

تحديد النافذة الشمسية لمدينة بغداد باستخدام برنامج PV.SYSTEM

عماد جليل مهدي * عماد جواد كاظم* اسماء حسن مسلم*

استلام البحث 20، كانون الاول، 2012

قبول النشر 11، اذار، 2014

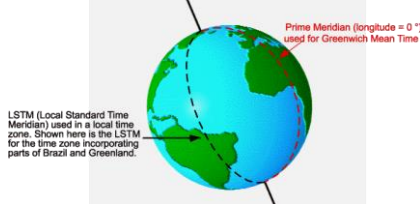
الخلاصة:

تم استخدام برنامج PV-system لتحديد النافذة الشمسية لموقع مدينة بغداد. ان النافذة الشمسية لاي موقع تحدد بالانحراف يميناً ويساراً عن الجنوب الجغرافي يميناً ويساراً وكذلك بالانحراف بحسب مقدار زاوية الميل مع الافق للوح الشمسي الثابت بحيث لن يتغير معدل الاشعاع الشمسي الساقط على مدار سنة كاملة وهذا يؤدي الى اعطاء سماحية في عملية نصب الألواح الشمسية الثابتة بدون اي تأثير على طاقتها الخارجة كمعدل سنوي. وكانت النافذة الشمسية لمدينة بغداد منحصرة بين زاويتين -8 درجة الى زاوية +8 درجة يمين ويسار الجنوب الجغرافي وزاوية الميل المسموح بها عن الافق منحصرة بين الزوايا 21-30 درجة بحيث تكون طاقة الاشعاع الشمسي الساقط على اللوح الشمسي بهذا المدى من الزوايا ثابتة وهي بقيمة 5.6 كيلوواط.ساعة/م² كمعدل سنوي.

الكلمات المفتاحية: برنامج PV.SYSTEM، النافذة الشمسية، زاوية الميل.

وقت الزوال الشمسي المحلي القياسي (LSTM)

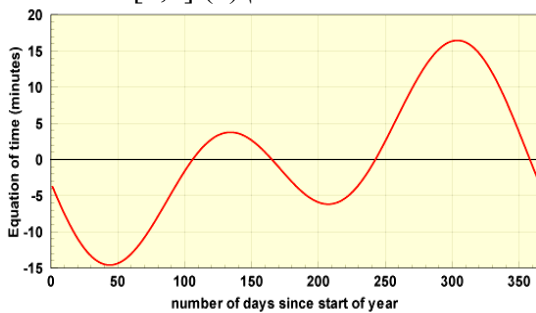
هو خط زوال مرجعي يستخدم لمنطقة معينة يشبه خط الزوال المستخدم لتوقيت غرينيتش GMT وكما موضح في الشكل رقم (2).



شكل رقم (2) يوضح خط الزوال القياسي

معادلة الوقت (Equation of Time (EoT))

ان معادلة الوقت (EoT) (مقاسة بالدقائق) هي معادلة تجريبية لتصحيح انحراف مدار الارض والميل المحوري لها مقاسة بالدرجات باعتماد عدد الايام منذ بداية السنة والزمن التصحيحي لمعادلة الوقت موضحة بالشكل رقم (3). [3,1]



شكل رقم (3) يوضح التصحيح الزمني لمعادلة الوقت (E_oT)

عامل تصحيح

Time Correction Factor (TC)

ان صافي عامل تصحيح الزمن TC هو حساب لاختلاف التوقيت الشمسي المحلي (LST) ضمن منطقة زمنية معينة حسب تغير خطوط الطول داخل

المقدمة:

ان مفهوم النافذة الشمسية يشير الى المساحة الفعالة التي يمكن ان يكون فيها معدلات الاشعاع الشمسي مؤثرة على انظمة الطاقة الشمسية وهي تسمح بمرور اكبر قيمة من معدلات الاشعاع الشمسي ، وكما موضح في الشكل رقم (1).

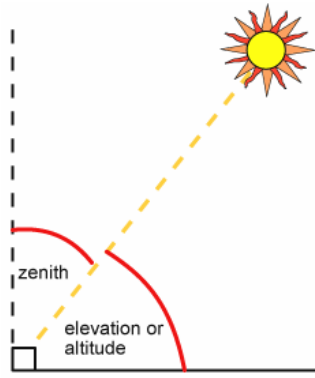


شكل رقم (1) يوضح مفهوم النافذة الشمسية

عند اجراء نصب للألواح الشمسية في منطقة ما لابد اولاً من احتساب معدلات الاشعاع الشمسي في هذه المنطقة لمعرفة الطريقة المثلى لتثبيتها، ولكي تكون عملية الاحتساب لهذه المعدلات دقيقة لا بد ان نتعرف على ما يسمى بالزوايا الشمسية.

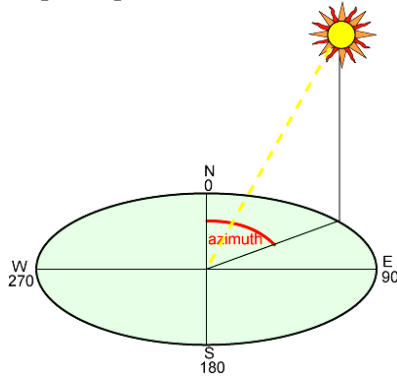
الوقت الشمسي المحلي (LST) والوقت المحلي (LT)

يمكن تعريف الوقت الشمسي المحلي وهو الوقت الذي يكون في الساعة الثانية عشر ظهراً عندما تكون الشمس اعلى في السماء. ويختلف الوقت المحلي (LT) عن الوقت الشمسي المحلي (LST) بسبب الانحراف عن مدار الارض وبسبب التوقيتات البشرية حسب المناطق الزمنية والتوقيت الصيفي. [2,1]



شكل رقم (4) يوضح زاوية الارتفاع الشمسي

وتستخدم هذه الزاوية لوصف الارتفاع بالأمتار عن مستوى سطح البحر كما موضح بالشكل رقم (5)، وتكون قيمة هذه الزاوية موجبة وسالبة حسب الموقع في نصف الكرة الشمالي والنصف الجنوبي ويمكن، أما زاوية السم $zenith$ فهي الزاوية المتممة لزاوية الارتفاع كما موضح في الشكل رقم (5) أي أنها تساوي 90° - زاوية الارتفاع الشمسي وتقاس انطلاقاً من الشاقل. [1,3,5]



شكل رقم (5) يوضح زاوية الارتفاع العظمى للشمس وزاوية السم

زاوية السم الأفقي (الاتجاهية) $zenith$ هي الزاوية المحددة لاتجاه أشعة الشمس القادمة ففي منتصف النهار (الظهر) تكون الشمس باتجاه الجنوب لنصف الكرة الشمالي وتكون باتجاه الشمال لنصف الكرة الجنوبي وتتغير هذه الزاوية مع ساعات النهار من الشروق إلى الغروب كما موضح في الشكل رقم (5) وتكون قيمتها 90° تقريباً عند الشروق و 270° عند الغروب حيث تتغير موسمياً تبعاً لزاوية الارتفاع الشمسي وكذلك الوقت من أيام السنة.

الإشعاع الشمسي على السطح المائل

لا تعتمد القدرة الساقطة على اللوح الشمسي على اللوح والشمس فقط، عندما يكون ضوء الشمس والسطح الماص عموديين على بعضهما البعض فإن قيمة القدرة على السطح تكون في أعلى مستوياتها وبتعبير آخر إذا تغيرت الزاوية بين السطح الثابت والشمس يعني أن قيمة القدرة

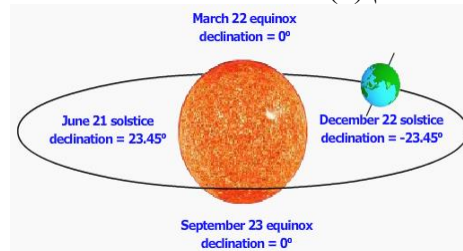
المنطقة الزمنية بالإضافة إلى الوقت E_oT حيث أن الثابت 4 دقيقة جاءت من حقيقة أن الأرض تدور 1° كل 4 دقائق. ويمكن إيجاد الوقت الشمسي المحلي (LST) من خلال ضبط الوقت المحلي [1,2].LT

الزاوية الساعية (HRA) Hour Angle

هي عدد الدرجات التي تتحركها الشمس في مسارها اليومي عبر السماء. بالتعريف تكون الزاوية الساعية صفراً عند الظهيرة. ونظراً لأن الأرض تدور 15° في الساعة، فإن الساعة الزمنية انطلاقاً من الظهيرة تقابل حركة زاوية للشمس في السماء مقدارها 15° . الزاوية الساعية سالبة في الصباح وموجبة بعد الظهر. [2,3,4]

زاوية الانحراف الشمسي Declination Angle

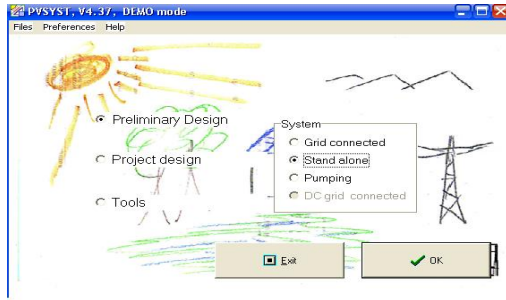
زاوية الانحراف الشمسي يرمز لها بالرمز δ وتختلف موسمياً بسبب ميلان الأرض حول محور الدوران ودورانها حول الشمس فإذا كانت الأرض غير مائلة حول محور الدوران فإن زاوية الانحراف تكون صفراً دائماً وبما أن الأرض مائلة بحدود 23.45° فإن زاوية الانحراف تتغير بين القيمة السالبة والموجبة لقيم هذا الميلان هبطو فقط في الاعتدال الربيعي والخريفي (22 أيلول و 22 آذار) تكون زاوية الانحراف صفر. كما موضح في الشكل رقم (4)



شكل رقم (4) يوضح كيفية تغير زاوية الانحراف تبعاً لتغير الموسم

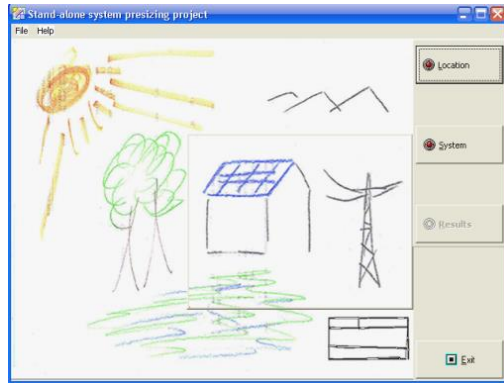
زاوية الارتفاع Elevation

زاوية الارتفاع الشمسي α : هي الارتفاع الزاوي للشمس في السماء مقاساً من الأفق (الأفق لراصد ما مع الأرض هو الدائرة المستحصلة من تقاطع سماء الراصد مع الأرض) كما في الشكل رقم (4). هذه الزاوية تساوي الصفر لدى شروق الشمس وغروبها، و 90° عندما تكون الشمس فوق الراصد مباشرة. وهي زاوية الذروة عند الاستواء وفي الاعتدالين الربيعي والخريفي.



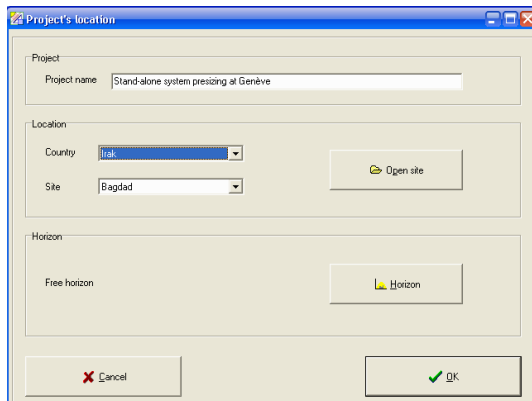
الشكل رقم (7) يوضح الواجهة الرئيسية لبرنامج PVSystem

2- الدخول على النافذة لتحديد الموقع وشكل النظام ونبدأ اولاً بتحديد اختيار location وكما موضح في الشكل رقم (8).



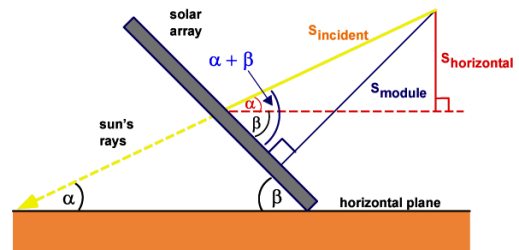
الشكل رقم (8) يوضح تحديد خيار الموقع (location)

3- الدخول الى صفحة تحديد الموقع حيث تم اختيار العراق من بين المدخلات التي يحتويها البرنامج وقد تم تحديد الموقع واختيار مدينة بغداد يقوم البرنامج بتحديد خطوط الطول (longitude) وخطوط العرض (latitude) لمدينة بغداد وكما موضح في الشكل رقم (9).



الشكل رقم (9) يوضح واجهة البرنامج الخاصة بتحديد الموقع

الساقطة على السطح هي اقل من قيمة قدرة ضوء الشمس الساقط. ان مقدار الاشعاع الشمسي الساقط على سطح الألواح المائلة هو مركبة الاشعاع الشمسي الساقط يمكن ان تكون عمودية على سطح اللوح. والشكل رقم (6) يوضح زاوية الميل للوح الشمسي مع الاشعاع الشمسي الساقط وكيفية حساب الاشعاع الساقط على السطح المائل (S_{module}) الذي يعطي قياس الاشعاع الشمسي على السطح الافقي (S_{horiz}) او قياس الاشعاع الشمسي على السطح العمودي الي يمثل ($S_{incident}$) [9].



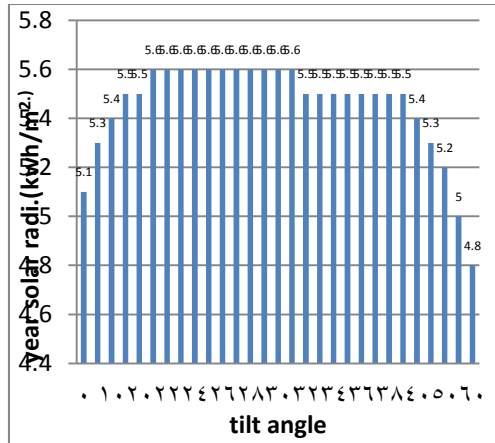
شكل رقم (6) يوضح زوايا الاشعاع الشمسي على سطح مائل

الجانب العملي :-

تم استخدام برنامج PV systems لتحديد النافذة الشمسية الى مدينة بغداد والمقصود بالنافذة الشمسية هي الحدود الزاوية التي يمكن للوح الشمسي الثابت ان ينحرف بها عن الجنوب دون تأثير على طاقة الاشعاع الشمسي الساقط على مدار السنة وحسب خط الطول والعرض للموقع. يتم تثبيت اللوح الشمسي على زاوية ميل مع الافق تكون بحيث هذه الزاوية ثابتة على مدار السنة علما ان هذا البرنامج يستخدم لاحتماب حجم المنظومات الفوتوفلتائية وتحليل اداءها على مدار سنة باخذ معدلات الاشعاع الشمسي ومعدلات التوليد للمنظومات الفوتوفلتائية وكانت خطوات الجانب العملي كما يلي :-

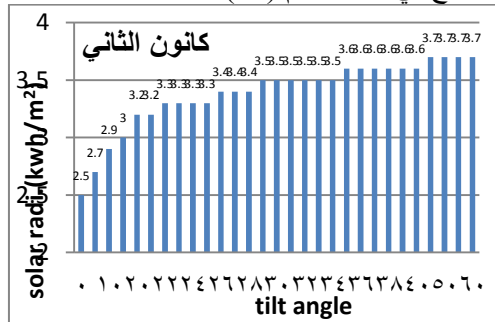
1-

تح النافذة الرئيسية لبرنامج PV systems وتحديد الخيار (التصميم الاولي) Preliminary Design وتحديد الخيار (النظام المنفرد) Stand Alone ثم الابعاز ok وكما موضح في الشكل رقم (7).



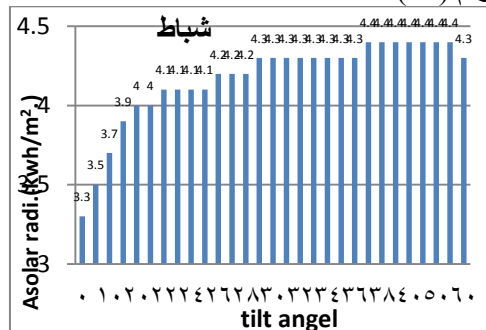
الشكل رقم (12) يوضح معدلات الاشعاع الشمسي السنوي مع زوايا الميل

وبعد ذلك تم دراسة الزوايا مع كل شهر وماهي الزوايا التي يسجل فيها الشهر اعلى معدلات الاشعاع الشمسي وكانت بالنسبة لشهر كانون الثاني هي الزوايا من 45 درجة الى 60 درجة وكما موضح في الشكل رقم (13).



شكل رقم (13) يوضح معدلات الاشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر كانون الثاني

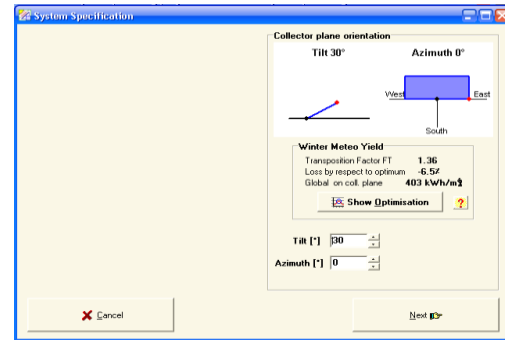
اما بالنسبة الى شهر شباط فكانت أكبر معدلات للاشعاع الشمسي هي التي تم تسجيلها مع الزوايا من 37 درجة الى 55 درجة كما موضح في الشكل رقم (14).



شكل رقم (14) يوضح معدلات الاشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر شباط

اما بالنسبة الى شهر اذار فكانت أعلى معدلات الاشعاع الشمسي تم تسجيلها مع الزوايا من 24

4- الدخول الى صفحة تحديد (مواصفات النظام) (system specification) والخاصة بتحديد زوايا ميل مختلفة (tilt angel) وزوايا الاتجاهية (azimuth angel) وذلك لتحديد افضل زاوية ميل اللوح الشمسي الثابت لمدينة بغداد وكذلك زوايا الانحراف عن الجنوب كما موضح في الشكل رقم (10).



الشكل رقم (10) يوضح واجهة تحديد زوايا الميل وزوايا الاتجاهية

5- الدخول الى صفحة البيانات النهائية واخذ القراءات السنوية للاشعاع الشمسي لزوايا الميل وزوايا الاتجاهية وكما موضح في الشكل رقم (11).

Input Data		Required Parameters		Results		
Location	Bagdad	Required autonomy	4.0 days	Airys room power	270 Wp	
Plane tilt	30°	Required LOL	5.0 %	Battery capacity	338 Ah	
Plane azimuth	0°	Battery/system voltage	12 V	Investment cost	4365 EUR	
Average daily use	0.92 kWh/day			Energy cost	1.74 EUR/kWh	

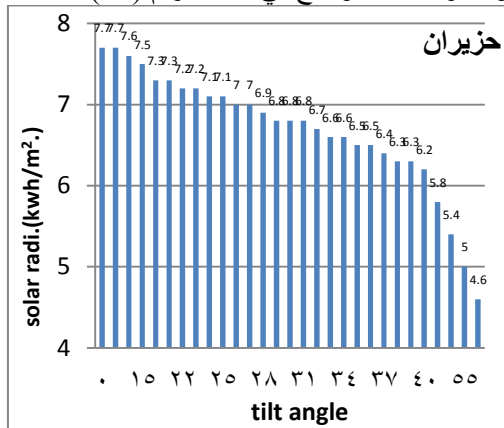
	Incid. kWh/m²/day	PV avail. kWh	Demand kWh	Excess kWh	Missing kWh	SOC %	Pr. LOL %	Fuel Bar
Jan.	3.5	23.2	28.4	0.0	7.1	18	25.1	4.8
Feb.	4.3	28.6	25.6	0.0	3.5	22	13.9	2.4
Mar.	5.4	36.3	28.4	1.7	0.0	72	0.0	0.0
Apr.	6.0	38.8	27.4	8.0	0.0	96	0.0	0.0
May	6.7	44.6	28.4	12.8	0.0	97	0.0	0.0
June	6.8	44.1	27.4	13.4	0.0	96	0.0	0.0
July	6.9	46.0	28.4	14.2	0.0	97	0.0	0.0
Aug.	6.9	46.3	28.4	14.5	0.0	96	0.0	0.0
Sep.	6.5	42.0	27.4	11.2	0.0	96	0.0	0.0
Oct.	5.6	37.7	28.4	6.7	0.0	94	0.0	0.0
Nov.	4.6	29.6	27.4	0.0	0.0	53	0.0	0.0
Dec.	3.6	23.8	28.4	0.0	5.5	34	20.8	3.6
Year	5.6	438.8	334.0	62.6	18.1	73	5.0	10.6

الشكل رقم (11) يوضح واجهة البيانات المستحصلة

النتائج والمناقشة:

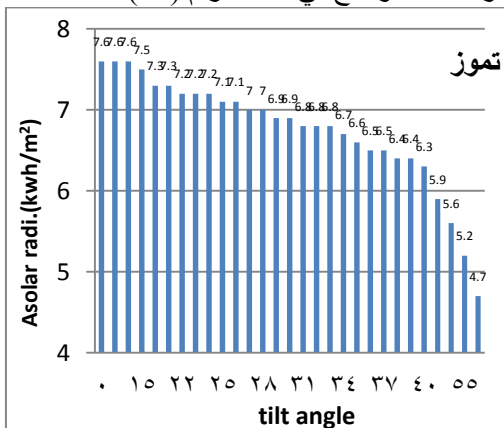
تم استخدام البرنامج لتحديد افضل زاوية ميل اللوح الشمسي لمدينة بغداد بحيث يكون المعدل السنوي للاشعاع الشمسي الساقط على اللوح الشمسي ثابت وقد تم اختيار عدة زوايا تبدأ من الصفر الى زاوية 60 درجة وكانت زوايا الميل المناسبة لمدينة بغداد تمتد من الزاوية 21 درجة الى زاوية 30 بحيث سجلت اعلى معدلات اشعاع شمسي سنوية بقيمة 5.6 كيلوواط ساعة /م². يوم وكما موضح في الشكل رقم (12).

اما بالنسبة الى شهر حزيران فكانت اعلى معدلات للإشعاع الشمسي تم تسجيلها مع الزاويتين صفر و5 درجة كما موضح في الشكل رقم (18).



شكل رقم (18) يوضح معدلات الاشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر حزيران

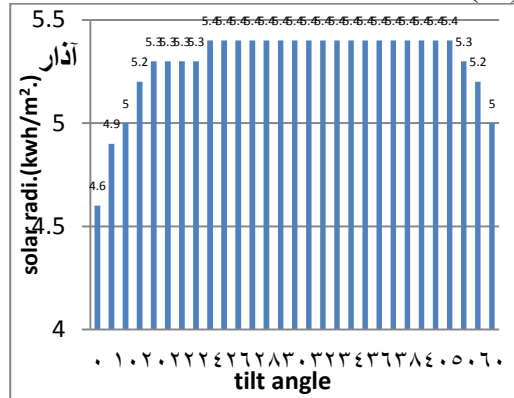
اما بالنسبة الى شهر تموز تموز فكانت اعلى معدلات للإشعاع الشمسي تم تسجيلها مع الزوايا 5 و10 و15 درجة كما موضح في الشكل رقم (19).



شكل رقم (19) يوضح معدلات الاشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر تموز

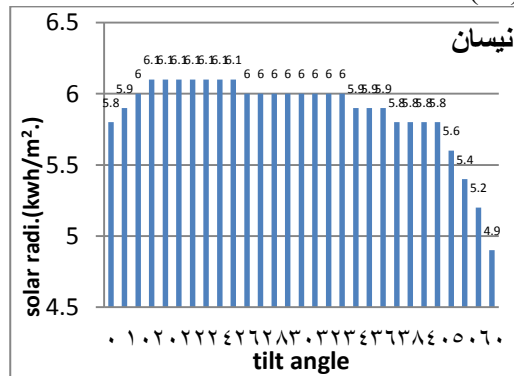
اما بالنسبة الى شهر اب فكانت اعلى معدلات للإشعاع الشمسي تم تسجيلها مع الزاويتين 10 و15 درجة كما موضح في الشكل رقم (20).

درجة الى 45 درجة كما موضح في الشكل رقم (15).



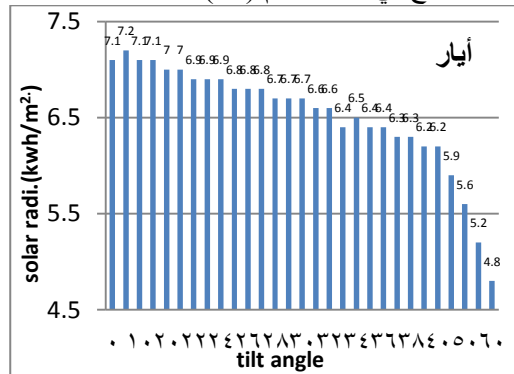
شكل رقم (15) يوضح معدلات الاشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر آذار

اما بالنسبة الى شهر نيسان فكانت اعلى معدلات الإشعاع الشمسي تم تسجيلها مع الزوايا من 15 درجة الى 25 درجة كما موضح في الشكل رقم (16).



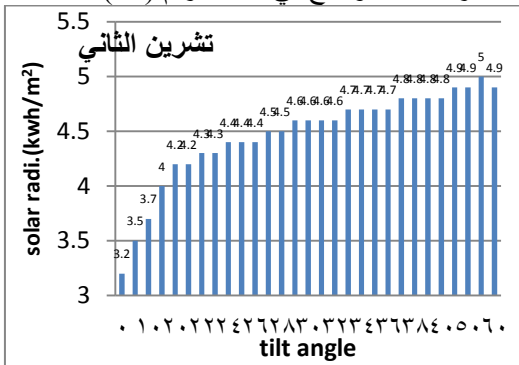
شكل رقم (16) يوضح معدلات الاشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر نيسان

اما بالنسبة الى شهر أيار فكانت اعلى معدلات للإشعاع الشمسي تم تسجيلها مع الزاوية 5 درجة كما موضح في الشكل رقم (17).



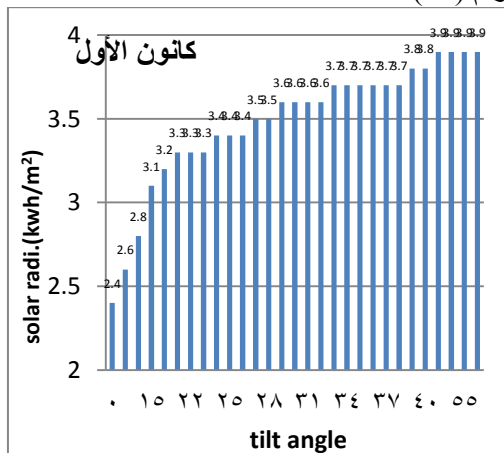
شكل رقم (17) يوضح معدلات الاشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر ايار

اما بالنسبة الى شهر تشرين الثاني فكانت اعلى معدلات للإشعاع الشمسي تم تسجيلها مع الزاوية 55 درجة كما موضح في الشكل رقم (23).



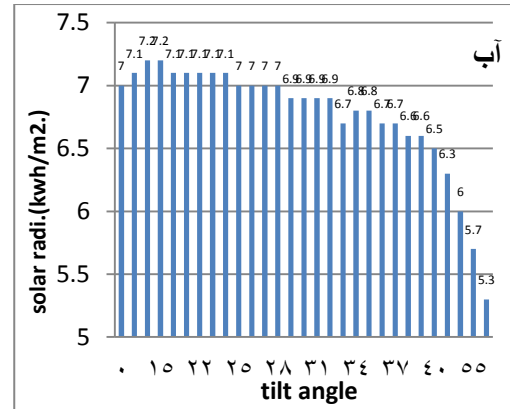
شكل رقم (23) يوضح معدلات الإشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر تشرين الثاني

اما بالنسبة الى شهر كانون الاول فكانت اعلى معدلات للإشعاع الشمسي تم تسجيلها مع الزوايا 45 درجة الى 60 درجة كما موضح في الشكل رقم (24).



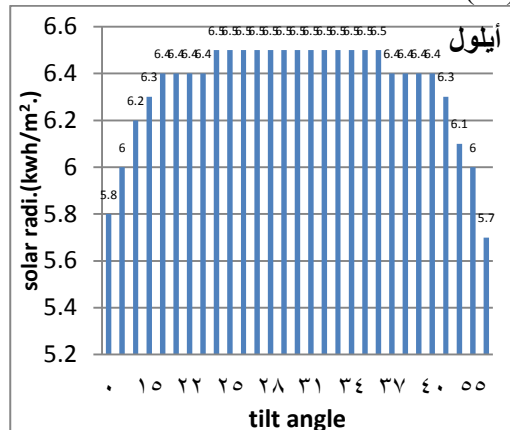
شكل رقم (24) يوضح معدلات الإشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر كانون الثاني

وبعد ذلك تم احتساب معدلات الإشعاع الشمسي لكل الزوايا مع كل شهر لمعرفة اكثر الاشهر تطابقا مع كل الزوايا وهذا يخدم منظومات التتبع وكان اكثر الاشهر ملائما مع كل الزوايا المختارة من صفر درجة الى 60 درجة هو شهر أب وتموز وكما موضح في الشكل رقم (25).



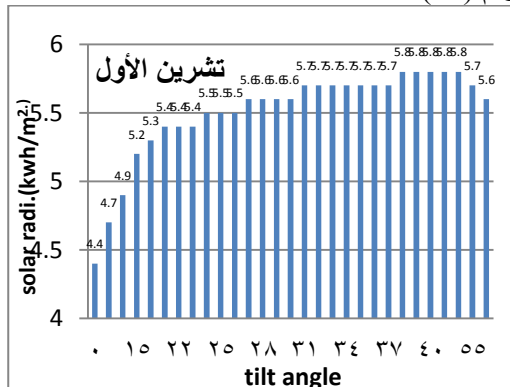
شكل رقم (20) يوضح معدلات الإشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر اب

اما بالنسبة الى شهر ايلول فكانت اعلى معدلات للإشعاع الشمسي تم تسجيلها مع الزوايا من 24 درجة الى 36 درجة كما موضح في الشكل رقم (21).

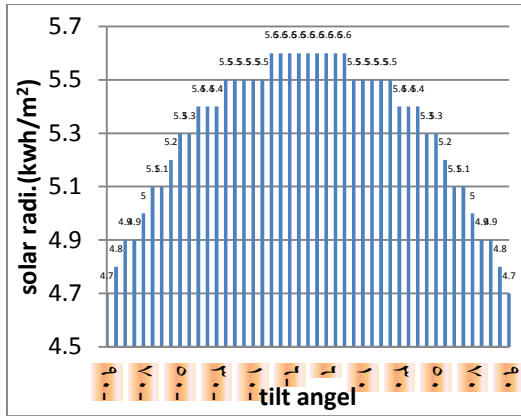


شكل رقم (21) يوضح معدلات الإشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر ايلول

اما بالنسبة الى شهر تشرين الاول فكانت اعلى معدلات للإشعاع الشمسي تم تسجيلها مع الزوايا من 38 درجة الى 50 درجة كما موضح في الشكل رقم (22).



شكل رقم (22) يوضح معدلات الإشعاع الشمسي مع زوايا الميل لشهر تشرين الاول

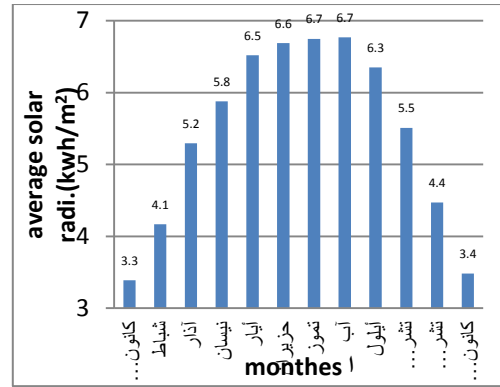


الشكل رقم (27) يوضح تغير زاوية الاتجاهية لزاوية الميل 30 درجة

وكذلك لزاوية ميل صفر درجة فان زاوية الاتجاهية تكون مفتوحة بحدود 360 درجة وبمعدل اشعاع شمسي ثابت بحدود 3.3 كيلوواط ساعة / م² يوم. وأما بالنسبة الى الزاوية ميل 15 درجة باعتبارها زاوية الميل ملائمة لموسم الصيف فكانت النافذة الشمسية لزاوية الاتجاهية محصورة بين -31 درجة الى +31 درجة عن الجنوب بحيث يكون معدل الاشعاع الشمسي ثابت ويكون بقيمة 3.6 كيلو واط ساعة / م² يوم. وأما بالنسبة الى زاوية الميل 33 درجة وهي زاوية ميل الواح المنظومة 5 امبير فكانت النافذة الشمسية الاتجاهية محصورة بين -25 درجة و+25 درجة عن الجنوب الجغرافي بحيث ان معدل الاشعاع الشمسي يكون ثابت بقيمة 3.7 كيلوواط ساعة / م² يوم. وأما بالنسبة الى زاوية الميل 45 درجة عن الافق باعتبارها زاوية الميل ملائمة لموسم الشتاء فكانت النافذة الشمسية محصورة بين -28 درجة و+28 درجة عن اتجاه الجنوب وبمعدل اشعاع شمسي ثابت بمقداره 3.6 كيلو واط ساعة / م² يوم.

المصادر:

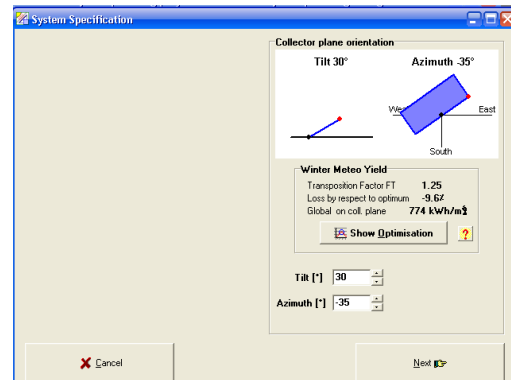
- 1- H.P.Gary, 1982 (Treatise on solar Energy: Volume :fundamentals of solar Energy), wiley, New York.,PP.375-381
- 2- D.Y,Gaswami, F. Krieth, Frank, and J.F.kririder, 2000 .(principles of solar Engineering). philadlphia: Taylor and, france. Library of congress cataloging in publication data
- 3- H.Gunerhan and A.Hphasli , 2002 (Determination of the optimum tilt angle of solar collectors for building application building and Environment, vol.42,no.2 ,pp.779-783.



شكل رقم (25) يبين معدلات الاشعاع الشمسي لكل شهر من اشهر السنة

قياس اتجاهية الالواح الشمسية لزاوية الميل 30 درجة

وهي استخدام برنامج PV SYSTEM اللوح الشمسي الثابت بزاوية الميل المثلى لمدينة بغداد 30 درجة لمعرفة مقدار انحراف عن اتجاه الجنوب الجغرافي لمدينة بغداد الزاوية صفر درجة بدون ان تقل قيمة الاشعاع الشمسي الساقط على اللوح الشمسي وقد تم تغيير الزاوية عن الجنوب درجة وكما موضح في الشكل رقم (26).



الشكل رقم (26) يوضح تغيير زاوية الاتجاهية عن الجنوب الجغرافي

وكانت مقدار النافذة الشمسية لاتجاهية زاوية الميل عن الافق 30 درجة تمتد من -8 درجة باتجاه الشرق الى +8 باتجاه الغرب اي يمكن الانحراف يمين ويسار عن الجنوب الجغرافي (الزاوية صفر) بمقدار 16 درجة بحيث ان معدل الاشعاع الشمسي الساقط على اللوح الشمسي الثابت بزاوية ميل 30 درجة يبقى ثابت وبمقدار 5.6 كيلوواط ساعة/م² كمعدل سنوي وكما موضح في الشكل رقم (27).

National Laboratories , P.O. Box 5800 , Albuquerque, New Mexico 87185-1033.

7- J.Radosavljive , A.Dordevic 2001 (Defining of the intensity of solar radiation on horizontal and oblique surface on earth) . FACTA universities series . worleing

8- .P.Jayakumar ,September 2009 (solar Energy, Resource Assessment Hand book) prepared for (APCTT) Asian and pacific center for Transfer of Technology of the united Nations-Economic and social commission for Asia and the pacific (ESCAP)

9- A .w.culp. 1991 (principles of energy conversation) 2nd ed Mc Graw – Hill . pp.98-107.

4- J.M. Pinazo, J.canda, and F.Arag 2010 (analysis of the incidence angle of the Beam Radiation on cpc, Department of Applied thermodynamics, universal politemice de velencia p.o.box 22012, 46071, valeuica, spain

5- North Carolina Solar Center ,2001 Solar Center Information (Sitting of Active Solar Collectors and photovoltaic modules) NCSU ,BOX 7401 .Raleigh NC.27695 .(919)5153430.

6- Matthew J. Reno, Clifford W. Hansen, Joshua S. Stein , March 2012 (Global Horizontal Irradiance Clear Sky Models: Implementation and Analysis) Photovoltaic and Grid Integration Department , Sandia

Determination of solar window for Baghdad city using pv system program

*Emad J.Mahdi**

*Imad J.Kadhim**

*Asmaa H.Moslem**

*Ministry of Sciences and Technology

Abstract:

Been using a pv system program to determine the solar window for Baghdad city . the solar window for any location can be determine by deviating left and right from the geographical south as well as deviation according to the amount of tilt angle with the horizon for fixed panel so that will not change the average of solar radiation incident over the whole year and this lead to help in the process of installation of fixed solar panel without any effect on annual output .the range of solar window for Baghdad city between two angles (-8 - +8) degrees left to right of the geographical south and tilt angle that allowed for the horizon range between angles (21- 30) degrees so that the amount of solar radiation that falling on the solar panel in this range of fixed angles about 5.6 kw.h/m² yearl.