

## المتطلبات البيئية لتوليد الطاقة من البرك الملحية الشمسية "نموذج تطبيقي علي بحيرة قارون"

د. هناء نظير علي محمد\*

مقدمة :

تقنية البرك الملحية الشمسية معروفة منذ زمن بعيد، فهي ليست اختراعاً ولكنها اكتشفت، فهي تستخدم لتجميع وتخزين الطاقة الشمسية على نطاق واسع كنوع من أنواع الطاقة البديلة الصديقة للبيئة، إذ لا تحتاج إلى تكلفة مالية عالية، ولا إلى تكنولوجيا متقدمة، ومن ثم يمكن تطبيقها بسهولة في دول العالم النامي بالتمويل المحلي، والأيدي الوطنية، حيث تعد عنصراً رئيسياً من عناصر التنمية المستدامة في تلك الدول.

\* الأستاذ المساعد بكلية الآداب - قسم الجغرافيا (جامعة الفيوم).

لقد أُجريت عدة مشاريع في جميع أنحاء العالم لتفعيل استخدام البرك الملحية الشمسية لإنتاج الطاقة، منها المشروع الأمريكى بولاية كاليفورنيا الذي ينتج حوالى ٥٠٠ مليون وات/ساعة من استخدام هذه التقنية، وهى تكفى لحوالى مليون نسمة.

تعانى مصر كغيرها من دول العالم الثالث من نقص حاد في استخدام مصادر بديلة للطاقة اللازمة للتنمية الاقتصادية والاجتماعية والبيئية، ومن ثم فإن البحث عن مصادر جديدة نظيفة وغير مكلفة من الطاقة، تعد ركيزة أساسية لهيوض الاقتصاد المصري، وحجر الأساس لنقل مناطق مصر النائية والمحرومة من الخدمات نقله حضارية طال انتظارها. إن مصر تتحدث منذ زمن بعيد عن الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والأمواج، وإمكانياتها اللامحدودة من مصادر هذه الطاقة المتجددة، إلا أن العمل الجاد لتفعيل هذه المصادر النظيفة والمتجددة مازال في مراحله الأولى، والخطوات التنفيذية التي اتبعت مازالت محدودة للغاية، حيث تقف التقنيات التكنولوجية العالية، والاستثمارات المالية اللازمة لتنفيذ هذه المشاريع عائقاً كبيراً في طريق استخدامها، وتوسيع نطاقها واستثمارها على المدى الطويل.

والفيوم واحدة من محافظات مصر التي تعاني من الفقر، وضيق مجالات التنمية الاقتصادية بها، مما انعكس على بعض مناطقها التي وصلت إلى ما دون خط الفقر طبقاً لتقارير الأمم المتحدة، مما يجعلنا نتساءل عن الإمكانيات الطبيعية المهدرة والغير مفعلة بالمحافظة، ومنها بحيرة قارون التي لم تستثمر ولم تنمى بما يليق وإمكانياتها الطبيعية والبشرية والتاريخية حتى الوقت الراهن.

### حدود منطقة البحث :

بحيرة قارون هي البقية الباقية من بحيرة مورس التي شغلت منخفض الفيوم في الماضي، يبلغ طولها ٤٥ كم وعرضها حوالى ١١ كم، وقدرت مساحتها بح والى ٥٥

ألف كم<sup>٢</sup>، بمتوسط عمق ٨ متر، وتشغل البحيرة أخفض منطقة في منخفض الفيوم عند منسوب - ٤٥ متراً، وتعد البحيرة خزان لمياه الصرف لمحافظة الفيوم حيث تستقبل أكثر من ٤٠٠ مليون م<sup>٣</sup>/عام من مياه الصرف الزراعي، والمخلفات الصحية والصناعية عن طريق ثلاث مصارف رئيسية هي، مصرف البطس، ومصرف الوادي، ومصرف دابر البركة، بالإضافة إلى أكثر من اثنتي عشر مصرفاً صغيراً.

ونظراً لأن سعة الصرف في البحيرة محدود، فقد بات من المستحيل زيادة كمية مياه الري في الفيوم، مما يترتب عليه استحالة التوسع الزراعي الأفقي بالأراضي البور، أو الهامشية.

وتتوفر لبحيرة قارون العديد من الدراسات الجغرافية والجيولوجية والاقتصادية والسياحية، وبعض الدراسات الجيومورفولوجية والبيئية، ولكن لم تتناول أي منهم إمكانية استخدام مياه البحيرة المالحة، والسياحات المنتشرة على شواطئها كبرك ملحية لتوليد الطاقة الشمسية، نظراً لقلّة الدراسات عن هذه التقنيات في مصر حتى الوقت الراهن.

### مشكلة البحث وأهدافه :

نظراً للضغوط البيئية التي تعاني منها بحيرة قارون منذ فترة طويلة، من ارتفاع تركيز الأملاح بمياهها التي وصلت إلى أكثر من ٣٦.٥ جرام/لتر، حيث تتزايد ملوحة البحيرة سنوياً بمقدار ٠.٥ جم/لتر، وإذا ما استمر هذا المعدل فأنها سوف تتحول إلى بحيرة ميتة في غضون فترة زمنية قد لا تتجاوز ٤٠ عاماً من الآن على أحسن التقديرات، حيث من المقدر أن تصل الملوحة بها إلى ٥٠ جم/لتر مما سيؤدي إلى هلاك الكائنات الحية بها (هناؤ نظير، ص ١٢٩). فضلاً عن مشكلات التلوث التي ارتفع معدلاتها بما فاق المعدلات المحلية والدولية، مما أدى إلى قصور الأداء

الاقتصادي للبحيرة سواء السياحي أو الإنتاج السمكي، فضلاً عن التهديد الواضح للأراضي الزراعية المجاورة للبحيرة نظراً لتذبذب مناسيب البحيرة من سنة إلى أخرى وكان آخرها في عام ٢٠٠٩. مما حتم علينا ضرورة البحث عن دور جديد تسهم به البحيرة بمكوناتها الحالية، لتحسين البيئة المحيطة، دون أعباء مالية إضافية. فتحويل أجزاء منها إلى برك ملحية شمسية قد يسهم في تطوير المكان برمته، وينمي بصورة مستدامة.

ومن ثم فدراسة الإمكانيات الملحية ببحيرة قارون، وتوزيعها، وتوضيح تفاوتها مع العمق، وتغيرها بتغير العوامل المناخية، والبشرية، وتحديد انساب المواضيع الجغرافية لإقامة محطات توليد الطاقة الملحية الشمسية من البحيرة باستخدام أنظمة الـ GIS، ورصد المعوقات التي قد تعوق تطبيق المشروع، يعد دافعاً رئيسياً لهذه الدراسة التي تهدف إلى:

- رصد وتقييم الظروف البيئية بمنطقة بحيرة قارون، لإنتاج الطاقة الشمسية من البركة الملحية، وذلك لتوفير النقد الأجنبي، وتغطية احتياجات السوق المحلية من الطاقة.
- رصد المتغيرات الجغرافية المؤثرة على إقامة هذا المشروع.
- بناء جزء من قاعدة بيانات جغرافية عن بحيرة قارون من الصور الفضائية المعالجة، والبيانات المناخية المتتابعة، والإحصاءات، قد تكون لبنة لبداية مشروع لإنتاج طاقة نظيفة من بحيرة قارون.
- تفعيل دور الجغرافيا التطبيقية في خدمة المجتمع المحلي، والتنمية المستدامة، بتقديم بعض الحلول التي قد تسهم في تقليص مشكلات البحيرة، والارتقاء بعمليات الإنتاج، وتنمية المناطق المحرومة من خلال البرامج الاقتصادية المرتبطة بها.

**منهج البحث وأساليبه :**

- ولتحقيق أهداف الدراسة، فقد تم صياغة مشكلات البحث في عده تساؤلات أهمها:
١. ما هي الأوضاع البيئية الراهنة لبحيرة قارون ؟
  ٢. ما هي المحددات البيئية اللازمة لإقامة برك ملحية شمسية ببعض مناطق البحيرة ؟
  ٣. ما هو المردود البيئي لإقامة مثل هذه البرك الملحية الشمسية خاصة على المناطق الملاصقة و القريبة من البحيرة ؟
  ٤. ما هي المواضع المناسبة لإقامة البرك الملحية الشمسية حول بحيرة قارون ؟
  ٥. ما هي العقبات التي قد تواجه إقامة مثل هذا المشروع على البحيرة ؟
  ٦. وما هي الحلول المطروحة لتخفيف هذه العقبات؟
  ٧. هل يمكن أن تسهم الدراسات الجغرافية التطبيقية ولو بجزء في عمليات التنمية المستدامة؟

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها، تم الاعتماد على منهج البحث التطبيقي النفعي في دراسة المشكلات الذي يتلخص في (الوصف، التفسير، التقييم، التشخيص، التنفيذ، وأخيراً الرصد). بتقييم الوضع الحالي، وتقديم البدائل، وأخيراً عرض المقترحات، وتبقى مرحلة الرصد حيث أنها عملية مستمرة، متروكة للمعنيين بالمنطقة لتقييم مدى نجاح أو فشل التصورات المقترحة.

كما تم استخدام الأسلوب الكمي لإظهار الاختلافات المكانية، بتوظيف (برنامج Excel) في عمل الجداول وإجراء الحسابات والتقديرية والأشكال البيانية وغيرها، وكان للدراسة الميدانية وتقنية الاستشعار عن بعد الدور الأكبر في رصد الظاهرة واستيفاء البيانات، وتحديث الخرائط لوضع تصورات مستقبلية.

**فقد مرت الدراسة بعدة مراحل كما يلي:**

١. جمع البيانات من الدراسات السابقة التى تناولت بحيرة قارون، وكذلك الدراسات المتعلقة بالبرك الملحية الشمسية وقضايا البيئة، وغيرها من الدراسات التى تخدم الموضوع.
٢. الرجوع الى خريطة الفيوم مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠٠ إدارة المساحة العسكرية عام ١٩٨٧ وقد تم توظيف هذه الخريطة على النحو التالي:
  - الإدخال الرقوى لحدود بحيرة قارون باستخدام الـ Digitizing من خلال هذه الخرائط، كذلك إدخال رقمى لخريطة أعماق البحيرة، وتوزيع الأملاح بها، وخريطة توزيع المصارف الرئيسية والفرعية التى تصب فى البحيرة.
  - مطابقة هذه الخريطة مع المرئية الفضائية بعد عمل الروابط الجغرافية للمرئية الفضائية أولاً، وتوحيد Georeference.
  - رصد وتوقيع مناطق التجمعات العمرانية والاستخدامات المتباينة على شواطئ البحيرة وتحديد مناطق سفى الرمال التى تتعرض لها شواطئها الشمالية.
  - الدراسة الميدانية التى تمت على فترات متعاقبة فى الفترة من ٢٠٠٨/١٢/٥ وحتى ٢٠١٠/٣/٨، تم فيها تحديد ورفع مواضع القرى السياحية باستخدام جهاز GPS وإسقاطهم على خريطة القمر الصناعي ايكونوس ٢٠٠٩، وركزت الدراسة على استخدامات الأرض بمناطق تجمعات الصيادين بالبحيرة، لتوضيح علاقة نشاطهم بمناطق تلوث البحيرة.
٣. مضاهاة النتائج التى تم تجميعها بجهاز GPS بنظائرها على المرئية الفضائية لعمل المراجعات الحقلية، حيث ساهمت هذه المراجعة فى تعديل وتأكيد التفسير البصري للمرئية الفضائية، كما تم تصوير وتدوين الملاحظات الميدانية للأخطار والسلبيات التى قد يتعرض لها مشروع البرك الملحية الشمسية.
٤. استخدام برامج نظم المعلومات الجغرافية ERDAS IMAGINE 8.5 ، Arc View ، GIS 9 ، Arc Map ، وبرنامج Global Mapper للتعامل مع صور (الجوجل ايرس) حيث تمكن من الرسم من على تلك الصور وعمل الطبقات المختلفة من عليها

بعد ضبط إحدائياتها، حيث أن استخدام هذه التقنية قد أتاح تغطية بيانية متعددة لمنطقة الدراسة، وتصنيفها وتحليلها ورصد حركة الرمال على الشواطئ الشمالية للبحيرة، تم طرح خرائط عن المناطق المحتمل أنها الأنسب لإقامة البرك الملحية الشمسية حول بحيرة قارون، وذلك وفق أسس ومحددات جغرافية قابلة للإضافة، والحذف، والمتابعة المستمرة كما سيرد في المتن.

### البرك الملحية الشمسية : التعريف والأهمية.

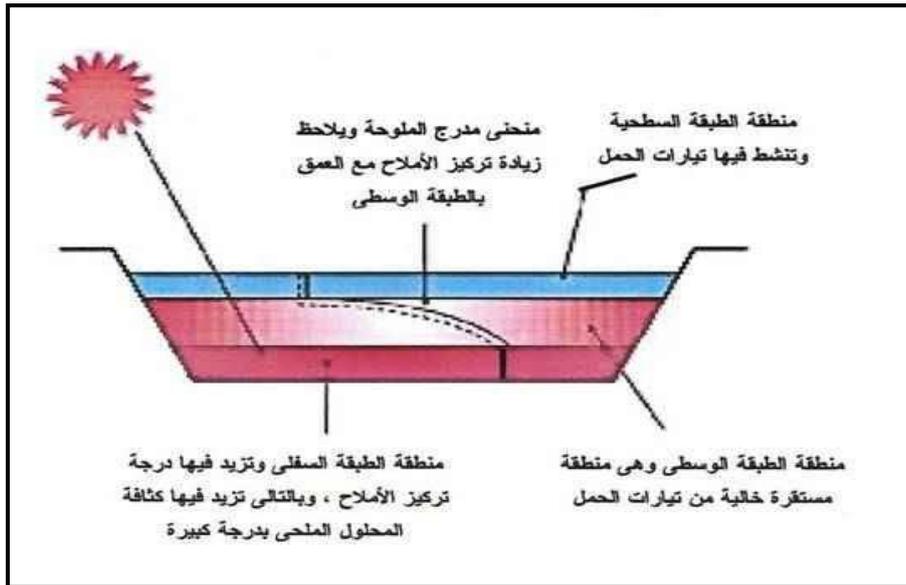
البرك الملحية الشمسية اكتشاف وتقنية معروفة منذ زمن بعيد، حيث تستخدم لتجميع وتخزين الطاقة الشمسية على نطاق واسع كنوع من أنواع الطاقة الجديدة والمتجددة الصديقة للبيئة، حيث أن هناك نوعين من البرك الشمسية، أولهما يعتمد على تركيز الأملاح بالبركة ويخزن الطاقة الحرارية عن طريق إعاقة تيارات الحمل non-convecting ponds، وثانيهما يخزن تلك الطاقة عن طريق إعاقة عملية البحر. والنوع الأول ينقسم إلى نوعين، نوع يسمى بالبرك المتدرجة الملوحة (تدرج درجة تركيز الأملاح) salt gradient ponds، والنوع الآخر يسمى بالبرك الغشائية membrane ponds، حيث يوضع في النوع الأخير عدد من الأغشية الرقيقة بمواصفات معينة على أعماق مختلفة بالبركة لمنع تيارات الحمل من توزيع الحرارة بكل المكون المائي للبركة لإعاقة فقد الحرارة بعد اكتسابها من طاقة الشمس الحرارية (<http://ux.brookdalecc.edu/staff/sandyhook/dgrant/field/solar.htm>).

وما يهتم به هذا البحث هو النوع الأول، حيث يتطلب إقامة بركة ملحية شمسية عمق ما بين واحد إلى أربعة أمتار، تتألف من ثلاث مناطق مُتميّزة متدرجة الملوحة كما يلي:

١. طبقة الحمل العليا (Upper Convective Zone)، تتراوح سمكها بين ٠.١٥ و ٠.٣٠ متر (وقد تصل في بعض البرك من ١ : ٢ متر)، ولهذه الطبقة تركيز منخفض للأملاح ومتجانس تقريباً.
٢. يليها طبقة لا تسمح بالحمل الحراري (Non-Convective Zone) يتفاوت سمكها بين ١.٠ و ١.٥ متر، لها تركيز أملاح يزداد مع العمق وبذلك تكون خواصها الفيزيائية والحرارية متغيرة بالعمق، وتعد الطبقة الوسطى هي أساس عمل البرك الشمسية، حيث تسمح للإشعاع الشمسي بالنفوذ إلى طبقة الخزن الحراري، بينما تمنع انتشار الإشعاعات ذات الأمواج الطويلة نتيجة لعدم نفاذيه الماء للأشعة تحت الحمراء، وتبطل تيارات الحمل الحراري بفعل ازدياد الكثافة مع العمق، حيث تقوم المنطقة الوسطى مقام عازل حراري فعال بسبب التوصيل الحراري المنخفض للماء وسمكها الكبير الذي يزيد عن ١.٠ متر.
٣. طبقة الحمل السفلى (Lower Convective Zone)، وتسمى أيضاً طبقة الخزن الحراري، يتراوح سمكها بين ١.٠ و ٢.٠ متر ولها تركيز أملاح عالي ومتجانس تقريباً حيث يجري تركيز الأملاح فيها إلى حوالي (٢٠٪ إلى ٣٠٪) عن سطح البركة، وتصل درجة حرارتها إلى ١٠٠ درجة مئوية (٢١٢° ف). شكل رقم (١).

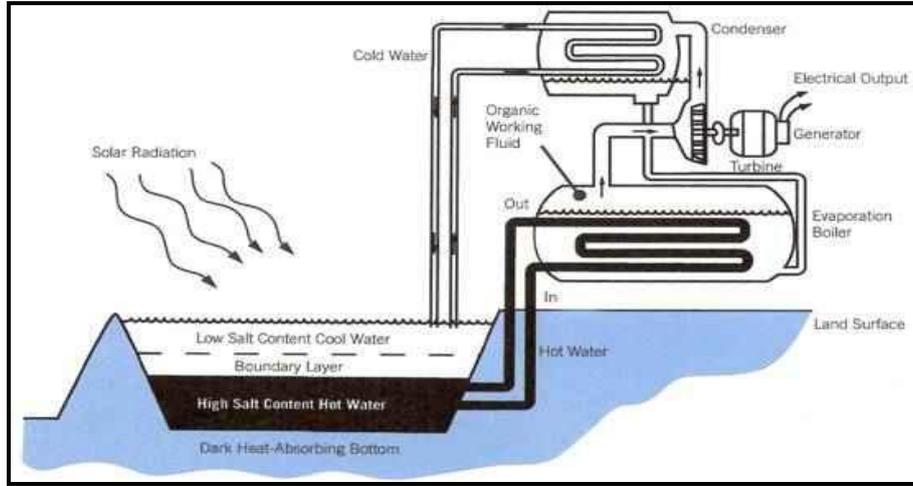
ومع استمرار نفاذ أشعة الشمس إلى الطبقة السفلى يزداد تركيز حرارتها، مما يجعلها مفيدة في تخزين الحرارة التي قد تصل إلى ٨٠٠ درجة مئوية، مما يمكن من استخدامها فيما بعد في توليد الطاقة الكهربائي، والتدفئة وتسخين المياه المخزنة في الأنابيب، عن طريق عمليات السحب التي تكون قادرة على تحويل ٧٣٪ من الحرارة الشمسية المخزنة إلى العمل المفيد، ويفقد منها حوالي ٢٧٪ فقط عن طريق الهواء المحيط للبركة (خيري آغا وآخرون، منهجية تصميم لبركة شمسية متدرجة الملوحة، ص ٢).

ولتحويل تلك الطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية يتم سحب المحلول الساخن من المنطقة الثالثة وضخه إلى مبادل حراري موضوع بغلاية البخار Evaporation Boiler (شكل ٢) بها سائل عضوي organic working fluid سريع الغليان والبخار عند درجة ٥٠ - ٦٠ درجة مئوية فيتحول السائل إلى الحالة الغازية منتجاً ضغطاً عالياً داخل الغلاية يعمل على إدارة توربينة Turbine متصلة بالمولد الذي يولد القدرة الكهربائية المطلوبة. كما أن المحلول الملحي الساخن Hot Water يعود في دورة مغلقة أيضاً إلى نفس الطبقة بالبركة. أي أنه لا يحدث أي فقد تقريباً لأي مادة مستعملة بنظام البركة الشمسية، وتُعرف دورة توليد الكهرباء في هذا النظام بدورة رانكين العضوية Organic Rankine Cycle، ويمكن عملياً بالتكنولوجيات المتاحة حالياً تنفيذ محطات لتوليد الكهرباء بحرارة البرك الشمسية بقدرة حتى ١٠ ميجاوات بدورة رانكين العضوية (<http://www.jewishvirtuallibrary.org/jsource/Environment/Solar.html>).



<http://www.motherearthnews.com/Renewable-Energy/1980-05-01/Israels-150-KW-Solar-Pond.aspx>

شكل (١) : مكونات البرك الملحية الشمسية وطبقاتها الملحية الحرارية.



<http://www.motherearthnews.com/Renewable-Energy/1980-05-01/Israels-150-KW-Solar-Pond.aspx>

شكل (٢) : غلاية البخار Evaporation Boiler التي تحول الطاقة الحرارية من البرك الشمسية إلى طاقة كهربائية.

وتتمتع طاقة البرك الملحية الشمسية بمميزات عدة عن باقي تكنولوجيات الطاقة الشمسية حيث لها قدرة ذاتية طبيعية built-in على تخزين الطاقة الحرارية ليلاً ونهاراً وصيفاً وشتاءً، وتعمل بصرف النظر عما إذا كانت الشمس مشرقة، كما أنها منخفضة التكلفة، ولها قدرة هائلة في مجال جمع وتخزين الطاقة الحرارية الكامنة (مثل البيوت الزجاجية)، كما أن من السهل بناؤها في مناطق واسعة مما يركز الأشعة الشمسية على نطاق واسع، كما أن لها مزايا بيئية عديدة، حيث توفر الطاقة الحرارية دون حرق الوقود، ولا ينتج عنها أي تلوث في المياه أو الهواء، أو انبعاث الغازات التي تؤدي إلى تفاقم ظاهرة الاحتباس الحراري، كما يمكن استخدامها لتطهير الملوثات المعدنية، والبركة في حد ذاتها تعد وعاءً مثاليًا لإنتاج الطاقة النظيفة من نفايات المحاليل الملحية عن طريق تركيز الماء المالح في قاعها (-www.green-trust.org/solarpond.htm).

كما تستخدم البرك الشمسية في توليد الحرارة اللازمة لتدفئة المباني الخاصة بإكثار الثروة الحيوانية، وتدفئة المباني، وتوفر الحرارة اللازمة لبلورة بعض عمليات التعدين، كما تستخدم في عمليات إنتاج الحرارة اللازمة للمواد الكيميائية والصناعية الأخرى.

وقد دلت الدراسات أن هناك مجالاً ممتازاً للتطبيقات الحرارية المولدة منها (المياه الساخنة التي تصل حرارتها إلى ٨٠ - ٩٠ درجة مئوية) حيث أنها مطلوبة بكثافة في صناعات الغزل والنسيج، كما يستخدم الهواء الساخن في تجفيف المحاصيل الزراعية والأخشاب والأسماك.

كما أمكن استخدام هذه التكنولوجيا في تطبيقات التبريد، حيث تتعرض كثير من المنتجات الزراعية والعقاقير واللقاحات للتلف، حيث لا يمكن الحفاظ عليها لفترة طويلة في التخزين، ومن ثم خلق بيئة باردة بالاشتراك مع عنصر الامونيا يمكن من خلق واستيعاب نظام التبريد المطلوب للحفاظ على تلك المنتجات، كما أنها توفر درجات الحرارة المنخفضة اللازمة لتربية الأحياء المائية، فضلاً عن التطبيقات الزراعية والصناعية الأخرى التي تحتاج إلى درجات حرارة منخفضة كتجهيز الخضروات ومنتجات الألبان، وكذلك توليد الطاقة الكهربائية بأقل كلفة ممكنه.

بالإضافة إلى إمكانية استخدامها كوحدات للتلية وإنتاج المياه بالقدر الكافي لتلبية احتياجات المناطق النائية، كما يمكنها توفير مياه الشرب الصالحة للقرى الساحلية حيث تتوفر مياه البحر والطاقة الشمسية مما يخلق فرص عديدة لإقامة البرك الشمسية بتكاليف زهيدة مقارنةً بالتكنولوجيا المستخدمة حالياً  
(<http://www.solarpond.utep.edu>).

بعض المشاريع التي استفادت من طاقة البرك الملحية الشمسية:

تعد إسرائيل رائدة في تكنولوجيا البرك الشمسية، فقد بدأت العمل البحثي والتجريبي في هذا المجال عام ١٩٥٨. وفي عام ١٩٧٥ أعلنت الحكومة الإسرائيلية اعتبار مشروعات البرك الشمسية مشروعاً قومياً طموحاً، حيث نال أحد تلك المشروعات التي تم تنفيذها شهرة عالمية كبيرة باعتبارها المحطة الأولى التي تعمل بنظام الطاقة الحرارية المخزنة بالبرك الشمسية، والتي أثبتت جدواها الفنية والاقتصادية، فقد أنشأت إسرائيل بركة شمسية عام ١٩٧٧ على مساحة ٧٠٠٠ م<sup>٢</sup> على شاطئ البحر الميت لتوليد كهرباء بقدرة ١٥٠ كيلووات، وانتهى هذا المشروع بنجاح عام ١٩٨٠، ومازال يعمل هذا المشروع حتى الآن، وصلت التكلفة الاستثمارية للكيلووات الواحد المنتج منها ٢٠٠٠ دولار عام ١٩٨٠.

وشجع هذا النجاح إسرائيل على البدء في مشروع إنشاء بركة شمسية أكبر على مساحة ١ كم<sup>٢</sup>، انتهت منها عام ١٩٨٦ لتوليد كهرباء بقدرة ٥ ميغاوات، واستمر تشغيل هذا المشروع بنجاح حتى عام ١٩٨٨ ثم توقف لأسباب اقتصادية. وقبل أن يتوقف وضعت إسرائيل خطة لإنشاء العديد من البرك الشمسية على البحر الميت وخليج العقبة بالقرب من إيلات وبصحراء النقب لتوليد كهرباء بقدرات أكبر، لتعطي كل البرك الشمسية قدرة إجمالية قدرها ٢٠٠٠ ميغاوات تساوى في ذلك الوقت القدرة الإجمالية المركبة لكل محطات توليد الكهرباء بإسرائيل، ولكن توقفت تلك الخطة الطموحة بعد توقف أول بركة شمسية بقدرة ٥ ميغاوات، ولم تتوقف الأبحاث والدراسات بمركز بن جورين القومي للطاقة الشمسية للتغلب على مشكلة ارتفاع تكلفة التشغيل والصيانة لمشروعات البرك الشمسية ذات القدرات ١٠ ميغاوات ( H.P.Garg /Advances in Solar Energy Technology/Chapter 3 p. 268/ Published by Springer; (1987 ISBN).



Photo by: Herb Hein, May 1996.

### صورة (١) : نموذج لبركة ملحية شمسية لإنتاج الطاقة.

كما أجريت عدة مشاريع تجريبية في جميع أنحاء العالم لتفعيل استخدام البرك الملحية الشمسية لإنتاج الطاقة، منها مشروع الباسو التابع لجامعة تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية، الذي تموله الحكومة ومكتب الاستصلاح وتحليله ومعالجة المياه بولاية تكساس بهدف البحث والتطوير، ويقع المشروع ضمن ممتلكات شركة بروس للأغذية المحدودة، وهي شركة لتعليب الأغذية، وقد بدأ عام ١٩٨٣، حيث يعد أول مشروع للاستفادة من طاقة البركة الشمسية في العالم، فقد استخدمت الطاقة المولدة في الأغراض الصناعية، حيث تمكنت المحطة من توفير المياه الساخنة اللازمة لتصنيع الأغذية النباتية، كما ولدت منها الطاقة الكهرباء بمقدار ١٠٠ كيلووات/ساعة.

وفي يناير ١٩٨٩ تم الاتفاق بين ثلاث جامعات هي (تكساس في الباسو، وجامعة هيوستن، وجامعة MA) لتطوير تكنولوجيات الطاقة الشمسية المولدة من البرك الملحية، مما أسهم في استخدامها على نطاق واسع في التطبيقات التجارية في

جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية، كما أن هذا النوع من الطاقة مستخدم بولاية نيو مكسيكو الأمريكية.

أقيمت في ولاية وجارات في الهند عام ١٩٨٧ بركة تجريبية للطاقة الشمسية كانت الأكبر في العالم، في إطار البرنامج الوطني للطاقة الشمسية من قبل وزارة مصادر الطاقة غير التقليدية، واكتمل المشروع عام ١٩٩٣، حيث أوكل إلى ولاية وجارات وشركة منتجات الألبان وشركة التنمية المحدودة تشغيل وصيانة هذا المرفق حتى عام ١٩٩٦، حيث كان الماء المالح الساخن ( $70^{\circ}\text{C}$ ) المستخرج من قاع البركة يضخ من خلال أنبوب المبادلات الحرارية ليستخدم في تنظيف وغسيل منتجات الألبان، مما مكن من توفير ٨٠٠٠٠٠ لتراً من الماء الساخن يوميا للمصنع، كما أن تكلفة إنتاج الطاقة من البركة الملحية الشمسية قدرت بحوالي ٦٠٪ من تكلفة إنتاج الطاقة من أنظمة إنتاج الطاقة الشمسية الأخرى لتسخين المياه، وظلت البركة الشمسية تعمل بدون بذل أي جهد حتى عام ٢٠٠٠.

ويوجد بتاجوراء (شرق طرابلس بالجماهيرية الليبية) بركة شمسية اصطناعية تجريبية، صممت ونفذت بالتعاون المشترك مع شركة سويسرية، حيث يتألف المشروع من بركة شمسية رئيسية وبركة تبخيره، قدرت المساحة السطحية لكل منهما بـ ٨٣٠ متر<sup>٢</sup>، ١٠٥ متر<sup>٢</sup> على التوالي، والمشروع مجهز بالأنظمة اللازمة ليكون وسيلة تجريبية يتسنى بموجبها دراسة الأداء الحراري للبركة الشمسية طبقاً للظروف التشغيلية لشمال أفريقيا (خيري آغا وآخرون، ص ٣-٤). كما بدأت السعودية في تبنى مشروعات البرك الشمسية بنظام متكامل مع وحدات تحلية مياه البحر وتنفيذها منذ عامين تقريباً.

كما أن هناك بركة ملحية شمسية في هندوراس، وسيريلانكا ومناطق عديدة من العالم، فضلاً عن أن معهد ملبورن الملكي للتكنولوجيا والبحوث يولي اهتماماً كبيراً لتطوير تكنولوجيات الطاقة الشمسية المولدة من البرك الملحية. وقد ثبت في جميع الأحوال أن العائد الإقتصادي من استخدام نظام البرك الشمسية كمصدر من مصادر الطاقة هو عائد مؤكد ومجدي، وخاصة إذا تم ربط القدرة الكهربائية المنتجة في نظام متكامل مع وحدة لتحلية مياه البحر، لكي يتم الاستفادة من الأملاح الناتجة كنفائات من وحدة التحلية لتغذية البرك الشمسية، ويتم ذلك في كثير من بلدان العالم.

تقييم العناصر المناخية المحددة لإنتاج الطاقة الملحية الشمسية من البحيرة :

لتقييم عناصر المناخ المختلفة وتأثرها على تركيز معدلات الأملاح بالبحيرة، كان من الضروري أن نقوم بدراسة عناصر المناخ التي قد تكون مؤثرة على عمل وكفاءة الأداء بالبركة الملحية الشمسية المقترحة وهي تتمثل في (الإشعاع الشمسي، الحرارة، الرطوبة النسبية، الرياح، التبخر) وتحديد معدلاتها الشهرية والفصلية والسنوية، لتحديد الظروف المثلى لاستخدام البرك الملحية الشمسية بالمنطقة، وتجنب المعوقات التي قد تقلل من كفاءة تشغيلها، واستخدم في ذلك بيانات محطة شكشوك القديمة (من ١٩٣١-١٩٦٠) ومحطة الفيوم (من ١٩٦٠-١٩٩٨) من هيئة الأرصاد الجوية بيانات غير منشورة، وبيانات محطة معهد بحوث إدارة المياه وطرق الري بشكشوك (من ١٩٧٦-٢٠٠١) بيانات غير منشورة.

### الإشعاع الشمسي، ودرجات الحرارة :

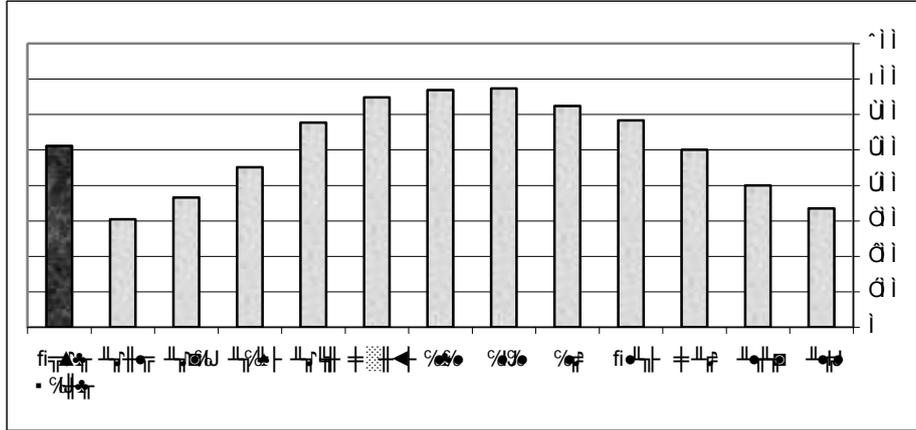
يؤثر الإشعاع الشمسي على معدلات البخر من بحيرة قارون ومن ثم على معدل تركيز أملاحها، كما ينشط الضوء من تركيز الطاقة بالطبقات الدنيا من البحيرة، حيث نلاحظ من تحليل الجدول رقم (١) والشكل (٣) ما يلي:

- أن أدنى معدلات فصلية لكمية الإشعاع الشمسي نجدها في فصل الشتاء، وأدنى قيمها في شهر ديسمبر، ويرجع ذلك إلى قصر النهار، وكثرة السحب والغيوم، وحدثت بعض العواصف التي تحجب أشعة الشمس لفترات قصيرة.
- بالنسبة لفصل الربيع نلاحظ زيادة فترات سطوع الشمس عن فصل الشتاء، إلا أن طبقة الغبار الكثيفة الناتجة عن رياح الخماسين تعمل على حجب جزء كبير من الإشعاع الشمسي خاصة في شهرى مارس وأبريل.
- ترتفع معدلات الإشعاع الشمسي خلال فصل الصيف، ويرجع ذلك إلى خلو السماء من السحب، وجفاف الهواء، بالإضافة إلى طول النهار، واقترب زاوية سقوط أشعة الشمس من التعامد.
- تقل معدلات الإشعاع الشمسي خلال فصل الخريف، ويرجع ذلك إلى تعرض المنطقة لبعض الانخفاضات الجوية في نهاية الفصل، مما يعمل على جلب كميات من رمال الصحراء الغربية التي تعمل على حجب أشعة الشمس.

جدول (١) : المعدلات الشهرية والسنوية لكمية الإشعاع الشمسي في محطة الفيوم.

الشهر	(سعر/سم <sup>٢</sup> /يوم)
يناير	٣٣٥
فبراير	٤٠٠
مارس	٥٠٠
أبريل	٥٨٣
مايو	٦٢٤
يونيو	٦٧٣
يوليو	٦٦٩
أغسطس	٦٤٨
سبتمبر	٥٧٧
أكتوبر	٤٥١

نوفمبر	٣٦٥
ديسمبر	٣٠٤
المعدل السنوي	٥١١



شكل (٣) : المعدلات الشهرية والسنوية لكمية الإشعاع الشمسي في محطة الفيوم.

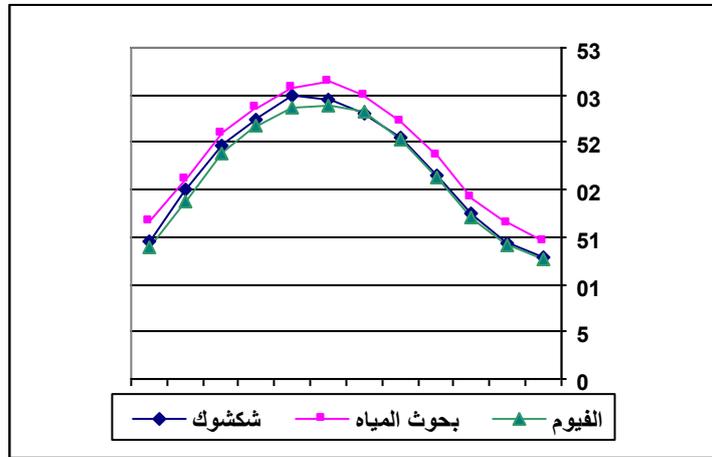
- وبالنسبة لدرجات الحرارة فإنها من أهم عناصر المناخ التي تؤثر على معدلات تركيز الأملاح بالبحيرة، ونلاحظ من الجدول رقم (٢) وشكل رقم (٤) ما يلي:
- اعتدال درجات الحرارة على مدار السنة في محافظة الفيوم، إلا أن فصل الشتاء هو أقل فصول السنة في درجات الحرارة، حيث يتراوح المتوسط الفصلي للحرارة بين  $3.9^{\circ}\text{C}$ ،  $10.7^{\circ}\text{C}$ ، حيث تكثر به التقلبات الجوية التي تسببها المنخفضات الجوية، كما أن فصل الشتاء يسجل أقل درجات الحرارة العظمى، حيث تتراوح المعدلات الفصلية للحرارة العظمى ما بين  $18 - 21.3^{\circ}\text{C}$ ، كما أنه يسجل أقل فصول السنة من حيث درجات الحرارة الدنيا التي تتراوح ما بين  $0.4 - 7.6^{\circ}\text{C}$ .
  - يعد فصل الصيف أكثر فصول السنة في درجات الحرارة، حيث يتراوح المتوسط الفصلي للحرارة بين  $24.4^{\circ}\text{C}$ ،  $30.3^{\circ}\text{C}$ ، كما أنه أكثر الفصول استقراراً في الأحوال الجوية، ويسجل فصل الصيف أعلى درجات الحرارة العظمى حيث تتراوح معدلاتها

الفصلية ما بين ٣١.٦ - ٣٨.٣ م، كما انه أعلى الفصول في الحرارة الدنيا حيث يتراوح معدلها الفصلي ما بين ١٨.٨ - ٢٣.٢ م.

جدول (٢) : المعدل الشهري والسنوي للمتوسط اليومي للحرارة.

المحطة الشهر	شكشوك	بحوث المياه	القيوم
	يناير	١٢,٨	١٤,٥
فبراير	١٤,٣	١٦,٤	١٤,١
مارس	١٧,٦	١٩,١	١٧,١
أبريل	٢١,٦	٢٣,٧	٢١,٤
مايو	٢٥,٦	٢٧,٣	٢٥,٣
يونيو	٢٨,٠	٢٩,٩	٢٨,٢
يوليو	٢٩,٦	٣١,٥	٢٨,٨
أغسطس	٣٠,٠	٣٠,٨	٢٨,٦
سبتمبر	٢٧,٥	٢٨,٧	٢٦,٧
أكتوبر	٢٤,٦	٢٦,٠	٢٣,٨
نوفمبر	٢٠,٠	٢١,١	١٨,٧
ديسمبر	١٤,٦	١٦,٦	١٤,٠
المتوسط السنوي	٢٢,٠	٢٣,٨	٢١,٦

- فصل الربيع هو فصل انتقالي تكثر به موجات الحر الخماسينية، التي تكون مصحوبة بالأتربة والرمال المثارة، وتتميز بشدة الحرارة والجفاف معا، مما يؤدي إلى ارتفاع درجات الحرارة في هذا الفصل بمقدار ٧ - ٨ درجات عن المعدلات الخاصة بفصل الشتاء، ويعد شهر مايو أعلى الشهور في المدى الحراري حيث تكرر هبوب رياح الخماسين.
- متوسطات الحرارة خلال فصل الخريف تكون أكثر ارتفاعا من فصل الشتاء، حيث تتأثر بحرارة الصيف، ويعد فصل الخريف هو فصل الاعتدال الحقيقي.



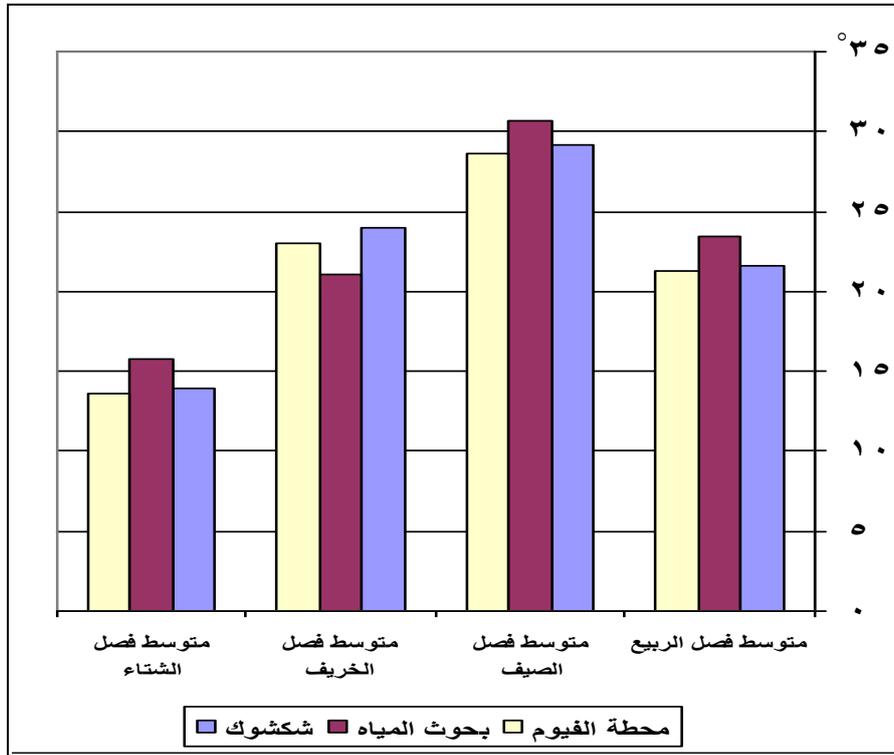
شكل (٤) : المعدل الشهري للمتوسط اليومي للحرارة.

وقد سجلت محطة شكشوك أقل معدلات للحرارة العظمى، حيث بلغ معدل حرارة شهر يناير ١٩.٢م، كما سجلت أعلى معدلات للحرارة الدنيا حيث بلغت ٢٢.٧م في شهر يوليو، حيث تعد المنطقة نموذجاً للمناخ البحري ذو المدى السنوي Mean annual أقل من ١٥م، ويرجع ذلك إلى التأثير الملطف لبحيرة قارون. وفيما يلي

عرض لتوزيع درجات الحرارة لفصول السنة كما توضحها الجداول التالية من (٢) الى (٦)، والأشكال من (٤) الى (٨).

جدول (٣) : المتوسطات الفصلية لدرجات الحرارة.

الشهر	متوسط فصل الربيع	متوسط فصل الصيف	متوسط فصل الخريف	متوسط فصل الشتاء	المحطة
شكشوك	٢١.٦	٢٩.٢	٢٤.٠	١٣.٩	
بحوث المياه	٢٣.٤	٣٠.٧	٢١.١	١٥.٨	
محطة الفيوم	٢١.٣	٢٨.٦	٢٣.٠	١٣.٦	



شكل (٥) : المتوسطات الفصلية لدرجات الحرارة.

جدول (٤) : المتوسط الشهري و السنوي للحرارة العظمى.

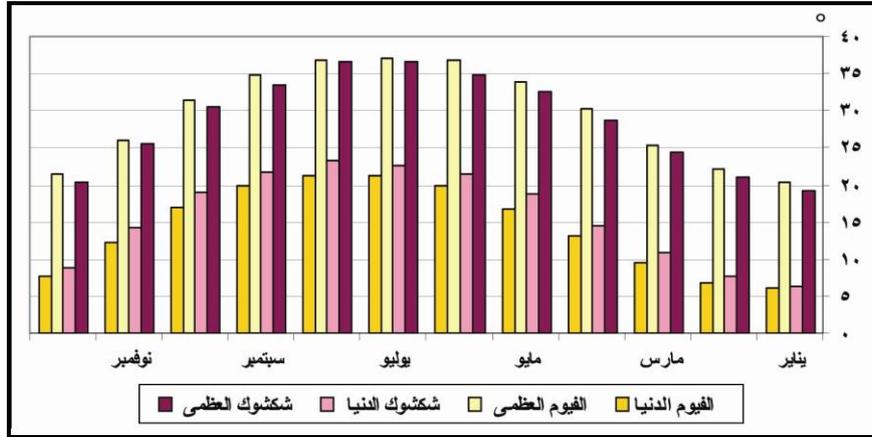
المتوسط السنوي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الشهر
٢٨٠,٦	٢٠٠,٤	٢٥٠,٦	٣٠٠,٤	٣٣٠,٤	٣٦٠,٧	٣٦٠,٦	٣٤٠,٧	٣٧٠,٥	٣٨٠,٦	٣٤٠,٣	٢١٠,٠	١٩٠,٣	شكشوك القيوم
٢٩٠,٧	٢١٠,٥	٢٦٠,١	٣١٠,٤	٣٤٠,٧	٣٦٠,٩	٣٧٠,١	٣٦٠,٨	٣٣٠,٩	٣٠٠,٣	٢٥٠,٢	٢٢٠,١	٢٠٠,٣	القيوم

جدول (٥) : المتوسط الشهري و السنوي للحرارة الدنيا.

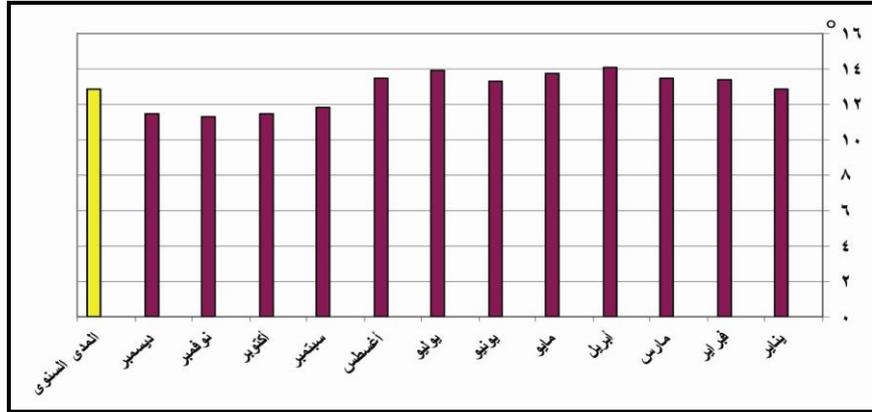
المتوسط السنوي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الشهر
١٥٠,٧	٨٠,٩	١٤٠,٣	١٨٠,٩	٢١٠,٦	٢٣٠,٣	٢٢٠,٧	٢١٠,٤	١٨٠,٨	١٤٠,٥	١٠٠,٨	٧٠,٦	٦٠,٣	شكشوك القيوم
١٤٠,٣	٧٧٠,٠	١٢٠,٣	١٧٠,٠	١٩٠,٨	٢١٠,٣	٢١٠,٢	١٩٠,٨	١٦٠,٨	١٣٠,٢	٩٠,٥	٦٠,٨	٦٠,٠	القيوم

جدول (٦) : المتوسط الشهري و السنوي للمدى الحراري.

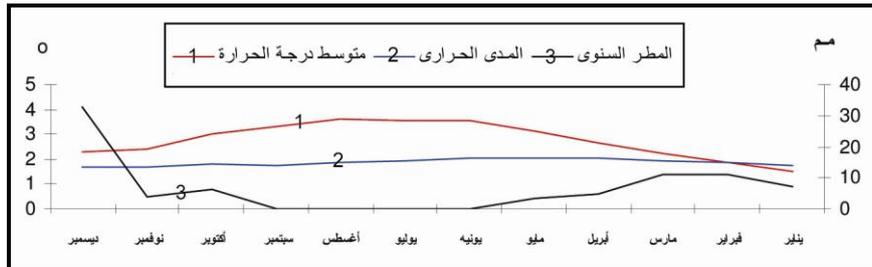
المتوسط السنوي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الشهر
١٢٠,٩	١١٠,٥	١١٠,٣	١١٠,٥	١١٠,٨	١٣٠,٥	١٣٠,٩	١٣٠,٣	١٣٠,٧	١٤٠,١	١٣٠,٥	١٣٠,٤	١٢٠,٩	شكشوك المحطة
١٥٠,٤	١٣٠,٨	١٣٠,٨	١٤٠,٤	١٤٠,٨	١٥٠,٥	١٦٠,٠	١٦٠,٩	١٧٠,١	١٧٠,١	١٥٠,٧	١٥٠,٤	١٤٠,٣	القيوم



شكل (٦) : مقارنة بين المتوسط الشهري والسنوي للحرارة العظمى والدنيا في محطتي شكشوك والقيوم.



شكل (٧) : المتوسط الشهري والفصلي والسنوي للمدى الحراري في محطة شكشوك.



شكل (٨) : متوسط درجة الحرارة والمدى الحراري والمطر السنوي في القيوم في الفترة من ١٩٧٠-١٩٩٣.

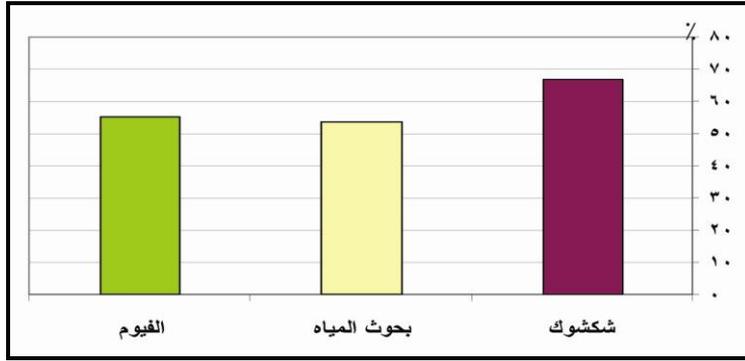
## الرطوبة النسبية ومعدلات البخر :

تعد الرطوبة النسبية Relative Humidity من العوامل الهامة التي تؤثر على عملية البخر من البحيرة، ويظهر من توزيع الرطوبة النسبية أنها أكثر تركيزاً في محطة شكشوك عن باقي المحطات (شكل ٩)، وكما هو موضح بالجدول رقم (٧) والشكلين (١٠، ١١) فإن أكثر الفصول رطوبة هو فصل الشتاء، حيث تصل الرطوبة النسبية ذروتها خلال شهر ديسمبر، ويرجع ذلك إلى برودة اليايس والهواء الملامس له، وهو ما يجعل قدرة الهواء على حمل بخار الماء قليلة، بالإضافة إلى وصول انخفاضات البحر المتوسط والهواء الرطب المصاحب لها إلى منطقة الدراسة، مما يعمل على رفع رطوبتها النسبية.

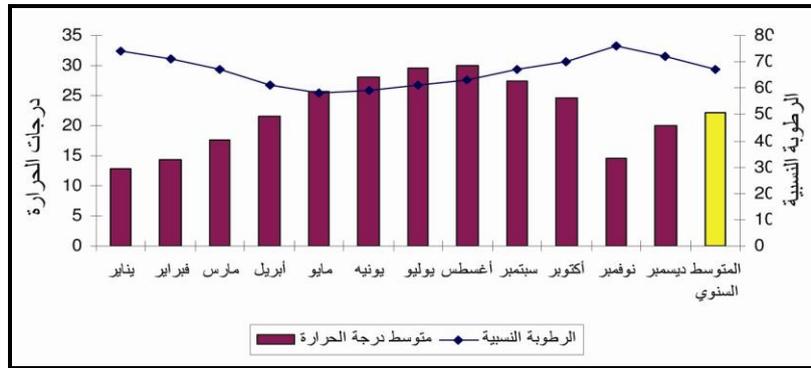
وبعد فصل الربيع أقل الفصول في درجة الرطوبة النسبية، حيث تنخفض الرطوبة النسبية بشده وبصورة فجائية وتصل إلى حدها الأدنى خلال شهر مايو لهبوب رياح الخماسين، ثم ترتفع فجأة مع المرور على مسطح مائي، حيث تنتشع ببخار الماء، حيث ترتفع متوسطات الرطوبة النسبية عند محطة شكشوك لقربها من البحيرة. بينما في فصل الصيف تنخفض الرطوبة النسبية بصفة عامة حيث هي السمة الغالبة. وبالنسبة لفصل الخريف فأن متوسطات الرطوبة به تتقارب مع متوسطات فصل الشتاء، حيث يعد مقدمة لفصل الشتاء.

أما عن العلاقة بين معدلات الحرارة والرطوبة النسبية كما يوضحها الجدول (٧) وشكلي (١٠، ١١)، حيث العلاقة بينهما علاقة عكسية، ويتم اعتبار المناخ رطباً إذا زادت نسبة الرطوبة عن ٥٠٪، وجاف إذا قلت نسبة الرطوبة عن ٥٠٪، وبالنسبة لدرجات الحرارة، فإن المناخ يعد حاراً إذا زادت الحرارة عن ٢٥ درجة مئوية، وبارداً إذا قلت عن ٢٥ درجة مئوية (عبد القادر عبد العزيز علي، ١٩٨٧، ص ٢٨٠). وبالنسبة إلى محطة شكشوك فأنها طبقاً لهذا التصنيف تقع في النطاقين الحار الرطب والبارد الرطب ويرجع ذلك لتأثير بحيرة قارون التي تطفئ المناخ في الأماكن المحيطة بها.



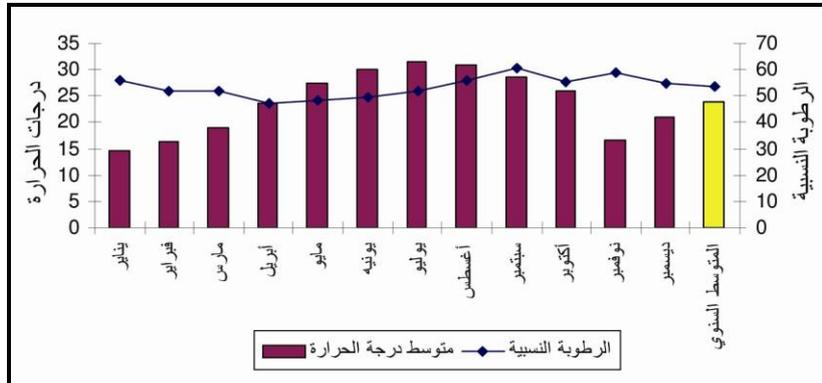


شكل (٩) : المتوسط السنوي للرطوبة النسبية.



شكل (١٠) العلاقة بين المتوسط الشهري والفصلي والسنوي

لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية في محطة شكشوك.



شكل (١١) : العلاقة بين المتوسط الشهري والفصلي والسنوي

لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية في محطة بحوث المياه.

**التبخّر :**

يؤثر التبخّر Evaporation على معدلات تركيز الأملاح بمياه البحيرة، كما أن له علاقة وثيقة باستمرار التوازن الملحي في طبقات البرك الشمسية، ومما لا شك فيه أن شدة التبخّر تتوقف بدورها على عدة عوامل منها درجة الحرارة والرطوبة النسبية وقوة الرياح والطاقة الشمسية.

وبوضح الجدول رقم (٨) المعدلات الشهرية للتبخّر بمحطات الدراسة ونلاحظ ما يلي:

- أن فصل الشتاء هو أقل الفصول في كميات التبخّر، حيث المتوسط الفصلي لمحطات الدراسة كالأتي الفيوم ٣.٦ ملم، شكشوك ٤.١ ملم، ويرجع ذلك إلى سببين الأول ارتفاع نسبة الرطوبة في الجو، والثاني انخفاض درجة الحرارة وهذا يؤدي إلى فاعلية الأمطار نسبياً.
- تتقارب متوسطات فصلي الربيع والخريف في معدلات التبخّر اليومي، فهي أكثر ارتفاعاً من فصل الشتاء فمتوسطات المحطات كالتالي الفيوم ٧.٨، ٦.٤ ملم، شكشوك ٩.٣، ٧.٩ ملم، للربيع والخريف على الترتيب، ونلاحظ أن متوسطات فصل الربيع أكبر من متوسطات فصل الخريف ويرجع ذلك إلى ارتفاع الحرارة المفاجئ في هذا الفصل بسبب الموجات الخماسينية.
- يسجل فصل الصيف أعلى متوسطات للتبخّر اليومي على مدار السنة، فهو في محطات الدراسة كالأتي الفيوم ١٠.٢ ملم، شكشوك ١٢.١ ملم.
- معدلات البخر السنوى هي العامل الوحيد لفقد كميات كبيرة من مياه البحيرة، فقد قدر الفاقد من مياه البحيرة عن طريق البخر سنوياً بحوالى ٤٣٧ مليون متر<sup>٣</sup>، ولكن كميات البخر تختلف من سنة إلى أخرى ومن شهر إلى آخر، ويتوقف هذا على عدة عوامل منها (الرطوبة والمواد العالقه بالماء والجو، وسرعة الرياح وسطوع الشمس، وملوحة المياه حيث يؤدي ارتفاع الأملاح بالمياه إلى نقص معدلات البخر)، وبالرغم من أن فصل الصيف هو فصل التصريفات الكبيرة، إلا أنه أشدها بخرًا، لذلك فإنه فصل العجز المائى، في حين

يرتفع منسوب البحيرة في فصل الشتاء رغم كونه فصل التصريفات المنخفضة لانخفاض معدلات البخر (هناك نظير، ص ص ١٢٤-١١٨).

جدول (٨) : المعدل السنوي والشهري للتبخر اليومي بالمقياس بجهاز بيش (Piche).

فترة الرصد	المعدل السنوي	ديسمبر	نوفمبر	أكتوبر	سبتمبر	أغسطس	يوليو	يونيو	مايو	أبريل	مارس	فبراير	يناير	الشهر	المحطة
١٩٦٠-٣١	٨,٤	٣,٨	٥,٧	٨,٠	١٠,٠	١١,٤	١٢,١	١٢,٨	١١,٧	٩,٣	٧,٠	٥,٠	٣,٦	(أ)	شكشوك
١٩٧٥-٣١	٧,٠	٣,٢	٤,٤	٦,٧	٨,٢	٩,٦	١١,٠	١٠,٠	٩,٠	٨,٤	٦,٠	٤,٤	٣,٢	(ب)	الفيوم

The Egyptian Meteorological, Authority Climatological Normal's UP TO (1950) (1960) (1975)  
 (أ) المتوسط الشهري (ب) المتوسط الفصلي

## الرياح الاتجاهات والسرعة :

للرياح تأثيرا كبيرا على تنشيط عملية البخر مما يؤدي إلى زيادة فقد الماء من البحيرة، وتركز أملاحها، كذلك تنشأ عنها حركة طبقات المياه مما يشتت تركيزات الأملاح بها، كما إن للرياح تأثيرات غير مباشرة على الرطوبة النسبية بنقلها لكتل الهواء الساخنة والباردة، وتحريكها للضباب والسحب التي تغير من مقدار الرطوبة وشدة الضوء، كما تغير الرياح من درجة الحرارة، ويختلف هذا التأثير بحسب قوة الرياح وشدتها ووقت هبوبها وإذا ما كانت خفيفة أو ساكنة.

وبالنسبة لاتجاه الرياح السائدة في منطقة الدراسة كما يوضحها الجدولين (٩) و (١٠) والشكلين (١٢) و (١٣)، فهي الرياح التجارية الشمالية الشرقية الدائمة، حيث سجلت أعلى نسبة، فهي تبلغ في محطة الفيوم ٧١.١٪ وفي محطة بحوث المياه ٦١.٢ ٪ وفي محطة شكشوك ٦٨.٨٪، أما الرياح الغربية باتجاهاتها الفرعية (جنوبية غربية، غربية، شمالية غربية) فتقع في المرتبة الثانية من ناحية الأهمية.

الرياح في فصل الصيف أكثر انتظاما في هبوبها، وتكون أغلبها شمالية أو شمالية غربية وشمالية شرقية. والرياح في فصل الشتاء تكون متقلبة الاتجاه، ما بين رياح شمالية شرقية وشمالية ورياح شمالية غربية وغربية وجنوبية غربية ويرجع ذلك إلى منخفضات البحر المتوسط الشتوية مما يجعلها رياح رطبة مشبعة ببخار الماء تسبب سقوط الأمطار في هذا الفصل.

ونلاحظ في فصل الربيع سيادة الرياح الشمالية بأنواعها شمالية غربية وشمالية شمالية شرقية حيث تصل نسبتها في محطات الدراسة إلى ٧١.١٪ في محطة الفيوم، ٦٣.٥٪ في محطة بحوث المياه، ٧٣.٨٪ في محطة شكشوك، ويرجع السبب إلى تأثير المنخفضات الخماسينية التي تجذب الرياح الشمالية الشرقية في مواجهتها.

كما تسود الرياح الشمالية باتجاهاتها الفرعية شمالية غربية وشمالية وشمالية شرقية في فصل الخريف كما في فصل الربيع، حيث تتشابه توزيعات الضغط فيهما إلى حد كبير لإتباعهما نمطان فصليين انتقاليين وإن كانت نسب الرياح الشمالية في فصل الخريف أكبر منها في فصل الربيع، لمرور منخفضات شبه خماسينية في فصل الخريف تتميز بعدم الانتظام.

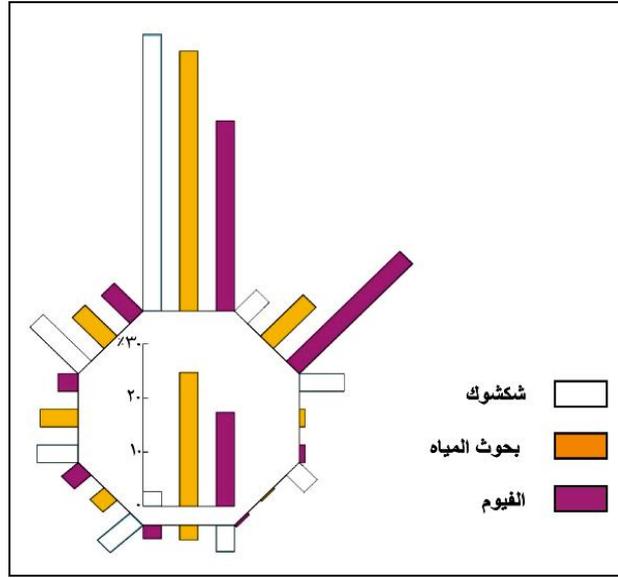
جدول (٩) : النسبة المئوية لاتجاهات الرياح سنويا.

فترة الرصد	سكون	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	جنوب	جنوب شرق	شرق	شمال شرق	شمال	الاتجاهات	
										المحطة	شكشوك
١٩٦٠-٣١	٢,٧	٧,٧	٧,٤	١٢,٢	٤,٩	٤,٥	٤,٠	٥,٥	٥١,١		شكشوك
١٩٨٩-٧٦	٢٤,٧	٣,٣٠	٦,٨	٨,١	٢,٧	٠,٣	١,٠	١٠,٨	٤٢,٣		بحوث المياه الفيوم
٢٠٠٠-٦٨	١٧,٣	٣,٩	٣,٦	٧,٣	٢,٥	٠,٥	١,٤١	٢٨,٧	٣٥,١		

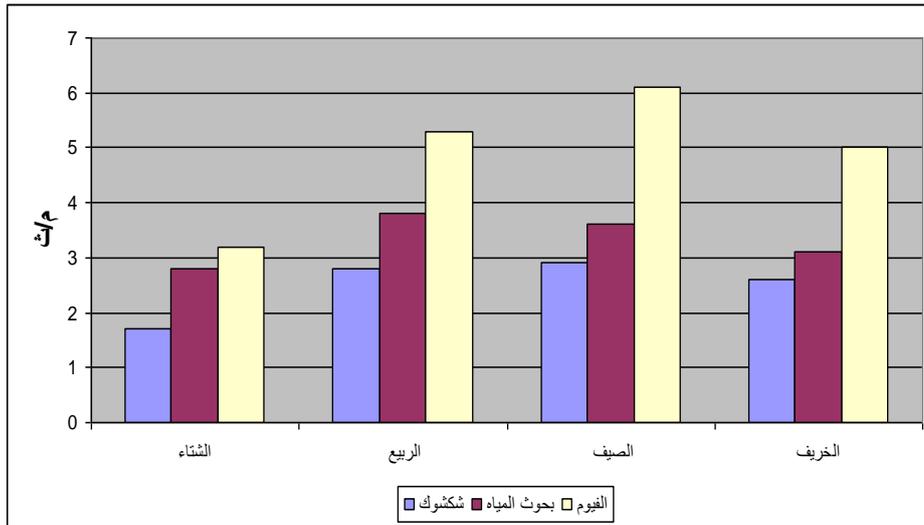
(١٠)

جدول (١٠) : المعدلات الفصلية لسرعة الرياح بالمتر/ثانية

الخريف	الصيف	الربيع	الشتاء	الفصل	المحطة
٢,٦	٢,٩	٢,٨	١,٧		شكشوك
٣,١	٣,٦	٣,٨	٢,٨		بحوث المياه
٥	٦,١	٥,٣	٣,٢		الفيوم



شكل (١٢) : النسبة المئوية لاتجاهات الرياح سنويا.



شكل (١٣) : متوسط سرعة الرياح في فصول السنة  
في محطات الدراسة (بالمتر/ثانية)

(١١١)

بالنسبة لسرعة الرياح فإن فصل الشتاء أقل فصول السنة في متوسطات سرعة الرياح، بينما فصل الربيع هو أعلى فصول السنة في متوسطات سرعة الرياح، يليه فصل الصيف، ويرجع ذلك لهبوب رياح الخماسين في فصل الربيع الذي يتميز بمنخفضاته العميقة التي تعمل على زيادة سرعة الرياح.

رصد التغيرات البيئية ببحيرة قارون :

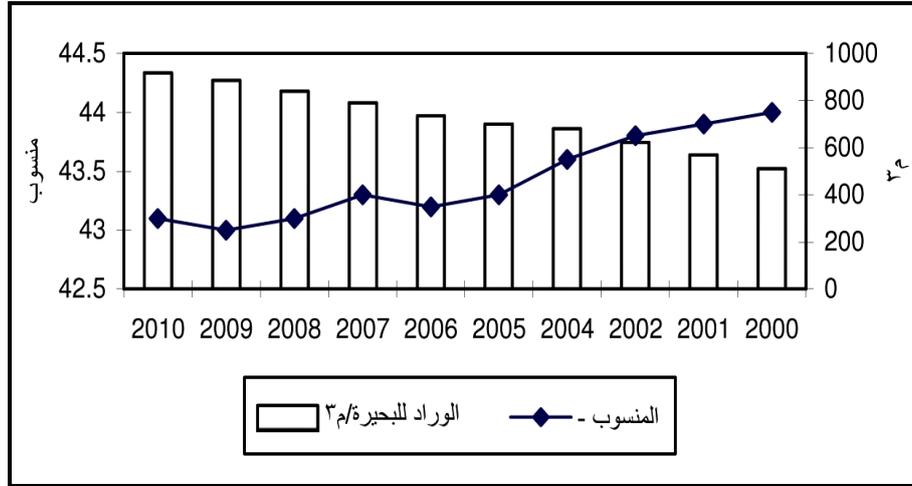
### (١) تذبذب منسوب سطح البحيرة :

تتلقى البحيرة سنويا حوالي ٤٣١ مليون متر<sup>٣</sup> من مياه صرف أراضى المحافظة، بما يعادل ٦٩٪ من مياه الصرف، والباقي ينصرف إلى بحيرات وادى الريان، في الوقت الذي يصل الفاقد بالبخر من البحيرة حوالي ٤٣٧ مليون متر<sup>٣</sup>، مما يؤدي إلى عجز مائي بالبحيرة قدر بحوالى ٦ مليون متر<sup>٣</sup>، إلا انه بالرغم من ذلك فان مناسيب البحيرة أخذت في الارتفاع عاما بعد عام، حيث يتعرض منسوب البحيرة إلى تذبذبات شهرية وفصلية وسنوية في آن واحد، فعلى سبيل المثال وصل منسوب البحيرة في ديسمبر ١٩٩١ إلى منسوب - ٤٣.٠٤ وهو العام الذي حدث فيه غرق للأراضي المتاخمة للبحيرة، مقابل منسوب - ٤٣.٠٢ في ديسمبر ٢٠٠١، وهو اقرب ما يكون من منسوب الخطر (-٤٣.٠١ م) مما أدى إلى ارتفاع مخزون المياه بالبحيرة قدر بحوالى ٤.٥ مليون متر مكعب من المياه، إلا أن الاستمرار فى الزيادة المائية الواردة الى البحيرة عاماً بعد عام كما يوضح الجدول (١١) والشكل رقم (١٤) يؤدي إلى مزيد من المشكلات المتداخلة، خاصة التأثيرات السلبية على الأراضى الزراعية المتاخمة للبحيرة، والمنشآت السياحية المقامة عليها كما حدث عام ٢٠٠٩، ٢٠١٠، عندما تضررت تلك المنشآت وتكلفت الملايين من الجنيهات لإصلاح الأضرار التي لحقت بها من جراء ارتفاع مناسيب البحيرة، إلا أن عدم الالتزام بالضوابط والمحددات التي وضعت من قبل للسيطرة على هذه المناسيب يضر بمصلحة الجميع.

**جدول (١١) : تغير كميات المياه الواردة للبحيرة وتأثيرها على تغير المنسوب العام للبحيرة.**

العام	الوارد للبحيرة/م <sup>٣</sup>	المنسوب -
٢٠٠٠	٥١٢	٤٤
٢٠٠١	٥٧٠	٤٣.٩
٢٠٠٢	٦٢٢	٤٣.٨
٢٠٠٤	٦٨٠	٤٣.٦
٢٠٠٥	٧٠١	٤٣.٣
٢٠٠٦	٧٣٥	٤٣.٢
٢٠٠٧	٧٩٠	٤٣.٣
٢٠٠٨	٨٤٠	٤٣.١
٢٠٠٩	٨٨٥	٤٣
٢٠١٠	٩١٧	٤٣.١

المصدر: قطاع الدراسات والبحوث بمصنع اميسال، بيانات غير منشورة.



**شكل (١٤) : تغير كميات المياه الواردة للبحيرة وتأثيرها على تغير المنسوب العام للبحيرة.**

وبالرغم من أن فصل الصيف هو فصل التصريفات الكبيرة إلا أنه أشدها بخرًا، لذلك فإن الصيف هو فصل العجز المائي، في حين يرتفع منسوب البحيرة في فصل الشتاء بالرغم من كونه فصل التصريفات المنخفضة، حيث يصل أعلى منسوب للبحيرة غالباً في شهري نوفمبر وديسمبر، وأدنى منسوب يكون خلال شهر أغسطس بفارق منسوب ٧٠ سم. ويسبب السعة التخزينية المحدودة للبحيرة حُد منسوبها الحرج بحوالى (-٤٤.٣٠ م) خلال شهر أكتوبر للحفاظ على الثروة السمكية، كما حُد منسوب الحرج خلال شهر ابريل بحوالى (-٤٤.٨٠ م) للحفاظ على الطريق السياحي والاراضى الزراعية المتاخمة للبحيرة من الغمر والغرق، وحدد منسوب الخطر بحوالى (-٤٣.١ م). فكلما زاد منسوب البحيرة كلما زاد الحجم المائي ومن ثم مساحتها كما يتضح من الجدول رقم (١٢).

وقد تناولت في رسالة الماجستير موضوع التذبذب السنوي لمنسوب البحيرة على فترات زمنية بالتفصيل، وخلصت إلى أن الذبذبات التي تتعرض لها مناسيب البحيرة سواء الشهرية أو الفصلية أو السنوية ترجع إلى مصادر أخرى تغذى مياه البحيرة، وتحول دون جفافها في أوقات العجز المائي، وتعمل على زيادة منسوبها، وقد تم تحديد العديد من العوامل الطبيعية والبشرية التي تتضافر معا لرفع مناسيب البحيرة (هناء نظير، ص ص ١١٨-١٣٨).

جدول (١٢) : العلاقة بين منسوب المياه بالبحيرة ومساحة سطحها وسعتها التخزينية.

منسوب البحيرة (م)	الحجم (مليون م <sup>٣</sup> )	المساحة (كم <sup>٢</sup> )
٤٦-	٤٢٠.٠	١٧٣.٠
٤٥-	٦٠٥.٥	١٩٤.٩
٤٤-	٨٠٩.٩	٢٠٨.٤
٤٣-	١٠٢٧.١	٢١٦.٠
٤٢-	١٢٥١.٧	٢١٩.٥

المصدر: قطاع الدراسات والبحوث بمصنع اميسال، بيانات غير منشورة.

## ٢) الإمكانيات الملحية لبحيرة قارون، توزيعها، وتغيرها :

### أ- الإمكانيات الملحية لبحيرة قارون :

لقد بدأ قياس ملوحة مياه بحيرة قارون في سنة ١٩٥٦، وسجلت القياسات في ذلك الوقت نسبة المواد الصلبة الذائبة بمياه البحيرة ب ١٥.٥ جم/لتر، وقد تزايدت هذه النسبة حتى وصلت في سنة ١٩٩٥ إلى ٣٦ جم/لتر، ٣٧.٢ جم/لتر عام ٢٥٥٧، ثم تراجعت لتصل إلى ٣٥.٨ جم/لتر عام ٢٥١٢.

بلغ مجموع كمية الأملاح الكلية الذائبة الداخلة للبحيرة عام ٩٨/٩٧ (٩.٥٨ مليون طن) منها ٥.٣ مليون طن عن طريق مصرف البطس، ٣ مليون طن عن طريق المصارف الفرعية، ٨ مليون طن عن طريق مصرف الوادي، حيث تحتوى مياه المصارف الفرعية على تركيزات عالية من الأملاح الكلية الذائبة (٣٥.٥ جم/لتر) بينما تحتوى مياه مصرف البطس على (٢٥.٢ جم/لتر) أما مياه مصرف الوادي فتحتوى على (٦.٢ جم/لتر) وذلك خلال عام ٩٩/٩٨ وهذه التركيزات تتغير من عام لآخر لتداخل مجموعة من المحددات البشرية في هذا الأمر. حيث قدرت مساهمة كل مصدر من مصادر الصرف في ملوحة البحيرة فأتضح أن ٥٩% من جملة الأملاح الكلية دخلت البحيرة عام ٩٨/٩٧ عن طريق مصرف البطس، ٣٣% عن طريق المصارف الفرعية، ٨% عن طريق مصرف الوادي (خريطة ١) (محمود صدقي محمد صدقي، ١٩٩٩، ص ص ١٦٥-١٦٦).

يمثل كلوريد الصوديوم المكون الأكبر والرئيسي من جملة الأملاح الكلية الذائبة في مياه البحيرة، حيث تصل نسبته إلى حوالي ٦٣%، يليه كبريتات المغنسيوم بنسبة ١٩%، ثم كبريتات الصوديوم بنسبة ١٢% تقريبا، كما تحتوى مياه البحيرة على

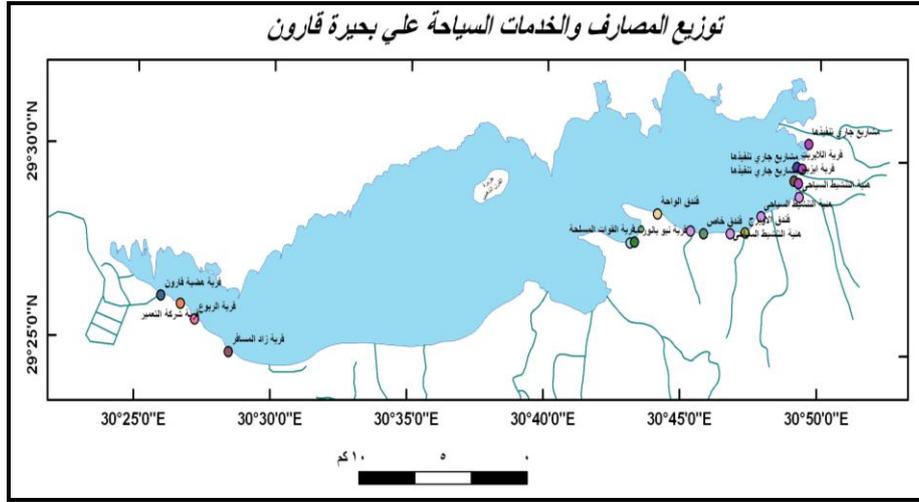
مكونات ملحية اقل نسبه من بيكربونات الكالسيوم، كبريتات الكالسيوم، كربونات الكالسيوم، وغيرها من الأملاح المعدنية (محمود صدقي محمد صدقي، ١٩٩٩، ص ١٦٥).

أما عن درجة تركيز الأملاح في بحيرة قارون، فهي كما تتضح من الجدول رقم (١٣) أن هناك تزايد مع الزمن بفروق ملحية تتفاوت مع المناسيب المختلفة ما بين ٢: ٣ مليون طن من الأملاح، حيث يتغير تركيز الأملاح باختلاف مناسيب البحيرة، حيث أتضح أن أعلى تركيز للأملاح يكون على المناسيب المنخفضة (-٤٥) ٦٤.٠٦ مليون طن عام ٢٠١٢، وأقل التركيزات تكون على المناسيب المرتفعة (-٤٣.٥) ٤٥.١٢ مليون طن عام ٢٠١٢.

جدول ( ١٣ ) : الأملاح المختزنة في بحيرة قارون باختلاف المناسيب في الفترة (٢٠٠٥ - ٢٠١٢) مليون/طن

المنسوب السنة	٤٣.٥-	٤٣.٧٥-	٤٤.٠٠-	٤٤.٢٥-	٤٤.٥-
٢٠٠٥	٤٢.٦٦	٤٥.٠٨	٤٧.٧٢	٥٠.٦١	٥٣.٧٩
٢٠٠٦	٤٢.٧٥	٤٥.٢٢	٤٧.٩٠	٥٠.٣٢	٥٤.٠٩
٢٠٠٧	٤٢.١٧	٤٥.٧٩	٤٨.٠٣	٥١.٧٨	٥٤.٣١
٢٠٠٨	٤٣.٢٢	٤٥.٩٩	٤٨.٧١	٥١.٨٦	٥٤.٨٤
٢٠٠٩	٤٣.٨٩	٤٦.٣٥	٤٨.٧١	٥١.٩٥	٥٥.١١
٢٠١٠	٤٤.٤١	٤٦.٨٤	٤٩.٣٣	٥٢.٧٠	٥٦.٢٠
٢٠١١	٤٤.٩٣	٤٧.١٣	٤٩.٥١	٥٣.١٢	٥٦.٤٢
٢٠١٢	٤٥.١٢	٤٧.٢٩	٤٩.٦٧	٥٣.٢٠	٥٦.٦٨

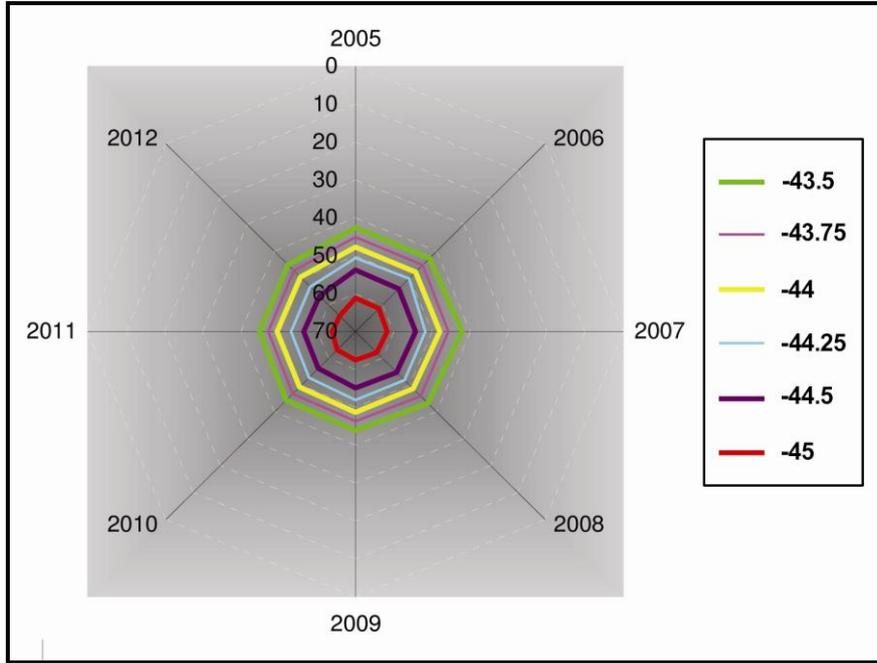
المصدر: قطاع الدراسات والبحوث بمصنع اميسال، بيانات غير منشورة.



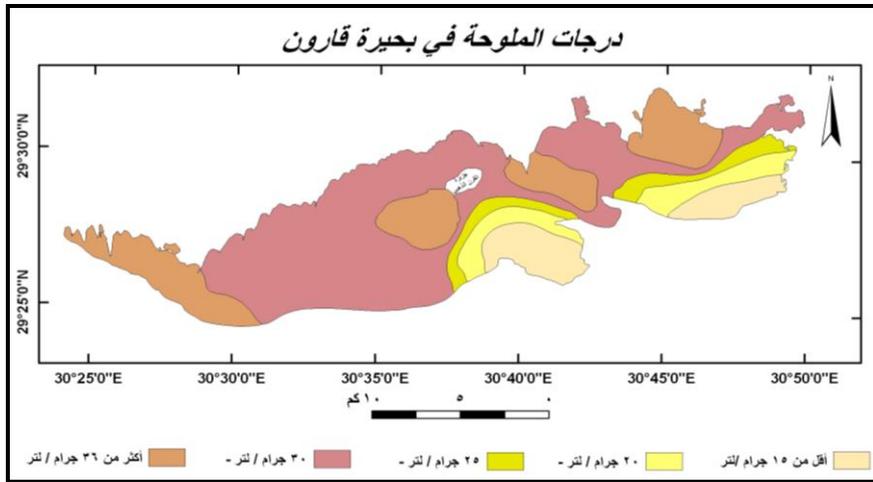
خريطة (١) : توزيع المصارف والخدمات السياحية على بحيرة قارون.

#### ب- توزيع الأملاح بمناطق البحيرة المختلفة :

تختلف توزيعات الأملاح من مكان لآخر داخل نطاقات البحيرة، كما توضحه الخريطة رقم (٢)، فالمتوسط العام لملوحة البحيرة قدر بحوالي ٢٧.٠١ جم/لتر عام ٩٨/٩٩، ٣٦.٥ جرام/ لتر في الفترة من ٢٠٠٠ إلى ٢٠١٢، أما القسم الشرقي من البحيرة فتقل به تركيزات الأملاح لتصل إلى ٢٠.٢ جم/لتر عند مصرف البطس، أما في القسم الغربي من البحيرة عند طرفها الذيلي فتصل تركيزات الأملاح إلى ٣٧ جم/لتر، حيث تتركز في هذا القسم من البحيرة لقلّة المصارف به، أما عن وسط البحيرة فتصل تركيزات أملاح إلى ٣٦.٦ جم/لتر، بينما تصل التركيزات الملحية، إلى ٣٥.٥ جم/لتر عند نقطة مصب المصارف الفرعية، ٢٦.٢ جم/لتر عند مصب مصرف الوادي، بينما يزداد تركيزها في المناطق الشمالية، والشمالية الشرقية لتصل إلى حوالي ٣٧-٤٠ جرام/لتر، لبعدها هذه المناطق عن مصبات المصارف، ومن ثم تسمح المياه الراكدة بتركز الأملاح بشكل أكبر.



شكل (١٥) : الأملاح المخزنة في بحيرة قارون باختلاف المناسيب في الفترة (٢٠٠٥ - ٢٠١٢) مليون/طن.



خريطة (٢) : درجات الملوحة في بحيرة قارون.

### ج- تغيرات الأملاح بمناطق البحيرة :

تختلف تركيزات الأملاح من فصل لآخر حيث تبلغ أقصاها في شهري يوليو وأكتوبر، وأدناها في شهري يناير وأبريل، وكذلك تختلف من عام لآخر، حيث سجلت مجموع الأملاح الذائبة عند نقطة الفتح بمصنع اميسال حوالي ٣٠.٧ جرام/لتر عام ١٩٩٢ بدلاً من ٣٧ جرام/لتر في سنة ١٩٧٥. ويؤكد هذه الحقيقة الجدول رقم (١٤) والشكل رقم (١٦)، حيث استمر هذا التغير، ففي عام ٢٠٠٠ كانت تركيزات الأملاح في البحيرة في حدود ٣٥.٩ جرام/لتر، ووصلت الى ادنى حدودها عام ٢٠٠١ بتركيزات ٣٣.٨ جرام/لتر، ثم عاودت الزيادة في ٢٠٠٤ لتصل الى ٣٦ جرام/لتر، أعقبها تراجع، ثم زيادة ملحوظة عام ٢٠٠٧ لتصل تركيزات البحيرة الى ٣٧.٢ جرام/لتر، لتتراجع مرة أخرى عام ٢٠٠٩، ثم شهدت ثبات الى حد كبير في السنوات التالية من ٢٠١٠ حتى ٢٠١٢ في حدود تركيزات ٣٥.٦، ٣٥.٧، ٣٥.٨ جرام/لتر على التوالي (تقارير غير منشورة من وحدة البحوث والدراسات بمصنع اميسال).

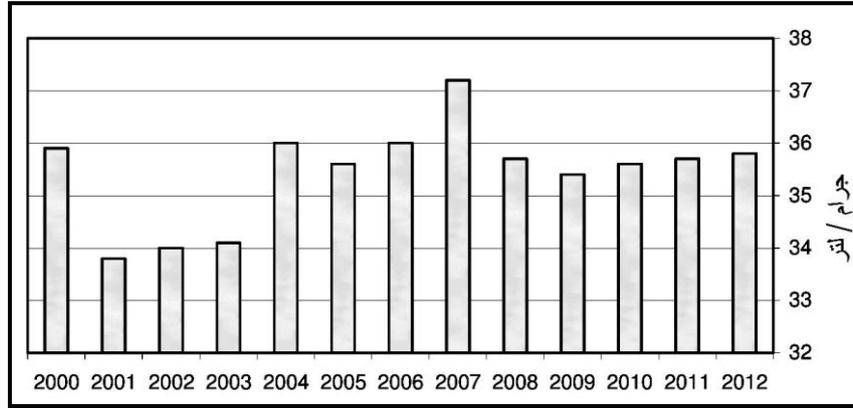
بدراسة وتحليل مياه البحيرة على ثلاث مستويات، أتضح أن (المياه السطحية من منسوب صفر حتى منسوب ١٥ سم، ومياه الوسط من منسوب ٣ حتى ٤ متر، ومياه قرب القاع من منسوب ٧ حتى ٨ متر) الأملاح الكلية الذائبة T.D.S تزداد مع العمق، حيث يبلغ تركيزها ٣٤.٦٤ جم/لتر في الطبقة السطحية، ٣٦.٨٦ جم/لتر في طبقة الوسط، ٣٧.٤٧ جم/لتر عند القاع (محمود صدقي محمد صدقي، ص ٥١).

تستقبل البحيرة كمية من الأملاح تقدر بحوالي ٧٠٠ ألف طن سنوياً، تضاف الى المخزون الملحي للبحيرة الذي قدر عام ١٩٩٧/١٩٩٨ بحوالي ٢٦ مليون/طن (محمود صدقي محمد صدقي، ١٩٩٩، ص ١٦٦)، وبذلك تصبح الحصيلة التراكمية للأملاح البحيرة خلال الفترة من عام ٢٠٠٤ حتى عام ٢٠١٠ في حدود ١٩.٦ مليون/طن أملاح جدول رقم (١٥)، فإذا أضفنا هذه الكمية الى مخزون البحيرة لوجدنا أن مجموع أملاح البحيرة عام ٢٠١٠ تصل الى ٤٥.٦ مليون/طن.

جدول (١٤) : تغير معدلات تركيز الأملاح في بحيرة قارون في الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠١٢.

Items	Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Sp. Gr. (g/cm)		1.026	1.023	1.023	1.023	1.027	1.025	1.026	1.028	1.025	1.025	1.024	1.025	1.026
T.D.S. (g/l)		35.952	33.867	34.077	34.187	36.070	35.622	36.091	37.250	35.723	35.477	35.652	35.710	35.834
CO <sub>2</sub> (g/l)		0.027	0.024	0.026	0.028	0.025	0.021	0.026	0.027	0.028	0.048	0.048	0.039	0.095
HCO <sub>3</sub> (g/l)		0.320	0.341	0.339	0.333	0.283	0.295	0.312	0.320	0.322	0.268	0.390	0.378	0.447
SO <sub>4</sub> (g/l)		9.454	8.802	8.743	8.729	9.893	10.105	9.808	9.825	9.714	9.106	10.013	10.111	9.769
Cl (g/l)		13.228	12.521	12.840	12.875	13.021	12.611	13.144	13.812	13.022	13.344	12.982	12.821	13.000
Ca (g/l)		0.491	0.494	0.495	0.499	0.501	0.500	0.499	0.497	0.493	0.495	0.554	0.471	0.556
Mg (g/l)		1.293	1.253	1.246	1.225	1.219	1.170	1.208	1.238	1.270	1.291	1.223	1.323	1.428
Na (g/l)		10.226	9.535	9.726	9.778	10.417	10.394	10.490	10.881	10.262	10.126	10.121	10.365	11.012
Others (g/l)		0.913	0.897	0.662	0.720	0.711	0.571	0.604	0.650	0.612	0.793	0.587	0.544	0.831
CaCO <sub>3</sub> (g/l)		0.045	0.04	0.043	0.047	0.042	0.035	0.043	0.045	0.047	0.081	0.062	0.085	0.089
MgCO <sub>3</sub> (g/l)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (g/l)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.250	0.000	0.025	0.031	0.000
CaSO <sub>4</sub> (g/l)		1.250	1.243	1.247	1.26	1.328	1.321	1.291	1.270	6.290	1.291	1.001	3.001	2.800
MgSO <sub>4</sub> (g/l)		6.404	6.205	6.171	6.067	6.037	5.794	5.983	6.131	0.000	6.395	6.244	5.946	6.478
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (g/l)		5.118	4.396	4.345	4.434	6.119	6.727	6.096	5.968	5.637	4.571	4.012	6.000	6.108
NaCl (g/l)		21.798	20.633	21.159	21.217	21.457	20.782	21.66	22.761	21.459	21.990	21.901	21.645	21.799
Others		0.913	0.897	0.662	0.72	0.711	0.571	0.604	0.650	0.612	0.793	0.784	0.818	0.910

المصدر : قطاع الدراسات والبحوث، مصنع اميسال بيانات غير منشورة



شكل (١٦) : تغير معدلات تركيز الأملاح في بحيرة قارون في الفترة من ٢٠٠٠ حتى ٢٠١٢.

جدول (١٥) : كمية الأملاح الواردة للبحيرة خلال الفترة من ٢٠٠٤ حتى ٢٠١٠م.

العام	الإيراد السنوي من الأملاح (بالف طن)	الحصيلة التراكمية (بالمليون طن)	حجم استغلال شركة إميسال من الأملاح (ألف طن)
٢٠٠٣/١٩٩٥	--	--	٩٧٠
٢٠٠٤	٧٠٠	٠.٧	١٧٧ (بداية مشروع المغنسيوم بواقع انتاج ٢٧ ألف طن)
٢٠٠٥	٧٠٠	١.٤	١٧٧
٢٠٠٦	٧٠٠	٢.١	٢٠٠ (زيادة خط انتاج المغنسيوم الي ٥٠ الف طن)
٢٠٠٧	٧٠٠	٢.٨	٢٠٠
٢٠٠٨	٧٠٠	٣.٥	٢١٠ (البداية التجريبية لخط الفاكيوم)
٢٠٠٩	٧٠٠	٤.٢	٢٢٧
٢٠١٠	٧٠٠	٤.٩	٢٢٧
الإجمالي	٤٩٠٠	١٩.٦	٢٢٨٨

المصدر: قطاع الدراسات والبحوث، مصنع اميسال بيانات غير منشورة.

وعلى الرغم من وجود شركة إيميسال على الساحل الجنوبي من بحيرة قارون، لتستخرج ما يقارب من ٢٠٠ ألف طن سنويا من أملاح البحيرة، ليصبح جملة ما استخرجته الشركة خلال فترة عملها من ١٩٩٥ حتى ٢٠١٠ فى حدود ٢.٢ مليون/طن فقط، فهذه الشركة وحدها بمعدلاتها الحالية فى استخراج الأملاح لا تستطيع مواكبة الزيادة السنوية من الأملاح التي ترد الى البحيرة عبر المصارف الزراعية مما يستلزم إيجاد شركات اخرى تساعدها، وحلول أخرى لتوظيف هذه الطاقة الهائلة من المخزون الملحي المتواجد بالبحيرة.

### (٣) تغيرات الأعماق والعوامل المؤثرة فيه :

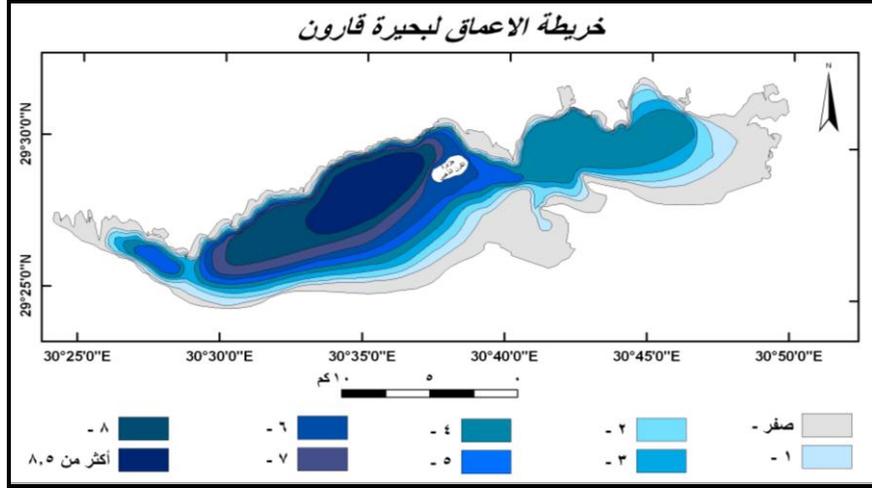
بحيرة قارون بحيرة طينية القاع غير منفذة للمياه حيث أن رواسبها تقذف بها المصارف الزراعية على الساحل الجنوبي للبحيرة، في حين شواطئها الشمالية تتعرض لعمليات سفي الرمال الذي تجلبه الرياح الشمالية والشمالية الغربية التي تهب على مصر كافة، ولقد قدرت معدلات الإطماء بقاع البحيرة بحوالى ١٣ مم<sup>٣</sup>/سنه ١٩٩١ بعد أن كانت حوالى ٤ مم<sup>٣</sup>/سنه ١٩٨٢ (وزارة الري محطة التجارب والبحوث بالقناطر الخيرية، مشروع رفع قاع بحيرة قارون، ١٩٦٨).

يصل متوسط منسوب قاع البحيرة (-٤٧.٨٩ م) ويتراوح عمق المياه في بحيرة قارون من ٦-٨ متر تقريبا في وسط البحيرة، حيث يصل أقصى عمق بها حوالى ١٠ متر في منطقة بطن البقرة غرب جزيرة القرن الذهبي (خريطة ٣) (هنا نظير، ١٩٩٤، ص ١١٨).

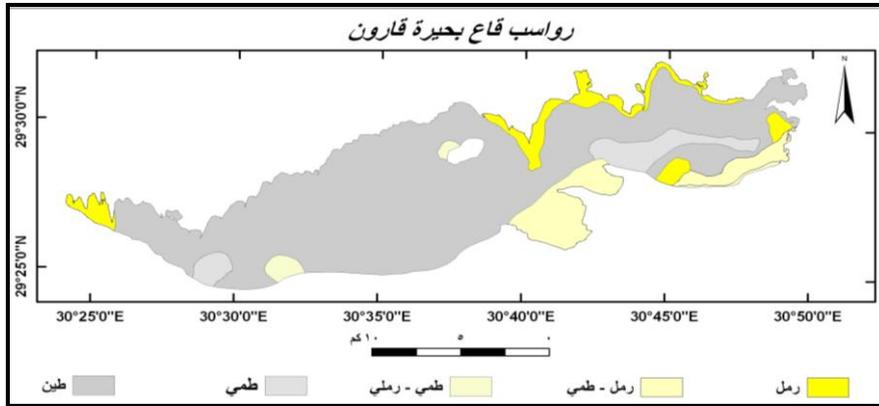
ولتقدير معدلات الإطماء بقاع البحيرة من عام ١٩٥٢ حتى عام ٢٠١٠ بناء على أن معدل الاطماء السنوى ١م<sup>٣</sup>، فإن قاع البحيرة يكون قد شهد زيادة تقدر بنحو ٥.٨ سم خلال هذه الفترة (٤٨ عام).

ومما تجدر الإشارة إليه أن رواسب بحيرة قارون تتكون من الطين (٦٨.٦%) يليه الرمل (٢١.٥%)، رمل غريني (١١.٧%)، غرين (٩.٨%) وغرين رملي (٧.٨%). ويغطى الطين معظم المناطق المركزية للبحيرة وأغلب الجزء الغربي منها (خريطة

(٤). وقد تكونت هذه الرواسب بشكل رئيسي من الحمولة المعلقة التي يتم تصريفها إلى البحيرة عن طريق المصارف الزراعية، ورواسب القاع تتفاوت من الرمل الناعم إلى الغرين، بينما رواسب الشاطئ تتفاوت من الرمل الخشن إلى الغرين ( Ahmed Gad Abd El Wahed, P. 2).



خريطة (٣) : خريطة الأعماق لبحيرة قارون.



Ahmed Gad Abd El Wahed. 56, Geoenvironmental Assessment of Qarun Lake

خريطة (٤) : رواسب قاع بحيرة قارون.

## متطلبات إقامة المشروع :

- تتطلب البرك الملحية الشمسية أعماق تتراوح ما بين واحد إلى أربعة أمتار، على أن تكون هذه المناطق متدرجة في العمق ومتدرجة الملوحة كما يلي:
- طبقة الحمل العليا (Upper Convective Zone) من ١ : ٢ متر لها تركيز منخفض للأملح ومتجانس تقريباً.
  - وطبقة لا تسمح بالحمل الحراري (Non-Convective Zone) يتفاوت سمكها بين ١.٠ و ١.٥ متر لها تركيز أملاح يزداد مع العمق
  - ثم طبقة الحمل السفلى (Lower Convective Zone) يتراوح سمكها بين ١.٠ و ٢.٠ متر ولها تركيز أملاح عالي ومتجانس تقريباً.

وتعد أملاح كلوريد المغنيسيوم، كلوريد الصوديوم أو نترات الصوديوم التي تذاب في الماء هي الأملاح المستخدمة في عمل التركيز الملحي للطبقات السفلى من البرك الملحية الشمسية، حيث أن كيلوجرام من الأملاح التي تذاب في المياه من الممكن أن تزودنا بطاقة حرارية تساوى ثلاث مرات نفس الكمية المستخلصة من حرق الفحم في غرفة الاحتراق دون أدنى فقد للأملح المذابة.

كما أن عمل البركة يتطلب شفافية sullied المياه، وخلوها من الطحالب والبكتيريا والعكرة، والمواد العضوية، والجسيمات الصناعية والرمل والغبار التي تعد أمراً أساسياً لأداء البركة، والحفاظ على حرارتها ثابتة.

بالنسبة لقاع البركة عموماً، فإنه يجب أن يتوفر به الظلام اللازم لسطح قاع البركة مما يزيد من امتصاص الإشعاع الشمسي.

## (١) تحديد المواقع الجغرافية المثلى لإنتاج الطاقة الملحية الشمسية من البحيرة :

تم تحديد المواقع الجغرافية المثلى لإنتاج الطاقة الملحية الشمسية من بحيرة قارون باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وذلك عن طريق بناء نموذج لمنطقة بحيرة قارون، أمكن من خلاله إدخال، ومعالجة وتحليل البيانات المكانية الخاصة بها.

فالنموذج هو أداة لإعادة عرض الواقع في شكل سلاسل من المعادلات الرياضية التي تعمل على شرح ظاهرة معينة، لاستقراء المستقبل (Mohamed Mohamed Amin Abd-Allah, 2007, p. 120) من خلال دمج البيانات (الطبيعية، والبشرية، والاقتصادية، والبيئية) التي تم تنويد البرنامج بها للخروج بأنسب المواقع لإنتاج الطاقة في المستقبل.

### ومرت علمية النمذجة بعدة خطوات :

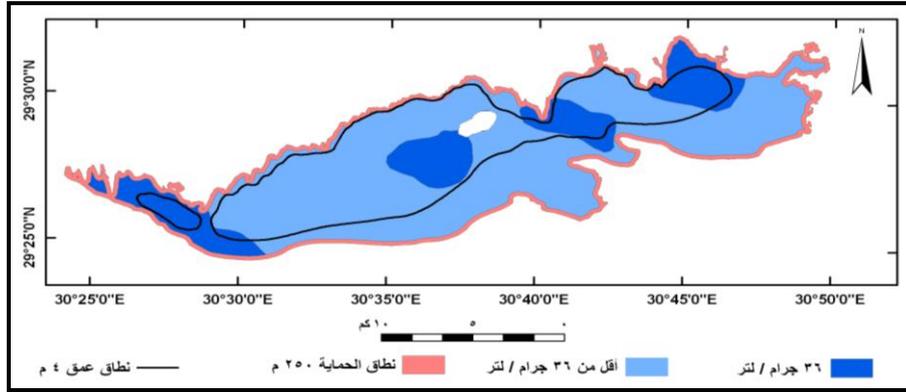
١. إدخال عدة خرائط تتمثل فيها المحددات الطبيعية والبشرية المؤثرة والهامة في اختيار المواقع المثلى لإنتاج الطاقة الشمسية الملحية، وقد تم وضع الخرائط في طبقات Layers معلوماتية دخلت في التحليل وهي علي الترتيب كالاتي: (خريطة أعماق البحيرة، خريطة المصارف الزراعية التي تصب في البحيرة، خريطة لأخوار البحيرة، خريطة لتوزيع الأملاح بمناطق البحيرة، خريطة رواسب قاع البحيرة، والقيم للمناخية (اتجاه وسرعة الرياح، والحرارة والرطوبة)، خريطة توزيع المنشآت السياحية المقامة على ضفاف البحيرة، خريطة التجمعات العمرانية وتجمعات الصيادين على شواطئ البحيرة، وخريطة موضع مصنع إنتاج الملح أميسال، وأخيراً خريطة موقع عليها مناطق سفي الرمال بالشواطئ الشمالية للبحيرة).

٢. تم تصميم قاعدة بيانات وصفية Attribute database للخرائط بحيث يقابل كل خريطة ملف معلوماتي كامل، وكل عنصر مكاني علي الخريطة يقابله صفوف في قاعدة المعلومات.

٣. تم الربط بين الموضوعان التي تشكل المعايير بواسطة الإحداثيات الجغرافية التي تم الاعتماد عليها في عملية ترقيم الخرائط Map Digitization في مرحلة الإدخال.
٤. تم إجراء التحليل المكاني للمعلومات الخرائطية بأسلوب المطابقة المكانية لكل وحده Pixel في كل طبقة معلوماتية التي تشكل المعايير التي تم إدخالها من قبل.
٥. تم بناء نموذج تحليلي Analytical Models لاختيار انسب المناطق لإقامة محطات لتوليد الطاقة الملحية الشمسية من البحيرة، وفق شروط محددة تم تزويد البرنامج بها تتمثل في :
- الا يقل عمق المياه عن ٤ متر كمحدد طبيعي رئيسى فى اختيار المكان
  - ان لا يقل تركيز الأملاح عن ٣٦ جرام/لتر.
  - أن تبعد المنطقة المختارة عن مصبات المصارف وسفى الرمال والمنشآت السكنية والسياحية والصناعية المقامة على سواحل البحيرة بمسافة لا تقل عن ٢٥٠ متر.
٦. تم بناء نموذج تحليلي آخر خففت فيه الشرط الخاصة بتركيزات الأملاح فى حدود ٣٠ : ٣٦ جرام/لتر مع تثبيت باقى الشروط.

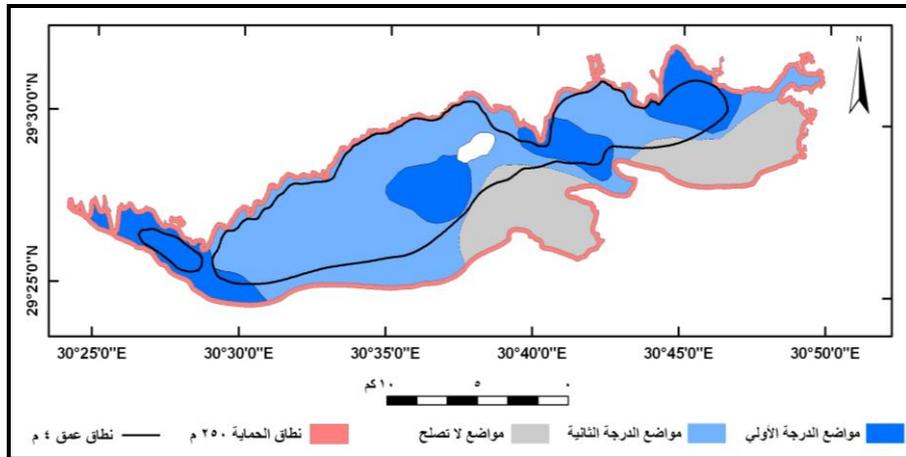
## (٢) تصنيف المواضع إلى (درجة أولى، درجة ثانية، مناطق لا تصلح) :

يمكن حصر الأماكن التي تم اختيارها كأنيب مواقع لإنشاء محطات الطاقة الملحية الشمسية وأسباب الاختيار وفق الشروط السابقة كما تظهره الخريطة رقم (٥)، التي توضح مناطق الدرجة الأولى لانتاج الطاقة فى أربع مواقع فقط (اقصى غرب البحيرة، شمال شرق البحيرة، وشمال البحيرة، وسط البحيرة بجوار جزيرة القرن الذهبى) حيث العمق المطلوب (أكثر من ٤م، وتركيزات أملاح أكبر من ٣٦ جرام/لتر، وبعيدة عن جميع المنشآت والمصانع وسفى الرمل، وتتوفر لها درجات الحرارة والرطوبة والبخر المناسب، ورواسب القاع داكنه اللون).



خريطة (٥) : مواضع الدرجة الأولى لإنتاج الطاقة الملحية الشمسية.

أما عن المقترح الثانى فهو كما توضحه الخريطة رقم (٦) حيث يتضمن مناطق أوسع من البحيرة (مناطق الدرجة الثانية) فلم يخرج من نطاق إمكانية إقامة برك ملحية شمسية إلا مناطق مصبات المصارف، حيث الأظماء وتركيزات الملوحة المنخفضة، كذلك المناطق المحيطة بالمنشآت ومناطق سفى الرمال فى حدود ٢٥٠ متر.



خريطة (٦) : تصنيف المواضع المقترحة لإنتاج الطاقة الملحية الشمسية.

ومما سبق نستطيع أن نجمل محددات اختيار تلك الأماكن فى النقاط التالية:

١. تعد المناطق التي وقع الاختيار عليها هي المناطق الطبيعية الوحيدة بالبحيرة التي مازالت بعيدة عن المؤثرات البشرية والتجمعات العمرانية مما قلل من معدلات تلوثها، الأمر الذي يوفر البيئة المناسبة لإقامة محطات توليد الطاقة الملحية الشمسية في هذه المناطق.
٢. تتوفر بها المقومات الطبيعية الهامة لإقامة محطات توليد الطاقة الملحية الشمسية، أهمها المساحات اللازمة لإقامتها، وارتفاع درجات الحرارة ليصل المعدل اليومي إلي ٢٢°م، مع ارتفاع معدلات البخر اليومي لتصل إلي ١٢.٥ ملليمتر في اليوم، كما تختزن هذه المناطق ملايين الأطنان من الأملاح، التي تزيد عاماً بعد عام بكميات تصل إلي ٧٠٠ ألف طن/سنة.
٣. معظم المناطق التي وقع عليها الاختيار هي أخوار ساحلية طبيعية تتصل بالبحيرة، وبرك ساحلية ولاجونات، وهي تتركز في الشواطئ الشمالية والغربية من البحيرة، ويمكن استغلالها بسهولة كبرك لتركيز الملح وإنتاج الطاقة منها دون تكلفة تذكر.
٤. هذه المناطق لا تحتاج الى فترة الإعداد الطويلة التي تحتاجها أي برك ملحية في منطقة أخرى، حيث أنها محددة المعالم، وبها تركيزات للأملاح عالية جداً، ومتفاوتة فى طبقاتها الملحية.
٥. يمر بالقرب من المناطق المختارة طريق برية ممهدة ودرجة ثانية (جنوب البحيرة)، وطريق غير ممهد مدق فى شمال البحيرة مما يسهل انتقال العمالة والمنتج، كما يوجد مصنع اميسال، والقرى السياحية والتركز العمرانى، الأمر الذي يسهل عملية تسويق الطاقة، والفائض يمكن تصديره بسهولة إلي باقي أرجاء المحافظة خاصة المنطقة الصناعية بكوم اوشيم.
٦. سهولة التغلب علي معوقات الإنتاج من هذه المناطق سواء كانت سفي الرمال التي تأتي بها الرياح الشمالية والشمالية الغربية، فمن السهل عمل مصدات من أشجار الجازورينا تحمي البرك من الرمال.

### ٣) المردود البيئي لإنتاج الطاقة الشمسية الملحية من بحيرة قارون :

تكنولوجيا استخدام البرك الملحية الشمسية مناسبة بصفة خاصة لبحيرة قارون، حيث تتوفر بها ما يكفي من مسطحات مائية غير مستغلة، وشواطئ مستنقعية في حاجة إلى إعادة التفكير في استخدامها، كما تتوفر للبحيرة الطاقة الشمسية طوال العام، كما أن وجود الطين في قاع بحيرة قارون يمكن من ابتكار أساليب جديدة لاستخدامه مع بطانة من البلاستيك مما يخفض تكلفة بناء تلك البرك، كما يتميز مناخ المنطقة بمعدلات عالية للتبخر ومعدلات قليلة لسقوط الأمطار، ولذلك فإنه من العملي والاقتصادي إعادة استخدام وتدوير الأملاح بواسطة التبخير وخلق فرص عديدة لإقامة البرك الشمسية بتكاليف زهيدة مقارنةً بالتكنولوجيا المستخدمة، بما لا يضر ببيئة البحيرة، كما أن المهارات والموارد المحلية المتاحة تكفي لاستخدام هذه التكنولوجيا البسيطة.



**صورة (٢) :** عمليات استخراج الطاقة من البرك الملحية الشمسية عمليه منخفضة التكلفة بالنسبة لوحدتة تجميع الطاقة، حيث من الممكن بسهولة إنشاء مساحات شاسعة منها فى زمن قياسي.

فى ظل سياسات تشجيع الاستثمار فى المناطق المتباينة من مصر، فإنه إذا ما قدمت حوافز مناسبة من الحكومة للقطاع الخاص لمزيد من أعمال المسح وتطوير التجارب الميدانية فان هذه التكنولوجيا قد تصبح فى وقت قريب جداً واحدة من أنجح الخيارات لاستخدام الطاقة فى مصر.

فقد عرضت شركة استشارات ومقاولات أمريكية بولاية كاليفورنيا، متخصصة فى تكنولوجياات البرك الشمسية مشروع لبركة شمسية على مساحة ٦٠ فدان متكاملة مع وحدة توليد كهرباء بقدرة ٨٢٠٠ ميجاوات ساعة، وبوحدة تحلية لمياه البحر لإنتاج ٢٣٤٣٦٥ م<sup>٣</sup> من المياه الصالحة للاستخدام الأدمي. ويتكلف هذا المشروع ٢.٥ مليون دولار فى يناير ٢٠٠٩ بما يعنى أن التكلفة الاستثمارية للكيلووات الواحد المنتج من هذا المشروع هي ٢٥٠٠ دولار عام ٢٠٠٩ إذا تجاهلنا أن المشروع ينتج أيضا المياه النقية الصالحة للشرب.

<http://www.solarpowerandwater.com> Solar Power& Water/ P.O.Box 2701/ Paso Robles, CA 93447- USA

يمكن تعظيم العائد الإقتصادى من البرك الشمسية إذا ما تم إنشاؤها كملحقات بالملاحات الشمسية، فيتم استخدام السائل المر الذي يظل عبء على إدارة الملاحه - فى إنشاء البرك الشمسية - وهو سائل ملحي يتم صرفه ككفايات من الملاحات الشمسية بعد ترسب ملح كالوريد الصوديوم وحصده، وفى المقابل تعطى البرك الشمسية طاقة كهر بائية وحرارية يمكن أن تستخدمها الملاحات الشمسية فى معالجة ملح كالوريد الصوديوم وتجفيفه. كما يمكن مد مصنع الأملاح المقام والمزعم إقامته بالطاقة اللازمة للتوسع والتطوير، وتوفر الحرارة اللازمة لبلورة بعض عمليات التعدين التي تجرى بداخله.

ومع توفر سطوع الشمس معظم أيام السنة وتوفر المناخ المناسب والأرض المستوية بتكلفة معقولة، فسوف تعطى البرك الشمسية طاقة نظيفة ومتجددة ومستدامة وجديرة بمنافسة باقي مصادر الطاقة المتجددة الأخرى ومصادر الطاقة التقليدية أيضا في حدود التكنولوجيات المتاحة التي تتطور حاليا بمعدلات سريعة. ومن ثم يمكن استخدام هذه الطاقة في تطوير وإنعاش المجتمعات العمرانية الملاصقة للبحيرة اقتصاديا وحضاريا عن طريق إنشاء مصانع لتعليب وتجميد الأسماك، كما يمكن استخدام الهواء الساخن في تجفيف المحاصيل الزراعية والأخشاب والأسماك والإتارة، وخلق فرص عمل جديدة من شأنه أن يرفع من المستوى المعيشي للسكان ويخفض معدلات التلوث التي تلقى للبحيرة من جزء تدنى المستوى المعيشي والتعليمي حيث سيكون في الإمكان توليد الطاقة الكهربائية بأقل كلفة ممكنة.

كما يمكن ربط القدرة الكهربائية المولدة بنظام البرك الشمسية بشبكة الجهد المحلية أو القومية، واستخدامها في المنشآت السياحية والقرى السياحية المقامة على ضفاف البحيرة، بالإضافة إلى إمكانية استخدامها كوحدات للتطهير وإنتاج المياه العذبة بالقدر الكافي لتلبية احتياجات المناطق النائية، كما يمكنها توفير مياه الشرب الصالحة للقرى الساحلية، ويمكن مد خط للمetro يصل القاهرة بسواحل البحيرة ويعمل بهذه الطاقة الجديدة ، مما يخلق متنزهات جديدة للقاهرة والجيزة التي تأن تحت وطأة الازدحام، ويشجع ويدعم سياحة اليوم الواحد الى محافظة الفيوم.

كما يمكن استخدام هذه الطاقة في تدفئة المباني لإكثار الثروة الحيوانية، ويمكن استخدام هذه التكنولوجيا في تطبيقات التبريد بالاشتراك مع عنصر الأمونيا، حيث يمكن توفر درجات الحرارة المنخفضة اللازمة لتربية الأحياء المائية، كما يمكن استخدامها لتخفيف ملوحة المياه في مناطق المرابي السمكية لإتاحة الفرصة للذريعة للنمو والتكاثر. فضلاً عن التطبيقات الزراعية والصناعية الأخرى التي تحتاج إلى درجات حرارة منخفضة كتجهيز الخضروات ومنتجات الألبان.

كما أنها سوف تخفف العبء البيئي عن البحيرة باستخدام الطاقة المولدة منها في تنقية مياه المصارف الزراعية قبل أن تصب على البحيرة، وحماية بيئة البحيرة من الزيادة السنوية لمعدلات الملوحة الأمر الذي يجعلها مهددة بان تكون بحيرة ميتة. فقد تسهم هذه الطاقة إلى حد كبير في التخفيف من حدة الفقر والبطالة التي يعاني منها سكان قرى البحيرة، وقد تحد من بعض الممارسات والأنشطة التي تضر بالبيئة هناك.

إلا انه يجب الإشارة إلي أن الشاطئ الشمالي للبحيرة محمية طبيعية، وإقامة هذا المشروع في تلك المواضع الشمالية، قد يستلزم المراقبة عن كسب لجميع مراحل إقامة مثل هذه المشاريع حتي لا يحدث خلل بيئي في تلك المحمية، مع ضرورة التأكيد على المردود البيئي المتوقع للمشروع وخطط التنمية المقترحة ووضع البدائل مسبقاً، لمنع إي تجاوز قد يضر ببيئة محمية بحيرة قارون.

وبطبيعة الحال، لا بد أن نأخذ بعين الاعتبار بعض الصعوبات التي قد تواجه تشغيل البرك الملحية الشمسية، وقد روعيت هذه المعوقات بقدر الإمكان في النموذج الأولى الذي تم تصميمه، إلا انه يتوجب علينا عرضها هنا للتأكيد على ضرورة رصدها رقمياً بدقة أكبر، ودراسات تفصيلية حديثة فيما بعد قبل تنفيذ المشروع، وهي كما يلي:

- أن تكثيف الأملاح وتركيزها في طبقات متباينة لا يمكن أن يبقى مستقراً لمدة طويلة، حيث قدرت القيمة السنوية للانتشار الطبيعي للأملاح (بفعل تيارات الحمل والتيارات المائية الناتجة بفعل الرياح والتبخير من القاع ذو التركيز العالي إلى السطح ذو التركيز المنخفض) في حدود ٢٠ - ٣٠ كيلوجرام لكل متر مربع، وتعمد هذه القيمة على سُمك الطبقة الوسطي (منحنى تغير درجة الحرارة واختلاف التركيز بين طبقة الحمل العليا والطبقة السفلى) وللمحافظة على منحنى تدرج الأملاح يتطلب الأمر غسل سطح البركة الرئيسية بمياه ذات تركيز

منخفض، وحقن محلول ملحي بتركيز عالي (في طبقة التخزين) لتعويض الأملاح التي ترتفع إلى السطح بفعل الانتشار الطبيعي للأملاح، وللمحد من آثار الرياح على سطح الماء يمكن تغطيتها بطبقة شفافة من البلاستيك (خياري آغا، وآخرون، ص ص ٧-٨).

- نمو الطحالب مما قد يقلص من درجة الشفافية اللازمة لنفاذ الأشعة الشمسية إلى الطبقة السفلى من مياه البحيرة، مما يتطلب وسيلة للمراقبة وتعزيز معدل غسل السطح باستمرار بالمياه العذبة للحفاظ على شفافية المياه من نمو الطحالب والبكتيريا والأوساخ، والمواد العضوية، والجسيمات الصناعية والرمل والغبار التي تعد أمراً أساسياً لأداء البركة، والحفاظ على حرارتها ثابتة.
- الرواسب التي تقذف بها المصارف الزراعية على الساحل الجنوبي للبحيرة، وسفي الرمال الذي تجلبه الرياح على الساحل الشمالي للبحيرة، حيث قدرت معدلات الاطماء بقاع البحيرة بحوالي ١٣ مم<sup>٣</sup>/سنه ١٩٩١، مقارنة بمعدلات اطماء وصلت ٤ مم<sup>٣</sup>/سنه ١٩٨٢ (هناؤ نظير، ص ١٢٣). حيث لوحظ أن المنطقة الجنوبية الشرقية أكثر المناطق تلوثاً في البحيرة. نتيجة النفايات الزراعية، التي تتضمن المبيدات الحشرية والمخصبات الكيميائية. و تبين أن المناطق الواقعة قرب مصرف داير البركة وفي البحيرة قرب محطتي رفع مياه الصرف وقرب مصب مصرف الوادي و الجانب الشرقي هي الأعلى تلوثاً مقارنة ببقية البحيرة.
- قد يكون لتذبذب مناسيب البحيرة آثاره السلبية على إنتاج الطاقة الشمسية من البركة، حيث أن ارتفاع مناسيب البحيرة يؤدي إلى انخفاض ملوحتها، وتغير التركيز الملحي الطبيعي لمياهها، مما قد يؤثر سلباً على كفاءة ومعدلات الإنتاج وحجمه من المشروع، مما يستلزم ضرورة وضع هذا العنصر الأساسي في الحساب قبل البدء في مراحل التنفيذ والالتزام بالمناسيب الحرجة للبحيرة التي سبق تحديدها.

- عدم الالتزام بالتركيب أمحصولي، والتصريحات المتضاربة باستصلاح وإضافة أراضى جديدة في المناطق الصحراوية المرتفعة غير مقرر ريبها ولا معتمد لها حصص مائية، مع إتباعها وسائل ري غير مناسبة، كل ذلك يستلزم ضرورة النظر إلى الري بالفيوم كإدارة متكاملة، ولا يتم اللجوء إلى حلول جزئية للمشاكل لأنها تؤثر على الميزان المائي للبحيرة.
- انخفاض كفاءة المزارعين في استخدام المياه، وانخفاض كفاءة توزيع المياه خلال الترع الرئيسية والفرعية لتدنى أعمال الصيانة، وتختلف طرق الري، وانخفاض كفاءته على المستوى الحقل، مما يؤدي إلى زيادة المنصرف والمتسرب إلى البحيرة.
- عدم دقة البيانات الخاصة بالدورة الزراعية، ومساحات المحاصيل لتفتت الحيازات الزراعية، مما يشكل صعوبة بالغة للتنبؤ بالاحتياجات المائية بالدقة الكافية، ونعكس بدوره على تذبذب مناسيب البحيرة (هناك نظير، ص ص ١٢٤-١٢٥).
- سجلت البكتيريا (الكلية والبرازية) تركيزاً أعلى في مياه الجانب الشرقي قرب محطتي رفع مياه الصرف وقرب مصب مصرف الوادي الذي سجل أعلى قيمة. ويشير ظهور هذه البكتيريا في المياه إلى تأثير الصرف الصحي لمنطقة الفيوم على مياه البحيرة.

#### التوصيات :

- وضع خطة قومية طموحة لإنشاء العديد من البرك الشمسية وتطوير تكنولوجياتها وتطويرها بما يلائم احتياجات مصر وظروفها المحلية.. خاصة وأن الموقع الجغرافي لمصر ومناخها يسمح بإنشاء العديد من البرك الشمسية في كثير من المواقع، فساحل البحر الأحمر على سبيل المثال من خليج السويس

شمالا وحتى حلايب جنوبا هو من أصلح الأماكن لإنشاء الملاحات الشمسية التي يمكن إنشاء البرك الشمسية كملحقات لها ( Solar Salt Facilities, Edition, 1982, modified by the Edition of 25 July 1984 (UNIDO, July 9, IS. 330, Rev. 1).

- الاستفادة من ساحل خليج العقبة شرق سيناء وساحل البحر المتوسط لهذا الغرض، كما يتوفر أيضا بمصر ملاحات جاهزة ومنتجة في المكس وبرج العرب وبورسعيد وسبيكة، يمكن الاستفادة منها وإفادتها بطاقة البرك الشمسية التي يمكن إلحاقها بها بتكلفة بسيطة
- يمكن استغلال السياحات التي كان يستغلها الأهالي في إنتاج الملح الصناعي (وطارتها الحكومة وأغلقت معظمها) وهي منتشرة في أماكن كثيرة بمحافظات مصر مثل منطقة سياحات وادي القلمون ووادي النطرون وسياحات قاع منخفض القطارة وبحيرات سيوة العديدة وغيرها، على مستوى المشروعات الصغيرة للبرك الشمسية لإنتاج الطاقة الكهربائية، أو لإنتاج الطاقة الحرارية اللازمة لكثير من الأغراض التنموية بتلك المناطق التي هي في أمس الحاجة الى هذه الطاقة.
- تعميم الفكرة على بقاع مصر، فالكهرباء المولدة بنظام البرك الشمسية تتميز باستقرار الجهد والتردد، على خلاف الكهرباء المولدة بنظام تكنولوجيا طاقة الرياح، والتي يلزمها لعلاج تلك المشكلة عدد كبير من البطاريات أو المكثفات فائقة السعة لتخزين طاقة كهر بائية مناسبة لتغذية شبكة الجهد في حالة سكون الرياح أو انخفاض سرعتها أو تغيير اتجاهها، مما يؤدي إلى خفض درجة الاعتماد عليها، ويرفع في المقابل من درجة الاعتماد على نظام البرك الشمسية كمصدر من مصادر الطاقة.
- حان الوقت لتفعيل الإمكانيات الطبيعية المهدرة والغير مفعلة بالمحافظة التي تعاني من الفقر، وضيق مجالات التنمية الاقتصادية، ومنها منطقة بحيرة قارون

التي لم تستثمر ولم تنمى بما يليق وإمكانياتها الطبيعية والبشرية والتاريخية حتى الوقت الراهن، فإمكانيات استخدام مياه البحيرة المالحة، والسياحات المنتشرة على شواطئها كبرك ملحية لتوليد الطاقة الشمسية إمكانيات واعدة كما أظهرتها الدراسة والخرائط.

- بناء قاعدة بيانات عن بحيرة قارون من الصور الفضائية المعالجة، والبيانات المناخية المتتابعة، والإحصاءات، والدراسات العديدة التي أجريت عن البحيرة، قد تكون لبنة لبداية مشرع لإنتاج طاقة نظيفة منها.
- تفعيل دور الجغرافيا التطبيقية في خدمة المجتمع المحلى والتنمية المستدامة، بتقديم مزيد من الأبحاث التطبيقية التي قد تسهم في إيجاد حلول لبعض المشكلات، وتنمية المناطق المحرومة من خلال الحلول التي تطرحها.
- تأخر الوقت على مصر لإنتاج الطاقة الشمسية من البركة الملحية، وذلك لتوفير النقد الاجنبى، وتغطية احتياجات السوق المحلية من الطاقة.

وأخيراً فإن مشرع توليد الطاقة الجديدة والمتجددة من البرك الملحية الشمسية وحده دون وضعه في منظومة اقتصادية وتنموية متكاملة داخل المجتمع المحلى لا يمكنه من أن يؤدي دوره في النهوض بذلك المجتمع.

## المصادر والمراجع

## أولاً : المصادر والمراجع العربية.

١. الإدارة العامة للتعاون الدولي بحكومة هولندا بالتعاون مع محافظة الفيوم وجهاز شئون البيئة بالفيوم، التصور البيئي لمحافظة الفيوم بمصر نوفمبر (١٩٩٢).
٢. بيانات الهيئة العامة للأرصاء الجوية، بيانات غير مبوّه وغير منشورة لسنوات متعددة.
٣. تفتيش ري الفيوم، المكتب الفني بيانات غير منشوره عن الوارد والمنصرف إلى الفيوم وبحيرة قارون ووادي الريان.
٤. تقارير غير منشورة من وحدة البحوث والدراسات بمصنع اميسال لسنوات مختلفة عن أملاح البحيرة، ومناسيبيها، وتركيزات الأملاح الكلية الذائبة بها.
٥. خيري آغا، عبد الغني أرابطي، محمد عبد الوهاب، كامل المنصوري، منهجية تصميم لبركة شمسية متدرجة الملوحة مربوطة ببركة تبخيرية، مركز بحوث الطاقات المتجددة وتحلية المياه، فرع بحوث الطاقات المتجددة، طرابلس - الجماهيرية الليبية، بدون.
٦. داليا مصطفى على عبد الجواد، مناخ وادي النيل في مصر وآثاره الجغرافية، ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة القاهرة، ٢٠٠٩.
٧. عبد القادر عبد العزيز، العلاقة بين درجات الحرارة والرطوبة النسبية وكمية المياه المستهلكة، دراسة تطبيقية على مختلف مناطق المملكة العربية السعودية، الندوة الثالثة لأقسام الجغرافيا، جامعة الإمام محمد بن سعود، ١٩٨٧.
٨. محمد تاج الدين الدفتار، مشروع أبحاث بركة قارون، التقرير النهائي ابريل (١٩٨٣).
٩. محمد صدقي محمد صدقي، التقرير المرحلي الرابع والنهائي عن مشروع دراسات ميدانية على مصادر وحجم التلوث الكميائي في بحيرة قارون بالفيوم، ١/١/١٩٩٩- ٣١/١٠/١٩٩٩، أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، الشبكة القومية للتنمية التكنولوجية، نوفمبر ١٩٩٩.
١٠. محمد عبد الرحمن الشرنوبى، الاجهادات البيئية بمحافظة الفيوم، دراسة في نمذجة بعض المشاكل البيئية، الجمعية الجغرافية، ندوة الجغرافيا ومشكلات تلوث البيئة، أبريل (١٩٩٢).

١١. معهد بحوث الصحراء، دراسة هيدروجيولوجية وهيدرولوجية لمنخفض الفيوم ووادي الريان القاهرة (١٩٨٦).
١٢. هناء نظير على، الانعكاسات السلبية للتغيرات البيئية على بعض مناطق محافظة الفيوم، ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب جامعة الإسكندرية، ١٩٩٤.
١٣. وزارة الري محطة التجارب والبحوث بالقناطر الخيرية مشروع رفع قاع بحيرة قارون ١٩٦٨.

### ثانياً : المراجع الأجنبية.

1. Ahmed Gad Abd El Wahed, Geoenvironmental Assessment of Qarun Lake, Western Desert of Egypt, Master, Faculty of Science, Geology Department, Ain Shams University, 2009.
2. Alagao F.B., Akbarzadeh A. and Johnston P.W., "The design, construction, and initial operation of a closed cycle, Salt Gradient Solar Pond". Solar Energy 53-4, 343-351, (1994).
3. Batty J.C., Paul Riley J., and Panahi Z, "A water requirement Model for salt gradient solar pond". Solar Energy, 39-6, 483-489, (1987).
4. Feasibility report on Fayoum agricultural development project, appendix I, appendix A, B, C, D & E March, 1985.
5. H.P.Garg /Advances in Solar Energy Technology/Chapter 3 p.268/ Published by Springer; 1987 ISBN.
6. Kingdom of the Netherlands/Arab Republic of Egypt, Fayoum water managment and drainage improvement project, inception report, June 1989.
7. Mohamed Mohamed Amin Abd-Allah, Modeling urban Dynamics using geographic information System. Remote sensing and urban Growth Modeles, a Ph.D. Thesis, Faculty of Engineering, Cairo University, 2007, p. 120.
8. Newell T.A. et al., "Characteristics of a solar pond brine re-concentration system". ASME J. of Solar Energy 116: 69-73, (1994).
9. Nielsen "Experience with a prototype solar pond for space heating". Sharing the Sun, 5: 169-182, (1982).
10. Swift A., Golding P., "Topics in gradient maintenance and salt recycling in an operational solar pond", ASME J. of Solar Energy 114: 62-69 (1992).
11. The Eryp. Salt and minerals company Arab Republic of Egypt Exploitation of salts from lake Qarun, Vol. two-part 3-Dss previous reports, March 1985.
12. The Netherlands, directorate general for international cooperation, in cooperation with his excellency the governor of Fayoum and the Fayoum environmental affairs department, Environmental profile of Fayoum governorate, Egypt, June 1992.
13. UNIDO, Solar Salt Facilities/ Edition, July 9, 1982.

### مواقع الانترنت :

1. [http:// www .ux.brookdalecc.edu/staff/sandyhook/dgrant/field/solar.htm](http://www.ux.brookdalecc.edu/staff/sandyhook/dgrant/field/solar.htm)
2. <http://www.environment.gov.au/settlements/renewable/recp/solar/three.html-17k>
3. <http://www.ece.utep.edu/Research/Energy/Pond/pond.html#info>
4. [www.green-trust.org/solarpond.htm](http://www.green-trust.org/solarpond.htm) <http://>
5. <http://www.jewishvirtuallibrary.org/jsource/Environment/Solar.html>
6. <http://www.motherearthnews.com/Renewable-Energy/1980-05-01/Israels-150-KW-Solar-Pond.aspx>
7. <http://www.solarpowerandwater.com>
8. <http://www.solarpond.utep.edu>

\* \* \*