

Studying the Effect of Paint on the Absorption of Some Zinc Alloys for Light Rays

Dr. Haisam Jbeli*
Ola Darwesh**

(Received 2 / 6 / 2024. Accepted 12 / 8 / 2024)

□ ABSTRACT □

In this research we have studied the effect of paint on the absorption of some zinc alloys for light rays. and that for certain superficial density for the paint we have used. The results of this search can be used during manufacturing thermal sensors in the devices that measuring the intensity of solar radiation. To complete the study, we calculated the thermal energy absorbed by these samples before and after painting when exposed to direct solar radiation. The total direct solar radiation energy can be calculated using the appropriate laws and some computer programs. This study was conducted in the city of Jableh, which is located at sea level. Note that the absorption of these mixtures was studied before painting in Beit Yashout.

And in this research we have studied the relationship between the absorption and atomic number of these alloys, and the relationship between the absorption and the percentage of zinc in these alloys we have used. this research showed that the absorbed energy by these painted metals increase with the atomic number of these alloys ,and it also increase with the percentage of zinc in these alloys.

Keywords: absorber plate , painted alloys, superficial density, light rays.

Copyright



:Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

*Professor , Department of physics ,Faculty of Sciences, Tishreen University, Latakia, Syria.

**Master Student, Department of Physics, Faculty of sciences, Tishreen University, Latakia, Syria.
Oladarwesh@gmail.com

تأثير الطلاء على امتصاصية بعض خلائط التوتياء للأشعة الضوئية

د. هيثم جبيلي*

علا درويش**

(تاريخ الإيداع 2 / 6 / 2024. قُبِلَ للنشر في 12 / 8 / 2024)

□ ملخص □

قمنا في هذا البحث بدراسة تأثير الطلاء على امتصاصية بعض العينات من خلائط التوتياء المتوفرة في السوق المحلية، وذلك من أجل كثافة سطحية معينة للطلاء المستخدم، حيث يمكن استخدام نتائج هذه الدراسة في صنع الحساسات الحرارية لأجهزة قياس شدة الإشعاع الشمسي. لإنجاز هذه الدراسة قمنا بحساب الطاقة الحرارية الممتصة من قبل هذه العينات قبل و بعد الطلاء، وذلك عند تعريضها للإشعاع الشمسي المباشر. حيث أنّ طاقة الإشعاع الشمسي المباشر الكلي يمكن حسابه بالاستعانة بالقوانين المناسبة وبعض البرامج الحاسوبية، علماً أن هذه الدراسة أجريت في مدينة جبلة التي تقع تقريباً بمستوى سطح البحر، وأجريت دراسة على هذه العينات غير المطلية في بيت ياشوط. أوضحت هذه الدراسة العلاقة بين امتصاصية هذه العينات المطلية بالعدد الذري لهذه العينات، وأيضاً علاقة الامتصاصية بنسبة التوتياء فيها، كما بينت هذه الدراسة أن امتصاصية هذه العينات المطلية تزداد بازدياد كل من العدد الذري ونسبة التوتياء في هذه الخلائط المطلية.

الكلمات المفتاحية: السطح الماص، الخلائط المطلية، الكثافة السطحية، الأشعة الضوئية.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص



CC BY-NC-SA 04

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

** طالبة ماجستير - قسم الفيزياء/كلية العلوم /جامعة تشرين - اللاذقية/ سورية. Oladarwesh@gmail.com

مقدمة:

يطلق اسم المجمعات الشمسية على أية وسيلة تقوم بالنقاط أشعة الشمس وتحويلها إلى أحد أشكال الطاقة، وتعتبر الصفيحة الماصة العمود الفقري للمجمعات الشمسية. هذا ويصنع سطح الامتصاص غالباً من معدن مطلي بألوان داكنة، وذلك لزيادة معدل الامتصاص [1].

حاولنا في بحثنا هذا أن نتوصل إلى طريقة يمكن من خلالها زيادة امتصاصية بعض خلاط التوتياء للأشعة الضوئية وذلك باستخدام الطلاء، حيث تظلي اللواقط الشمسية بطلاء خاص لونه اسود له نسبة امتصاصية عالية ونسبة إصدار منخفضة [2].

حيث تستخدم الدهانات التي تتميز بالتحكم في الطاقة الشمسية وذلك بتوظيف خصائصها الضوئية مما يتيح لها أن تستخدم في العديد من تطبيقات الطاقة الشمسية، فمثلاً يوجد الطلاء الانتقائي الماص، والذي يتميز بامتصاصية عالية للأشعة الشمسية في مدى الضوء المنظور.

تختلف أنواع الطلاء تبعاً لاختلاف المواد الكيميائية التي يتרכب منها، والنسب المئوية لهذه المواد والعناصر الداخلة في تركيبه. يبين الجدول (1) بعض هذه المواد التي يمكن أن تدخل في تركيب الطلاء، والنسب المئوية الموافقة لكل مادة.

الجدول (1) بعض من مكونات الطلاء والنسب المئوية الموافقة لكل مادة وهذه النسبة التي يمكن استخدامها من كل مادة أثناء تشكيل الطلاء [3]

اسم المادة الكيميائية	النسبة المئوية لاستخدام هذه المواد في الطلاء
أملاح الباريوم باستثناء فوسفات الباريوم	5%
كرومات كل من البوتاسيوم والصوديوم والتوتياء	5%
الرصاص ومكوناته	1%
أكاسيد بعض المعادن كالحديد والألمنيوم	5%
كربونات بعض المعادن كالكالسيوم والمغنزيوم	5%
فلوريد الكالسيوم والمغنزيوم	5%

وعند اختيار مواد اللواقط الشمسية يجب مراعاة أنّ كمية نقل الطاقة تعتمد على مجال التغير في درجة الحرارة. لذلك عادة ما يتم اختيار مادة ذات سعة تخزين طاقة حرارية كبيرة لتخزين الحد الأقصى من الطاقة. كما و يجب أن تظلي هذه المواد مستقرة أثناء دورة تحويل الطاقة الحرارية وأن تكون متوافقة مع الحاوية المخزّنة. والأكثر من ذلك، أنه ينبغي أن يكون له سعر معقول [4].

تمّ استخدام الألمنيوم عالي النقاوة مطلياً بالأسود لتصنيع حساس حراري لقياس شدة الإشعاع الشمسي المباشر [5]. كما تمّ استخدام النحاس المطلي بمواد انتقائية خاصة لتحسين خواص أجهزة اللواقط الشمسية [6].

في دراستنا هذه قمنا بإجراء الدراسة على بعض خلاط التوتياء (علماً أنّ هذه الخلاط استخدمت في بحث أجري سابقاً تم تأميمها من السوق المحلية وهي موجودة في قسم الفيزياء كلية العلوم جامعة تشرين وتمت دراسة امتصاصيتها قبل الطلاء [7]). قمنا أولاً بإعادة دراسة امتصاصية هذه الخلاط قبل الطلاء للأشعة الضوئية، ومن ثم درسنا امتصاصية هذه الخلاط بعد طلاء سطحها بطلاء أسود اللون، ذي قدرة امتصاصية عالية، وانعكاسية منخفضة للإشعاع الوارد عليه، مصدره السوق المحلية، علماً أنّنا قمنا بطلاء فقط السطح الذي سيتعرض للإشعاع الشمسي من هذه العينات، إنّ دراسة

امتصاصية هذه الخلائط على مرحلتين (قبل الطلاء وبعد الطلاء) أمر لا بد منه لمقارنة القيم الناتجة في نفس الموقع الذي تمت الدراسة فيه (جبلية)، وأيضاً لأجراء المقارنة بين القيم الناتجة في مدينة جبلية والقيم الناتجة في بيت ياشوط (مكان الدراسة التي أجريت في بحث سابق).

إنّ دراسة الطاقة الممتصة باستخدام بعض العينات المطلوبة من خلائط التوتياء يمكن أن تساعد في اختيار العينة الأفضل لإعداد أجهزة اللواقط الشمسية. و أجريت دراسات لتحسين مكان توضع السطح الماص في الهواء وذلك نظراً لأهميته حيث يقوم بامتصاص الطاقة الشمسية وتحويلها إلى حرارة [8].

أهمية البحث وأهدافه:

تعتمد أجهزة قياس الإشعاع الشمسي المباشر في مكان ما على الحساسات الحرارية، لذلك فإنّ دراسة الطاقة الممتصة من قبل بعض خلائط التوتياء المطلوبة يمكن أن يقدم معلومات تمكّننا من زيادة امتصاصية هذه الخلائط للأشعة الضوئية، والتي بدورها يمكن أن تستخدم كحساسات حرارية .
يهدف هذا البحث إلى توضيح تأثير الطلاء على امتصاصية خلائط التوتياء، وذلك من أجل كثافة سطحية محددة للطلاء المستخدم، من خلال دراسة العلاقة بين الامتصاصية وكل من العدد الذري، ونسبة التوتياء للخلائط المدروسة قبل عملية الطلاء، ومن ثم مقارنة هذه القيم بعد طلاؤها.

طرائق البحث ومواده:

قمنا في هذا البحث بدراسة الطاقة الضوئية الممتصة باستخدام بعض العينات من خلائط التوتياء حيث تمت الدراسة عليها قبل استخدام الطلاء، ومن ثم درسناها بعد الطلاء بكثافة سطحية معينة،
أجريت دراستنا على ستة عينات من خلائط التوتياء (والتي تحتوي على التوتياء بنسب متزايدة)، وهذه الخلائط لها نفس الحجم والشكل، وهي عبارة عن قطع أسطوانية قطرها (50mm) وسمكها (5mm) تقريباً، وهذه الخلائط استخدمت في بحث ماجستير أجري سابقاً في قسم الفيزياء، ومصدرها السوق المحلية [7]. تم تحليل هذه العينات بواسطة جهاز التحليل الطيفي للمعادن الموجود في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية بجامعة تشرين [7]، وهو جهاز يستخدم لتحديد المعادن الداخلة في تركيب الخلائط والنسب المئوية لكل منها، وذلك عن طريق قياس الأطوال الموجية للضوء التي تمتصها أو تنبعث منها، حيث يتم القياس باستخدام الأشعة السينية، وتحليل الإشعاع الذي يتفاعل مع المادة بحيث تعطي إشارة مميزة عن العناصر الموجودة. يبين الجدول (2) النتائج التي تم الحصول عليها [7]، حيث يبين هذا الجدول أن مكونات العينات (الخلائط) المستخدمة هي من التوتياء والألمنيوم بشكل أساسي.

جدول (2): نتائج تحليل العينات المدروسة بواسطة جهاز التحليل الطيفي للمعادن [7].

العينة 1 (%) C	العينة 2 (%) C	العينة 3 (%) C	العينة 4 (%) C	العينة 5 (%) C	العينة 6 (%) C
Zn 50.40	Zn 55.00	Zn 60.20	Zn 70.80	Zn 81.10	Zn 90.70
Al 44.40	Al 38.00	Al 12.00	Al 19.30	Al 11.80	Al 8.14
Pb 1.87	Cu 7.00	Cu 3.26	Cu 2.20	Cu 7.00	Cu 1.01

---	---	--	---	Fe	2.20	Si	21.30	---	---	Sn	0.50
--	---	--	---	Mg	1.46	Mg	0.53	---	---	Fe	0.37
--	---	--	---	Ni	0.43	Fe	0.47	---	---	--	---
--	---	--	---	Mn	0.23	Ni	0.40	---	---	--	---
--	---	--	---	--	---	Pb	0.21	---	---	--	---

واعتماداً على معطيات الجدول (2) تم حساب الحرارة النوعية لكل عينة (خليطة) باستخدام العلاقة التالية [9]:

$$s = \sum_i \omega_i \times s_i \quad (1)$$

حيث: s_i : الحرارة النوعية لكل عنصر من العناصر المكونة للعينة (الخليطة).

$$\omega_i = \frac{C_i}{100}$$

أي تمثل نسبة كل معدن في العينة (الخليطة).

نبين في الجدول (3) الحرارة النوعية المرجعية لكل عنصر من العناصر المكونة للعينة (الخليطة) [10].

الجدول (3): الحرارة النوعية المرجعية لكل عنصر من العناصر المكونة للخليطة [7,10].

Fe	Pb	Cu	Al	Zn	المعدن
0.449	0.129	0.385	0.897	0.388	$s(J/g \cdot ^\circ C)$
Mn	Ni	Sn	Si	Mg	المعدن
0.476	0.444	0.210	0.710	1.023	$s(J/g \cdot ^\circ C)$

نبين في الجدول (4) الحرارة النوعية المحسوبة حسب العلاقة (1) لكل عينة وذلك اعتماداً على نتائج تحليل العينات كما وردت في الجدول (2).

الجدول (4) يبين الحرارة النوعية لكل خليطة.

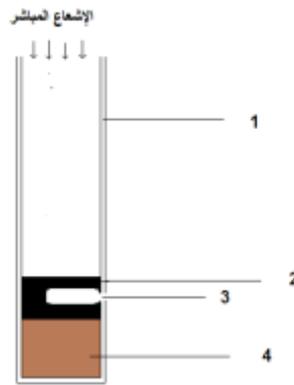
6	5	4	3	2	1	العينة
0.428	0.446	0.483	0.517	0.582	0.598	$s(J/g \cdot ^\circ C)$

قبل طلاء السطح المعرض للإشعاع من الخلاط المدروسة قمنا بتنظيفها جيداً للتخلص من طبقة الأوكسيد المتشكلة عليها وقمنا بوزن كل قطعة منها باستخدام ميزان حساس (حساسيته $d=0.1mg$)، ودراسة امتصاصية الخلاط السابقة للإشعاع الشمسي المباشر، ومن ثم قمنا بطلاء سطحها المعرض للإشعاع الضوئي بسماكات طلاء معينة. قمنا باستخدام طلاء المت الأسود غير اللامع الذي له امتصاصية عالية للإشعاع الشمسي، وبعد إتمام عملية الطلاء تركنا هذه القطع فترة من الزمن حتى يجف الطلاء بشكل جيد، ومن ثم قمنا بوزن كل خليطة معدنية باستخدام نفس الميزان الحساس المستخدم لوزنها قبل عملية الطلاء حيث أخذنا سماكة الطلاء بدلالة كثافته السطحية والتي تمثل النسبة بين كتلة الطلاء ومساحة السطح المطلي. يبين الجدول (5) الكثافة السطحية للطلاء بالنسبة للخلائط المستخدمة.

الجدول (5) الكثافة السطحية للطلاء بالنسبة للخلائط المستخدمة

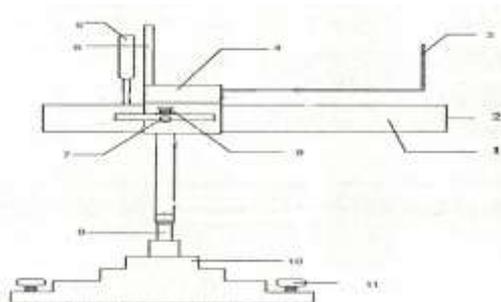
الكثافة السطحية للطلاء mg/cm^2	وزن الطلاء $m(g) = m_2 - m_1$	الكتلة بعد الطلاء $m_2(g)$	الكتلة قبل الطلاء $m_1(g)$	القطر (mm)	الخليطة
2.018	0.035	51.088	51.053	47.985	1
2.117	0.036	47.250	47.214	47.984	2
2.000	0.036	51.627	51.591	48.105	3
1.981	0.036	55.467	55.431	47.971	4
2.041	0.037	61.693	61.652	48.054	5
1.981	0.036	65.041	65.005	48.106	6

يبين الجدول السابق أن الكثافة السطحية تساوي $2 mg/cm^2$ تقريباً لكل سطح عينة. قمنا بوضع كل عينة من هذه الخلائط ضمن أنبوبة اسطوانية عازلة بحيث تسمح هذه الأنبوبة بدخول الإشعاع الشمسي المباشر فقط علماً أن الدراسة تمت على مرحلتين الأولى قبل استخدام الطلاء والثانية بعد طلي هذه العينات بالطلاء المناسب وذلك كما يوضح الشكل (1) [14,13,12,11].



الشكل (1) [14,13,12,11]: 1-أنبوبة الجهاز 2-الخليطة المدروسة 3-مكان مخصص لميزان الحرارة 4-مادة عازلة للحرارة.

والشكل (2) [7,14,13,12,11] يمثل رسماً توضيحي للجهاز المستخدم في عملية القياس .



الشكل (2) [14,13,12,11]: مخطط للجهاز المستخدم : 1-أنبوب 2-مكان دخول الإشعاع الشمسي المباشر 3-سلك توجيه 4-حامل للأنبوب 5-مقياس حرارة رقمي 6-لوحة سلك التوجيه 7-آلية تسمح بدوران أنبوبة الجهاز في مستو شاقولي 8-مشبب المحور الأفقي 9-أداة تسمح بتدوير الجهاز في مستوي أفقي 10-قاعدة الجهاز 11-يزال لتثبيت قاعدة الجهاز.

ولقياس الطاقة الممتصة $I_{D(\text{exp})}$ للعينة المدروسة والموضوعة في أسطوانة الجهاز، الشكل (1)، اعتمدنا على مبادئ التوازن الحراري. بدايةً تكون درجة حرارة الخليطة θ مساوية لدرجة حرارة الهواء المحيط θ_{air} ، وعند وضع الخليطة في أنبوبة الجهاز وبدء تعريضها للإشعاع الشمسي المباشر ترتفع درجة حرارتها بمرور الوقت حتى تصل إلى θ_{max} والتي تمثل حالة التوازن الحراري في نهاية القياس. وتُعطي عندئذٍ الطاقة الإشعاعية الممتصة من قبل العينة (الخليطة) المدروسة بالعلاقة التالية [14,13,12,11]:

$$I_{D(\text{exp})} = \frac{s \cdot m}{A} k \cdot \Delta\theta \quad (2)$$

حيث: $I_{D(\text{exp})} (W/m^2)$: الطاقة الإشعاعية الممتصة من قبل العينة المدروسة.

$s (J/kg \cdot ^\circ C)$: الحرارة النوعية للعينة المدروسة، وتعطى في الجدول (4).

$m (kg)$: كتلة قطعة العينة المدروسة، وتعطى في الجدول (5).

$A (m^2)$: سطح العينة المعرض للإشعاع، ويحسب: $A = \pi R^2$ ، حيث R نصف قطر سطح العينة.

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

$k (s^{-1})$: ثابت يتعلق بنوع الجسم وأبعاده الهندسية، يتم قياسه من أجل كل عينة قبل وبعد الطلاء.

إنّ وسائط الطرف الثاني $s, \Delta\theta, m, A$ من المعادلة (2) يمكن معرفتها بالقياس. ولحساب الثابت k ندرس تحولات درجة الحرارة θ مع الزمن t والتي تعطى بالمعادلة التالية [14,13,12,11]:

$$\theta = -(\theta_{max} - \theta_{air})e^{-k t} + \theta_{max} \quad (3)$$

واعتماداً على المعادلة (3) يمكن أن نكتب:

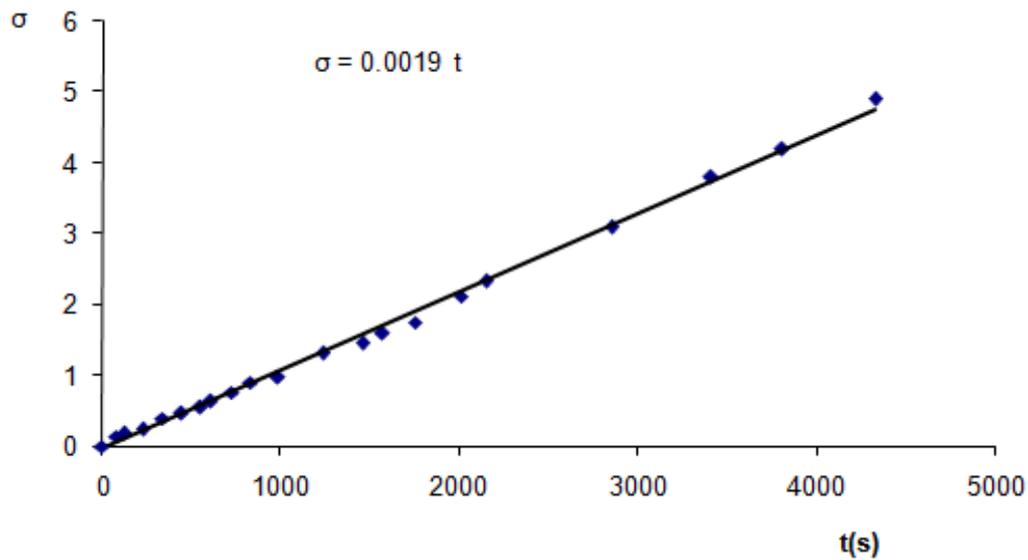
$$\sigma = k \cdot t \quad (4)$$

حيث σ :

$$\sigma = Ln \left(\frac{\theta_{air} - \theta_{max}}{\theta - \theta_{max}} \right) = k \cdot t$$

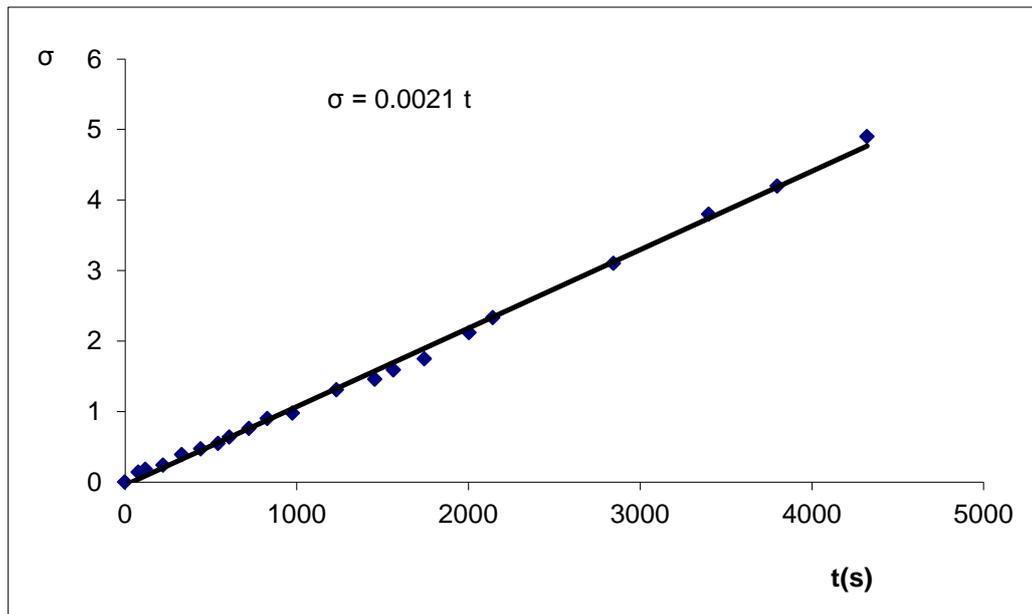
ولحساب الثابت k نرسم تحولات σ بدلالة t فنحصل على خط مستقيم ميله يمثل الثابت k .

نبين في الشكل (3) تحولات σ بدلالة t من أجل العينة رقم (6) قبل الطلاء وذلك عند استخدام الإشعاع الشمسي المباشر.



الشكل (3): تحولات σ بدلالة t باستخدام الإشعاع الشمسي لحساب ثابت الجهاز من أجل خليطة التوتياء رقم (6) قبل الطلاء.

ويوضح الشكل (4) من أجل الخليطة (6) ذاتها ولكن بعد طليها بكثافة سطحية تقريبية 2 mg/cm^2 ، وذلك عند استخدام الإشعاع الشمسي المباشر.



الشكل (4) تحولات σ بدلالة t باستخدام الإشعاع الشمسي المباشر لحساب ثابت الجهاز من أجل الخليطة المطلية (6).

بنفس الطريقة تمّ حساب ثابت الجهاز من أجل كل خليطة قبل الطلاء، و ذلك باستخدام الإشعاع الشمسي المباشر، ونبين في الجدول (6) قيم ثابت الجهاز التي حصلنا عليها بالإضافة إلى كتلة كل عينة.

جدول (6): يبين كتلة كل عينة مدروسة قبل الطلاء و $\Delta\theta$ و $k(s^{-1})$.

الخليطة	m(g)	$\Delta\theta$	$k(s^{-1})$
1	51.0531	10.5	0.0019
2	47.2147	11.00	0.0017
3	51.5912	12.6	0.0018
4	55.4315	12.7	0.0019
5	61.6521	13.9	0.0019
6	65.0059	14.1	0.0019

ومن ثم قمنا بحساب ثابت الجهاز من أجل كل عينة مطلية باستخدام الشعاع الشمسي، وذلك من أجل كثافة سطحية للطلاء قدرها $(2mg/cm^2)$ تقريباً، ونبين في الجدول (7) قيم ثابت الجهاز التي حصلنا عليها.

جدول (7): يبين كتلة كل عينة مدروسة بعد الطلاء و $\Delta\theta$ و $k(s^{-1})$.

الخليطة	$\Delta\theta$	$k(s^{-1})$
1	10.9	0.0019
2	11.9	0.0019
3	13.6	0.0019
4	14.2	0.0020
5	14.7	0.0021
6	15.2	0.0021

تبلغ قيمة الإشعاع الشمسي المباشر العمودي على سطح الغلاف الجوي للأرض التي ندعوها بالثابت الشمسي القيمة التالية [15,14,13,12,11]:

$$I_{sc} = 1367 \text{ W/m}^2 \quad (5)$$

تُحسب شدة الإشعاع الشمسي

المباشر النظرية $I_{dir(th)}$ (في مكان ما على سطح الأرض) بواسطة العلاقة التالية [15,14,13,12,11]:

$$I_{dir(th)} = I_{sc} \times \tau \quad (6)$$

حيث: I_{sc} : معطى بالمعادلة (5).

τ : نفاذية الغلاف الجوي.

وتعطى نفاذية الغلاف الجوي في المكان المدروس من العلاقة التالية:

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

حيث $m(z, \theta_z)$ معامل الكتلة الهوائية والذي يعطى بالمعادلة [14,13,12,11]:

$$m(z, \theta_z) = \frac{\exp(-0.0001184z)}{\cos(\theta_z) + 0.5057(96.080 - \theta_z)^{-1.634}} \quad (7)$$

حيث Z ارتفاع مكان القياس عن مستوي سطح البحر مقدراً بالمتر، و θ_z زاوية السميت والتي تمثل الزاوية بين العمود على السطح الأفقي للراصد وأشعة الشمس الواردة على مكان الراصد، يمكن حساب θ_z بمعرفة زاوية ارتفاع الشمس α_s ، والتي تمثل الزاوية المتممة لزاوية السميت θ_z ، لذلك ومن أجل الحساب الدقيق لقيمة α_s (وبالتالي لـ θ_z) استعنا بمعطيات البرنامج [16] starcalc(5.73) الذي يعطينا الزوايا الشمسية في أي وقت من النهار، وتمت مقارنتها مع معطيات برنامج [17] sunearthtools.

ولقياس شدة الإشعاع الشمسي المباشر الممتص فقد تم وضع الجهاز المبين بالشكل (2) في منطقة القياس (مدينة جبلة خط طول 35.9، خط عرض 35.4) [18]، علماً أنّ هذه المنطقة تقع على ارتفاع (23.5m) من سطح البحر. وتم تتبع الحركة الظاهرية للشمس بتوجيه أنبوبة الجهاز نحوها باستخدام سلك التوجيه. نبين في الجدول (8) الامتصاصية المحسوبة في أيام وأوقات إجراء القياس حيث تم اختيار أيام تكون فيها السماء صافية والنسيم خفيف، كما يبين هذا الجدول المعطيات الخاصة (زاوية ارتفاع الشمس، الكتلة الهوائية والنفاذية) لمكان القياس حيث تم حساب الطاقة الإشعاعية الممتصة باستخدام العلاقة (2) بالاعتماد على نتائج الجدول (4) والجدول (5)، وأما شدة الإشعاع المباشر فقد تم حسابها باستخدام العلاقة (6) بعد الاستعانة ببرنامج [16] starcalc(5.73). هذا ويبين الجدول (8) معطيات مكان القياس.

الجدول (8) معطيات مكان القياس

23.5m	الارتفاع	35.4	خط الطول	مدينة جبلة
صحو تام	حالة الطقس	35.9	خط العرض	تاريخ 6/8/2021

ويبين الجدول (9) النتائج التي حصلنا عليها عند حساب امتصاصية الخلائط المدروسة قبل الطلاء بتعريضها للإشعاع الشمسي المباشر.

الجدول (9): يبين امتصاصية الخلائط المدروسة قبل الطلاء بتعريضها للإشعاع الشمسي المباشر.

6	5	4	3	2	1	الخليطة
23/8/2021	2/8/2021	15/8/2021	11/8/2021	9/8/2021	6/8/2021	التاريخ
11:30	11:30	11:30	11:30	12:30	12:30	التوقيت
14.4	13.5	12.3	11.5	10.5	8.0	$\Delta\theta = \theta_{\max} - \theta_{air}$
423.889	392.535	348.324	305.547	272.027	240.153	$I_{D(\text{exp})} (W / m^2)$
61.13	61.89	63.08	63.98	69.91	71.02	α_s
28.87	28.11	25.87	26.02	20.09	18.98	θ_z
1.138	1.129	1.107	1.108	1.061	1.047	$m(z, \theta_z)$
0.652	0.658	0.693	0.694	0.702	0.705	τ
891.284	899.486	947.331	948.698	959.634	963.735	$I_{dir(th)} (W / m^2)$

48%	43%	37%	36%	28%	24%	$a = \frac{I_{D(\text{exp})}}{I_{dir(th)}}$

قمنا بعد ذلك بإعادة ما سبق من قياسات وحسابات على الخلاط السابقة المدروسة، ولكن بعد ثلاثها، ويوضح الجدول (10) امتصاصية الخلاط المطلية بتعريضها للإشعاع الشمسي المباشر.

الجدول (10): يبين امتصاصية الخلاط المطلية بتعريضها للإشعاع الشمسي المباشر.

6	5	4	3	2	1	الخليلة
24/8/2021	21/8/2021	16/8/2021	14/8/2021	12/8/2021	7/8/2021	التاريخ
			1	1		
11:30	11:30	11:30	11:30	12:30	12:30	التوقيت
15.0	14.2	13.00	12.3	11.2	9.3	$\Delta\theta = \theta_{\max} - \theta_{air}$
482.680	434.620	387.524	357.800	324.299	284.401	$I_{D(\text{exp})} (W / m^2)$
60.87	61.64	62.85	68.75	69.34	70.75	α_s
29.13	28.36	27.15	21.25	20.66	19.25	θ_z
1.023	1.132	1.069	1.141	1.065	1.056	$m(z, \theta_z)$
0.710	0.718	0.701	0.686	0.702	0.703	τ
970.57	981.506	958.267	937.762	959.634	961.001	$I_{dir(th)} (W / m^2)$
50%	44%	40%	38%	33%	29%	$a = \frac{I_{D(\text{exp})}}{I_{dir(th)}}$

النتائج والمناقشة:

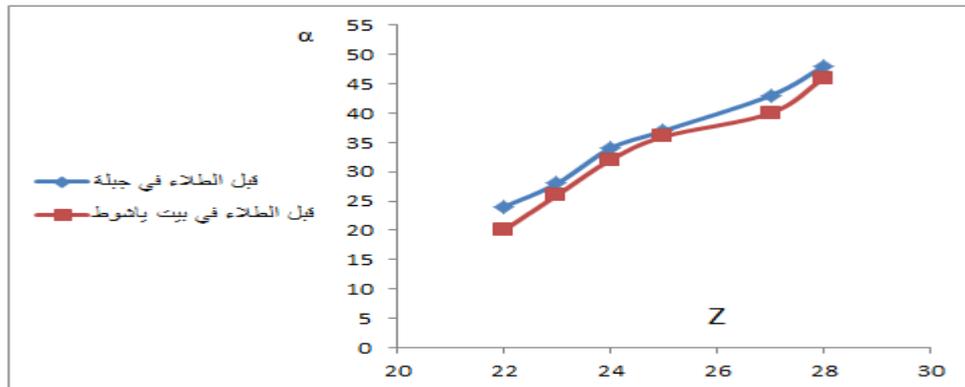
يبين الجدول (11) مقارنة بين قيم امتصاصية الخلاط المأخوذة قبل الطلاء في بيت ياشوط [7]. وقيم امتصاصية هذه الخلاط نفسها التي قمنا بقياسها في مدينة جبلة.

الجدول (11) يبين قيم الامتصاصية للخلائط قبل الطلاء في كل من جبلة وبيت ياشوط ، والعدد الذري لكل من الخلاط.

6	5	4	3	2	1	العينة
28	27	25	24	23	22	Z
48	43	37	36	28	24	$\alpha = \frac{I_{D(\text{exp})}}{I_{dir(th)}}$ قبل الطلاء في

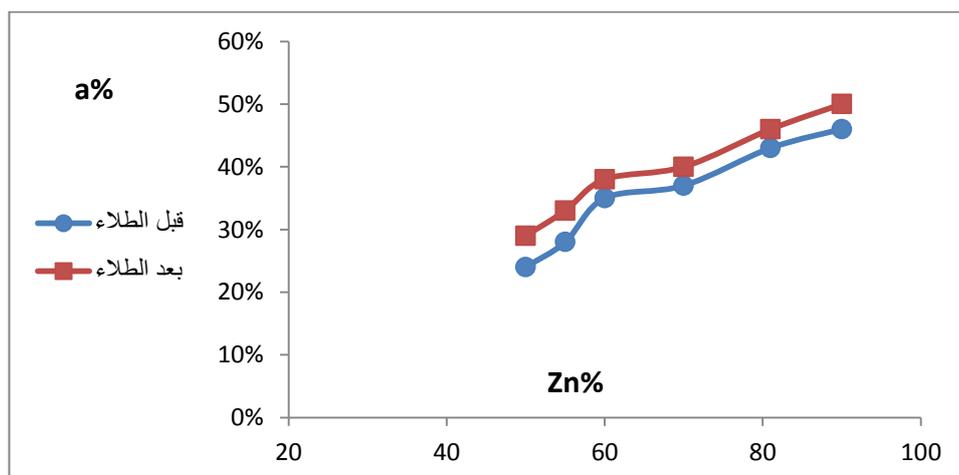
						جبلية
47	40	36	32	27	20	$\alpha = \frac{I_{D(exp)}}{I_{dir(th)}}$ قبل الطلاء في بيت ياشوط

يبين الشكل (5) تغيرات الامتصاصية قبل طلاء الخلائط بدلالة العدد الذري وذلك في كل من جبلية وبيت ياشوط.



الشكل (5): يمثل مقارنة بين قيم الامتصاصية للخلائط قبل الطلاء في كل من جبلية وبيت ياشوط وذلك بدلالة العدد الذري.

اعتماداً على الجدول (11) و الشكل (5) نلاحظ أنّ امتصاصية الخلائط لها قيم مختلفة، ويعود الاختلاف بين قيم الامتصاصية الناتجة في مدينة جبلية عن تلك المقبسة في بيت ياشوط إلى فرق ارتفاع المنطقتين عن سطح البحر، حيث تقع بيت ياشوط على ارتفاع 507m عن سطح البحر بينما تقع مدينة جبلية على ارتفاع 23m عن سطح البحر. نبين في الشكل (6) تغيرات الامتصاصية المقاسة في جبلية للخلائط بدلالة نسبة التوتياء في الخليطة (قبل الطلاء ومن ثم بعد طلاؤها)، حيث أخذنا قيم الامتصاصية من الجدولين (9,10) ونسبة التوتياء في كل خليطة كما وردت في الجدول (2).



الشكل(6): يمثل تغيرات الامتصاصية بدلالة نسبة التوتياء (Zn%) في الخلائط المدروسة.

يوضح الشكل (6) أن الامتصاصية تحسنت بعد استخدام الطلاء، حيث أن اللون الأسود يمتص إشعاعات الشمس بشكل كبير كما أنه يقلل من ضياع هذه الإشعاعات، وبالتالي يساعد على امتصاص أكبر قدر من الحرارة وتحسين مردود اللواقط الشمسية. كما أن الشكل يوضح أن الامتصاصية للخلائط تزداد بزيادة نسبة التوتياء في العينة لتصل إلى 48% من أجل العينة (6) قبل الطلاء، وتصل إلى 50% بعد استخدام الطلاء على العينة (6).

ولدراسة العلاقة بين الامتصاصية والعدد الذري للعينات المدروسة قمنا بحساب العدد الذري لكل عينة باستخدام العلاقة [11,12]:
وقد تم حساب Z لكل عينة اعتماداً على معطيات الجدول (2) حيث:

$$z = \sum_i z_i \cdot w_i \quad (8) \quad z_i \text{ هو العدد الذري للمعدن}$$

وهو في حالته النقية، النسبة

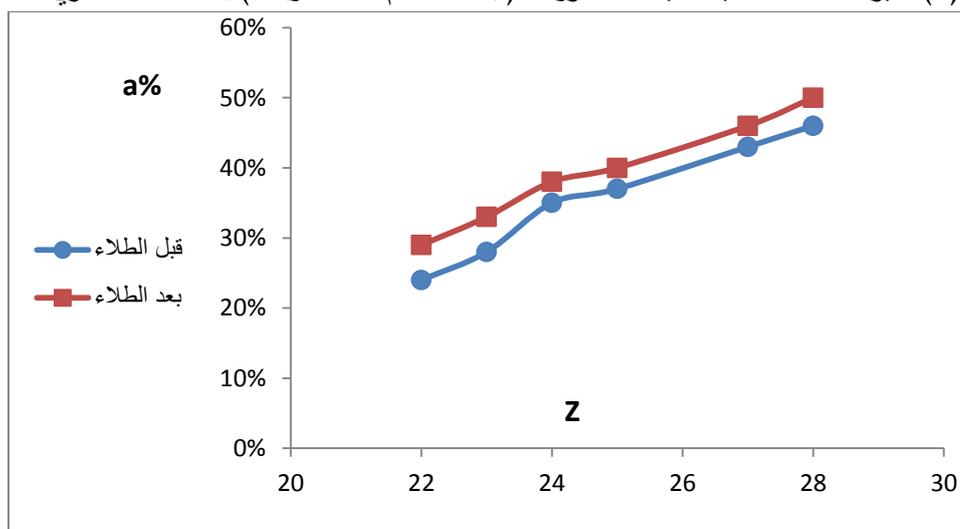
المئوية للمعدن في العينة.

نبين في الجدول (12) نتائج حساب العدد الذري لكل عينة بالإضافة إلى امتصاصية كل عينة كما وردت في الجدولين (9,10).

الجدول (12): الامتصاصية والعدد الذري لكل عينة.

العينة	1	2	3	4	5	6
Z	22	23	24	25	27	28
$a = \frac{I_{D(exp)}}{I_{dir(th)}}$ قبل الطلاء	24%	28%	36%	37%	43%	48%
$a = \frac{I_{D(exp)}}{I_{dir(th)}}$ بعد الطلاء	29%	33%	38%	40%	44%	50%

يبين الشكل (7) تغيرات الامتصاصية للعينات المدروسة (قبل استخدام الطلاء وبعده) بدلالة العدد الذري لكل عينة.



الشكل (7): يبين العلاقة بين الامتصاصية والعدد الذري Z لكل عينة.

نلاحظ من الشكل (7) أن الامتصاصية للعينات قد تحسنت بعد استخدام الطلاء، وأن الامتصاصية لهذه العينات تزداد بزيادة العدد الذري للعينة المدروسة، وذلك في الحالتين المدروستين (قبل الطلاء وبعد استخدام الطلاء) على حد سواء، وهكذا نجد من خلال مقارنة قيم الامتصاصية للعينات المدروسة أن الطلاء له دور هام في تحسين الامتصاصية، وأن زيادة نسبة التوتياء في العينة أيضا تحسن قيمة الامتصاصية.

الاستنتاجات والتوصيات:

- 1- يلعب الطلاء دورا مهما في تحسين الامتصاصية، وذلك من أجل الكثافة السطحية 2 mg/cm^2 من أجل الطلاء الذي تم استخدامه في بحثنا هذا، ومن المهم اجراء الدراسة من أجل كثافات مختلفة.
- 2- بعد استخدام الطلاء تبقى الامتصاصية تزداد بزيادة كل من العدد الذري للعينة، ونسبة التوتياء في العينة .
- 3- يمكن إضافة الطلاء إلى خلائط التوتياء لتصنيع اللواقط الشمسية، وخصوصاً أنه متوفر في السوق المحلية وبأسعار مناسبة. كما ويمكن أن تستخدم الخلائط المطلوبة لتصنيع الحساسات الحرارية لقياس شدة الإشعاع الشمسي المباشر .
- 4- يمكن الاستفادة من نتائج القياسات في هذه الدراسة في مجال الطاقات المتجددة، والتي يستفاد منها عند التخطيط لبناء محطات الطاقة الشمسية في منطقة القياس، حيث توفر معلومات هامة يستفاد منها في تصنيع المجمعات الشمسية الحرارية، والتي يستفاد منها في التدفئة والتبريد وتسخين المياه وتوليد الكهرباء .

References:

- [1]-ABED ALRAHMAN,A, *Nurmerical study to improve performance of flate plate solar collectors by using fins and baffles and testing experimentally*, Albath university Jornal, Vol(44) No(18), 2022, P(183).
- [2]-SEVIC,S, ABUSKA,M, *Thermal Performance of Standart and Stripe Painted Absorber Plate in Solar Air Collectors*, Academic Jornal of science, Vol (2165) No(6282), 2019, p.165_172 .
- [3]- HAZARD,S , *Surface Coating and colourants*, Environmental Protection Authority, NewZealand Government 2020.
- [4]-ZHANG,Y, *Research of Thermal Energy Storage Technology in the solsr Thermodynamic Power*, Jornal Of Power And Energy Engineering , Vol(4) No(7) 2019.
- [5] TAKLA,J, GHATA,A, HAMWILN. *Improving the properties of solar collectors by employing specific selective materials*, Tishreen university Journal for research and studies, vol (27) No (3), 2005, p(199-208).
- [6]- ALABDALLAH,R, ALISH, *measuring the solar radiation compounds in Homs city*, Al-Bath University Magazine. Vol(20), No(3) 1998, P(237_254).
- [7]- JBILE,H.I, MULHEM,J.K , DAHER,T.J . *Studying the absorption of light rays by using some of Zinc alloys* . Tishreen university Journal for research and studies , vol (39) No(5),2017, p2079-3057
- [8]-ESEN,H.H, *Experimental energy and exergy analysis of a double-flow solar air heater having different obstacles on absorber plates*, Science Direct journal Vol.(43)No.6,2008,P.1046-1054.
- [9]- CASTELLANOS,S,N, *Heatcapacity of varios mixtures as function of composton and temperature*, Jornal of solution chemistry. Vol(52) No(9),2023, p(1_14)
- [10]-Matereal Propety Data, copyright 1996-2012 by MatWeb, Copper, Cu; Annealed, <http://www.matweb.com/> , 10/4/2015.

- [11]-JBELI,H.I, DALATY,B.O, HATEM,A.M, *Studying The Real Black Body Absorption for Designing a Device used to Measure The Solar Radiation In AL- Kadmous*, Master in physics, Tishreen university,2013,p.81.
- [12]- JBELI,H.I, DALATY,B.O, HATEM ,A.M. *Measuring the light energy absorbed using some of metals and their relation to the atomic number Z of these metals*. Tishreen university journal for research and studies, Vol.(34)No.3,2012,p.165-176.
- [13]-JBELI,H.I, IBRAHIM,B.M , AYUB,H.A, *Measurement of the Solar Constant in AL-Hasakah Governorate and Deducing the Thermonuclear Origin of the Sun's Energy*, Master in physics, Tishreen university,2010,p.82.
- [14]- JBELI,H.I, IBRAHIM,B.M , AYUB,H.A . *Design a divice for measuring the intensity of direct solar radiation*. Tishreen university Journal for research and studies ,vol (31) No(2),2009, p.187-203.
- [15]- JBELI,H.I,MULHEM,J.K , *Energy Physics* , Tishreen university, 2011,p.438.
- [16]- <https://starcalc.en.softonic.com/>. 20 /03/2024
- [17]- WWW.sunearthtools.com. 22/3/2024.
- [18]- WWW.freemaptools.com. 3/3/2024.

