التي تم تسجيل البيانات منها كانت منصوبة على سطح بناية وحركة الريح اقل من مثيلاتها من المنظومات الأخرى المنصوبة على الأعمدة من حيث تراكم الغبار،علما أن المنظومة(45º) كانت من حيث تراكم الغبار اقل من

المنظومة(33º) وذلك بسبب زاويتها الأكثر التي تسمح بانزلاق الغبار بشكل أفضل،كان هذا واضحا خلال شهر أيار ومن خلال ما تم توضيحه بالصور وكذلك من خلال تيارات الشحن اليومية. وعليه فان منظومة (45º) تعتبر الزاوية المثلى بسبب تميزها عن زاوية (33º) وقلة تأثرها بالحالات التي يكون فيها حالة الجو غبار كلي او جزئي بسبب قلة تراكم الغبار على هذه الزاوية.

4- تم ملاحظة تأثر المنظومات من ناحية تيار الشحن اليومي حسب حالة الجو من حيث الأيام التي تتكرر بها الأيام الغائمة والمغبرة وكان التعويض يتم من خلال الطاقة المخزونة في البطاريات وهذا يعتمد حسب ما هو معروف اعتمادا على عدد الأيام التصميمية الغائمة (DOA) التي لها علاقة بسعة البطاريات المضافة والكلفة الإضافية،وقد كانت تغطي العدد التصميمي المحدد بيومين وتزيد في بعض الأشهر.

5- أن المحدد التصميمي الذي تم اعتماده لسعة البطاريات ومدى عمق التفريغ(DOD) كان(75%) ويفضل أن يكون لهكذا منظومات بحدود(50%) وذلك للحفاظ على عمر البطاريات من ناحية وارتفاع درجات الحرارة في أكثر من ثلثي السنة الذي ايضآ له تأثير سلبي على عمر البطاريات.

6- أن اختيار مسيطر الشحن الخاص بمنظومات إنارة الشوارع يجب أن يخضع إلى الفحص والاختيار بتحديد فولتية فصل الحمل الذي يحقق عمق التفريغ التصميمي للبطاريات الذي يضمن إطالة عمر البطاريات.

7- أن اختيار البطاريات التي تعمل في الظروف القاسية من حيث ارتفاع درجات الحرارة في العراق يمثل مفصل مهم جدا في إطالة عمر البطاريات،حيث أن الأنواع المتوفرة حاليا في أسواقنا المحلية لا تتحمل مثل هذه الظروف القاسية لارتفاع درجات الحرارة لتصل أكثر من (50)درجة مئوية داخل الصندوق المعلق على عمود الإنارة.مما يتسبب في انخفاض أداء المنظومة وحسب فترة عملها .

8- هناك زيادة في نسبة الشحن بحدود(8%) لمنظومة (45º) وبنسبة (36%) لمنظومة (33º) في الفترة التي بعد الأيام الممطرة نتيجة غسل الألواح وإزالة الغبار المتراكم الذي يقلل من كفاءة الألواح كما لوحظ في شهر تشرين الأول(كان فيها أيام ممطرة).وهذا يدل أن منظومة(33º) كانت تعاني من تراكم الغبار بنسبة أعلى من منظومة (45º).

9- عند مقارنة تيار الشحن لمنظومة (33º) يتم تنظيف ألواحها الشمسية كل يوم مع منظومة (33º) بدون تنظيف ضمن فترة الفحص من(9/1- 2012/11/30) تبين تفوق الاولى على الثانية بحدود(6%-32%).

10- التظليل الذي يقع على الألواح الشمسية أثناء النهار يؤثر على كفاءة المنظومة بشكل متفاوت حسب نسبة التضليل وساعات حجب أشعة الشمس عن الألواح ويتطلب زيادة قدرة الألواح كتعويض عن تيارات الشحن المفقودة .

11-في الاختبار الذي تم على المنظومات (45º) في السنة الثانية لعمل المنظومات خلال العام2013 كان اداء المنظومات مقبول في معظم اشهر السنة عدا اربعة اشهر في الموسم الشتوي كانت المنظومات تعمل لفترات(6-8) ساعات بدلا من (11-14) ساعة وذلك لانخفاض كفاءة عمل البطاريات التي مضى على بدء عملها اكثر من سنتين.

12-عند تبديل زاوية ميل الالواح الشمسية الى (55º) مع الافق واستبدال البطاريات اظهرت نتائج الفحص تقارب في الاداء مع المنظومة(45º) وان المنظومة(45º) افضل بنسبة(6%).

13- عند استخدام المسيطر الجديد الذي يتم برمجة عدد ساعات التشغيل للمصباح بنسبة (100% ،50%) من قدرة المصباح،بحيث يعمل المصباح في بداية التشغيل بالقدرة الكلية وبعد عدد من الساعات يتم

خفض قدرة المصباح الى النصف لعدم الحاجة للإنارة العالية لقلة الحركة في الشارع في الساعات الاخيرة من الليل

فان اداء المنظومة يتحسن بشكل ملحوظ في اطالة عمر البطاريات كون المنظومة ستعمل بعمق تفريغ اقل يصل الى النصف وبالتالي فان عدد ساعات التشغيل لعمر البطاريات سيكون ضعف الساعات السابقة.

التوصيــات

1- اعتماد المصابيح الحديثة من نوع(LED) وذلك لكونها تستهلك قدرة اقل من الأنواع الأخرى المستعملة حاليا في العراق وأكثر كفاءة من حيث الخواص الضوئية للإنارة الليلية إضافة إلى العمر التشغيلي الطويل للمصباح وتقليل كلف المنظومة بشكل عام.

2- في منظومات انارة الشوارع يتم اعتماد زاوية ميل الألواح الشمسية الجديدة (°45 الى°50) مع الأفق بدل الزاوية (°33) مع الأفق وذلك لثبات أفضليتها بالأداء من ناحية تيارات الشحن وقلة تراكم الغبار.

3- اعتماد عمق التفريغ(DOD) (50%) كمحدد تصميمي لمنظومات إنارة الشوارع في العراق وذلك للحفاظ على طول عمر البطاريات. واختيار مسيطر الشحن الذي يحقق هذه الحالة(تنظيم فولتية فصل البطارية عند حدود عمق التفريغ المطلوب في التصميم ،حيث ان معظم مسيطرات الشحن التجارية تكون منظمة حسب الشركة المصنعة لحدود عمق تفريغ عالية للبطارية تصل بحدود(80%-90%) مما يقلل من العمر التشغيلي للبطارية.

4- استخدام المسيطر الجديد الذي يتم برمجة عدد ساعات التشغيل للمصباح وفق نسب (100% ،50%) من قدرة المصباح خلال ساعات الليل الذي يطيل عمر البطاريات الى الضعف.

5- ضرورة توفير أنواع من البطاريات التي تتحمل درجات حرارة المحيط بحدود(50) درجة مئوية او اكثر،حيث ان معظم البطاريات التجارية المتوفرة في الاسواق تعطى مواصفاتها بدرجات حرارة محيط بحدود(25-30 درجة مئوية) وفي حالة عملها بدرجة حرارة محيط (50) درجة مئوية فان العمر التشغيلي ينخفض بنسبة كبيرة من عمرها التشغيلي مقارنة بدرجة حرارة محيط (25) درجة مئوية.

6- اختيار صناديق لحفظ البطاريات ذات عازليه وتظليل وتهوية جيدة لتقليل تأثير درجات حرارة المحيط أثناء أشهر الصيف ويحبذ ان تكون مدفونة تحت الارض.

7- في الأماكن التي تنصب فيها منظومات إنارة الشوارع يراعى عدم وجود أشجار او ابنيه تحجب أشعة الشمس من الوصول إلى الألواح الشمسية.

8- ضرورة اجراء عمليات الصيانة الدورية للمنظومات وفق جدول زمني محدد ،اضافة الى اجراء عمليات التنظيف للألواح الشمسية وخصوصا في الاشهر التي يكثر فيها الغبار او تتراكم عليها مخلفات الطيور.

المصادر

وزارة الكهرباء،المديرية العامة لتوزيع كهرباء الرصافة-مديرية الانارة،الطاقة الشمسية/الطاقة البديلة،الانارة بالطاقة الشمسية، كانون اول 2009

References

Azzam, M. H.(2005) The Case for Solar-powered LED Lighting, LEDs Magazine,June.http://www.ledsmagazin

Brown, P. (2007) Sustainable Public Lighting: The Current State of Play and Future Development. Electrical and Electronics Engineering Society of Australia Journal, August.

Dunlop, J.(1998)Stand-alone Photovoltaic Lighting Systems,1st Ed., Florida, Florida Solar Center, (4).

EL-Gazzar ,M.G. (2006), Logical Approach to Roadway Lights Design, Dewberry Publications. Fairfax, VA, http: www.dewberry.com

Hans, P.G.and Aline, S.P. (2006) I luminance Measurement of Roadways, XVIII Imeko Word Congress, Metrology for Sustainable Development, Rio de Janerio, Brazil.

Harris, T. (2008), How Light EmittingDiodes,ork.http://electronics.howstuffworks.com/led.htm.

IESNA Vancouver (2005) The IESNA Lighting Hand book, Reference& Application, Illuminating Engineering Society of North America.

Lighting Research Center, Connecticut (2003) Implementation of Decision-Making Tools that Address Light Pollution for Localities Planning Street Lighting, Efficient Street Lighting Guide,1-28.

Peter M. (2008), Mesopic Street Lighting Demonstration and Evaluation Final Report, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, New York.

Paul W. Stackhouse , (2012) Nasa Surface Metrology and Solar Energy, Atmospheric Science Data Center.