الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة 20 اوت 1955 سكيكدة

كلية العلوم

قسم الفيزياء

N°=D02P2120 M

مذكرة ماستر

فرع : الفيزياء

تخصص : فيزياء المواد

العنوان

النمذجة العددية والرياضية لتوزيع الملوحة للأحواض الشمسية

اعداد الطالبة:

❖ **قيسمون رانيا**

تناقش يوم : 2022/07/03 من طرف اللجنة:

أ.د خنفايس.ك	**أستاذ التعليم العالي**	**جامعة 20 اوت 1955 سكيكدة رئيسا**
د/ غرايبية .ص	**أستاذ محاضر (أ)**	**جامعة 20 اوت 1955 سكيكدة مشرفا**
د/ جلاب. س	**أستاذ محاضر (أ)**	**جامعة 20 اوت 1955 سكيكدة مناقشا**

السنة الجامعية 2021-2022

بسم الله الرحمن الرحيم

الشكر و العرفان

أول من يشكر و يحمد آناء الليل و أطراف النهار، هو العلي القهار، الأول و الآخر و الظاهر و الباطن، الذي أغرقنا بنعمه التي لا تحصى، و أنار دروبنا، فله جزيل الحمد و الثناء العظيم، و سلام على حبيبه و خليله الأمين عليه أزكى الصلاة و السلام.

و الشكر موصول إلى كل معلم أفادنا بعلمه، من أولى المراحل الدراسية حتى هذه اللحظة.

كما أرفع كلمة شكر وتقدير إلى الأستاذة الفاضلة

" د. غرايبية صبرينة "

لتفضلها بالاشراف على هذا البحث وسعة صدرها و على خرصها أن يكون هذا العمل في صورة كاملة، اسأل الله أن يجزيها كل خير لاشرافها على هذا العمل البسيط ، وعلى كل النصائح و التوجيهات العظيمة.

وأتقدم بجزيل الشكر و خالص الامتنان إلى إدارة و أساتذة كلية العلوم و بالأخص قسم الفيزياء بجامعة 20 أوت 1955 - سكيكدة -

إهداء

أولا لك الحمد ربي على كثير فضلك وجميل عطائك و جودك، الحمد لله ربي و مهما حمدنا فلن نستوفي حمدك و الصلاة و السلام على من لا نبي بعده.

إلى من بها أعلو، و عليها أرتكز، إلى من دعائها سر نجاحي و توفيقي في الحياة.

أمي الغالية حفظها الله و أطال عمرها.

إلى من شجعني على المثابرة طوال عمري، إلى الرجل الأبرز في حياتي.

أبي الغالي أطال الله عمره.

إلى من قضيت معهم أجمل أيام حياتي و عشت معهم أحلى الذكريات.

إلى أخواتي الغاليات راشدة، هديل، سلسبيل، سيرين.

إلى أخي الصغير **عبد الرؤوف** حفظه الله.

إلى من لم يبخلوا عليا بالدعاء **جدتاي جميلة و شريفة حفظهما الله.**

إلى جدي الغالي **يوسف حفظه الله**، وإلى روح **جدي أحمد رحمه الله.**

إلى **خالتي الغالية سميرة** وإلى **عمتي العزيزة فيروز.**

إلى **بنات عمتي و بنات عمي و صديقات دربي الغاليات لينا، شيماء، مريم، آية.**

وإلى كل الأهل و الأقارب من **خال** و **عم** و **عمة** دون أن أنسى الأطفال الصغار

ندى، ألاء، أنفال، أمل.

إلى كل الأصدقاء الذين جمعتني بهم الحياة.

شيماء، ميساء، يسرى.

إلى كل من ساهم في تلقيني ولو بحرف في حياتي الدراسية.

ملخص الدراسة

ملخص الدراسة:

الطاقة المتجددة هي طاقة صديقة للبيئة دائمة ومتجددة لها عدة مصادر واستخدامات من بينها : الطاقة المائية طاقة الرياح، طاقة الهيدروجين، الطاقة الحرارية الأرضية، الطاقة الحيوية، والطاقة الشمسية التي من بين تطبيقاتها البرك الشمسية وهي من أهم الطاقات المتجددة، وفي هذا البحث قمنا التركيز عليها كطاقة بديلة، تكلمنا فيها عن أنواع وتصميم وأداء البرك الشمسية وركزنا على نوع البرك الشمسية متدرجة الملوحة، وعن توزيع الملوحة وانتشار الملح داخل طبقاتها و النمذجة الرياضية والعددية لهذه البرك الشمسية.

Renewable energy is a durable and renewable environmentally friendly energy with several sources and uses including: Hydropower Wind Power, Hydrogen Power, Geothermal Energy, Bioenergy, Solar energy, among its applications, is one of the most important renewable energies And in this research we focused on it as an alternative energy, in which we talked about the types, design and performance of solar ponds and focused on the type of salinity-graded solar ponds. and the distribution of salinity and the spread of salt within their layers and the mathematical and numerical modeling of these solar ponds.

فهرس المحتويات

المحتويات	الصفحة
الشكر و العرفان.....	-
إهداء.....	-
ملخص الدراسة.....	-
فهرس المحتويات.....	-
قائمة الجداول.....	-
قائمة الأشكال.....	-
مقدمة.....	
الفصل الأول: الطاقات المتجددة	
1-1 المقدمة	4
1-2 مفهوم الطاقة المتجددة	4
1-3 أهمية الطاقة المتجددة	5
1-4 مصادر الطاقات المتجددة	6
1-4-1 الطاقة النووية	7
1-4-1-1 تعريف	7
1-4-1-2 مميزات و معيقات الطاقة النووية	8
1-4-1-3 استخدامات الطاقة النووية	9
1-4-1-4 واقع الطاقة النووية في الجزائر	9
1-4-2 طاقة الهيدروجين	9
1-4-2-1 تعريف	9
1-4-2-2 مميزات و معيقات طاقة الهيدروجين	10
1-4-2-3 استخدامات طاقة الهيدروجين	11
1-4-2-4 واقع طاقة الهيدروجين في الجزائر	11

1-4-3 الطاقة المائية	12
1-4-3-1 تعريف	12
1-4-3-2 مميزات و معيقات الطاقة المائية	13
1-4-3-3 استخدامات الطاقة المائية	14
1-4-3-4 واقع الطاقة المائية في الجزائر	14
1-4-4 طاقة الرياح	15
1-4-4-1 تعريف	15
1-4-4-2 مميزات و معيقات طاقة الرياح	16
1-4-4-3 استخدامات طاقة الرياح	17
1-4-4-4 واقع طاقة الرياح في الجزائر	17
1-4-5 الطاقة الحيوية	18
1-4-5-1 تعريف	18
1-4-5-2 مميزات و معيقات الطاقة الحيوية	20
1-4-5-3 استخدامات الطاقة الحيوية	21
1-4-5-4 واقع الطاقة الحيوية في الجزائر	21
1-4-6 طاقة الحرارة الجوفية	22
1-4-6-1 تعريف	22
1-4-6-2 مميزات و معيقات طاقة الحرارة الجوفية	23
1-4-6-3 استخدامات طاقة الحرارة الجوفية	24
1-4-6-4 واقع طاقة الحرارة الجوفية في الجزائر	24
1-4-7 طاقة المد و الجزر	25
1-4-7-1 تعريف	25
1-4-7-2 مميزات و معيقات طاقة المد و الجزر	26

1-4-7-3 استخدامات طاقة المد و الجزر قديما و حديثا	27
1-4-8 الطاقة الشمسية	27
1-4-8-1 تعريف	27
1-4-8-2 مميزات و معيقات الطاقة الشمسية	29
1-4-8-3 استخدامات الطاقة الشمسية	30
1-4-8-4 واقع الطاقة الشمسية في الجزائر	31
الفصل الثاني: الأحواض الشمسية	
2-1 تعريف الأحواض الشمسية	34
2-2 تاريخ الأحواض الشمسية	34
2-3 تصميم وأداء الأحواض الشمسية	36
2-4 أهمية التصميم و الحجم	37
2-5 المساحة السطحية و العمق	37
2-6 اختيار الموقع	37
2-7 مزايا وعيوب الأحواض الشمسية	38
2-8 تصنيف الأحواض الشمسية	39
2-8-1 الأحواض الشمسية ذات الحمل الحراري	39
2-8-1-1 البرك الشمسية الضحلة	39
2-8-1-2 البرك العميقة الغير مالحة	40
2-8-2 الأحواض الشمسية اللاحملية	40
2-8-2-1 برك جل الشمسية	41
2-8-2-2 برك شمسية متدرجة الملوحة	42
2-8-2-2-1 تعريف	42
2-8-2-2-2 النظرية العلمية للأحواض الشمسية متدرجة الملوحة	43
2-8-2-2-3 توزيع الملوحة داخل طبقات الأحواض الشمسية	43

2-8-2-2-4 العوامل المؤثرة على توزيع الملوحة داخل الأحواض الشمسية	44
2-8-2-2-5 مصادر الأملاح المستخدمة في الأحواض الشمسية	46
2-9 تطبيقات الأحواض الشمسية	46
2-9-1 العمليات الصناعية الحرارية	46
2-9-2 الزراعة و الاستزراع	46
2-9-3 إنتاج المياه العذبة	47
2-9-4 إنتاج الطاقة الكهربائية	48
2-9-5 إنتاج المواد الكيميائية	48
2-9-6 تخفيف الملوحة	49
2-10 حساب التدفق الإشعاعي في الأحواض الشمسية	50
الفصل الثالث: النمذجة العددية و الرياضية لتوزيع الملوحة للأحواض الشمسية	
3-1 المقدمة	57
3-2 نموذج الحوض الشمسي	57
3-3 فرضيات الدراسة	58
3-4 الحوصلة الكتلية للملح في الحوض الشمسي	58
3-4-1 منطقة اللاحمل حراري	58
3-4-2 منطقة الحمل الحراري العليا	59
3-4-3 منطقة الحمل الحراري السفلى	59
3-5 نتائج المحاكاة العددية	59
3-6 التحقق من صحة النموذج التجريبي	60
3-7 كفاءة الحوض الصغير	62
الخاتمة.....	66
التوصيات.....	66
قائمة المراجع.....	69

فهرس الجداول والأشكال

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
01	محطات الطاقة الكهرومائية في الجزائر	14
02	إمكانية الطاقة الشمسية في الجزائر	31
03	امتصاص الإشعاع الشمسي بواسطة المياه النقية	51
04	القيم i و μ_i من أجل مختلف مجالات λ للطيف الشمسي	52

رقم الشكل	عنوان	الصفحة
01	مصادر الطاقة المتجددة	5
02	طاقات متجددة	5
03	طاقة نووية	7
04	الاندماج النووي	7
05	الانشطار النووي	7
06	طاقة الهيدروجين	10
07	الطاقة المائية	12
08	توليد الكهرباء من الطاقة الكهرومائية	12
09	طاقة الرياح	15
10	كيفية توليد الكهرباء من الرياح	15
11	خرائط الرياح في مختلف مناطق الجزائر	18
12	طاقة حيوية	19
13	توليد طاقة حرارية و كهربائية من النفايات	19
14	الطاقة الحرارية الجوفية	22
15	توليد الكهرباء من الطاقة الحرارية الجوفية	22
16	طاقة المد و الجزر	25
17	الطاقة الشمسية	28
18	توليد الكهرباء بطاقة الشمس	28
19	خريطة المتوسط السنوي لشدة الإشعاع الشمسي في مختلف مناطق الجزائر بصورة أفقية	32
20	البرك الشمسية مصدر للطاقة المتجددة	34
21	بركة بوج الشمسية في الهند	36
22	بركة ال باسو الشمسية	36

23	بركة هيل برميدا الشمسية	36
24	البرك الشمسية الضحلة	40
25	برك جل الشمسية	41
26	البرك الشمسية متدرجة الملوحة	42
27	يبين اختلاف في منحنيات ذوبان الأملاح المختلفة بتغير درجة الحرارة	45
28	بركة بوج لتنقية المياه	47
29	وحدة مصغرة لتنقية المياه	47
30	رسم توضيحي لكيفية توليد الكهرباء من الأحواض الشمسية	48
31	صورة توضيحية لإنتاج المواد الكيميائية	49
32	صورة توضح تخفيف الملح	50
33	تغير معامل الإرسال حسب امتصاص الماء بدلالة عمق الحوض	54
34	تغير معامل الإرسال حسب امتصاص الماء بدلالة عمق الحوض من أجل قيم مختلفة لعكارة الماء	55
35	رسم تخطيطي للبركة الصغيرة	57
36	تغير ملامح الملوحة المحسوبة والمقاسة بعد 8 أيام	60
37	تباين الملامح المحسوبة والمقاسة بعد 18 يومًا	61
38	تباين الملامح المحسوبة والمقاسة بعد 32 يومًا	61
39	أداء حوض صغير وفقا لتكوينات الاستخراج الحراري الممكنة ليوم صيفي نموذجي عند درجة حرارة ثابتة (T=50C°)	64

المقدمة

المقدمة:

تعد الطاقة من أهم المقومات الأساسية التي تلجأ المجتمعات لتوفيرها، حيث يتم الاستفادة من الطاقة بكافة أشكالها وأنواعها، والطاقات المتجددة هي مصادر الطاقة النظيفة بيئيا وهو ما شجع على التوجه نحو استخدامها فهي تسمح بالمزاوجة ما بين تأمين احتياجات الطاقة من جهة وحماية البيئة من جهة ثانية، عكس الطاقة التقليدية الذي يؤدي حرق الوقود الأحفوري إلى انبعاث الغازات الضارة المؤدية لصحة الانسان و البيئة.

أما بخصوص الجزائر قد سعت إلى تطوير قطاع الطاقات المتجددة من خلال تشجيع استغلالها والاستثمار في مجالها في مقدمتها الطاقة الشمسية فصحراء الجزائر تعتبر خزان مهم للطاقة الشمسية بوتيرة ممتازة من شأنها تغطية احتياجات الدولة وتحقيق أمن الطاقة لتفتح في الآفاق المستقبلية احتلال الجزائر لمكانة هامة تأهلها لتصبح مصدر للكهرباء لأوروبا والولايات المتحدة ودول الجوارمن خلال إقامة العديد من المشاريع تهتم بصناعة الطاقات المتجددة.

و تعتبر الطاقة الشمسية مصدر رئيسي للطاقة المتجددة، وتختلف طرق تجميعها و تخزينها تبعا للغرض الذي تستعمل فيه الطاقة المجمعة. والأحواض الشمسية توفر أبسط تقنية لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة حرارية والتي يمكن استخدامها للعديد من الأغراض، فهي تتميز بقدرتها على جمع و تخزين الطاقة في آن معا. علماً بأن تكلفة البركة الشمسية لوحدة المساحة الواحدة أقل من تكلفة أي جامع حرارة "طاقة " متوفر حالياً. و يمكن الاستفاذة من هذه الطاقة في أي تطبيق حراري منها: إنتاج الطاقة الكهربائية، التدفئة....

في بحثنا هذا تطرقنا إلى ثلاث فصول كما يلي:

الفصل الأول تحدثنا فيه عن الطاقة المتجددة تعرفها و أهميتها و مختلف مصادرها، و كل طاقم تعريفها ومميزاتها و معيقاتها وبعض استخداماتها وواقع هذه الطاقات في الجزائر.

وفي الفصل الثاني تحدثنا عن الأحواض الشمسية تعريفها و تاريخها و تصميمها و مميزاتها و سلبياتها و أنواعها و ركزنا على نوع واحد وهو الأحواض الشمسية متدرجة الملوحة قمنا بتعريفها و النظرية العلمية لها و توزيع الملوحة داخل طبقاتها و العوامل المؤثرة على توزيعها، ومصادر الأملاح المستخدمة، و مختلف تطبيقات الأحواض الشمسية، وفي الأخير قمنا بحساب التدفق الإشعاعي في هذه الأحواض.

أما بالنسبة للفصل الثالث و الأخير قمنا بالنمذجة العددية و الرياضية لتوزيع الملوحة في الأحواض الشمسية، حيث درسنا نموذج لحوض شمسي أسطواني الشكل وحساب تركز الملح في طبقات الحوض و التحقق من صحة النموذج التجريبي بمقارنة بيانات تركيز الملوحة التجريبية و النظرية، و كفاءة الحوض الصغير.

الفصل الأول:
الطاقات المتجددة

مقدمة:

أصبحت أزمة الطاقة من أهم المشاكل التي يواجهها العالم حاليا بسبب الزيادة الكبيرة والمستمرة في استهلاكها والذي يقابله احتياطي محدد من موارد الطاقة التقليدية فضلا عن ارتفاع كبير في أسعار الوقود و المشاكل البيئية التي تسببها مصادر الطاقة التقليدية لذا عمد الباحثون إلى التفكير بتطوير مصادر جديدة و بديلة لها، وتوجهت الأنظار إلى الطاقات المتجددة وعلى رأسها الطاقة الشمسية وبدأت البحوث والدراسات لمواجهة حقيقة نضوب الوقود التقليدي و استبداله بطاقة متجددة غير ناضبة و غير ملوثة للبيئة.كما تسعى الجزائر في هذا الصدد إلى محاولة زيادة الاستثمار في الطاقة البديلة والمتجددة من أجل تلبية الاحتياجات المتزايدة في الطاقة واستغلال الموارد المتاحة الأخرى في سبل توفير أكبر قدر من الطاقة.ورغم كل مميزات مصادر الطاقة المتجددة هناك بعض المعيقات التي تواجه استخدامها فهي غير متوفر دوما عند الطلب، وتتطلب استثمارات أولية ضخمة.

و يهدف هذا الفصل إلى إعطاء فكرة عامة حول الطاقة المتجددة سواء من حيث مفهومها، أهميتها و مختلف مصادرها، وبعض مميزاتها و معيقاتها، وواقع هذه الطاقات في الجزائر.

2.1 مفهوم الطاقة المتجددة:

يقصد بالطاقة المتجددة: تلك الطاقة التي يتكرر وجودها في الطبيعة على نحو تلقائي ودوري بمعنى أنها الطاقة المستمدة من الموارد الطبيعية التي تتجدد أو التي لا يمكن أن تنفذ، كما تعرف الطاقة المتجددة بأنها الطاقة التي تولد من مصدر طبيعي لا ينضب وهي متوفرة في كل مكان على سطح الأرض ويمكن تحويلها بسهولة إلى طاقة. تتميز الطاقات المتجددة بأنها أبدية وصديقة للبيئة، وهي بذلك على خلاف الطاقات غير المتجددة (قابلة للنضوب) الموجودة غالبا في مخزون جامد في الأرض لا يمكن الاستفادة منها إلا بعد تدخل الإنسان لإخراجها منه **[1]**.

الشكل رقم(1): مصادر الطاقة المتجددة.

الشكل رقم(2): طاقات متجددة.

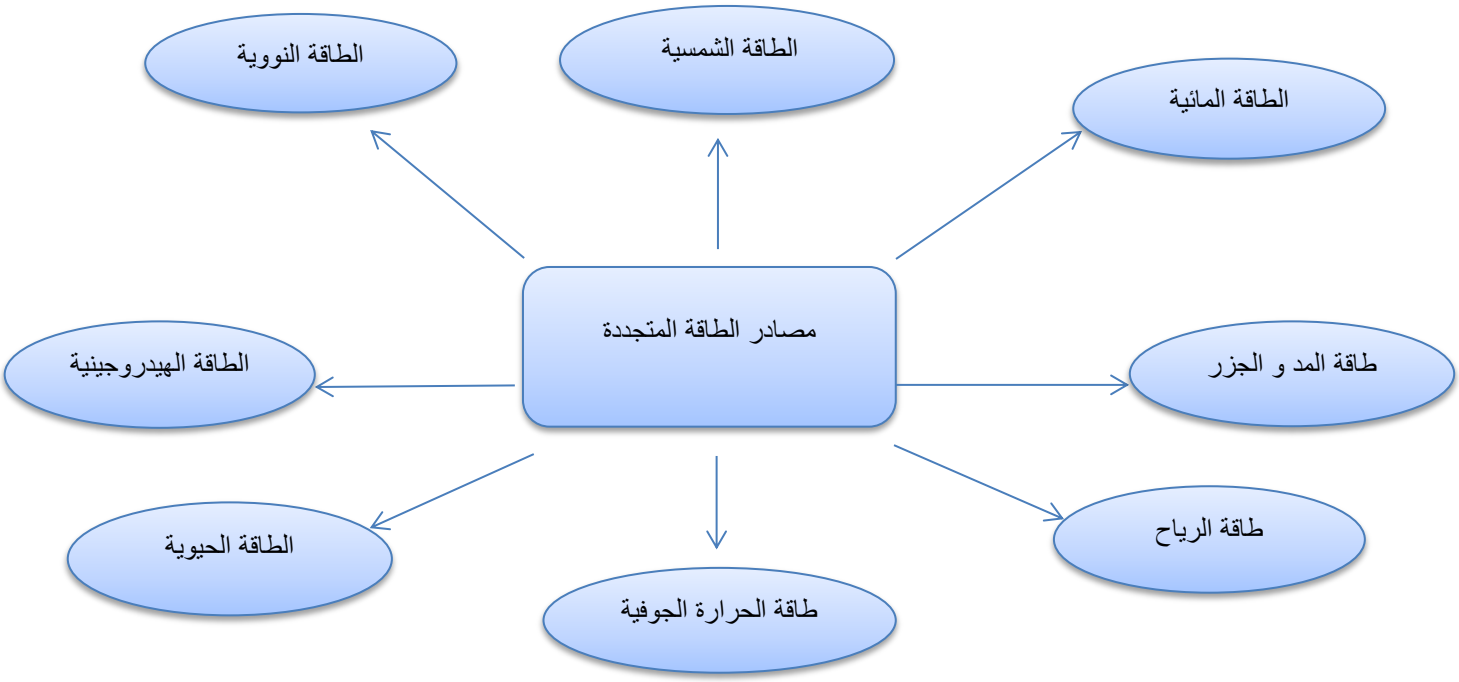
3.1 أهمية الطاقة المتجددة:

للطاقة المتجددة أهمية بالغة ويمكن أن نلخص هذه الأهمية في النقاط التالية**[2]**:

1. إن المصادر المتجددة مرشحة لأن تلعب دورا هاما في حياة الإنسان، وأن تلبي نسبة عالية من متطلباته، وهي مصادر دائمة طويلة الأجل إن لم نقل أبدية لارتباطها بالشمس، والرياح والحرارة وغيرها.
2. نظافة هذه المصادر على عكس الوقود الحفري، الذي تزايدت التأكيدات حول تسببه في الكثير من المشاكل البيئية، فالجدير بالذكر أن جميع مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة أو معظمها آمنة ونظيفة بيئيا، ومنه عدم تخصيص مبالغ إضافية لمعالجة ما يمكن معالجته من المضار.
3. تتعدد أشكال الطاقة في هذه المصادر يتفق مع تعدد احتياجات الإنسان من الطاقة، ويمثل في الوقت ذاته نقطة إيجابية في جانب استغلال هذه المصادر، فبدل الدخول في متاهات تحويل الطاقة من شكل إلى آخر عبر سلسلة من العمليات، والتي تؤدي إلى إهدار نسبة عالية من مخزون الطاقة الأساسي في المواد الأحفورية، فإن مصادر الطاقة البديلة هذه تتيح إنتاج الطاقة المطلوبة مباشرة، فالخلايا الشمسية مثلا يمكن إنتاج الطاقة الكهربائية مباشرة، والمجمعات الشمسية تتيح إنتاج طاقة حرارية مباشرة أيضا.
4. إن عملية استغلال الطاقة الجديدة والمتجددة وإحلالها محل الطاقة التقليدية، ستوفر مردودات اقتصادية هامة، فقد أعطت التقييمات الاقتصادية لاستعمال منظومات الطاقات الجديدة والمتجددة، وبالخصوص منظومات الطاقة الشمسية مردودات اقتصادية فعالة خلال فترة التشغيل الصغرى، فإذا ما زادت عن ذلك زادت مردوداتها الاقتصادية، فأسواق خلايا الوقود مثلا تضاعفت خلال فترة قصيرة نتيجة للتقدم الكبير الذي تحقق في هذا المجال حيث أمكن رفع كفاءة تلك الخلايا مع

خفض تكلفة إنتاجها، كما أن الدول النامية تواصل طريقها قدما للتوسع في استخدام طاقة الهيدروجين، فيما شهد سوق السخانات التي تعمل بالطاقة الشمسية توسعا بنسبة أكثر من 25 % خلال السنوات القليلة الماضية.

4.1 مصادر الطاقات المتجددة:



يوجد عدة مصادر للطاقات المتجددة كما هو موضح في المخطط أعلاه، تتمثل في الطاقة النووية، طاقة الهيدروجين، الطاقة المائية، طاقة الرياح، الطاقة الحيوية، طاقة الحرارة الجوفية، طاقة المد و الجزر، الطاقة الشمسية .

و هذه المصادر يمكن أن تكون بدائل طاقوية فعالة عن الوقود الأحفوري.

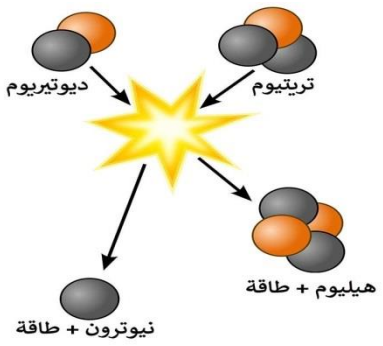
1.4.1 الطاقة النووية:

1.1.4.1 تعريف:

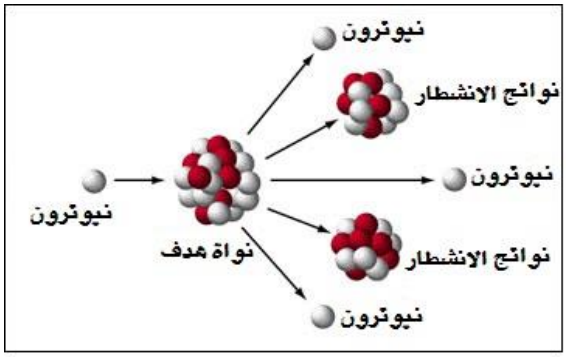
الطاقة النووية هي الطاقة التي يمكن أن تصدر من نواة الذرة وهناك طريقتان لإنتاج هذه الطاقة أما عن طريق الانشطار أوالاندماج، يحدث الانشطار عندما يتم انقسام نواة الذرة. أما الاندماج النووي هي عملية تشابه لما يحدث في الشمس من تفاعلات مصحوبة بارتفاع شديد في درجات الحرارة يمكن استغلال هذه الحرارة كمصدر للطاقة **[3]**.

و يستخدم عادة لإنتاج الطاقة النووية مادة اليورانيوم، الذي يعتبر من أثقل المواد وأكثرها كثافة حيث يحتوي على 92 بروتون و يختلف عدد النيترونات من بديل إلى لأخر حيث نجد اليورانيوم 238 و اليورانيوم 235 و اليورانيوم 234، وغيرها وهذه الأرقام تشير عادة إلى النيوترونات حيث لكل نوع من اليورانيوم استخدامات خاصة به **[4]**.

الشكل رقم(03): الطاقة النووية.



الشكل رقم (04):الاندماج النووي.



الشكل رقم (05): الانشطار النووي.

2.1.4.1 مميزات و معيقات الطاقة النووية:

1. مميزات:[5]

- ❖ التكلفة التشغيلية لإنتاج الكهرباء منخفضة مقارنة بتكلفة إنتاج الطاقة من الوقود الأحفوري.
- ❖ مصدر ثابت للطاقة لا تتأثر بأي عوامل خارجية مثل المناخ.
- ❖ الإنتاج المستقر والدائم للطاقة وإمكانية دمجها مع مصادر الطاقة المتجددة مثل؛ الرياح والطاقة الشمسية
- ❖ صديقة للبيئة، إذ لا تنتج أي انبعاثات كربونية أثناء تشغيلها.
- ❖ توفر الوقود بكميات وفيرة وكافية.
- ❖ تحقق كثافة عالية من الطاقة مقارنة بكثافة الطاقة التي تنتج من الوقود الأحفوري مثل الغاز والنفط بما يعادل 8000 مرة.

2. معيقات:[5]

- ❖ التكلفة الإنشائية الأولية لمحطات الطاقة النووية مرتفعة جدًا.
- ❖ احتمالية حدوث الحوادث والانفجارات النووية، وتأثيرها يكون طويل المدى في حال حدوثها.
- ❖ خطورة النفايات المشعة الناتجة من إنتاج الطاقة النووية في حال عدم تخزينها بشكل آمن؛ مما يؤدي إلى تلوث البيئة.
- ❖ التأثير على البيئة بشكل سلبي من خلال عملية تخصيب اليورانيوم في حال بقاء كمية من الجزيئات المشعة وراءه؛ مما يؤدي إلى تسريبها للمصادر المائية القريبة وتلوثها.
- ❖ محدودية إمدادات الوقود النووي لمخزون اليورانيوم والثوريوم والذي لا بد أن ينفذ بالنهاية؛ بسبب اعتمادهم على عملية الانشطار النووي لتوليد الطاقة، وعدم إيجاد طريقة لحد الآن لإنشاء مفاعل نووي من الاندماج النووي.
- ❖ الحاجة إلى الكثير من الماء مما يجعل استخدامها عائقًا في الدول التي تعاني من ندرة المياه والأمطار.

3.1.4.1 استخدامات الطاقة النووية:

- الحصول على الطاقة الكهربائية اللازمة للصناعات المختلفة مثل صناعة الالمنيوم و الحديد الصلب و الاسمدة والإسمنت.
- الاستخدامات المنزلية كالإضاءة و تشغيل الاجهزة الكهربائية التلفزيونات و الثلاجات و الغسالات و المبردات وغيرها .
- تسيير السفن و حاملات الطائرات و الغواصات النووية .
- تستخدم في مجالات الطب و الصناعة و الزراعة .
- تستخدم في انتاج النظائر المشعة **[6]**.

4.1.4.1 واقع الطاقة النووية في الجزائر:

عملت الجزائر على استيعاب تلك التكنولوجيا في مجال الطاقة النووية من خلال تعاونها مع بعض الدول مثل ألمانيا والأرجنتين و كوريا الشمالية من أجل تنمية استخدامها في الأغراض السلمية خاصة في انتاج الطاقة الكهربائية من النووي

تحتل الطاقة النووية مكانة مهمة في سوق الطاقة الجزائرية و ذلك لامتلاكها أهم مناجم اليورانيوم في سلسلة جبال الهقار وسلسلة جبال أغلاب (رقيبات) و قد تكون في منطقة واسعة في سلسلة تاهيلي و عموما احتمالات وجود اليورانيوم في الجزائر تتراوح بين معتدلة و عالية.

و تتوفر البلاد على مفاعلين نووين "تور" و "سلام" في كل من دراية و عين وسارة مخصصين للاستخدام العالمي بمراقبة الوكالة الدولية للطاقة الذرية **[7]**.

2.4.1 طاقة الهيدروجين:

1.2.4.1 تعريف:

غاز الهيدروجين من مصادر الطاقة التي تتميز بالوفرة، فهو متوافر بكثرة في الطبيعة حيث يوجد متحدا مع الأكسجين مكونا الماء الذي يملأ البحار و المحيطات، و يمكن الحصول على الهيدروجين نقيا بالتحليل الكهربائي للماء، حيث يتحلل الماء الى عنصريه من الهيدروجين والأكسجين، يستخدم الهيدروجين كوقود للسيارات سواء في حالته الطبيعية أو الغازية أو تحويله إلى سائل بالضغط و التبريد، يعوقه الكثير من المشاكل، ففي حالته الغازية نواجه مشكلة تخزين الكميات الكافية منه بطرق آمنة وأيضا اقتصادية، أما في

الحالة السائلة فإننا نواجه مشاكل كثيرة تتمثل في استخدام قدر كبير من الطاقة اللازمة للحصول على ضغط مرتفع لتحويل الغاز الى سائل، كما تتطلب إسالة الغاز الوصول الى درجة حرارة منخفضة للغاية **[6]**.

الشكل رقم(06): طاقة الهيدروجين.

2.2.4.1 مميزات و معيقات طاقة الهيدروجين:

1. مميزات:

- ❖ الهيدروجين عنصر قابل للاحتراق ذو محتوى حراري عال و لا ينتج عن احتراقه أي غازات ملوثة .
- ❖ إنه مصدر غير ناضب ومتوفر بكميات كبيرة في الطبيعة و خصوصا في مياه البحار و المحيطات، و هو دائم و متجدد إذ أن احتراقه يولد الماء النقي الذي يمكن أن نستخلص منه الهيدروجين مرات متتالية وغير محدودة .
- ❖ سهولة نقله وتخزينه، فالهيدروجين يمكن نقله بشكل سائل أوغاز سواء في صهاريج أوعبر شبكات الأنابيب و هو ما يجعله وقودا مقبولا للاستهلاك، كما يمكن خزنه لفترات طويلة واستعماله عند الحاجة دون أن يؤثر ذلك في خصائصه .
- ❖ يمكن استخدام الهيدروجين في البيوت السكنية بدلا من الغاز الطبيعي وبصورة خاصة لأغراض الطبخ والتسخين و التدفئة، كما يمكن استعماله كوقود لمختلف وسائل النقل دون إجراء تغييرات جذرية في أجهزة المحركات المعمول بها حاليا **[8]**.

2. معيقات:

- ❖ الاعتماد الكبير على الغاز الطبيعي في إنتاج الهيدروجين وهذا لا يحل مشكلة نضوب الطاقات الأحفورية وكذا انبعاث الغازات السامة .
- ❖ انخفاض الطاقة في وحدة الحجم من الهيدروجين وهو ما يعني الحاجة إلى خزانات كبيرة للاحتفاظ به إلى وقت الحاجة .
- ❖ اختلاف البنى التحتية لطاقة الهيدروجين عن نظيرتها لمصادر الطاقة الحالية، مما يعني ضرورة إجراء تغيرات قد تكون مكلفة .
- ❖ ارتفاع تكاليف إنتاج الهيدروجين، فمن أجل إنتاج متر مكعب منه في معظم الأجهزة المنتشرة حاليا نحتاج من 4.5 إلى 4.8 كيلواط / ساعة، ومن أجل خفض التكاليف تتركز الأبحاث على تحسين المردود لهذه الخلايا**[8].**

3.2.4.1 استخدمات طاقة الهيدروجين:

- يمكن استخدام الهيدروجين في البيوت السكنية بدلا من الغاز الطبيعي و بصورة خاصة لأغراض الطبخ و التسخين و التدفئة.
- استعماله كوقود مستقبلي لمختلف وسائل النقل دون إجراء تغييرات جذرية في أجهزة المحركات المعمول بها حاليا.
- صناعة الأسمدة الكيميائية و توليد الطاقة الكهربائية.
- يؤدي انتاج الهيدروجين باستخدام التحليل الكهربائي للماء إلى توافر الأكسجين الذي يستخدم في عدة استخدامات هامة مثل انتاج الفولاذ أو تقنية المياه الملوثة و غير ذلك**[9]**.

4.2.4.1 واقع طاقة الهيدروجين في الجزائر:

إن الهيدروجين في الجزائر الذي كان ولايزال إن صح التعبير ذو طابع تصوري هذا الاخير عرف مبادرات كبرى مند2003 ولكن لايزال الوقت مبكرا لاستخلاص النتائج ولكن اجتماع الرهانات الطاقوية البيئية و المناخية بالإضافة إلى فرص سوق على المدى القصير و المتوسط بالنسبة لخلايا الوقود يعطي نوعا من القوة لهذه الانطلاقة ان تأثير استعمال هذا المورد الجديد على حضارات المؤسسات الاقتصادية السياسية و الاجتماعية يقودنا اليوم إلى رؤية واضحة للميادين الأساسية للبحث و التطوير التكنولوجي و التي يمكن ان تدمج مراكز البحث و الجامعات الجزائرية بالتعاون مع البلدان الأكثر تطورا في هذا المجال.

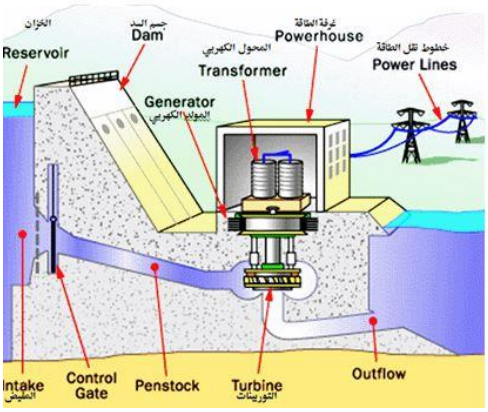
تعتبر الجزائر حاليا من الدول الأساسية في العالم المنتجة للهيدروجين من خلال المحروقات (النفط الغاز الطبيعي) **[10]**، ولكن توافرها على طبقة مياه جوفية غير مستغلة كليا في الجنوب ومياه البحر في الشمال بالإضافة الى الحقل الشمسي الضخم **[11]**.

3.4.1 الطاقة المائية:

1.3.4.1 تعريف:

إن الطاقة الكهرومائية مصدر رئيسي لإنتاج الطاقة على المستوى العالمي حيث يصل إنتاجها إلى حوالي 3000 تيرواط ساعة (TWH) عام 2002 وبالتالي فهي تشكل حوالي 18 %من إنتاج الكهرباء في العالم، كما أن نموها خلال السنوات الأخيرة كان أعلى قليلا من معدل نمو الطلب على الطاقة عالميا. وتوجد في العالم مصادر واسعة جدا لزيادة استغلال الطاقة المائية إلا أن تكاليفها وبعدها عن مصادر الاستهلاك يحول بينها وبين الاستثمار. كذلك فإن الطاقة المائية تعاني من مشاكل بيئية كبيرة ناتجة من غمرها لمناطق واسعة مما يتطلب تحريك وإعادة إسكان أعداد كبيرة من الناس بعد تنفيذ السدود **[1]**.

الشكل رقم(07): الطاقة المائية.



الشكل رقم(08): توليد الكهرباء من الطاقة الكهرومائية.

2.3.4.1 مميزات و معيقات الطاقة المائية:

1. مميزات:

- ❖ تعتبر الطاقة المائية من الطاقات المتجددة النظيفة والكفؤة لإنتاج الكهرباء فهي لا تخلف أي فضلات ومواد سامة تضر بالبيئة.
- ❖ لبناء محطات التوليد الكهرومائية والسدود فوائد كثيرة، ومنها السيطرة على الفيضانات وإدارة معدل تدفق المياه خلا ل المواسم المختلفة، وري الأرض الزراعية المجاورة، وإنشاء مواقع للسياحة والاستجمام وتحسين جودة المياه .
- ❖ لا تحتاج إلا إلى عدد قليل من اليد العاملة للإشراف على تشغيلها وإدارتها **[12]**.

2. معيقات:

- ❖ تمتلك الطاقة الكهرومائية القدرة على توليد الكهرباء دون انبعاث غازات الدفيئة ، ومع ذلك ، يمكن أن تسبب أيضًا تهديدات بيئية واجتماعية، مثل موائل الحياة البرية المتضررة، ونوعية المياه المؤذية، وهجرة الأسماك المتعثرة، وتقلص الفوائد الترفيهية للأنهار.
- ❖ يمكن أن تؤثر منشآت الطاقة الكهرومائية على استخدام الأراضي والمنازل في منطقة السد، فقد تغطي الخزانات منازل الناس، والمناطق الطبيعية المهمة، والأراضي الزراعية، والمواقع الأثرية.
- ❖ يتطلب بناء سد وخزان لدعم الطاقة الكهرومائية الكثير من المال والوقت والبناء.
- ❖ تعتمد الطاقة الكهرومائية على الهيدرولوجيا هذا الأخير الذي يعتمد على مستويات هطول الأمطار، والتي يمكن أن تتقلب من سنة إلى أخرى مما يتسبب في عدم الاستقرار.
- ❖ يمكن أن تتسبب محطات الطاقة الكهرومائية في فقدان أو تعديل موائل الأسماك، وتؤدي إلى حبس الأسماك وتقييد ممراتها.
- ❖ في بعض الحالات، يمكن أن تتسبب الطاقة الكهرومائية في حدوث تغييرات في جودة مياه الخزان والتيار اذ قد يؤدي تشغيل محطة الطاقة الكهرومائية إلى تغيير درجة حرارة الماء وتدفق النهر، و هذه التغييرات قد تضر بالنباتات والحيوانات المحلية في النهر وعلى اليابسة **[13]**.

3.3.4.1 استخدامات الطاقة المائية:

- النواعير التي استخدمت لمئات من السنين في المطاحن وتسيير الآلات...الخ .
- الطاقة الكهرومائية والمقصود هنا السدود والمنشآت النهرية التي تنتج الكهرباء .
- طاقة المد والجزر وهي استغلال طاقة المد والجزر في الاتجاه الافقي .
- طاقة التيار المدي وهي استغلال طاقة المد والجزر في الاتجاه العمودي .
- طاقة الأمواج التي تستخدم طاقة على شكل موجات **[14]**.

4.3.4.1 واقع الطاقة المائية في الجزائر:

تتساقط على التراب الوطني كميات كبيرة من الأمطار سنويا تقدر بحوالي 65 مليار م3 سنويا إلا انه لا يتم استغلال إلا جزء قليل منها حوالي 5 % (عكس بعض البلدان الأوروبية حيث يتم استغلال حوالي 70% من هذه الموارد في توليد الطاقة الكهربائية) نتيجة تمركزها بمناطق محددة و تبخر جزء منها أو تدفقها بسرعة نحو البحر أو نحو حقول المياه الجوفية، تقدر حاليا المياه المستعملة ب 25 مليار م3 ثلثا هذه الكمية مياه سطحية (103 سد مجز و 50 في طور الانجاز) و الباقي مياه جوفية**[15].**

وباعتبار الجزائر تطل على البحر المتوسط فهي تملك محطات كثيرة و كبيرة لإنتاج الطاقة المائية نذكر أهمها**[16]**:

المحطة	القدرة الطاقوية	المحطة	القدرة الطاقوية	المحطة	القدرة الطاقوية	المحطة	القدرة الطاقوية
درقينة	71.5	سوق الجمعة	8.08	قوريت	6.42	ارقان	16
اغيل مدى	24	تيزي مدن	4.58	بوحنيفة	5.7	غريب	7
منصورية	100	اقزرنشبال	2.712	واد الفضة	15.6	تسيالة	4.228

(الوحدة الجيجيواط.)

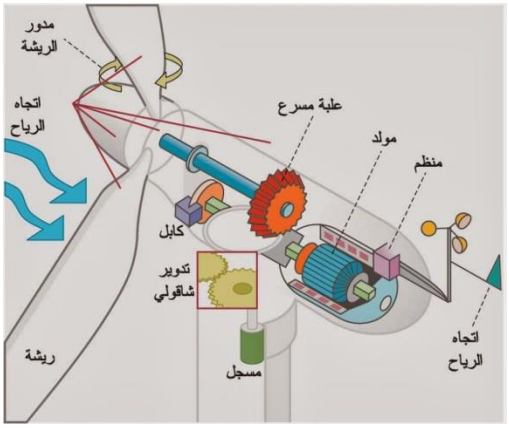
الجدول رقم(01): محطات الطاقة الكهرومائية في الجزائر.

4.4.1 طاقة الرياح:

1.4.4.1 تعريف:

لقد استخدمت طاقة الرياح منذ القدم في دفع السفن الشراعية وفي إدارة طواحين الهواء التي استعملت في الكثير من البلدان في رفع المياه من الآبار، و في طحن الحبوب، وقد أجريت أبحاث وتجارب لإنشاء محطات توليد الكهرباء بالطاقة الهوائية وتجسدت في أكبر طاحونة في أمريكا يبلغ ارتفاعها 55م، وقد تم الحصول على طاقة كهربائية تعادل 1250 كيلوواط، ويتم إنتاج الطاقة من الرياح بواسطة محركات أو توربينات ذات 3 أذرع تديرها الرياح وتوضع على قمة أبراج طويلة وتعمل كما تعمل المراوح ولكن بطريقة عكسية، فعوض استخدام الكهرباء لإنتاج الرياح كما تفعل المراوح تقوم هذه التوربينات باستعمال الرياح لإنتاج الطاقة، وتستطيع التوربينات كبيرة الحجم المصممة لمؤسسات إنتاج الكهرباء للاستعمال العام توليد ما بين 650 كيلوواط و 1.5 ميغاوط **[1]**.

الشكل رقم(09): طاقة الرياح.



الشكل رقم(10): كيفية توليد الكهرباء من الرياح.

2.4.4.1 مميزات و معيقات طاقة الرياح:

1. مميزات:

- ❖ تساعد طاقة الرياح على نمو الصناعات .
- ❖ الرياح مصدر وفير لا ينضب و هذا ما يجعل طاقة الرياح طاقة متجددة .
- ❖ طاقة الرياح مناسبة من حيث التكلفة، إذ تعد من أقل مصادر الطاقة المتاحة سعرا، حيث أن تكلفة طاقة الرياح تعادل 1الى 2 سنت لكل كيلوواط /الساعة، كما أن مزارع الرياح تبيعها بسعر ثابت لفترة زمنية طويلة، فيمكن أن تحدد سعر ثابت لفترة 20 او 30 سنة مثلا.
- ❖ يخلق قطاع طاقة الرياح العديد من الوظائف، و أصبحت وظيفة عامل فني توربينات الرياح واحدة من أسرع الوظائف نموا .
- ❖ طاقة الرياح لا تسبب تلوثا ولا تنتج انبعاثات جوية تسبب أمطارا حمضية أو غازات أو ضباب دخاني يزيد من الاحتباس الحراري.
- ❖ تصنف الرياح بأنها من أشكال الطاقة الشمسية، إذ تنتج بسبب رفع الشمس لدرجة الحرارة في الغلاف الجوي بالإضافة إلى دورات الأرض وعدم انتظام سطحها، وهذا يعني أنه ما دامت الشمس تشرق فإن الرياح ستهب وبالتالي فهي مستدامة ومتجددة**[17]**.

2. معيقات:

- ❖ من أهم سلبيات الرياح كمصدر للطاقة تباين سرعتها و اتجاهها من وقت لآخر ومن مكان لآخر، بسبب حركة الأرض و الشمس و التضاريس الجغرافية و عوامل اخرى، و بالتالي هناك إهدار جزء كبير من الطاقة الكامنة في الرياح.
- ❖ الكلفة المرتفعة لإنتاج الكهرباء والمقدرة بأربعة أضعاف تكاليف الكهرباء بواسطة الطاقة التقليدية، حيث يحتاج هذا المصدر إلى مساحات واسعة، فعلى سبيل المثال يلزم 50 ألف طاحونة هوائية قطرها 56 مترا لإنتاج طاقة كهربائية تعادل مليون برميل من النفط الخام .
- ❖ تكمن المشكلة الأساسية في كون أن الطاقة الهوائية لا تتوفر إلا في بعض المواقع وفي عدم استقرار قوتها .
- ❖ صعوبة حفظ الطاقة الكهربائية التي يمكن توليدها أي مشكلة التخزين**[18]**.

3.4.4.1 استخدامات طاقة الرياح:

- الطواحين الهوائية لطحن الحبوب وضخ المياه وتسيير السفن**[19]**.
- تعتبر توربينات الرياح مثالية لمزج طاقة ما بغيرها من مصادر الطاقة المتجددة سواء كان ذلك شبكات الكهرباء العامة أو بشبكات الكهرباء المصغرة.
- إمداد المزارع و القرى الصغيرة بالطاقة، عن طريق التوربينات التي تقع خارج الشبكة و تصل طاقتها الى 10كيلواط .
- تغذية الشبكات الكهربائية التابعة للمناطق الصناعية بالطاقة عن طريق مزارع الرياح البحرية التي تصل طاقتها إلى عدة مئات من الميغاواط **[20].**

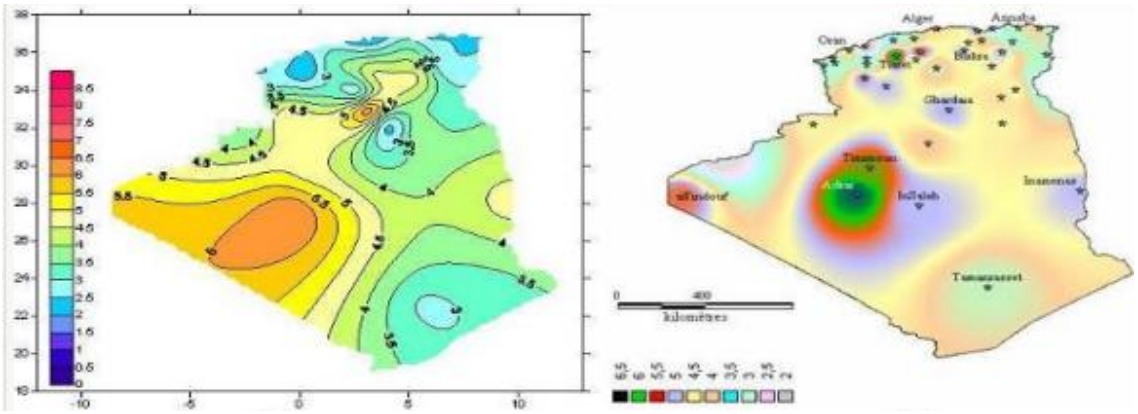
4.4.4.1 واقع طاقة الرياح في الجزائر:

تتميز الجزائر بمناطق غنية بسرعة رياح جيدة و اقتصادية تبلغ أكثر من 5م/ثا كمنطقة تندوف، كما نلاحظ أن أكثر المناطق ذات سرعة رياح عالية مثل منطقة أدرار تيميمون و عين صالح، بحيث تبلغ أكثر من 6 م/ ثا هذه الحقول مناسبة لإنشاء مزارع رياح لإنتاج الطاقة الكهربائية.

كما تمتلك قدرات هائلة في صورة أزيد من 1622.8 كلم في السواحل و 1500 كلم تفصل شمال البلاد عن جنوبها **[21]**، يتغير المورد الريحي في الجزائر من مكان لآخر نتيجة الطبوغرافية وتنوع المناخ حيث تنقسم الجزائر إلى منطقتين جغرافيتين:

- الشمال الذي يحده البحر المتوسط، و يتميز بساحل يمتد على 1200 كلم و بتضاريس جبلية تمثلها سلسلتي الأطلس التلي والصحراوي، وبين هاتين السلسلتين توجد الهضاب العليا والسهول ذات المناخ القاري ومعدل السرعة في الشمال غير مرتفع جدا.

- منطقة الجنوب التي تتميز بسرعة رياح أكبر منها في الشمال خاصة في الجنوب الغربي بسرعة 4م/ثا وتتجاوز6م/ثا في منطقة "أدرار" وعليه يمكن القول أن سرعة الرياح في الجزائر تتراوح ما بين 2 إلى 6م/ثا وهي طاقة ملائمة لضخ المياه خصوصا في السهول المرتفعة **[22]**.



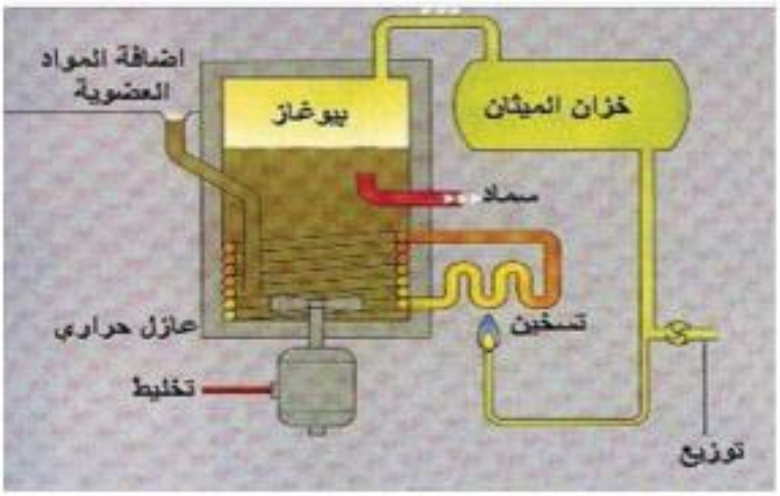
الشكل رقم (11): خرائط الرياح في مختلف مناطق الجزائر.

5.4.1 الطاقة الحيوية:

1.5.4.1 تعريف:

هي الطاقة الناتجة من المخلفات العضوية الحيوانية النباتية البشرية الزراعية والصناعية...الخ، كل هذه المواد تستخدم في إنتاج الطاقة و سواء كانت هذه المخلفات صلبة أو كانت ماء صناعيا فائضا أو مخلفات زراعية فهي قابلة للمعالجة باستخدام عدة طرق أهمها "التخمير البكتيري " أو " الاحتراق الحراري "، و يعطي كل أسلوب منتوجاته الخاصة به من الإيثانول الذي يعد واحدا من أفضل أنواع الوقود الحيوي المستخلصة من الكتلة الحية، وهو يستخلص من محاصيل الذرة أو السكر وتجرى التجارب باستمرار لإيجاد وسائل اقتصادية لاستخدام الكتلة الحية في توليد الكهرباء، وإحدى هذه الطرق تكون بحجز الميثان المنطلق من المخلفات الحيوانية ومن ثم استخدامه كوقود في الغلايات البخارية، توجد أيضا تجارب أخرى تهدف إلى استخدام الأخشاب في توليد الكهرباء، ففي صناعة الورق يمكن استعمال الفضلات الخشبية لتوليد طاقة كهربائية تغذي هذه الصناعات نفسها**[23]**.

الشكل رقم(12): طاقة حيوية.



الشكل رقم(13): توليد طاقة حرارية و كهربائية من النفايات.

2.5.4.1 مميزات و معيقات الطاقة الحيوية:

1. مميزات:

- ❖ إمكانية تخزين الطاقة الحيوية ، حيث يمكن توفيرها في أي وقت للوفاء بمختلف الاحتياجات وينطبق ذلك على الخامات الأساسية كالأخشاب و على المنتجات الوسيطة أو النهائية كالغاز الحيوي والإيثانول الحيوي.
- ❖ امتلاك كل دول العالم كتلة حيوية صلبة يمكن استخدامها في توفير إمدادات الطاقة .
- ❖ يساعد استخدام الكتلة الحيوية على التخفيف من مشكلات التخلص من نفايات البلدية أثناء توفير الطاقة التي تعد الدول في أمس الحاجة إليها .
- ❖ الانتفاع المزدوج للمناطق الزراعية من استخدام الطاقة الحيوية، إذ يتم تأمين و استحداث وظائف في مجالي الزراعة و العمل بالغابات و في عملية تحويل الطاقة الحيوية بأكملها من جهة، و من جهة أخرى تفتح المحاصيل المنتجة للطاقة مجالا جديدا للأعمال التجارية أمام المزارعين .
- ❖ يعمل استخدام الطاقة الحيوية على نزع مركزية إنتاج الطاقة ويخلق دورة للمادة و الطاقة.
- ❖ لا تؤثر على انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون إذ لا تنبعث منها إلا الكمية التي امتصتها النباتات من قبل أثناء نموها**[24]**.

2. معيقات:

- ❖ باهظة الثمن بسبب ظروف استخراج الكتلة الحيوية في بعض المناطق، و يحدث هذا عادة في مشاريع الاستخدام التي تتضمن جمع و معالجة و تخزين بعض أنواع الكتلة الحيوية .
- ❖ تتطلب مساحات كبيرة وهذا للعمليات المستخدمة للحصول على طاقة الكتلة الحيوية خاصة للتخزين حيث تميل البقايا الى أن تكون منخفضة الكثافة .
- ❖ في بعض الأحيان استخدام هذه الطاقة يمكن أن يسبب ضررا للنظم البيئية، بسبب أنشطة جمع الكتلة الحيوية وتغيير المساحات الطبيعية للحصول على الموارد**[25]**.

3.5.4.1 استخدامات الطاقة الحيوية:

- تعتبر مصدر طاقة للتدفئة و الكهرباء آمن على البيئة و الصحة.
- تستخدم الكتلة الحيوية في إنتاج وقود النقل، الأمر الذي يعود بالفائدة العظمى على البيئة من خلال تقليل غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن قطاع النقل المعتمد على المنتجات البترولية وبالتالي تقليل استخدامها، و قد شاع استخدامها بشكل كبير من أجل الرغبة في صناعة كمية كبيرة من المركبات الكهربائية التي تعمل بالطاقة الحيوية المتجددة .
- توفر الكتلة الحيوية فرصة تكوين منتجات حيوية مصنوعة من المصادر الطبيعية النباتية و الحيوانية، حيث تشكل بديلا جيدا للعديد من الصناعات المعتمدة على البترول و الغاز الطبيعي .
- تستخدم في صناعة الأسمدة الطبيعية و مواد التشحيم إضافة إلى الرغوة ذات الأساس الحيوي و المستخدمة في صناعات كثيرة .
- تستخدم في انتاج البلاستيك و المواد الكيميائية الصناعية كبدائل**[17]**.

4.5.4.1 واقع الطاقة الحيوية في الجزائر:

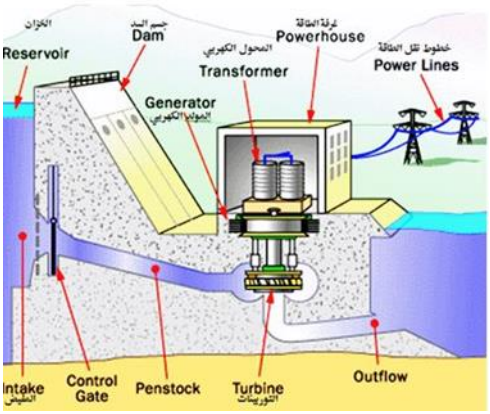
يعتبر كل من الصنوبر البحري و الكاليتوس نباتين مهمين في الاستعمال الطاقوي، لكنهما لا يمثلان إلا 5 بالمئة من الغابات الجزائرية. وتجدر الإشارة إلى أن استغلال النفايات والمخلفات العضوية خاصة الفضلات الحيوانية من أجل إنتاج الغاز الطبيعي، يمكن أن تعتبر كحل اقتصادي من شأنه أن يؤدي إلى تنمية مستدامة خصوصا في المناطق الريفية، وتتمثل هذه المخلفات في: النفايات المنزلية أو حال محطات تطهير المياه القذرة الحضرية أو الصناعية، النفايات العضوية الصناعية، نفايات الفلاحة و تربية المواشي (الجلود فضلات الحيوانات...)**[7]**.

6.4.1 طاقة الحرارة الجوفية:

1.6.4.1 تعريف:

يتمثل مبدأ حرارة الأرض الجوفية في استخراج الطاقة الموجودة في التربة لاستعمالها في شكل تدفئة أو كهرباء، حيث ترتفع الحرارة أساسا من سطح الأرض نحو باطنها، و ارتفاع درجة الحرارة يتغير حسب العمق، و يتم إنتاج هذه الحرارة أساسا عن طريق النشاط الإشعاع الطبيعي للصخور المكونة للقشرة الأرضية، ولا يتم الحصول على هذه الحرارة إلا إذا كانت المكونات الجيولوجية لباطن الأرض تحتوي على مسامات و نفوذية و تحتوي أيضا على طبقات خازنة للماء (طبقات جوفية بها ماء أو بخار الماء)**[26]**.

الشكل رقم(14): الطاقة الحرارية الجوفية.



الشكل رقم(15): توليد الكهرباء من الطاقة الحرارية الجوفية.

2.6.4.1 مميزات و معيقات طاقة الحرارة الجوفية :

1. مميزات:

- ❖ تعتبر صديقة للبيئة لأن الانبعاثات الناتجة عنها ضئيلة للغاية مقارنة بالانبعاثات الناجمة عن الوقود الأحفوري، و إن زيادة اعتمادنا على هذا المصدر من الطاقة يعمل على التقليل من ظاهرة الاحتباس.
- ❖ تأتي الطاقة الحرارية الجوفية من باطن الأرض الذي يحتفظ بحرارته دائما لذلك فهي تعد مصدرا متجددا للطاقة.
- ❖ مصدر موثوق للطاقة حيث يمكننا أن نتوقع كمية الطاقة المنتجة من محطة توليد الطاقة الحرارية الجوفية بدقة رائعة، ليس هذا هو الحال مع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح حيث يلعب الطقس دورا كبيرا في إنتاج الطاقة .
- ❖ خفض تكاليف التدفئة إلى حد كبير، ما يصل إلى 80 في المائة من تكلفة الوقود الأحفوري العادي .
- ❖ يمكن استخِدام الطاقة الحرارية الجوفية في تدفئة وتبريد المنازل، و في الآونة الأخيرة زاد إقبال أصحاب المنازل على استخدام هذه الطاقة في منازلهم**[27]**.

2. معيقات:

- ❖ تعد محطات توليد الطاقة الحرارية الأرضية مكلفة في البناء و التشغيل؛ إذ يتطلب العثور على موقع مناسب إجراء مساحات جيدة تكون مكلفة مع عدم وجود ضمان لضرب نقطة ساخنة منتجة تحت الارض .
- ❖ المناطق التي ترتفع فيها درجة حرارة المصدر الجوفي تقع في مناطق بها براكين جيولوجية نشطة، إضافة الى مناطق أخرى نشطة زلزاليا .
- ❖ أنظمة السخانات المفتوحة التي تسمح بإطلاق بعض ملوثات الهواء كبريتيد الهيدروجين وكذلك كمية صغيرة من الزرنيخ والمعادن تنطلق مع البخار .
- ❖ في محطات الطاقة الحرارية الأرضية البحرية تتراكم كمية كبيرة من الملح المتداخل في الأنابيب في الأنظمة المغلقة فلا تحدث أية انبعاثات ويتم ارجاع كل السائل الذي تم إحضاره الى السطح**[28]**.

3.6.4.1 استخدامات طاقة الحرارة الجوفية:

- تستخدم بطريقة مباشرة، عن طريق استغلال الماء الساخن الذي يخرج من الينابيع والخزانات الموجودة بالقرب من سطح الأرض، إذ تستخدم هذه الينابيع المعدنية الساخنة للاستحمام والطبخ والتدفئة والاستشفاء منذ القدم.
- تدفئة المباني من خلال ضخ الماء الساخن الذي يخرج من باطن الأرض إلى سطح الأرض بالقرب من المكان المراد تدفئته.
- توليد الكهرباء عن طريق الطاقة الحرارية الأرضية، وذلك عند درجة حرارة عالية تتراوح بين 148.9 إلى 260 درجة مئوية، حيث تبنى محطات الطاقة الحرارية الأرضية التي تقوم بوضع الخزانات الحرارية على بعد 1.6 إلى 3.2 كم من سطح الأرض.
- تستخدم في مجال الزراعة، إذ يستخدمها الكثير من المزارعين لتدفئة الصوبات الزراعية، وزراعة النباتات الاستوائية كأشجار الحمضيات في منتصف الشتاء، وزراعة الخضراوات، كما يمكن استخدامها في المزارع السمكية، حيث تحتاج الأسماك الاستوائية وغيرها من الحيوانات المائية إلى الماء الدافئ باستمرار للبقاء على قيد الحياة .
- حماية البنية التحتية والحفاظ على الطرق من خلال منع تراكم الجليد في المواسم الباردة .
- تجفيف الأطعمة كالفواكه والخضراوات، أو من أجل استخلاص المعادن النفيسة، أو في صناعات أخرى مثل بسترة الحليب وغيرها**[17]**.

4.6.4.1 واقع طاقة الحرارة الجوفية في الجزائر:

طاقة الحرارة الجوفية: يشكل الكلس الجراسي بالشمال، احتياطيا هاما لحرارة الارض الجوفية، أدى إلى وجود أكثر من 200 منبع مياه معدنية حارة متوزعة أساسا بالشمال الشرقي والشمال الغربي للبالد .إذ تبلغ غالبا،درجة حرارة هذه المنابع 40 درجة مئوية، وأقصاها منبع حمام المسخوطين، بدرجة حرارة تصل الى 90 مئوية.

تعتبر هذه الينابيع الطبيعية تسربات لخزانات باطنية حارة ذات تدفق طبيعي ذاتي يبلغ 2 متر مكعب بالثانية، ولا تمثل الا جزءا يسيرا من إمكانيات إنتاج هذه الخزانات .وأكثر هذه الخزانات يمتد نحو الجنوب، إذ يشكل التكون القاري الكبيس خزانا واسعا من حرارة الارض الجوفية، يمتد إلى الاف

الكيلومترات المربعة .يتم استغلال هذا الخزان، المسمى بالطبقة الالبية، من خلال الحفر للحصول على تدفق يصل إلى 4 متر مكعب بالثانية .حيث تصل درجة حرارة هذه الطبقة إلى 57 مئوية .

إن استغلال تدفق الطبقة الالبية والتدفق الطبيعي للمنابع يمثل استطاعة تبلغ 700 ميغاواط **[29].**

1.7.4.1 طاقة المد و الجزر:

1.7.4.1 تعرف:

طاقة المد و الجزر او الطاقة القمرية هي نوع من الطاقة الحركية التي تكون مخزنة في التيارات الناتجة عن المد و الجزر الناتجة بطبيعة متجددة. عن جاذبية القمر و الشمس و دوران الأرض.

الكثير من الدول الساحلية بدأت بالاستفاذة من هذه الطاقة الحركية لتوليد الطاقة الكهربائية و بالتالي تخفيف الضغط عن معامل الطاقة الحرارية و بالنتيجة تخفيف التلوث الصادر عن هذه المعامل**[15].**

الشكل رقم(16): طاقة المد و الجزر.

2.7.4.1 مميزات و معيقات طاقة المدَ والجزر:

1. مميزات:

- ❖ تخفيف التلوث الصادر عن المحطات الحرارية التي تعمل بالفحم أو بالبترول.
- ❖ طاقة متجددة ومجانية.
- ❖ لا تحتاج للوقود.
- ❖ صيانتها غير مُكلفة.
- ❖ تنتج الكهرباء بكمية عالية.
- ❖ يمكن التنبؤ بمواعيد طاقة المدَ والجزر عكس طاقة الرياح والشمس.
- ❖ لا تصدر هذه الطاقة غازات دفيئة أو أي فضلات من نوع آخر.
- ❖ تحمي شريط طويل من الشاطئ، من الحت والانهيار نتيجة العواصف والمد.
- ❖ لا تلوث الغلاف الجوي.
- ❖ تحمي أغطية المد والجزر الأرض من بعض الفيضانات أثناء المد العالي**[30]**.

2. معيقات:

- ❖ بناء المصب يعتبر مُكلف جداً.
- ❖ يؤدي انخفاض كمية المياه المتبادلة مع البحر إلى انخفاض العكارة، مما يؤدي إلى زيادة اشعة الشمس وتشجيع نمو الطحالب البحرية.
- ❖ الملوحة تنخفض نتيجة انخفاض كمية المياه مما يؤثر على البيئة.
- ❖ بعض الأسماك تجرف من قبل تيار المياه مما يؤدي إلى هلاك نحو 15% منها، من هنا تؤثر طاقة المد والجزر سلباً على الحياة البحرية.
- ❖ المصب النهري يحمل الصرف الصحي والفضلات الأخرى معه من أماكن عدة إلى البحر، ويؤدي بناء المصب أو السد فوقه لبقاء هذه الفضلات.
- ❖ يمكن بناء محطات توليد الطاقة فقط في المواقع القليلة التي تكون مناسبة لتوليد الطاقة**[30]**.

3.7.4.1 استخدامات طاقة المد والجزر قديما وحديثا:

- **كهرباء المد والجزر:**

الاستخدام الأكبر والرئيسي لطاقه المد والجزر هو في توليد الكهرباء ويتم إجراء معظم الأبحاث لتحقيق هذه الغاية ومن مميزاتها

1. كهرباء المد والجزر رخيصة وطويلة العمر وغير ملوثة بطبيعته.
2. فوائد على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بمعنى أنها يمكن التنبؤ بها بطبيعتها ولديها أيضًا عامل تحميل أعلى

- **مطاحن الحبوب:**

1. تم استخدامها لمئات السنين ، تمامًا مثل مطاحن الرياح
2. كما تم استخدامها في التكسير الميكانيكي للحبوب في مطاحن الحبوب

- **تخزين الطاقة**:

يمكن أيضًا استخدام طاقة المد والجزر كمخزن للطاقه، وهي أحد استخدامات طاقه المياه مثل العديد من السدود الكهرومائية التي يمكن استخدامها لتخزين طاقه كبيرة**[31]**.

8.4.1 الطاقة الشمسية :

1.8.3.1 تعريف:

تعتبر الطاقة الشمسية ناتج التفاعلات النووية (Thermo-nuclear) التي تحدث في الشمس، وتصل طاقتها الحرارية إلى الأرض على صورة طاقة إشعاعية مكونة من الأشعة فوق البنفسجية (التي يتم حجب كمية كبيرة منها بوساطة الغلاف الجوي)، والأشعة المرئية، والأشعة تحت الحمراء (الأشعة الحرارية). والمجموع الكلي للطاقة الشمسية الواصلة إلى الأرض كبير جدا، حيث أن % 1 فقط من مساحة الأرض يكفي لتجميع طاقة شمسية تغطي احتياجات العالم بأسره من الكهرباء، والجدير بالذكر أن استخدام الطاقة الشمسية لن يغير في المخزون أو في دورة الطاقة على الأرض Energy Cycle، فإن المسطحات المائية واليابسة تمتص أشعة الشمس ومن ثم تقوم بتحويلها إلى طاقة حرارية إعادة إشعاعها إلى الفضاء الخارجي. وكذلك النسبة البسيطة التي يمتصها النبات أثناء عملية التمثيل الضوئي يتم اطلاقها على شكل طاقة حرارية، والإنسان أيضا يقوم بتحويل حصته من الطاقة الشمسية أو فقدها على شكل

حرارة. و هكذا تبقى الطاقة الكلية محفوظة و لا خلل في دورتها وعليه فإن الشمس مصدر متجدد للطاقة ولن ينفد**[32]**.

تعد الطاقة الشمسية مصدرا هاما يمكن له أن يساهم بشكل مباشر في تحسين نوعية الحياة على الأرض، وذلك إذا تم تسخيرها بالشكل المناسب و الصحيح **[33].** تشع الشمس طاقة بمعدل (3.85×10^{23} kw)، يصل منها إلى الأرض حوالي (1.72×10^{14} kw). تبلغ قيمة التدفق الحراري للطاقة الشمسية الضاربة في الغلاف الجوي الخارجي حوالي

(1.38 kw) لكل متر مربع، تخترق أشعة الشمس الغلاف الجوي، و يمتص بعضها من خلاله، في حين تقدر الحرارة الواصلة إلى سطح الأرض عند مستوى سطح البحر بحوالي (990w) لكل متر مربع**[34]**.

الشكل رقم(17): الطاقة الشمسية.

الشكل رقم(18): توليد الكهرباء بطاقة الشمس.

2.8.4.1 مميزات ومعيقات الطاقة الشمسية:

1. مميزات:

تتميز الطاقة الشمسية بمزايا متعددة يمكن إجمالها بما يلي:**[37] [36] [35]**

- ❖ طاقة متوفرة في بلادنا بكميات كبيرة.
- ❖ الطاقة الشمسية هي طاقة هائلة من حيث كميتها، وهي لا تنضب عمليا بالمقارنة مع مصادر الطاقة الأخرى كالوقود الأحفوري .
- ❖ طاقة مجانية حيث يعتمد استخدامها على التكلفة التأسيسية فقط .
- ❖ تتوزع على سطح الكرة الأرضية كلها وخاصة في مناطق العرض حتى ما يزيد عن(° 60) شمالا و جنوبا.
- ❖ يكون توزعها منتظم تقريبا عند خطوط عرض محددة وحتى المناطق القطبية القريبة .
- ❖ عملية من ناحية استخدامها ويمكن تحويلها إلى أشكال مختلفة من الطاقة (كهربائية، حرارية ...).
- ❖ طاقة نظيفة من حيث تأثيرها على البيئة وعدم خطورة استخدامها، على عكس الطاقة الناتجة عن احتراق الفحم والبترول والطاقة النووية المستخدمة حاليا.

2. معيقات:

- ❖ ارتفاع التكلفة لمشاريع الطاقة المتجددة بصفة عامة، وأهمها مشاريع الطاقة الشمسية وذلك نتيجة لارتفاع التكلفة المبدئية للمعدات والمنظومات بصفة رئيسية بالمقارنة بنظم ومعدات الطاقة التقليدية والتي تنتج نفس الكمية من الطاقة .
- ❖ الدعم المقدم للطاقة التقليدية يخفض من أسعارها ويرفع من تكاليف استخدام الطاقة المتجددة .
- ❖ اختلاف درجة سطوع الشمس خلال ساعات الليل والنهار، فالأجهزة الشمسية لا تلتقط أشعة الشمس بفاعلية إلا لمدة ثمان ساعات أثناء النهار، بحيث تصبح مشكلة تخزين هذه الطاقة المفتاح إلى تطوير مستقبل استخدامه مع وجود بعض المشكلات المتعلقة بعملية التخزين نفسها .
- ❖ الافتقاد إلى الكوادر الفنية المدربة .
- ❖ رغبة بعض الجهات التي يعتمد اقتصادها على استخدام الطاقات التقليدية الأخرى سواء من الوقود الأحفوري أو الطاقة النووية كمصدر للطاقة، على تقييد التقدم في مجال الطاقة الشمسية والذي من شأنه أن يؤثر سلبا على اقتصادياتها .
- ❖ المساحة الكبيرة المطلوبة لوضع الأجهزة المجمعة لأشعة الشمس غير المركزة**[38]**.

3.8.4.1 استخدامات الطاقة الشمسية [40] [39] :

تتميز الطاقة الشمسية بإمكانية تحويلها واستخدامها في تطبيقات متعددة يمكن تصنيفها إلى:

تطبيقات حرارية: تشمل جميع التطبيقات التي تعتمد على إنتاج الحرارة باستخدام الطاقة الشمسية، والتي نميز فيها ما يأتي:

- ✓ تسخين المياه للاحتياجات المنزلية و الإنتاجية (السخان الشمسي).
- ✓ تدفئة المباني السكنية والصناعية .
- ✓ التكييف و التبريد .
- ✓ تجفيف المنتجات الزراعية والصناعية .
- ✓ تقطير مياه البحر ومعالجة المياه المالحة .
- ✓ تخمير ومعالجة الفضلات العضوية لإنتاج الغازات الصناعية والغاز الحيوي .
- ✓ البرك الشمسية لتجميع و تخزين هذه الطاقة الحرارية و الطاقة الكهربائية.

تطبيقات كهربائية:

تشمل جميع التطبيقات التي تعتمد على إنتاج الكهرباء باستخدام الطاقة الشمسية، حيث يوجد نوعان من أنظمة تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية:

- ✓ أنظمة التحويل المباشر والتي تتم باستخدام الخلايا الشمسية، وتتألف بصورة أساسية من مواد نصف ناقلة تستطيع تحويل طاقة الفوتونات الضوئية إلى طاقة كهربائية، تولد الخلايا الشمسية تيارا مستمرا ومباشرا تعتمد طاقته على سطوع ومستوى أشعة الشمس حيث كفاءة الخلية نفسها مساحة سطح الخلية الواحدة و عدد الخلايا.
- ✓ أنظمة التحويل غير المباشر و التي يتم فيها استخدام الطاقة الشمسية للحصول على طاقة حرارية ومن ثم تحويلها إلى طاقة كهربائية عبر أنظمة ترموديناميكية والتي يمكن أن تكون عنفات بخارية لإنتاج الطاقة الكهربائية.

4.8.4.1 واقع الطاقة الشمسية في الجزائر:

نظرا للموقع الاستراتيجي للجزائر تتوافر لديها أعلى الحقول الشمسية في العالم، حيث يصل متوسط الإشعاع الشمسي عبر كامل التراب الوطني إلى أكثر من 2000ساعة سنويا ويصل عدد الأيام المشمسة إلى حوالي 330يوم في السنة، ومجموع تلقي الطاقة الشمسية يقدر 169400 تيراواط ساعة / سنة، أي 5000 مرة استهلاك الكهرباء السنوي في البلاد**[41]**.

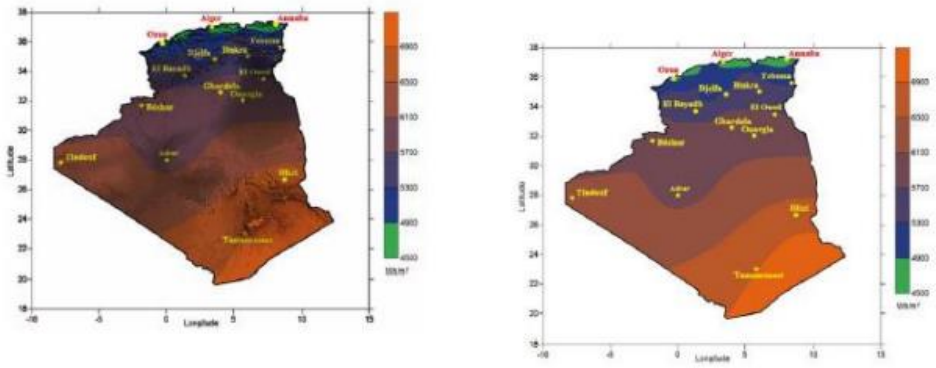
الجزائر لديها أهم حقل للطاقة الشمسية في العالم، حيث تقدر إمكانات الطاقة الشمسية في الجزائر ما يعادل 37.000 مليار متر مكعب**[42]**.

والجدول التالي يوضح إمكانات الطاقة الشمسية في الجزائر:

المنطقة	الصحراء	الهضاب العليا	منطقة الساحل
المساحة	86	10	4
متوسط مدة الإشعاع الشمسي (ساعة/سنة)	3500	3000	2650
متوسط الطاقة (ك و س/م^2/سنة)	2650	1900	1700

الجدول رقم(02): إمكانية الطاقة الشمسية في الجزائر.

والجدير بالاشارة أن الجزائر تمتلك اكبر نسبة من الطاقة الشمسية في حوض البحر المتوسط تقدر بِـ 4 مرات مجمل الاستهلاك العالمي للطاقة، و60 مرة من حاجة الدول الأوروبية من الطاقة الكهربائية، ولأجل ذلك شرعت الجزائر في إنشاء محطة للطاقة الهجينة تعتبر الأولى من نوعها على مستوى العالم التي تعمل بالمزج بين الغاز والطاقة الشمسية، بالإضافة إلى إنشاء ثلاث محطات أخرى للطاقة الهجينة بقوة 400 ميغاواط شمسي والتي ستكون موجهة للاستهلاك المحلي فحسب، وبالتالي فتفعيل الطاقة الهجينة من شأنه حماية مخزون الجزائر من الغاز الطبيعي، لأن استعماله في إنتاج الكهرباء قد استنزف حوالي 48 %من احتياطي الطاقة الغازية، وبالتالي أصبح الاعتماد على الطاقة الشمسية هو الحل الأمثل، خاصة بعد إرتفاع تكلفة الكهرباء المنتجة بالغاز الطبيعي علما أن مقدار الاستهلاك الطاقوي في الجزائر يترواح ما بين 25 و30 ألف ميغاواط سنويا، في حين يمكن الاعتماد على 9.13 ألف ميغاواط في السنة كطاقة ناتجة عن الخلايا الشمسية**[1]**.



الشكل رقم(19): خريطة المتوسط السنوي لشدة الإشعاع الشمسي في مختلف مناطق الجزائربصورة أفقية بفترة:1992-2002.

الفصل الثاني:
الأحواض الشمسية

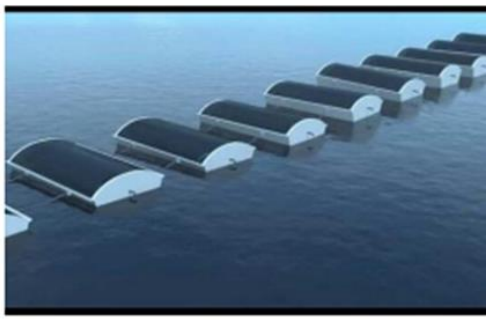
1.2 تعريف الأحواض الشمسية :

تمثل الأحواض الشمسية واحدة من أبسط الطرائق المباشرة لجمع الإشعاع الشمسي وتحويله إلى طاقة حرارية،علاوة على ذلك هي مجمع طاقة شمسي يعمل على تجميع و تخزين الحرارة بمجال يتراوح من 5°C إلى 120°C[43].

تعتبر الأحواض الشمسية مجمع شمسي ذو مساحة كبيرة يستخدم الماء كوسط ناقل لثالثة عوامل أساسية :

- تجميع طاقة الإشعاع الشمسي، و من ثم تحويلها إلى حرارة.
- تخزين الحرارة .
- انتقال الطاقة الحرارية إلى خارج المنظومة (الجملة)[44].

وهي الأحواض المصممة بشكل اصطناعي(غير طبيعي)، مع إمكانية الحفاظ على درجة الحرارة الكبيرة في الطبقة المخزنة للحر ارة (طبقة الحمل الحراري السفلية) بالطريقة التي يمنع فيها التركيز العالي للملح حصول الحمل الحراري.



الشكل رقم(20): البرك الشمسية مصدر للطاقة المتجددة.

2.2 تاريخ الأحواض الشمسة:

لم تخترع البرك الشمسية، بل كان أول اكتشاف لها في أوروبا الشرقية (ترانسيلفانيا/المجر أوائل عام 1900م على يد فون كاليسينسكي) الذي لاحظ ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة بشكل طبيعي في بحيرة ميدف إلى 70°C عند عمق(1.32m) في نهاية الصيف وحتى بداية الربيع بلغت أدنى درجة حرارة مسجلة حوالي °C 26. كتب ذلك في أول تقرير له عن بركة شمسية طبيعية عام 1902م، وبعد هذا التقرير تلاه عديد من

الدراسات على نفس البركة الطبيعية **[45]**، لاحظ فون كاليسنسكي أن درجات الحرارة المرتفعة في البركة تعود إلى وجود تدرج طبيعي في ملوحة البحيرة، سجلت كذلك درجات حرارة وصلت إلى°C 50 وذلك على عمق 2m في بحيرة ضحلة بولاية واشنطن/ الولايات المتحدة الأمريكية. أدى الإشعاع الشمسي المباشر في منطقة الأنتاركتيكا إلى فارق في درجة الحرارة بلغ °C 45 في بحيرة بوني وبحيرة فاندا على عمق m 60**[46]**، وجد من هذه الملاحظات أن تدرج الملوحة يلعب دورا هاما في تخزين الطاقة الحرارية التي يتم جمعها من الإشعاع الشمسي والتي لفتت انتباه الدكتور رودولف بلوتش لأول مرة، الفكرة التي ألمح إليها فون كاليسينسكي (نظام تخزين الطاقة الشمسية) باستخدام الأحواض الشمسية الاصطناعية **[47]** . لم تكن هناك أي محاولات تذكر لتصميم الأحواض الشمسية بهدف تجميع واستخدام الطاقة الشمسية حتى منتصف القرن العشرين، حيث درست هذه الفكرة بوساطة رابل ونيلسن في الولايات المتحدة الأمريكية عام1947 م للاستفادة من تخزين الطاقة و كذلك التسخين باستخدام الأحواض الشمسية . أنشأ أول بركة شمسية عام 1959م بالقرب من البحر الميت، و كان طول البركة 25m وعرضها 25m،وتم طلاء قاعها باللون الأسود، وقد وضع الملح في هذه البحيرة بحيث يتزايد تركيزه كلما اتجهنا إلى قاع البحيرة، وبلغت درجة حرارة البحيرة على عمق(80cm) تسعون درجة مئوية. أما الرقم العالمي المسجل لأعلى درجة حرارة في الأحواض الشمسية فهو°C 109 عند عمق 2m في جامعة نيومكسيكو عام 1980 م. بدأت الأبحاث على الأحواض الشمسية تعود للواجهة بعد عام 1970م، فقد صممت الأحواض الشمسية عموما لإنتاج الطاقة الكهربائية لكنها لم تكن قادرة على المنافسة من حيث التكلفة. زاد الاهتمام بالأحواض الشمسية التي تم دراستها في العديد من البلدان مثل تشيلي و الاتحاد السوفييتي والهند واستراليا والولايات المتحدة الأمريكية ... وغيرها خلال العقود الثالثة الماضية.

تعتبر الأحواض الشمسية الآن ذات شهرة واسعة في جميع أنحاء العالم، ومن أكثر الأحواض الشمسية شهرة (بركة EL-PASO التي صممت عام 1983م في جامعة نيومكسيكو/ تكساس، الولايات المتحدة الأمريكية)، حيث بدأت العمل كقدرة تشغيلية منذ عام 1985م، واعتبرت أول بركة شمسية مصممة لتوليد الطاقة الكهربائية في الولايات المتحدة الأمريكية. وفي عام 1987م قدمت كأول بركة شمسية بهدف تحليةً المياه في الولايات المتحدة الأمريكية، إذ تعتبر تقنية البركة الشمسية طريقة جديدة نسبيا لتحلية المياه بالطريقة الحرارية. كانت درجات الحرارة المسجلة في هذه البرك °C90ولكن بعد وقت قصير من ذلك فإن الطبقات متدرجة الملوحة فقدت كفاءتها (دمرت) كنتيجة لارتفاع درجة الحرارة في المياه المالحة التي وصلت لدرجة غليان الماء. حيث أعيد تصميم البركة متدرجة الملوحة وتم تحسين المنظومة لتجنب مثل هذه المشاكل في المستقبل. ركزت أبحاثEL-PASO على دمج البرك الشمسية مع تقنيات التحلية الحرارية.

بنيت بر كة شمسية بمساحة صغيرة خلال منتصف عام 1980م، وصلت درجات الحرارة المسجلة فيها إلى أكثر من80°C خلال فصل الصيف

تعد بركة بوج الشمسية الأكثر شهرة في الهند / ولاية غوجارات، حيث وصلت فيها درجات الحرارة المسجلة إلى أكثر من 90°C.

الشكل رقم(21): بركة بوج الشمسية في الهند.

الشكل رقم(22): بركة ال باسو الشمسية.

الشكل رقم(23): بركة هيل برميدا الشمسية.

3.2 تصميم و أداء الأحواض الشمسية:

يعتمد تصميم البرك الشمسية على تطبيق نوعي معين، فمن المهم والضروري جدا تحديد مدى قابلية البركة للتطبيق العملي قبل مرحلة التصميم و البناء، فمثلا البركة الشمسية المصممة لتزويد المياه الساخنة بدرجات حرارة فوق 80 °C وبهدف توليد الطاقة كذلك تتطلب معاملات مختلفة مقارنة بتلك التي توفر الماء الساخن بدرجات حرارة تبلغ 35 °C لتطبيقات الاستزراع المائي. علاوة على ذلك، يجب الأخذ بالحسبان درجة

الحرارة المراد تسليمها لأي تطبيق، ومن هنا يمكن القول بأنه يجب الحفاظ على درجات الحرارة المخزنة في البركة الشمسية بمقدار أعلى ب (5 °C ~ 3) من درجات الحرارة المستخرجة (المسلمة إلى خارج المنظومة)، و ذلك من أجل تعويض خسائر نقل الحرارة.

4.2 أهمية التصميم و الحجم:

يعتمد حجم البركة الشمسية على توفر الإشعاع الشمسي جنبا مع درجة الحرارة المطلوبة للتطبيقات العملية، فبالنسبة للتطبيقات التجريبية ذات مساحة سطح أقل من 500 m² يفضل استخدام برك دائرية الشكل من أجل الأخذ بالحسبان عاملي فقدان الحرارة وأسباب عملية أخرى، حيث يوفر الشكل الدائري أقل حيز من الفراغ يمكن أن يشغله سطح معين، فيما يفضل أن تكون البرك مستطيلة الشكل عندما نتعامل مع برك شمسية أكبر وهنا لا يكون فقدان الحرارة للوسط المحيط عاملا هاما**[48]**.

5.2 المساحة السطحية والعمق:

تحدد المساحة السطحية و كذلك العمق الخصائص التطبيقية العملية للبركة الشمسية وأدائها، حيث تتبع طريقة بسيطة لتقدير المساحة اللازمة و المناسبة من خلال أخذ المعدل الوسطي للحمل الحراري السنوي وفق الآتي:

يؤخذ بعين الاعتبار المعدل السنوي للطاقة الشمسية الواردة إلى متر مربع واحد من سطح أفقي في موقع البركة الشمسية (مثلا$7\ GJ/m^2.year$) ، rثم تحسب المساحة السطحية الأفقية حيث يسقط الإشعاع الشمسي الوارد خلال السنة وهذا يساوي إلى الحمولة السنوية التي يتم توريدها للتطبيقات العملية ؛ فإذا كان الحمل السنوي (2800 GJ) تكون بناء عليه المساحة السطحية ($400\ m^2 = 7 / 2800$) ثم نضرب هذه القيمة بالعامل (من 5 إلى 10) لتقدير القيمة الحقيقية لمساحة السطح بما يتوافق مع تلبية و تحقيق الحمل السنوي.

و بالتالي نحتاج إلى مساحة سطح مقدارها ما بين ($2000 \sim 4000\ m^2$) للتزويد بحمل حراري سنوي يبلغ (2800 GJ)**[43]**.

6.2 اختيار الموقع:

يجب أن يتم اختيار موقع مناسب لبناء البركة الشمسية، وفيما يلي نورد أهم الخصائص الرئيسية لتحقيق ذلك:

- معدل اشعاع شمسي مرتفع.

- سرعة رياح منخفضة للحد من ظاهرة اختلاط الطبقة السطحية (حصول تموج) قد يعيق مرور الإشعاع الشمسي إلى الطبقات الداخلية.

- موقع مسطح أفقي (غير منحدر) مع امكانية عدم وجود أشجار أو نباتات لتحقيق سهولة البناء.

- توفر جدول مائي بعمق أكثر من (5m) قريب من منطقة التخزين للحد من الخسائر الحرارية.

- خصائص جيدة فيما يتعلق بتماسك واستقرار التربة**[50] [48] [49]**.

7.2 مزايا و عيوب الأحواض الشمسية[38]:

1. المزايا:

- ❖ تعمل كخزان حراري كبير و ذلك بسبب كبر كتلتها و هو ما يجعل سعتها الحرارية كبيرة لذا فهي قد لا تفقد أكثر من 10 درجات مئوية في خلال عدة أسابيع حتى في غياب أي اشعاع شمسي.
- ❖ تعمل كمجمع شمسي مسطح يسمح بتخزين القاع إلى ما يقرب من 90 درجة مئوية.
- ❖ يقوم هذا النظام بتجميع الإشعاع الشمسي بغض النظر عن شدة هذا الإشعاع و درجة حرارة الجو حيث تسمح بتخزين حرارة النهار لاستخدامها ليلا.
- ❖ كلما كانت البركة أكثر عمقا أصبحت أكثر فاعلية و ذلك بسبب وجود كتلة مائية كبيرة وسعة حرارية كبيرة مصاحبة.
- ❖ باستخدام مواد عضوية يمكن توليد الكهرباء تعتمد على تلك المواد بدل من الماء.
- ❖ تكلفتها أقل من المجمعات الشمسية المسطحة سواء من حيث التكلفة لوحدة السعة أو التكلفة لوحدة الطاقة المعطاة.

2. العيوب:

- ❖ استخدام بعض المواد الكيمياوية السامة لمنع نمو الطحالب.
- ❖ انخفاض فارق درجات حرارة التشغيل و ذلك لانخفاض الكفاءة إلى حوالي 2 بالمئة إجمالا.
- ❖ الحاجة إلى كميات كبيرة من المياه العذبة وذلك للحفاض على تدرج الملوحة و هذا أمر صعب و خاصة في المواقع الطبيعية المفضلة لهذه البحيرات و عادة تكون الصحاري ذو الشعاع الشمسي العالي، و التي أساسا تعاني من نذرة المياه العذبة فيها.

- ❖ الأحواض الشمسية تبطأ خواصها عند التعرض للعوامل الخارجية و على الأخص التيارات الهوائية التي تؤدي إلى تقليب المياه المالحة و اختلاط طبقاتها.

8.2 تصنيف الأحواض الشمسية:

يمكن تصنيف البرك الشمسية إلى نوعين رئيسيين: **(برك شمسية تمتاز بوجود الحمل الحراري ، وبرك شمسية لاتمتاز بوجود الحمل الحراري).**

1.8.2 الأحواض الشمسية ذات الحمل الحراري:

وهي عبارة عن مجمعات أفقية تتكون عادة من طبقة واحدة متجانسة مع غطاء شفاف يغطي سطح البركة، يقلل هذا الغطاء من فقدان الحرارة عن طريق عملية التبخر، و كذلك يقلل من إعاقة التوصيل الحراري.

يمكن أيضا أن يمنع هذا الغطاء المؤثرات الخارجية مثل الرياح، الغبار، و الشوائب التي تقع على سطح البركة من الوصول إلى البركة.

وهناك نوعين من هذه البرك هما:

1.1.8.2 البرك الشمسية الضحلة:

و هي عبارة عن مجمعات طاقة شمسية كبيرة تتكون من مجسم بلاستيكي يحتوي على الماء، تعتبر البرك الشمسية الضحلة من البرك التي تمتاز بوجود الحمل الحراري. عادة ما يكون عمق الماء فيها صغير نسبيا حوالي (15Cm ~ 4) ، وهذه الطبقة متجانسة فيما بينها. إن المفهوم الذي تقوم عليه البرك الشمسية الضحلة معروف منذ بدايات القرن العشرين عندما استخدم ويلز وبويل هذه الفكرة لإنتاج الطاقة.

حاولا تصميم برك شمسية مختلف، واحدة منها تألف من بركة خشبية مبطنة بورق قطران و مغطاة بنافذة زجاجية مزدوجة، في حين تم عزل كل جانب و كذلك الجانب الأسفل بنشارة الخشب. كان مستوى الماء في البركة (7.5 Cm).

شملت تصاميم أخرى الإسفلت و الرمل للعزل، لكن هذا الأخير لا يمكن أن يبقى جافا و عليه فإن فقدان الحرارة من الأسفل/من القاع للملامس للأرض/ كان مرتفعا.

نجع ويلز وبويل في رفع درجة الحرارة من 38 °C إلى 80°C باستخدام الزجاج الذي غطى مساحة سطح تبلغ

(110 m²) في عامي (1906 و 1908) م، بلغت أعلى قيمة للطاقة التي تم الحصول عليها(11 Kw).

قام شومان مع بداية القرن العشرين بتشغيل المحرك البخاري على نفس النظام المستخدم من قبل ويلز وبويل، كما استخدمت البرك الشمسية الضحلة (SSP) في مشروع طاقة شمسية واسع النطاق و كانت النتائج التجريبية المحققة جيدة**[51]**.

الشكل رقم(24): البرك الشمسية الضحلة.

2.1.8.2 البرك العميقة الغير مالحة:

تختلف هذه البركة عن البركة الشمسية الضحلة فقط من حيث أن المياه لاتحتاج إلى ضخها داخل و خارج المخزن، يغطي البركة العميقة الخالية من الملح زجاج مزدوج في الليل أو عندما لا تتوفر الطاقة الشمسية يؤدي إلى وضع مادة عازلة أعلى الزجاج إلى تقليل فقدان الحرارة **[52]**.

2.8.2 الأحواض الشمسية اللاحملية:

سميت بهذا الاسم بسبب وجود الطبقة المتوسطة اللاحملية (NCZ) التي تتشكل بين طبقة الحمل الحراري العليا (UCZ) و الطبقة السفلية المخزنة للحرارة (HSZ). يمنع هذا النوع من البرك فقدان الحرارة عن طريق منع انتقال تيارات الحمل الحراري داخل كتلة المحمول، و عادة ما تتألف هذه البرك من ثلاث طبقات من المياه المالحة كما أن تركيز الملح يكون عالي في الطبقة السفلية و بمستويات أدنى في الطبقة السطحية**[46]**.

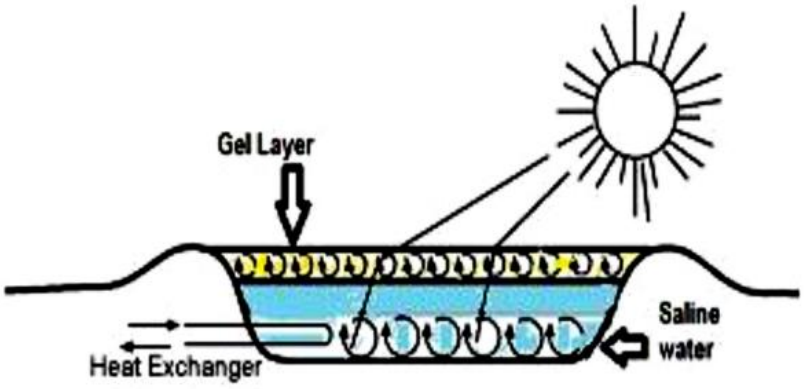
تنقسم الأحواض الشمسية اللاحملية إلى نوعين رئيسيين هما:

1.2.8.2 برك جل الشمسية (الأحواض الشمسية المتوازنة اللزجة):

يتبع الإجراء في هذا النوع إلا أنه يتم استخدام الجل كطبقة سطحية تنتشر فوق الطبقة المخزنة للحرارة مما يعيق الخسائر الحرارية، و متطلبات هذا الجل مرتفعة جدا كما يجب أن يكون ذو سماكة كافية لتجنب الحمل الحراري، و قبل كل شيء يجب أن يكون لديه نفودية جيدة للإشعاع الشمسي بالإضافة لذلك يجب أن يتمتع بمقاومة فيزيائية جيدة للصمود أمام الأحوال الجوية السيئة و مقاومة تكاثف البخار.

أهم المعايير التي يجب أن يحققها الجل المستخدم:

1. ذو نفوذية عالية للإشعاع الشمسي الوارد.
2. قابل للذوبان في الماء البارد قبل البلمرة، و عديم الذوبان فيما بعد.
3. اللزوجة العالية.
4. ثابت (مستقر) كيميائيا و فيزيائيا مع الأخد بالحسبان محلول ملحي ساخن تصل درجة حرارته إلى حدود 100°C أو أكثر.
5. رخيص الثمن.
6. أن يتمتع بحرارة نوعية عالية و معامل تمدد حجمي منخفض.
7. خامل كيميائيا و غير سام.
8. غير قابل للتحلل طول فترة عملية التجمد و التذويب، و بالإشعاع فوق البنفسجي إلى جانب أنه قوي ميكانيكيا وله تركيب مستقر ثابت**[53]**.



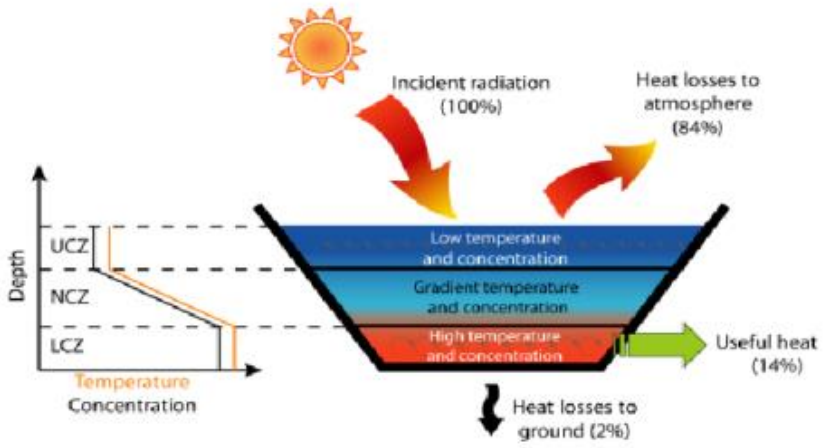
الشكل رقم (25): برك جل الشمسية.

2.2.8.2 برك شمسية متدرجة الملوحة (SGSP):

1.2.2.8.2 تعريف:

في البرك ذات التدرج الملحي الطبقة السفلى أو قاع البركة مكون من طبقة مظلمة يمكنها أن تمتص الحرارة، إذ أنها عادة ما تبطن بالمطاط الاصطناعي أو أي مادة مظلمة أخرى. و بالإضافة إلى مساعدتها للماء على امتصاص الحرارة فإنها تساعد على حماية التربة القريبة من المياه الجوفية من أن يكونا ملوثين بالماء المالح من البركة الشمسية. يوجد في البركة كمية هامة من الملح مستقرة قرب القاع، و أنواع الملح التي يشيع استعمالها هي ملح الطعام أو كلوريد المغنسيوم و يكون الماء مشبعا أو أشبع تقريبا بالملح. أما الأقرب إلى السطح فتوجد أقل كمية من الملح في الماء و توجد في قمة البركة طبقة من الماء العذب الخالية من الملح. هذا التغيير في الملوحة يشكل طبقات في البركة، و إن هذا التغيير التدريجي في كمية الملح يدعى تدرج كثافة الملح. توقف طبقات الماء المالح الميل الطبيعي للماء الحار إلى الصعود إلى السطح. وهكذا، فإن الماء الذي تم تسخينه بواسطة الشمس يبقى في قاع البركة الشمسية، و أن الطبقات الأقرب إلى السطح تبقى باردة. هناك فرق هام في درجات الحرارة بين القمة والقاع للبركة الشمسية ومع ذلك فإن بعض الحرارة تكون قد خزنت على كل طبقة و يمكن الحصول على درجات حرارة تتراوح بين (80-90) درجة مئوية في قاع البركة.

تستخلص الحرارة من قبل مبدل حراري موجود في قاع البركة، وهذه الطبقة الحرارية يمكنها أن تشغل محرك أو تزود تدفئة مركزية، أو تنتج طاقة كهربائية من خلال مرجل بخاري واطئ الضغط. إن الماء المالح الساخن يمكن أن يضخ إلى حيث مكان الحاجة إليه. بعد أن تستعمل الحرارة، يمكن للماء أن يعاد إلى البركة الشمسية ليسخن ثانية**[52]**.



الشكل رقم (26): البرك الشمسية متدرجة الملوحة.

2.2.2.8.2 النظرية العلمية للأحواض الشمسية متدرجة الملوحة:

الفكرة العلمية الأساسية للأحواض الشمسية متدرجة الملوحة تعتمد على إنشاء تركيز ملحي متدرج الكثافة، ولابد أن يكون هذا التدرج كبير نسبيا للتغلب على الدوران الطبيعي الذي يحدث عادة في الأحواض غير المعالجة بهذه الطريقة، و إذا صمم الحوض بحيث توجد منطقة حمل تحت كبقة العزل السطحية فإن طبقة العزل تستخدم لخزن الطاقة الحرارية المجمعة، ومن الممكن أن تزال الطاقة الحرارية من قاع الحوض و تستخدم لأي غرض كان.

تتدرج درجة تركيز محلول الملح في الحوض الملحي الشمسي بين الصفر عند السطح إلى الحد الأقصى و هو 18 في المائة بالوزن في طبقة التخزين عند القاع، و هي تكافئ ميل في الكثافة مقداره 0.05 جرام لكل سنتنتر مكعب لكل متر، والذي يسمح بالتالي لميل حراري مقداره عشرين درجة مئوية لكل متر. و تحتاج مثل هذه الأحواض إلى حوالي نصف طن من الملح لكل متر مربع من مساحة السطح، ومن ذلك يتضح أن تكاليف الملح و توفره تؤثر بدرجة عالية على اقتصاديات الأحواض الملحية الشمسية.

ويتم اختيار الأملاح المناسبة تبعا لقابلية الذوبان، و ازدياد بازدياد درجة الحرارة، و نفاذية المحلول الملحي الكافية للإشعاع الشمسي الساقط، وتوافر الملح بسعر رخيص وأن لاتكون لهذه الأملاح أي خطورة على البيئة.

ولقد بنيت معظم الأحواض الملحية الشمسية باستخدام محاليل ملح كلوريد الصوديوم، ولكن محاليل بعض الأملاح الأخرى مثل مخاليط أملاح كلوريد الماغنسيوم الناتجة عن التبخير المباشر لمياه البحر، قد تؤدي نفس الغرض بتكاليف أقل، والاستخدام الأمثل على نطاق واسع للأحواض الشمسية يرتبط ارتباطا وثيقا بالمكان المناسب، و توفر الملح أو الماء المالح، والنفاذية المحدودة لسطح الأرض المستخدمة.

وتستخلص الحرارة بواسطة سحب الماء الساخن من جهة عند منطقة الحمل الحراري السفلي، وإدخالها على مبادل حراري ثم إعادة إدخالها من الجهة الأخرى، وعلى ذلك تنقص درجة حرارتها عدة درجات مئوية و يكون معدل سرعة مرورها حوالي مائة متر في اليوم**[54]**.

3.2.2.8.2 توزيع الملوحة داخل طبقات الأحواض الشمسية :

تتكون الأحواض الشمسية من ثلاث طبقات أساسية تزداد فيها درجة الملوحة باتجاه العمق تتمثل في:

الطبقة العليا الحملية (UCY): والتى تشكل الطبقة السطحية من البركةّ، وهي طبقة رقيقة من المياه العذبة ذات ملوحة منخفضة جدا بعمق حوالي (0.40 m~ 0.1)، وتتمتع بدرجة حرارة منخفضة قريبة من درجة حرارة الوسط المحيط.

يجب أن تبقى سماكة هذه الطبقة بحدود (0.3 m) تهمل عادة كلفة بنائها حيث يمكن الحفاظ عليها علميا باستخدام أي مياه قليلة الملوحة مثل (مياه البحر مياه عذبة). تأتي أهمية هذه الطبقة لكونها تمنع تعرض الطبقات السفلية لعملية التبخر و الرياح و كذلك الملوثات الخارجية.

الطبقة اللاحملية (NCZ): والتي تدعى أيضا الطبقة المتوسطة أو الطبقة متدرجة الملوحة، تقع بين الطبقتين العلوية و السفلية للبركة بحيث تزداد درجة الملوحة بازدياد العمق. هي الأكثر سماكة، تشكل أكثر من نصف عمق البركة الشمسية، إذ تعتمد سماكة هذه الطبقة على (درجة الحرارة المطلوبة، و خصائص انتقال الطاقة الشمسية و الحرارية من الماء).

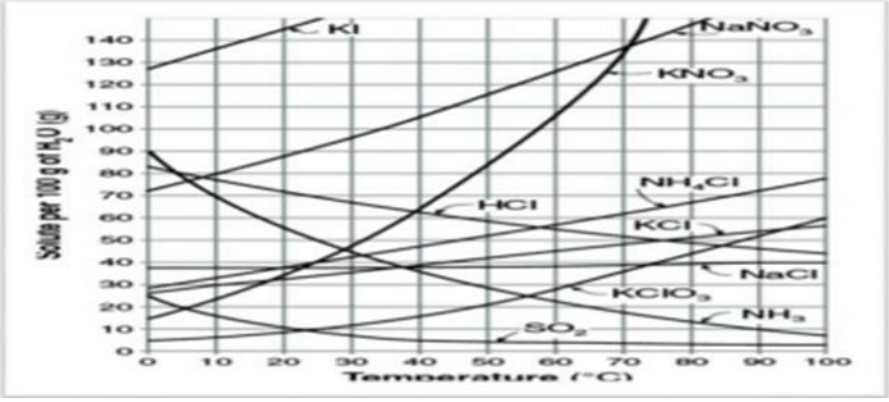
الطبقة السفلية الحملية(LCZ): وهي طبقة كثيفة ذات ملوحة عالية، إذ تتميز بأعلى تركيز للملح فيها، تخزن فيها معظم الطاقة الشمسية على شكل حرارة، حيث يكون هنا تركيز الملح ثابث تقريبا، إذ لا توجد خسارة بالحرارة عن طريق الحمل الحراري لذلك تسمى الطبقة المخزنة للحرارة، يمكن أن يحصل فقدان الحرارة من الطبقة السفلية إلى الطبقة العلوية عن طريق النقل الحراري و ليس الحمل الحراري و ذلك لوجود الطبقة المتوسطة التي تلعب دور الفاصل بين الطبقتين**[55]**.

4.2.2.8.2 العوامل المؤثرة على توزيع الملوحة داخل الأحواض الشمسية:

1. اختيار الملح :يجب استخدام الملح المناسب في البرك الشمسية لتلبية العديد من المميزات . هناك سمات مختلفة تؤثر على اختيار الملح المناسب للبركة الشمسية يعد معدل الانتشار و قابلية الذوبان التي تعتمد على درجة الحرارة في الماء أمرا ضروريا للغاية للاختيار و يجب أن يكون له قيمة كبيرة للذوبان التي تسمع بأعلى تركيزات للمحلول و يجب ألا تتغير القابلية للذوبان بشكل كبير مع درجة الحرارة بالإضافة إلى ذلك تعتبر التكلفة و التلوث البيئي من أهم جوانب اختيار الملح المناسب للبركة الشمسية يجب أن يكون المذاب في الماء المالح واضح بالنسبة للنشاط الإشعاعي و يجب أن يكون صديقا للبيئة و حميدة للتعامل معه و يجب أن يكون سهل الوصول إليه في مكان قريب من البركة الشمسية و تكلفة الإمداد الإجمالية منخفضة و الملح المتاح بالقرب من الموقع لخفض التكاليف **[56] .**

2. انتشار الملح : كلوريد الصوديوم قيمة منخفضة لمعدل الانتشار بالمقارنة مع الأملاح الأخرى . يتم عرض نتائج المختبرات بحركة بطيئة من كلوريد الصوديوم في جميع أنحاء مناطق التدرج و بالتالي تقليل التداخل مع اختلاط الطبقات، تتراوح قيمة معامل الانتشار للأملاح بشكل أساسي من (10إلى 10-6 م/ث^2) اعتمادا على درجة حرارة الملح و نوعه بينما معامل انتشار كلوريد الصوديوم بين (1.59*10 إلى 3.2*10م/ ثانية^2) في درجات حرارة تتراوح بين25 درجة مئوية و 65 درجة مئوية في المقابل**[56]**.

3. تأثير درجة الحرارة على قابلية ذوبان الملح: يبدي كلوريد الصوديوم تغيرا طفيفا في قابليته للذوبان في الماء مع زيادة درجة الحرارة مقارنة مع الأملاح الأخرى، إذ يبقى ذوبان كلوريد الصوديوم ثابتا تقريبا في الماء و يزداد فقط إلى أقل من (80%) بتغير درجات الحرارة من 0°C إلى100 °C**[57]**.



الشكل رقم(27): يبين اختلاف في منحنيات ذوبان الأملاح المختلفة بتغير درجة الحرارة.

4. موقع البركة: المكان الذي تم اختياره مماثل لأهمية البركة الشمسية من أجل أن يكون تشغيل الهيكل بأقل تكلفة. يجب أن يكون للوضع نهج بسيط للملح و المياه العذبة لتنظيف الأحواض.

يكون الموقع مرتفعا للأشعة الشمسية العارضة و هذا سيؤثر تماما على عمل أي بركة شمسية.

يعتمد عمل أي بركة شمسية على نسب التبخر في منسوب المياه الجوفية المفرط و المرتفع سيضيف عمل البركة لأن الطاقة الحرارية تذهب بسهولة. الحد الأدنى الطبيعي لسرعات الرياح لتقليل من الاختلاط فوق الحاجز العلوي (عند البركة الشمسية المقسمة) يمكن تصنيعه ليعمل مثل المشتت الحراري الذي يعزز معامل العمل لمكيف الهواء**[58]**.

5.2.2.8.2 مصادر الأملاح المستخدمة في الأحواض الشمسية:

تؤثر عدة عوامل على اختيار الملح المناسب أثناء تحضير المحاليل اللازمة لتحقيق تدرج الملوحة في كل طبقة من طبقات البركة الشمسية، من أهم هذه العوامل: (معدل الانتشار، درجة الحرارة المعتمدة على قابلية ذوبان الملح/ و هي من المتغيرات الهامة التي يجب أخدها بالحسبان بخلاف التقنية والأسباب/، التكلفة الاقتصادية و الوفرة، و أيضا التلوث البيئي).

يجب أن يمتلك الملح المستخدم السمات الأساسية الأتية **[56][43] :**

1. أن يمتلك قيمة ذوبانية عالية بما يكفي لتحقيق أعلى درجة اشباع ضمن المحلول المطلوب تحضيره.

2. ألا تتغير ذوبانية الملح إلى حد كبير مع تغيرات درجات الحرارة ضمن البركة الشمسية.

3. أن يكون المحلول شفاف بما فيه الكفاية حتى يسمح للإشعاع الشمسي بالنفاذ إلى قاع البركة، وذلك بعد ذوبان الملح في الماء.

4. أن يكون غير ملوث (صديق للبيئة).

5. أن يكون الملح المستخدم مستقر كيميائيا.

6. أن يمنع حدوث النمو العضوي ضمن المحلول (ظهور طحالب) التي تؤثر بدورها على نقاوة و كذلك شفافية المحاليل ضمن البركة الشمسية.

7. أن يكون ذو كلفة اقتصادية رخيصة الثمن و متوفر بشكل قريب من موقع البركة.

8. أن يكون ثابت جداء الانتشار الجزيئي للملح بأدنى قيمة.

9.2 تطبيقات الأحواض الشمسية:

1.9.2 العمليات الصناعية الحرارية:

تعتبر البرك الشمسية مناسبة للتزويد بالحرارة اللازمة لتطبيقات عملية صناعية هامة مثل تجفيف الملح، صناعة الألبان، مصانع تجهيز الأغذية، كما يمكن استخدام هذه الحرارة في تدفئة وتسخين المياه المقدمة للمدن بتكلفة اقتصادية تنافسية وذلك عندما تبنى الأحواض الشمسية في موقع مناسب**[59]**.

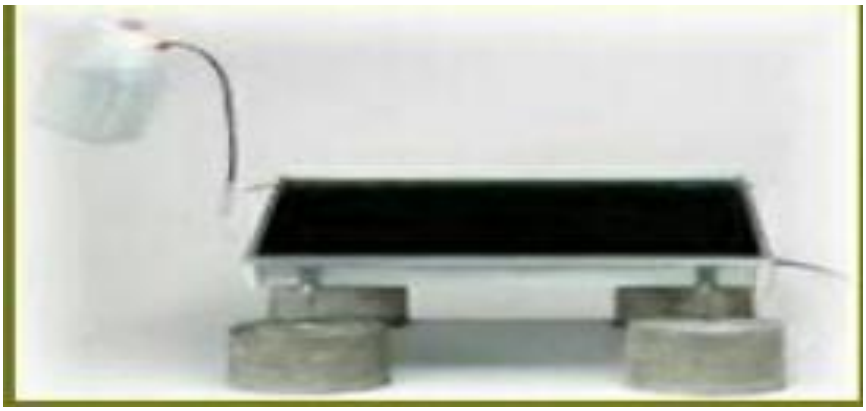
2.9.2 الزراعة والاستزراع (تربية الأحياء المائية):

يمكن استخدام البرك الشمسية لتلبية العديد من الاحتياجات الزراعية التي تتطلب درجات حرارة منخفظة **[61] [60]** ، حيث تزود البرك الشمسية بالطاقة الحرارية التي يمكن توفيرها بسهولة من درجات منخفضة و تعتبر مناسبة للدورات الزراعية السنوية مع إمكانية تعزيز القدرة على توفير الغذاء بشكل مستمر.

3.9.2 إنتاج المياه العذبة:

يتيح استخدام البرك الشمسية في تحلية المياه تخفيض ظاهرة التلوث البيئي الناجم عن استخدام الوقود الأحفوري ، حيث تعمل تقنية تحلية المياه متعددة المراحل (MSF) و تقنية التقطير(MEF)عند درجات حرارة تبلغ حوالي (70°C) ، مما يتيح الفرصة استخدام الحرارة المنتجة من البرك الشمسية في عمليات التحلية الحرارية منخفضة الضغط**[63] [62]**.

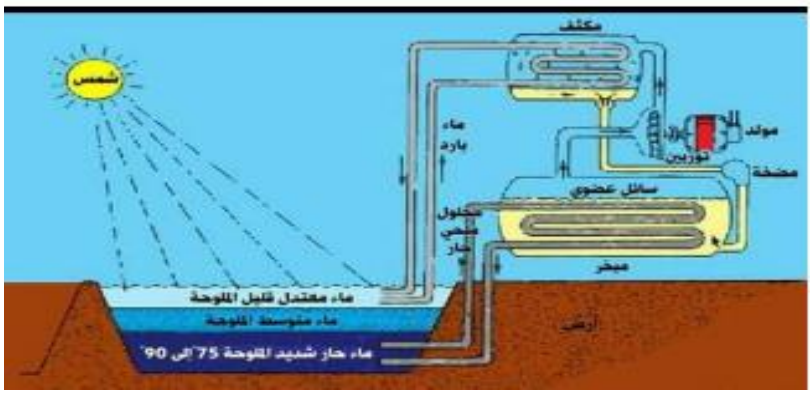
الشكل رقم (28): بركة بوج لتنقية المياه.



الشكل رقم (29): وحدة مصغرة لتنقية المياه.

4.9.2 إنتاج الطاقة الكهربائية:

يمكن تحويل الحرارة المنخفضة المنتجة من البرك الشمسية إلى كهرباء وذلك لتطبيقات يومية، حيث تم إنتاج طاقة كهربائية بنجاح باستطاعة بلغت(5Mw) من بركة شمسية مساحتها$250000m^2$قرب البحر الميت، كما أنتجت البرك الشمسية الطاقة الكهربائية بمجال تراوح ما بين(70kw 15kw) في Alice springs و أستراليا و Paso ~EL في الولايات المتحدة الأمريكية على التوالي بشكل تقليدي و باستخدام محركات دورة رانكين العضوية (ORC) التي لديها القدرة على تحويل الحرارة المنخفضة المنتجة من الأحواض الشمسية إلى طاقة كهربائية حيث تبين بالنتيجة أن لمحركات دورة رانكين العضوية القدرة على تحويل الحرارة إلى كهرباء بكفاءة طاقية بلغت حوالي (6%)**[64]**.



الشكل رقم (30): رسم توضيحي لكيفية توليد الكهرباء من الأحواض الشمسية.

5.9.2 إنتاج المواد الكيميائية:

تستخدم البرك الشمسية لإنتاج العديد من المنتجات الكيميائية مثل كبريتات الصوديوم**[65]** ، وأمالح الكلوريد وكربونات الليثيوم، والأسمدة، وغيرها من الصناعات الكيميائية، حيث توفر الحرارة المنخفضة من البرك الشمسية طريقة فعالة من حيث التكلفة على نطاق واسع في مجال صناعة المنتجات الكيميائية.

الشكل رقم(31): صورة توضيحية لإنتاج المواد الكيميائية.

6.9.2 تخفيف الملوحة:

يتم التخلي عن العديد من الأراضي الزراعية و اهمالها كنتيجة ارتفاع مستويات الملو حة فيها في جميع أنحاء العالم، حيث أنه من الممكن دمج خطط تخفيف الملوحة (تخفيض محتوى التربة من الأملاح) مع البرك الشمسية كتطبيق محتمل ومثير للاهتمام.

يمكن دمج البرك الشمسية بنجاح مع هذه البرك التبخيرية لإنتاج الحرارة أو الكهرباء، ومن ثم توفير الملح الذي تنتجه البرك التبخيرية إلى الطبقة المخزنة في البرك الشمسية، أما الماء المتبقي كمنتج ثانوي فيستخدم في تنظيف قاع البركة قبل توجيهه مرة أخرى إلى البرك التبخيرية**[60] [61]**.

الشكل رقم(32): صورة توضح تخفيف الملح.

10.2 حساب التدفق الإشعاعي في الأحواض الشمسية:

تم توجيه بصريات الأحواض الشمسية نحو دراسة العلاقة بين تخفيف الإشعاع الشمسي و استخراج الحرارة، علاوة على ذلك فإن الأداء الحراري للحوض الشمسي يعتمد بشكل أساسي على جزء من الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى القاع، وهي منطقة سيتم فيها التخزين ومن تم ستتم عملية الاستخراج. هذا الجزء من الإشعاع يعتمد على معامل النقل العام للحوض و الذي يعطى على الشكل:

$$T=T_A T_R$$

T_R و T_A هي معاملات الإرسال، مع مراعاة انعكاس و امتصاص الإشعاع الشمسي في الحوض.

يعتمد امتصاص الماء للإشعاع اعتمادا كبيرا على الطول الموجي.

$\boldsymbol{\lambda}$ يمكن التعبير عنه على أنه قانون بير **[66]**:

$$TA=\int_0^{\infty} \eta(\lambda)\exp\left[-\mu(\lambda)\left(\frac{Z}{\cos(r)}\right)\right]d\lambda$$

حيث:

Z: عمق طبقة الماء.

r: زاوية الانكسار.

طول الموجة(µm)	سماكة طبقة الماء النقي			
	1 cm	10 cm	1 m	10 m
0.6 – 0.2	23.7	23.6	22.9	17.2
0.9 – 0.6	35.3	30.5	12.9	0.9
1.2 – 0.9	12.3	0.8	-	-
$\boldsymbol{\lambda} > 1.2$	1.7	1.7	-	-

جدول رقم (03): امتصاص الإشعاع الشمسي بواسطة المياه النقية.

وفقا للجدول (03)، بالنسبة للأطوال الموجية القصيرة يخترق الإشعاع عشرة أمتار، بينما امتصاص الأشعة تحت الحمراء في السنتمترات الأولى، الماء عمليا غير شفاف للأشعة تحت الحمراء، و بالتالي يمكن اعتبار الحوض الشمسي على أنه وسط شبه شفاف يعمل على حبس الحرارة**[67]**.

$$T_A = \sum_{i=1}^{4} \eta_i \exp(-\mu_i \frac{z}{\cos(r)})$$

η_i: جزء من الإشعاع له معامل امتصاص μ_i.

القيم $\boldsymbol{\eta}_i$ و μ_i من أجل المجالات الطيفية 0.2- 1.2 µm معطاة في الجدول (04).

1	المجال الطيفي (µm)	μ_i (m^{-1})	η_i
1	0.2 – 0.6	0.032	0.237
2	0.6 – 0.75	0.45	0.193
3	0.75 – 0.9	3	0.167
4	1.2 – 0.9	35	0.179

الجدول رقم(04): القيم ηi و μi من أجل مختلف مجالات λ للطيف الشمسي.

تم اقتراح التنعيم لنموذج Rabl و Nielsen بواسطة Bryant و Colbeck**[68]**:

$$T_A = 0.36\text{-}0.08\log\left(\frac{z}{\cos(r)}\right)$$

يبين الشكل (04) التباين في امتصاص المياه كدالة لعمق الحدوث الطبيعي لكلا النموذجين:

Rable-Nielsen و Bryant-Colbeck على مستوى سطح الحوض، معامل الانتقال بواسطة الانعكاس يعطى على الشكل:

$$T_R = \frac{\text{اختراق الطاقة}}{\text{طاقة الحدوث على السطح}}$$

معامل الإرسال T_R (مع اعتبار الانعكاس) يمكن حسابه من علاقة Fresnel**[69]**:

$$T_R = 1 - R$$

$$R = \frac{1}{2}\left[\frac{\sin^2(r-i)}{\sin^2(r+i)}\right] + \left[\frac{\mathrm{tg}^2(r-i)}{\mathrm{tg}^2(r-i)}\right]$$

حيث:

i: زاوية السقوط.

r: زاوية الانكسار.

مع الأخذ في الاعتبار معامل الإرسال الناجم عن الانعكاس والامتصاص، يمكننا حساب الإشعاع الشمسي الذي يخترق العمق z في طبقة الماء باستخدام العلاقة التالية **[70]**:

$$\emptyset_I(z,t) = \emptyset_I(0,t)\, T_R\, T_A = \emptyset_I(0,t)[1-R] \sum_{i=1}^{4} \eta_i \left(-\frac{\mu_i}{\cos(r)}\right)$$

درس Wang و Yagoobi بشكل تجريبي تأثير صفاء المياه ودرجة التركيز على تغلغل الإشعاع الشمسي في المياه**[67]**.

$$\emptyset_i(\chi_i, z, t) = \emptyset_I(0,t)\, T_A(\chi_i, z)$$

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها بأن تركيز الملح لا يؤثر إلا بشكل طفيف على تغلغل الإشعاع الشمسي الشكل (34-33)، من ناحية أخرى تلعب المياه التي تحددها درجة العكارة دورا مهما للغاية في قدرة الإشعاع الشمسي على المرور عبر طبقات كبيرة من الماء .

نموذجهم المقترح الذي يعطي الإشعاع الشمسي في الماء موضح في الشكل التالي:

حيث:

دالة الإرسال هي:

$$T_A(\chi_1, z)$$

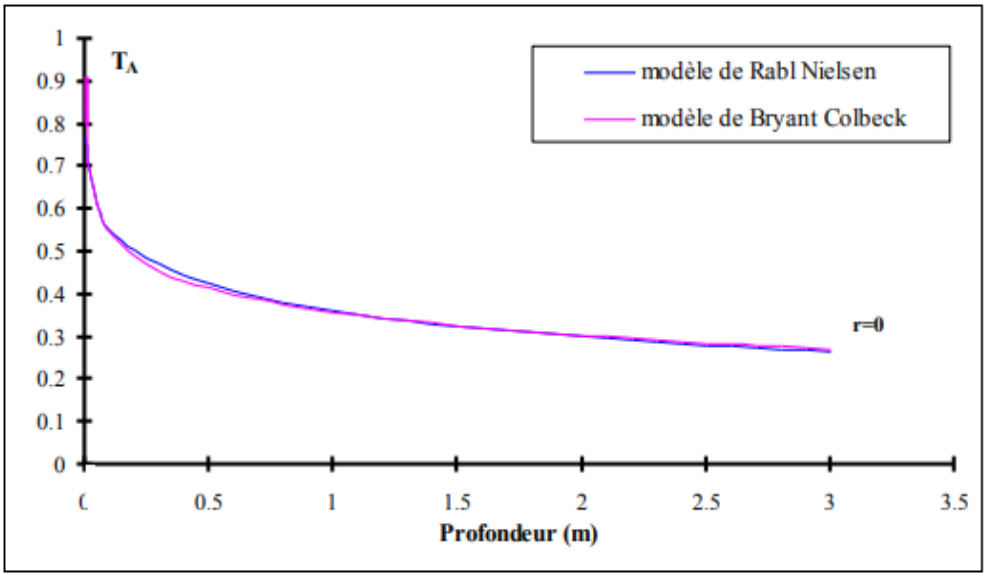
$$T_A(\chi_1, z) = T_A(0.3, z)\, R(\chi_1, z)$$

دالة الإرسال المرجعي هي:

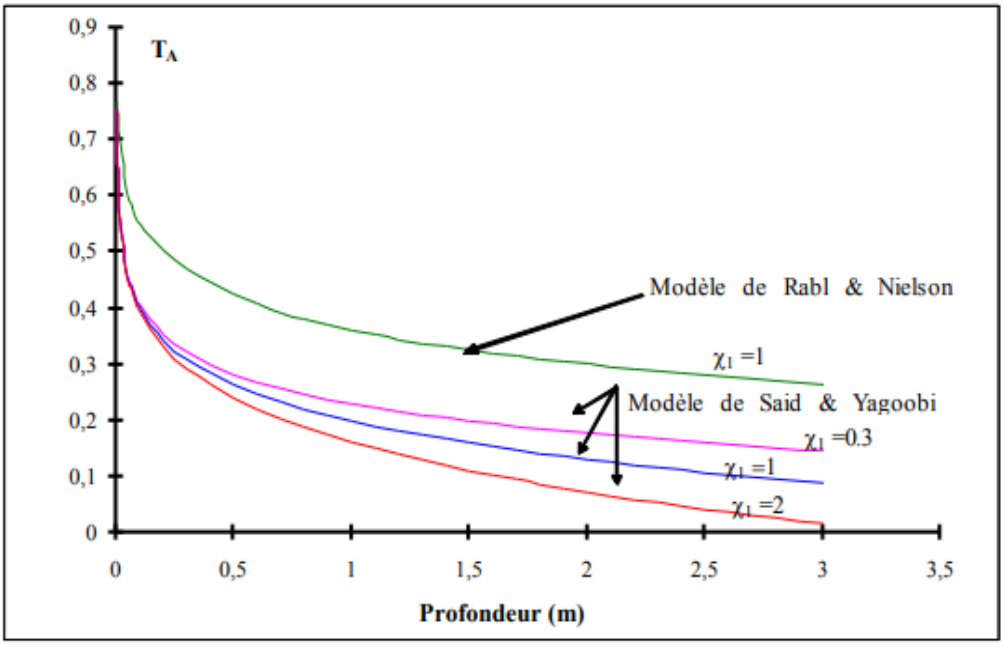
$$T_A\,(0.3, z) = 0.58 - 0.076\ln(100z)$$

$$T_A(\chi_1 - 0.3) + 0.01975(\chi_1 - 0.3) + 0.0144(T_1 - 0.3)^2$$

χ_1 : درجة العكارة في وحدة العكارة الحلزونية NTU.



الشكل رقم(33): تغير معامل الإرسال حسب امتصاص الماء بدلالة عمق الحوض.



الشكل رقم (34): تغير معامل الإرسال حسب امتصاص الماء بدلالة عمق الحوض من أجل قيم مختلفة لعكارة الماء.

الفصل الثالث:

النمذجة العددية و الرياضية لتوزيع الملوحة

مقدمة:

تستخدم أنظمة الطاقة الشمسية بشكل عام لجمع الطاقة، و الأحواض الشمسية من الأنظمة المبتكرة حديثا التي ينصح بها لتخزين الطاقة الشمسية الحرارية في فترة الصيف و الاستفادة منها في الشتاء و في فترات انخفاض الإشعاع الشمسي.

في هذا الفصل تم دراسة نموذج لحوض شمسي أسطواني الشكل، و إجراء حوصلة كتلية للملح في كل المناطق الثلاثة لهذا الحوض المتمثلة في منطقة اللاحمل حراري، منطقة الحمل الحراري العليا، ومنطقة الحمل الحراري السفلى، كما قمنا بالمقارنة بين تراكيز الملوحة التجريبية و المحاكاة العددية، و دراسة أداء و كفاءة الحوض المدروس في شروط تجريبية.

2.3 نموذج الحوض الشمسية:

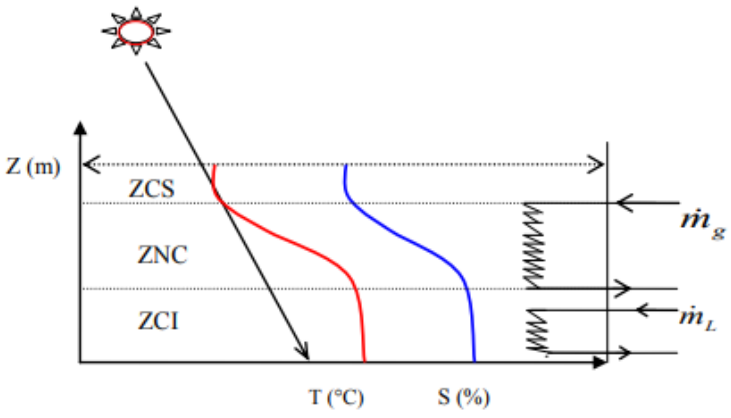
الحوض الصغير الذي تمت دراسته أسطواني، وعمقه H، ونصف قطره R، يتكون من ثلاث مناطق:

منطقة الحمل الحراري العليا (ZCS) ذات السماكة H1.

المنطقة غير الحرارية (ZNC) ذات السماكة H2، و التي تنقسم إلى طبقات متساوية N سمك (dz).

منطقة الحمل الحراري السفلية (ZCI) ذات السماكة H3.

يتم استخراج الحرارة من الحوض عن طريق مبادلين حراريين يوضعان داخل منطقة التدرج و داخل منطقة الحمل الحراري السفلية**[71]**.



الشكل رقم(35):رسم تخطيطي للبركة الصغيرة.

3.3 فرضيات الدراسة[71]:

1. التحولات أحادية البعد.

2. الحمل الحراري المثالي في كل من منطقتي ZCI وZCS ، مما يعني أن درجات الحرارة و التركيزات متجانسة في هاذين المجالين.

3. نقل الحرارة يتم بفضل تدرج التركيز (تأثير Dufour) و الانتشار. ويتم إهمال تركيز الملح بسبب تدرج درجة الحرارة(تأثير السخونة).

4. يفترض أن انعكاس قاع الحوض مهمل و أن الطاقة التي تصل إلى منطقة التخزين يتم امتصاصها بالكامل.

5. معامل انكسار الماء في الحوض ثابث و مستقل عن طول الموجة.

6. درجة حرارة الجدار تساوي درجة حرارة الوسط.

7. درجة حرارة الماء في المبادلات عند كل موضع تساوي درجة حرارة الماء في الحوض عند هذا الموضع (مبادل مثالي).

4.3 الحوصلة الكتلية للملح في الحوض الشمسي[72]:

يتم حساب تركيز الملوحة داخل الحوض اعتمادا على معادلة الانتشار العامة في منطقة اللاحمل الحراري (ZNC).

1.4.3 منطقة اللاحمل حراري:

يتم حساب ملوحة الطبقات المتدرجة المختلفة بواسطة المعادلة العامة للانتشار.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \vec{\nabla}.\left(D\vec{\nabla}C\right)$$

2.4.3 منطقة الحمل الحراري العليا:

يتم حساب تركيز منطقة الحمل الحراري العليا بدلالة توازن الكتلة في هذه المنطقة و هي مقدمة على الشكل:

$$H_1 \frac{\partial C_u}{\partial t} = D \frac{\partial C}{\partial z}$$

3.4.3 منطقة الحمل الحراري السفلى:

التركيز في منطقة الحمل الحراري السفلى (ZCI) يعطى بدلالة توازن الكتلة على الشكل:

$$H_3 \frac{\partial C_L}{\partial t} = -D \frac{\partial C}{\partial z}$$

حيث:

Z : ارتفاع الحوض (m).

D : معامل الانتشار الشامل (m^2/s).

C : تركيز الملح (kg / m^2).

t : الزمن (s).

5.3 نتائج المحاكاة العددية:

الحوض الصغير المحاكي أسطواني الشكل مساحة سطحه $A=0.64m^2$ وقطره $D=0.91m$ وهو معزول حرارياً بطبقة من مادة البوليريثان ذات توصيل حراري $k=0.02W/m°C$.

ينقسم هذا المسبح الصغير إلى ثلاث مناطق:

- منطقة الحمل الحراري العلوية (ZCS) ذات سمك 4cm.

- المنطقة غير الحملية (ZNC) ذات سمك 42cm.
- منطقة الحمل السفلي (ZCI) ذات سمك 40cm.

قبل التسخين توزيع الملوحة خطي في الحوض الصغير. بنسبة قدرها 0.5% في السطح، و 14% في منطقة الحمل الحراري السفلي (ZCI).

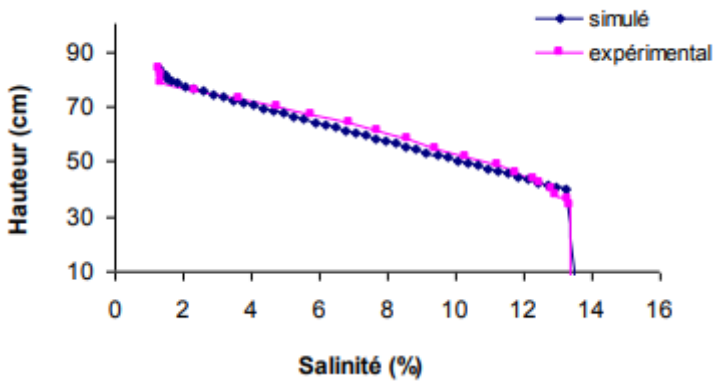
في بداية التسخين يُفترض أن تكون درجة الحرارة متجانسة في جميع أنحاء الحوض الصغير ومساوية لدرجة الحرارة الوسط عند القيمة T_0= 20°C **[71]**.

6.3 التحقق من صحة النموذج التجريبي:

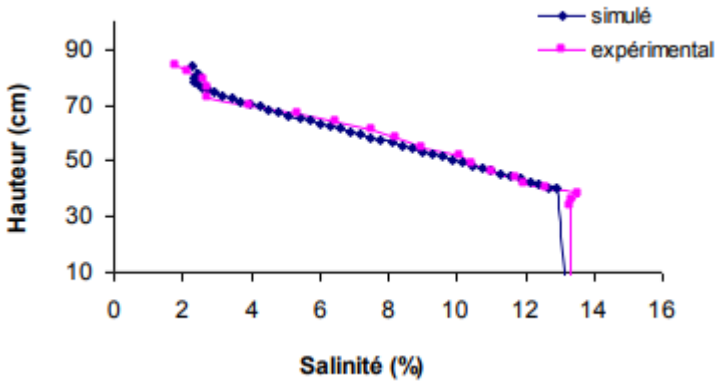
من أجل التحقق من صحة النموذج تم إجراء مقارنة بين النتائج النظرية و التجريبية.

يتم جمع بيانات الطقس خلال الفترة التجريبية و تستخدم لمحاكاة تشغيل الحوض الصغير خلال هذه الفترة.

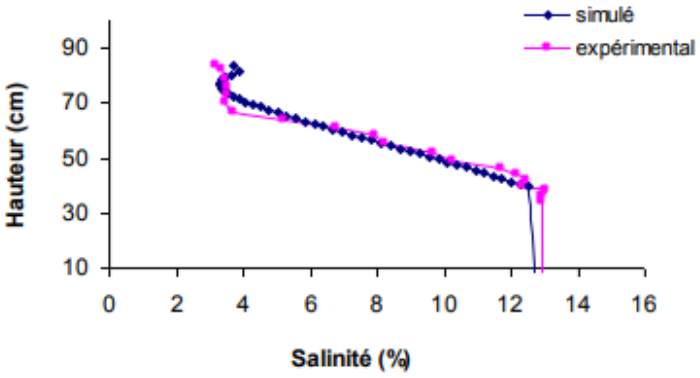
مقارنة بيانات الملوحة التجريبية و المحاكاة:



الشكل رقم(36): تغير تراكيز الملوحة المحسوبة والمقاسة بعد 8 أيام.



الشكل رقم(37): تغير تراكيز الملوحة المحسوبة والمقاسة بعد 18 يومًا.



الشكل رقم(38): تغير تراكيز الملوحة المحسوبة والمقاسة بعد 32 يومًا.

الأشكال (36) (37) (38) تبين البيانات الخاصة بالمحاكاة و قياس درجة الملوحة، تظهر هذه الأشكال توافقا جيدا بين منحنيات المحاكاة و المنحنيات التجريبية باستثناء الاختلاف الطفيف بينها.

و يرجع هذا الاختلاف إلى الآثار التالية:

بالنسبة للمحاكاة (درجات الملوحة المحسوبة عدديا):

اعتبرنا شروط عمل الحوض الشمسي مثالية حيث تم:

- إهمال تأثير الرياح على أداء الحوض الشمسي.
- إهمال تأثير الحواف.

بالنسبة للتجربة (درجات الملوحة المقاسة تجريبيا):

شروط عمل الحوض الشمسي لم تكن مثالية حيث:

- تؤثر الرياح على استقرار الواجهة العليا مما ينعكس على أداء الحوض الشمسي.
- تؤثر الحواف على أداء الحوض الشمسي و ذلك من خلال فقدان جزء من الحرارة إلى الخارج نتيجة التبادل الحراري الذي يحدث بين حواف الحوض و الوسط الخارجي**[71]**.

7.3 كفاءة الحوض الصغير:

يعتمد مردود الحوض الشمسي على كمية الحرارة المستخرجة من الحوض و نوعية وجودة هذه الحرارة، في الأحواض كبيرة الحجم يمكن استخراج الحرارة بكميات كبيرة و في درجات حرارة عالية مناسبة للاستخدام الصناعي. في حالة الأحواض الصغيرة فإن نوع التطبيق محدود بقدرة الحوض الصغير على توفير الكمية اللازمة من الحرارة.

بشكل عام يمكن أن توفر الأحواض الصغيرة كميات ضئيلة من الحرارة، وذلك عند درجات حرارة تتراوح مابين

40 و 60 C °، هذه الكميات من الحرارة مناسبة للاستخدام في التدفئة المنزلية، و التسخين المسبق لمياه التقطير صغيرة الحجم.

نقترح هنا دراسة إمكانية تحسين مردود الحوض الصغير عن طريق اعتماد طريقة جديدة لاستخراج الحرارة من منطقة التدرج (ZNC)، باستخدام مبادل حراري مغمور داخل هذه المنطقة، و مقارنتها بطريقة استخراج الحرارة من المنطقة الحرارية السفلية (ZCI) نحن نختبر التكوينات:

- استخراج الحرارة من المنطقة الحرارية السفلية فقط.
- استخراج الحرارة من منطقة التدرج فقط.
- استخراج الحرارة من منطقتين بشكل مشترك.

يتم استخراج الحرارة من (ZCI) بمعدل تدفق $\dot{m}$، ومن (ZNC) بمعدل تدفق $\dot{m}_g$ ، وبالتالي يمكن كتابة مردود الحوض الصغير على الشكل:

$$\eta=\frac{\dot{m}_g C_{Pe}[T(H_2)-T_a]+\dot{m}_l C_{Pe}[T_L-T_a]}{\emptyset_I}$$

كما هو مبين في هذه العلاقة أعلاه:

إذا كانت:

$\dot{m}_g = 0$ و $\dot{m}_l \neq 0$ فإن:

الاستخراج يكون من منطقة الحمل الحراري السفلى فقط و مردود الحوض يكون كالآتي:

$$\eta = \frac{\dot{m}_l C_{pe}[T_L - T_a]}{\emptyset_I}$$

$\dot{m}_l = 0$ و $\dot{m}_g \neq 0$ فإن:

الاستخراج يكون من منطقة التدرج فقط و مردود الخوض يكون كالآتي:

$$\eta = \frac{\dot{m}_g C_{pe}[T(H_2) - T_a]}{\emptyset_I}$$

حيث:

$\dot{m}_g$: الكتلة الأولية للماء في المبادل الحراري في منطقة الحمل الحراري السفلى.

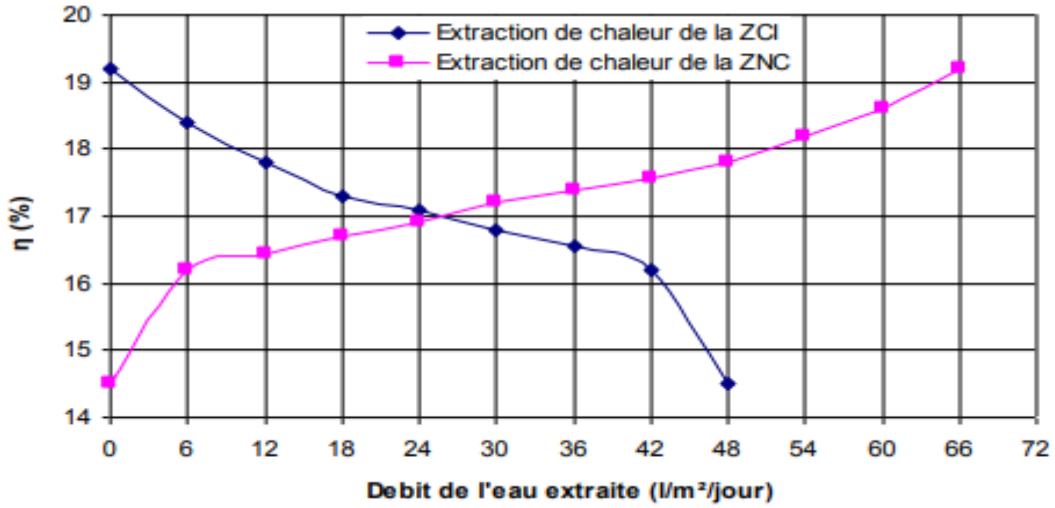
$\dot{m}_l$: الكتلة الأولية للماء في المبادل الحراري في منطقة التدرج.

C_{pe} : الحرارة النوعية للماء في المبادل (J/kg °C).

يوضح الشكل (39) أداء الحوض الصغير ليوم صيفي نموذجي بدلالة معدل التدفق في المبادل الحراري، في هذا المثال يتم استخراج الماء عند درجة حرارة 50 °C، يظهر بأن الحد الأدنى من الكفاءة 14.5 % وهو يتوافق مع حالة الاستخراج من منطقة الحمل الحراري السفلية فقط مع تدفق: $\dot{m}_l$=0.00055 kg /m^2/s يعني 48l/ m^2/jour.

يمكن تحسين هذا الأداء من خلال تقليل كمية الحرارة المستخرجة من منطقة الحمل الحراري السفلية، و زيادة الحرارة المستخرجة من منطقة التدرج لتصل إلى حد أقصى 19.2 % في حالة الاستخراج فقط من منطقة التدرج مع معدل تدفق قدره 0.00076 kg/m^2/s يعني 66l/ m^2/jour.

لذلك نستنتج بأن استخراج الحرارة من منطقة التدرج وحدها يمكن أن تزيد من كفاءة و مردود الحوض الصغير بحوالي 30%، وذلك مقارنة باستخراج الحرارة من منطقة الحمل الحراري وحدها**[71]**.



شكل رقم (39): أداء الحوض الصغير وفقا لتكوينات الاستخراج الحراري الممكنة ليوم صيفي نموذجي عند درجة حرارة ثابتة (°T=50 C).

الخاتمة

الخاتمة:

الطاقات المتجددة أحد أهم المصادر الرئيسية للطاقة بخلاف الطاقة التقليدية بإعتبارها طاقة نظيفة و دائمة مثل: الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية و غيرها.

و أكثر هذه الطاقات توفرها الطاقة الشمسية، و التي بدورها تتمتع بتقنيات عدة و قد أسهم التقدم العلمي في تطوير هذه التقنيات باكتشاف سبل ووسائل إضافية للاستفادة من هذا المصدر المتجدد. ومن هذه الوسائل الأحواض الشمسية التي كانت محور دراستنا، حيث يمكن من خلالها تحويل الإشعاع الشمسي إلى طاقة حرارية، و استغلال ذلك في توليد الطاقة الكهربائية أو في بعض الأغراض الصناعية أو في تحلية مياه البحر.

و تطرقنا في هذا العمل إلى توزيع الملوحة داخل الأحواض الشمسية التي تحتوي على وسط طبقي مثل الأحواض الشمسية متدرجة الملوحة.
قمنا بدراسة على نموذج لحوض شمسي صغير أسطواني الشكل، يتم الاعتماد على معادلة الانتشار العامة لحساب تركيز الملوحة داخل الحوض في منطقة اللاحمل الحراري. نستنتج من هذه الدراسة أن الاختلاف الطفيف لدرجة الملوحة المقاسة و المحسوبة راجع إلى بعض العوامل المؤثرة على منطقة الحمل الحراري العليا، و كميات الحرارة المستخرجة من الأحواض الشمسية الصغيرة تكون ضئيلة مقارنة بالأحواض الشمسية كبيرة الحجم، لكن هذه الكميات يمكن الاستفادة منها في التدفئة المنزلية مثلا.

الاعتماد على طريقة استخراج الحرارة من منطقة التدرج وحدها فقط، يمكن أن تزيد من مردود الحوض الشمسي.

التوصيات:

- ✓ دعم التكنولوجيا و البحث العلمي خاصة في مجال البحث عن البدائل الطاقوية و تطوير الطاقات المتجددة ومن ضمنها الطاقة الشمسية.
- ✓ أهمية الأخذ بالتقنيات الجديدة و الواعدة المنتجة للطاقة مثل الأحواض الشمسية.
- ✓ نوصي بإجراء دراسات تجريبية باستخدام تقنية الأحواض الشمسية لتحسين كفاءة التخزين و زيادة الإنتاجية في التطبيقات العملية المنزلية و الزراعية و الصناعية.
- ✓ اجراء دراسات تجريبية على الأحواض الشمسية بأشكال هندسية مختلفة، والأخذ بالحسبان عاملين أساسين: مساحة السطح والعمق باعتبارهما من أهم عوامل الدراسة.

- ✓ ضرورة استخدام واحدة من التقنيات التي يمكن تطبيقها بشكل ملائم وصحيح لتحقيق تنمية اقتصادية قرب مناطق الساحل التي تستخدم مصادر محلية من ماء بحر، ملح، بالإضافة لطاقة الإشعاع الشمسي.

قائمة المراجع

المراجع:

[1] فروحات حدة، الطاقات المتجددة كمدخل لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر، دراسة واقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في الجنوب، جامعة قاصدي مرباح ورقلة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، مجلة الباحث العدد: 11-2012،ص14 150 153.

[2] فريدة كافي، الطاقات المتجددة ودورها في الإقتصاد وحماية البيئة- دراسة حالة الجزائر-، أطروحة دكتوراه غير منشورة، كلية العلوم الإقتصادية وعلوم التسير، قسم العلوم الإقتصادية، جامعة باجي مختار عنابة، الجزائر، 2015 ،ص69.

[3] نعيم محمد علي الأنصاري، التلوث البيئي (مخاطر عصرية واستجابة علمية)، دار دجلة للنشر، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2009 ،ص207

[4] بوداج عبد الجليل، رجايلية سيف الدين، الطاقات البديلة خيرات التحول وتحديات الانتقال، الملتقى الدولي الثاني، جامعة العربي بن مهيدي، أم البواقي، الجزائر، 2014 ،ص 3-4

[5] https://springpowerandgas.us/the-pros-cons-of-nuclear-energy-is-it-safe/

[6] توفيق محمد قاسم الإنسان والطاقة عبر التاريخ، مهرجان القراءة للجميع الاعمال العلمية مكتبة الاسرة، مصر، القاهرة، 2004، ص 131 142.

[7] عليوة علي، "دراسة و تحليل مقومات الاستثمار في الطاقات المتجددة في الجزائر كبديل للاستثمار خارج المحروقات"، الملتقى الدولي الثاني الطاقات البديلة خيارات التحول و تحديات الانتقال، كلية العلوم الاقتصادية، العلوم التجارية و علوم التسيير، جامعة أم البواقي، 18-19 نوفمبر، 2014

[8] تريكي عبد الرؤوف، "مكانة الطاقة المتجددة ودورها في تحقيق التنمية المستدامة (حالة الجزائر)"، مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية تخصص تحليل اقتصادي، جامعة الجزائر 03،كلية العلوم الاقتصادية العلوم التجارية وعلوم التسيير 2013-2014 ص 117.

[9] حافظ برجاس ، محمد المجدوب، "الصراع الدولي على النفط العربي" بيسان للنشر والتوزيع والاعلام، بيروت، لبنان، 2000، ص 62.

[10] Centre de Développement des Energies Renouvelables,bulletin des énergies renouvelables, N°9, juin 2006, Bouzaréah, Algérie, p27.

[11] Chems Eddine Chitour, les perspectives énergétiques à l'horizon 2020 dans un contexte de globalisation planétaire, 5eme Journée de l'énergie, école national, polytechnique, Algérie, 16 Avril 2001, P 78.

[12] رمضان محمد مقلد واخرون، "اقتصاديات الموارد البيئية الدار الجامعية الاسكندرية"، مصر، 2004، ص 204.

[13] استخدامات الطاقة المائية قديما وحديثا.

https://www.almrsal.com/post/1021377

[14] علي عبد الله العرادي، الطاقة المستدامة (المتجددة) "دراسات وقوانين" إدارة شؤون اللجان والبحوث مجلس الشورى، الاردن، 2012، ص 17.

[15] هارون العشي " مستقبل الطاقات المتجددة في الجزائر و تحديات استغلالها دراسة لواقع مشروع تطبيق الطاقة الشمسية في ادرار الجزائر " مجلة العلوم الانسانية العدد 41 بسكرة الجزائر 2015 صفحة 420 418.

[16] صباح براجي، دور حوكمة، الموارد الطاقوية في إعادة هيكلة الاقتصاد الجزائري في ظل ضوابط الاستدامة، مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في إطار مدرسة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، تخصص اقتصاد دولي وتنمية مستدامة، جامعة فرحات عباس ، سطيف، الجزائر، 2012، ص 134.

[17] ماهي طاقة الرياح، الطاقة الحيوية واستخداماتها، ما هي الطاقة الحرارية الأرضية.

https://mawdoo3.com

[18] بوعشة اسمهان، " جدوى استغلال الطاقة الشمسية كطاقة متجددة وإمكانية استخدامها في التبادلات التجارية الخارجية (دراسة حالة الجزائر) "، مدكرة لنيل شهادة الدكتوراه الطور الثالث (LMD) في العلوم التجارية، تخصص تجارة دولية، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر، بسكرة، (2018-2019)، ص 92.

[19] أمينة مخلفي، "أثر تطور أنظمة استغلال النفط على الصادرات دراسة حالة الجزائر بالرجوع الى بعض التجارب العالمية، رسالة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة الجزائر، 2013، ص 32.

[20] Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese : Renewable Energy – Technology, Economics, and Environment, Springer-Verlag Berlin Meidelberg, Neu York, USA, 2007, P32.

[21] سمير بلعربي، واقع طاقة الرياح في الجزائر.

http://portail.cder.dz/ar/IMG/pdf/Article samir bellarbi pdf - -2.pd

[22] علقمة مليكة، كتاف شافية، الاستراتيجية البديلة لاستغلال الثروة البترولية في إطار قواعد التنمية المستدامة، المؤتمر العلمي الدولي، التنمية المستدامة والكفاءة الاستخدامية للموارد المتاحة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، جامعة سطيف، ص 3.

[23] نصري ذياب خاطر،" جغرافية الطاقة "الطبعة الاولى، دار الجنادرية للنشر والتوزيع، الأردن، 2011، ص 37.

[24] بوحنة منال، "الطاقات المتجددة كخيار استراتيجي للاستثمار في تحقيق التنمية المستدامة تجربة الجزائر والمغرب" مذكرة مقدمة استكمالا لمتطلبات نيل شهادة ماستر أكاديمي في العلوم الاقتصادية، تخصص اقتصاد دولي، جامعة محمد الصديق بن يحيى، جيجل، 2021/2020، ص 46.

[25] w.renovablesverdes.com/ar/biomasa

[26] دوجلاس موسشيت، "مبادئ التنمية المستدامة"، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، مصر 2000 ،ص : 17.

[27] مميزات وعيوب الطاقة الحرارية الجوفية.

https://ma3lomatthaqafiah.com

[28] -https://buildex.techinfus.com/ar/otoplenie/istochniki-teplovoj-energii

zemli.html

[29] مسعود دراوسي، حنان حاقة، واقع و آفاق الطاقات المتجددة في الجزائر (مشاريع و استراتيجية الطاقات المتجددة)، ورقة بحثية تدخل ضمن المحور الثالث، جامعة البليدة2، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية و علوم التسيير، ص6.

[30] https://janoubia.com

[31] https://sadeed.net

[32] المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم إدارة برامج العلوم والبحث العلمي. مصادر الطاقة النظيفة

أداة ضرورية لحماية المحيط الحيوي العربي. البحرين: جامعة البحرين.

[33] Sozhan, N. ; Senthilvelan, T. ; Kaliyappan, T.; Vijayakrishna Rapaka, E. (2013). "Experimental investigation on a 0.25 m2 solar gel pond". IJIRSET. 2(8), pp.3384- 3397.

[34] Rashid, L. F.; Fayyadh, k. I.; Hashim, A. (2012). " Design of solar pond for electricity production". British Journal of Science. 3(2), pp.104-110.

[35] "Solar energy perspectives". Renewable Energy. (IEA) International Energy Agency. (2011). Paris, France.

[36] صيدلي، هيثم؛ ملحم، جهاد (2011) . فيزياء الطاقة. سورية: منشورات جامعة تشرين.

[37] "Solar thermal systems". Second edition. Earth scan (2001). www.earthscan.co.UK.

[38] مها عيد عبد الستار سيد أحمد، "الطاقة الجديدة والمتجددة ودورها في التنمية المستدامة في المناطق الريفية"، رسالة لنيل درجة الماجستير في قسم الهندسة المعمارية كلية الهندسة، جامعة القاهرة، مصر، 2013 ص 5 ، 14 ، 15.

[39] Timilsina, R. G.; Kurdgelashvili, L.; Narbel, A. P. (2011). "A Review of Solar Energy: Markets, Economics and Policies". Research Gate. pp. 1-52.

[40] Timilsina, R. G.; Kurdgelashvili, L.; Narbel, A. P. (2012). "Solar energy: Markets, economics and policies".Renewable and Sustainable Energy Reviews 16, pp. 449-465.

[41] Les énergies renouvlables en Algérie, fiche de synthèse, Unifrance et les missions Economiques, 2010, P1.

[42] سليمان كعوان، جابة أحمد، تجربة الجزائر في استغلال الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، مجلة العموم الاقتصادية والتسيير والعموم التجارية، العدد 14، جامعة المسيلة، الجزائر، 2015 ،ص63.

[43] Sathish, D.; Sathish Kumar, T. R. (2015). "Effective study on solar pond and its various performances". ICIRET. pp. 1-10.

[44] Raj, V. D.; Bhoopathi, A.; Dr.Vijayachandrakala, M. R. K. (2016). "Effect

of Salt Gradient Pond for Thermal Energy Storage". AJBAS. PP. 150-155.

[45] Hull, J. R.; Nilesen, C. E.; Golding, P. (1989). "Salinity gardient solar ponds". CRC Press.

[46] Pitchandi, P.; Dr. Rajendran, M. (2017). "A Temperature Gradient based Harvesting of Solar Energy using a TEG Device". Asian Research Consortium. 7(1), pp. 784-795.

[47] Kalecsinsky, V. (1902). "Uber die ungarischen warmen und heissen Kochalzseen als naturliche Warmeaccumulatoren". Ann. Physik 7. pp. 408.

[48] Nielsen, C. E. (1980). "Design and initial operation of a 400 m2 solar pond". International Solar Energy. pp. 381

[49] Singh, Baljit; Singh, Bhathal (2015). Power Generation from Solar Pond Using Thermoelectric Generators. School of Aerospace Mechanical and Manufacturing Engineering College of Science Engineering and Health, RMIT University.

[50] Saifullah, A. Z. A.; Shahed Iqubal, M. A.; Saha, A. (2012). "Solar pond and its application to desalination". Asian Transactions on Science & Technology (ATST). 2(3), pp.1-25.

[51] EL.Sebaii AA, Ramadan, MRI.Aboul-Enein S;Khallaf, .A M.(2013). "Thermal performance

of shallow solar pond under open and closed cycle modes of heat extraction".Solar Energy95,pp30-41

[52] سمير سعدون مصطفى، بلال عبد الناصر، "الطاقة البديلة مصادرها واستخداماتها"، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، 2010، ص 126،127 ، 128.

[53] Sozhan, N.; Senthilvelan, T.; Kaliyappan, T.; Vijayakrishna Rapaka, E. (2013). "Experimental investigation on a 0.25 m2 solar gel pond". IJIRSET. 2(8), pp.3384- 3397.

[54] الدكتور محمد رأفت إسماعيل رمضان، أستاذ مساعد فيزياء كلية العلوم جامعة طنطة و الدكتور علي جمعان الشكيل أستاذ مساعد الكيمياء كلية العلوم، جامعة صنعاء، " الطاقة المتجددة " ص83-84.

[55] EL-Sebaii, A. A.; Aboul-Enein, S.; Ramadan, I. R. M.; Khallaf, M. A. (2013). "Thermal performance of shallow solar pond under open and closed cycle modes of heat extraction". Solar Energy 95, pp. 30-41.

[56] A.Aizaz, R.Yousaf, Constructioon and Analysis of a Salt Gradient Solar Pond for Hot Water Supply.Euro.Sci.J.9.36(2013).

[57] K.Al-Jamel,S .Khashan,Effect of energy extraction on Solar Pond performance. Energy Convers .Manag .39, 559-566(1998).

[58] خيري أغا"نمدجة أداء البركة الشمسية " رسالة ماجيستر ،كلية الهندسة – جامعة الفاتح (1988) "الطاقة والحياة(العدد الثالث) يونيو 1990ص93.

[59] Reid, R. L.; Swift, A. H. P.; Boegli, W. J.; Castaneda, B. A.; Kane, V. R.(1986). "Design construction and initial operation of 3355m^2 solar pond in El Paso". Solar Energy.pp. 304.

[60] Akabarzadeh, A.; Andrews, J.; Golding, P. (2005). "Integration of solar ponds in salinity mitigation schemes to produce low grade heat for industrial process heating, desalination and power". Solar World Congress Bringing Water to the World, Orlando, Florida.

[61] Akbarzadeh, A.; Andrews, J.; Golding, P. (2005). "Solar Pond Technologies: A Review and Future Directions". Advance in Solar Energy. 16, pp. 233-294.

[62] Singh, B.; Tan, L. P.; Date, A.; Akbarzadeh, A. (2014). "The Effects of Temperature Difference and Compressive Force to the Electrical Characterization of Peltier Cell for Artificial Concentrated Solar Power Thermoelectric Application". Journal of Mechanical Engineering. 11, pp. 15-30.

[63] Orr, B.; Singh, B.; Tan, L. P.; Akbarzadeh, A. (2014). "Electricity generation from an exhaust heat recovery system utilizing thermoelectric cells and heat pipes". Applied Thermal Engineering. 73, pp. 588-597.

[64] Collins, R. B. (1983). "Alice Spring solar pond project". International Solar Energy. 102, pp. 281.

[65] Lesino, G.; Saravia, L.; Galli, D. (1990). " Industrial production of sodium sulfate using solar ponds". Solar Energy 45(4), pp. 215-219.

[66] M. Ouni, Modélisation et contrôle des basins solaires à gradient de sel. Thesis, Univ. Elmanar, Faculté des Sciences de Tunis, (2002).

[67] A. Rabel, C.E. Nielsen, Solar ponds for space heating. Solar Energy, vol. 17 (1975) 1-12.

[68] H.C Bryant, I. Colbeck, A solar pond for London. Solar Energy, vol. 19 (1977), pp. 321-322.

[69] S.G. Sherman, Modelling and control of solar pond. PH.D Thesis, University of Western Australia, Department of Civil Engineering (1989).

[70] J. Wang and J.S Yaagoobi, Effect of water turbidity on thermal performance of a salt gradient solar pond. Solar Energy 54 (1995), 243-248.

[71] Mohamed El Mokhtar «ETUDE NUMERIQUE ET EXPERIMENTALE DE LA STABILITE DES ETANGS SOLAIRES A GRADIENTDE SEL »le 04 Mai 2010UNIVERSITE DE TUNIS EL MANAR .PP 61-62-76 -84

[72] Kermiche Messaoud « MODELISATION ET SIMULATION D'UNBASSIN SOLAIRE A GRADIENT DE SALINITE » Doctorat en génie des procédés Option : génie chimique ; Badji Mokhtar Annaba.2015