**كلية الرياضيات وعلوم المادة**
**قسم : الفيزياء**
**تخصص : فيزياء طاقوية**
**الأستاذ المشرف: محمد البار سوداني**
من إعداد الطالبتين:طيباوي الطاوس و أكشيش رميصاء

# التَّخْزين الحَراري الكيميائي بِواسطة المركزات الشمسية

## الملخص :
قمنا بدراسة التخزين الحراري الكيميائي بواسطة الإشعاع الشمسي في مدينة ورقلة خلال أيام مختلف الفصول والساقط على سطح المركِّزات الشمسية التي تُركز أشعة الشمس في مساحة معينة ،ومن خلال برنامج المحاكاة العددية لمعادلات تقدير شدة تدفق الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح مدينة ورقلة في أي يوم من أيام السنة (Nj=1....365) من لحظة شروق الشمس إلى غاية غروبها ، وهذا اعتماداً على معطيات جغرافية وفلكية وجوية للمكان والزمان المحددين ، ويتم تركيز الإشعاع المباشر بواسطة مختلف أنظمة التركيز الشمسي ، حيث يتم تخزين الطاقة الحرارية على شكل كيميائي ثم إسترجاعها عند غياب الشمس كما نقوم بدراسة تأثير مختلف العوامل على فعالية ومردود التخزين الحراري الكيميائي بهدف التحسين في شدته .
**الكلمات المفتاحية** : الإشعاع الشمسي _الزوايا الشمسية _المركزات الشمسية_التخزين الحراري الكيميائي .

## مقدمة:
الطاقة الشمسية هي شكل من أشكال الطاقة المتجددة والنظيفة ، وهي طاقة هائلة يمكن إستغلالها في أي مكان ، وتشكل مصدرا مجانيا للوقود لاينضب ، وهذا ماجعلها تكسب صفة الأمان البيئي كونها لا تلوث الجو ، ومصدرها الضوء و الحرارة المنبعثان من الشمس اللذان قام الإنسان بتسخيرهما لمصلحته منذ العصور القديمة باستخدام مجموعة من وسائل التكنولوجيا ، وكما أن التقنيات التي تستخدم فيها تعد بسيطة مقارنة مع مصادر أخرى ، بحيث تناولنا في دراستنا هذه كيفية التخزين الحراري الكيميائي إنطلاقا من الأشعة الشمسية المباشرة بواسطة المركزات الشمسية ، و من خلال برنامج المحاكاة العددية لمعادلات شدة تدفق الإشعاع الشمسي الواصل إلى سطح ورقلة و الحرارة المكتسبة من طرف المائع ومن ثم الطاقة المخزنة كميائيا وتمثيل النتائج بمنحنيات .

## i. الإشعاع الشمسي:[1]

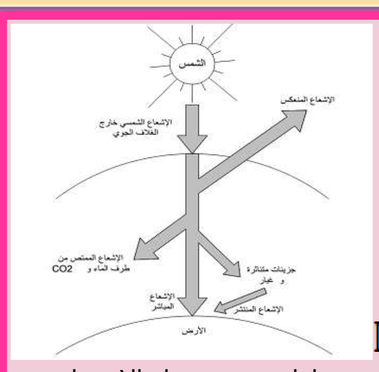
هو عبارة عن ظاهرة تموجية تنطلق من الشمس في اتجاه الكرة الأرضية مخترقة الغلاف الجوي .

✓تعطى شدة الإشعاع : $I = I_0\left[1 + 0.034\cos\left[(N_J - 2)\frac{360}{365}\right]\right]$

Nj : عدد الأيام

✓كما تعطى شدة الإشعاع المباشر: $I_b = I[a_0 + a_1 e^{-K.AM}]$

K و $a_1$ و $a_0$ : ثوابت تجريبية



مخطط يوضح وصول الإشعاع إلى سطح الأرض

- **الزوايا الشمسية :**

$$\delta = 23{,}45° \sin\frac{360}{365}(284 + N_J)$$

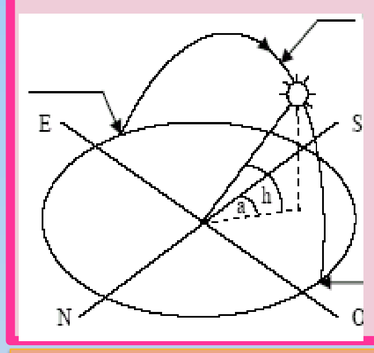
✓زاوية الميل:

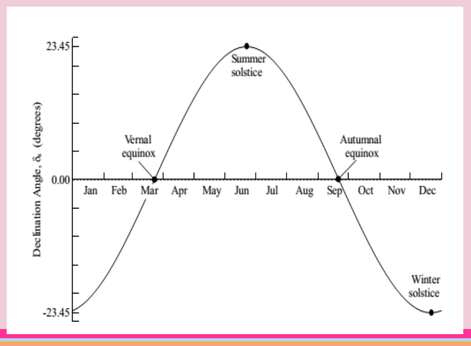
$$\sin h = \sin\varphi \sin\delta_{\square} + \cos\varphi \cos\delta_{\square} \cos w$$

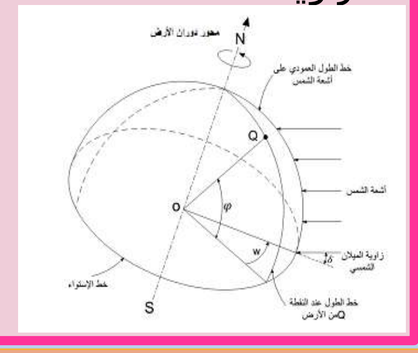
✓زاوية الارتفاع:

$$w = 15(TVs - 12)$$

✓زاوية الساعة الشمسية:




## ii. المركزات الشمسية:[2]

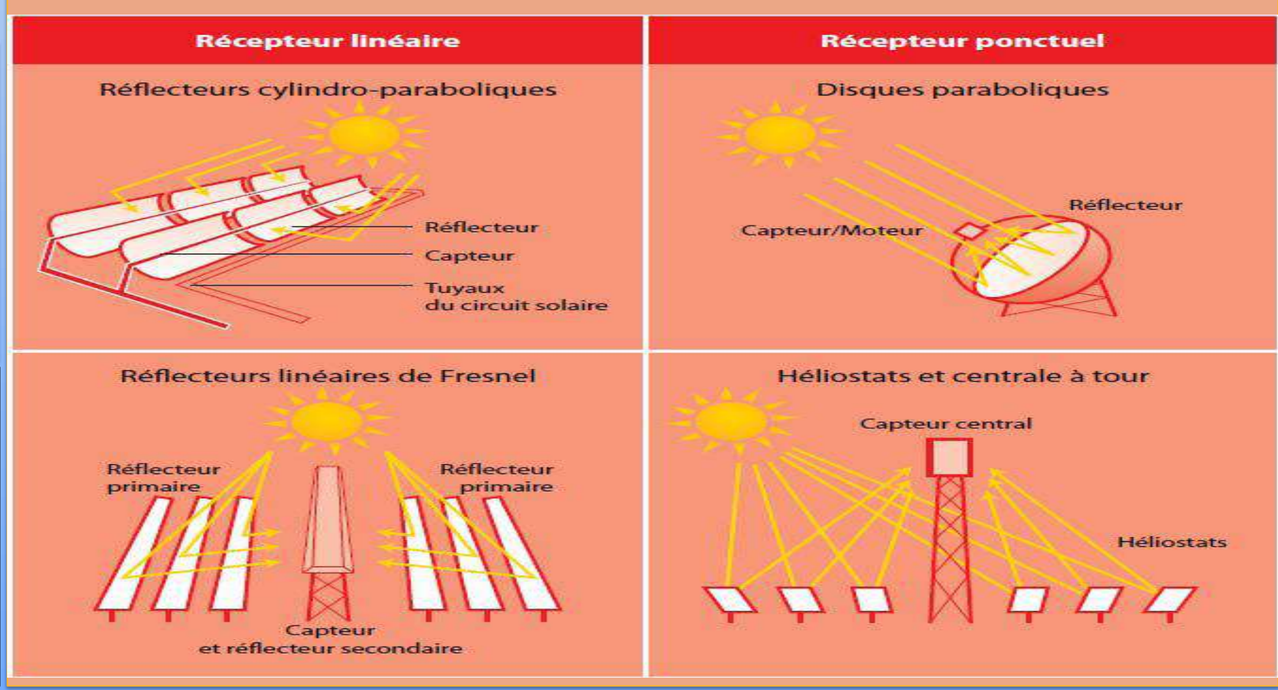
هي تلك الأنظمة التي تعمل على تجميع الأشعة الشمسية الساقطة على سطح عاكس لزيادة شدة تركيز الإشعاع بحيث يعطى بالعلاقة: $\mathbf{I = C.I_b}$

**C:** نسبة التركيز الهندسي (تمثل نسبة مساحة الفتحة إلى مساحة السطح المستقبل )

$\mathbf{I_b}$ : شدة الإشعاع المباشر .

✓ يوجد منها عدة أنواع :

مركزات البؤرة النقطية : مركزات البؤرة الخطية :



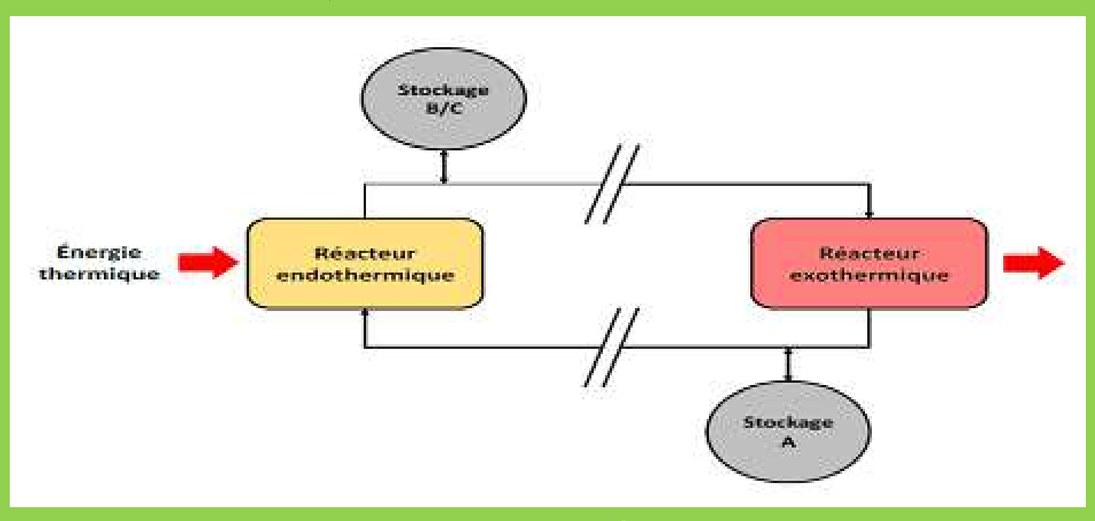

## iii. التخزين الحراري الكيميائي :[3]

يتم تخزين الطاقة الحرارية الناتجة عن تركيز الإشعاع الشمسي كيميائيا من خلال تفاعل **ماص للحرارة** : $A + \Delta Hr \rightarrow B + C$

حيث Bو C قابلين للفصل (مختلفين في الحالة الفيزيائية) ، ويكون التفاعل عكوس .

*عند غياب الإشعاع الشمسي (غروب الشمس ، السحب ، ...) يمكن إسترجاع الطاقة الحرارية من خلال عملية قلب إتجاه التفاعل (**ناشر للحرارة**) :

$B + C \rightarrow A + \Delta Hr$



مخطط يوضح مبدأ التخزين الحرارو كيميائي

مثال : تفاعل هيدروكسيد المغنيزيوم وفق المعادلة التالية :

$$Mg(OH)_{2(s)} + \Delta Hr \Leftrightarrow MgO_{(s)} + H_2O_{(g)}$$
$$\Delta Hr = 81\ kJ.mol^{-1}{}_{Mg(OH)2}$$

*مردود نظام التخزين الحراري الكيميائي يعطى : $\eta_{SYS} = \frac{\dot{m}\cdot\Delta H}{I_b\cdot A}$

$\dot{m}$ : تدفق الكتلة المتحولة للمتفاعلات (kg/s).

A : مساحة الفتحة ($m^2$) .

ΔH : أنتالبي التفاعل (J/kg) .

## الخاتمة :
الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض من شروق الشمس إلى غروبها يمكن مضاعفة شدته من عشرات إلى آلاف المرات بواسطة مركزات شمسية ثم التحويل الحراري للإشعاع الشمسي من خلال إمتصاص الحرارة لإستغلالها في مختلف الأغراض الإقتصادية و هذا ماتناولناه في موضوع دراستنا التخزين الحراري الكيميائي انطلاقًا من الطاقة الشمسية المركزة .

**المراجع :**
[1] : سوداني محمد البار ، دراسة نظرية لمجمع شمسي أسطواني مقعر ذي غطاء زجاجي ، مذكرة ماجيستير جامعة ورقلة 2009 .
[2] : سوداني محمد البار، تحقيق عملي لمركز شمسي أسطواني مكافئ ذي غطاء زجاجي ، رسالة مقدمة لنيل درجة الدكتوراه في العلوم جامعة ورقلة 2018 .
[3]: Pierre Pardo," Développement d'un procède de stockage d'énergie thermique haute température par thermochimique,", Thèse Pour obtenir le grade de Docteur,2013.