

دراسة امتصاصية بعض المعادن المطلية للإشعاع الشمسي المباشر

الدكتور هيثم جبيلي*

الدكتور برهان دالاتي**

أكرم حاتم***

(تاريخ الإيداع 22 / 4 / 2014. قبل للنشر في 14 / 8 / 2014)

□ ملخص □

تم في هذا البحث دراسة استجابة و امتصاصية بعض المعادن (التوتياء، النحاس، الحديد، الألمنيوم) المطلية سطحها المعرض للإشعاع المباشر فقط بطلاء أسود اللون ذي قدرة امتصاص عالية وانعكاسية منخفضة للإشعاع الوارد عليه، وذلك بسماعات طلاء مختلفة، (بغية الحصول على أجسام سوداء بأعلى امتصاصية). وأجرينا القياس على القطع المعدنية بعد طلاء سطحها المعرض للإشعاع المباشر من أجل كل سماكة طلاء مأخوذة، وذلك في المختبر أولاً عند مستوى سطح البحر باستخدام منبعين للضوء استطاعة الأول 30 واط، واستطاعة الثاني 100 واط وذلك لمقارنة امتصاصية هذه المعادن للإشعاع الصادر عن هذين المنبعين مع امتصاصيتها للإشعاع الصادر عن الشمس والتأكد من أن سيرورة الامتصاصية متماثلة في حالة الإشعاع الشمسي وحالة الإشعاع الصادر عن منبع ضوئي، ومن ثم أجرينا القياس في منطقة القدموس التي تقع على ارتفاع 900 متر فوق سطح البحر باستخدام الإشعاع الشمسي المباشر. ومن ثم قمنا بإيجاد العلاقة بين الامتصاصية وسماكة الطلاء.

الكلمات المفتاحية: الامتصاصية، المعادن، الإشعاع الشمسي، الطلاء.

* أستاذ - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

** أستاذ مساعد - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

*** ماجستير - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية

Studying the absorbance of some painted metals for the direct light

Dr. Haisam Jbeli*
Dr. Borhan Dalaty**
Akram hatem***

(Received 22 / 4 / 2014. Accepted 14 / 8 / 2014)

□ ABSTRACT □

In this research we studied and measured the response and absorbance for some metals (zinc, copper, iron, aluminum) which are exposed to the direct light and painted with black, which has a high absorbance and low emittance, and with different thicknesses (to obtain black bodies) with higher absorption. we took the measurement on the painted metals for each thickness of the paint in the laboratory first using tow lamps 30 watt and 100 watt to compare the absorption of these metals of the radiation from these two lamps with the absorption of the solar radiation and make sure that the absorption is similar of the two situations, then we took the measurements in AL- Kadmous Area which is 900m above sea level using direct solar radiation , and we found the relationship between the absorbance and the paint thickness.

Key words: Absorbance, metals, solar radiation, paint.

*Professor, Department of Physics faculty of sciences – Tishreen University – Lattakia - Syria

** Associate Professor, Department of Physics faculty of Sciences- Tishreen University-Lattakia-Syria

*** Master -Faculty of Sciences- Tishreen University- Lattakia - Syria

مقدمة:

منذ نشوب الأزمة النفطية عام 1973، بدأ العالم يبحث عن مصادر بديلة للطاقة التقليدية ذات الاحتياطي المحدود، لتفي باحتياجاته من الطاقة أو جزء منها. وقد اتجه العديد من الدول العربية إلى استغلال مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الشمسية وطاقة الرياح) ، و أجريت البحوث و الدراسات العديدة في هذا المجال [1]. وانتقلت بعض الدول من مرحلة البحث إلى مرحلة تصنيع مكونات و أنظمة استغلال الطاقة المتجددة . وبدأ استخدام أنظمة استغلال الطاقة الشمسية و طاقة الرياح في الانتشار تدريجياً حتى وصل إلى المرحلة التجارية، و أصبح الكثير من الدول يعتمد على هذه الأنظمة في توفير جزء لا يستهان به من الطاقة (الكهربية ، الحرارية والميكانيكية) [2].

وقد تمت دراسة امتصاص الطاقة الضوئية بواسطة بعض المعادن غير المطلية، حيث تبين أن امتصاصية هذه المعادن للطاقة الضوئية تزداد بازدياد العدد الذري Z للمعدن المدروس [3].

وأظهر قياس شدة الإشعاع الشمسي المباشر في الشمال الشرقي لسوريا باستخدام حساس صنع من الألمنيوم النقي المطلي بالأسود تقارباً جيداً بين القيم النظرية و القيم المقاسة [4] ،

تم في هذا العمل طلاء بعض المعادن بطلاء أسود و تمت دراسة امتصاصيتها للطاقة الضوئية الساقطة.

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى دراسة مردود تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية بواسطة بعض المعادن (التوتياء، النحاس، الحديد، الألمنيوم) المطلية باللون الأسود، والتي يستفاد منها في تصنيع المجمعات الشمسية الحرارية من خلال خصائص الأجسام المعدنية المتعلقة بالقدرة على امتصاص الأشعة الشمسية ، والتي يستفاد منها في التدفئة والتبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء، وفي تطبيقات السخانات الشمسية التي تعد الأكثر انتشاراً في مجال التحويل الحراري للطاقة الشمسية، حيث يوفر بحثنا هذا معلومات هامة في هذا المجال . كما يمكن الاستفادة من النتائج التي حصلنا عليها في صنع الحساسات الحرارية لقياس شدة الإشعاع الشمسي.

طرائق البحث و مواد:

لإجراء الدراسة قمنا بتأمين المعادن الأربعة (التوتياء ،النحاس، الحديد، الألمنيوم) من السوق المحلية، وقمنا بعملية إعادة تشكيل لها حيث جعلناها جميعها بالشكل والحجم نفسه وهو عبارة عن قطع اسطوانية، تقريباً، قطرها 50 mm و سمكها 5 mm. و قمنا بتنظيفها جيداً للتخلص من طبقة الأوكسيد المتشكلة عليها ، وبعدها قمنا بوزن كل قطعة منها باستخدام ميزان حساس (حساسيته $d=0.1mg$). ثم قمنا بطلاء سطحها المعرض للإشعاع الضوئي المباشر بسماكات طلاء مختلفة باستخدام طلاء المت الأسود غير اللامع Matte (خليط معدني من رصاص ونيكل ونحاس) الذي له امتصاصية عالية للإشعاع الشمسي وانعكاسية منخفضة، حيث قمنا بعملية طلاء المت على أسطح هذه القطع بطريقة البخ من أجل الحصول على كثافة سطحية متجانسة للطلاء على كامل السطح المطلي، وبعد إتمام عملية الطلاء تركنا هذه القطع فترة من الزمن حتى يجف الطلاء بشكل جيد، ومن ثم قمنا بوزن كل قطعة معدنية منها باستخدام الميزان الحساس نفسه المستخدم لوزنها قبل عملية الطلاء .

الجدول (1,2,3,4) توضح أوزان القطع المعدنية قبل الطلاء وبعده والكثافة السطحية للطلاء (حيث أخذنا سماكة الطلاء بدلالة كثافته السطحية التي تمثل النسبة بين وزن الطلاء ومساحة السطح المطلي).

الجدول (1): الكثافة السطحية للطلاء بالنسبة للألمنيوم.

الكثافة السطحية للطلاء (mg/cm^2)	وزن الطلاء $m = m_2 - m_1 (g)$	الكتلة بعد الطلاء $m_2 (g)$	الكتلة قبل الطلاء $m_1 (g)$	الألمنيوم جميع القطع لها القطر نفسه والذي يساوي $R = 47.95mm$
2	0.0366	27.2161	27.1799	
3	0.0544	27.2256	27.1712	
3.5	0.0631	27.3406	27.2775	
4	0.0722	27.2350	27.1628	
5	0.0921	27.2312	27.1391	
6	0.1152	27.2160	27.1008	

الجدول(2): الكثافة السطحية للطلاء بالنسبة للحديد.

الكثافة السطحية للطلاء (mg/cm^2)	وزن الطلاء $m = m_2 - m_1 (g)$	الكتلة بعد الطلاء $m_2 (g)$	الكتلة قبل الطلاء $m_1 (g)$	الحديد جميع القطع لها القطر نفسه والذي يساوي $R = 47.95mm$
2	0.0366	75.1235	75.0865	
3	0.0542	74.4853	74.4311	
3.5	0.0631	74.6898	74.6267	
4	0.0722	75.1115	75.0393	
5	0.0921	74.6379	74.5458	
6	0.1185	74.5673	74.4488	

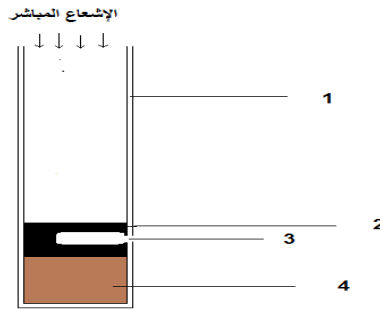
الجدول(3): الكثافة السطحية للطلاء بالنسبة للنحاس.

الكثافة السطحية للطلاء (mg/cm^2)	وزن الطلاء $m = m_2 - m_1 (g)$	الكتلة بعد الطلاء $m_2 (g)$	الكتلة قبل الطلاء $m_1 (g)$	النحاس جميع القطع لها القطر نفسه والذي يساوي $R = 47.95mm$
2	0.0366	85.9494	85.9128	
3	0.0548	86.1151	86.0603	
3.5	0.0631	85.9299	85.8668	
4	0.0722	86.4863	86.4141	
5	0.0913	85.8740	85.7827	
6	0.1113	85.1846	85.0733	

الجدول (4): الكثافة السطحية للطلاء بالنسبة للتوتياء.

الكثافة السطحية للطلاء (mg / cm^2)	وزن الطلاء $m = m_2 - m_1 (g)$	الكتلة بعد الطلاء $m_2 (g)$	الكتلة قبل الطلاء $m_1 (g)$	التوتياء جميع القطع لها القطر نفسه والذي يساوي $R = 47.95mm$
2	0.0366	65.0422	65.0052	
3	0.0546	66.3889	66.3343	
3.5	0.0626	66.3091	66.2465	
4	0.0722	64.3725	64.3003	
5	0.0921	64.4810	64.3889	
6	0.1143	64.3947	64.2804	

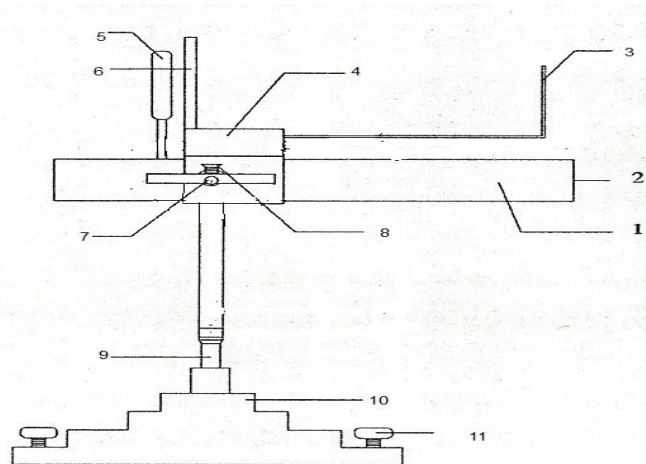
ثم قمنا بوضع كل قطعة من هذه القطع ضمن أنبوبة أسطوانية عازلة حيث تسمح هذه الأنبوبة بدخول الإشعاع المباشر فقط كما يوضح الشكل (1).



الشكل (1): أنبوبة جهاز القياس الموضوع ضمنها المعدن المدروس.

1- الأنبوبة العازلة؛ 2- قطعة المعدن المدروس التي تعامد الإشعاع؛ 3- حفرة في القطعة المعدنية لوضع ميزان الحرارة؛ 4- عازل حراري يسمح مع الأنبوبة العازلة بالتبادل الحراري مع الوسط الخارجي فقط من خلال السطح المعرض للإشعاع نفسه.

والشكل (2) يمثل رسماً تخطيطياً للجهاز المستخدم في عملية القياس.



الشكل (2) : رسم تخطيطي للجهاز المستخدم في عملية القياس

- 1- أنبوية الجهاز والتي تسمح بدخول الإشعاع الشمسي المباشر؛ 2- نافذة دخول الإشعاع الضوئي الوارد أو الشمسي المباشر؛ 3- سلك توجيه (أداة توجيه) تستخدم للتوجيه الدقيق حيث يسقط ظل السلك على لوحة سلك التوجيه (الرقم 6)؛ 4- حامل خشبي للسلك والمنظار؛ 5- مقياس حرارة رقمي يقيس عشر الدرجة و مقدار الخطأ المطلق فيه هو $\Delta\theta = 0.1^\circ C$ ؛ 6- لوحة سلك التوجيه وتحتوي حقلاً مدرجاً يستقبل ظل سلك التوجيه في مركزه يتم بواسطته تتبع الحركة الظاهرية للشمس في السماء وتوجيه أنبوية الجهاز نحوها ويستمر ظلها مقياس الحرارة الرقمي لحمايته من أشعة الشمس المباشرة؛ 7- محور التدوير الأفقي الذي يسمح بدوران أنبوية الجهاز في مستو شاقولي؛ 8- بزال تثبيت المحور الأفقي؛ 9- محور التدوير الشاقولي ويسمح بتدوير الجهاز في مستو أفقي؛ 10- قاعدة الجهاز؛ 11- بزال ضبط التوازن الشاقولي لمحور التدوير الشاقولي

1.3- طريقة القياس

لقياس الطاقة الممتصة I_D للمعدن المدروس والموضوع في الأسطوانة العازلة، الشكل (1)، اعتمدنا على مبادئ التوازن الحراري. ففي البداية تكون درجة حرارة المعدن θ مساوية لدرجة حرارة الهواء المحيط θ_{air} وعند تعريض المعدن المدروس للضوء الصادر عن منبع ضوئي مناسب أو للإشعاع الشمسي المباشر ترتفع درجة حرارته بمرور الوقت حتى تصل إلى θ_{max} والتي تمثل حالة التوازن الحراري في نهاية القياس. وتعطى عندئذٍ الطاقة الإشعاعية الممتصة من قبل المعدن المدروس بالعلاقة التالية [4]:

$$I_D = \frac{s \cdot m}{A} k \cdot \Delta\theta \quad (1)$$

حيث:

$I_D (W/m^2)$: الطاقة الإشعاعية الممتصة من قبل المعدن المدروس.

$s (J/kg \cdot ^\circ C)$: الحرارة النوعية للمعدن المدروس.

$m (kg)$: كتلة قطعة المعدن المدروس.

$A (m^2)$: سطح الجسم الأسود المعرض للإشعاع.

$$\Delta\theta = \theta_{max} - \theta_{air}$$

$k (s^{-1})$: ثابت يتعلق بنوع الجسم و أبعاده الهندسية.

إنّ وسائط الطرف الثاني $s, \Delta\theta, m, A$ من المعادلة (1) يمكن معرفتها بالقياس . و لحساب الثابت k

ندرس تحولات درجة الحرارة θ مع الزمن t والتي تعطى بالمعادلة التالية [4]:

$$\theta = -(\theta_{max} - \theta_{air})e^{-k t} + \theta_{max} \quad (2)$$

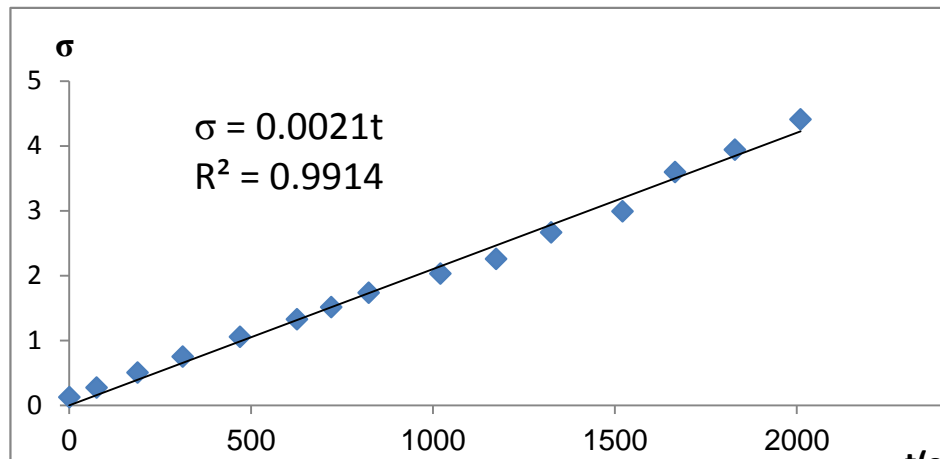
واعتماداً على المعادلة (2) يمكن أن نكتب:

$$\sigma = k \cdot t \quad (3)$$

$$\sigma = \ln \left(\frac{\theta_{air} - \theta_{max}}{\theta - \theta_{max}} \right) = k \cdot t \quad \text{حيث:}$$

وبرسم تحولات σ بدلالة t نحصل على خط مستقيم ميله يمثل الثابت k وذلك كما يوضح الشكل (3) من

أجل معدن التوتياء المطلي بالأسود وذلك عند استخدام الإشعاع الشمسي المباشر.



الشكل (3) تحولات σ بدلالة t باستخدام الإشعاع الشمسي المباشر من أجل معدن التوتياء المطلي بالأسود.

تُحسب شدة الإشعاع الشمسي المباشر النظرية I_{th} (في مكان ما على سطح الأرض) بوساطة العلاقة التالية [5]:

$$I_{th} = I_{sc} \times \tau \quad (4)$$

حيث $I_{sc} = 1367 \text{ W/m}^2$ ، τ : نفاذية الغلاف الجوي.

وتعطي نفاذية الغلاف الجوي في المكان المدروس من العلاقة التالية [4] :

$$\tau = 0.5 \left[\exp(-0.65m(z, \theta_z)) + \exp(-0.095m(z, \theta_z)) \right] \quad (5)$$

حيث $m(z, \theta_z)$ معامل الكتلة الهوائية والذي يعطى بالمعادلة [4]:

$$m(z, \theta_z) = \frac{\exp(-0.0001184z)}{\cos(\theta_z) + 0.5057(96.080 - \theta_z)^{-1.634}} \quad (6)$$

حيث Z ارتفاع مكان القياس عن مستوى سطح البحر مقدراً بالمتر و θ_z زاوية السميت والتي تمثل الزاوية بين العمود على السطح الأفقي للراصد و أشعة الشمس الواردة على مكان الراصد، ويمكن حساب θ_z بمعرفة زاوية ارتفاع الشمس α_s والتي تمثل الزاوية المتممة لزاوية السميت θ_z باستخدام علاقات رياضية عديدة [4] تنتج عنها أخطاء تراكمية. ومن أجل الحساب الدقيق لقيمة α_s (وبالتالي لـ θ_z) استعنا بمعطيات البرنامج starcalc 5.73 [6].

2.3- معطيات مكان القياس:

نبين في الجدول (5) إحداثيات مكان القياس (منطقة القدموس) ، الذي قمنا فيه بإجراء الدراسة على القطع المعدنية المطلية من حيث امتصاصيتها للإشعاع الشمسي المباشر، حيث أُجريت عملية القياس في حالة السماء الصافية الخالية من الغيوم وفي ظروف متماثلة تقريباً من ضغط جوي و رطوبة

الجدول(5): إحداثيات مكان القياس

خط الطول λ	36.148	الارتفاع Z	900 م
خط العرض φ	35.109	حالة الطقس	صحو تام مع نسيم خفيف

و نبين في الجداول (6,7,8,9) معطيات مكان القياس (التاريخ، الساعة، زاوية ارتفاع الشمس ، زاوية السم، الكتلة الهوائية) الذي قمنا فيه بإجراء القياس من أجل كل معدن مدروس . حيث قمنا بحساب زاوية ارتفاع الشمس α_s ، و زاوية السم θ_z التي تمثل الزاوية المتممة لزاوية ارتفاع الشمس α_s باستخدام برنامج starcalc 5.73 . أما الكتلة الهوائية $m(z, \theta_z)$ فقد قمنا بحسابها باستخدام العلاقة (6).
1- بالنسبة للألمنيوم:

الجدول(6): معطيات مكان القياس بالنسبة للنحاس(التاريخ، الساعة، زاوية ارتفاع الشمس ، زاوية السم، الكتلة الهوائية)

التاريخ	2012/8/20	2012/8/21	2012/8/27
الساعة	11:00	11:00	11:00
α_s	58.05	57.8	56.45
θ_z	31.95	32.2	33.55
$m(z, \theta_z)$	1.058	1.06	1.077

2- بالنسبة للحديد:

الجدول(7): معطيات مكان القياس بالنسبة للنحاس(التاريخ، الساعة، زاوية ارتفاع الشمس ، زاوية السم، الكتلة الهوائية)

التاريخ	2012/8/19	2012/8/19	2012/8/27	2012/8/28
الساعة	11:00	12:00	12:00	11:00
α_s	58.26	56.8	63.37	56.25
θ_z	31.74	24.2	26.63	33.75
$m(z, \theta_z)$	1.056	0.985	1.005	1.08

3- بالنسبة للنحاس:

الجدول(8): معطيات مكان القياس بالنسبة للنحاس(التاريخ، الساعة، زاوية ارتفاع الشمس ، زاوية السم، الكتلة الهوائية)

التاريخ	2012/8/18	2012/8/18	2012/8/27	2012/8/28
الساعة	11:00	12:00	12:00	12:00
α_s	58.47	66.15	63.37	63.10
θ_z	31.53	23.85	26.63	26.9
$m(z, \theta_z)$	1.054	0.977	1.005	1.007

4- بالنسبة للتوتياء:

الجدول(9): معطيات مكان القياس بالنسبة للتوتياء (التاريخ، الساعة، زاوية ارتفاع الشمس ، زاوية السميت، الكتلة الهوائية)

التاريخ	2012/8/24	2012/8/24	2012/8/25	2012/8/28	2012/8/28
الساعة	11:00	12:00	12:00	11:00	12:00
α_s	57.17	64.32	64	56.25	63.10
θ_z	32.83	25.68	26	33.75	26.9
$m(z, \theta_z)$	1.069	0.997	0.999	1.08	1.007

النتائج والمناقشة:

اعتماداً على معطيات الجداول (9,8,7,6) تمّ حساب النفاذية τ ومن ثم شدة الإشعاع الشمسي المباشر النظرية I_{th} باستخدام المعادلتين (5,4). وقمنا بقياس شدة الإشعاع الشمسي المباشر I_{sp} باستخدام مقياس الاستطاعة الشمسية Solar power meter ونبين نتيجة ذلك في الجداول (13,12,11,10) وذلك من أجل كل يوم قياس و من أجل كل معدن مدروس .

جدول(10):النتائج النظرية والمقيسة لشدة الإشعاع الشمسي المباشر الموافقة لأيام إجراء القياس بالنسبة للألمنيوم.

التاريخ	2012/8/20	2012/8/21	2012/8/27
الساعة	11:00	11:00	11:00
$I_{th} (W / m^2)$	993.42	992.85	987.98
$I_{sp} (W / m^2)$	991	988	981
الرطوبة %	60	65	69
الضغط الجوي (mmHg)	684.8	684	686

جدول(11): النتائج النظرية والمقيسة لشدة الإشعاع الشمسي المباشر الموافقة لأيام إجراء القياس بالنسبة للحديد.

التاريخ	2012/8/19	2012/8/19	2012/8/27	2012/8/28
الساعة	11:00	12:00	12:00	11:00
$I_{th} (W / m^2)$	992.71	1015.18	1008.24	987.06
$I_{sp} (W / m^2)$	983	1002	1005	981
الرطوبة %	68	63	64	66
الضغط الجوي (mmHg)	685.1	685	685.8	685.4

جدول(12): النتائج النظرية والمقيسة لشدة الإشعاع الشمسي المباشر الموافقة لأيام إجراء القياس بالنسبة للنحاس.

التاريخ	2012/8/18	2012/8/18	2012/8/27	2012/8/28
الساعة	11:00	12:00	12:00	12:00
$I_{th} (W / m^2)$	994.12	1016.72	1008.24	1008.56
$I_{sp} (W / m^2)$	983	1008	1005	1005
الرطوبة %	72	70	64	63
الضغط الجوي(mmHg)	685.8	685.3	685.8	684.2

جدول(13): النتائج النظرية والمقيسة لشدة الإشعاع الشمسي المباشر الموافقة لأيام إجراء القياس بالنسبة للتوتياء.

التاريخ	2012/8/24	2012/8/24	2012/8/25	2012/8/28	2012/8/28
الساعة	11:00	12:00	12:00	12:00	12:00
$I_{th} (W / m^2)$	990.31	1011.07	1011.07	987.06	1008.56
$I_{sp} (W / m^2)$	984	1007	1007	981	1005
الرطوبة %	69	67	68	66	63
الضغط الجوي(mmHg)	684.9	684.2	684.5	684.4	684.2

1.4 - معطيات دراسة الطاقة الممتصة و نتائج قياسها:

لقياس شدة الإشعاع الممتص I_D في المختبر استخدمنا منبعين للضوء استطاعة الأول 100W واستطاعة الثاني 30W ، وذلك بتوجيه الإشعاع الضوئي الناتج عن المنبع إلى المعدن المطلية المدروس مباشرةً والموضوع في الأسطوانة العازلة، الشكل (1)، ومن ثم دراسة تحولات θ بدلالة الزمن t للحصول على الثابت k في كل حالة ، كما في حالة الشكل(3). ولقياس شدة الإشعاع الشمسي المباشر I_D الممتص فقد تم وضع الجهاز المبين بالشكل (3) في منطقة القياس (القدموس) وفي الأيام والظروف الجوية المشار إليها في الجداول (9,8,7,6). وقمنا بتتبع الحركة الظاهرية للشمس بتوجيه أنبوية الجهاز نحوها باستخدام سلك التوجيه المشار إليه في الشكل (2). ومن ثم حسبنا الثابت k في حالة الشمس من أجل كل معدن. ونبين نتائج الدراسة السابقة في الجداول (17,16,15,14).

الجدول (14): معطيات دراسة الطاقة الممتصة بالنسبة للألمنيوم

المعدن	الكثافة السطحية (mg / cm^2)	$m(g)$	القطر (mm)	$\Delta\theta(^{\circ}c)$	$k(s^{-1})$	المصدر الضوئي
W30	2	27.2161	47.95	8.6	0.0015	
	3	27.2256	47.95	8.8	0.0015	
	3.5	27.3406	47.95	8.6	0.0017	
	4	27.2350	47.95	8.5	0.0014	
	5	27.2312	47.95	7.6	0.0014	

	0.0014	7.3	47.95	27.2160	6.38	الألمنيوم
W100	0.0015	51.3	47.95	27.2161	2	
	0.0017	51.5	47.95	27.2256	3	
	0.0019	52.6	47.95	27.3406	3.5	
	0.0016	51.2	47.95	27.2350	4	
	0.0015	51.3	47.95	27.2312	5	
	0.0014	49.6	47.95	27.2160	6.38	
ضوء الشمس	0.0014	27.6	47.95	27.2161	2	
	0.0015	27.2	47.95	27.2256	3	
	0.0015	27.8	47.95	27.3406	3.5	
	0.0013	29.5	47.95	27.2350	4	
	0.0013	28.1	47.95	27.2312	5	
	0.0013	27.2	47.95	27.2160	6.38	

الجدول (15): معطيات دراسة الطاقة الممتصة بالنسبة للحديد.

المصدر الضوئي	$k(s^{-1})$	$\Delta\theta(^{\circ}c)$	القطر (mm)	$m(g)$	الكثافة السطحية (mg/cm^2)	المعدن
W30	0.0012	7.1	47.95	75.1245	2	الحديد
	0.0012	8.7	47.95	74.4853	3	
	0.0012	9	47.95	74.6898	3.5	
	0.0012	8.7	47.95	75.1115	4	
	0.0012	8	47.95	74.6379	5	
	0.0012	7.4	47.95	74.5673	6.5	
W100	0.0013	50.9	47.95	75.1245	2	
	0.0012	58	47.95	74.4853	3	
	0.0013	56.6	47.95	74.6898	3.5	
	0.0013	53.7	47.95	75.1115	4	
	0.0013	51.7	47.95	74.6379	5	
	0.0013	50.4	47.95	74.5673	6.5	
ضوء الشمس	0.0012	25.7	47.95	75.1245	2	
	0.0012	26.3	47.95	74.4853	3	
	0.0012	26.6	47.95	74.6898	3.5	
	0.0012	25.6	47.95	75.1115	4	
	0.0012	25.2	47.95	74.6379	5	
	0.0012	24.7	47.95	74.5673	6.5	

الجدول (16): معطيات دراسة الطاقة الممتصة بالنسبة للنحاس.

المصدر الضوئي	$k(s^{-1})$	$\Delta\theta(^{\circ}c)$	القطر (mm)	$m(g)$	الكثافة السطحية (mg/cm^2)	المعدن
W30	0.0012	9	47.95	85.9494	2	النحاس
	0.0012	10	47.95	86.1151	3	
	0.0014	8.7	47.95	85.9299	3.5	
	0.0013	8.8	47.95	86.4863	4	
	0.0015	6.8	47.95	85.8740	5	
	0.0012	7.4	47.95	85.1846	6	
W100	0.0013	53.5	47.95	85.9494	2	
	0.0014	55.4	47.95	86.1151	3	
	0.0014	56.6	47.95	85.9299	3.5	
	0.0013	55.2	47.95	86.4863	4	
	0.0013	51.9	47.95	85.8740	5	
	0.0013	50.2	47.95	85.1846	6	
ضوء الشمس	0.0013	25.3	47.95	85.9494	2	
	0.0013	26.2	47.95	86.1151	3	
	0.0013	27	47.95	85.9299	3.5	
	0.0013	26.3	47.95	86.4863	4	
	0.0013	26.1	47.95	85.8740	5	
	0.0013	25.8	47.95	85.1846	6	

الجدول (17): معطيات دراسة الطاقة الممتصة بالنسبة للتوتياء.

المصدر الضوئي	$k(s^{-1})$	$\Delta\theta(^{\circ}c)$	القطر (mm)	$m(g)$	الكثافة السطحية (mg/cm^2)	المعدن
W30	0.0018	8.9	47.95	65.0422	2	التوتياء
	0.0018	9.2	47.95	66.3889	3	
	0.0018	9.6	47.95	66.3091	3.5	
	0.0018	9.4	47.95	64.3725	4	
	0.0018	9.1	47.95	64.4810	5	
	0.0018	8.9	47.95	64.3947	6.33	
W100	0.0016	56	47.95	65.0422	2	
	0.0018	55	47.95	66.3889	3	
	0.0020	54	47.95	66.3091	3.5	
	0.0017	56	47.95	64.3725	4	

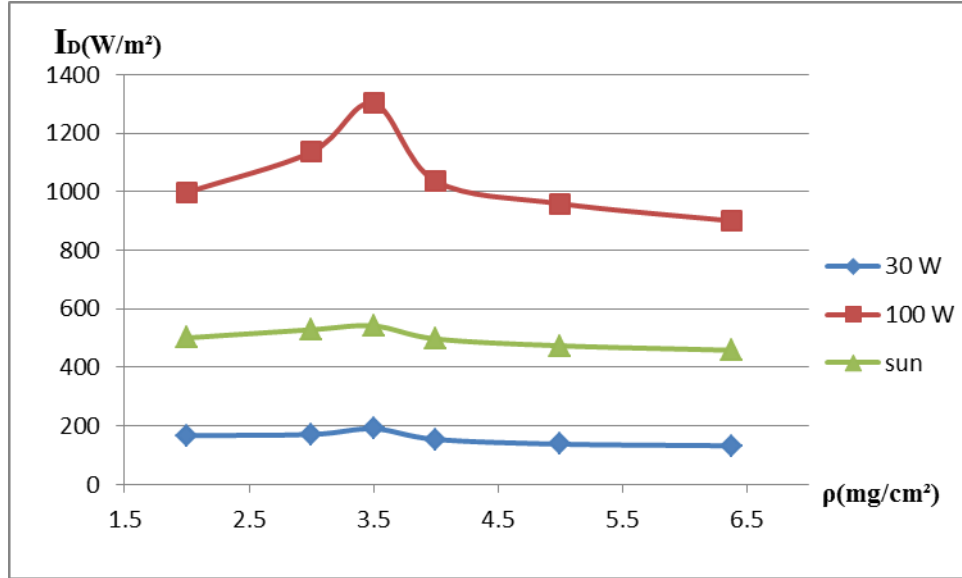
	0.0016	54.8	47.95	64.4810	5
	0.0016	53.1	47.95	64.3947	6.33
ضوء الشمس	0.0018	26.8	47.95	65.0422	2
	0.0021	25.6	47.95	66.3889	3
	0.0021	26.2	47.95	66.3091	3.5
	0.0018	26.4	47.95	64.3725	4
	0.0017	26.1	47.95	64.4810	5
	0.0017	25.8	47.95	64.3947	6.33

ونبين في الجداول (18,19,20,21) نتائج قياس الطاقة الممتصة I_D بواسطة المعادن المدروسة من أجل كل سماكة طلاء، حيث الحرارة النوعية s للمعادن (الألمنيوم، الحديد، النحاس، التوتياء) هي $J / g \cdot c$ (0.419, 0.358, 0.477, 0.860) على الترتيب [3].

الجدول (18): نتائج قياس الطاقة الممتصة بالنسبة للألمنيوم.

الألمنيوم			
ضوء الشمس	$I_D (W / m^2)$		الكثافة السطحية: (mg / cm^2)
	منبع W100	منبع W30	
501.088	997.897	167.28	2
529.04	1135.756	171.239	3
541.99	1301.96	190.46	3.5
497.67	1063.087	154.42	4
473.988	959.47	138.057	5
458.55	900.488	132.531	6.38

ونبين في الشكل (4) المنحنيات البيانية المعبرة عن العلاقة ما بين الطاقة الممتصة $I_D (W / m^2)$ و الكثافة السطحية للطلاء $\rho (mg / cm^2)$ وذلك من أجل مصادر الضوء المختلفة المستخدمة في الدراسة (منبع 30 واط ، منبع 100 واط ، ضوء الشمس) بالنسبة للألمنيوم.

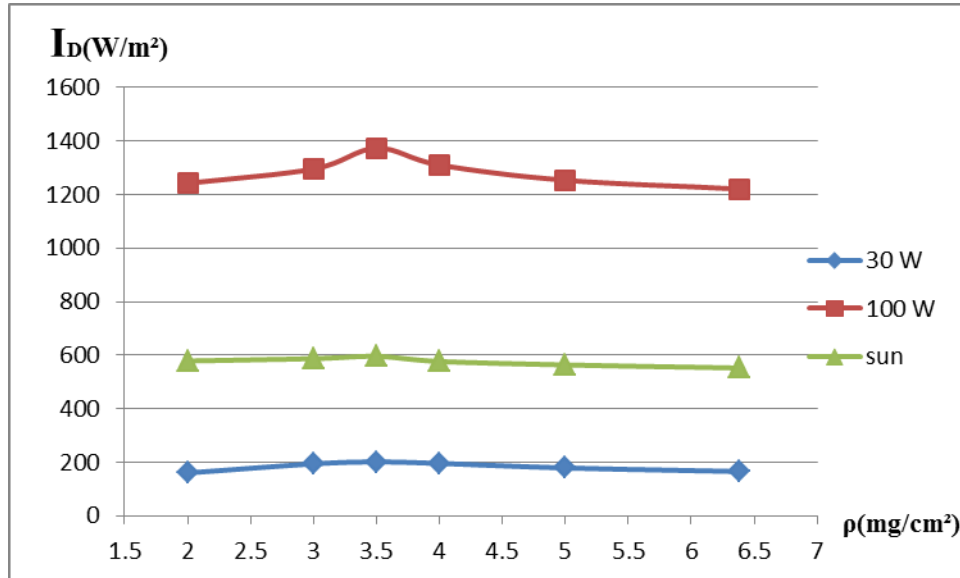


الشكل(4): الطاقة الممتصة بتابعة الكثافة السطحية للطلاء بالنسبة للألمنيوم.

الجدول (19): نتائج قياس الطاقة الممتصة بالنسبة للحديد.

الحديد			
الكثافة السطحية (mg/cm ²)	I _D (W/m ²)		الكثافة السطحية (mg/cm ²)
	منبع W100	منبع W30	
2	1242.112	160.50	2
3	1295.37	194.31	3
3.5	1373.25	201.56	3.5
4	1310.248	195.946	4
5	1253.466	179.04	5
6.5	1220.788	165.456	6.5

و نبين في الشكل (5) المنحنيات البيانية المعبرة عن العلاقة ما بين الطاقة الممتصة $I_D (W/m^2)$ و الكثافة السطحية للطلاء $\rho (mg/cm^2)$ من أجل مصادر الضوء المختلفة المستخدمة في الدراسة (منبع 30 واط ، منبع 100 واط ، ضوء الشمس) بالنسبة للحديد.

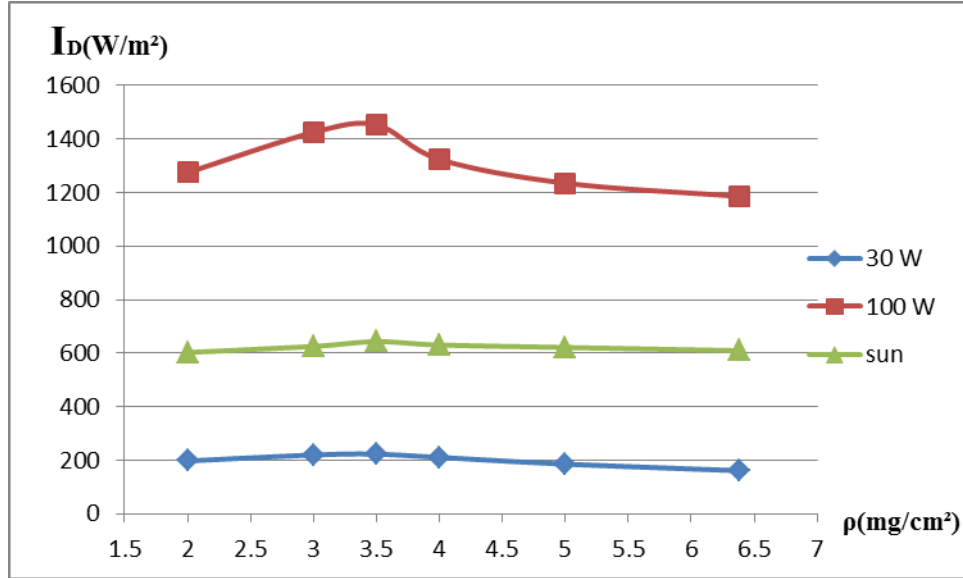


الشكل (5): الطاقة الممتصة بتابعية الكثافة السطحية للطلاء بالنسبة للحديد.

الجدول (20): نتائج قياس الطاقة الممتصة بالنسبة للنحاس

النحاس			
$I_D (W/m^2)$			الكثافة السطحية (mg/cm^2)
ضوء الشمس	منبع W100	منبع W30	
603	1275.128	198	2
625.66	1424.72	220	3
643.37	1452.45	223.26	3.5
630.75	1323.86	211	4
621.519	1235	186.84	5
609.44	1185.82	161.357	6

ونبين في الشكل (6) المنحنيات البيانية المعيرة عن العلاقة ما بين الطاقة الممتصة ($I_D (W/m^2)$) والكثافة السطحية للطلاء ($\rho (mg/cm^2)$) ، وذلك من أجل مصادر الضوء المختلفة المستخدمة في الدراسة (منبع 30 واط ، منبع 100 واط ، ضوء الشمس) بالنسبة للنحاس.

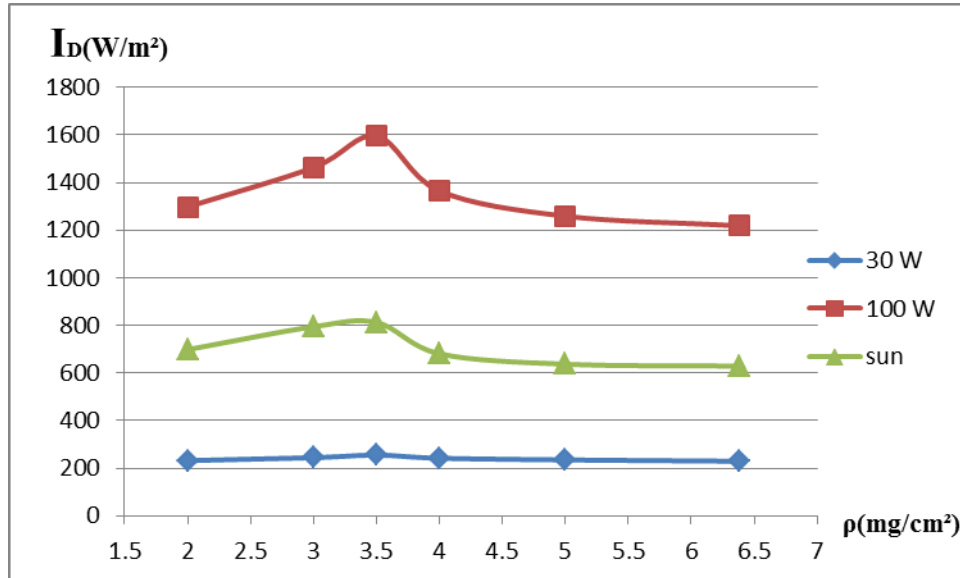


الشكل (6): الطاقة الممتصة بتابعة الكثافة السطحية للطلاء بالنسبة للنحاس.

الجدول (21) : نتائج قياس الطاقة الممتصة بالنسبة للتوتياء.

التوتياء			
ضوء الشمس	$I_D (W/m^2)$		الكثافة السطحية (mg/cm^2)
	منبع W100	منبع W30	
698.82	1298.02	232	2
794.939	1463.894	244.867	3
812.59	1595.056	255.21	3.5
681.327	1364.95	242.52	4
637.236	1259.24	235.2	5
629.068	1218.53	229.76	6.33

ونبين في الشكل (7) المنحنيات البيانية المعبرة عن العلاقة ما بين الطاقة الممتصة ($I_D (W/m^2)$) والكثافة السطحية للطلاء ($\rho (mg/cm^2)$)، وذلك من أجل مصادر الضوء المختلفة المستخدمة في الدراسة (منبع 30 واط ، منبع 100 واط ، ضوء الشمس) بالنسبة للتوتياء.



الشكل (7): الطاقة الممتصة بتابعية الكثافة السطحية للطلاء بالنسبة للتوتياء.

وتبين الجداول (21,20,19,18) والأشكال (7,6,5,4) أنّ أفضل كثافة للطلاء هي من أجل $3.5(mg/cm^2)$ وبالنسبة لمختلف المعادن و مختلف المصادر الضوئية.

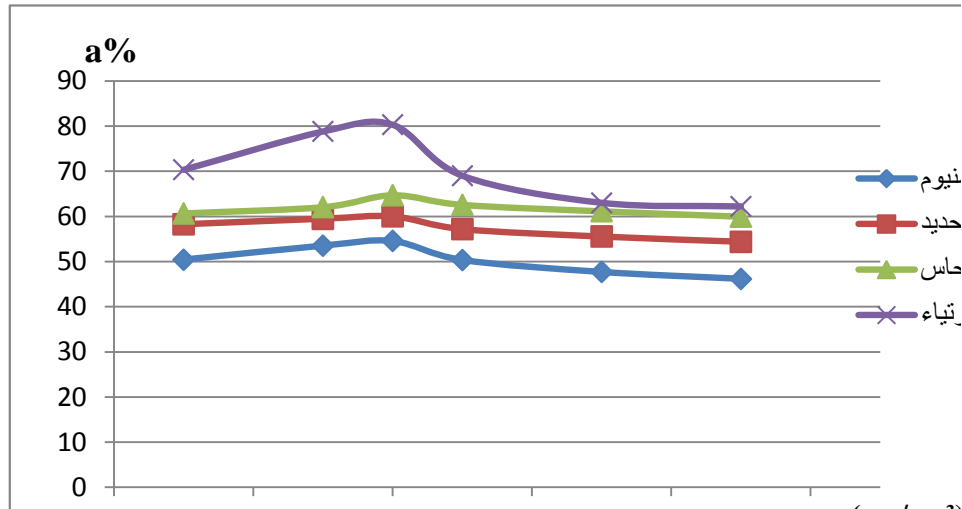
2.4- نتائج قياس الامتصاصية لكل معدن مدروس:

اعتماداً على معطيات الجداول (13,12,11,10) والجداول (21,20,19,18) والعلاقتين (1) و (4) قمنا بحساب الطاقة الممتصة $I_D(W/m^2)$ بوساطة القطعة المعدنية و الطاقة النظرية $I_{th}(W/m^2)$ الواردة عليها، ثم حسبنا امتصاصية المعادن المدروسة من أجل كل سماكة طلاء. ونبين نتيجة الحساب السابق في الجدول (22) :

الجدول(22): نتائج قياس الامتصاصية لكل معدن مدروس من أجل ضوء الشمس

$a = \frac{I_D}{I_{th}} (\%)$				الكثافة السطحية (mg/cm^2)
التوتياء	النحاس	الحديد	الألمنيوم	
70.34	60.66	58.27	50.44	2
78.82	62.05	59.50	53.54	3
80.31	64.68	60.01	54.55	3.5
69.02	62.56	57.20	50.37	4
63.025	61.13	55.55	47.71	5
62.218	59.94	54.40	46.18	6

ويبين الشكل (8) المنحنيات البيانية التي تعبر عن العلاقة ما بين الإمتصاصية و الكثافة السطحية للطلاء المستخدم $\rho(mg/cm^2)$ باستخدام ضوء الشمس بالنسبة للمعادن المدروسة.



الشكل(8): الامتصاصية بتابعية الكثافة السطحية للطلاء المستخدم.

ويبين الجدول (22) و الشكل (8) أنّ أفضل مردود(امتصاصية) هو لمعدن التوتياء و من أجل الكثافة السطحية $3.5(mg/cm^2)$

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- إنّ لمعدن التوتياء أفضل وأسرع استجابة للتغيرات في شدة الإشعاع الشمسي الوارد عليه وهذا يتجلى من خلال القيم الكبيرة للثابت k من أجل جميع سماكات الطلاء المأخوذة وبالتالي يوصى باستخدامه في تصنيع الحساسات الحرارية والضوئية.
- 2- إنّ لمعدن التوتياء أفضل امتصاصية للضوء من بين المعادن المدروسة (المنيوم، حديد، نحاس، توتياء) ولذلك يوصى باستخدامه أيضاً في تصنيع السخانات الشمسية.
- 3- يلعب الطلاء دوراً مهماً في تحسين الامتصاصية ويكون المرود أفضل ما يمكن من أجل السماكة $3.5(mg/cm^2)$ من أجل الطلاء الذي تم استخدامه.
- 4- يلعب الطلاء دوراً عازلاً من أجل السماكات الكبيرة وهذا يتجلى في نقصان قيمة الطاقة الممتصة مع زيادة سماكة الطلاء الأعلى من القيمة $3.5(mg/cm^2)$ من أجل الطلاء الذي تم استخدامه في هذا العمل.

المراجع:

- [1] الدكتور أمين القلق، السخان الشمسي، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، سلسلة الحقائق التعليمية التدريبية في مجال الطاقات المتجددة، 2008، 2012/11/17، 43-50.
- [2]. Louis.E.Akpabio, Sunday O. UDO, Sunday E. ETUK, (2004), "Modeling Global Solar Radiation for Tropical Location : Onne, Nigeria", Turk.J.Phys., Vol.29, pp 63-68
- [3] - د.هيثم جبيلي ، د. برهان دالاتي ، أكرم حاتم ، قياس الطاقة الضوئية الممتصة بواسطة بعض المعادن وعلاقتها بالعدد الذري Z لهذه المعادن ، مقالة قبلت للنشر في مجلة جامعة تشرين للبحوث و الدراسات العلمية بتاريخ 2012/8/1
- [4]- Haisam Jbeli , Bahjat Ibrahim , Hassan Ayub .Design a dvice for measuring the intensity of direct solar radiation. Tishreen university, Journal for research and studies ,vol (31) No(2)2009, 187-202.
- [5] Jbeli and Jehad Mulhem , Energy Physics , Tishreen university 2011,46-262
- [6] Starcalc5.73, copyright 1995-2006, Voronezh, 21/12/2011, <http://starcalc.en.softonic.com/>.