التنمية المستدامة والحساسية البيئية لإقليم بحيرة قارون

د. محمود إبراهيم دسوقي بغدادي*

تمهيد :

يقصد بالتنمية المستدامة هي التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر دون المساس بقدرة الأجيال المقبلة على تلبية احتياجاتها الخاصة، وتندرج تحت نهج التنمية المستدامة ثلاث ركائز أساسية هي الركائز الاقتصادية والبيئية والاجتماعية.

في حين يقصد بالحساسية البيئية Environmental Sensitivity مدي مقدرة الموائل الطبيعية وما تتضمنه من أنواع نباتية وحيوانية علي تحمل الأضرار التي تتعرض لها والناتجة عن مؤثرات خارجية طبيعية كانت أم بشرية.

---

* مدير محمية الواحات البحرية، وزارة البيئة.

وبصفة عامة تمثل مراقبة تغيرات البيئة الطبيعية أهمية كبيرة في عملية التخطيط البيئي المستدام؛ حيث تساعد في تقييم وتوجيه عمليات التنمية، لذا فإن الاعتماد علي التقنيات الحديثة من بيانات الأقمار الصناعية تعد وسيلة مثالية فى متابعة ذلك التغير بصورة منتظمة ودقيقة (محمود دسوقي بغدادي، 2012، ص84).

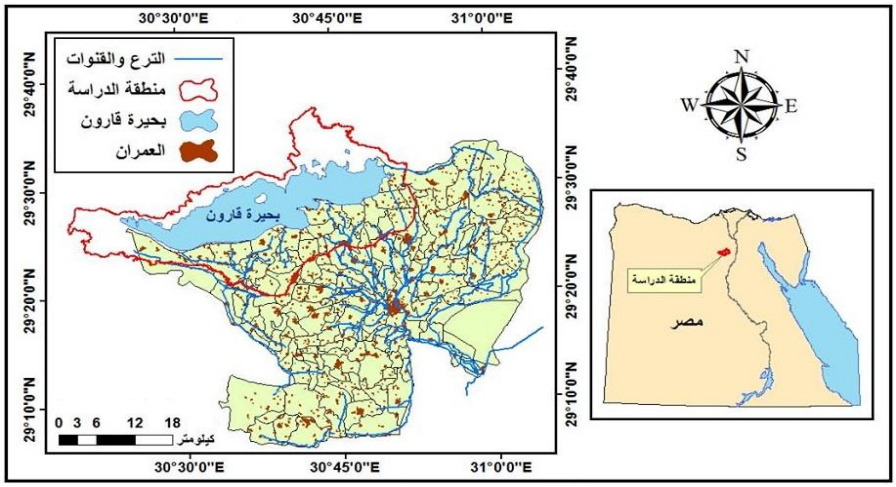
منطقة الدراسة :

قسم (جمال حمدان) منخفض الفيوم إلي عدة أقاليم فيزيوغرافية ، منها إقليم بحيرة قارون الذي يبدء من خط كنتور صفر جنوباً ليمتد حتي سيف البحيرة شمالاً (جمال حمدان، 1980، ص775). وتقع منطقة الدراسة بين خطي طول (20″ 30° –50″ 30°) شرقاً ، ودائرتي عرض (20″ 29° – 35″ 29°) شمالاً، حيث تمتد لتغطي مساحة 764 كم^2.

وتقع بحيرة قارون شمال غرب منخفض الفيوم، حيث تمثل البقية المتبقية من بحيرة موريس، التي شغلت منخفض الفيوم قديماً، وتمتد في شكل مستطيل من الشرق إلى الغرب لمسافة ٤٥ كم تقريباً، وأقصي عرض 11 كم، وبمتوسط عمق حوالي ٥ م، ويحدها من الشمال جبل قطرانى الذي يشرف بحوافه الجنوبية على الشاطئ الشمالي للبحيرة، في حين تحيط الأراضي الزراعية وهوامشها بالبحيرة من باقي الجهات. وتوجد ببحيرة قارون مجموعة من الجزر أهمها جزيرة القرن الذهبى، وقد قدرت مساحة البحيرة عام 2016م بقرابة 241.2 كم^2، أي ما يعادل 57.4 ألف فدان (شكل 1).

موضوع الدراسة :

تكمن أهمية موضوع الدراسة في أنه يتناول الحساسية البيئية لأحد الأقاليم التنموية الهامة علي مستوي مصر، ويعرض مقترح للتنمية في عدة مجالات مختلفة، معتمداً علي تحليل صور الأقمار الصناعية في رصد الموارد البيئية بإقليم بحيرة قارون؛ Landsat Image لسنوات (1985–2001–2016م).



شكل (1) موقع إقليم بحيرة قارون

أهداف الدراسة :

1. تقدير الحساسية البيئية للتصحر لإقليم بحيرة قارون، وإنتاج مجموعة خرائط لذلك.
2. إبراز أهم المشكلات البيئية بالاقليم والجهود المبذولة لمواجهتها.
3. وضع تصور لخريطة تنموية مستدامة للاقليم.

أولاً – الخصائص الطبيعية العامة لإقليم بحيرة قارون :

تؤثر مجموعة من الخصائص الطبيعية بمنطقة الدراسة يمكن تناولها في الآتي:

1) الخصائص الجيولوجية :

من دراسة شكل (2) عن توزيع التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة يتضح الآتي:

أ- تكوينات الزمن الثالث :

ترجع أقدم التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة إلي عصر الاليجوسين ويمثلها:

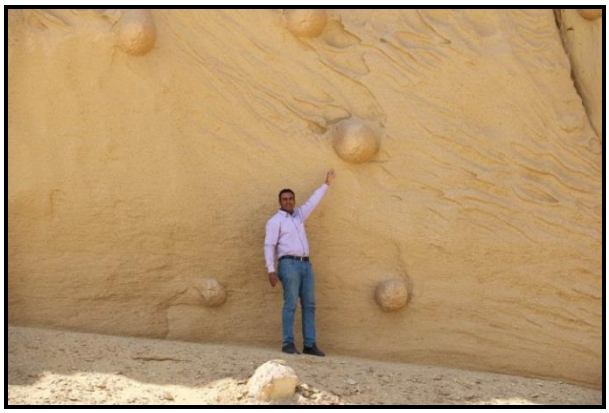
- **تكوين قصر الصاغة:** ويرجع إلي عصر الايوسين الأعلي، وينتشر شمال بحيرة قارون، ويتكون من تكوينات قارية وبحرية من الصلصال والحجري الجيري والحجر الرملي، ويظهر في صخوره بعض الظاهرة الجيومورفولوجية كالبطيخ المسخوط (صورة 1، 2).
- **تكوين وادي الريان:** وينتشر جنوب غرب بحيرة قارون، ويتكون من حجر جيري متداخل مع طفل ورمل طفلي، ويحتوي علي حفريات النيموليت (قروش الملائكة).

ب- تكوينات الزمن الرابع :

تنتشر رواسب الزمن الرابع في كل منطقة الدراسة كالتالي:

- **الرواسب الطمية:** حيث ينتشر طمي النيل علي طول الشاطي الجنوبي والشرقي لبحيرة قارون.
- **الرواسب الرملية:** وتظهر بشمال شرق بحيرة قارون في شكل تجمعات بسيطة.
- **الرواسب النيلية الحديثة:** وتنتشر في صورة بقع متفرقة شمال بحيرة قارون.
- **الرواسب الحديثة:** وتمتد علي طول الشاطي الشمالي للبحيرة، حيث تظهر في شكل رمال وحصي وارسابات ساحلية.

وقد تأثرت منطقة الدراسة بعدد من خطوط الصدوع تتبع عدة محاور هي شمال الشمال الغربي – جنوب الجنوب الشرقي، وشرقي – غربي، وشمالي غربي – جنوبي شرقي. وقد ارتبطت نشأة بحيرة قارون بخطوط الصدوع؛ ويظهر ذلك من تتطابق الحدود بين الحوض الشرقي والحوض الغربي للبحيرة مع خط صدع يتبع محور شمالي غربي- جنوبي شرقي (Azab, 2001, P.128).

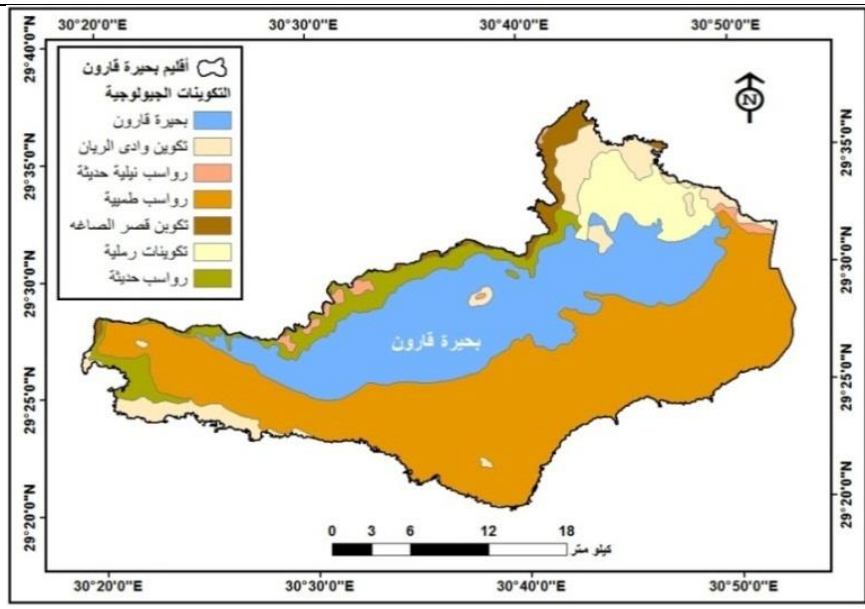


صورة (1) : ظاهرة البطيخ المسخوط في صخور الحجر الرملي شمال بحيرة قارون.

صورة (2) : تكوين قصر الصاغة – صخور الحجر الرملي بشمال غرب بحيرة قارون.

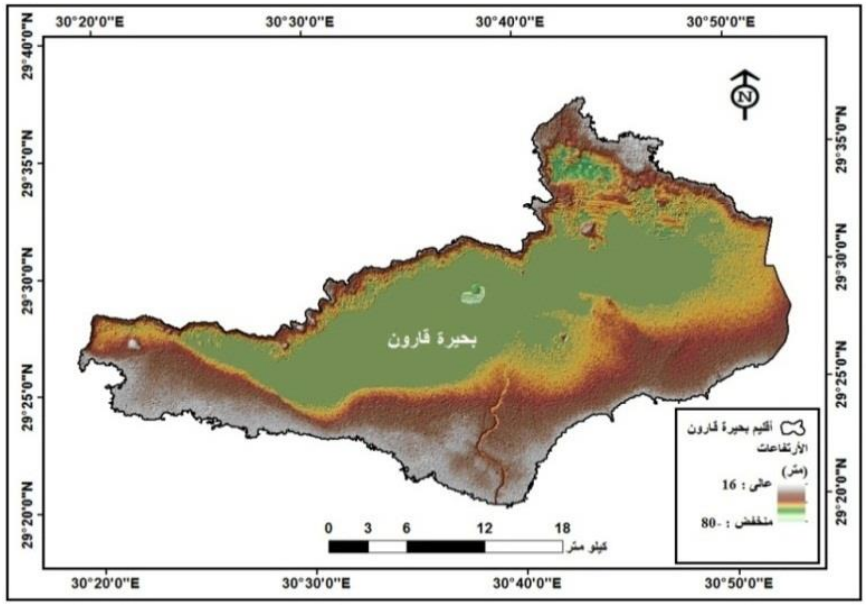
2) الخصائص التضاريسية :

من دراسة نموذج الارتفاع الرقمي بدقة 90 متر بمنطقة الدراسة، للتعرف على طبيعة الارتفاعات يتضح من شكل (3) أن المدى التضاريسى العام بمنطقة الدراسة يصل إلى 96 متر، وهو الفارق بين منسوب أعلى نقطة سجلت بقمة أحد التلال شمال بحيرة قارون وبلغت (16) متراً فوق مستوى سطح البحر ، ومنسوب أدني نقطة سجلت بقاع بحيرة قارون وبلغ منسوبها (-80) متراً. وتسود الانحدارات اللطيفة منطقة الدراسة خاصة الجزء الجنوبي بين 1-3 درجات.



المصدر: الهيئة المصرية العامة للبترول، كونكوكورال، لوحة بني سويف 1987م.

شكل (2) : الخريطة الجيولوجية لاقليم بحيرة قارون.



المصدر: من إعداد الباحث اعتماداً علي نموذج الارتفاع الرقمي DEM باستخدام برنامج Arc Gis 10.3

شكل (3) : ارتفاعات السطح باقليم بحيرة قارون.

3) أشكال السطح :

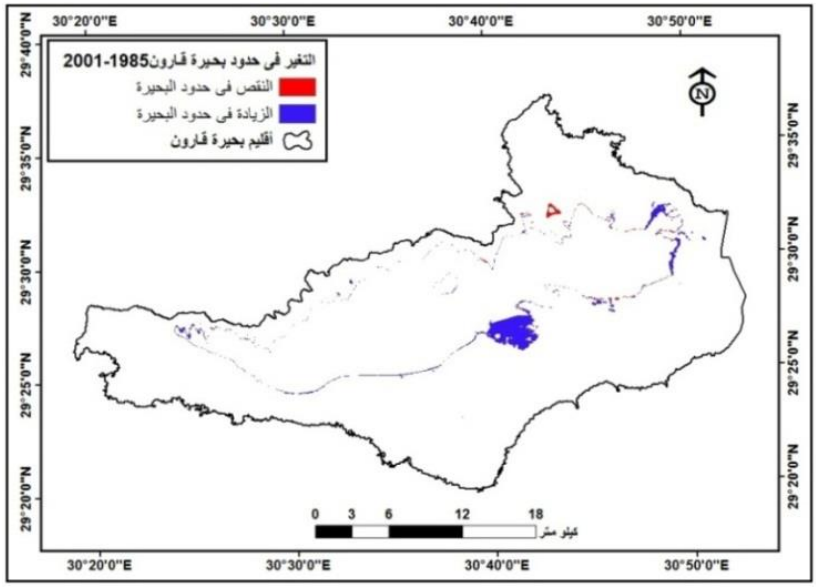
تتنوع أشكال السطح بإقليم بحيرة قارون ، ويمكننا تناولها في الآتي:

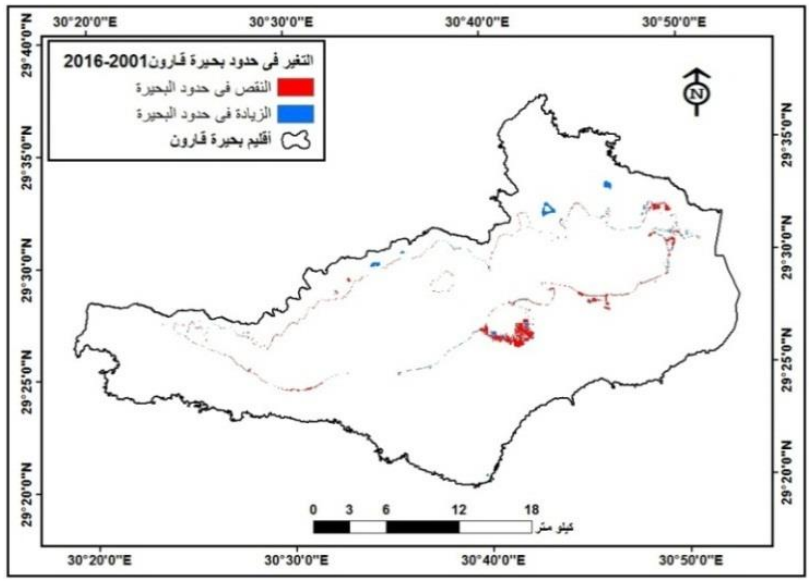
أ- بحيرة قارون :

يري بيدنل أن بحيرة قارون تكونت في عصر البلايوستوسين، حيث دخل نهر النيل منخفض الفيوم عندما كان يعمل علي تعميق مجراه مما أدي إلي تكوين بحيرة شاسعة المساحة ملئت المنخفض بالكامل أطلق عليها اسم بحيرة موريس، وقد استدل بيدنل علي تكوين هذه البحيرة من خلال وجود تكوينات البلايوستوسين التي تمتد حول منخفض الفيوم بشكل حلقي علي مستوي يتراوح بين ٢٢-٣٢ متر فوق مستوي سطح البحر، حيث يرجح أن تكون هذه التكوينات قد رسبت في بحيرة عذبة كان يغذيها نهر النيل (Beadnell, 1905, pp. 10-19).

وقد تقلصت حدود البحيرة خلال الفترات التاريخية لتصل إلي حجمها الحالي في أخفض أجزاء منخفض الفيوم، غير أن هذه المساحة أيضا ليست ثابتة وتتغير من فترة إلي أخري، وذلك بتغير منسوب البحيرة السنوي والفصلي المرتبط بكمية المياه الواردة إلي المحافظة من مياه النيل التي ترد إلي المحافظة عن طريق بحر يوسف والتي تنتهي إلي بحيرة قارون (هاني ربيع نادي، 2010، ص 9). وقد تم الاعتماد علي تحليل صور الأقمار الصناعية في سنوات مختلفة لرصد تغيرات مساحة المسطح المائي للبحيرة، فمن دراسة (شكلي 4، 5) يتضح الآتي:

- قدرت مساحة بحيرة قارون خلال عام 1985م (233.4) كم^2، حيث تمتد من الشمال الشرقي صوب الجنوب الغربي.
- وخلال الفترة من (1985-2001) حدث زيادة في مساحة البحيرة خاصة في الجزء الأوسط من ساحلها الجنوبي، واتصلت ملاحة محمود بالبحيرة لتصل مساحتها (245.7) كم^2.
- في حين تقصلت مساحة البحيرة خلال الفترة من (2001-2016) لتبلغ (241.2) كم^2، لانفصال ملاحة محمود وملاحة منصور عنها.



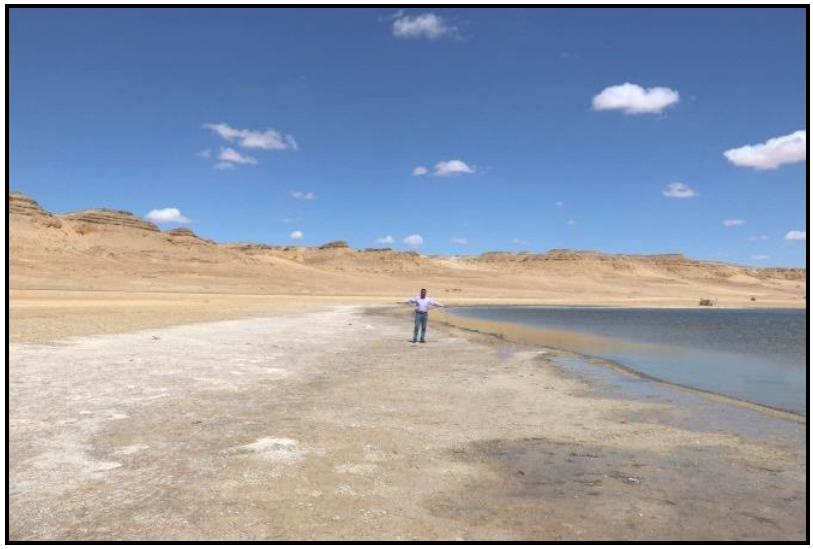


المصدر: من إعداد الباحث بناءً علي تحليل صور الاقمار الصناعية لسنوات (1985-2001-2016)

شكلي (4، 5) : مقدار التغير في مساحة بحيرة قارون خلال المدة من (1985-2016م).

ب- السبخات :

تحيط السبخات الملحية ببحيرة قارون، وترتبط مساحتها بتذبذب منسوب البحيرة وانحسار سواحلها، وتظهر بوضوح في الجوانب الجنوبية الغربية والغربية للبحيرة (صورة 3)، وقد قام الإنسان بردم أجزاء كبيرة منها والبناء عليها كما في الساحل الجنوبي الشرقي للبحيرة أو تسويتها وزراعتها أو تقسيمها لأحواض وإنشاء المزارع السمكية في جنوب غرب البحيرة.



صورة (3) : السبخات غربي بحيرة قارون.

ج- التكوينات الرملية :

تنتشر التكوينات الرملية شمال شرق بحيرة قارون ، يغذيها غرد القطانية شمال منطقة الدراسة، وتتخذ التكوينات الرملية أشكالاً مختلفة منها الكثبان الطولية والحافات العرضية (صورة 4)، وتظهر الكثبان المركبة قرب شواطئ البحيرة الشمالية والغربية بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة الأرضية؛ مما يعمل علي تثبيتها وتداخلها في اتجاه منصرف الرياح (Embabi, 2004, P.109).

صورة (4) : الرواسب الرملية شمال شرق بحيرة قارون.

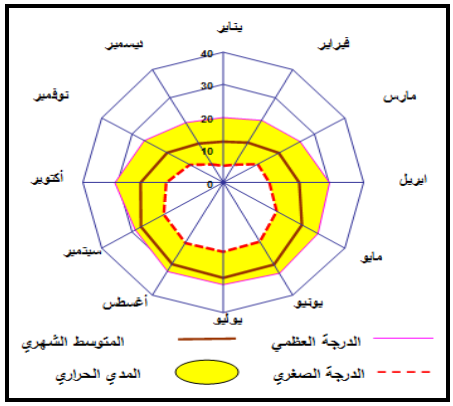
د- السهل البحيري الحديث :

ينحصر الشاطئ البحيري الحديث بين خط كنتور صفر وخط شاطئ البحيرة، وترجع نشأته إلي الانحسار التدريجي لمنسوب البحيرة، حيث يتميز بالانحدار اللطيف بين درجة واحدة وثلاث درجات. ويمتد عند أقدام حواف تكوين بركة قارون حتى خط الشاطىء ويمتد محازى للبحيرة من الغرب فى نطاق ضيق يتسع نسبيا بعد قارة أولاد ميزار حتى خشم بوز الجزيرة ثم يبدأ فى الظهور مرة اخرى غرب قارة الهجادة ليضم حطية موريس وحقل من الرمال شمال غرب علوة الكنايس ثم يمتد محازى لمحاجر الطفلة التابعة لمحافظة الفيوم وينتهى غرب ملاحة البصيلى (فاتن محمد رزق، 2011، ص 86).

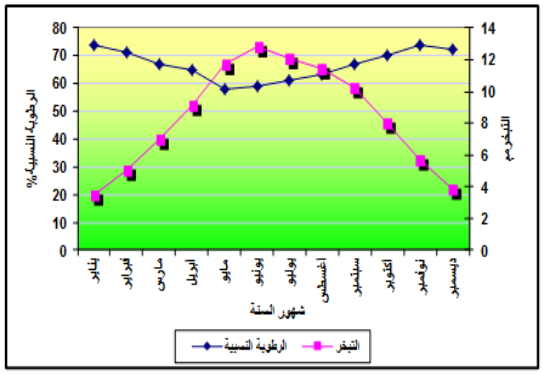
4) الأحوال المناخية :

تلعب الأحوال المناخية دوراً مؤثراً في إقليم بحيرة قارون، وفيما يلي عرضاً لأهم عناصرها:

- يبلغ المتوسط السنوي للحرارة بمحطة شكشوك 21.8°م، وتبلغ العظمي 29.4°م، والصغري 14.2°م، والمدي 15.1°م وترتفع الحرارة في فصل الصيف مما يؤدي إلي زيادة معدلات ملوحة مياه البحيرة نتيجة ارتفاع معدلات البخر (شكل 6).
- وتعد الرطوبة النسبية أحد أهم العوامل المؤثرة في عملية البخر ببحيرة قارون، حيث يبلغ المتوسط السنوي لها 64%، وترتفع بصورة عامة في فصل الشتاء لانخفاض الحرارة وإحتمالية سقوط مطر (شكل 7).



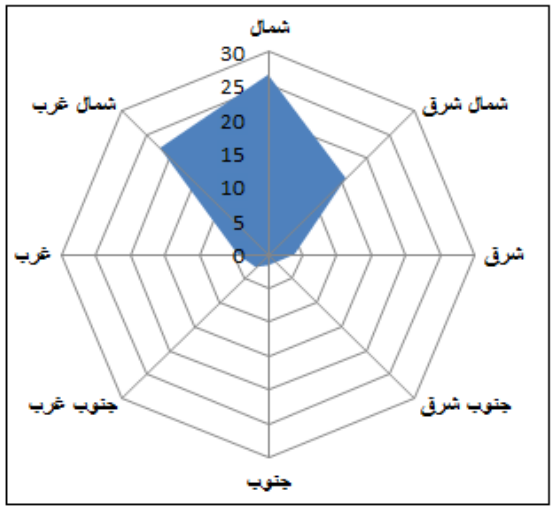
شكل (6) : متوسطات درجات الحرارة الشهرية بمحطة شكشوك.



شكل (7) : متوسطات الرطوبة والتبخر الشهرية بمحطة شكشوك.

المصدر: Egyptian Meteorological Authority (2000-2010)

- يؤثر التبخر علي معدلات تركيز الأملاح بمياه بحيرة قارون، ويرتبط بصورة مباشرة بكلاً من الحرارة والرطوبة النسبية، ويبلغ المعدل السنوي للتبخر بمحطة شكشوك 7.9 مم، وترتفع معدلات البخر بصورة عامة في فصل الصيف نتيجة ارتفاع الحرارة ويقل بصورة تدريجية في فصول السنة.
- للرياح دور كبير في تنشيط عملية البخر مما يؤدي إلي زيادة معدلات فقد المياه من البحيرة وتركز أملاحها، وتسود الرياح الشمالية علي إقليم بحيرة قارون، حيث تبلغ نسبة هبوبها 56.2% من المجموع الكلي لاتجاهات الرياح (شكل 8)، ويبلغ المتوسط السنوي لسرعة الرياح 3.2 م/ث.
- يتسم إقليم بحيرة قارون بقلة الأمطار الساقطة سنوياً والتي تقدر بـ 4.0 مم فقط.



المصدر: Egyptian Meteorological Authority (2000-2010)

شكل (8) : نسب هبوب الرياح بمحطة شكشوك في الاتجاهات المختلفة.

5) الخصائص الهيدرولوجية :

يعتمد منخفض الفيوم علي مياه بحر يوسف الذي يخرج من ترعة الإبراهيمية، حيث يخترق الحافة الشرقية لمنخفض الفيوم من خلال فتحه اللاهون، والتي يبلغ

طولها نحو 8.5 كم، ويتراوح اتساعها بين 2.5 كم في الوسط وستة كيلو مترات في الشمال وأربعة في الجنوب. وعند دخول بحر يوسف إلي منخفض الفيوم تتوزع مياهه في نمط متشعب في منطقة واسعة تبدو أشبه مما تكون بدلتا عديدة الفروع تحتل الجزء الأعظم من وسط المنخفض حتي يصل إلي مدينة الفيوم (محمد عبدالرحمن الشرنوبي & محمد كمال، بدون تاريخ، ص 18). وترسم شبكة الري والصرف نمطاً محدداً يشبه نمط دلتا النيل إلا أنه أكثر تعقيداً بعض الشيئ؛ فترع الري تبدأ كلها في أقصي الشرق من قطاع اللاهون – مدينة الفيوم لتغطي كل المنخفض حتي أقصي الغربي بحيث تصل نهاياتها إلي بحيرة قارون نفسها (جمال حمدان، 1980، ص 769).

وتعد بحيرة قارون خران لمياه الصرف لمحافظة الفيوم حيث تستقبل سنوياً أكثر من 400 مليون م^3/عام من مياه الصرف الزراعي، والمخلفات الصحية والصناعية عن طريق ثلاث مصارف رئيسية هي، مصرف البطس، ومصرف الوادي، ومصرف داير البركة، بالإضافة إلي أكثر من اثنتي عشر مصرفاً صغيراً (هناء نظير، 2011، ص 81).

وبصفة عامة تؤثر المياه الجوفية بشكل واضح في تغير مناسيب البحيرة، حيث يوجد نوعين من التبادل بين كل من البحيرة والمياه الجوفية، فعند ارتفاع منسوب المياه الجوفية عن منسوب البحيرة وذلك في أشهر الخريف والشتاء لزيادة مقننات الري في تلك الشهور يكون هناك نوع من الجريان المائي متبادل من المياه الجوفية إلى البحيرة، ويحدث العكس في أشهر الصيف والربيع حيث يرتفع منسوب البحيرة عن منسوب المياه الجوفية، الأمر الذي يؤدى إلى جريان متبادل من البحيرة نحو المياه الجوفية.

ثانياً – الحساسية البيئية لإقليم بحيرة قارون :

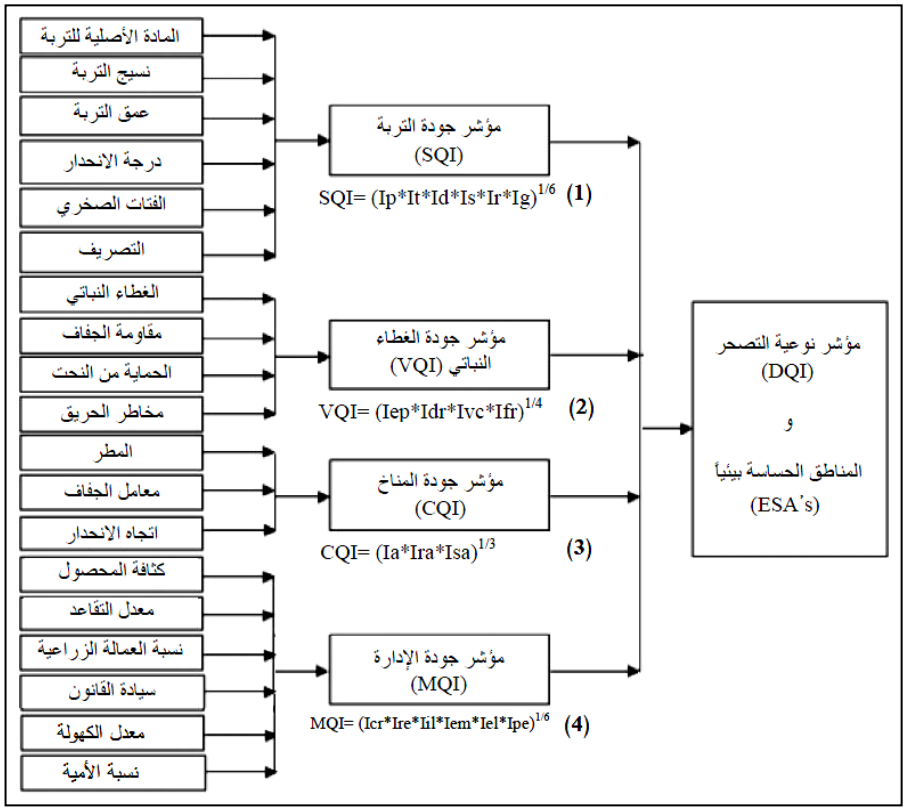
تُعَرف مبادرة الأمم المتحدة لمواجهة التصحر الصادرة فى سبتمبر ١٩٩٤م عملية التصحر بأنها "تدهور الأراضى بالمناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة، والناتجة بفعل عوامل مختلفة تشمل التغير المناخى والنشاط البشرى". وقد ظهر مفهوم الحساسية البيئية للتصحر في الدول الصناعية الكبري منذ نحو 40 سنة، وتزايد الاهتمام بتطبيق هذا المؤشر في الآونة الأخيرة نتيجة تزايد تدهور التربة والتدخل غير السليم في تعامل الإنسان مع البيئة مثل تلوث المياه وإزالة الغابات ونحت الرياح والانجراف بالماء وتزايد ملوحة التربة وسوء الإدارة الزراعية للأرض ... إلخ (Rubio, et al., 1995, p. 5).

وقد قام الاتحاد الأوروبي مؤخراً بدعم مشروع لتقدير التصحر كمياً بمنطقة البحر المتوسط (Gad and Lotfy, 2003, p. 2)، حيث هدف هذا المشروع إلي التوصل للمناطق الحساسة بيئياً (The Environmentally Sensitive Areas (ESA's، بهدف اتخاذ التدابير اللازمة لحمايتها أو وضع البرامج العلاجية للمناطق المتأثر منها بالتصحر.

ويهدف الباحث من دراسة هذا الجزء إلي تقييم الحساسية البيئية للتصحر بإقليم بحيرة قارون من خلال استخدام التحليل المكاني Spatial analyses في نظم المعلومات الجغرافية (GIS). فنظم المعلومات الجغرافية نمط تطبيقي لتكنولوجيا الحاسب الآلي، والتي تهتم بإنجاز وظائف خاصة في مجال معالجة وتحليل المعلومات بما يتفق مع الهدف التطبيقي لها معتمدة علي كفاءة بشرية وإلكترونية متميزة (محمد الخزامي عزيز، 2004، ص 26).

ولتقدير درجة الحساسية البيئية للتصحر بمنطقة الدراسة تم تقسيمها إلي مجموعة من الوحدات الرئيسية هي منطقة البحيرة، ومناطق الأراضي المنزرعة، والتكوينات الرملية، ومناطق السبخات، ثم الدمج بين الطبقات المختلفة التي تحمل

خصائص التربة، والغطاء النباتي، وجودة المناخ وجودة الإدارة، باستخدام برنامج ArcGIS 10.3 (شكل 9)، وتقدير درجة الحساسية البيئية. وتقدير درجة الحساسية البيئية بها من خلال مقياس خاص (جدول 1).



(1) Ip = المادة الأصلية للتربة , It = بنية التربة , Id = عمق التربة , Is = درجة الانحدار , Ir = الفتات الصخري , Ig = التصريف

(2) Iep = الحماية من التآكل , Idr = مقاومة الجفاف , Ivc = الغطاء النباتي , Ifr = مخاطر الحريق

(3) Ia = معامل الجفاف , Ira = المطر , Isa = الجانب المنحدر

(4) Icr = كثافة المحصول , Ire = معدل التقاعد , Iil = نسبة الأمية , Iem = العمالة الزراعية , Iel = معدل الكهولة , Ipe = سيادة القانون (Ali and El-Baroudy, 2008, p. 159).

شكل (9) : مخطط تقييم الحساسية البيئية للتصحر (DSI) بإقليم بحيرة قارون.

جدول (1) : مقياس وصف مستويات الحساسية البيئية للتصحر (DSI).

المستوي	DSI	الوصف
1	1.2 >	تكون العوامل الحرجة في هذه المنطقة غير موجودة أو قليلة جداً، مع وجود توازن بين العوامل البيئية والإجتماعية والإقتصادية (مناطق غير متأثرة بالتصحر).
2	1.3 > DSI >1.2	مناطق مهددة بالتصحر بشكل كبير إذا ما تعرضت المنطقة للتغيرات المناخية مما يؤدي إلي حدوث العديد من المشاكل الخطيرة.
3	1.4> DSI >1.3	هي مناطق إذا حدث بها أي تغير في العلاقة المتوازنة بين الأنشطة الطبيعية والأنشطة البشرية فمن المرجح حدوث التصحر (متوسطة التأثر).
4	1.6 > DSI >1.4	مناطق متأثرة بشدة بالتصحر وذلك من خلال إجراءات خاطئة سابقة، مما يشكل تهديداً للبيئة المحيطة بها وتكون دليل علي عملية التصحر (متأثرة).
5	1.6 <	مناطق شديدة الحساسية لعملية التصحر (شديدة التأثر)

يتم حساب مؤشر الحساسية للتصحر من المعادلة التالية : DSI = SQI × CQI × VQI × MQI
(Gad and Lotfy, 2006, p. 6)

1) الحساسية البيئية لبابس أقليم قارون :

ويمكننا دراسة خريطة الحساسية البيئية للتصحر للبابس باقليم بحيرة قارون من خلال تطبيق المؤشرات التالية :

أ- مؤشر جودة التربة Soil quality index (SQI) :

من دراسة شكل (9) عن التوزيع الجغرافي لفئات جودة التربة طبقاً لمؤشر جودة التربة (SQI) ببابس إقليم بحيرة قارون، يتضح الآتي: تغطي فئة التربة متوسطة الجودة قرابة 8.2% فقط من جملة أراضي بابس الإقليم، بمساحة 42.8 كم^2، وتظهر في شمال شرق الاقليم، في حين تغطي التربة منخفضة الجودة 91.8% بمساحة 480.37 كم^2.

ب- مؤشر جودة الغطاء النباتي (VQI) :

يساعد الغطاء النباتي في الحد من تأثير التصحر وخاصة تعرية التربة بالمياة أو الرياح، ومن دراسة شكل (10) عن التوزيع الجغرافي لجودة الغطاء النباتي بيابس إقليم بحيرة قارون يتضح الآتي: تبلغ مساحة المناطق ذات الغطاء النباتي متوسط الجودة 330.77 كم^2 أي بنحو 63.2% من إجمالي مساحة يابس الاقليم، وتنتشر علي طول الساحل الجنوبي للبحيرة حتي كنتور صفر، في حين تقدر مساحة المناطق ذات الغطاء النباتي منخفض الجودة جداً 192.4 كم^2 أي بنحو 36.8% من إجمالي مساحة يابس الإقليم، وتتركز في شمال البحيرة وبعض المناطق علي الساحل الجنوبي للبحيرة التي يظهر بها التملح والتغدق.

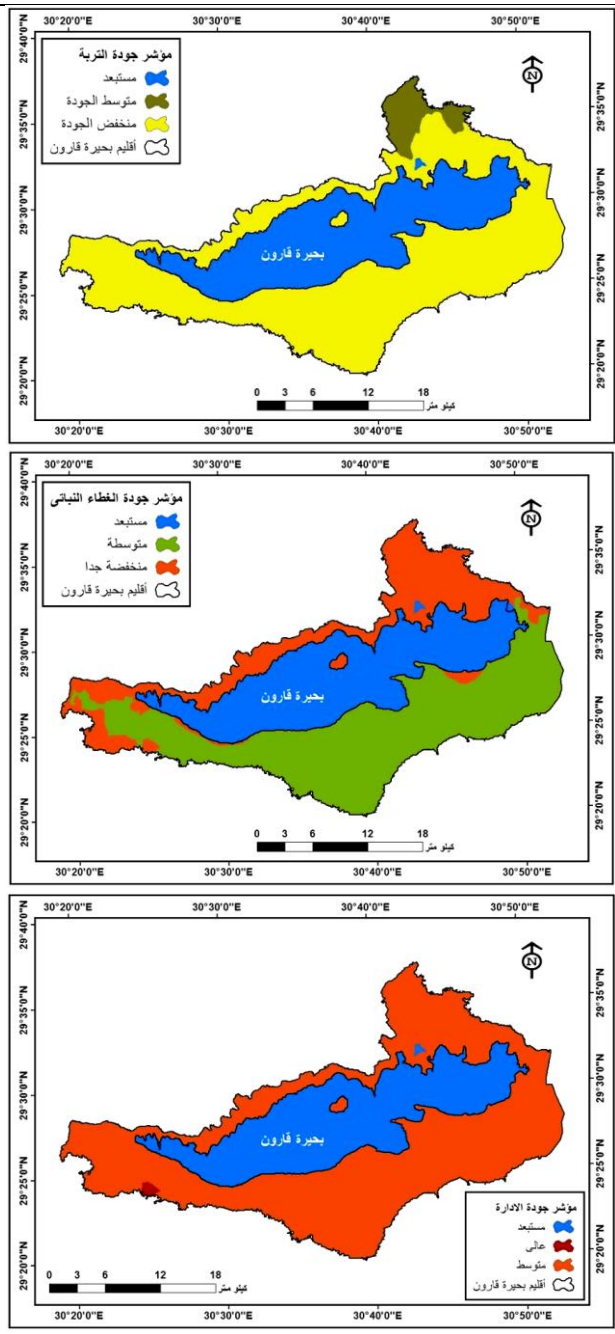
ج- مؤشر جودة الإدارة (MQI) :

من دراسة شكل (11) عن التوزيع الجغرافي لجودة الإدارة الزراعية بإقليم بحيرة قارون يتضح الآتي: تبلغ مساحة المناطق ذات جودة الإدارة الزراعية المتوسطة 512.35 كم^2 أي نحو 97.9% من إجمالي مساحة يابس الإقليم، وتنتشر في كل أجزاء الاقليم. في حين تقدر مساحة المناطق ذات جودة الإدارة الزراعية العالية 10.82 كم^2 أي نحو 2.1% فقط وتظهر كبقعة في جنوب غرب الاقليم.

د- مؤشر جودة المناخ Climatic Quality Index (CQI) :

يتم تقدير مؤشر جودة المناخ (CQI) بناءً علي كمية المطر الساقطة Rainfall والجفاف Aridity Index واتجاه الانحدار Slope Aspect، وبتطبيق هذا المؤشر تبين التالي:

- أن اتجاه الميل Slope Aspect في إقليم قارون يميل للاتجاه صوب الشمال.
- المطر بمنطقة الدراسة لا يتجاوز 4.0 مم فقط، لذا أعطيت المنطقة الفئة الأخيرة في جدول المطر وهي الدرجة (2).
- أما مؤشر الجفاف Aridity index للمنطقة فقد أخذ الفئة الأخيرة (> 150) (صحراوي شديد الجفاف)، وبالتالي أعُطيت المنطقة القيمة (2).



أشكال (9، 10، 11) : التوزيع الجغرافي لمؤشرات جودة التربة والغطاء النباتي والإدارة بإقليم بحيرة قارون.

وقد تم دمج البيانات مع خرائط جودة التربة والغطاء النباتي والإدارة لإخراج الخريطة النهائية للحساسية البيئية للتصحر (ESA's) ليابس إقليم بحيرة قارون.

هـ- التوزيع الجغرافي للمناطق الحساسة بيئياً (ESA's) :

لتقييم المناطق الحساسة بيئياً (ESA's) علي أساس حساب مؤشر الحساسية للتصحر (DSI) بيابس إقليم بحيرة قارون، تم دمج الطبقات الأربع السابقة معاً بواسطة برنامج ArcGIS 10.3 ، وتقدير درجة حساسية التصحر من خلال المعادلة التالية: = ESA's (SQI * CQI * VQI * MQI)1/4

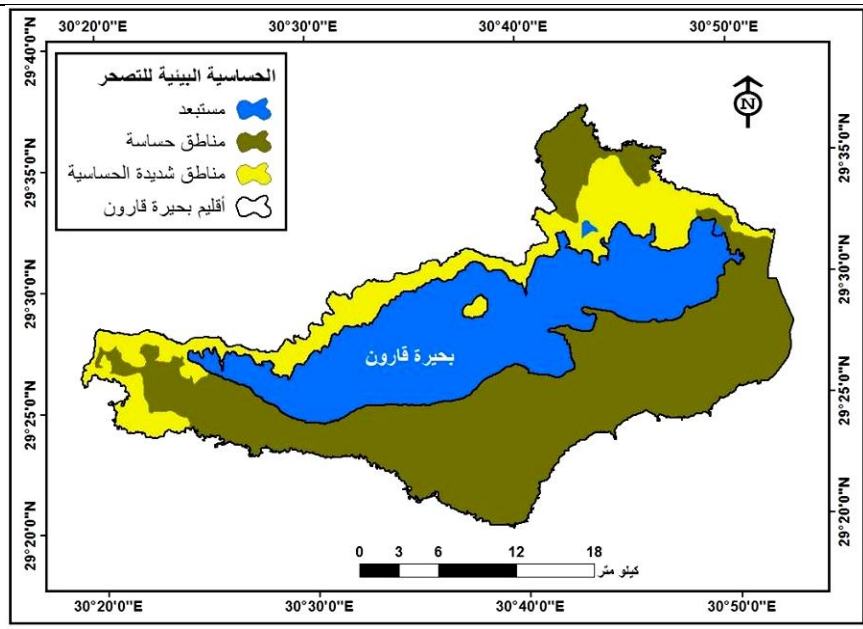
ومن دراسة شكل (12) وجدول (2)، الذي يعد الخريطة النهائية لتوزيع المناطق الحساسة بيئياً (ESA's) بإقليم بحيرة قارون، يتضح الآتي:

- تقدر مساحة المناطق المتأثرة بالحساسية البيئية للتصحر بنحو 378.95 كم^2 أي 72.4% من إجمالي مساحة يابس الإقليم، وتنتشر في شمال شرق الاقليم، وجنوب الاقليم من خط كنتور صفر حتي ساحل البحيرة الجنوبي.
- في حين تقدر مساحة المناطق المتأثرة جداً بالحساسية البيئية للتصحر بـ 144.22 كم^2 أي 27.6% من إجمالي مساحة الاقليم، وتنتشر بطول الساحل الشمالي والغربي للاقليم.

2) الحساسية البيئية للنطاق البحيري لقارون :

أ- خصائص مياه البحيرة :

تتنوع مصادر المياه التي تصرف في بحيرة قارون، حيث تقدر 87% منها مياه صرف زراعي، و6% مياه صرف غير معالج، و5% مياه صرف معالج، و 2% مياه صرف صناعي (مديرية الموارد المائية والري بالفيوم، 2014)، وتتباين خصائص المياه الفيزيائية والكيميائية بالبحيرة، فمن دراسة (أشكال 13-20) يتضح الآتي:



شكل (12) : التوزيع الجغرافي للمناطق الحساسة بيئياً للتصحر (ESA's) بيابس إقليم بحيرة قارون.

جدول (2) : مساحات ونسب المناطق الحساسة بيئياً للتصحر (ESA's) بيابس إقليم بحيرة قارون.

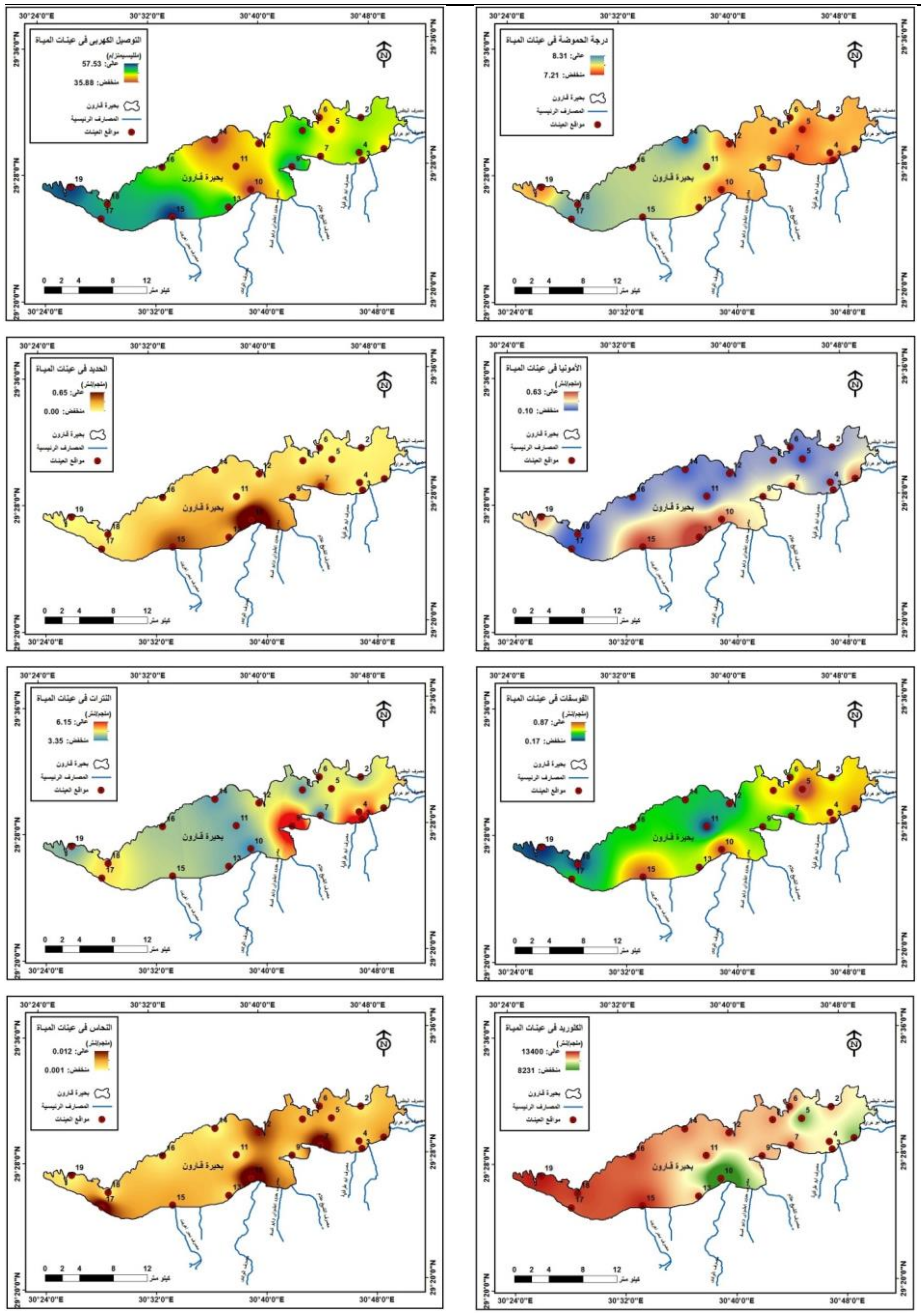
الفئة	الدرجة	المساحة (كم^2)	النسبة المئوية من المنخفض
مناطق غير متأثرة نهائياً	1.2 >	0	0
مناطق منخفضة التأثر	1.3 > DSI >1.2	0	0
مناطق متوسطة التأثر	1.4> DSI >1.3	0	0
مناطق متأثرة	1.6> DSI >1.4	378.95	%72.4
مناطق متأثرة جداً	1.6 <	144.22	%27.6
الاجمالي		**523.17**	**%100**

المصدر: من إعداد الباحث بناءً علي شكل (12) باستخدام برنامج ArcGIS 10.3

- تراوحت قيم الملوحة بمياه البحيرة بين 22 الى 38 جرام/لتر، وسجلت أعلى قيم للملوحة فى شمال البحيرة نظراً لوجود المصارف والمصادر التي تغذي البحيرة بالجنوب والتى تعمل على تخفيف ملوحة مياة البحيرة نسبياً. وتراوحت تركيزات الأملاح الذائبة بين 1800 الى 4800 مجم/لتر في البحيرة.

ونظراً للضغوط البيئية التي تعاني منها بحيرة قارون منذ فترة طويلة، من ارتفاع تركز الأملاح بمياهها التي وصلت إلي أكثر من 36.5 جرام/لتر، حيث تتزايد ملوحة البحيرة سنوياً بمقدار 0.5 جم/لتر، فإن إستمرار هذا المعدل سوف يؤدي إلي تحولها لبحيرة ميتة في غضون فترة زمنية قد لا تتجاوز 40 عاماً من الآن علي أحسن تقديرات، فمن المقدر أن تصل الملوحة بها إلي 50 جم/لتر مما سيؤدي إلي هلاك الكائنات الحية بها (هناء نظير، 1994، ص 129).

- تراوحت تركيزات النترات بمياه البحيرة بين 3 إلى 6 مجم/لتر؛ وهى بذلك لم تتعدى الحد الاقصى المذكور بقانون 48 لسنة 1982م، وتراوحت تركيزات الفوسفات بمياه البحيرة بين 0.1 الى 0.8 مجم/لتر وهى بذلك لم تتعدى الحد الاقصى، وتراوحت تركيزات الامونيا بمياه البحيرة بين 0.1 الى 0.6 مجم/لتر، وقد تعدت الحد الاقصى فى النقطتين القريبتين من محطة صرف كحك ومصرف بريش، وتراوحت تركيزات عنصر الحديد بمياه البحيرة بين 0.002 الى 0.6 مجم/لتر وهى بذلك لم تتعدى الحد الاقصى. وتراوحت تركيزات النحاس بين 0.0013 إلي 1.0117 مجم/لتر ولم تتعدي القيم الحد الأقصي. وتراوحت تركيزات الكلوريدات بين 8000 إلي 14000 مجم/لتر، ولم يستدل على تركيزات لعنصر الرصاص بمياة البحيرة إلا فى نقطتين بالقرب من مصرف البطس ومحطة رفع الشيح ولم تتعدى القيم الحد الاقصى.



المصدر: من إعداد الباحث بناءً علي بيانات قطاع نوعية البيئة، جهاز شئون البيئة، 2015م.

أشكال (13–20) : تركيزات بعض العناصر والمركبات بمياه بحيرة قارون.

وتعتبر المصارف والمصادر على البحيرة مصدر لكل من المواد العضوية والنترات والفوسفات والامونيا والمعادن (صورة 5، 6)، وبالرغم من أن تركيزات الملوثات فى مياه المصارف والمصادر فى كثير من الأحيان قد تعدت الحدود القصوى إلا أن تركيزات الملوثات بمياه البحيرة مازالت قليلة نسبياً. وبصفة عامة يظهر تلوث المياه البكتيرى فى جنوب البحيرة نظراً للقرب من المصارف ومصادر التلوث الأخرى من المناطق العمرانية، ويقل التلوث البكتيرى تدريجيا كلما اتجهنا شمالاً بعيداً عن المصادر وزيادة الملوحة نسبياً.

صورة (5) : صرف المياه في البحيرة بواسطة محطة رفع عبداقوي شعيتان جنوب شرق البحيرة.

صورة (6) : صرف المياه في البحيرة من خلال أحد المصارف الفرعية – جنوب غرب البحيرة.

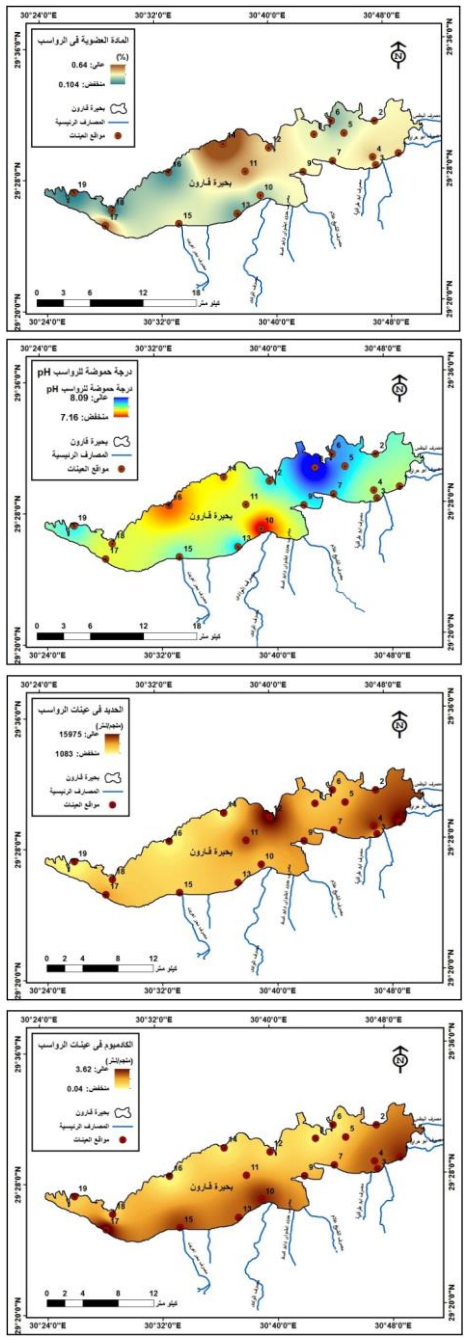
ب- خصائص رواسب قاع البحيرة :

تمثل رواسب قاع بحيرة قارون المكون الثاني غير الحي من مكونات النظام الإيكولوجي البحيري، وتعد رواسب قاع البحيرة نتاج تفاعل التكوينات الجيولوجية والعمليات الجيومورفولوجية، حيث يتوقف الإرساب البحيري على وفرة الرواسب التي تحملها المجارى المائية والمصارف إلى مياه البحيرة. وقد تراوح متوسط سمك رواسب قاع البحيرة بين ٤ و ٥ م وبحد أقصي ٨ م وقد قدر أقصي عمر لها بحوالي ٢٢٠٠ سنة قبل الميلاد باستخدام معدل ترسيب قدره ٥,٢٦ سم/١٠٠ سنة (فكري حسن، 2002، ص 205).

- وقد تراوحت نسبة المادة العضوية في عينات الرواسب بين 0.1 إلي 0.6%، وتراواحت تركيزات عنصر الحديد بعينات الرواسب بين 1.464 إلي 15.975 جم/كجم. في حين تراوحت تركيزات عنصر الكادميوم بين 0.04 إلي 3.62 مجم/كجم، وبذلك فقد وقعت القيم بين الحد العتبي والحد الأقصي طبقاً للحدود الاسترشادية الكندية لرسوبيات قاع البحيرات (قطاع نوعية البيئة، 2015). وبصفة عامة يلاحظ ارتفاع تركيزات المعادن في رسوبيات قاع البحيرة بالمنطقة الجنوبية والشرقية ويقل التركيز نسبياً في المنطقة الشمالية والغربية، مما يثبت مدي تأثير المصارف ومصادر المياه علي مياه البحيرة وبالتالي علي رواسب القاع.

3) حساسية الحياة الفطرية :

تتسم الحياة الفطرية بإقليم قارون بأنها ذات حساسية بيئية عالية، حيث تتأثر الموائل الطبيعية بالتدخل البشري السلبي المباشر وغير المباشر بها، وقد تم إعلان منطقة بحيرة قارون محمية طبيعية عام 1989م، لتشمل البحيرة وحدودها الشمالية حتي جبل قطراني بمساحة 1385 كم^2، حيث تضم مناطق تراث طبيعي وثقافي عالمي منها مناطق الحفريات الفقارية بقطراني، علاوة علي المناظر الطبيعية الخلابة، وتواجد عدد كبير من الطيور البرية المقيمة والمهاجرة، ويمكننا تناول الحياة الفطرية بالمنطقة في الآتي:



المصدر: من إعداد الباحث بناءً علي بيانات قطاع نوعية البيئة، جهاز شئون البيئة، 2015م.

أشكال (21–24) : تركيزات بعض العناصر والمركبات برواسب بحيرة قارون.

- يقسم الغطاء النباتى حول بحيرة قارون لثلاثة أنواع رئيسية، هي (نباتات جفافية أو ملحية أو مائية)، فالغطاء النباتي لبحيرة قارون متناثر جداً في المناطق الشمالية، حيث تعتبر منطقة الساحل الشمالى من بحيرة قارون ذات غطاء نباتي ضعيف مع انتشار للأنواع الجفافية والملحية، في حين تتسم المنطقة الجنوبية من البحيرة بإنتشار الأنواع المائية والملحية مع مساحات قليلة من الأنواع الجفافية.
- كما يوجد تنوع بمنطقة بحيرة قارون ومحمياتها الطبيعية في الحيوان الطبيعي حيث رصد 5 أنواع من الثدييات كثعلب الرمل، والفنك، والثعلب الأحمر شمال البحيرة، و30 نوع من الزواحف مثل الورل الصحراوي، وقاضي الجبل.
- وتعد بحيرة قارون أحد أهم مناطق هجرة الطيور علي مستوي العالم حيث تم رصد 80 نوعاً من الطيور بها مثل البط والغر، والبشاروش، والبلشون الأبيض والرمادي، والصقر الحر والغطاس وغيرها من الطيور. فجزيرة القرن الذهبي يتزاوج بها أكثر من عشرون ألف من طائر كالنورس القرقطي والخطاف في الفترة من شهر مايو حتي يوليو (صورة 7).
- كما رصد بالبحيرة 14 نوعاً من الأسماك، إنقرض بعضها نتيجة زيادة الملوحة بالبحيرة ولم يتبق إلا أسماك المياه المالحة منها القاروص والطوبار والبوري وسمك موسي والدنيس (محمد إبراهيم محمد، 2012، ص 157). وتتعرض الثروة السمكية لمشكلة الصيد المخالف والصيد الجائر بشباك الجر ذات الماجة الصغيرة مما يؤدى إلى تدمير مناطق تكاثر أسماك الموسى والبلطى ويقضى على كميات كبيره من زريعة العائلة البورية بسبب رخص ثمن هذه الحرفة.
- وقد ساعد إعلان منطقة بحيرة قارون محمية طبيعية في الحد من التعدي عليها من خلال دوريات التفتيش البيئي علي الأنشطة الاقتصادية بالبحيرة، فقد تم رصد في فبراير 2017م مخالفة صرف صحي مباشر 2500 م^3 تلقيها قرية الواحة السياحية المطلة علي بحيرة قارون. كما رصدت إدارة المحمية في يناير 2017م حالة صيد باستخدام الخرطوش والرصاص الحي لطيور الفلامنجو

(صورة 8)، وتحرير محاضر بيئية للمخالفين، والقيام بدوريات يومية لتمشيط الساحل الشمالي للبحيرة لمنع أي مخالفات بيئية (إدارة محمية قارون، 2017).

صورة (7) : مجموعة من طيور النورس بجزيرة القرن الذهبي.

المصدر: إدارة محمية قارون.

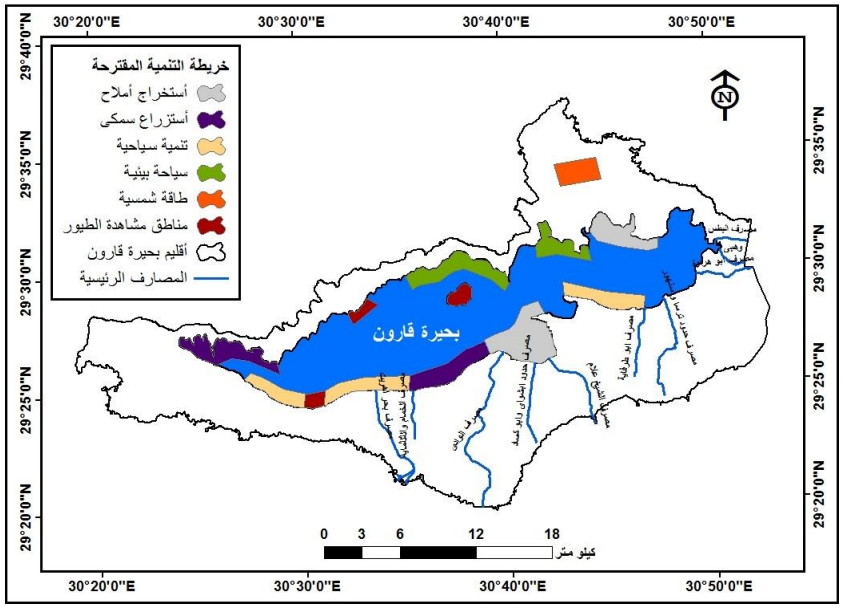
صورة (8) : رصد قنص طائر الفلامنجو شمال البحيرة.

المصدر: إدارة محمية قارون.

ثالثاً – التنمية المستدامة لإقليم بحيرة قارون :

ظهرت مؤخراً العديد من الدراسات المهتمة بعمليات التنمية والتعمير في مصر، ولعل مبعث ذلك عدم مقدرة مصر مستقبلاً علي النمو في ذلك الوادي الضيق القديم تاركة ورائها 95% من مساحتها معطلاً؛ لذا بات من الضروري البحث عن بدائل خاصة مع تسارع عمليات النمو السكاني والذي فاق 90 مليون نسمة (محمود دسوقي بغدادي، 2012، ص 184).

وقد أصبح التخطيط السليم بكل صوره سواء كان تخطيطاً بيئياً لإدارة الموارد الطبيعية أو خاصاً بالمدن أو تخطيط اقتصادى ضرورة ملحة لضمان نمو ورقى أي مجتمع، وهذا التخطيط لابد له من كم هائل من المعلومات الدقيقة والتفصيلية ذات الصلة الوثيقة بالأرض (هناء نظير، 2001، ص 1). ولتحقيق التنمية المستدامة بإقليم بحيرة قارون يجب أن يتم العمل في عدة محاور، بيئية واقتصادية واجتماعية، مع ضرورة إدماج المجتمع المحلي فيها، ويمكننا تناولها في الآتي (شكل25):



شكل (25) : خريطة مقترحة للتنمية بإقليم بحيرة قارون.

1) التنمية البيئية :

- العمل علي الحد من تلويث البحيرة من خلال معالجة مياه الصرف الصحي والزراعي التي يتم صرفها في البحيرة، وتزويد محطات رفع المياه المقامة على سواحل بحيرة قارون بمحطات معالجة للمياه قبل صرفها في مسطح البحيرة.
- إنشاء مجموعة من الفلاتر الميكانيكية لتنقية المياه من الملوثات، ملحقاً بها بوابات لدخول المياه وتمريرها على فلاتر زلطيه، ثم تتم أعمال التطهير ورفع المخلفات العضوية من هذه الأحواض لمنع دخولها نهائياً إلي البحيرة، وتغذية البحيرة بالمياه النظيفة.
- إستغلال الظروف البيئية في عمل مشروع لإنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية. كما يمكن استخدام مياه بحيرة قارون المالحة والسياحات المنتشرة علي شواطئها كبرك ملحية لتوليد الطاقة الشمسية بها (هناء نظير، 2011، ص 132)، لما يمكن أن تدره هذه المشروعات البيئية من عوائد إقتصادية ضخمة على الإقليم.

2) التنمية الاقتصادية :

- يعد مصنع الشركة المصرية للأملاح والمعادن (إميسال) أهم أنماط الاستثمار الصناعي علي شواطئ بحيرة قارون حيث تأسست الشركة عام ١٩٨٤م، علي مساحة ١٧٦٠ فدان، وهدف من إنشائها حماية بيئة بحيرة قارون في إطار مضمون اقتصادي وتنموي بعد أن تعرضت البحيرة للارتفاع المستمر في نسبة الملوحة بها، ويقوم المصنع بإنتاج الأملاح من بحيرة قارون اعتمادا علي عمليات التبخير الطبيعي بفعل الطاقة الشمسية هذا بالإضافة إلي الطاقة الكهربائية، وتمكنت (إميسال) من استخلاص كمية كبيرة من الأملاح من البحيرة تقدر بحوالي ٧٤٠ ألف طن سنويا. لذا يجب الانتهاء من المرحلة الثالثة والأخيرة من شركة (اميسال) حتى يمكن تثبيت الملوحة فى البحيرة والاستفادة

من إستخراج الأملاح المعدنية منها والعمل على تقليل معدلات الملوحة سنويا فى البحيرة.

- كما يقترح التوسع فى إنشاء شركات ومصانع متخصصة فى استخلاص الاملاح من مياه البحيرة على نمط (اميسال) فى الجانب الشمالى الشرقي من البحيرة لتسير جنباً إلى جنب معها للعمل على تثبيت نسبة الملوحة والاستفادة من هذه إنتاج الأملاح إقتصادياً.
- تعتبر بحيرة قارون أحد عناصر الجذب السياحي المهمة في محافظة الفيوم، وواحدة من المزارات السياحية الداخلية في مصر، الأمر الذي استدعي إلي إنشاء عدد من الإنشاءات السياحية علي شواطئها لخدمة النشاط السياحي في تلك المنطقة. وقد بلغ إجمالي مساحة الاستخدامات السياحية علي الشاطئ الجنوبي للبحيرة حوالي ٢١٦ فدان بما نسبته 0.7% من إجمالي مساحة تلك المنطقة، وتتمثل في عدد من الفنادق والقرى والكافيتريات التي تخدم نشاط السياحة (هاني ربيع، 2010، ص 101). لذا يجب الاهتمام بالساحل الجنوبي للبحيرة والعمل علي تطوير الطاقة الاستيعابية للفنادق والقري السياحية بها، وتسهيل إنشاء الفنادق البيئية كنمط سياحي جديد.
- التسويق لأنماط جديدة من السياحة مثل سياحة المحميات الطبيعية، والسياحة البيئية، والسياحة الريفية، وسياحة المؤتمرات، خاصة وأن المنطقة تتميز بتنوع في مواردها الطبيعية والثقافية والحضارية.
- تعد بحيرة قارون المصدر الرئيسي لصيد الأسماك في محافظة الفيوم، والذي يعتمد عليه شريحة كبيرة من المجتمع المحلي في نشاطهم الاقتصادي خاصة سكان القرى الواقعة علي شواطئ البحيرة مثل قري السعيدية وسنهور البحرية ومنشأة طنطاوي وشكشكوك والخالدية والصعايدة وكحك، لذا فإن استغلال بحيرة قارون في إستخراج الثروة السمكية بطريقة اقتصادية وخاصة في مشروعات تصنيع وتعليب الأسماك، إضافة لصناعة الأعلاف اللازمة للمزارع السمكية، يساعد في دمج المجتمع المحلي في مشروعات تنموية هامة.

- إستغلال المناطق الضحلة بالبحيرة والأراضى الطينية حول بحيرة قارون غير الصالحة لإنتاج المحاصيل الزراعية فى الإستزراع السمكى، ممثلة فى منطقة خور معيوف ووسط المغرة ومصب مصرف الوادى.

3) التنمية الاجتماعية :

- تنفيذ برامج تدريبية وتوعية بيئية للسكان المحليين، وذلك من خلال عقد ورش العمل وإصدار مطبوعات ذات الصلة للتعريف بأهمية الثروات البيئية بمنطقة قارون وإمكانات الاستفادة منها، ووسائل صونها والحفاظ عليها.
- تصميم مشروعات اقتصادية للسكان المحليين لتحقيق مردود اقتصادي من الموارد البيئي، وإدماجها بمخططات التنمية بالدولة مثل زراعة النباتات العطرية وصناعة القائمة علي استخراج الأسماك والأملاح.
- توفير فرص عمل للسكان المحليين من خلال بعض المشروعات القائمة علي بحيرة قارون بصورة غير مباشرة ، للقضاء علي البطالة وتحسين الدخل.

النتائج والتوصيات :

1) النتائج :

تناول هذا البحث التنمية المستدامة والحساسية البيئية لإقليم بحيرة قارون، وقد اتضح الآتي:

- تمثل بحيرة قارون أحد الأنظمة البيئية الرئيسية بمنخفض الفيوم، حيث تتنوع مصادر المياه التي تصرف في البحيرة، منها 87% مياه صرف زراعي، و6% مياه صرف غير معالج، و5% مياه صرف معالج، و 2% مياه صرف صناعي، ومن تحليل عينات المياه والتربة تبين وجود بعض الملوثات بها مثل الرصاص والحديد والامونيا وغيرها.

- من إنتاج الخريطة النهائية لتوزيع المناطق الحساسة بيئياً (ESA's) بإقليم بحيرة قارون، يتضح أن 72.4% من إجمالي مساحة يابس الإقليم متأثر بالحساسية البيئية، في حين تقدر نسبة المناطق المتأثرة جداً بالحساسية البيئية 27.6%.
- ولتحقيق التنمية المستدامة بإقليم بحيرة قارون يجب أن يتم العمل في عدة محاور، بيئية واقتصادية واجتماعية، مع ضرورة إدماج المجتمع المحلي فيها.

2) التوصيات :

- تنفيذ مشروع لرصد تغيرات البيئة الطبيعية بإقليم بحيرة قارون باستخدام تقنيات الجيومعلوماتية.
- الإسراع فى تنفيذ برامج لرفع كفاءة وإحلال وتحديد التوسعات بمحطات معالجة الصرف الصحى بمافظة الفيوم، وضرورة توفير منظومة متكاملة للصرف الصحى فى القرى التى تقوم بالتخلص من مخلفاتها بصورة مباشرة أو غير مباشرة فى المصارف التى تصب فى البحيرة.
- التنسيق مع الجهات المعنية لإزالة كافة التعديات علي بحيرة قارون، وتفعيل خطط مكافحة التلوث في المناطق البيئية ذات الحساسية العالية، وإعادة تقييم المشروعات التنموية المؤثرة عليه، وإجراء دراسات تقييم الأثر البيئي لها.
- توفير فرص عمل للسكان المحليين من خلال استغلال بعض مشروعات استخراج الأملاح، والاستزراع السمكي لبعض الأسماك والقشريات، والسياحة البيئية بإقليم البحيرة.

المصادر والمراجع

أولاً – المصادر والمراجع العربية :

1. إدارة محمية قارون (2017)، تقارير غير منشورة، قطاع حماية الطبيعة، جهاز شئون البيئة، القاهرة.
2. جمال حمدان (1980): شخصية مصر – دراسة في عبقرية المكان، الجزء الأول، عالم الكتب، القاهرة.
3. عزة أحمد عبدالله (2008): منطقة بحيرة قارون : دراسة في الجيومورفولوجيا البيئية، المجلة الجغرافية العربية، الجمعية الجغرافية المصرية، العدد الرابع والأربعون، القاهرة.
4. عمرو سيد عبدالفتاح (2012): تقييم برامج التنمية الاجتماعية المستدامة بمحمية قارون، قسم العلوم الانسانية البيئية، معهد الدراسات والبحوث البيئية، جامعة عين شمس.
5. فاتن محمد رزق (2011): "منطقة بحيرة قارون" دراسة فى الجيومورفولوجية التطبيقية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الدراسات الإنسانية، جامعة الأزهر.
6. قطاع نوعية البيئة (2015)، نتائج الرحلة الحقلية الثانية "لبرنامج الرصد البيئى للبحيرات المصرية – بحيرة قارون"، جهاز شئون البيئة، القاهرة.
7. محمد إبراهيم محمد (2012): المحميات الطبيعية في مصر – القوانين والتشريعات والاتفاقيات المتعلقة بها، قطاع حماية الطبيعية، وزارة الدولة لشئون البيئة، القاهرة.
8. محمد الخزامي عزيز (2004): نظم المعلومات الجغرافية – أساسيات وتطبيقات للجغرافيين، الطبعة 3، منشأة المعارف، الاسكندرية.
9. محمد عبدالرحمن الشرنوبي & محمد كمال لطفي (بدون تاريخ) : محافظة الفيوم، المجلس الأعلي للثقافة، مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب.
10. محمود إبراهيم دسوقي بغدادي (2012) : تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار من البعد في التقييم الجيوبيئي لدعم التنمية المستدامة بمنخفض الواحات البحرية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة المنصورة.
11. هاني ربيع نادي (2010): "الآثار البيئية لتلوث المياه بمحمية بحيرة قارون" رسالة ماجستير غير منشورة، بقسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة بنى سويف.

12. هناء نظيرعلي (١٩٩٤): "الإنعكاسات السلبية للتغيرات البيئية علي بعض مناطق محافظة الفيوم" رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.
13. هناء نظيرعلي (2001)، استخدام نظم المعلومات الجغرافية فى تطوير وتنمية المناطق الأثرية والسياحية بمحافظة الفيوم، بحث قدم بمؤتمر الفيوم الأول (الفيوم بين الماضى والحاضر)، كلية الآثار، جامعة القاهرة فرع الفيوم، ص ص 1-15.
14. هناء نظيرعلي (2011): المتطلبات البيئية لتوليد الطاقة من البرك الملحية الشمسية "نموذج تطبيقي علي بحيرة قارون"، مجلة المجمع العلمي المصري، المجلد السابع والثمانون، القاهرة، ص ص 79-136.
15. فكرى حسن (2002): الرواسب القاعية لبحيرة قارون ودلالاتها المناخية والبيئية، ندوة تنمية بحيرة قارون، الفيوم.

ثانياً – المراجع غير العربية :

1. Ali, R.R. & El Baroudy, A.A., (2008): Use of GIS in Mapping the Environmental Sensitivity to Desertification in Wadi El Natrun Depression, Egypt, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, (1): 157-164, ISSN 1991-8178.
2. Azab, M.A., (2001): "Geological and Geomorphological Studies of the Area Around Lake Qarun, Fayoum, Egypt, using Remote Sensing Data and Geographic Information Systems", Ph.D., Faculty of Science, Al-Azhar University.
3. Beadnell, J. L.(1905): The Topography and Geology of Fayoum province Cairo.
4. Embabi, N.S., (2004): "The geomorphology of Egypt : land forms and Evolution" , Vol. I, The Egyption Geographical Society.
5. Gad, A. & Lotfey, I., (2003): Combined GIS and Remote Sensing techniques in Mapping Desertification Sensitivity in the North of the Western Desert, Egypt, National Authority for Remote Sensing and Space Sciences, Egypt.
6. Gad, A. & Lotfey, I., (2006): Use of Remote Sensing and GIS in Mapping the Environmental Sensitivity Areas for Desertification of Egyptian territory, The 2nd International Conf. on Water Resources &

Arid Environment, National Authority for Remote Sensing and Space Sciences, Egypt.

7. Rubio, J.L., Fantechi, R., Peter, D., Balabanis, P., (1995): Desertification in a European Context: Physical and Socio-economic Aspects, Brussels, Luxembourg. Office for Official Publications of the European Communities, pp. 5-13.

- https://earthexplorer.usgs.gov/
- Egyptian Meteorological Authority (2000-2010)