التقييم البيئي للإنتاجية الحيوية لبحيرات مصر الشمالية في ضوء مؤشرات نوعية المياه – دراسة جغرافية

د. صبحي رمضان فرج(*)

ملخص البحث :

تتميز معظم المناطق الساحلية في مصر بتنوع الأنظمة البيئية والموائل الطبيعية والكائنات الحية النباتية والحيوانية. وبالرغم من ذلك فإنها تعاني في أغلب قطاعاتها من التعديات والتلوث والاستغلال الجائر؛ مما كان له بالغ الأثر في انكماش مساحة العديد منها وتردي نوعية المياه بها وضعف مستويات إنتاجيتها.

وفقدت البحيرات الشمالية في مصر خلال الفترة (١٩٧٢م- ٢٠١٦م) حوالي ١٢٨,١ كيلومتر مربع من مسطحها الكلي، بنسبة ٥,٦%، وزادت إنتاجية البحيرات خلال السنوات الأخيرة بسبب ارتفاع تركيز المغذيات الفسفورية والنيتروجينية، والتي ارتبطت بدورها بتلوث المياه بالمخلفات العضوية ومتبقيات الأسمدة.

وتضمنت الدراسة خمسة مباحث، عرض المبحث الأول التطور المساحي وخريطة الاستخدامات بقطاعات البحيرات الشمالية، وناقش المبحث الثاني العوامل المؤثرة في الحالة النوعية والإنتاجية لمياه البحيرات، وتناول المبحثين الثالث والرابع خصائص الحالة النوعية للمياه وإنتاجيتها الأولية والثانوية، وعرض المبحث الخامس تكلفات التدهور البيئي وسبل حماية وتنمية البحيرات الشمالية.

وأظهرت الدراسة علاقة قوية بين الحالة النوعية للمياه ومستويات إنتاجيتها، وتباين نسبي في الحالة الإنتاجية للمسطحات البحيرية، كان أوضحه بين بحيرة البردويل شمالي سيناء وبحيرات شمال الدلتا.

وأوصت الدراسة بضرورة الارتقاء بالحالة النوعية لمياه البحيرات من خلال التطهير المستمر للبواغيز وتحسين دورة المياه الداخلية بها، وكذلك التصدي للتعديات والأنشطة المخالفة بيئياً، ومطابقة مياه الصرف للمواصفات والاشتراطات القانونية.

(*) مدرس بقسم الجغرافيا- كلية الآداب- جامعة المنوفية.

مقدمة :

تمثل الأراضي الرطبة جزءاً مهماً من دورات المياه العالمية والمحلية، كما تعد ضرورية لتقديم خدمات النظم البيئية الخاصة بالماء، مثل الإنتاج الزراعي ومصايد الأسماك والطاقة والسياحة وغيرها، بالإضافة إلى تلبية الأهداف الإنمائية للألفية وأهداف التنمية المستدامة المستقبلية(١).

وتعتبر اللاجونات أو البحيرات الساحلية في مصر أكبر اللاجونات الساحلية بشمال أفريقيا، حيث تمثل نحو ٢٥% من إجمالي اللاجونات الساحلية للبحر المتوسط(٢)، وتعد من أهم مناطق الأراضي الرطبة في مصر.

وتتميز معظم المناطق الساحلية في مصر بتنوع الأنظمة البيئية والموائل الطبيعية، والتي تتمثل في: البحيرات الساحلية والسبخات الملحية والسهول الطينية والكثبان والشواطئ الرملية، بالإضافة إلي التنوع البيولوجي المرتبط بهذه الموائل البحرية والساحلية (الطيور الساحلية المهاجرة – السلاحف – الأسماك).

كذلك تعتبر الأراضي الرطبة نقاطاً ساخنة لحفظ التنوع الحيوي، فعلى سبيل المثال تحتوى البحيرات الشمالية على حوالي ٢٠% من الأنواع النباتية في مصر، رغم أن مساحتها لا تتعدي ٠,٠٠٣% من مساحة مصر، كما أنها مأوى لما يقرب من ٧٥% من طيور مصر المقيمة والمهاجرة، بالإضافة إلي الآلاف من الحيوانات الفقارية واللافقارية والهائمات النباتية والحيوانية والكائنات الحية الدقيقة(٣).

ويطلق مصطلح الإنتاجية الحيوية Biological Productivity للمسطحات المائية على ما تنتجه مسطحاتها من مواد عضوية أولية (الهائمات النباتية) وما يرتبط بها من كائنات حية ثانوية أكثر تعقيداً (الهائمات الحيوانية– الأسماك– الثدييات– كائنات القاع).

---

(1) Saad, A.M., Impact of diffuse pollution on the socio-economic development opportunities in the coastal Nile Delta lakes. In: Diffuse Pollution Conference, Dublin,2003,p.81.

(2) Elshemy, M., Khadr,K., Hydrodynamic Impacts of Egyptian Coastal Lakes Due to Climate Change - Example Manzala Lake, International Water Technology Journal, IWTJ, Vol. 5 –No.3, September 2015, p.235.

(٣) كمال حسين شلتوت، السلع والخدمات التي تقدمها الأراضي الرطبة: دراسة حالة بمنطقة دلتا النيل بمصر، مجلة أسيوط للدراسات البيئية – العدد الخامس والثلاثون، يناير ٢٠١١م ، ص ص١١١–١١٢.

وتُصنّف البحيرات من حيث إنتاجيتها إلى بحيرات غير قادرة على توفير التغذية Oligotrophic، إذ تتجدد النترات بمعدلات قليلة؛ ومن ثم فإن إنتاجيتها قليلة والنباتات فيها نادرة، وبحيرات غنية بالنترات Eutrophic- كالنيتروجين ومركبات الفسفور- حيث يتسارع نمو الطحالب والأشنات(*)؛ ومن ثم تكون إنتاجيتها عالية(١).

وبالرغم من القيمة العليا لخدمات النظم الإيكولوجية التي تقدمها الأراضي الرطبة بصفة عامة، فلا تزال الأراضي الرطبة تتعرض للتدهور أو الإنكماش بسبب الآثار الناجمة عن أنشطة الإنتاج الزراعي الكثيف والري واستخراج الماء لأغراض محلية وصناعية والتحضر والبنية التحتية والتنمية الصناعية والتلوث(٢).

وتعتبر اتفاقية "رامسار" - التي دخلت حيز التنفيذ في ٢١ ديسمبر من سنة ١٩٧٥م- معاهدة حكومية دولية قدمت إطار عمل للإجراءات المتبعة على المستوى القومي فضلاً عن التعاون الدولي بُغية الحفاظ على الأراضي الرطبة ومواردها والاستغلال الرشيد لها. وفي مصر تم إعلان عدد من النماذج لصون الأراضي الرطبة ضمن اتفاقية "رامسار" في إطار الاستراتيجية الوطنية لصون الأراضي الرطبة ٢٠١٥/ ٢٠١٩م، وقد بلغ عددها أربعة نماذج، هى: محميتا قارون ووادي الريان بالفيوم وبحيرتا البردويل والبرلس شمالي مصر.

مجال الدراسة وأهميتها:

تتأثر إنتاجية البحيرات بخصائص الحالة النوعية للمياه، والتي تتأثر بدورها بمجموعة من المتغيرات الطبيعية والبشرية في إطار شبكة العلاقات بين عناصر النظام البيئي المائي وقطاعات الضفاف والسواحل البحيرية والبحرية.

وبالرغم من تنوع الوظائف البيولوجية والإيكولوجية للأراضي الرطبة الشمالية في مصر، وأهميتها كمورد بيئي ومخزن للتنوع الجيني، ودورها كموئل طبيعي للعديد

(*) الأشنة Lichen عبارة عن كائنات مكونة من فطر وطحلب (شريكين) تربطهما علاقة تكافلية.

(١) سامح غرايبة & يحيى فرحان، المدخل إلى العلوم البيئية، الطبعة الأولى، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، ١٩٨٧م، ص ص١٢٦-١٢٧.

(٢) معهد السياسات البيئية الأوروبية (IEEP) وأمانة رامسار، اقتصاديات النظم الإيكولوجية والتنوع البيولوجي للمياه والأراضي الرطبة، موجز تنفيذي،٢٠١٣م، ص٢.

من الكائنات الحية، إلا أنها تعاني في أغلب قطاعاتها من التعديات(*) والتلوث والاستغلال الجائر. وكان من أهم مظاهر ذلك انكماش مساحة العديد منها وتردي نوعية المياه بها وضعف مستويات إنتاجيتها.

كذلك تفتقد البحيرات المصرية بشكل عام– وحتى الآن– إلى معايير واضحة خاصة بنوعية المياه، ولا تخضع أغلبها لأنظمة إدارة متكاملة.

إشكالية الدراسة:

تتفاوت الحالة البيئية والإنتاجية للبحيرات الشمالية تفاوتاً كبيراً؛ بالرغم من ظروف الموقع الجغرافي المتشابهة ووضوح بصمة النظام البيئي الساحلي في كل منها، **وتدور إشكالية الدراسة حول الأسئلة التالية:**

- **ما مدى التباين في مصادر ومستويات التلوث البيئي في مياه البحيرات، والأبعاد المكانية النطاقية لهذا التباين؟.**
- **ما هى أبعاد العلاقة بين نوعية المياه وإنتاجية البحيرات ومستويات التنوع الحيوي بها؟.**
- **ما هى أسباب تدهور الحالة الإنتاجية للبحيرات والتداعيات البيئية الناتجة عن ذلك؟.**

أهداف الدراسة:

- إبراز التباينات المتعلقة بخصائص الحالة الإيكولوجية والإنتاجية للبحيرات.
- تقييم دور العوامل الطبيعية والبشرية المؤثرة في الحالة النوعية والإنتاجية لمياه البحيرات.
- الإدارة البيئية المتكاملة للمسطحات البحيرية والتنمية المستدامة لمواردها في ضوء المشكلات والتحديات الراهنة والمستقبلية.

(*) وفقاً لتقرير أصدرته الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية (عام ٢٠١٧م) بلغ عدد حالات التعدي على أملاك الدولة في بحيرات شمال الدلتا خلال عامى ٢٠١٥ و٢٠١٦م حوالي ٤٦٥٦ حالة، بإجمالى مساحة تصل إلى ٦٤ ألفاً و١٧ فداناً فى البحيرات الأربعة الواقعة في محافظات: دمياط، وبورسعيد، والدقهلية، وكفر الشيخ، والبحيرة والإسكندرية، بينما لم تتعرض بحيرة البردويل فى سيناء لأي تعديات. وأوضح التقرير أن إجمالى حالات التعديات التي لم يتم اتخاذ أية إجراءات ضدها بلغ ٣٤٧٩ حالة (بنسبة ٧٤,٧%).

منهجية الدراسة:

اعتمدت الدراسة على منهج التحليل المكاني Spatial Analysis Approach في إظهار الفروق والتباينات المكانية بين البحيرات بشأن خصائص الحالة النوعية للمياه ومستوياتها الإنتاجية، والمنهج السببي–التأثيري Cause- Effect Approach في دراسة أسباب التغير وتداعياته على بيئة البحيرات، كما استعانت بمنهج النظم System Approach في دراسة شبكة العلاقات ومدخلات ومخرجات الأنظمة البحيرية، بالإضافة إلى منهج تحليل التكلفة والعائد Cost- Benefit Analysis Approach لدراسة تكلفات التدهور البيئي الناشئة عن تردي نوعية المياه وفاقد الإنتاجية.

الدراسات السابقة:

يمكن تصنيف الدراسات التي ناقشت الحالة الإنتاجية للبحيرات الشمالية أو بعضها على النحو التالي:

أ- دراسات ناقشت الإنتاجية الأولية أو الثانوية للبحيرات: يمكن تقسيم هذه الدراسات إلى مجموعتين :

١- **دراسات تناولت التنوع البيولوجي وخصائص تجمعات الهائمات النباتية والحيوانية، ومنها دراسة** (دنيا & حسين، ٢٠٠٤م)[١]، **دراسة** (مجيد، ٢٠٠٦م)[٢]، **دراسة** (سعد وآخرون، ٢٠١٢م)[٣]، **دراسة** (عبد الهادي وآخرون، ٢٠١٥م)[٤]، **دراسة** (خيري وآخرون، ٢٠١٥م)[٥].

(1) Donia,N.& Hussein,M., Eutrophication Assessment of Lake Manzala Using GIS Techniques, Eighth International Water Technology Conference, IWTC8 2004, Alexandria, Egypt, pp.393-408.
(2) Mageed,A.A., Spatial Temporal Variations of Zooplankton Community in the Hypersaline Lagoon of Bardawil, North Sinai- Egypt, Egyptian Journal of A quatic Research, Vol. 32, No.1, 2006,pp. 168-183.
(3) Saad, et al, Biodiversity of meiobenthic invertebrates in Lake Bardawil, Egypt, Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish.,Vol. 16, No. 4: 139-149 (2012) ISSN,pp. 1110 –1131.
(4) Abd El-Hady,H.H., et al, Phytoplankton Biochemical Contents and Zooplankton Composition in Vegetated and non-Vegetated Regions in Bardawil Lagoon, North Sinai, Egypt, International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 2015; 2(5), pp. 46-54.
(5) Khairy,H.M., et al, Algal Diversity of the Mediterranean Lakes in Egypt, International Conference on Advances in Agricultural, Biological & Environmental Sciences (AABES-2015) July 22-23, 2015 London(UK).

٢- دراسات تناولت الإنتاج السمكي وخصائصه، ومنها دراسة (عبد القوي، ١٩٨٩م)[١]، **دراسة** (راشد، ٢٠٠٤م)[٢]، **دراسة** (سعيد، ٢٠٠٤م)[٣]، **دراسة** (الكريوني، ٢٠٠٧م)[٤].

ب- دراسات ناقشت التغيرات البيئية وأثرها على الحالة الإنتاجية للبحيرات: تمثلت أهم هذه الدراسات في دراسة (حسين، ١٩٩٩م)[٥]، **دراسة** (كوسي، ٢٠٠٠م)[٦]، **دراسة** (عبد العظيم، ٢٠٠١م)[٧]، **دراسة** (شمس، ٢٠٠٤م)[٨]، **دراسة** (مجيد، ٢٠٠٧م)[٩]، **دراسة** (أبو المجد، ٢٠٠٨م)[١٠]، **دراسة** (نافع & زيادة، ٢٠٠٩م)[١١]،

---

(1) Abdelqawy, A.A., Seasonal Fluctuations of Fish Production from Egyptian Lakes, Minia Journal of Agricultural Research and Development, Vol, 2. No.11, 1989, pp.1005-1017.

(٢) رمزي إبراهيم راشد، موارد الثروة السمكية من بحيرة البردويل وساحل البحر المتوسط لمحافظة شمال سيناء- دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، المجلة الجغرافية العربية، العدد الثالث والأربعون، الجزء الأول، ٢٠٠٤م.

(٣) منال عبد المحسن رمضان سعيد، الإنتاج السمكي في بحيرات مصر الشمالية، رسالة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة الزقازيق، ٢٠٠٤م.

(4) El-karyony, I. A, Economic regular analysis patterns of fishing production, Mansoura journal of agriculture sciences - Mansoura University, Vol. 32, No. 5 (May 2007), pp.3849-3857.

(٥) نجلاء أحمد حسين، الإنسان والتغير البيئي في بحيرتي إدكو ومريوط، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة القاهرة، ١٩٩٩م.

(٦) عبير عبد الرحمن كوسي، تأثير التلوث الصناعي والعضوي على القدرة الإنتاجية والمخزون السمكي في بحيرة مريوط بشمال مصر مع دراسة التوقعات المستقبلية لتأثير هذا التلوث على البحيرة، رسالة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة عين شمس، ٢٠٠٠م.

(٧) عبد العظيم أحمد عبد العظيم، التدهور البيئي وآثارة الاجتماعية والاقتصادية على صيادي بحيرة إدكو، مجلة الإنسانيات، كلية الآداب، جامعة دمنهور، العدد التاسع، ٢٠٠١م.

(٨) صابر زغلول محمد شمس، دور التغيرات البيئيه المعاصره فى الإنتاج السمكى ببحيره البرلس، رسالة دكتوراه، جامعة الزقازيق- فرع بنها، ٢٠٠٤م.

(9) Mageed,A.A., Distribution and Long-Term Histrorical Changes of Zooplankton Assemblages in Lake Manzala (South Mediterranean Sea, Egypt), Egyptian Journal of Aquatic research, Vol. 33 No. 1, 2007,pp. 183-192.

(10) Abou El-Magd, I., & Ali, E.M., Estimating and Mapping Chlorophyll a Concentration as a Function of Environmental Changes of Manzala Lagoon, Egypt Using Landsat 7 ETM+ Images, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2(4), 2008, pp. 1307-1314.

(11) Nafea,E.M., Zyada.M., Aquatic macrophytes and macrobenthos as biomarkers for heavy metal pollution in lake burullus, Mansoura science bulletin (B Biology) - Mansoura University,Vol. 36, No. 2, Supplement 1 (December 2009),pp.37-50.

دراسة (عبد الرشيد، ٢٠١١م)[١]، **دراسة** (عزت، ٢٠١٣م)[٢]، **دراسة** (أبا يزيد، ٢٠١٥م)[٣]، **دراسة** (حسين & نجم، ٢٠١٦م)[٤].

وركزت أغلب هذه الدراسات على حالة الإنتاج السمكي بالبحيرات، وجاءت المعالجات في معظمها جزئية غير شاملة تغيب عنها المقارنات الكلية إلا في أضيق الحدود، كذلك الربط الواضح بين مؤشرات التنوع الحيوي والقدرة الإنتاجية والحالة النوعية للمياه.

مباحث الدراسة:

(المبحث الأول) التطور المساحي وخريطة الاستخدامات بالقطاعات البحيرية.

(المبحث الثاني) العوامل المؤثرة في الحالة النوعية والإنتاجية للمياه.

(المبحث الثالث) خصائص الحالة النوعية للمياه.

(المبحث الرابع) الإنتاجية الأولية والثانوية لمياه البحيرات الشمالية.

(المبحث الخامس) تكلفات التدهور البيئي والإدارة المتكاملة للبحيرات الشمالية.

(المبحث الأول) التطور المساحي وخريطة الاستخدامات بالقطاعات البحيرية:

(١-١) تطور مساحة البحيرات خلال الفترة (١٩٧٢-٢٠١٥م):

يعرض الجدول(١) والشكل(١) تطور مساحة البحيرات الساحلية في مصر خلال الفترة (١٩٧٢-٢٠١٦م)، ومن خلالهما يتضح ما يلي:

- تناقصت مساحة المسطح الكلي للبحيرات خلال الفترة من عام ١٩٧٢م حتى عام ٢٠١٦م بمقدار ١٢٨,١ كيلومتر مربع، بنسبة ٥,٦%.

---

(1) Abdel-Rasheed,M.E, Ecological Studies on Lake El-Manzalah with Special Reference to Their Water Quality and Sediment Productivity, Master Degree, Faculty of Science, Al-Azhar University, Cairo, 2011.

(٢) علاء الدين حسين عزت، التغيرات الجغرافية بمسطح بحيرة أدكو،٢٠١٣م. متاح على: (damanhour.edu.eg/pdf)

(3) Abayazid,H.,Assessment of Temporal and Spatial Alteration in Coastal Lakes-Egypt, Eighteenth International Water Technology Conference, IWTC18 Sharm ElSheikh, 12-14 March 2015.

(4) Hossen,H., Negm, A., Change Detection of Manzala Lake Using Remote Sensing and Geographic Information System, Vol. 19 No.2 (2016-Special Issue), pp.353–358. Available at(http://www.eijest.zu.edu.eg).

جدول(١) تطور مساحة البحيرات الساحلية المصرية خلال الفترة (١٩٧٢م-٢٠١٦م)

البحيرة	المساحة الكلية (كم٢) ١٩٧٢م[١]			المساحة الكلية (كم٢) ٢٠١٦م[٢]			نسبة التغير في مساحة المسطح الكلي[٣]
	المسطح المائي	الجزر	المسطح الكلي	المسطح المائي	الجزر	المسطح الكلي	
بحيرة البردويل	٥٦٨,٧	٥,٤	٥٧٤,١	٦٢٦,٨	٩,٣	٦٣٦,١	+١٠,٨
بحيرة المنزلة	٨٢١,٦	١٢١,٩	٩٤٣,٥	٧١٠,٥	١٦٨,١	٨٧٨,٦	-٦,٩
بحيرة البرلس	٥٤٣,٤	١٢,٩	٥٥٦,٣	٤٣٨,٦	١٧,٢	٤٥٥,٨	-١٨,١
بحيرة إدكو	١٣٩,٣	٣,٣	١٤٢,٦	١٢٥,٥	٢,٠	١٢٧,٥	-١٠,٦
بحيرة مريوط	٧٦,٠	٠,٠	٧٦,٠	٦٦,٤	٠,٠	٦٦,٤	-١٢,٦
الإجمالي	٢١٤٩,٠	١٤٣,٥	٢٢٩٢,٥	١٩٦٧,٨	١٩٦,٦	٢١٦٤,٤	-٥,٦

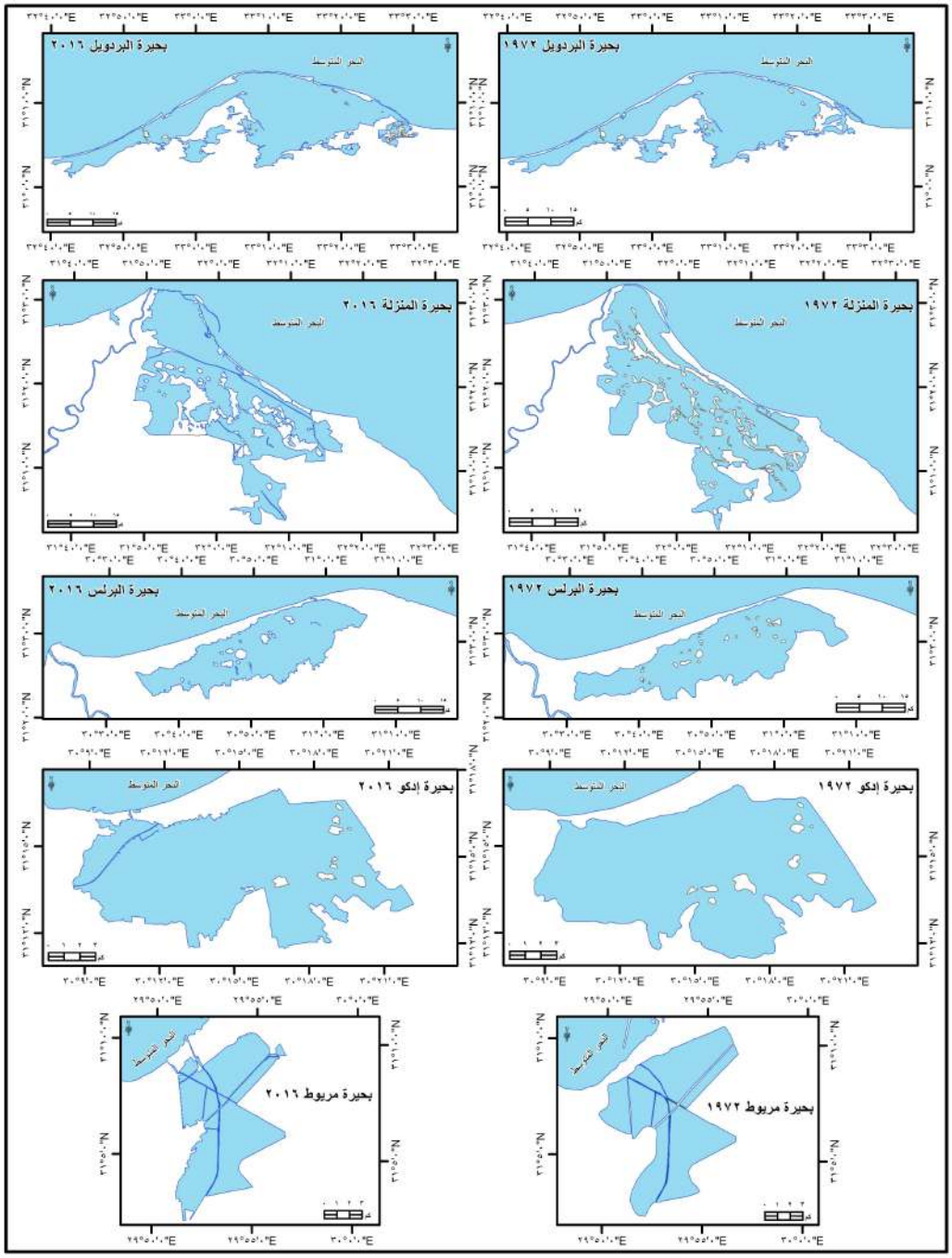
المصدر: من حساب الباحث، اعتماداً على:

(١) المرئيات الفضائية (MSS، LANDSAT_1)، ١٩٧٢م: البردويل والمنزلة (189: Path، 38 :Raw)، البرلس (190 : Path 38 : Raw)، إدكو ومريوط (191 : Path ، 38 : Raw).

(٢) المرئيات الفضائية (OLI، LANDSAT_8)، ٢٠١٦م: البردويل (176: Path، 38 : Raw ، 175 : Path ، 38: Raw)، المنزلة (176 : Path ، 38 : Raw)، البرلس وإدكو ومريوط (177 : Path ، 38 : Raw).

(٣) من حساب الباحث.

- زادت مساحة الجزر بالبحيرات بنسبة ٣٧,٠%، وقع منها نحو ٨٥,٥% من مساحتها في بحيرة المنزلة؛ نتيجة عمليات الإطماء التي تشهدها البحيرة على نطاق واسع.
- زادت المساحة الكلية لبحيرة البردويل بنسبة بلغت ١٠,٨%؛ نتيجة إعاة فتح بوغازي البحيرة وتطهيرهما بشكل مستمر، وعدم تعرض البحيرة لعمليات ردم وتجفيف، بالإضافة إلى نشاط الملاحات وما يتضمنه من سحب كميات من مياه البحيرة إلى أحواضها المنتشرة بالضفاف.
- فقدت بحيرات شمالي الدلتا ١٩٠,١ كيلومتر مربع، وقع منها ٨٧,٠% في بحيرتي البرلس والمنزلة؛ ويرجع ذلك إلى تجفيف مساحات كبيرة منهما بغرض الاستصلاح الزراعي أو الاستزراع السمكي أو التوسع العمراني ومد شبكات الطرق والقنوات المائية، بالإضافة إلى الإطماء المستمر الذي تشهده بحيرات شمال الدلتا بشكل عام، والذي ساعد عليه الانتشار الواسع النطاق للحشائش والنباتات المائية.



المصدر: المرئيات الفضائية (MSS، LANDSAT_1)، ١٩٧٢م– (OLI، LANDSAT_8)، ٢٠١٦م.

شكل (١) تطور مساحة البحيرات الشمالية في مصر خلال الفترة (١٩٧٢م– ٢٠١٦م)

(١-٢) استخدامات الأرض بالضفاف ومورفولوجيا القطاعات البحيرية :

يعرض الشكل (٢) استخدامات الأراضي بقطاعات الضفاف بالبحيرات الشمالية في مصر، والتي يمكن تقسيمها إلى خمس قطاعات:

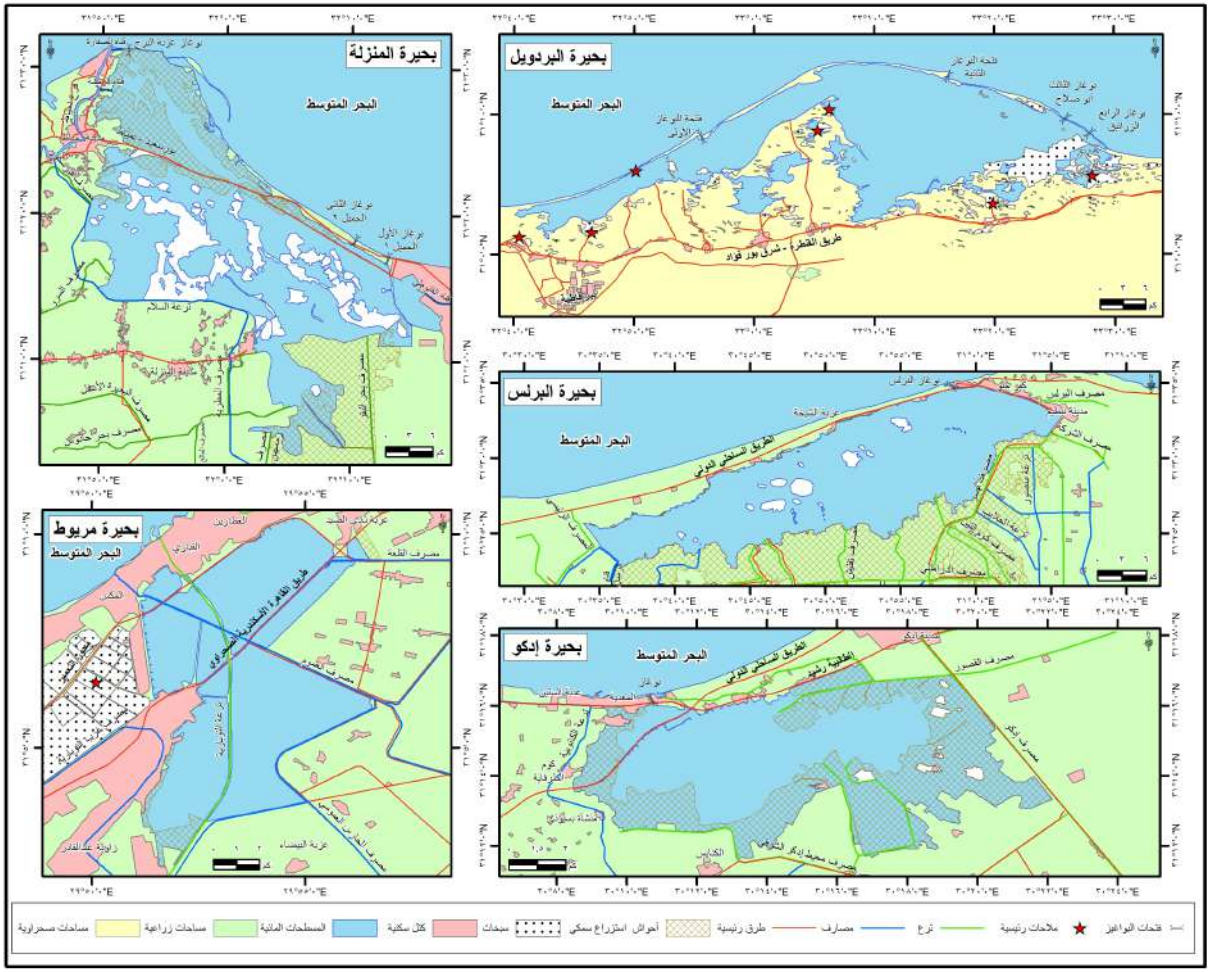
أولاً: قطاع بحيرة البردويل:

يبلغ متوسط طول البحيرة ١٠,٣ كيلومتر، ومتوسط العرض ٤٨,١ كيلومتر. ويظهر بقطاع بحيرة البردويل بعض الكتل العمرانية المتناثرة والصغيرة الحجم نسبياً بعيداً عن جسم البحيرة في الجنوب والجنوب الغربي على طول الطرق البرية الرئيسة التي تمتد بمحاور عرضية (أهمها طريق العريش- بورسعيد). ويطوق البحيرة بالشرق والجنوب مساحات واسعة من الأراضي السبخية يبلغ إجمالي مساحتها ٨٨,٦ كم٢. ويمكن تقسيم البحيرة إلى حوضين، الحوض الشرقي، وهو بيضاوي الشكل، والحوض الغربي أو حوض الزراع، وهو على شكل مستطيل. وبصفة عامة تعتبر بحيرة البردويل حوض مائى ضحل يصل متوسط عمق المياه فيه حوالي ١,٥ متر، ويزداد العمق نسبياً بالقرب من فتحات البواغيز(ينخفض العمق عن ١ متر في ٢٠% من مساحة البحيرة ويتراوح بين ١- ١,٥ متر في ٦٥% من مساحتها ويزيد على ١,٥ متر في ١٥% من مساحتها)[1]، وتزداد الضحولة بالأجزاء الواقعة أقصى شرقي وغربي البحيرة وبالقرب من الضفاف الجنوبية. وقد أثر ذلك إيجابياً على درجة شفافية المياة؛ حيث يصل الضوء إلى قاع البحيرة- وبخاصة مع انخفاض مستويات التلوث بالعوالق- وهو ما يسهم في إتمام العمليات الحيوية بكفاءة عالية.

ثانياً: قطاع بحيرة المنزلة:

تقع البحيرة على الجانب الشرقي لفرع دمياط وإلى الغرب من قناة السويس، ويبلغ متوسط طول البحيرة ٢٣,٤ كيلومتر، ومتوسط عرضها ١٧,٠ كيلومتر. ويمتد العمران ويتوسع على ضفاف البحيرة في أقصى الشرق (مدينة بورسعيد) والشمال الغربي (مدينتا رأس البر ودمياط)، كما يقترب منها بالضفاف الجنوبية (جنوب وشرق

(1) Embabi, M.s., Moawad,M.B., A semi-automated Approach for Mapping Geomorphology of El Bardawil Lake, Northern Sinai, Egypt, Using Integrated Remote Sensing and GIS Techniques, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences (2014), p.42.



المصدر: المرئيات الفضائية (LANDSAT_8، OLI)، ٢٠١٦م.

شكل(٢) الاستخدامات العامة للأرض بضفاف وقطاعات البحيرات الشمالية في مصر (٢٠١٦م)

ترعة السلام). ويقطع جسم البحيرة طريق بورسعيد- دمياط، الذي يمثل امتداداً للطريق الدولي الساحلي بقطاعه الغربي. ويبلغ متوسط عمق البحيرة ١,١٥ متر[١]، ويتصف المسطح المائي للبحيرة بالتقطع الشديد؛ نتيجة الإطماء (زادت مساحة الجزر بجسم البحيرة خلال الأربعين سنة الأخيرة بنسبة ٣٩,٠% تقريباً) ومشروعات الاستزراع السمكي.

ثالثاً: قطاع بحيرة البرلس:

يبلغ متوسط طول البحيرة ١٠,٠ كيلومتر، ومتوسط عرضها ٢٣,٤ كيلومتر. ويتركز العمران حول بحيرة البرلس بقطاعها الشرقي(مدينة بلطيم- قرية كفر جلو) شرقي بوغاز البرلس. ويمتد الطريق الدولي الساحلي بالقرب من الضفاف الشمالية للبحيرة، ويقطعها في أقصى الشمال في قطاع محدود بالقرب من فتحة البوغاز. وتعتبر البحيرة حوض مائي ضحل، يصل متوسط عمقه ٠,٨٠ متر[٢]، وهى بمثابة خزان لمياه الري المنصرفة من الأراضي الزراعية.

رابعاً: قطاع بحيرة إدكو:

تقع البحيرة جنوب غرب مدينة إدكو، ويبلغ متوسط طول البحيرة ٦,٠ كيلومترات، ومتوسط عرضها ١٤,٥ كيلومتر. ويتركز العمران على الضفاف الشمالية والشرقية للبحيرة (قرية المعدية- عزبة الستين- كوم الطرفاية)، وتشغل المزارع السمكية مساحات كبيرة من جسم البحيرة. وتعتبر البحيرة بشكل عام حوض مائي ضحل، ينخفض عمقه إلى ٠,٦٥ متر[٣].

خامساً: قطاع بحيرة مريوط:

تقع البحيرة في أقصى شمال غرب الدلتا، ويصل متوسط طول البحيرة ١١,١ كيلومتر، ومتوسط عرضها ٥,١ كيلومتر. ويظهر العمران في كتل متصلة تطوق البحيرة من جميع الجهات فيما عدا القطاع الشرقي للبحيرة الذي يظهر فيه

---

(١) وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، ٢٠١٥م، متاح على:(http://www.eeaa.gov.eg/ar-eg)
(٢) المصدر السابق.
(٣) المصدر السابق.

العمران متناثراً. ويبلغ متوسط عمق البحيرة ١,٥ متر[١]، وتنقسم البحيرة إلى خمسة أحواض- يفصلها عدد من الطرق والجسور- وهى[٢]: الحوض الشمالي الشرقي (الحوض الرئيس) ومساحة ستة آلاف فدان، الحوض الشمالي الغربي ومساحة ثلاثة آلاف فدان، الحوض الجنوبي الشرقي(حوض المزرعة) ومساحته ألف فدان، الحوض الجنوبي الغربي ومساحته ألفي فدان، الحوض الجنوبي ومساحته خمسة آلاف فدان.

المبحث الثاني: العوامل المؤثرة في الحالة النوعية والإنتاجية للمياه:

(٢-١) إطماء البواغيز وتجزئة المسطح المائي:

تتصل البحيرات الشمالية بالبحر المتوسط عن طريق فتحات البواغيز، وهى تشكل مصدراً رئيساً للمياه في أغلب البحيرات، وتلعب دوراً مهماً في تحديد الحالة النوعية للمياه، وكذلك معبراً لأمهات الأسماك؛ بما لذلك من أهمية بيولوجية.

وتتصل بحيرة البردويل بالبحر عن طريق فتحتان صناعيتان، إلى جانب فتحتين طبيعيتين في أقصى شرقي البحيرة (بوغاز أبو صلاح وبوغاز الزرانيق). وتتصل بحيرة المنزلة بالبحر عن طريق بوغازين رئيسيين (أشتوم الجميل(١) ، (٢))، بالإضافة إلى بوغاز عزبة البرج غربي البحيرة. كذلك تتصل بحيرة البرلس بالبحر عن طريق فتحة طبيعية غرب عزبة البرج تسمي بوغاز البرلس[*]، كما تتصل البحيرة بنهر النيل عبر قنال برمبال. ويعتبر بوغاز المعدية شريان الاتصال الوحيد الذي يربط بحيرة إدكو بالبحر المتوسط. بينما ينعدم اتصال بحيرة مريوط بالبحر المتوسط، حيث ترفع مياه البحيرة إليه من خلال محطة رفع المكس.

ويتباين عرض فتحات البواغيز الرئيسة من بحيرة لأخرى، فيتراوح في بحيرتي إدكو والمنزلة بين (٥٠ و١٦٠ متراً) و(٧٠-٢١٠ متراً) لكل منهما على التوالي، يزيد نسبياً في بحيرتي البرلس والبردويل، حيث يتراوح في البحيرة الأولى بين

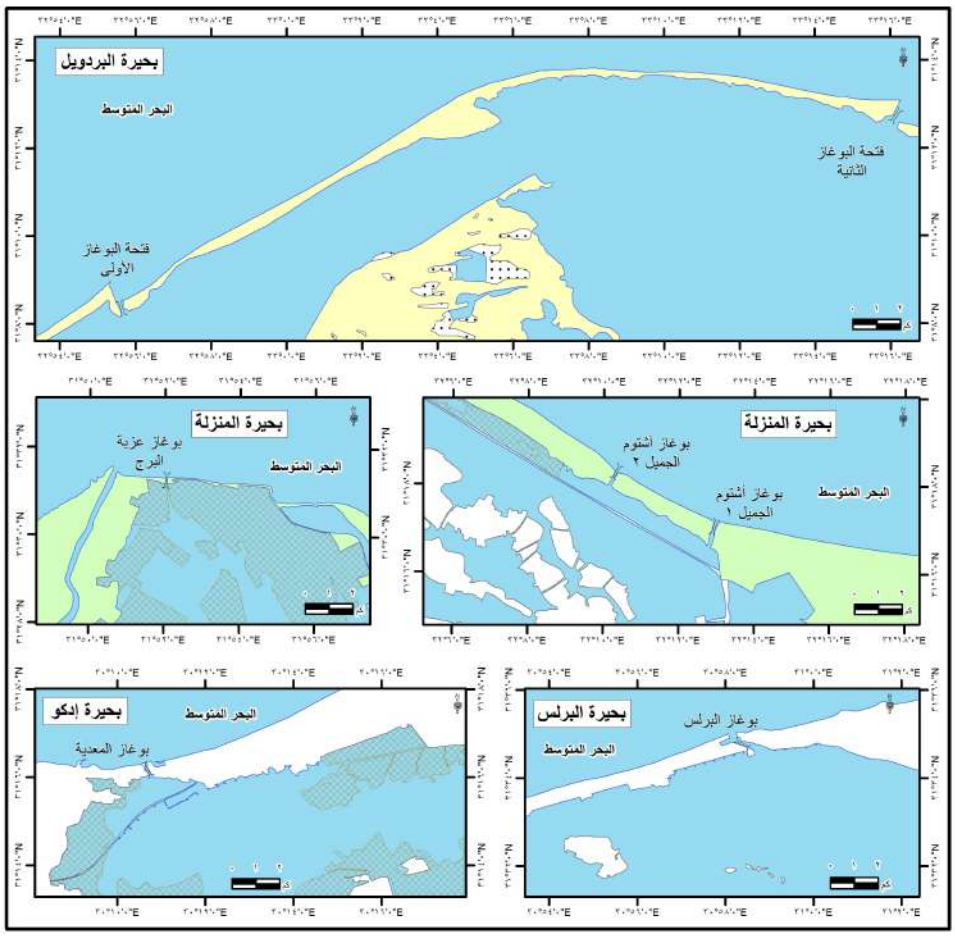
---

(1) Donia,N., Lake Maryut Monitoring Using Remote Sensing, Eighteenth International Water Technology Conference, IWTC18, Sharm ElSheikh, 12-14 March 2015, p.231.

(٢) وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، خطة العمل البيئي لمحافظة الأسكندرية، ٢٠٠٨م، ص١٣.

(*) كان هناك اتصال اخر بين البحيرة والبحر عن طريق قناة الخاشعة التي حفرت صناعياً للسماح بهجرة الاسماك بين البحر والبحيرة، ولكن هذه القناة مغلقة في الوقت الحالي لحين الانتهاء من بناء قنطرة الخاشعة.

(٩٠ و ٤٥٠ متر)، وفي البحيرة الثانية بين (٢١٠ و ٣٥٠ متر)، بينما ينعدم الاتصال المباشر بين بحيرة مريوط والبحر المتوسط، شكل (٣).



المصدر: المرئيات الفضائية (LANDSAT_8 ،OLI)، ٢٠١٦م.

شكل (٣) بواغيز البحيرات الشمالية في مصر (٢٠١٦م)

وتسهم التغيرات السريعة في طبوغرافية شواطئ البحيرات وحركة الرمال التي تجرفها المياه البحرية الي مداخل البواغيز في التأثير على تركيزات الأكسجين المذاب ومستويات خلط مياه البحيرات بمياه البحر ورفع وتحريك المغذيات والمواد العضويه والأحياء؛ وهو أمر ضروري لاستمرار الحياه والأنظمة البيئية بالقطاعات البحيرية، ويظهر ذلك جلياً بالمناطق التى اصبحت شبه معزولة لموقعها البعيد نسبياً عن فتحات البواغيز؛ حيث تعاني من ضعف تجدد المياه بها وتياراتها الدائرية البطيئة التي تتأثر بالرياح أكثر من تأثرها بحالة فتحات البواغيز.

ويؤدي الانتشار الواسع للنباتات المائية وأحواش المزارع السمكية في بعض القطاعات البحيرية إلى إحداث تغييرات جوهرية في حركة المياه ودورانها، وتجزئة موائل الكائنات الحية وعزلها عن بعضها، والذي يؤدي إلى إلغاء اتصالها المباشر؛ مما يقلل من تنوعها الوراثي (Genetic Diversity) وتكيفها البيئي.

(٢-٢) مخلفات الصرف السائلة:

تتدفق سنوياً كميات كبيرة من مخلفات الصرف إلى بحيرات شمال الدلتا تؤثر بشكل فعّال على نوعية المياه بها، حيث تسهم في رفع تركيز المغذيات من النيتروجين والفسفور في مياه ورواسب البحيرات، كما تحفز نمو الطحالب والهائمات النباتية التي تشكل قاعدة الهرم الغذائي في النظام الإيكولوجي البحيري، بما يؤدي إلى الإسراع من نمو الحشائش والنباتات المائية[١]. ويؤدي ذلك إلى نشأة قطاعات واسعة من المياه الراكدة التي لا تصل فيها آشعة الشمس إلى القاع؛ مما يؤثر سلباً على حالة التوازن الحيوي.

وتستقبل بحيرة المنزلة ٧,٣٥ مليار متر مكعب سنوياً من مخلفات الصرف الصناعي والزراعي والصحي غير المعالج. وتستقبل البحيرة هذه الكمية من مياه الصرف عبر ستة مصارف رئيسية، هى: مصرف بحر البقر، ومصرف رمسيس، ومصرف بحر حادوس، ومصرف المطرية، ومصرف السرو، مصرف فارسكور[٢]. وتصل ذروة التصرفات المائية بالبحيرة في فصلي الخريف والصيف، بينما تنخفض نسبياً في فصلي الربيع والشتاء، شكل (٢).

ويصب في بحيرة البرلس عشرة مصارف، هى: شرق البرلس، غرب البرلس، تيره، (٧)، (٨)، (٩)، الهوكسا، هاويس الخاشعة، زغلول، بحر نشرت. وتستقبل البحيرة عبر هذه المصارف كميات من مياه الصرف تبلغ حوالي ٣,٧٥ مليار متر مكعب سنوياً، أغلبها مخلفات صرف زراعي وصحي(بنسبة ٩٨,٩%)[٣]. وتصل ذروة هذه التصرفات في فصل الصيف، شكل (٢).

---

(1) Abayazid, H. Assessment of Temporal and Spatial Alteration in Coastal Lakes – Egypt, Eighteenth International Water Technology Conference, IWTC18, Sharm ElSheikh, 12-14 March 2015, p.604.

(٢) وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، برنامج سيم، محافظة دمياط، ٢٠٠٣م، ص٥٢.

(٣) وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، تقرير حالة البيئة في مصر، ٢٠١٣م، إصدار ٢٠١٥م، ص١٢٧.

ويصل إلى بحيرة إدكو حوالي ٩٤٠ مليون متر مكعب سنوياً من مخلفات الصرف عبر مصرفين يتصلا بالبحيرة في قطاعيها الشرقي والجنوبي، الأول: مصرف البرسيق (٣٨٤ مليون متر مكعب سنوياً)، وحمولته من مخلفات الصرف الزراعي، الثاني: مصرف الخيري(٥٩٢ مليوم متر مكعب سنوياً)، وحمولته من مخلفات الصرف الصحي والزراعي والصناعي، بالإضافة إلى صرف المزارع السمكية، والتي تصل إليه عبر ثلاثة مصارف فرعية، هى: مصرف البوصيلي وإدكو ودمنهور، وتصل ذروة تصرفات البحيرة في فصل الصيف[١]. شكل (٢).

ويصرف إلى بحيرة مريوط حوالي ١١,٨٠ مليون متر مكعب يومياً (حوالي ٤,٣١ مليار متر مكعب سنوياً)، يصل أغلبها إلى البحيرة عن طريق مصرفي القلعة والعموم وترعة النوبارية، بالإضافة إلى الصرف المباشر على البحيرة. وتقدر كمية الصرف الصناعي التي تصل البحيرة بحوالي ٦٣,٩ ألف متر مكعب يومياً، وتقدر كميات الصرف الزراعي والصحي التي تصل إلى البحيرة بنحو ١٠,٥ و١,٢٤ مليون متر مكعب يومياً لكل منهما على الترتيب[٢]. شكل (٢).

(٢-٣) الأنشطة الاقتصادية بالمسطحات البحيرية :

أولاً: الاستزراع السمكي:

تمثل الأحواش البحيرية نمط الاستزراع السائد في بحيرات شمال الدلتا، حيث تبذر زريعة البلطي والبورى والقراميط وغيرها حتى يكتمل نموها ويتم الحصاد. ويلجأ المزارعون غالباً إلى تسميد الحوش بزرق الدواجن واستخدام مكملات غذائية وهرمونات نمو، ويؤدي صرف هذه المياه إلى رفع مستويات التلوث بالبحيرات.

وفي بحيرة البرلس لم يزد عدد الأحواش المصرح بها عام ١٩٨٢م عن ١٧١ حوشة،، تغطي ١٢٦٨٩ هكتار (حوالي ٥,٣٣ ألف فدان)، بالإضافة إلى ١٠٧٩ حوشة غير مرخصة كانت تغطي ٤٨٣٣ هكتار(٢,٠٣ ألف فدان)[٣]، وبالرغم من

---

(1) Badr N. B., Hussein M. M., 2010, An input/output flux model of total phosphorus in Lake Edku, a northern eutrophic Nile Delta Lake, Global J. Environ. Res., 4 (2), 2010, p.66.

(٢) وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، خطة العمل البيئي لمحافظة الأسكندرية، مرجع سبق ذكره، ص ص١٧-١٨.

(٣) وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع حماية الطبيعة، محمية البرلس (كفر الشيخ)، ص١٧. متاح على:(http://www.eeaa.gov.eg).

إلغاء كل التراخيص الخاصة بهذه الأحواش، إلا أن بعضها لا يزال يعمل بصفة غير قانونية؛ نظراً لعائدها الكبير، وتنتشر بوضوع بالضفاف الجنوبية الملاصقة للبحيرة.

المصدر: الزيارة الميدانية لمنطقة بحيرة المنزلة، ٢٠١٥م.

لوحة (١) نماذج لأحواش الاستزراع السمكي ببعض قطاعات بحيرة المنزلة (٢٠١٥م)

كذلك تظهر أحواش الاستزراع السمكي بوضوح بالقطاعات الشرقية والشمالية الشرقي والجنوبية والغربية لبحيرة إدكو، حيث تنتشر في مساحة كبيرة تغطي حوالي ١٦,١٨ ألف فدان، بما يمثل ٥٤,٢% من مساحة المسطح المائي للبحيرة.

كما تغطي أحواش الاستزراع مساحة كبيرة في بحيرة المنزلة، وتتمركز في قطاعين، الأول: يقع في شمال وشمال غربي البحيرة، والثاني: يقع في أقصى جنوب البحيرة، وتصل مساحتها إلى قرابة ٤٦,٦٥ ألف فدان، تمثل ٢٧,٦% من مساحة المسطح المائي للبحيرة.

ولم تزد مساحة الأحواش في بحيرة مريوط على ٥٤٧,٤ فدان، تمثل ٣,٥% فقط من مساحة المسطح المائي للبحيرة(*). بينما خلت بحيرة البردويل من أحواش الاستزراع، سواء داخل المسطح المائي للبحيرة أو على ضفافها؛ وهو ما انعكس بشكل إيجابي على الحالة النوعية للمياه بها.

ثانياً: الملاحات :

تنتشر أنشطة استخراج الملح (الملاحات) في محيط البحيرات الشمالية؛ ساعد على ذلك اتساع مساحة السبخات التي تغمرها المياه الضحلة والارتفاع النسبي في درجة الحرارة، والملوحة العالية في مياه بعض البحيرات، ومن أهم هذه الملاحات: ملاحة المكس غرب بحيرة مريوط بالإسكندرية، وملاحة سبيكة شرق بحيرة البردويل في شمال سيناء.

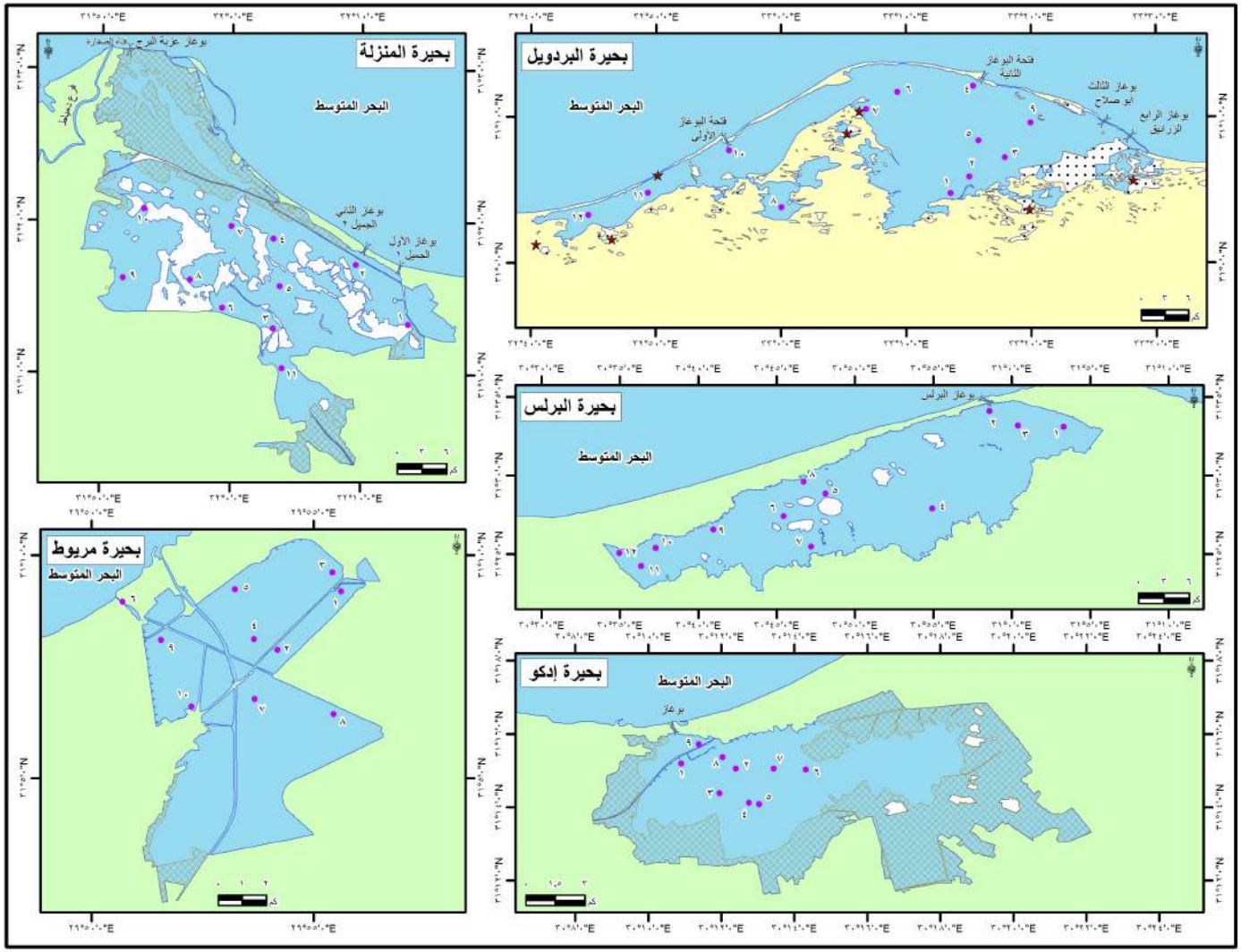
وشهدت السنوات الأخيرة تزايداً عشوائياً في أعداد الملاحات على ضفاف البحيرات؛ بعضها مرخص وبعضها قائم على وضع اليد ويعمل بدون ترخيص.

وتشمل البنية التحتية للملاحات، تقسيم الموقع الى مجموعة من الاحواض تفصل بينها جسور طينية، فضلاً عن شق قنوات تغذية بالمياه لتغذية الأحواض بالمياه؛ وهو ما يؤثر سلباً على بيئة البحيرات؛ لما تحدثه من تغيرات في درجة الملوحة وكثافة الهائمات الحيوانية والتركيب النوعي للأسماك.

المبحث الثالث: خصائص الحالة النوعية للمياه:

يجري جهاز شئون البيئة بالتنسيق مع المعهد القومي لعلوم البحار والمصائد تنفيذ برنامج الرصد الدوري للبحيرات الشمالية بداية من يوليو ٢٠٠٩م، وذلك بهدف إنشاء قاعدة بيانات شاملة للبحيرات ترتكز علي أعمال التحكم في النوعية. ويعرض الشكل (٤) محطات الرصد الدوري لنوعية المياه وفقاً لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات الشمالية في مصر (٢٠١٦م).

(*) تتركز المزارع السمكية غرب البحيرة (بحيرة وادي مريوط)، حيث تشغل مساحة تزيد على ٤٢٨٠ فدان.



شكل (٤) التوزيع الجغرافي لمحطات الرصد الدوري لنوعية المياه وفقاً لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات الشمالية في مصر (٢٠١٦م)

(٣-١) الخصائص الطبيعية للمياه:

تؤثر الخصائص الطبيعية للمياه على تركيزات الأكسجين المذاب والتمثيل الغذائي والتركيب النوعي للكائنات الحية، ويعرض الجدول(٢) والشكل(٥) الخصائص الطبيعية للمياه بالبحيرات الشمالية (٢٠١٥م)، وأهم ما يستخلص منهما ما يلي:

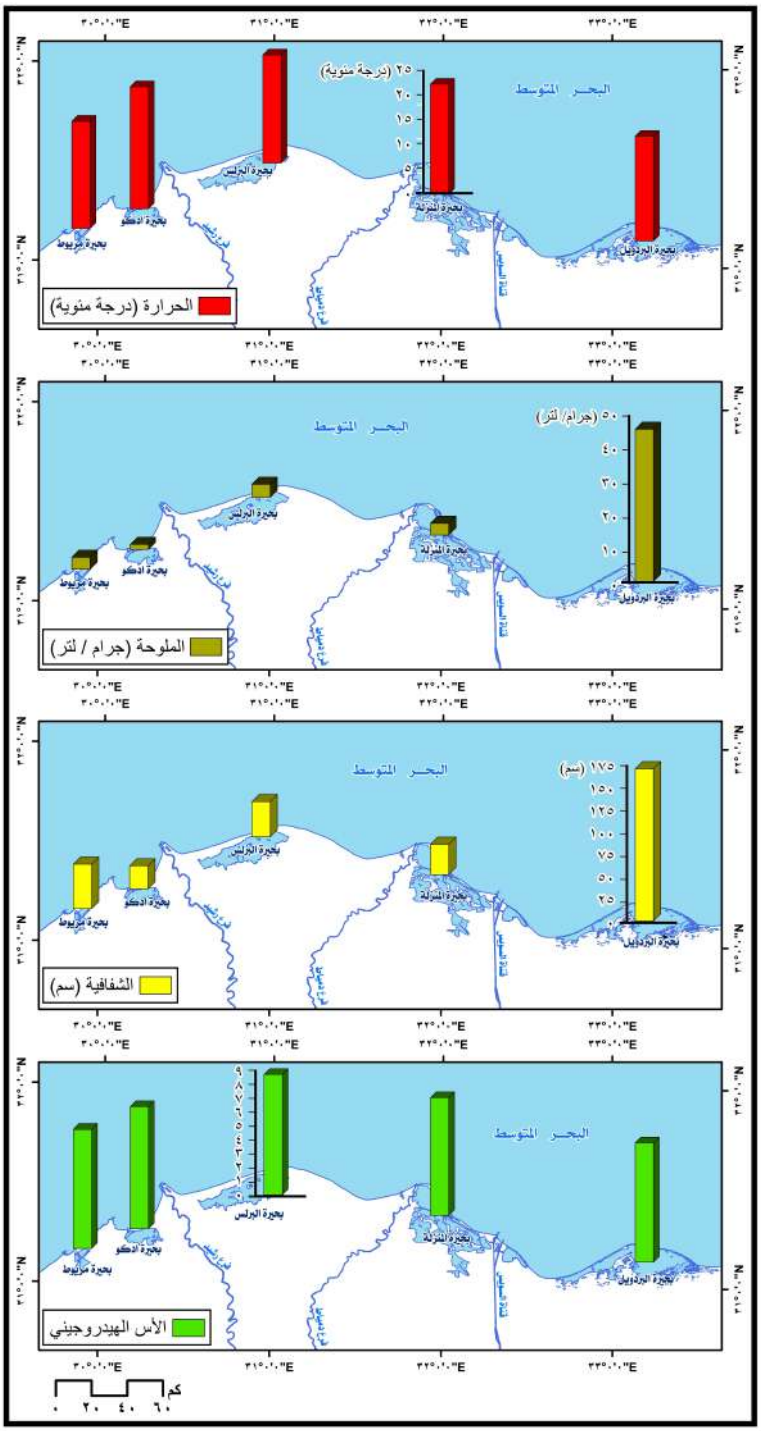
- تراوح المتوسط السنوي لدرجة الحرارة في البحيرات الشمالية بين ٢١,٤° مئوية في بحيرة البردويل و٢٤,٩° مئوية في بحيرة إدكو. وعلى المستوى الفصلي سجلت أدنى الدرجات الشهرية في فصل الشتاء (فبراير) في بحيرة البردويل (١٣,٩° مئوية)، بينما سجلت أعلى الدرجات في فصل الصيف (أغسطس) في بحيرة مريوط (٢٩,٨° مئوية). وهذا التباين له انعكاساته المباشرة وغير المباشرة على المجتمع الحيوي للبحيرات(النباتات المائية- الأسماك- الطيور المهاجرة).
- تعد دراسة الأملاح الذائبة ذات أهمية كبيرة لتقييم نوعية المياه؛ لما لها من تأثير بالغ على الخصائص الطبيعية للمياه؛ وبالتالي نوعية الأحياء المائية. وتظهر التحليلات تباين كبير في متوسط تركيز الأملاح بالمياه بين بحيرة البردويل وبحيرات شمال الدلتا، فبينما ارتفع المتوسط في بحيرة البردويل إلى ٤٥,٥ جرام/لتر، انخفض في بحيرات الدلتا ليتراوح بين ١,٥ جرام/ لتر في بحيرة إدكو و٣,٩ جرام/ لتر في بحيرة البرلس؛ والسبب في ذلك هو اقتصار تغذية بحيرة البردويل على البواغيز التي تربطها بالبحر(*)، بينما تجمع بحيرات شمال الدلتا بين التغذية البحرية عن طريق البواغيز والتغذية عبر مصارف شمال الدلتا التي تمدها بكميات هائلة من المياه تتميز بانخفاض مستويات الملوحة بها.

(*) يرتفع مستوى الملوحة في بحيرة البردويل عن مستوى الملوحة في البحر المتوسط والتي تبلغ ٣٥ جرام/ لتر؛ وذلك بسبب الانسداد المتكرر للبواغيز نتيجة تعرض الشواطئ المحيطة بالبحيرة للأمواج والرياح والتيارات البحرية، وكذلك البخر السريع الذي يزيد من الملوحة وبخاصة في الأجزاء الجنوبية من البحيرة، بالإضافة إلى وجود الصخور الرسوبية القابلة للإذابة وتباين تضاريس القاع واختلاف حركة الكتل المائية داخل البحيرة (رمزي إبراهيم راشد، مرجع سبق ذكره، ص ص٤٨٥-٤٩٠).

جدول(٢) التغيرات الفصلية والمتوسطات السنوية لبعض الخصائص الطبيعية لمياه البحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

البحيرة	فترة الرصد	الحرارة (درجة مئوية)	الملوحة (جرام/ لتر)	الشفافية (سم)	الأس الهيدروجيني
بحيرة البرديل	فبراير	١٣,٩	٤٢,٣	١٤٥,٨	٨,٦
	مايو	٢٤,٠	٤٣,٦	١٦٢,٥	٨,٧
	أغسطس	٢٧,٤	٤٧,٥	٢٠٤,٢	٨,٣
	نوفمبر	٢٠,٤	٤٨,٦	١٦٩,٠	٨,٤
	المتوسط السنوي	٢١,٤	٤٥,٥	١٧٠,٤	٨,٥
بحيرة المنزلة	فبراير	١٥,٠	٢,٩	٢٥,٨	٨,٣
	مايو	٢٤,٠	٢,٨	٣٣,٦	٩,٠
	أغسطس	٢٨,٦	٣,٩	٢٧,٣	٧,٨
	نوفمبر	٢٢,٣	٤,٤	٤٨,٢	٨,٥
	المتوسط السنوي	٢٢,٥	٣,٥	٣٣,٧	٨,٤
بحيرة البرلس	فبراير	١٧,٥	٣,٥	٣٥,٠	٨,٢
	مايو	١٩,٧	٣,٥	٣١,٧	٨,٨
	أغسطس	٢٩,١	٣,٠	٣٤,٢	٨,٤
	نوفمبر	٢٢,١	٥,٦	٥٧,١	٨,٩
	المتوسط السنوي	٢٢,١	٣,٩	٣٩,٥	٨,٦
بحيرة إدكو	فبراير	٢٨,٩	٢,٠	١٣,٩	٨,٧
	مايو	٢٠,١	١,٥	٢٨,٣	٩,١
	أغسطس	٢٩,٥	١,١	٢٦,٧	٨,٧
	نوفمبر	٢١,١	١,٢	٣٤,٤	٨,١
	المتوسط السنوي	٢٤,٩	١,٥	٢٥,٨	٨,٧
بحيرة مريوط	فبراير	١٤,٦	٣,٩	٥١,٥	٨,٨
	مايو	٢٠,٧	٣,٥	٥٤,٥	٨,٨
	أغسطس	٢٩,٨	٣,٤	٤٣	٨,١
	نوفمبر	٢٢,٥	٣,٤	٥٠,٠	٨,٢
	المتوسط السنوي	٢١,٩	٣,٦	٤٩,٨	٨,٥

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على: وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع نوعية المياه، الإدارة المركزية لنوعية المياه، ملخص نتائج الرحلات الحقلية لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات المصرية، ٢٠١٥م.



شكل (٥) المتوسطات السنوية لبعض الخصائص الطبيعية للمياه في البحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

- أظهرت التحليلات كذلك تباين كبير في درجة شفافية المياه بين بحيرة البردويل وبحيرات شمال الدلتا، فبينما وصلت درجة شفافية المياه إلى ١٧٠,٤سم في بحيرة البردويل، انخفضت في بحيرات شمال الدلتا إلى ٢٥,٨ سم في بحيرة إدكو، و٣٣,٧ سم في بحيرة المنزلة، و٣٩,٥ سم في بحيرة البرلس، و٤٩,٨ سم في بحيرة مريوط. ويرتبط ذلك في الأساس بتركيز المواد العالقة بالمياه، والتي تنخفض بوضوح في البردويل– لعدم اتصالها بالمصارف– إلى ١٢,٥ ملليجرام/ لتر. وانخفضت مستويات شفافية المياه في فصل الشتاء في أغلب البحيرات الشمالية؛ باعتباره فصل سقوط الأمطار، والتي تمثل بدورها مصدراً مهماً من مصادر تغذية البحيرات بالمياه غير الرائقة.
- تقاربت درجات الأس الهيدروجيني (درجة الحموضة) في البحيرات الشمالية، فتراوحت متوسطاته بين ٨,٤ و٨,٥، وهى في الحدود المصرح بها(*).

(٣-٢) الخصائص الكيميائية للمياه:

أولاً: الأكسجين: -

تباينت تركيزات الأكسجين في البحيرات الشمالية (٢٠١٥م)، على النحو الذي يوضحه الجدول(٣) والشكل(٦)، ويتضح من خلالهما ما يلي:

- ترتبط تركيزات الأكسجين المذاب(DO) بجودة المياه، فتؤشر تركيزاته المرتفعة على جودة المياه وارتفاع مستويات إنتاجيتها الأولية. وقد تراوح المتوسط السنوي لتركيز الأكسجين المذاب بمياه البحيرات بين ٥,٦ ملليجرام / لتر في بحيرتي المنزلة ومريوط، و٨,١ ملليجرام/ لتر في بحيرة البرلس، وجميعها في الحدود المصرح بها(**). وتتأثر تركيزات الأكسجين المذاب سلبياً بدرجة تلوث المياه بالمخلفات العضوية، وترتفع تركيزات الأكسجين المذاب مع انخفاض درجة الحرارة وزيادة سرعة الرياح؛ لذلك فإنها ترتفع نسبياً في أغلب البحيرات شتاء لتصل إلى أقصاها في بحيرة مريوط (١٠,٢ ملليجرام/ لتر).

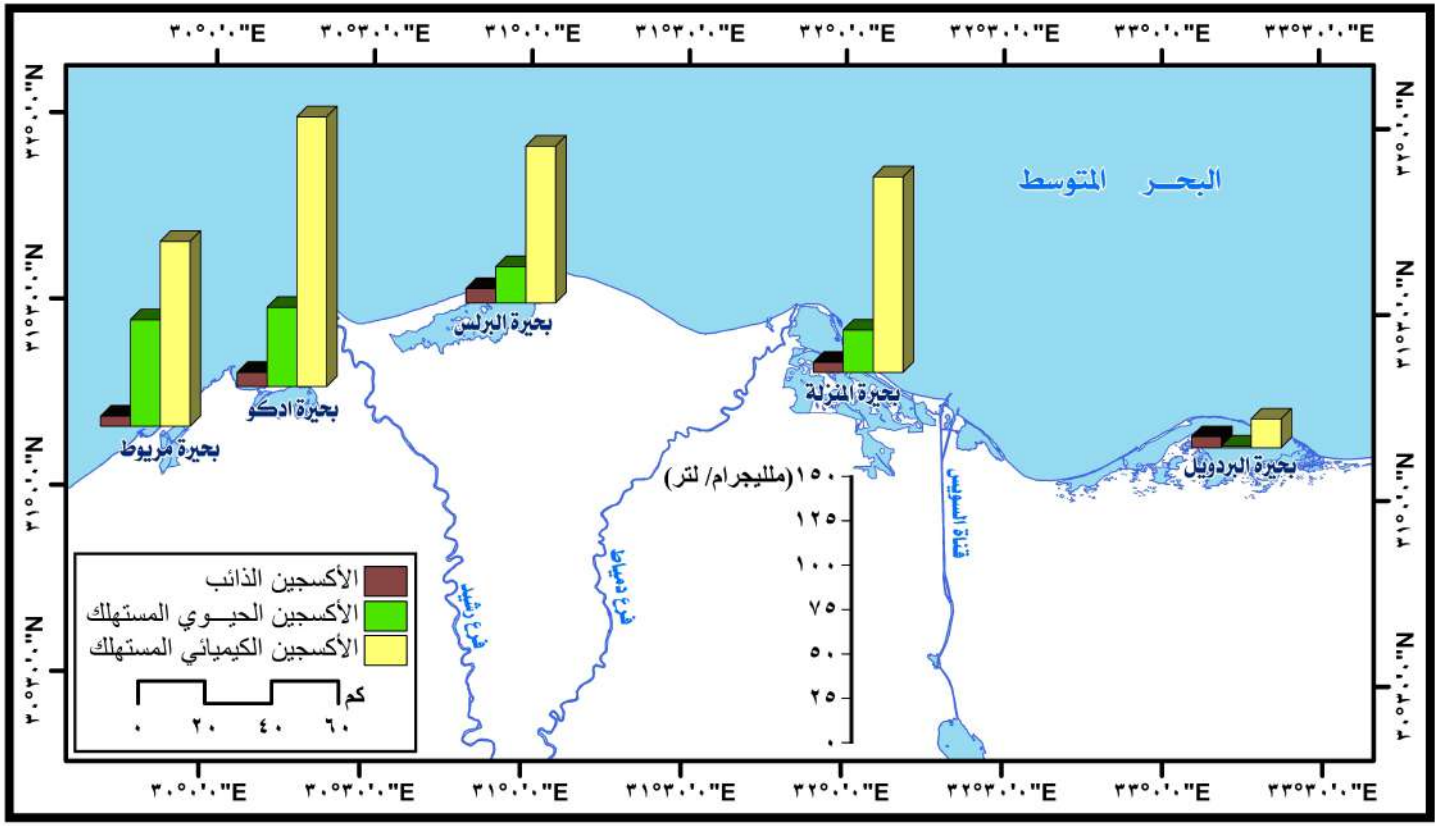
(*) تتراوح الحدود المصرح بها وفقاً للمعايير الأمريكية بين ٧,٢- ٩ (EEAA, 2010).

(**) تتراوح الحدود المصرح بها وفقاً للمعايير الأمريكية بين ٤,٢ و١٢,٦ ملليجرام/ لتر(EEAA, 2010).

جدول(٣) التغيرات الفصلية والمتوسطات السنوية لتركيزات الأكسجين المائي بالبحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

البحيرة	فترة الرصد	الأكسجين المذاب (ملليجرام/ لتر)	الأكسجين الحيوي المستهلك (ملليجرام/ لتر)	الأكسجين الكيميائي المستهلك (ملليجرام/ لتر)
بحيرة البردويل	فبراير	٧,٤	١,٣	١٣,٩
	مايو	٥,٨	١,٠	١٥,٤
	أغسطس	٥,٧	١,٢	٢٠,١
	نوفمبر	٦,٤	١,٠	١٥,٧
	المتوسط السنوي	٦,٣	١,١	١٦,٣
بحيرة المنزلة	فبراير	٦,٩	٢٩,٦	١١٣,٣
	مايو	٥,٩	٣١,٥	١٤٢,٤
	أغسطس	٤,٥	٢٤,٦	١٠١,٩
	نوفمبر	٥,٢	٨,٩	٨٠,٧
	المتوسط السنوي	٥,٦	٢٣,٧	١٠٩,٦
بحيرة البرلس	فبراير	١٠,٠	٥,٣	٤٧,٠
	مايو	٧,٠	١٤,٩	١٢٠,١
	أغسطس	٨,٦	٢٤,٧	٩٣,٨
	نوفمبر	٦,٦	٣٦,٥	٩٠,٩
	المتوسط السنوي	٨,١	٢٠,٤	٨٨,٠
بحيرة إدكو	فبراير	٩,١	٧٢,٧	٢٢٦,١
	مايو	٨,٧	٤٠,٤	٩٧,٨
	أغسطس	٩,٤	٩,١	١٥٢,٩
	نوفمبر	٤,٨	٥٥,٩	١٢٨,٧
	المتوسط السنوي	٨,٠	٤٤,٥	١٥١,٤
بحيرة مريوط	فبراير	١٠,٢	٤٦,٤	١٥٧,٢
	مايو	١٠,٢	٥١,٠	١١٣,٧
	أغسطس	٥,٨	٧٥,٦	٧٥,٧
	نوفمبر	٥,٢	٦٦,٣	٦٨,٣
	المتوسط السنوي	٧,٩	٥٩,٨	١٠٣,٧

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على: وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع نوعية المياه، الإدارة المركزية لنوعية المياه، ملخص نتائج الرحلات الحقلية لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات المصرية، ٢٠١٥م.



شكل (٦) المتوسطات السنوية لتركيزات الأكسجين المائي بالبحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

- تستخدم تركيزات الأكسجين المستهلك حيوياً (BOD) والأكسجين المستهلك كيميائياً (COD) كمؤشرين للدلالة على مستويات التلوث المائي بمخلفات الصرف العضوية. وقد تباينت نتائج تحليل المؤشرين بالبحيرات الشمالية تبايناً كبيراً، حيث تراوح المتوسط السنوي لتركيز المؤشرين بين ١,١ و١٦,٣ ملليجرام/ لتر للأكسجين المستهلك حيوياً وكيميائياً(سجلا في بحيرة البردويل) وبين ٥٩,٨ و١٥١,٤ ملليجرام/ لتر لذات المؤشرين على الترتيب (سجلا في بحيرة مريوط وإدكو على التوالي)، وهى تفوق بكثير الحدود المصرح بها للمؤشرين(*). ويرتبط تباين القيم على المستوى الفصلي إلى حد كبير بموسمية التصريف المائي لحمولة المصارف التي تنتهي إلى البحيرات، وقد سجل فصل الربيع (شهر مايو) أعلى قياسات الأكسجين الكيميائي المستهلك في بحيرتي المنزلة والبرلس(١٤٢,٤ و١٢٠,١ ملليجرام/ لتر على التوالي)، بينما سجل فصل الشتاء (شهر فبراير) القياسات القصوى للمؤشر ذاته في بحيرتي إدكو ومريوط (٢٢٦,١ و١٥٧,٢ ملليجرام/ لتر على التوالي).

ثانياً: المغذيات: –

ترتبط ظاهرة "الإثراء الغذائي" Eutrophication في البيئة المائية بارتفاع تركيز المغذيات في المياه، والتي ترتبط بدورها بمستويات التلوث المائي بالمخلفات العضوية ومتبقيات الأسمدة، ويعرض الجدول(٤) التغيرات الفصلية والمتوسطات السنوية لتركيز المغذيات النيتروجينية والفسفورية بمياه البحيرات الشمالية (٢٠١٥م)، وأهم ما يتضح من خلاله ما يلي:

- يعتبر محتوى النترات في المياه مؤشراً للطاقة الإنتاجية بها، ولم تتجاوز المتوسطات السنوية لتركيز الأمونيا والنترات بمياه البحيرات الشمالية الحدود الدولية المصرح بها(**)، فتراوح المتوسط السنوي لتركيز الأمونيا بين ٠,١ ملليجرام/ لتر في بحيرة البردويل و٢,١ ملليجرام/ لتر في بحيرة مريوط.

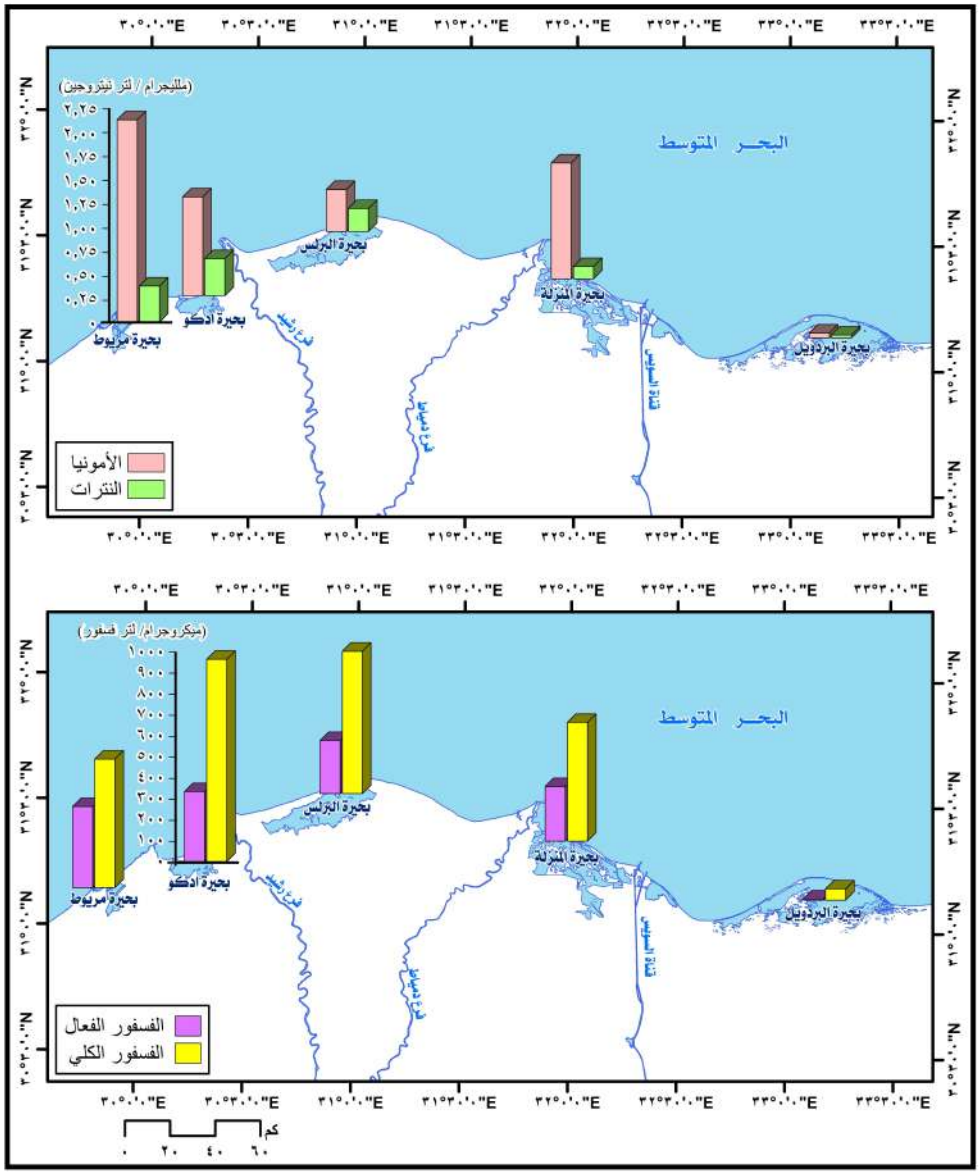
(*) تتراوح الحدود المصرح بها وفقاً للمعايير الأمريكية بين ٣–٦ ملليجرام/ لتر للمؤشر الأول ولا تزيد على ١١,٣ ملليجرام/ لتر للمؤشر الثاني(EEAA, 2010).

(**) تراوحت الحدود المسموح بها دولياً بين (٠,٠٠٥– ٢,٢ ملليجرام/ لتر) للأمونيا، وبين (١٠,٢–١٤,٧ ملليجرام/ لتر) للنترات (جهاز شئون البيئة– ٢٠١٥م).

جدول(٤) التغيرات الفصلية والمتوسطات السنوية لتركيزات المغذيات بالبحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

البحيرة	فترة الرصد	النيتروجين		الفسفور	
		الأمونيا (ملليجرام/ لتر نيتروجين)	النترات (ملليجرام/ لتر نيتروجين)	الفسفور الفعال (ميكروجرام/ لتر فسفور)	الفسفور الكلي (ميكروجرام/ لتر فسفور)
بحيرة البردويل	فبراير	٠,١٠	٠,٠١١	٣,٥٧	١٦,٩٦
	مايو	٠,٠٣٤	٠,٠١٧	٥,٤٣	٣٢,٤٩
	أغسطس	٠,٠٣١	٠,٠٦٣	٧,٣٣	١٠٨,٩٧
	نوفمبر	٠,٠٥١	٠,٠٢٣	٦,٠٠	٥٤,٤٠
	المتوسط السنوي	٠,٠٥	٠,٠٣	٥,٥٨	٥٣,٢١
بحيرة المنزلة	فبراير	٣,٠١	٠,٢٢٨	٣٥٤,٠٩	٥٤٢,٥٨
	مايو	٠,٥٠	٠,٠٩	٢٤٥,٥٠	٩٠١,٥٤
	أغسطس	٠,٢٣	٠,٠٣٥	٢١٣,٦٩	٤٠٥,٤١
	نوفمبر	١,١٢	٠,١٨	٢١٣,٤٤	٣٨٠,٥٥
	المتوسط السنوي	١,٢٢	٠,١٣	٢٥٦,٦٨	٥٥٧,٥٢
بحيرة البرلس	فبراير	٠,٣٩	٠,٣٣	٣٠٣,٦١	٧٣٦,٣٠
	مايو	٠,١٨	٠,٢٢	٣١٣,٤٣	١٠٣٧,٨٢
	أغسطس	٠,٤٦	٠,١٠	١٥١,١٨	٤٠٤,٢
	نوفمبر	٠,٧١	٠,٢٩	٢٢٩,١٥	٤٩٦,٦٤
	المتوسط السنوي	٠,٤٤	٠,٢٤	٢٤٩,٣٤	٦٦٨,٧٤
بحيرة إدكو	فبراير	٢,٠٧	٠,٠٨٩	٣٨٨,١٦	١١٩٠,٠١
	مايو	٠,٩٨	٠,١٣	٥٦٦,٣٦	١١٩٦,٤٢
	أغسطس	٠,٢٧	٠,١٢	١٠٢,٢٩	٥٧٩,٠٣
	نوفمبر	٠,٨٣	١,٢٤	٢٥٨,٤٥	٨٣٧,٠٢
	المتوسط السنوي	١,٠٤	٠,٣٩	٣٢٨,٨٢	٩٥٠,٦٢
بحيرة مريوط	فبراير	٢,٦٧	٠,٥٧	٣٨٣,١٢	٦٥١,٧٣
	مايو	٢,١٤	٠,٢١	٤٤٩,٨١	٦٥١,٧٣
	أغسطس	١,٧٣	٠,٢٠	٣١٩,٣٩	٤٩٦,١٥
	نوفمبر	١,٩٩	٠,٥٥	٣٦٧,٦٣	٦١٢,٨٠
	المتوسط السنوي	٢,١٣	٠,٣٨	٣٧٩,٩٩	٦٠٣,١٠

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على: وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع نوعية المياه، الإدارة المركزية لنوعية المياه، ملخص نتائج الرحلات الحقلية لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات المصرية، ٢٠١٥م.



شكل (٧) المتوسطات السنوية لتركيز المغذيات بمياه البحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

وتراوح متوسط السنوي لتركيز النترات بين ٠,٣ ملليجرام/ لتر في بحيرة البردويل و٠,٤ ملليجرام/ لتر في بحيرتي إدكو ومريوط؛ نظراً لارتفاع مستويات التلوث بالبكتريا المختزنة للنترات فيهما، شكل (٧).

- ارتفعت المتوسطات السنوية لتركيزات الفسفور الفعال والكلي بالبحيرات الشمالية، حيث جاءت متجاوزة للحدود المصرح بها دولياً(*) في جميع البحيرات فيما عدا بحيرة البردويل التي وصلت بها التركيزات إلى ٥,٦ و٥٣,٢ ميكروجرام/ لتر للفسفور الفعال والكلي على التوالي، بينما تراوحت تركيزات الفسفور الفعال بين ٢٤٩,٣ ميكروجرام/ لتر فسفور في بحيرة البرلس و٣٨٠,٠ ميكروجرام/ لتر فسفور في بحيرة مريوط، وتراوحت تركيزات الفسفور الكلي بين ٥٥٧,٥ ميكروجرام/ لتر فسفور في بحيرة المنزلة و٩٥٠,٦ ميكروجرام/ لتر فسفور في بحيرة إدكو؛ ويعود ذلك بالأساس إلى القدر الكبير من الملوثات الخارجية الناتجة عن مخلفات الصرف الصحي والزراعي والملوثات الداخلية الناتجة عن تعفن وتحلل كميات كبيرة من الهائمات وزيادة الترسيبات على قاع البحيرات، شكل (٧).
- تظهر التحليلات المقارنة لتركيزات النترات والفسفور الكلي بالبحيرات خلال الفترة (٢٠١٠-٢٠١٥م) انخفاضاً في تركيزات النترات في بحيرات البردويل والمنزلة والبرلس وإدكو ومريوط بنسب ٣٣,٣% و٧٦,٩% و١٠٤,٢% و٥,١% و٩٤,٧% لكل منها على التوالي، في مقابل ارتفاع في تركيزات الفسفور الكلي بنسب ٣٠,٧% و٢٥,٠% و٢٢,٢% و٥٥,٠% و٢٥,٩% بالبحيرات الخمس على التوالي؛ وهو ما يسهم في زيادة معدلات نمو الطحالب والنباتات المائية.

(*) تتراوح الحدود المصرح بها دولياً لتركيز الفسفور الفعال بين (١٦-٦٤) ميكروجرام/ لتر، وللفسفور الكلي بين (٢٥-١٠٠) ميكروجرام/ لتر (جهاز شئون البيئة-٢٠١٥م). ووفقاً للتصنيف الكندي للحدود الحرجة لتركيزات الفسفور الكلي، تقع جميع البحيرات الشمالية بالفئة السادسة (Hyper-eutrophic) التي تزيد فيها تركيزات الفسفور الكلي على ١٠٠ ميكروجرام/ لتر، ولم يستثن في ذلك سوى بحيرة البردويل التي جاءت ضمن الفئة الخامسة (Eutrophic)، حيث تتراوح تركيزات الفسفور الكلي بين ٣٥- ١٠٠ ميكروجرام/ لتر (Canadian Environmental Quality Guidelines,2004).

- على المستوى الفصلي شهدت أغلب البحيرات ارتفاعاً نسبياً في تركيز المغذيات شتاءً(*)؛ بسبب السدة الشتوية وانخفاض منسوب المياه بالبحيرات، بينما انخفضت التركيزات نسبياً بالعينات الصيفية؛ نظراً لزيادة التصرفات المائية بالبحيرات من خلال المصارف. ويختلف الوضع في بحيرة البردويل التي شهدت ارتفاعاً نسبياً لتركيز المغذيات صيفاً، نتيجة لعدم اتصالها بالمصارف وزيادة الفاقد المائي بالتبخر، ويتفق ذلك مع نتائج دراسة "حسين" (١٩٩٩م)(١) على بحيرتي إدكو ومريوط.

ثالثاً: الفلزات الثقيلة والمركبات الكيميائية: -

يعرض الجدول(٥) والشكل(٨) المتوسطات السنوية لتركيز المعادن الثقيلة وبعض المركبات الكيميائية بمياه البحيرات الشمالية، وأهم ما يتضح منهما ما يلي:

جدول(٥) المتوسطات السنوية لتركيز الفلزات الثقيلة وبعض المركبات الكيميائية بالبحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

العنصر		البردويل	المنزلة	البرلس	أدكو	مريوط
الفلزات الثقيلة (ميكروجرام/ لتر)	الحديد	٥٤,٦٣	٩٥,٩٩	١٧٤,٥٨	٩٥,٢٩	١٢٨,٥٦
	المنجنيز	٤,٧٤	٩,٣٦	٢٢,٤٦	١١,١٣	١٠,٢٥
	الزنك	٦١,٧٩	٩٩,٠	١٢٧,١٢	٥٨,٤٠	١١٧,٥٦
	النيكل	٥,١٥	٦,٤٨	٨,٠٣	٦,٠٥	٨,٧٢
	الكادميوم	٠,٥٤	١,١٠	١,٦٤	٠,٥٥	١,١٧
	الرصاص	٢١,٧١	٣٩,٣٥	٥٦,٠٣	٢٣,١٣	٣١,٢١
المبيدات الكلية (نانوجرام/ لتر)		١,٧٣	٠,٧١	٠,٤١	١,٨٥	٢,٤٧
الهيدروكربونات البترولية الكلية (ميكروجرام/ لتر)		٠,٥٣	٠,٧٩	٠,٦٤	٠,٦٢	٠,٧٣

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على: وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع نوعية المياه، الإدارة المركزية لنوعية المياه، ملخص نتائج الرحلات الحقلية لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات المصرية، ٢٠١٥م.

(*) سُجّلت حالات نفوق جماعي للأسماك في بعض قطاعات بحيرة إدكو في فصل الشتاء (٢٠١٥م)؛ نتيجة انخفاض منسوب المياه بالبحيرة واقتصار المياه الداخلة للبحيرة على مياه الصرف الصحي؛ مما تسبب في ارتفاع نسبة الأمونيا وامتصاص كميات كبيرة من الأكسجين المذاب بالمياه.

(١) نجلاء أحمد حسين، مرجع سبق ذكره، ص١٥٩.

(أ) الفلزات الثقيلة:

- تراوح المتوسط السنوي لتركيز الحديد بمياه البحيرات الشمالية بين ٥٤,٦ ميكروجرام/ لتر في بحيرة البردويل و١٧٤,٦ ميكروجرام/ لتر في بحيرة البرلس، وهى دون الحدود الدولية المصرح بها(*). وانخفض المتوسط السنوي لتركيز المنجنيز إلى ما دون الحدود الدولية المصرح بها(*) في بحيرتي البردويل والمنزلة (٤,٧ و٩,٤ ميكروجرم/ لتر بكل منهما على التوالي)، بينما ارتفع عن ذلك في البحيرات الأخرى ليصل إلى أقصى تركيز له في بحيرة البرلس (٢٢,٤٦ ميكروجرام/ لتر).
- تراوح المتوسط السنوي لتركيز الزنك بمياه البحيرات الشمالية بين ٥٨,٤ ميكروجرام/ لتر في بحيرة إدكو و١٢٧,١ ميكروجرام/ لتر في بحيرة البرلس، وهى تركيزات أقل من الحدود المصرح بها دولياً(**).
- تراوح المتوسط السنوي لتركيز النيكل بمياه البحيرات الشمالية بين ٥,٢ ميكروجرام/ لتر في بحيرة البردويل و٨,٧ ميكروجرام/ لتر في بحيرة البرلس. وتراوحت تركيزات الكادميوم بين ٠,٥٤ ميكروجرام/ لتر في بحيرة البردويل و١,٦٤ ميكروجرام/ لتر في بحيرة البرلس، وهى كذلك دون الحدود المصرح بها(***).
- تراوح المتوسط السنوي لتركيز الرصاص بمياه البحيرات الشمالية بين ٢١,٧ ميكروجرام/ لتر في بحيرة البردويل و٥٦,٠ ميكروجرام/ لتر في بحيرة البرلس، وهى أقل من الحدود المسموح بها(****).

(ب) المبيدات الكلية والهيدروكربونات البترولية الكلية:

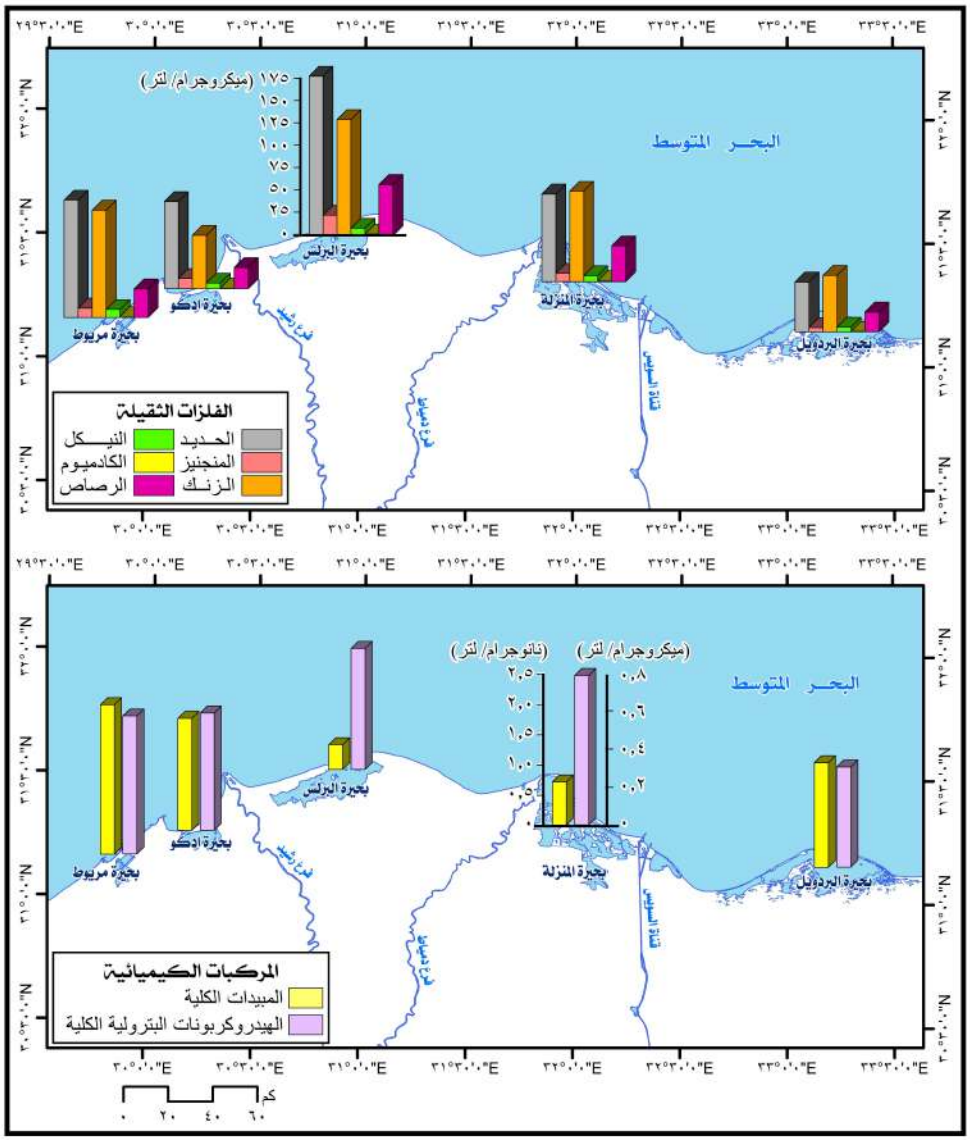
- تراوح المتوسط السنوي لتركيز مركبات المبيدات الكلية بين ٠,٤١ نانوجرام/ لتر في بحيرة البرلس و٢,٥٠ نانوجرام/ لتر في بحيرة مريوط .

(*) تتراوح الحدود المصرح بها لتركيزات الحديد بن (١٠٠-٣٠٠) ميكروجرام/ لتر، تصل للمنجنيز إلى ١٠ ميكروجرام/ لتر (جهاز شئون البيئة، ٢٠١٥م).

(**) تبلغ الحدود المصرح بها لتركيزات الزنك ٢٠٠٠ ميكروجرام/ لتر (جهاز شئون البيئة، ٢٠١٥م).

(***) تراوحت الحدود المصرح بها لتركيزات النيكل بين (١٠- ١٥٠ ميكروجرام/ لتر)، تصل في الكادميوم إلى ٥,٠ ميكروجرام / لتر (جهاز شئون البيئة، ٢٠١٥م).

(****) تبلغ الحدود المصرح بها لتركيز الرصاص ١٠٠ ميكروجرام/ لتر (جهاز شئون البيئة، ٢٠١٥م)، تصل إلى ٥٠ ميكروجرام/ لتر وفقاً لمعايير وكالة حماية البيئة الأمريكية (EPA,2002).



شكل(٨) المتوسطات السنوية لتركيز الفلزات الثقيلة وبعض المركبات الكيميائية بالبحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

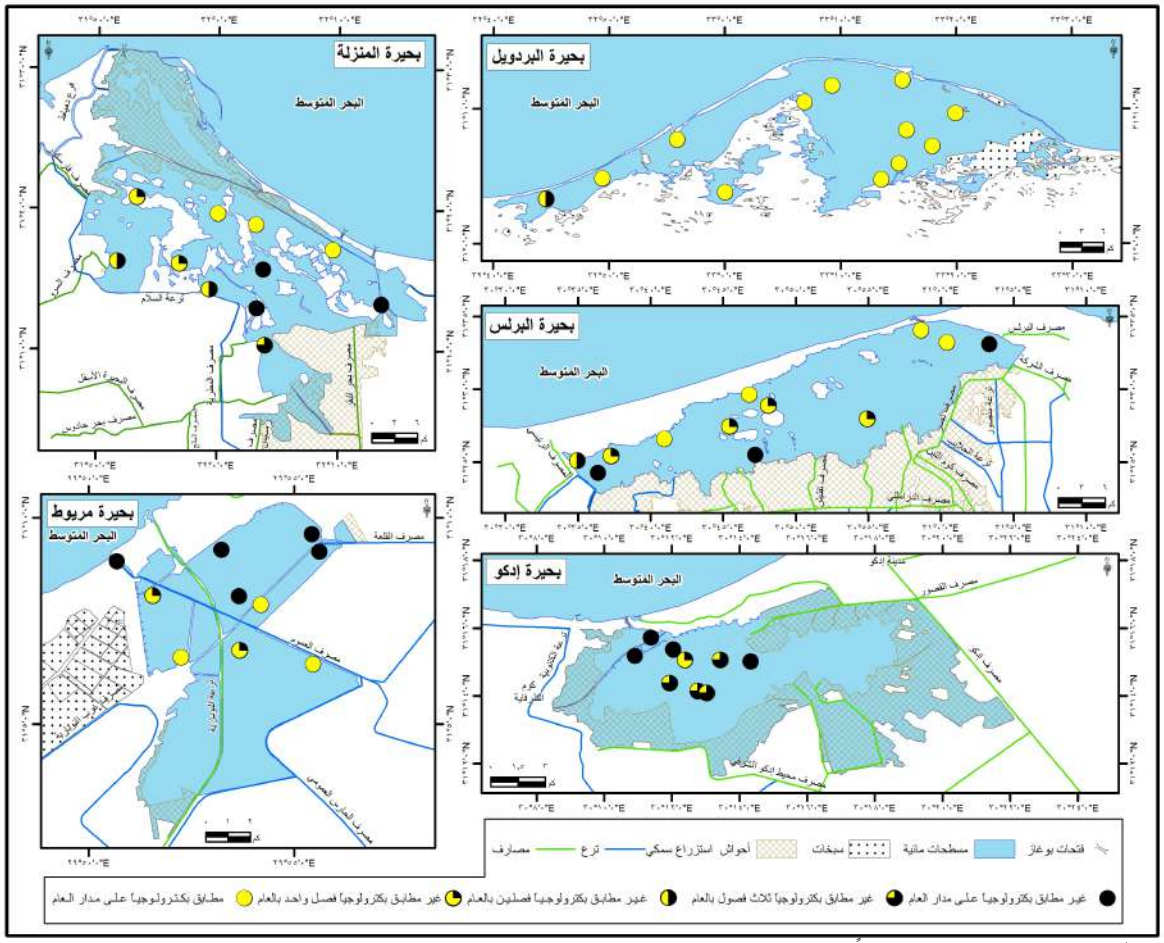
- تراوح المتوسط السنوي لتركيز الهيدروكربونات البترولية الكلية بين ٠,٥٣ ميكروجـرام/ لتر في بحيرة البردويل و٠,٧٩ ميكروجـرام/ لتر في بحيرة المنزلة؛ بسبب صرف المنطقة الصناعية جنوب بورسعيد وشركات البترول والغاز شمال البحيرة.

وتشكل هذه الفلزات والمركبات خطورة كبيرة على الكائنات الحية المائية، وصحة مستهلكي الأسماك، وبخاصة عندما يتجاوز الاستهلاك الحدود المسموح بها.

(٣-٣) الخصائص البكتريولوجية للمياه:

يعرض الشكل(٩) نتائج التحليل البكتريولوجي لبحيرات مصـر الشمالية (٢٠١٥م)، وأهم ما يتبين من خلاله ما يلي:

- اختفت مظاهر التلوث البكتريولوجي بقطاعات بحيرة البردويل؛ نظراً لعدم اتصال البحيرة بأية مصارف، ولم يستثن من ذلك سوى محطة الرابعة (رقم ١٢) بالطرف الغربي للبحيرة؛ حيث ترتفع كثافة الإنشطة بضفاف البحيرة نسبياً؛ والتي تجاوز فيها تركيز السبحيات البرازية Fecal Streptococci الحد المصرح به (١٠٠ خلية / ١٠٠ مل) خلال فصلي الشتاء والربيع.
- ازدادت نسبة عدم المطابقة البكتريولوجية بمحطات الرصد في بحيرة المنزلة خلال فصلي الخريف والصيف؛ نظراً للارتفاع النسبي في درجة حرارة المياه وزيادة تدفقات مياه الصرف إلى البحيرة خلال هذين الفصلين. ويمكن تقسيم البحيرة في هذا الشأن إلى ثلاثة قطاعات: **القطاع الجنوبي الشرقي**، وهو الأكثر تلوثاً؛ حيث تلقي مصارف بحر البقر- أكبر المصارف بقطاع شرق الدلتا- بالإضافة إلى رمسيس وحادوس والمطرية بحمولتها في هذا القطاع. وقد تجاوزت أعداد البكتريا(القولون الكلية- البرازية- السبحيات) الحدود المصرح بها في ثلاث محطات بهذا القطاع على مدار العام، وعلى مدار ثلاثة فصول بالمحطة (١١) الواقعة شمال مصرف بحر حادوس وهى الأقرب إلى المزارع السمكية بقطاع البحيرة الجنوبي. ويلقى في **القطاع الجنوبي والجنوبي الغربي** وبالقرب منه حمولة مصرفي السرو وفارسكور؛ وهو ما تسبب في تجاوز نتائج الرصـد للحـدود المصـرح بها في المحطتين



المصدر: من عمل الباحث، اعتماداً على نتائج الرحلات الحقلية لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات المصرية، ٢٠١٥م.

شكل (٩) نتائج التحليل البكتريولوجي لبحيرات مصر الشمالية (٢٠١٥م)

المحطتين (٦-٩) على مدار فصلين، وفي محطتين أخريين(٨-١٠) خلال فصل واحد. أما **القطاع الشمالي** من البحيرة والذي يمتد بالقرب من ساحل البحر وفتحات البواغيز، حيث تقع المحطات (٢-٤-٧)، فقد جاءت نتائج الرصد مطابقة للحدود المصرح بها على مدار فصول العام.

- انخفضت أعداد البكتريا في بحيرة البرلس إلى ما دون الحد المصرح به في محطات الرصد بالقطاع الشمالي للبحيرة (٢-٣-٨-٩)؛ لقربها من فتحة البوغاز، بينما ارتفعت نسبياً في قطاعها الأوسط؛ حيث تجاوزت التركيزات الحد المصرح به في فصلين بمحطة واحدة (١٢)، وفي فصل واحد في ثلاث محطات(٤-٥-٦-١٠)، بينما تجاوزت الحد المصرح به على مدار فصول العام بالأطراف الشرقية والجنوبية والغربية للبحيرة في ثلاث محطات(١-٧-١١)؛ نظراً لمواقعها القريبة من مصبات المصارف الرئيسة.
- ارتفعت تركيزات التلوث البكتيري بوضوح في بحيرة إدكو، والسبب في ذلك نشاط الاستزراع السمكي الواسع النطاق بالبحيرة، فقد تجاوزت أعداد البكتريا الحد المصرح به على مدار فصول العام في أربع محطات(١-٩-٨-٦)، وعلى مدار ثلاثة فصول في أربع محطات أخرى(٣-٤-٥-٧)، وانحصرت في فصل واحد بمحطة واحدة (٢) لموقعها في وسط القطاع المائي بالبحيرة.
- تباينت مستويات التلوث البكتيري في بحيرة مريوط من حوض لآخر، فجاءت جميع محطات الرصد (٣-٤-٥) بالحوض الرئيس بالقطاع الشمالي الشرقي للبحيرة متجاوزة للحد المصرح به على مدار العام، كذلك تجاوزت المحطتان(١-٦) الحد المصرح به لأعداد البكتريا على مدار العام؛ لموقعهما في مصب مصرفي المحيط والعموم على التوالي، وجاءت الأوضاع أفضل نسبياً في حوض ٣٠٠٠ فدان وحوض ٥٠٠٠ فدان، حيث طابقت المحطتان(١) و(٨) المواصفات على مدار العام، أما المحطتان (٩) و(٧) فلم تتجاوز التركيزات بهما الحد المصرح به سوى في فصل واحد.

(المبحث الرابع) الإنتاجية الأولية والثانوية لمياه البحيرات الشمالية:

(٤-١) الإنتاجية الأولية:

أولاً: كثافة الهائمات النباتية:-

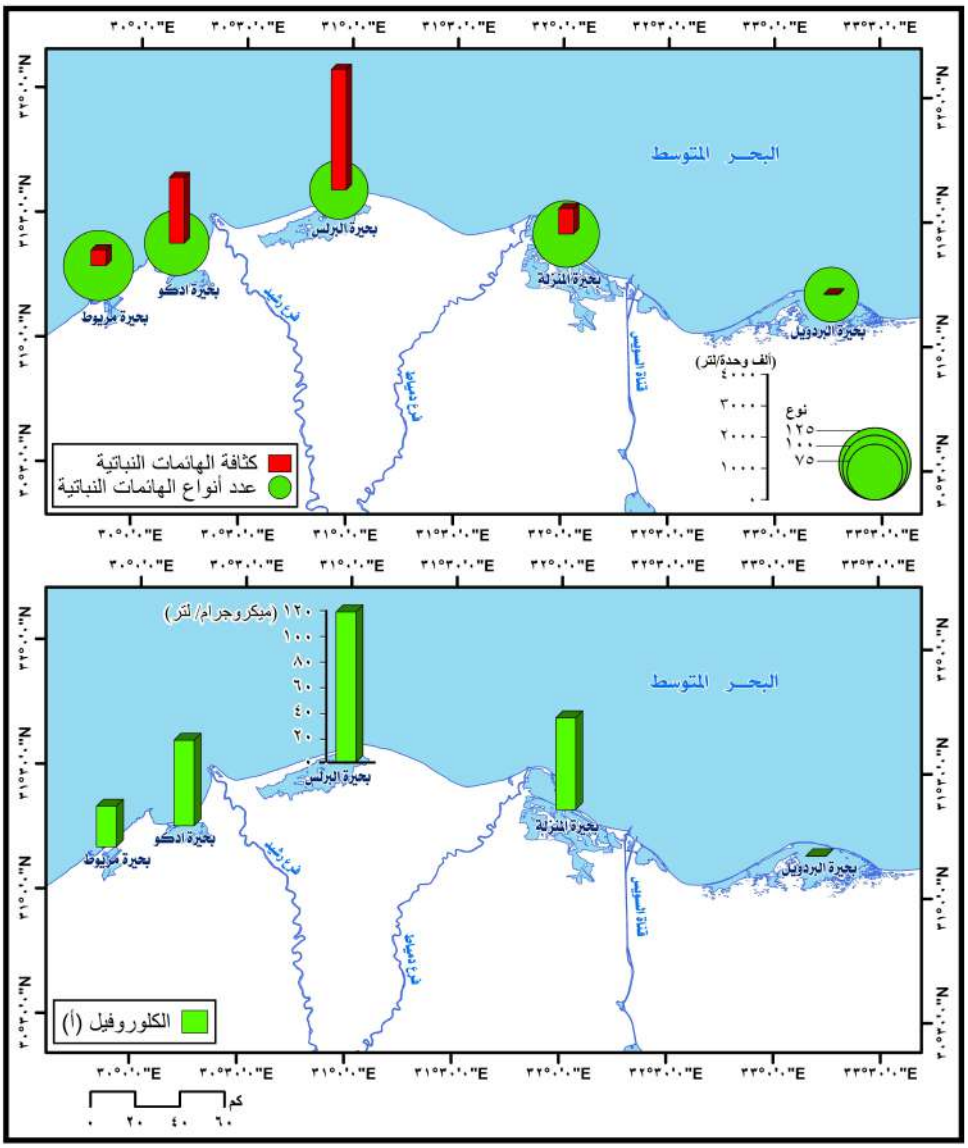
الهائمات النباتية عبارة عن مجموعات من العشائر النباتية تتحرك طافية أو عائمة على الماء، وتتمثل في البكتريا والطحالب الميكروسكوبية التي قد تكون وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا أو في صورة مجموعات خيطية. وتحتوي على مادة الكلوروفيل كصبغة أساسية تعتمد عليها في عملية التمثيل الضوئي، وتمثل أحد مكونات غذاء العديد من الأسماك والكائنات الأخرى، كما تقوم بدور رئيس في عملية تبسيط التركيب الجزيئي للمادة العضوية.

ويوضح الجدول (٦) والشكل (١٠) محتوى الكلوروفيل وكثافة الهائمات النباتية بمياه البحيرات الشمالية (٢٠١٥م)، وأهم ما يستخلص من خلالهما ما يلي:

جدول(٦) محتوى الكلوروفيل وكثافة الهائمات النباتية بمياه البحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

البحيرة	فترة الرصد	الهائمات النباتية (*)		الكلوروفيل (أ) (ميكروجرام/ لتر)
		عدد الأنواع	الكثافة (ألف وحدة/ لتر)	
بحيرة البرلس	فبراير	٨٢	١٨,٤	٠,٣١
	أغسطس	٧١	٢٢,١	٠,٣٤
	المتوسط السنوي	٧٧	٢٠,٣	٠,٣٣
بحيرة المنزلة	فبراير	١٠٤	١١٦٧,٠	٦٢,٤٩
	أغسطس	١١٣	٤١٧,٦	٨١,٢٨
	المتوسط السنوي	١٠٩	٧٩٢,٣	٧١,٨٩
بحيرة البرلس	فبراير	٩٠	٣٦٧١,٠	١٨٠,٥٩
	أغسطس	٨٣	٣٨٣٣,٠	٥٥,٣٩
	المتوسط السنوي	٨٧	٣٧٥٢,٠	١١٧,٩٩
بحيرة إدكو	فبراير	١٠٧	٣٣٠٢,٢	٥٦,٤٤
	أغسطس	١٠٠	٧٨٨,٧	٧٧,٨٧
	المتوسط السنوي	١٠٤	٢٠٤٥,٥	٦٧,١٦
بحيرة مريوط	فبراير	١٢١	٥٦٣,٦	٣٣,٢١
	أغسطس	١١٨	٤١٤,١	٣٠,٤٣
	المتوسط السنوي	١٢٠	٤٨٨,٩	٣١,٨٢

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على: وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع نوعية المياه، الإدارة المركزية لنوعية المياه، ملخص نتائج الرحلات الحقلية لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات المصرية، ٢٠١٥م.



شكل(١٠) كثافة الهائمات النباتية ومحتوى الكلوروفيل

بمياه البحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

- أسهمت المصارف بدور فعال في رفع تركيزات النيتروجين والفسفور، وبالتالي تنوع وكثافة الهائمات النباتية في مياه البحيرات الشمالية؛ فقد ارتبط تركيز النترات والفسفور الكلي بعلاقة طردية بلغت درجتها (٠,٦٧ و٠,٣٥) للأول و(٠,٥٦ و٠,٦٠) للثاني مع عـدد وكثافة الهائمـات النباتية بالبحيرات على التوالي.
- انخفض عدد وكثافة الهائمات النباتية في بحيرة البردويل بشكل واضح فلم يزد المتوسط السنوي لعدد الأنواع بها على ٧٧ نوع، بكثافة ٢٠,٣ ألف وحدة/ لتر. في المقابل تراوح المتوسط السنوي لعدد أنواع الهائمات النباتية في بحيرات شمال الدلتا بين ٨٧ نوعاً في بحيرة البرلس و١٢٠ نوعاً في بحيرة مريوط، وتراوحت الكثافة بين ٤٨٨,٩ ألف وحدة/ لتر في بحيرة مريوط و٣٧٥٢,٠ ألف وحدة/ لتر في بحيرة البرلس.
- تأثرت كثافة الهائمات النباتية سلباً بمخلفات الصرف الصناعي بمياه البحيرات، ويظهر ذلك بوضوح في بحيرة مريوط، نتيجة التطور الصناعي السريع بمدينة الإسكندرية، فقد سجل الحوض الرئيس شمالي البحيرة أعلى متوسط انتاجية (٩٠٥,٩ و٧٣٧,٣ ألف وحدة/ لتر خلال شهري فبراير وأغسطس على التوالي)، بينما جاء أدنى المتوسطات بحوض المزرعة السمكية بالقرب من مصب القلعة (١٢٤,٥ ألف وحدة/ لتر في شهر فبراير) الذي يصرف عليه مخلفات الصرف الصحي والصناعي بقطاع ووسط وشرق الإسكندرية، وبالحوض الشمالي الغربي (١٣٢,٦ ألف وحدة/ لتر في شهر أغسطس)[(١)]؛ نظراً للصرف المباشر لمحطة التنقية الغربية والذي يتضمن صرف صحي وصناعي لغرب الإسكندرية بالإضافة إلى الصرف الصناعي المباشر لشركة العامرية للبترول وشركة مصر للبترول.
- ارتبطت تركيزات الكلوروفيل(أ)[(*)] في مياه البحيرات بكثافة الهائمات النباتية،

(١) وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع نوعية المياه، الإدارة المركزية لنوعية المياه، ملخص نتائج الرحلات الحقلية لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات المصرية، فبراير – أغسطس ٢٠١٥م.

(*) الكلوروفيل(أ) هو أكثر أنواع الكلوروفيل أهمية، ويمتص نصف كمية الطاقة الضوئية بمفرده، ويمتاز باللون الأخضر في المحاليل والأزرق في الحالة الصلبة.

وقد أظهرت الدراسة ارتباطاً طردياً بلغت درجته (٠,٩١) بينهما؛ وبينما لم يزد المتوسط السنوي لتركيز الكلوروفيل(أ) على ٣١,٨ و ٠,٣٣ ميكروجرام/ لتر في بحيرتي مريوط والبردويل على التوالي، فقد ارتفع ليصل إلى ١١٨,٠ ميكروجرام/ لتر في بحيرة البرلس.

ويعرض الجدول(٧) والشكلان(١١-١٢) التركيب النوعي ومؤشر التنوع الطحلبي بالبحيرات الشمالية (٢٠١٥م)، وقد تشكل أغلبها من الدياتومات والطحالب الخضراء بنسبة تبلغ ٦٢,٧% صيفاً ونحو ٦٥,٧% شتاء.

جدول(٧) المجاميع الطحلبية ومؤشر التنوع الطحلبي بالبحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

البحيرة	فصل الصيف (أغسطس)							فصل الشتاء (فبراير)						
	عدد الأنواع بالمجاميع الطحلبية[١]						مؤشر التنوع الحيوي[٢]	عدد الأنواع بالمجاميع الطحلبية[١]						مؤشر التنوع الحيوي[٢]
	الدياتومات	الطحالب الخضراء	الطحالب المزرقة	اليوجليفات	ثنائية الأسواط	الجملة		الدياتومات	الطحالب الخضراء	الطحالب المزرقة	اليوجليفات	ثنائية الأسواط	الجملة	
البردويل	٣٨	٦	٧	١	١٩	٧١	٠,٣٧	٥٨	٢	١	–	٢١	٨٢	٠,٥٦
المنزلة	٣٣	٣٧	٢٢	١٨	٣	١١٣	٠,٢٥	٣١	٣٠	١٨	١٧	٨	١٠٤	٠,٢٣
البرلس	١٢	٣٦	٢١	١٣	١	٨٣	٠,٢٩	٣٠	٣٠	١٧	١١	٢	٩٠	٠,٢٧
أدكو	٣٠	٣٣	١٩	١٦	٢	١٠٠	٠,٢٥	٣٧	٣٦	١٦	١٦	٢	١٠٧	٠,٢٧
مريوط	٣٩	٤٠	٢٢	١٤	٣	١١٨	٠,٢٧	٤٠	٣٧	١٨	١٩	٧	١٢١	٠,٢٥
الجملة	١٥٢	١٥٢	٩١	٦٢	٢٨	٤٨٥	–	١٩٦	١٣٥	٧٠	٦٣	٤٠	٥٠٤	–

المصدر:

(١) من عمل الباحث اعتماداً على: وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع نوعية المياه، الإدارة المركزية لنوعية المياه، ملخص نتائج الرحلات الحقلية لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات المصرية، ٢٠١٥م.

(٢) من حساب الباحث: اعتماداً على Simpson's diversity index:

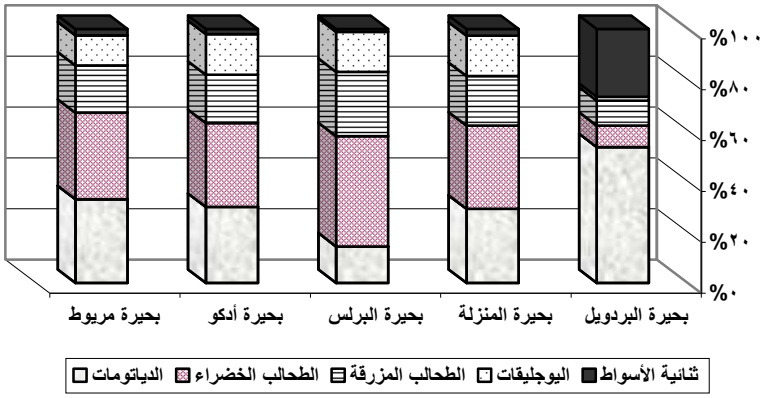
$D = \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$ ، حيث أن: D = مؤشر التنوع، N = مجموع الأنواع بالمجتمع الحيوي، ni = عدد الأنواع بكل مجموعة، (صفر) تنوع حيوي تام ، (١) سيطرة نوعية تامة.

نقلاً عن : (Biodiversity-Measuring Biodiversity, Student and Teachers guide)، "بتصرف".

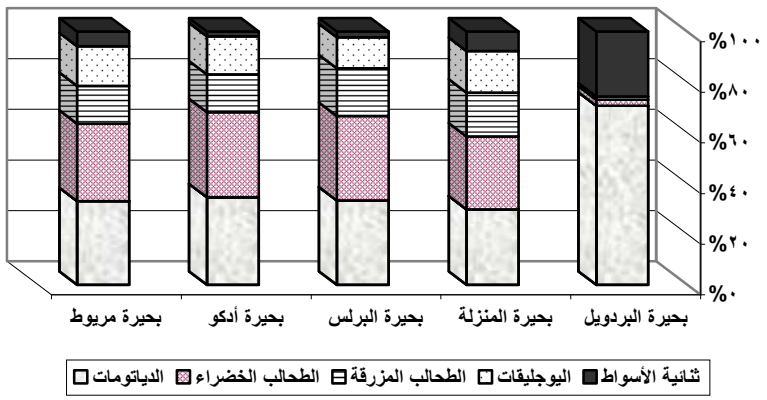
متاح على : (www.rewardinglearning.org.uk)

ويظهر انخفاضاً نسبياً في مؤشر التنوع الطحلبي في بحيرة البردويل مقارنة ببحيرات الدلتا، تراوحت قيمه بين (٠,٣٧) صيفاً و(٠,٥٦) شتاء. في المقابل تقاربت قيم المؤشر وجاءت أعلى نسبياً في بحيرات شمال الدلتا، فتراوحت بين (٠,٢٥ و٠,٢٩) صيفاً و(٠,٢٣ و٠,٢٧) شتاء، وكانت بحيرة المنزلة هى الأكثر تنوعاً؛ ويرجع السبب في ذلك إلى الزيادة في أعداد الطحالب الخضراء والمزرقة نتيجة ارتفاع تركيزات الفسفور والنيتروجين في المياه.

شكل (١١) التركيب النوعي للطحالب والهائمات النباتية بالبحيرات الشمالية
(فصل الصيف- ٢٠١٥م)



شكل (١٢) التركيب النوعي للطحالب والهائمات النباتية بالبحيرات الشمالية
(فصل الشتاء- ٢٠١٥م)



ثانياً: التركيب النوعي للنباتات المائية:-

يمثل الغطاء النباتي بأنواعه- السطحي والقاعي والنصف قاعي- بالمسطحات المائية انعكاساً للظروف المناخية وخصائص الحالة النوعية للمياه.

وتشغل النباتات الطافية مساحة كبيرة من سطح البحيرات الشمالية؛ ساعد على ذلك عذوبة المياه بسبب مياه الصرف الزراعي والصحي، وإطماء البواغيز الذي يؤدي إلى ضعف التبادل المائي مع مياه البحر وزيادة عذوبة مياه البحيرات وانتشار الحشائش والنباتات المائية.

وتتسبب الحشائش والنباتات الطافية في العديد من المشكلات، منها إعاقة عمليات الصيد الحُر بالبحيرات، واستخدامها في طرق صيد غير قانونية باستخدامها في عمل "اللبش" أو"الزلاليق" وغيرها من طرق الصيد المحظورة، بالإضافة إلى استهلاكها كميات كبيرة من المياه وزيادة معدلات الإطماء في قطاعاتها.

في الوقت ذاته تساعد النباتات والحشائش المائية على التمثيل الكلوروفيلي وتزويد البحيرة بالأكسجين الذائب، وتعويض النقص الناتج عن زيادة استهلاكة من قِبَل البكتريا التي تتولد بالمياه نتيجة الصرف الصحي، بالإضافة إلى أنها مكان لتحصين الزريعة وتكاثر الأسماك. كما تعمل بعض النباتات المائية في بيئة البحيرات كمرشحات حيوية للملوثات والمعادن الثقيلة من خلال امتصاصها من المياة والرواسب وتراكمها بداخلها؛ ومن ثم يمكن استخدامها كدلائل حيوية على التلوث، ومن أمثلة ذلك نبات الحامول ونخشوش الحوت وعدس الماء والبردي(ذيل القط).

ووفقاً لبيانات الجدول(٨) والشكل(١٣) فقد اتسعت المساحة التي تشغلها النباتات المائية بجسم بحيرة مريوط لتمثل حوالي ٤٨,٨% من مساحتها، وصلت إلى حوالي ٤٢,٠% في بحيرة البرلس، وانخفضت إلى ١٩,٤% و١٥,٨% في بحيرتي إدكو والمنزلة على التوالي.

واقتصرت النباتات المائية في بحيرة البردويل على الأعشاب البحرية والنباتات الطحلبية، والتي ترتبط في الغالب بالمناطق المستنقعية، ولا تزيد مساحتها على ٢ كيلومتر مربع[١].

---

(١) الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية، كتاب الإحصاءات السمكية السنوي، ٢٠١٥م، ص٥٥، اعتماداً على خرائط الهيئة القومية للاستشعار عن بعد (٢٠١٥م).

وشهد الغطاء النباتي اتساعاً في مساحته بقطاع بحيرة المنزلة؛ حيث زادت خلال الفترة (٢٠٠٢م- ٢٠١٦م) بنسبة ٦٥,٣%. وقد ترافقت هذه الزيادة مع الاتساع النسبي في مساحة الاستخدامات الاقتصادية والتنموية بالبحيرة، والتي تقدر بحوالي ٦٥% من مساحة البحيرة (عام ٢٠١٤م)[١].

كذلك زادت مساحة الغطاء النباتي في بحيرة مريوط بنسبة ٥,٢% خلال الفترة (٢٠٠٢-٢٠١٦م)، نتيجة لارتفاع تركيز الملوثات بالبحيرة التي لا تتصل بالبحر اتصالاً مباشراً .

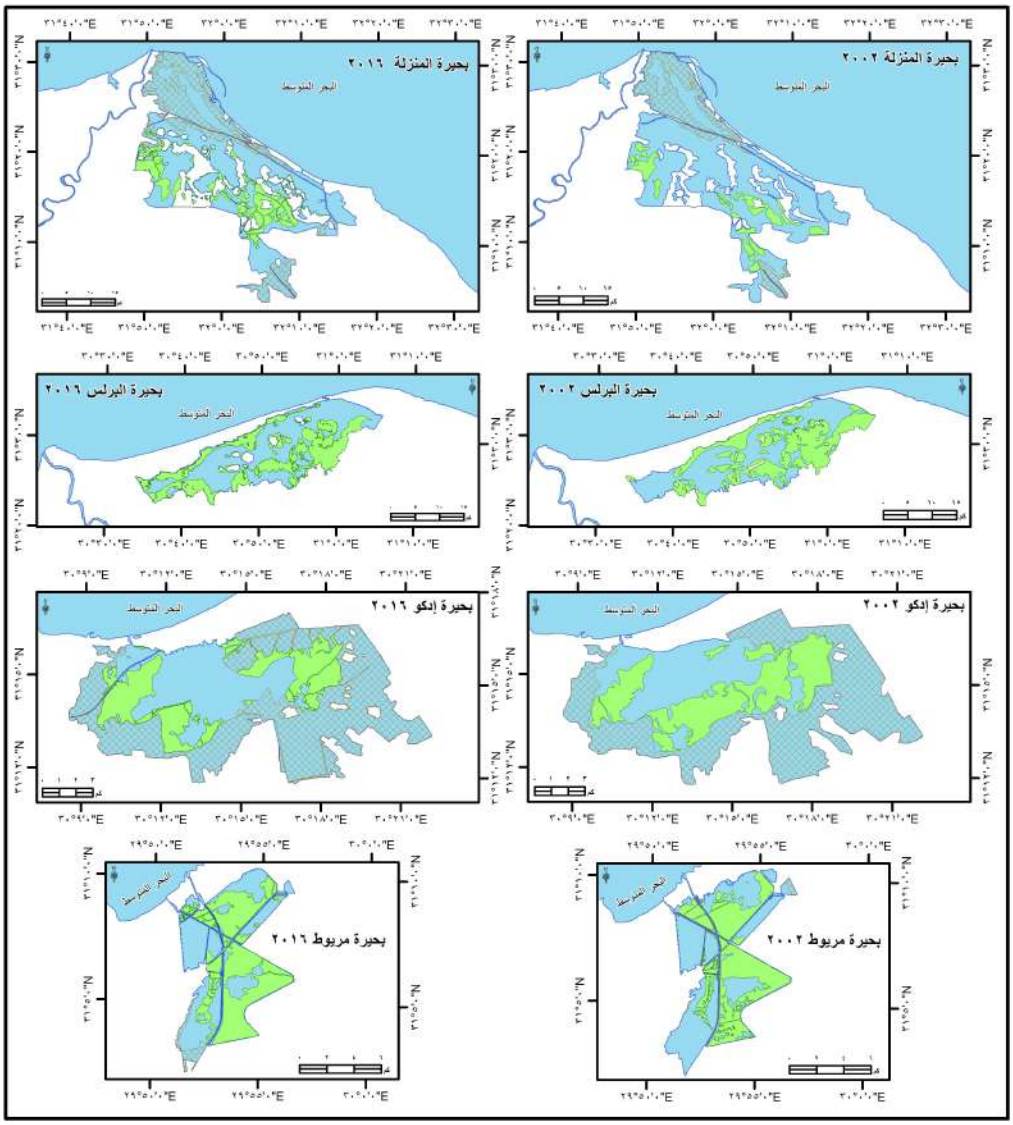
جدول (٨) تطور مساحة الحشائش المائية في بحيرات شمال الدلتا خلال الفترة (٢٠٠٢-٢٠١٦م)

البحيرة	٢٠٠٢م		٢٠١٦م		نسبة التغير
	المساحة (كم٢)	% من مساحة المسطح المائي	المساحة (كم٢)	% من مساحة المسطح المائي	
بحيرة المنزلة	٦٨,٠	٩,٠	١١٢,٤	١٥,٨	+٦٥,٣
بحيرة البرلس	٢٠٢,٠	٤٥,٣	١٨٤,١	٤٢,٠	-٨,٩
بحيرة ادكو	٢٩,٤	٢٥,٢	٢٤,٤	١٩,٤	-٢٢,٨
بحيرة مريوط	٢٩,٤	٤٦,٤	٣٢,٤	٤٨,٨	+٥,٢
المصدر: من حساب الباحث، اعتماداً على الصور الفضائية لبرنامج (Google Earth,2016)					

ويؤدي تمركز الحشائش والنباتات الطافية بكثرة على شواطئ وحواف البحيرات إلى تعطنها، كذلك يشجع تواجد هذه النباتات على ردم وتجفيف مساحات من الضفاف باعتبارها مناطق تالفة؛ ومن ثم تتحول إلى استخدامات أخرى. على سبيل تناقصت مساحة الحشائش الطافية خلال الفترة (٢٠٠٢- ٢٠١٦م) بنسبة ٨,٩% في بحيرة البرلس، وبنسبة ٢٢,٨% في بحيرة إدكو. حيث تحولت مساحات كبيرة منها لاستخدامات اقتصادية وتنموية، كالإنتاج النباتي والاستزراع السمكي. ويرجع السبب في ذلك إلى العوائد الاقتصادية المرتفعة لهذه الاستخدامات، والتي تصل إلى ٩,٠٦٠ جنيه/ فدان في حالة الاستخدام النباتي، وتزيد لتتراوح بين ١٢- ١٥ ألف جنيه/ سنوياً في حالة الاستزراع السمكي؛ لذلك فإنه الأكثر شيوعاً[٢].

(1) Abayazid,H., Assessment of Temporal and Spatial Alteration in Coastal Lakes-Egypt,Eighteenth International Water Technology Conference, IWTC18, Sharm ElSheikh, 12-14 March 2015, p.603.

(٢) علاء الدين حسين عزت، مرجع سبق ذكره، ص٣١.



المصدر: الصور الفضائية لبرنامج (Google Earth)، ٢٠٠٢م، ٢٠١٦م.

شكل (١٣) تطور مساحة الغطاء النباتي في بحيرات الدلتا الشمالية خلال الفترة (٢٠٠٢-٢٠١٦م)

ويظهر الجدول(٩) التركيب النوعي والتردد النسبي(*) للنباتات المائية بمياه البحيرات الشمالية خلال فصلي الشتاء والصيف (٢٠١٥م)، ومن خلاله يتضح التالي:

- سُجّل سبعة عشر نوعاً من النباتات المائية بمحطات الرصد بالبحيرات الشمالية المصرية.
- اختلف التركيب النوعي للحشائش والنباتات المائية في بحيرة البردويل عن سائر البحيرات الشمالية المصرية؛ نظراً للاتفاع النسبي في درجة ملوحة البحيرة مقارنة بالبحيرات الأخرى. وتمثلت الأنواع التي سجلت بمحطات الرصد بالبحيرة في خمسة أنواع، وهى: الطحلب الأخضر، الأعشاب البحرية المعقدة، حشائش الروبيا، ثعبان الماء، الطحلب الأخضر- الأصفر. وامتازت البيئة النباتية بمحطات الرصد القريبة من فتحات البواغيز بأنها الأكثر تنوعاً. وكانت أكثر الأنواع تردداً بمحطات الرصد بالبحيرة: الطحلب الأخضر وثعبان الماء، حيث بلغت قيمة التردد النسبي التي سجلها النوعين بفصلي الشتاء والصيف ٥٩,٢%. ويؤثر وجود النوع الأول سلبياً على الأسماك؛ حيث تتسبب جذوره في نقص الأكسجين ونفور الأسماك في أماكن تواجده بوسط الحوض الشرقي للبحيرة (محطات ٣،٥،٧)(١).
- تأثر التوزيع الجغرافي للنباتات المائية في بحيرات الدلتا الشمالية بالحالة النوعية للمياه، فتركزت النباتات التي تتحمل الملوحة- كالنبات القائم- شمالاً بالقرب من فتحات البواغيز، بينما تركزت نباتات المياه العذبة- كنبات ورد النيل- بالقـرب من مصبات المصـارف. كـذلك اقتصر التركيب النباني

(*) التردد النسبي للنوع Relative Frequency = $\frac{\text{قيمة التردد الأصلية للنوع}}{\text{مجموع قيم التردد للأنواع الأخرى}}$

نقلاً عن: علياء حاتوغ- بوران، محمد حمدان أبو دية، علم البيئة، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، ١٩٩٦م، ص١٦٢. نقلاً عن:

Smith R.L., Ecology and Field Biology ,Harper & Row Publishers,New York, p.787.

(١) وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع نوعية المياه، الإدارة المركزية لنوعية المياه، ملخص نتائج الرحلات الحقلية الأولى لبحيرة البردويل، أغسطس ٢٠١٥م.

جدول (٩) مؤشر التردد النسبي لأنواع الغطاء النباتي بمحطات الرصد(*) بالبحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

نوع النبات المائي	بحيرة البردويل			بحيرة المنزلة			بحيرة البرلس			بحيرة إدكو			بحيرة مريوط		
	فبراير	أغسطس	الأنواع الأكثر تردداً(**)	فبراير	أغسطس	الأنواع الأكثر تردداً	فبراير	أغسطس	الأنواع الأكثر تردداً	فبراير	أغسطس	الأنواع الأكثر تردداً	فبراير	أغسطس	الأنواع الأكثر تردداً
الطحلب الأخضر	●	●	●												
الأعشاب البحرية المعقدة	●	●													
حشائش الروبيا	●	●													
ثعبان الماء	●	●													
الطحلب الأخضر – الأصفر	●	●	●												
العشب المعمر														●	
البطباط													●		
حوذان مائي				●									●		
ورد النيل				●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
خس الماء				●	●								●	●	●
حامول الماء				●	●		●	●	●	●	●				
نخشوش الحوت								●		●	●		●	●	
حورية الماء الشوكية													●	●	
عدس الماء										●	●				
البوص				●	●			●		●			●		
النبات القائم				●	●		●	●		●	●	●	●	●	
البردي				●			●								

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على: وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع نوعية المياه، الإدارة المركزية لنوعية المياه، ملخص نتائج الرحلات الحقلية لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات المصرية، ٢٠١٥م.

(*) عدد محطات الرصد: (١٢) محطة في بحيرة البردويل، (١١) محطة في بحيرة المنزلة، (١٢) محطة في بحيرة البرلس، (٩) محطات في بحيرة إدكو، (١٠) محطات في بحيرة بحيرة مريوط.

(**) بلغت قيم مؤشر التردد النسبي للأنواع الأكثر تردداً ٢٩,٦% في بحيرة البردويل، ٢٣,٨% في بحيرة المنزلة، ٢٧,٣% في بحيرة البرلس، ٢٥,٠% في بحيرة إدكو، ٢٥,٠% في بحيرة مريوط.

بالقطاعات الأكثر تلوثاً على أنواع معينة هى الأكثر قدرة على تحمل مستويات التلوث المرتفعة، ففي بحيرة مريوط على سبيل المثال رصُد نبات ورد النيل الطافي والنبات المغمور نخشوش الحوت وكذلك عشب البطباط المعروف بقدرته على امتصاص العناصر الثقيلة في الحوض الرئيس وأمام طلمبات المكس(*)، كذلك لم يكن هناك تنوع نباتي أمام محطة التنقية بالحوض الشمالي الغربي، ولم يرصد سوى النبات المغمور حورية الماء الشوكية وهو كذلك ينمو في الوسط الملوث.

- لم تظهر تباينات كبيرة بين التركيب النوعي الفصلي للنباتات بالبحيرات، واقتصر ظهور نباتات محدودة على أحد الفصلين دون الآخر في بعض البحيرات، فمن النباتات التي اقتصر ظهورها على فصل الشتاء: نبات البردي (المنزلة والبرلس)، حوذان الماء (المنزلة ومريوط) ، البطباط والبوص (مريوط)، ومن النباتات التي اقتصر ظهورها على فصل الصيف: نخشوش الحوت (المنزلة والبرلس)، البوص (البرلس وإدكو)، حورية الماء الشوكية (المنزلة) ، العشب المعمر (مريوط).
- جاءت بحيرتا المنزلة ومريوط في صدارة البحيرات الشمالية من حيث عدد الأنواع النباتية، حيث سجلت محطات الرصد تسع أنواع بكل منهما، اشتركا في سبع أنواع وهى: الحوذان المائي، ورد النيل، خس الماء، نخشوش الحوت، حورية الماء الشوكية، البوص، النبات القائم، وتمايزت البحيرتان في نوعين، وهما حامول الماء والبردي في بحيرة المنزلة، والعشب المعمر والبطباط في بحيرة مريوط. وجاء ورد النيل وخس الماء على رأس قائمة الأنواع الأكثر تردداً في بيئة البحيرتين (٤٢,٨% في بحيرة المنزلة و٥٠% في بحيرة مريوط).
- سادت نباتات ورد النيل وحامول الماء والنبات القائم في بحيرتي البرلس وإدكو خلال فصلي الشتاء والصيف؛ حيث بلغت قيم التردد النسبي لهذه

(*) أرجعت دراسة (حسين، ١٩٩٩م) ارتفاع انتاجية الحوض عن سائر قطاعات البحيرة الأخرى إلى وجود النباتات المائية التي لها القدرة على التنقية النسبية للمياه من ملوثاتها، كنبات ذيل الفرس Potamogeton ونبات زلفا Crispus Pectinatus (راجع: نجلاء أحمد حسين، مرجع سبق ذكره، ص٢١٠).

النباتات في محطات الرصد ٧٢,٧% و٧٠,٨% بالبحيرتين على التوالي.

(٤-٢) الإنتاجية الثانوية:

أولاً: الهائمات الحيوانية:

تضم الهائمات الحيوانية مجموعات من الحيوانات الدقيقة، وتقوم المجموعات الدنيا من الهائمات الحيوانية بالتغذي على الهائمات النباتية، وهى بدورها تشكل غذاء لمجموعات أخرى من الهائمات الحيوانية. ويعتمد تركيب الهائمات الحيوانية وقيمتها الغذائية إلي درجة كبيرة على الهائمات النباتية وإنتاجها لغذاء الأسماك.

كذلك تتأثر كثافة الهائمات الحيوانية وتركيبها النوعي بالأنواع السمكية وكثافتها؛ حيث أن بعض أنواع الأسماك تفضل التغذية على أنواع معينة من الهائمات النباتية فتؤثر بذلك على التركيب النوعي للطحالب في البيئة التي تعيش فيها؛ وهو ما يؤثر بدوره على أنواع الهائمات الحيوانية السائدة في البيئة.

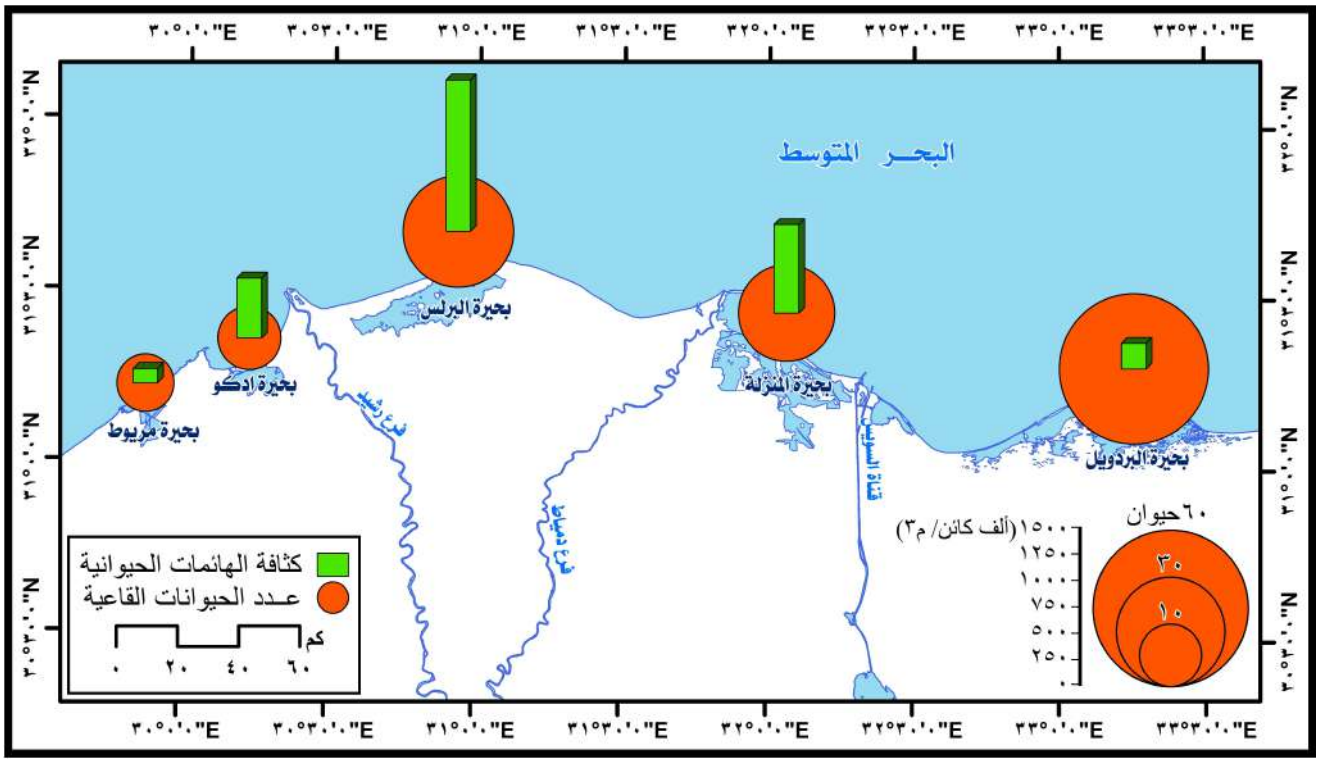
ويعرض الجدول(١٠) والشكل(١٤) كثافة الهائمات الحيوانية والقاعية بمياه البحيرات الشمالية (٢٠١٥م)، وأهم ما يستخلص منهما ما يلي:

جدول(١٠) كثافة الهائمات الحيوانية والقاعية بمياه البحيرات الشمالية (٢٠١٥/٢٠١٦م)

البحيرة	عدد أنواع الحيوانات القاعية	الهائمات الحيوانية		
		الكثافة الفصلية (ألف كائن/ م٣)		المتوسط السنوي للكثافة (ألف كائن/ م٣)
		أعلى كثافة	أقل كثافة	
بحيرة البردويل	٥٤	٤٤٧,٣	٤٥,٥	٢٤٤,٨
بحيرة المنزلة	٢٥	١٤٤٥,٦	٢٤٠,٤	٨٤٣,٠
بحيرة البرلس	٣٢	٢١١٣,٠	١٠٧٤,٠	١٤٤٤,٠
بحيرة إدكو	١٢	٧٢٤,٠	٤٥٤,٠	٥٧١,٢
بحيرة مريوط	١٠	٢١٥,٩	٨٣,٥	١٣٦,٢

المصدر: من عمل الباحث اعتماداً على: وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع نوعية المياه، الإدارة المركزية لنوعية المياه، برنامج الرصد البيئي للبحيرات الشمالية، ملخص التقرير السنوي (٢٠١٥/٢٠١٦م).

- كشفت الدراسة عن علاقة ارتباط طردي قوي بلغت درجته (٠,٨٦) بين كثافة الهائمات النباتية والحيوانية بمياه البحيرات الشمالية.



شكل(١٤) التوزيع العددي للحيوانات القاعية وكثافة الهائمات الحيوانية بالبحيرات الشمالية(٢٠١٥/٢٠١٦م)

- نظراً لارتباط كثافة الهائمات الحيوانية بالتركيب النوعي للأسماك في المسطح المائي، فقد ارتفعت كثافة الهائمات الحيوانية في مياه بحيرتي البرلس والمنزلة- الأكثر تنوعاً من حيث التركيب السمكي- إلى ١,٤٤ مليون كائن/ م٣ بالبحيرة الأولى و ٨٤٣,٠ ألف كائن/ م٣ بالبحيرة الثانية. ووصلت الكثافة في بحيرة إدكو إلى ٥٧١,٢ ألف كائن/ م٣، بينما انخفضت في بحيرتي البردويل ومريوط إلى ٢٤٤,٨ و ١٣٦,٢ ألف كائن/ م٣ لكل منهما على التوالي.
- يرتبط تنوع وكثافة الحيوانات القاعية بدرجة ملوحة المياه وطبيعة رواسب القاع العضوية والطمي الرملي؛ لذلك ارتفع عدد الحيوانات القاعية في بحيرة البردويل إلى ٥٤ نوعاً، بينما تراوح في بحيرات الدلتا بين ١٠ أنواع في بحيرة مريوط و ٣٢ نوعاً في بحيرة البرلس.

ثانياً: الإنتاج السمكي :

(أ) تطور الإنتاج السمكي:-

شهدت خريطة التنوع الحيوي لأسماك البحيرات الشمالية تغيرات كبيرة خلال العقود الأخيرة، وقد ارتبطت بشكل أساسي بخصائص الحالة النوعية للمياه، على سبيل المثال سجلت بحيرة البرلس ٣٣ نوعاً من الأسماك عام ١٩٧٠م، زادت إلى ٥٢ نوعاً (أغلبها من أسماك المياه العذبة والأسماك المهاجرة) بحلول مطلع القرن الحالي، وصاحب ذلك اختفاء ثمانية أنواع من الأسماك البحرية عالية القيمة؛ بسبب الانخفاض في مستويات ملوحة المياه نتيجة الزيادة في كميات مياه الصرف. في المقابل كان ارتفاع مستويات الملوحة في بحيرة البردويل المسؤول الأول عن سيادة القشريات في البحيرة (بنسبة تزيد على ٥٠%) منذ مطلع التسعينيات على حساب البوريات التي ظلت سائدة خلال فترة الثمانينيات من القرن الماضي[١].

كذلك تغير النظام البيئي في بحيرة المنزلة من نظام بيئي مالح إلى نظام بيئي عالي الخصوبة ذي مياه عذبة مع سيادة العجليات (مثلت حوالى ٩٧%). وتم تسجيل

(1) Ministry of State for Environmental Affairs, Egypt's Fifth National Report to the CBD,2014, p.20.

٢٠ نوعاً لم يتم تسجيلهم من قبل فى البحيرة، بينما اختفى ١٣ نوعاً من البحيرة خلال الخمسين سنة الماضية. وبحساب معدل تغير الأنواع فى البحيرة وجد أن المعدل قد ارتفع من ٣,٢٦% فى العام خلال الفترة ١٩٦٠-١٩٨٠م إلى ١٠,٢٩% فى العام خلال الفترة ٢٠٠٠ – ٢٠٠٣م[١].

ويظهر تطور الإنتاج السنوي من الأسماك في البحيرات الشمالية خلال الفترة (٢٠٠٥-٢٠١٥م) تبايناً كبيراً، يمكن إبراز أهم تفاصيله من خلال الجدول(١١) والتحليل التالي:

جدول(١١) تطور الإنتاج السمكي السنوي بالبحيرات الشمالية خلال الفترة(٢٠٠٥/٢٠١٥م)

السنة	الإنتاج (ألف طن)					جملة[١]	نسبة التغير (%)[١]
	بحيرة البردويل	بحيرة المنزلة	بحيرة البرلس	بحيرة أدكو	بحيرة مريوط		
٢٠٠٥م	٣,٥٣	٣٩,٨٦	٥٣,٩١	٩,٦٢	٥,٢٩	١١٢,٢١	-
٢٠٠٦م	٤,١٤	٤١,١٩	٥٢,٩٦	٨,٩٩	٥,٢١	١١٢,٤٩	٠,٢٥
٢٠٠٧م	٤,٧٣	٣٦,٧٨	٥٨,٢٩	٦,٦٥	٤,٤١	١١٠,٨٦	١,٢٠-
٢٠٠٨م	٥,٣٩	٤٦,٤٦	٥٢,٢٦	٥,٨٩	٤,٣٥	١١٤,٣٥	١,٩١
٢٠٠٩م	٥,٤١	٤٨,٠٢	٥٣,٤٠	٦,٢١	٥,٥٢	١١٨,٥٦	٥,٦٦
٢٠١٠م	٤,٧٣	٦١,٠٨	٥٩,٥٢	٦,٤٩	٥,٩٢	١٣٧,٧٤	٢٢,٧٥
٢٠١١م	٤,٥٣	٥٩,٧٨	٤٥,٥٤	٦,٣٩	٥,٤٣	١٢١,٦٧	٨,٤٣
٢٠١٢م	٣,٨٤	٦٢,٢٧	٥٢,٠٨	٦,٥٨	٧,٤٣	١٣٢,٢٠	١٧,٨١
٢٠١٣م	٣,٢٤	٨١,٣٧	٤٩,٧٠	٦,١٧	٧,٦٤	١٤٨,١٢	٣٢,٠٠
٢٠١٤م	٢,٧٦	٥٥,٠٢	٦٣,٩٨	٥,٨٦	٧,٤٦	١٣٥,٠٨	٢٠,٣٨
٢٠١٥م	٤,٧٠	٥٠,٠٣	٦٥,٠٧	٥,٢٣	١٢,٣٠	١٣٧,٣٣	٢٢,٣٩
نسبة التغير (٢٠١٥/٢٠٠٥م)	٣٣,١٤	٢٥,٥١	٢٠,٧٠	٤٥,٦٣-	١٣٢,٥١	٢٢,٣٩	-

المصدر:وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية، كتاب الإحصاءات السمكية السنوي، عام ٢٠١٣م (ص١٧)، عام ٢٠١٥م (ص١٩).
(١) من حساب الباحث.

(1) Mageed, A. A., Op.Cit, 2007, p.183.

- بلغ إجمالي إنتاج البحيرات الشمالية من الأسماك عام ٢٠١٥م حوالي ١٣٧,٣ ألف طن، بما يمثل(٩,٠%) فقط من إنتاج مصر من الأسماك، شاركت فيه بحيرتي البرلس والمنزلة بقرابة ٨٣,٨% (٤٧,٤% و٣٦,٤% لكل منهما على التوالي)، بينما لم يزد إنتاج البحيرات الثلاث الأخرى على ١٦,٢%.
- زاد إنتاج البحيرات بشكل عام خلال الفترة (٢٠٠٥- ٢٠١٥م) بنسبة ٢٢,٤%، سُجّلت أعلى هذه الزيادات في بحيرة مريوط (١٣٢,٥%)، بينما فقدت بحيرة إدكو خلال الفترة ذاتها ما يقرب من نصف إنتاجها(-٤٥,٦%)؛ بسبب انخفاض مساحة الصيد الحر لصالح أحواش الاستزراع السمكي، والتأثير السلبي لهذه الأحواش على زريعة الأسماك بمسطحات الصيد الحر.
- خلال الفترة (٢٠٠٥-٢٠١٠م) زاد الإنتاج السمكي في جميع البحيرات الشمالية بنسب متباينة، تراوحت بين ١١,٩% في بحيرة مريوط و٥٣,٢% في بحيرة المنزلة، لم يشذ عن ذلك سوى بحيرة إدكو التي فقدت خلال الفترة المذكورة ما يقرب من ثلث إنتاجها(٣٢,٥%).
- خلال الفترة (٢٠١٠- ٢٠١٥م) لم يزد الإنتاج السمكي إلا في بحيرتي مريوط والبرلس، وذلك بنسب بلغت ١٠٧,٨%(*) و٩,٣% بكل منهما على التوالي، بينما انخفض في بحيرتي المنزلة وإدكو (بنسبة ١٨,١% و١٩,٤% لكل منهما على التوالي). وتقاربت كميات الإنتاج في عامي ٢٠١٠ و٢٠١٥م في بحيرة البردويل، وإن زاد بنسبة تصل إلى ٧٠,٣% عن نظيره في عام ٢٠١٤م.

ولا يتوقف نشاط الصيد بالبحيرات الشمالية على مدار العام، إلا في بحيرة البردويل، حيث يمنع الصيد لأربعة أشهر متصلة (يناير- فبراير- مارس- إبريل)، وتبلغ ذروة إنتاج البحيرة في شهري مايو ويونيو مع إعادة فتح البحيرة للصيد (سجل بالشهرين نحو ٣١,٠% من إنتاج البحيرة عام ٢٠١٥م).

وتتباين الإنتاجية السمكية وكثافة وحدات الصيد في البحيرات الشمالية تبايناً واضحاً، على النحو المبين بالجدول(١٢) والشكل(١٥)، وأهم ما يتضح منهما ما يلي:

(*) تعود هذه الطفرة في إنتاج البحيرة عام ٢٠١٥م إلى ضم مصيد بحيرة وادي مريوط غرباً إلى مصيد البحيرة.

- بلغ المتوسط العام للإنتاجية السمكية بمسطحات البحيرات الشمالية ٣٧٢,٧ كجم/ فدان، وحيث تسهم الكثافة المرتفعة للهائمات النباتية والحيوانية في رفع الإنتاجية السمكية؛ فقد ارتبطت الإنتاجية السمكية بمسطحات البحيرات الشمالية بعلاقة طردية مع كثافة الهائمات النباتية والحيوانية بلغت درجتها ٠,٦٠ و٠,٦٧ لكل منهما على التوالي.
- ارتفعت الإنتاجية السمكية إلى ٦٤٨,٨ و٦٠٦,٩ كجم/ فدان بمسطح بحيرتي البرلس والمنزلة، ووصلت إلى ٤٨١,٥ و٣٩٥,٨ كجم/ فدان بمسطح بحيرتي مريوط وإدكو، بينما تدنت الإنتاجية بشكل واضح في بحيرة البردويل إلى ٣٢,٠ كجم/ فدان فقط (بما يشكل ٨,٦% من المتوسط العام)، ذلك على الرغم من الحالة الجيدة نسبياً لنوعية المياه بالبحيرة.

جدول(١٢) الإنتاجية السمكية وكثافة وحدات الصيد في بحيرات مصر الشمالية (٢٠١٥م)

البحيرة	جملة الإنتاج السمكي (طن)[١]	الإنتاجية السمكية[*] (كيلوجرام/ فدان)[٣]	عدد مراكب الصيد[٢]	كثافة وحدات الصيد (مركب[**]/ ١٠٠ فدان)[٣]	إنتاجية المركب (طن/ مركب/ سنة)[٣]
البردويل	٤٧٠٤	٣٢,٠١	١٢٢٩	٠,٨٤	٣,٨٣
المنزلة	٥٠٠٣٤	٦٠٦,٨٩	١٦٨٦	٢,٠٥	٢٩,٦٨
البرلس	٦٥٠٦٦	٦٤٨,٧٦	٥٧٠٠	٥,٦٨	١١,٤٢
أدكو	٥٢٢٨	٣٩٥,٧٩	٧١٠	٥,٣٨	٧,٣٦
مريوط[***]	١٢٣٠١	٤٨١,٥	١٠١٣	٣,٩٧	١٢,١٤
البحيرات الشمالية	١٣٧٣٣٣	٣٧٢,٧٢	١٠٣٣٨	٢,٨١	١٣,٢٨

المصدر:

(١) وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية، كتاب الإحصاءات السمكية السنوي، ٢٠١٥م، ص١٩.

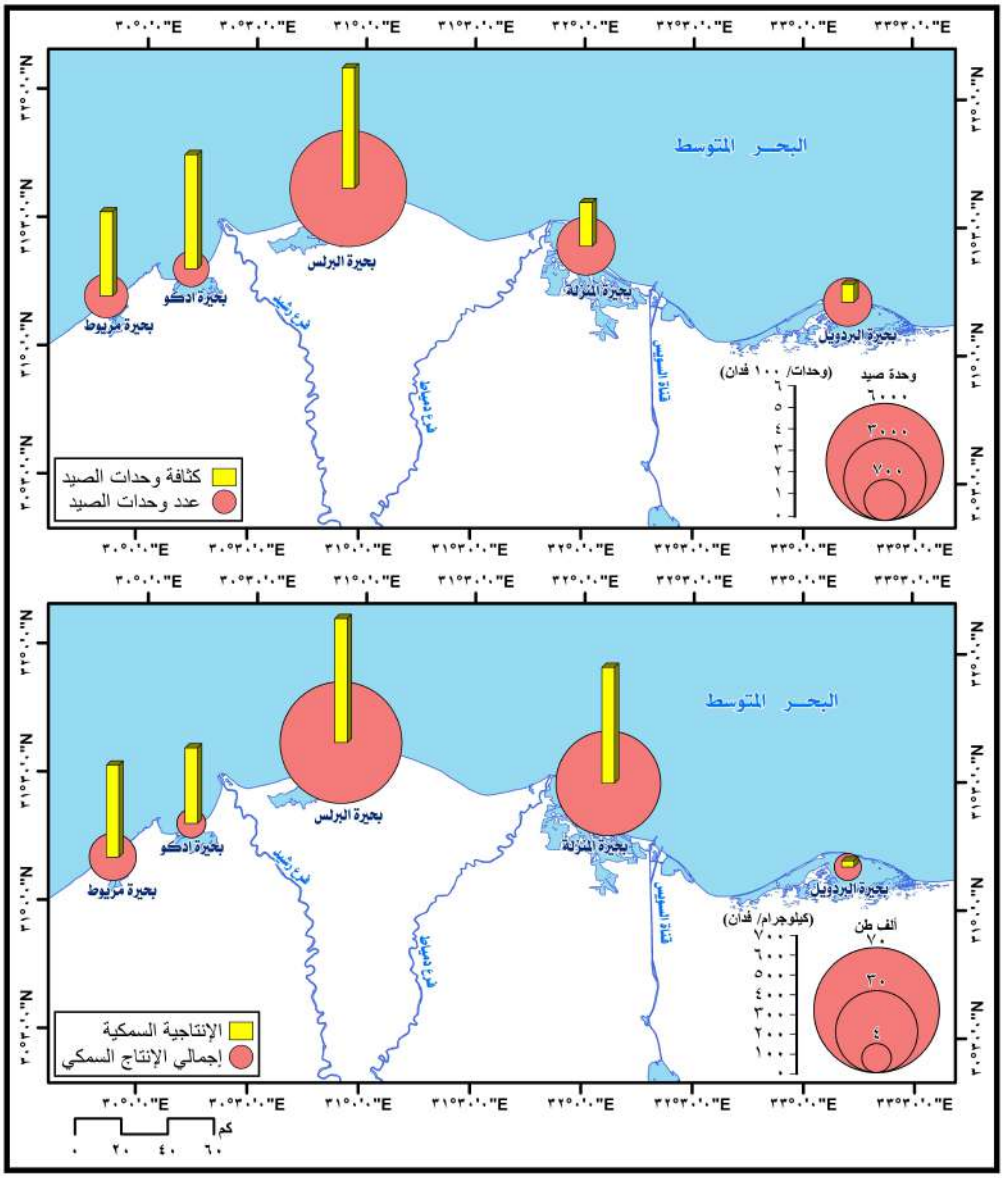
(٢) المصدر السابق، ص٩٩.

(٣) من حساب الباحث.

(*) **الإنتاجية السمكية للبحيرة** = إجمالي المصيد (الأسماك الناتجة عن الصيد الحر)÷ مساحة الصيد الحر.

(**) مراكب شراعية درجة ثالثة.

(***) يشمل مصيد بحيرة مريوط (مصيد البحيرة بأحواضها الخمسة- مصيد بحيرة وادي مريوط غرباً)، وبذلك تبلغ مساحة الصيد الحر المحتسبة ١٠٧,٣٤كم٢ أو ٢٥٥٤٦,٩ فداناً، اعتماداً على المساحات الواردة بخرائط الهيئة القومية للاستشعار عن بعد، ٢٠١٥م(الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية، كتاب الإحصاءات السمكية السنوي، ٢٠١٥م، ص٤٥).



شكل(١٥) كثافة وحدات الصيد والإنتاجية السمكية

بالبحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

- بلغ المتوسط العام لكثافة وحدات الصيد في البحيرات الشمالية حوالي ٢,٨١ مركب/ ١٠٠ فدان، ارتفع نسبياً في بحيرتي البرلس وإدكو إلى ٥,٧ و٥,٤ مركب/ ١٠٠ فدان لكل منهما على التوالي، ووصل في بحيرة مريوط إلى ٣,٩٧ مركب/ ١٠٠ فدان، وانخفض في بحيرتي المنزلة والبردويل إلى ٢,٠ و٠,٨ مركب/ ١٠٠ فدان بكل منهما على الترتيب.
- يُظهر التحليل تفاوتاً كبيراً في نصيب وحدات الصيد من الإنتاج السمكي بين البحيرات الشمالية، فتجاوز في بحيرة المنزلة ضعف المتوسط العام بالبحيرات الشمالية (١٣,٣ طـن/ مركب) وبلـغ ٢٩,٧ طن/ مركب، ووصل في بحيرتي مريوط والبرلس إلى ١٢,١ و١١,٤ طن/ مركب لكل منهما على التوالي، وانخفض إلى ٧,٤ و٣,٨ طن/ مركب في بحيرتي إدكو والبردويل على الترتيب، وهو ما يقل عن ربع نظيره في بحيرة المنزلة؛ نظراً لانخفاض الإنتاج السمكي للبحيرتين.

(ب) التركيب النوعي للأسماك:

يتأثر التركيب النوعي للأسماك بخصائص الحالة النوعية لمياه المسطحات التي تعيش فيها، وخاصة الملوحة؛ فتركيبة المحصول السمكي بالمياه العذبة تختلف عن مثيلتها في المياه المالحة، وهناك المياه شبه المالحة التي يجمع تركيبها المحصولى بين المياه العذبة والمالحة.

ويعرض الجـدول(١٣) والشكل(١٦) خصـائص التركيب النوعي للأسماك في البحيرات الشمالية (٢٠١٥م)، ويستخلص من خلالهما ما يلي:

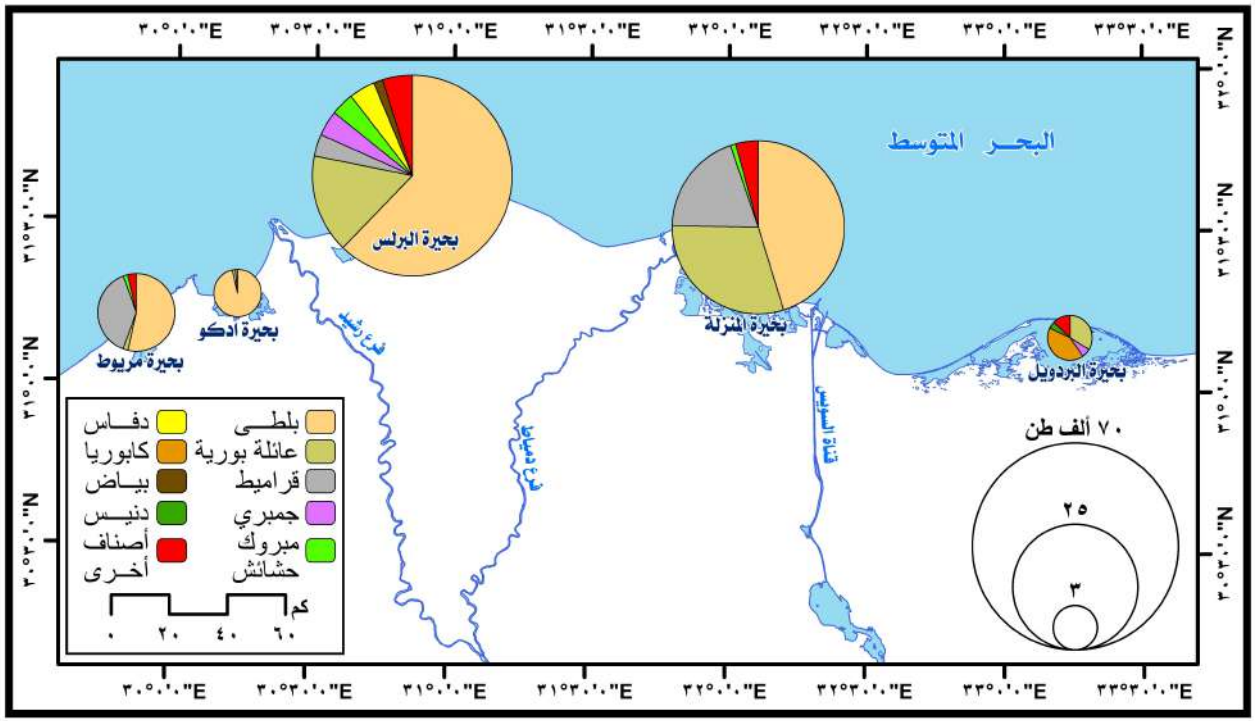
- ارتفعت نسبة الإنتاج السمكي من البلطي والعائلة البورية في بحيرات الدلتا بشكل عام، حيث شكّل النوعين معاً ٥٥,٦% من الإنتاج السمكي لبحيرة مريوط، ونحو ثلاثة أرباع الإنتاج السمكي لبحيرتي المنزلة والبرلس(٧٤,٥% و٧٨,٠% على التوالي) وأغلب الإنتاج السمكي لبحيرة إدكو (٩٧,٨%). وتتجدد أسماك العائلة البورية سنوياً بالبحيرات عبر البواغيز؛ وتتركز في القطاعات الشمالية القريبة من البحر، ويندر وجودها كلما اتجهنا جنوباً بسبب انخفاض مستويات الملوحة.

جدول(١٣) التركيب النوعي للأسماك في بحيرات مصر الشمالية (٢٠١٥م)

نوع الإنتاج	بحيرة البردويل		بحيرة المنزلة		بحيرة البرلس		بحيرة إدكو		بحيرة مريوط	
	طن	%	طن	%	طن	%	طن	%	طن	%
بلطي	٠	٠,٠	٢٢٤٣٨	٤٤,٨	٤٠٣٨٧	٦٢,١	٤٩٩٢	٩٥,٥	٦٥٨٨	٥٣,٦
عائلة بورية	١٥٩٠	٣٣,٨	١٤٨٦٧	٢٩,٧	١٠٣٥٥	١٥,٩	١٢١	٢,٣	٢٤٨	٢,٠
قراميط	٠	٠,٠	٩٦٧١	١٩,٣	٢٢٦٩	٣,٥	٨١	١,٥	٤٧٨٧	٣٨,٩
جمبري	٣٠٢	٦,٤	١٦٠	٠,٣	٢٦٧٣	٤,١	٠	٠,٠	٠	٠,٠
مبروك حشائش	٠	٠,٠	٥٠٧	١,٠	٢٣٨٤	٣,٧	١٢	٠,٢	٢٢٣	١,٨
دفاس	٠	٠,٠	١٠	٠,٠	٢٧٠٥	٤,٢	٠	٠,٠	٠	٠,٠
كابوريا	١٩٧٣	٤١,٩	١٨٩	٠,٤	٠	٠,٠	٠	٠,٠	٠	٠,٠
بياض	٠	٠,٠	٧٠	٠,١	٩٧٥	١,٥	٠	٠,٠	٠	٠,٠
دنيس	٢٣٨	٥,١	٥	٠,٠	٢١٩	٠,٣	٠	٠,٠	٠	٠,٠
أصناف أخرى	٦٠١	١٢,٨	٢١١٧	٤,٢	٣٠٩٩	٤,٨	٢٢	٠,٤	٤٥٥	٣,٧
الجملة	٤٧٠٤	١٠٠%	٥٠٠٣٤	١٠٠%	٦٥٠٦٦	١٠٠%	٥٢٢٨	١٠٠%	١٢٣٠١	١٠٠%

المصدر:وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية، كتاب الإحصاءات السمكية السنوي، ٢٠١٥م، ص٤٢.

- تميز التركيب النوعي للأسماك في بحيرة البردويل عن نظيره في البحيرات الشمالية الأخرى بسيادة الأنواع التي لها القدرة على تحمل الملوحة، والتي جاء على رأسها الجمبري والكابوريا، اللذين شكلا معاً حوالي ٤٨,٣% من حجم الإنتاج السمكي للبحيرة. وانخفض إنتاج الأنواع البحرية من البحيرات الأخرى إلى حد اختفاء بعضها تماماً؛ نظراً لتغير أنظتها البيئية واتساع مساحة الغطاء النباتي وعذوبة المياه.
- جاء التركيب السمكي في بحيرتي المنزلة والبرلس الأكثر تنوعاً بين البحيرات، فظهر بها إلى جانب أسماك البلطي والعائلة البورية، أسماك القراميط والجمبري ومبروك الحشائش والدفاس والبياض والدنيس وغيرها.



شكل (١٦) التركيب النوعي للأسماك في البحيرات الشمالية (٢٠١٥م)

- انخفض التنوع السمكي في بحيرتي إدكو ومريوط بشكل واضح؛ حيث شكلت أسماك البلطي والقراميط ٩٧,٠% من إنتاج البحيرة الأولى و٩٢,٥% من إنتاج البحيرة الثانية؛ وتتغذي هذه الأسماك على الطحالب النباتية والحيوانية الدقيقة التي لها القدرة على تحمل مستويات التلوث المرتفعة.

(ج) المشكلات المتعلقة بالإنتاج السمكي:

١- بحيرات شمال الدلتا:

نظراً لضعف عمليات التوصيل المائي عبر فتحات البواغيز الشمالية؛ لضيقها وانسدادها بشكل متكرر، بالإضافة إلى اتساع رقعة الغطاء النباتى من النباتات والحشائش المائية السطحية والغاطسة؛ فقد ساعد ذلك على إعذاب مياه بحيرات شمال الدلتا وتكاثر أسماك المياة العذبة بها، وعلى رأسها أسماك البلطي والقراميط، اللذين يشكلان ما يزيد على ثلثي (٦٨,٨%) إنتاج بحيرات شمال الدلتا، بالإضافة إلى بعض الأسماك المهاجرة التى تتحمل العذوبة والملوحة كأسماك العائلة البورية.

وشهدت بحيرتي المنزلة وإدكو انخفاضاً في كمية الإنتاج السمكي خلال الفترة (٢٠١٠-٢٠١٥م) بلغت نسبته ١٨,١% و١٩,٤% لكل منهما؛ ويعود ذلك بشكل أساسي إلى انخفاض إنتاج البحيرتين من أسماك البلطي خلال تلك الفترة بنسبة ٣٣,١% و٢١,٨% لكل منهما؛ وذلك لضعف مقاومة أصناف البلطي للتلوث بشكل عام.

ويُظهر تتبع إنتاج بحيرات شمال الدلتا من الأنواع البحرية الرئيسة (الكابوريا – الجمبري- الدنيس- القاروص) خلال الفترة (٢٠٠٦-٢٠١٥م) انخفاضاً واضحاً في إنتاجها؛ لانخفاض مستويات ملوحة المياه بها، فقد انخفض إنتاجها من الجمبري بنسبة ٢١,٥%، ومن الدنيس بنسبة ٧١,٤%، ومن القاروص بنسبة ٣٤,٣%، كما لم يسجل ظهور لأي من هذه الأنواع في بحيرة إدكو.

وتعاني بحيرات شمال الدلتا بشكل عام من التركيزات العالية للعناصر الثقيلة بأجسام الأسماك. فقد أظهرت نتائج تحاليل أجراها مركز الرصد البيئي (عام ٢٠١٢م) للعناصر الثقيلة (الكادميوم-الزئبق- الرصاص) بأجسام الأسماك في بحيرات (البردويل-

المنزلة– البرلس)، ارتفاعاً في تركيز عنصر الرصاص عن الحد المصرح به[*]، حيث تراوحت تركيزاته بين ٠,١١ و٠,١٩ ملليجرام/ كجم[١].

كما أظهرت العديد من الدراسات الأخرى وجود تراكمات لعناصر ثقيلة بأجسام الأسماك، منها دراسة (حامد وآخرون، ٢٠١٣م)[٢] على بحيرة المنزلة، والتي سجلت ارتفاعاً في تركيز عناصر المنجنيز والزنك والرصاص عن الحدود المصرح بها[**]، حيث بلغ متوسطها خلال فترة الرصد ١٤,٧٢ و٦٧,٣٠ و٣,٨١ ميكروجرام/ جرام للعناصر الثلاثة على التوالي.

وكشفت دراسة (يونس، ٢٠١٣م)[٣] عن تركيز وتراكم الكادميوم والنحاس والرصاص فى مياة وعضلات سمكة البلطي النيلى فى بحيرة البرلس وجود تغيرات موسيمية واضحة فى تركيزات العناصر الثقيلة، كما اظهرت النتائج ان تركيز الرصاص تجاوز الحد المسموح به بينما لا يزال النحاس والكادميوم أقل من الحد المسموح به في المياه والأسماك.

كذلك أظهرت دراسة (عبد الحميد، ٢٠١٣م)[٤] تأثيراً سلبياً لمتبقيات المعادن الثقيلة (الكادميوم والكروم والرصاص) على الاستجابة الإنزيمية لأسماك البلطي النيلي فى

(*) يبلغ الحد المصرح به للتركيز عنصر الرصاص في أنسجة الأسماك وفقاً لوزارة الصحة المصرية ٠,١ ملليجرام/ كجم.

(١)وزارة الصحة والسكان، مركز الرصد البيئي ودراسات بيئة العمل، بيانات غير منشورة، ٢٠١٢م.

(2) Hamed,Y.A.et al, Assessment of Heavy Metals Pollution and Microbial Contamination in Water, Sediments and Fish of Lake Manzala, Egypt, Life Science Journal, 2013; 10(1), p.95. Available at: (http://www.lifesciencesite.com).

(**) الحدود المصرح بها وفقاً للفاو ومنظمة الصحة العالمية (١٩٩٩م) هى: ٢,٠–٩,٠ ميكروجرام/ جرام للمنجنيز و٦٠,٠ ميكروجرام/ جرام للزنك و٠,١٤ ميكروجرام/ جرام للرصاص.

(3) Yones, E. M. Seasonal variation of concentrations and bioaccumulation of cadmium, copper and lead in water and muscles of nile tilapia (oreochromis niloticus) from lake burullus, Egypt, Mansoura Journal of Biology - Mansoura University, Vol. 38, No. 1 (June 2013), pp.57-68.

(4) Abdelhamid, Y.S., Assessment Of Heavy Metal Residues In Lake Maryout And Their Combined Effects On The Enzymatic Responses In Tilapia Nilotica Fish , Master Thesis, Institute of Graduate Studies and Research, Alexandria University, 2013.

بحيرة مريوط. وكشفت دراسة (المناديلي،٢٠١٧م)[١] ارتفاعاً واضحاً في مستويات المعادن الثقيلة بأسماك البلطي في أحواض الاستزراع السمكي بالبحيرة ذاتها، كما أظهرت علاقة إيجابية قوية معنوية بين وزن الأسماك وتركيز العناصر الثقيلة (الكادميوم والزنك والنيكل) في كبد وخياشيم الأسماك.

وكشف تحليل عينات أسماك بحيرة إدكو في دراسة (حسين ٢٠٠٧م)[٢] تلوث معظم الأسماك بمبيد أو أكثر من المبيدات الكلورينية العضوية. كما ظهرت آثار لمعادن الكادميوم والنحاس والحديد والرصاص والزنك والمنجنيز والزئبق بأنسجة أسماك البلطي تفوق المعدلات المسموح بها، وإن جاءت أقل من نظيرتها في بحيرة مريوط، وذلك بحسب دراسة (النجار، ٢٠١٣م)[٣].

٢- بحيرة البردويل:

بلغ إنتاج بحيرة البردويل من الأسماك عام ٢٠١٥م حوالي ٤٧٠٤ طن، بلغت فيه نسبة القشريات(الجمبري والكابوريا) حوالي ٤٨,٤%؛ ويعود السبب في ذلك إلى تغير بيئة البحيرة من حيث عمل جسور الحماية للبواغيز وارتفاع معدل نمو الأعشاب البحرية بعد خروج الشانشولا[*]، بالإضافة إلى تغير أسلوب الصيد من خلال استخدام الميكنة فى جر الغزل وزيادة جهد الصيد على القشريات. وبالرغم من المساحة الكبيرة والحالة الجيدة لنوعية المياه في بحيرة البردويل وإدارة وتنظيم عمليات الصيد بها، إلا أنها الأقل من حيث الإنتاج السمكي بين البحيرات الشمالية المصرية؛ حيث لا يزيد إنتاج البحيرة على ٣,٤%

(1) Elmanadiely, N.N., Heavy Metal Levels and Health Risk Assessment from Tilapia Fish Consumption from Lake Mariut Aquaculture Ponds, Master Thesis, High Institute of Public Health, Alexandria University, 2017.

(2) Hussein,G.D., Monitoring of Some Environmental Pollutants in Edku Lake Ecosystem, Thesis (Ph.D.), Minia University, Faculty of Agriculture, 2007.

(3) El-Naggar,N.M., Effect of pollution on some tissues of oreochromis niloticus, Thesis (Ph.D.), Mansoura University, Faculty of Science, 2013.

(*) **الشانشولا** نوع من الشباك المستخدمة في الصيد، وطريقة من طرق الصيد بالمطاردة، وقد أدخلت هذه الحرفة إلى بحيرة البردويل خلال فترة الاحتلال الإسرائيلي كحرفة رئيسة بعد تعديلها لتلائم البحيرة، وخلال السنوات الأخيرة تم ألغاؤها.

من جملة الإنتاج السمكي لهذه البحيرات، **والواقع أن ذلك يعود إلى عدة أسباب، يمكن سردها فيما يلي:**

- **إطماء البواغيز:** تقدر كميات الاطماء السنوية على بوغازى (٢،١) بحوالي ٣٣٠ ألف متر مكعب/ سنه[١]، وتتم عملية الاطماء بفعل التيارات المائية والأمواج البحرية التي تعمل على ترسيب الرمال بالمجرى المائي للبواغيز؛ مما يؤدي إلى خفض كميات المياه الداخلة إلى البحيرة، وبالتالي نقص الأكسجين ورفع نسبة الملوحة؛ ومن ثم زيادة إنتاج أسماك العائلة البورية على حساب أسماك التصدير مثل أسماك الدنيس التي انخفض إنتاج البحيرة منها بنسبة ٣٠,٤% خلال الفترة (٢٠٠٦-٢٠١٥م)[٢].
- **الطيور البرية المهاجرة:** تقع البحيرة في مسار هجرة الطيور البرية بين الشمال والجنوب، وتعد أحد المشاتي المهمة للعديد من أنواعها، وتبدأ الطيور هجرتها إلى مصر قادمة من أوروبا خلال الفترة من نوفمبر حتى فبراير من كل عام، وهو بداية موسم الزريعة في البحيرة. وتلتهم هذه الطيور كميات كبيرة من أسماك البحيرة، ومن أخطر أنواع هذه الطيور طائر غراب البحر، والذي يهاجر بأعداد كبيرة تتراوح بين ١٠ إلى ٢٠ ألف طائر؛ ويلتهم كل طائر نحو نصف كيلوجرام من الزريعة يومياً؛ وغالباً ما تكون الأسماك الملتهمة من الأسماك الفاخرة خاصة الدنيس[٣]. ويسبب خسائر مادية تصل إلى ٢٥ مليون جنيه سنوياً، وتقوم إدارة البحيرة بمطاردة تجمعات هذا الطائر بإطلاق طلقات الصوت والخرطوش[٤].
- **الملاحات:** يقع بضفاف بحيرة البردويل عدد من الملاحات الرئيسة، من أهمها ملاحة سبيكة والعجرة والروضة والصفا والمروة. وزاد عدد الملاحات- التي

---

(١) وزارة الدولة لشئون البيئة، خطة العمل البيئي لمحافظة شمال سيناء، ٢٠٠٨م، ص٧٥.

(٢) وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية، كتاب الإحصاءات السمكية السنوي، مرجع سبق ذكره، ص٥٦.

(٣) جريدة الصياد – العدد العشرين، مايو- يونية، ٢٠٠٣م.

(٤) وزارة الدولة لشئون البيئة، المصدر السابق.

(المصدر: ww.arij.net)

لوحة (٢) قنوات مائية تصل بين بحيرة البردويل والملاحات (٢٠١٥م)

حيزت بوضع اليد- بشكل كبير بعد عام ٢٠١١م، وهذه الملاحات توثر على الإنتاج السمكي للبحيرة، فبالإضافة إلى فاقد الزريعة الناتج عن الفتحات المباشرة التي تصل بين البحيرة والملاحات(*)- كما في اللوحة(٢)- تعمل هذه الملاحات على خفض مستويات الملوحة بالبحيرة؛ نتيجة سحب كميات كبيرة من المياه

(*) تشترط الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية لإقامة ملاحات ألا يقل عمق مأخذ المياه عن ٣ أمتار، وأن يتم أخذ المياه من البحيرة عن طريق مأسورة لا يزيد قطرها عن متر واحد، وأن يكون منسوب الماسورة في منتصف المياه على عمق متر واحد من كل من السطح والقاع، وأن يتم وضع الشباك المناسبة بشرط ألا يزيد قطر فتحاتها عن ميلليمترين لحجز الزريعة والقشريات المتدفقة مع المياه، وأن يتم التحليل الدوري لمياه البحيرة عند ذلك المأخذ كل نصف سنة، لمعرفة تأثير المأخذ على مياه البحيرة . ولكن غياب التنسيق بين هذه الجهات، يتيح للمستثمرين الحصول على موافقة إحدى الجهات متجاهلين ما تضعه جهات أخرى من شروط ومواصفات.

عالية الملوحة لتحل محلها مياه بحرية منخفضة الملوحة نسبياً عبر فتحات البواغيز؛ وهو ما يترتب عليه هجرة كميات كبيرة من الهائمات الحيوانية التي تتطلب مستويات ملوحة مرتفعة وكذلك الأسماك التي تتغذى عليها. وكان من تداعيات ذلك على التركيب النوعي للأسماك خلال الفترة (٢٠١٠- ٢٠١٤م) أن انخفض إنتاج البحيرة من القشريات بشكل واضح، فقد فقدت خلال هذه الفترة حوالي ٤٨,٩% من إنتاجها من الجمبري ونحو ٦٤,٤% من إنتاجها من الكابوريا، وهى أنواع تتطلب مستويات عالية من الملوحة، وهو ما انعكس على الإنتاج الكلي للبحيرة والذي انخفض خلال الفترة المذكورة بنسبة ٤١,٧%.

- **مخالفات وعوائق الصيد:** بالرغم من قيود الصيد المفروضة بقطاعات البواغيز(*) - لتأمين دخول وخروج الأسماك في أثناء تفريغ أمهات الأسماك- تمارس بعض المراكب غير المرخصة الصيد فيها وعلى مداخلها، وبخاصة مراكب الجر الآلية التابعة لمينائي دمياط وبورسعيد. ونتيجة الانفلات الأمني الذي شهدته المحافظة خلال السنوات الأخيرة؛ ذهب بعض الصيادين بالبحيرة الي صيد القشريات (الجمبري والكابوريا) واستعمال أساليب الصيد الجائر المخالفة لقوانين الصيد، مثل أداة الجر (الكلسة)(**) التي تعمل علي تدمير زريعة الاسماك وصغارها عند صيد الجمبري- خاصة خلال الشهر الأول من فتح البحيرة للصيد- بالإضافة إلى استخدام شباك ضيقة تعمل على صيد صغار الأسماك(***)؛ وهو ما يؤثر على تكاثر الأسماك ويؤدي إلى خفض إنتاج البحيرة. كما تعاني بحيرة البردويل من انتشار القواقع الشوكية بقاع البحيرة، إلى جانب كميات كبيرة من العوالق التي يضعها الصيادين والمتمثلة في الكتل الحديدية والخرسانية وإطارات

(*) وفقاً للقانون رقم ١٢٤ لسنة ١٩٨٣م يمنع الإقتراب من فتحتى البوغازين لمسافة دائرة نصف قطرها ٢ كيلو متر من البحيرة.

(**) **الكلسة** عبارة عن شباك معقودة بها كتل من الرصاص يتمكن بها الصياد من اصطياد صغار الأسماك – خاصة زريعة الدنيس- والجمبري بكل أنواعه.

(***) يُحظَر على الصيادين استخدام الشبكات ذات الفتحات التي تقل عن ٤٠ مليمتراً في بحيرة البردويل.

السيارات ومراكب الصيد المتهالكة؛ حيث تتجمع الطحالب وأسراب الأسماك حولها فيسهل صيدها؛ وهو ما يسفر عن تقسيم جسم البحيرة، ويؤثر على حركة المياه ومراكب وشباك الصيد بداخلها؛ وتقوم إدارة البحيرة بالتعاون مع الجهات المختصة بإزالة هذه العوالق من وقت لآخر، لوحة (٣).

Source:(https://www.facebook.com/Bardawillake)

لوحة (٣) عوائق ووحدات صيد وشباك مخالفة تم استخلاصها وضبطها بمياه بحيرة البردويل (٢٠١٤م)

- **المشكلات الإنتاجية:** أظهرت دراسة شملت ٦٥ صياداً بالبحيرة أهم المشكلات الإنتاجية المتعلقة بالإجراءات الإدارية والفنية وأسعار مستلزمات الصيد والعمالة والخدمات فيما يلي: ارتفاع أسعار الزيوت والوقود المستخدم بالمراكب(٩٤%)، طول فترة إغلاق البحيرة (أربعة أشهر) بالإضافة إلى عطلة أسبوعية لمدة يومين (٨٧%)، ارتفاع أسعار أدوات الصيد وعدم إعفاءها من الجمارك (٨٧%)، تعدد وكثرة فرض الرسوم عند استخراج وتجديد الترخيص والتأمين وكذلك الإنتاج

(٧٩%)، ارتفاع تكاليف العمالة البحرية وقلتها(٧٩%)، عدم توفر ورش خاصة لصيانة وإصلاح المراكب داخل البحيرة (٧٥%)، عدم توفير فرص عمل بديلة للصيادين خلال فترة إغلاق البحيرة (٦٦%)، عدم وجود مراكز رعاية وتأمين صحي للصيادين داخل البحيرة (٦٦%)، السماح لأداة الجر (الكلسة) بالصيد خلال الشهر الأول من فتح البحيرة بما يضر بالزريعة (٣٦%)[١].

المبحث الخامس: تكلفات التدهـور البيئي والإدارة المتكاملة للبحـيرات الشمالية:

يعرف التدهور البيئـي Environmental Degradation بأنـه "التـأثير علـى البيئـة بما يقلل من قيمتها أو يشوه من طبيعتها البيئية أو يستنزف مواردها أو يضر بالكائنات الحية"[٢].

وقد اعتبرت تكلفات التدهور البيئي بمثابة مقياس للرفاهية التي يخسرها المجتمع، وتتضمن هذه الخسارة على سبيل المثال: فقدان السكان للحياة الصحية والراحة، الخسائر الاقتصادية، فقدان الفرص البيئية (مثل التراجع في القيم الترفيهية للبحيرات والأنهار والشواطئ...الخ).

وبحسب دراسة البنك الدولي (٢٠٠٢م) بلغت إجمالي تكلفات التدهور البيئي في مصر ١٦,٤ مليار جنيه سنوياً، شكلت ٥,٤% من الناتج المحلي الإجمالي، أسهم فيها التدهور المائي بتكلفة بلغ مقدارها ٢,٩ مليار جنيه(١% من الناتج المحلي الإجمالي)[٣].

وتقدر تكلفة التدهور البيئي في بحيرة المنزلة –التي أمكن حصرها– بنحو ١٢٤٢ مليون جنيه، تتوزع على النحو التالي: ٩٣١ مليون جنيه قيمة الفاقد من الإنتاج

---

(1) Moustafa,R. I., Sewelam, E. Z., An Economic Study of the Situations of fish Production in Bardaweel Lagoon,J. Agric. Econom. and Social Sci., Mansoura Univ., Vol.3 (4): 2012, pp. 625 – 639.

(٢) وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قانون ٤ لسنة ١٩٩٤م، بإصدار قانون في شأن البيئة، والمعدل بالقانون ٩ لسنة ٢٠٠٩م، ص٣.

(٣) البنك الدولي، تقدير تكلفة التدهور البيئي في جمهورية مصر العربية، ٢٠٠٢م.

السمكي نتيجة التجفيف، و١٨٠ مليون جنيه تكاليف معالجة مياه الصرف، و٩٦ مليون جنيه تكاليف معدات فتح البواغيز، و٣٥ مليون جنيه تكلفة مشروع المعالجة البيولوجية لمياه بحر البقر[١].

كما فقدت بحيرة إدكو أكثر من ثلثي مسطحها خلال النصف الثاني من القرن العشرين؛ بسبب سياسة التجفيف لإنشاء المزارع السمكية أو التوسع الزراعي أو تعدي السكان على هوامش البحيرة بردمها والاستيلاء عليها؛ وقد أثر ذلك على كمية الإنتاج السمكي وعلى أحوال الصيادين[*] وأسرهم؛ حيث انخفضت إنتاجية المركب حتى أصبحت الأقل بين بحيرات شمال الدلتا(٧,٣٦ طن/ مركب/ سنة)، وازدادت المشكلات حدة نتيجة جهل الصيادين بأي حرفة أخرى؛ وهو ما أجبر أغلبهم على الاستمرار في مهنة الصيد والتي قد لا يكفي عائدها حد الكفاف[٢].

كذلك تظهر تداعيات التغير البيئي في بحيرة البردويل برغم نوعية المياه الجيدة بالبحيرة؛ حيث أسفر انخفاض نسبة الملوحة بها عن تناقص إنتاجها من أسماك الجمبري والكابوريا خلال الفترة (٢٠٠٩– ٢٠١٣م) بنسبة ١٥,٩% و٥٤,٥% لكل منهما على الترتيب، وقد قدرت خسائر هذا التناقص بنحو ٢٩,٢٢ مليون جنيه، وذلك بحسب أسعار عام ٢٠١٣م[**].

---

(١) محمد سمير مصطفى، التدهور البيئي في مصر – منهج دليلي لتقدير تكاليف الضرر(البحيرات الشمالية المصرية نموذجاً)، سلسلة قضايا التخطيط والتنمية(٢٥٧)، معهد التخطيط القومي، يونيه ٢٠١٤م، ص٩١.

(*) وفقاً لإحصاءات عام ٢٠١٥م بلغ عدد بطاقات الصيادين بالبحيرة ١٤٠٨ بطاقة سنة واحدة، و٢٠٤ بطاقة ٥ سنوات (الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية، كتاب الإحصاءات السمكية السنوي، ٢٠١٥م، ص٩٩).

(٢) عبد العظيم أحمد عبد العظيم، مرجع سبق ذكره، ص١٧٧.

(**) انخفض الإنتاج السمكي من الجمبري بمقدار ٢٠١٨ طن، وانخفض الإنتاج السمكي من الكابوريا بمقدار ٨٧٨ طن، وبلغ متوسط سعر الكيلو من النوع الأول عام ٢٠١٣م بسوق العبور ١٨,٦٩ جنيه، ومن النوع الثاني (جمبري ١، جمبري ٢) ٥٨,٧٤ جنيه.

وتتمثل أهم محاور العمل التنموي للحفاظ على بيئة البحيرات وتنميتها فيما يلي:

أولاً: تطهير البواغيز ورفع كفاءتها:

نظراً للدور الحيوي للبواغيز في تجديد مياه البحيرات وتحسين حالتها النوعية والإنتاجية، يتطلب الأمر توفير الاعتمادات المالية لعمل الدراسات وتنفيذ عمليات التطهير والتطوير والصيانة بشكل دورى، وشراء كراكات قاطعة ماصة قدرة ١٢٠٠ حصان لتطهير الفتحات والبواغيز من جهة البحيرات وشق القنوات الإشعاعية.

ونتيجة لسرعة إطماء البواغيز فإنه من الضروري إنشاء قنوات مائية عميقة، تمتد من أمام البواغيز إلى عمق البحيرات، بالإضافة إلى تطهير الفتحات البحرية والمنشأة تحت الطرق التى تمر على بعض البحيرات؛ وذلك لتدوير المياه البحرية وربطها بالبحيرات.

كذلك يتطلب الأمر تشديد الرقابة على الصيد بقطاعات البواغيز كمناطق غير مستغله Zone No-Take، حفاظاً علي التنوع البيولوجي للبحيرات.

ثانياً: المعالجة البيولوجية لمياه الصرف الصحي:

يعتبر مشروع المعالجة البيولوجية شرقي بحيرة المنزلة من المشروعات الرائدة في تحسين نوعية المياه، قامت بتنفيذه وزارة الدولة لشئون البيئة عام ٢٠٠٧م على مساحة ٢٠٠ فدان، بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP) وبتمويل من مرفق البيئة العالمي(GEF). ويعالج المشروع يومياً كمية تتراوح بين ٢٥ – ٥٠ ألف متر مكعب من مياه مصرف بحر البقر قبل صرفها إلى بحيرة المنزلة.

ويعتمد المشروع على نظام بسيط يتضمن ثلاث مراحل رئيسة، هى كالتالي[١]:

- المرحلة الأولى: ضخ المياه من مصرف بحر البقر إلى أحواض ضخمة بمساحة ٧٠ فداناً، يسمح فيها بترسيب المواد العالقة.

(1) Farid, N. S, Economic Evaluation of Water Treatment Using Constructed Wetland "Case Study" Lake Manzala Project, M. Sc. Thesis, Department of Environmental, Administrative Development, Economics & Law, Institute of Environmental Studies & Research,Zagazig University, 2009, p.132.

- المرحلة الثانية: تمرير المياه فى مجموعه من خلايا المعالجة السطحية والمزروع بها نباتات (مثل البوص والبردي وعدس الماء وغيرها)، حيث يتم إزالة ٧٥% على الأقل من الملوثات.
- المرحلة الثالثة: توجيه جزء من المياه المعالجة إلى المزارع السمكية بمساحة ٦٠ فداناً، والباقى يستخدم فى الزراعة أو يتم إعادته إلى المصرف مرة أخرى.

ويعرض الجدول (١٤) نسب الإزالة النهائية للعناصر المعدنية وفقاً لكميات تصريفها في مراحل المعالجة المختلفة.

جدول(١٤) إزالة العناصر الثقيلة عبر المعالجة البيولوجية لمياه مصرف بحر البقر (اعتماداً على حجم تدفقات ٥٠ ألف م٣/ يوم)

العنصر	إجمالي التدفق (كجم/ سنة)	مرحلة الترسيب (كجم/ سنة)	مرحلة المعالجة البيولوجية (كجم/ سنة)	مرحلة التصريف (كجم/ سنة)	نسبة الإزالة (%)
النحاس	٣٩٠	٣٣٠	٤٢,٤	١٢	٩٧
النيكل	٢٣٦	٢٠٣	١٨	١٣,٦	٩٤
الرصاص	٢٥٠	٢١٥	١,٥	٣٣	٨٧
الزنك	٧٠٧	٦٠٧	٩٢	٦	٩٩
الكروم	٤٦٣	٤٠٠	٥٢	٣,٦	٩٧
الحديد	٩٦٣٠٠	٩١٥٠٠	٥	٤٧٩٥	٩٥
المنجنيز	١٤٩٠	١٤٠٠	٥	٨٥	٩٤
الزئبق	٨,٠٣	٢,٠٦	٠	٥,٩٧	٢٦
الكادميوم	٨٨٦	٧٦٢	٠	١٢٤	٨٦

Source: United Nations Development Agency, Lake Manzala Engineered Wetland, One United Nations Plaza, New York, United States 10017, Project: EGY/93/G31,March 31, 1997, p.61.

ويتضح من الجدول ارتفاع نسب إزالة العناصر بشكل عام، وبخاصة النيكل والمنجنيز والحديد والنحاس والكروم والزنك، حيث تجاوزت النسبة ٩٤%، بينما انخفضت نسبياً مع عنصر الزئبق، فلم تتجاوز ٢٦%.

وتختلف نسب الإزالة بحسب كمية المياه المعالجة، فتزيد بشكل عام مع انخفاض

كمية المياه المعالجة، فمع التدفقات العالية (٤١ ألف م٣/ يوم) تبلغ نسبة إزالة المواد الصلبة العالقة الكلية والأكسجين المستهلك حيوياً والفسفور الكلي والنيتروجين الكلي والنيتروجين العضوي والأمونيوم ٩٥% و٥٢% و٣٢% و١٥% و٣% و١٧% لكل منها على التوالي، تصل مع التدفقات المنخفضة (٧ آلاف م٣/ يوم) إلى ٩٤% و٨٣% و٧١% و٦٧% و٥٤% و٧٠% لكل منها على التوالي[١].

ويعد المشروع نموذجاً ناجحاً لتحقيق التوازن بين الحفاظ على الموارد الطبيعية وتحقيق التنمية؛ حيث يقدم بديل رخيص التكلفة لتحسين نوعية المياه (تصل إلى ١٠% فقط من تكلفة المعالجة بالطرق التقليدية)، كما يستفاد من المخلفات التى تنتج عن عملية الترسيب وقص الأطراف النامية للنباتات، بالإضافة إلى الإسهام في تنمية الثروة السمكية بالمنطقة، وزيادة الإنتاج الزراعي من خلال توفير جزء من المياه اللازمة لري الأراضى المتاخمة لموقع المشروع.

ومن ثم يعد المشروع خطوة رائدة وتجربة ناجحة فى مجال معالجة المياه، من المنتظر تعميمها على باقي بحيرات شمال الدلتا؛ نظراً لما تعانيه من أحمال مرتفعة للتلوث بالمخلفات العضوية.

ثالثاً: تفعيل حماية المسطحات البحيرية من التعديات والتهديدات المستقبلية:

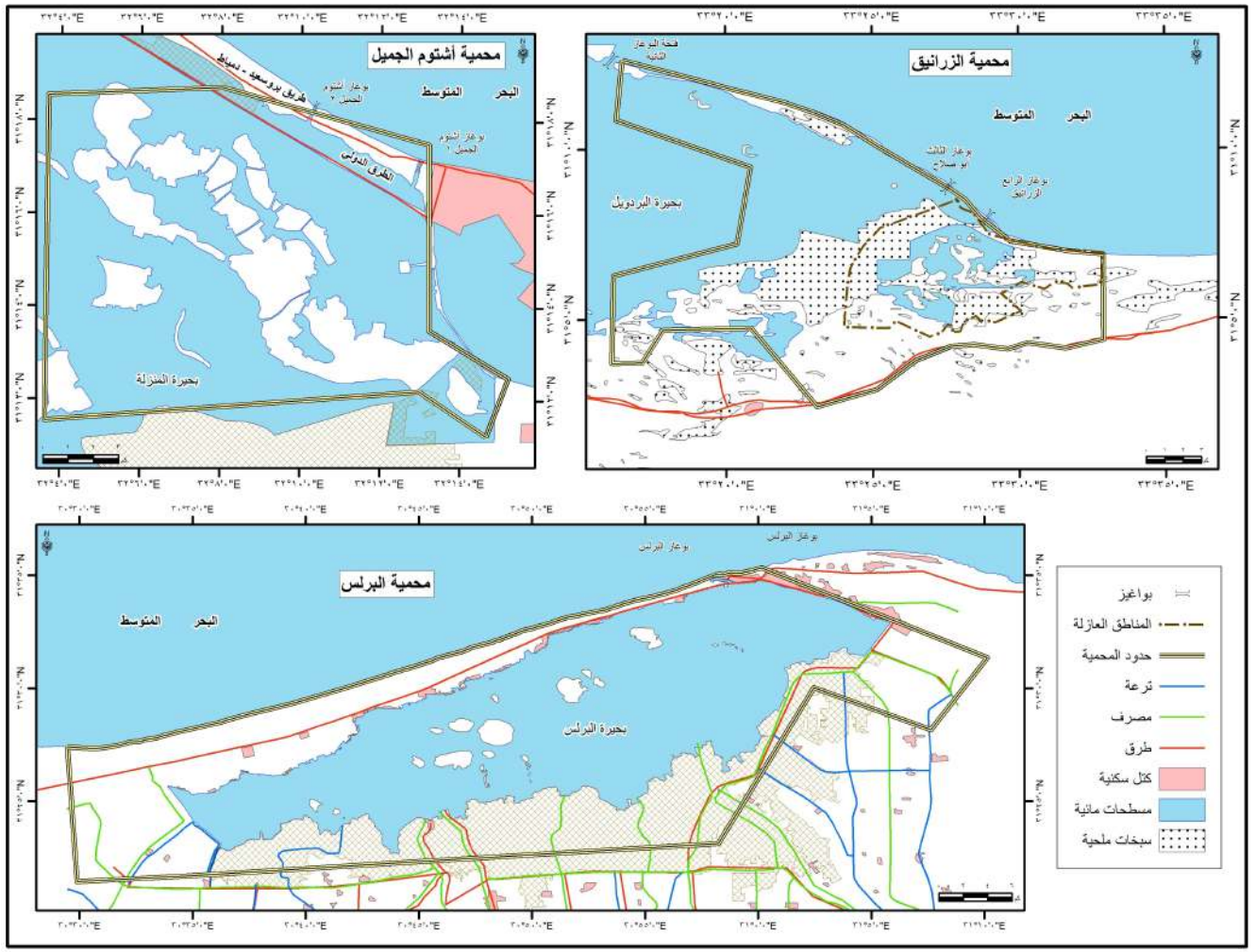
تضم بحيرات مصر الشمالية ثلاث محميات طبيعية، تتباين فيما بينها من حيث مساحتها وخصائصها التركيبية، شكل (١٧). وهى من الشرق للغرب على الترتيب التالي[٢]:

- **محمية الزرانيق:** أعلنت كمحمية أراضي رطبة ومعزل طبيعي للطيور عام ١٩٨٥م على مساحة ٢٣٠ كيلومتر مربع، وتضم القطاع الشرقي من بحيرة البردويل أحد المفاتيح الرئيسة لهجرة الطيور فى العالم ومن المناطق ذات الأهمية الدولية الخاصة بسكنى الطيور المائية التابعة لاتفاقية "رامسار".

---

(1) United Nations Development Agency, Op.Cit, p.60.

(٢) وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع حماية الطبيعة، الإدارة العامة لمحميات المنطقة الشمالية، متاح على: (http://www.eeaa.gov.eg).



شكل (١٧) محميات البحيرات الشمالية في مصر حتى ٢٠١٦م

- **محمية أشتوم الجميل وجزيرة تنيس:** تقع المحمية بالجزء الشمالي الشرقي لبحيرة المنزلة، وتبلغ مساحتها ١٧١ كيلومتر مربع، وقد أعلنت كمحمية طبيعية منذ عام ١٩٨٨م؛ نظراً لموقعها في مواجهة خطوط سير الطيور المهاجرة. وينتشر بقطاع المحمية الغطاء النباتي داخل النظم البيئية المتنوعة (الأرضية والمائية)، كما تسهم المحمية في الحفاظ على المخزون السمكي وحماية الزريعة بمنطقة البواغيز.
- **محمية البرلس:** أعلنت المحمية عام ١٩٩٨م بمساحة ٤٦٠ كيلومتر مربع، وتشتمل المحمية على بحيرة البرلس بما تضمه من جزر، بالإضافة إلى حاجز رملي يفصل البحيرة عن البحر المتوسط بطول ٦٥ كيلومتر تقريباً. وتتميز المحمية بموقع فريد لتكاثر الطيور المائية، وأحد المسالك الرئيسة لهجرة الطيور البرية؛ وهى ثاني مناطق الساحل الشمالي التي تتبع اتفاقية "رامسار".

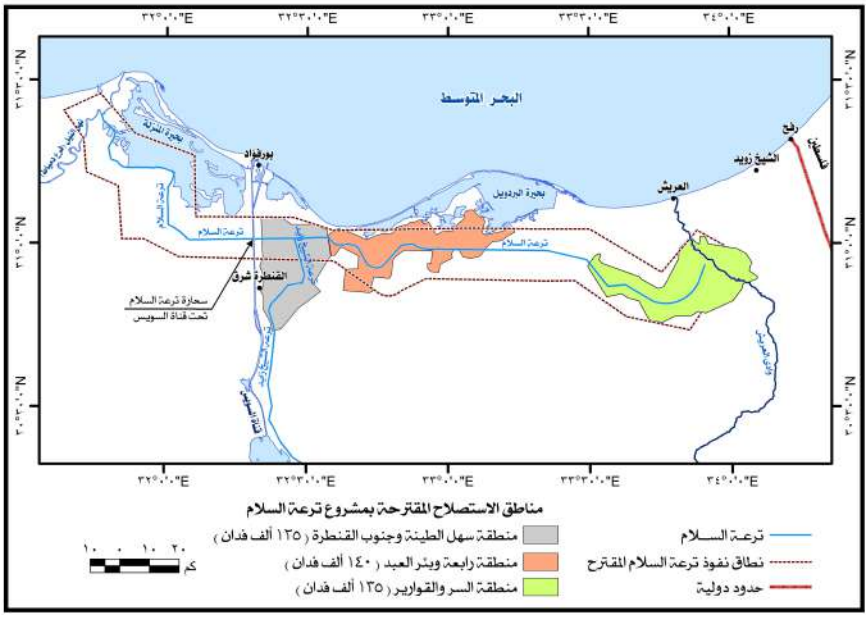
ويمثل المسطح المائي الواقع بقطاعات محميات البحيرات الشمالية ثلث (٣٤,١,٠%) مساحة المسطح المائي الكلي لهذه البحيرات، وبالرغم من التدهور البيئي الشديد في بحيرتي إدكو ومريوط إلا أنه لم تخضع أية مساحة منها لأنظمة حماية، وهو السبب الذي أعُلنت لأجله بحيرات بأكملها محميات– مثل بحيرة قارون.

ونظراً لغياب منظومة الإدارة المتكاملة والتنسيق البيني للأجهزة المسؤولة، فلا تزال هناك العديد من مظاهر التدخل والاستغلال الجائر ببعض القطاعات المحمية، بما لذلك من تأثيرات سلبية على أنظمتها البيئية، كالملاحات بقطاع محمية الزرانيق وأعمال الردم والتجفيف بقطاع محمية البرلس.

كذلك تهدد البحيرات أخطار مستقبلية لها تداعياتها بالغة الأثر على نظامها البيئي والحيوي.

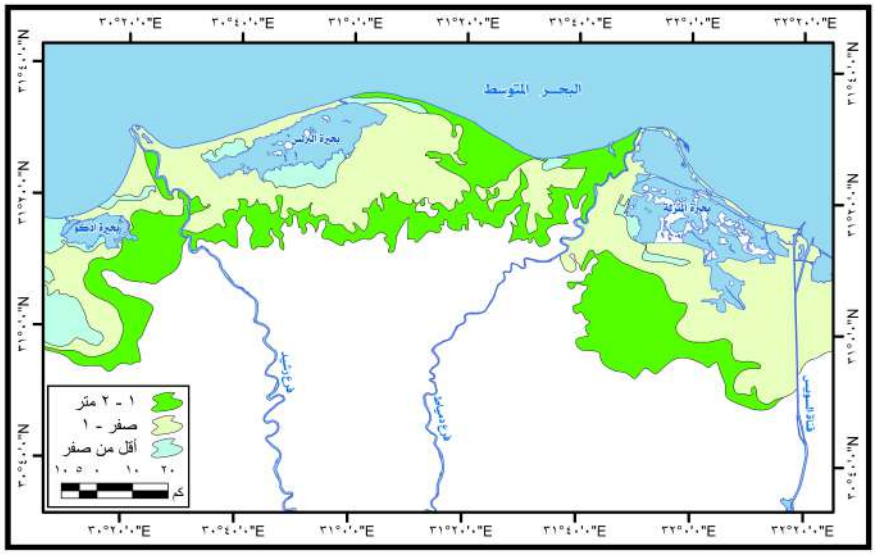
فهناك مخاوف ترتبط باستكمال مشروع ترعة السلام. ويهدف المشروع إلى استصلاح مساحة ٤٠٠ ألف فدان شرق قناة السويس، تتوزع على ثلاث مناطق، منها ١٤٠ألف فدان بمنطقة رابعة وبئر العبد على الأطراف الجنوبية لبحيرة البردويل؛ مما سيكون له بالغ الأثر على بيئة هذا القطاع البكر، وبخاصة الحالة النوعية للمياه الجوفية والسطحية ؛ حيث تحمل الترعة مياه عذبة مخلوطة بمياه

الصرف الزراعى الملوث بالصرف الصحى من مصرفى حادوس والسرو، شكل (١٨).



المصدر: وزارة الأشغال العامة والموارد المائية، القاهرة، ٢٠٠٣م، (بتصرف).

شكل (١٨) مسار ترعة السلام والأراضي المقترح استصلاحها بشمال سيناء



Source: Frihy, O.E., 2003, (بتصرف)

شكل (١٩) مساحة الأراضي المهددة بالغرق بالقطاع الساحلي لدلتا النيل نتيجة ارتفاع منسوب سطح البحر وفقاً للمنسوب

على الجانب الآخر تتهدد بحيرات شمال الدلتا أخطار التغير المناخي وارتفاع منسوب سطح البحر المتوسط، شكل (١٩).

فقد أظهرت نتائج تحليل البيانات المأخوذة من ستة مواقع شاطئية بمصر خلال الفترة من ١٩٣٠م إلى ١٩٨٠م، ارتفاع مستوى سطح البحر بنحو ١١,٣٥ سنتيمتراً، وذلك في مناطق رشيد ودمياط [١]. وتؤكد هذه التغيرات دراسات أخرى تشير إلى ارتفاع منسوب سطح البحر بنحو ١,٦ مليمتر/ سنة بمنطقة الإسكندرية ، و١,٠ مليمتر/ سنة بمنطقة البرلس، و٢,٣ مليمتر/ سنة بمنطقة بورسعيد[٢].

وتتمثل خطورة هذه التغيرات في إغرق مساحات كبيرة من الأراضي بالنطاق الساحلي للدلتا، تبلغ ٤٨٨٢ كم٢ في حالة ارتفاع منسوب سطح البحر بمقدار نصف متر، تزيد إلى ٧٢٧٩,٥ كم٢ في حالة ارتفاع منسوب سطح البحر بمقدار متر[٣]. وهو المنسوب الذي تقع دونه كافة بحيرات شمال الدلتا.

ويتطلب ذلك مزيداً من الإجراءات الاحترازية الجادة، لحماية النطاق الساحلي والأراضي الرطبة بقطاع شمال الدلتا، والتخفيق من حدة الآثار الإيكولولوجية والحيوية المصاحبة للتغيرات.

---

(١) وزارة الدولة لشئون البيئة، وحدة التغيرات المناخية، مصر والتغيرات المناخية، ٢٠٠٨م، ص٦.

(2) Frihy, O.E.,The Nile Delta-Alexandria Coast: Vulnerability to Sea-Level Rise, Consequences and Adaptation, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 8: Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2003, pp.124-125.

(٣) فتحي محمد مصيلحي، المشكلة السكانية ومستقبل مصر، دار الماجد للنشر والتوزيع، القاهرة،٢٠١٠م، ص١٣٤.

نتائج الدراسة:

- فقدت بحيرات شمالي الدلتا خلال الفترة (١٩٧٢-٢٠١٦م) حوالي ١٩٠,١ كيلومتر مربع، وقع منها ٨٧,٠% في بحيرتي البرلس والمنزلة؛ نتيجة التجفيق وعمليات الإطماء، في حين زادت المساحة الكلية لبحيرة البردويل بنسبة ١٠,٨% خلال الفترة ذاتها؛ نتيجة إعاة فتح بوغازي البحيرة وتعهدهما المستمر بالتطهير.
- أظهرت التحليلات تباين كبير في متوسط تركيز الأملاح بمياه البحيرات الشمالية، حيث ارتفع المتوسط في بحيرة البردويل إلى ٤٥,٥ جرام/ لتر؛ نظراً لاقتصار تغذيتها على البواغيز البحرية، وانخفض المتوسط في بحيرات شمال الدلتا ليتراوح بين ١,٥ و٣,٩ جرام/ لتر؛ نظراً لاتصالها بالمصارف التي تمدها بكميات هائلة من المياه تتميز بانخفاض مستويات ملوحتها.
- ارتفعت مستويات شفافية المياه إلى ١٧٠,٤ سم في بحيرة البردويل، بينما تراوحت في بحيرات شمال الدلتا بين ٢٥,٨ و٤٩,٨ سم. وانخفضت مستويات شفافية المياه في فصل الشتاء في أغلب البحيرات الشمالية؛ باعتباره فصل سقوط الأمطار، والتي تمثل بدورها مصدراً مهماً من مصادر تغذية البحيرات بالمياه غير الرائقة.
- ارتفع تركيز المغذيات في مياه البحيرات الشمالية؛ بسبب ارتفاع مستويات التلوث بالمخلفات العضوية ومتبقيات الأسمدة، فتراوح المتوسط السنوي لتركيز الأمونيا بين ٠,١ و٢,١ ملليجرام/ لتر، وتراوح تركيز النترات بين ٠,٣ و٠,٤ ملليجرام/ لتر، وجاءت أدنى التركيزات في بحيرة البردويل. كذلك ارتفعت المتوسطات السنوية لتركيزات الفسفور الفعال والكلي، متجاوزة الحدود المصرح بها دولياً في جميع البحيرات فيما عدا بحيرة البردويل التي وصلت بها التركيزات حدها الأدنى في مياه البحيرات الشمالية (٥,٦ و٥٣,٢ ميكروجرام/ لتر للفسفور الفعال والكلي على التوالي)، ووصلت حدودها القصوى في بحيرة مريوط (٣٨٠,٠ ميكروجرام/ لتر فسفور) وإدكو (٩٥٠,٦ ميكروجرام/ لتر فسفور) للفسفور الفعال والكلي على التوالي.

- ارتفعت نسب عدم المطابقة البكتريولوجية بالمياه في أغلب محطات الرصد بالبحيرات الشمالية– فيما عدا بحيرة البردويل– وكان أكثرها ترديا قطاعات البحيرات القريبة من مصبات المصارف، وتحسنت الحالة البكتريولوجية للمياه بصورة عامة بالقطاعات الشمالية القريبة من فتحات البواغيز.
- ارتبط عدد وكثافة الهائمات النباتية في البحيرات الشمالية بتركيزات النترات والفسفور الكلي بالمياه بدرجة ارتباط بلغت(٠,٦٧ و٠,٣٥) مع العنصر الأول و (٠,٥٦ و٠,٦٠) مع العنصر الثاني.
- أظهرت الدراسة انخفاضاً نسبياً في مؤشر التنوع الطحلبي في بحيرة البردويل مقارنة ببحيرات الدلتا، حيث تراوحت قيمه بين (٠,٣٧) صيفاً و(٠,٥٦) شتاء. في المقابل تقاربت قيم المؤشر وجاءت أعلى نسبياً في بحيرات شمال الدلتا، حيث تراوحت بين (٠,٢٥ و٠,٢٩) صيفاً و(٠,٢٣ و٠,٢٧) شتاء، وكانت بحيرة المنزلة هى الأكثر تنوعاً؛ ويرجع السبب في ذلك إلى الزيادة في أعداد الطحالب الخضراء والمزرقة، نتيجة ارتفاع تركيزات الفسفور والنيتروجين في المياه.
- اتسعت المساحة التي تشغلها النباتات والحشائش المائية في البحيرات الشمالية في مصر، فاقتربت من نصف مساحة الجسم المائي لبحيرة مريوط (٤٨,٨%) وزادت على خمسي المسطح المائي لبحيرة البرلس (٤٢,٠%)، وتراوحت بين خُمس وسُبع مساحة المسطح المائي في بحيرتي إدكو والمنزلة (١٩,٤% و١٥,٨% على التوالي)، واقتصرت النباتات المائية في بحيرة البردويل على بعض أنواع الأعشاب البحرية والنباتات الطحلبية في قطاعات محدودة.
- سُجّل سبعة عشر نوعاً من النباتات المائية بمحطات الرصد بالبحيرات الشمالية المصرية، اختلف تركيبها النوعي وتوزيعها الجغرافي طبقاً للحالة النوعية للمياه، فتركزت النباتات التي تتحمل الملوحة شمالاً بالقرب من فتحات البواغيز، بينما تركزت نباتات المياه العذبة بالقرب من مصبات المصارف. كذلك اقتصر التركيب النباتي بالقطاعات الأكثر تلوثاً على الأنواع الأكثر قدرة على تحمل مستويات التلوث المرتفعة.

- كشفت الدراسة عن علاقة ارتباط طردي قوي بلغت درجته (٠,٨٦) بين كثافة الهائمات الحيوانية والنباتية بمياه البحيرات الشمالية. ونظراً لارتباط كثافة الهائمات الحيوانية بتنوع التركيب السمكي، فقد ارتفعت كثافة الهائمات الحيوانية في بحيرتي البرلس والمنزلة، بينما انخفضت في بحيرتي البردويل ومريوط .
- نظراً لارتباط تنوع وكثافة الحيوانات القاعية بدرجة ملوحة المياه وطبيعة رواسب القاع العضوية والطمي الرملي، فقد ارتفع عدد الحيوانات القاعية في بحيرة البردويل إلى ٥٤ نوعاً، بينما تراوح في بحيرات الدلتا بين ١٠ أنواع في بحيرة مريوط و ٣٢ نوعاً في بحيرة البرلس.
- ارتفعت نسبة الإنتاج السمكي من البلطي والعائلة البورية في بحيرات الدلتا بشكل عام؛ حيث مثل النوعين معاً ٧٤% من مجموع الإنتاج السمكي للبحيرات. وجاء التركيب السمكي في بحيرتي المنزلة والبرلس الأكثر تنوعاً بين البحيرات، بينما تميز التركيب النوعي للأسماك في بحيرة البردويل عن نظيره في البحيرات الشمالية الأخرى بسيادة الأنواع التي لها القدرة على تحمل الملوحة.
- يُظهر تتبع إنتاج بحيرات شمال الدلتا من الأنواع البحرية الرئيسة (الكابوريا – الجمبري– الدنيس– القاروص) خلال الفترة (٢٠٠٦–٢٠١٥م) انخفاضاً واضحاً في إنتاجها بسبب انخفاض مستويات الملوحة بها، كذلك تعاني هذه البحيرات من التركيزات العالية للعناصر الثقيلة بأجسام الأسماك.

توصيات الدراسة:

- تشديد وتفعيل إجراءات حماية المسطحات البحيرية من كافة مظاهر التعدي عليها، سواء بالردم أو التجفيف أو أحواش الاستزراع السمكي.
- توسيع البواغيز ودورية تطهيرها وزيادة عددها لتخدم أكبر مساحة ممكنة من البحيرات.
- دراسة الأسلوب الأمثل لتحسين دورة المياه داخل البحيرات، من خلال فتح ممرات مائية وسط تجمعات النباتات المائية، وتزويد مصبات المصارف

بمانعات الأعشاب والحشائش.

- وضع خطة علمية لحصر مساحة النباتات والحشائش المائية في كل بحيرة، والعمل علي الحد من انتشارها، والاستفادة من بعضها في تنقية المياه من الملوثات والمعادن الثقيلة.
- إصدار معايير خاصة بلشتراطات نوعية مياه بالبحيرات المصرية، على غرار القانون رقم (٤٨) لسنة ١٩٨٢م بالنسبة لنهر النيل ومجاري المياه العذبة، والقانون رقم (٤) لسنة ١٩٩٤م للمياه البحرية.
- تقدير العناصر الغذائية ورفع مستوياتها بمياه البحيرات، وإمدادها بالكميات المناسبة من الزريعة السمكية، وتعميم وقف نشاط الصيد خلال مواسم التفريخ وإنتاج الزريعة– كما هو شأن بحيرة البردويل– بالإضافة إلى تشديد الرقابة على البواغيز.
- إقامة مفارخ لأسماك البلطي والمبروك على الجزر الداخلية بالبحيرات، وتقييم حرف الصيد العاملة بها، والتصدي لمخالفات الصيد، وتحديد الجهد الأمثل للصيد فى مناطق الصيد المختلفة، وجهد الصيد الواقع على مختلف أنواع الأسماك.
- وقف أنشطة الملاحات غير المطابقة للمواصفات الفنية والبيئية، وإغلاق مآخذ قنوات التغذية التي لها تأثير سلبي على الحالة النوعية والإنتاجية لمياه البحيرات، وضرورة التنسيق بين الجهات المختصة بمنح تراخيص إنشاء الملاحات(المحافظات– وزارة لزراعة– وزارة البيئة– الهيئة العامة للثروة المعدنية– الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية).
- ضرورة مطابقة مياه الصرف الزراعي والصحي والصناعي التي تصب في البحيرات مع اشتراطات القانون (٤٨) لسنة ١٩٨٢م، وتعميم مشروع المعالجة البيولوجية لمياه مصرف بحر البقر شرقي بحيرة المنزلة على المصارف الرئيسة بقطاع شمال الدلتا.
- إجراء مزيد من الدراسات حول آثار التغيرات البيئية على الوظائف الإيكولوجية للأنظمة الساحلية؛ للتخفيق من حدة هذه الآثار واتباع الأساليب المثلى في التكيف معها.

(قائمة المصادر والمراجع)

أولاً: قائمة المصادر والمراجع باللغة العربية:

أ- قائمة المصادر العربية:

١. البنك الدولي، تقدير تكلفة التدهور البيئي في جمهورية مصر العربية، ٢٠٠٢م.
٢. جريدة الصياد – العدد العشرين، مايو – يونية، ٢٠٠٣م.
٣. معهد السياسات البيئية الأوروبية و أمانة رامسار، اقتصاديات النظم الإيكولوجية والتنوع البيولوجي للمياه والأراضي الرطبة، موجز تنفيذي، ٢٠١٣م.
٤. وزارة الأشغال العامة والموارد المائية، القاهرة، ٢٠٠٣م.
٥. وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، برنامج سيم، محافظة دمياط، ٢٠٠٣م.
٦. وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، تقرير حالة البيئة في مصر، ٢٠١٣م، إصدار ٢٠١٥م.
٧. وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، خطة العمل البيئي لمحافظة الإسكندرية، ٢٠٠٨م.
٨. وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قانون ٤ لسنة ١٩٩٤م، بإصدار قانون في شأن البيئة، والمعدل بالقانون ٩ لسنة ٢٠٠٩م.
٩. وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع حماية الطبيعة، محمية البرلس (كفر الشيخ)، متاح على:(http://www.eeaa.gov.eg).
١٠. وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع حماية الطبيعة، الإدارة العامة لمحميات المنطقة الشمالية، متاح على: (http://www.eeaa.gov.eg).
١١. وزارة الدولة لشئون البيئة، جهاز شئون البيئة، قطاع نوعية المياه، الإدارة المركزية لنوعية المياه، ملخص نتائج الرحلات الحقلية لبرنامج الرصد البيئي للبحيرات المصرية، فبراير – أغسطس، أعوام: ٢٠١٠م، ٢٠١١م، ٢٠١٢م، ٢٠١٣م، ٢٠١٤م، ٢٠١٥م.
١٢. وزارة الدولة لشئون البيئة، خطة العمل البيئي لمحافظة شمال سيناء، ٢٠٠٨م.
١٣. وزارة الدولة لشئون البيئة، وحدة التغيرات المناخية، مصر والتغيرات المناخية، ٢٠٠٨م.
١٤ وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي، الهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية، كتاب الإحصاءات السمكية السنوي، عام ٢٠١٣م، عام ٢٠١٥م.

١٥.وزارة الصحة والسكان، مركز الرصد البيئي ودراسات بيئة العمل، بيانات غير منشورة، ٢٠١٢م.

ب- قائمة المراجع العربية:

١. رمزي إبراهيم راشد، موارد الثروة السمكية من بحيرة البردويل وساحل البحر المتوسط لمحافظة شمال سيناء-دراسة في الجغرافيا الاقتصادية، المجلة الجغرافية العربية، العدد الثالث والأربعون، الجزء الأول، ٢٠٠٤م.

٢. سامح غرايبة & يحيى فرحان، المدخل إلى العلوم البيئية، الطبعة الأولى، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، ١٩٨٧م.

٣. صابر زغلول محمد شمس، دور التغيرات البيئيه المعاصره فى الإنتاج السمكى ببحيره البرلس، رسالة دكتوراه، جامعة الزقازيق- فرع بنها، ٢٠٠٤م.

٤. عبد العظيم أحمد عبد العظيم، التدهور البيئي وآثارة الاجتماعية والاقتصادية على صيادي بحيرة إدكو، مجلة الإنسانيات، كلية الآداب، جامعة دمنهور، العدد التاسع، ٢٠٠١م.

٥. عبير عبد الرحمن كوسي، تأثير التلوث الصناعي والعضوي على القدرة الإنتاجية والمخزون السمكي في بحيرة مريوط بشمال مصر مع دراسة التوقعات المستقبلية لتأثير هذا التلوث على البحيرة، رسالة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة عين شمس، ٢٠٠٠م.

٦. علاء الدين حسين عزت، التغيرات الجغرافية بمسطح بحيرة أدكو،٢٠١٣م. متاح على: (damanhour.edu.eg/pdf).

٧. علياء حاتوغ- بوران، محمد حمدان أبو دية، علم البيئة، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، ١٩٩٦م.

٨. فتحي محمد مصيلحي، المشكلة السكانية ومستقبل مصر، دار الماجد للنشر والتوزيع، القاهرة، ٢٠١٠م.

٩. فهمي محمود الشرقاوي، دراسة تلوث بحيرة مريوط نتيجة صرف مياه المجاري والمخلفات الصناعية بها، المعهد العالي للصحة العامة، قسم صحة البيئة، جامعة الإسكندرية، ١٩٧٨م.

١٠.كمال حسين شلتوت، السلع والخدمات التي تقدمها الأراضي الرطبة: دراسة حالة بمنطقة دلتا النيل بمصر، مجلة أسيوط للدراسات البيئية -العدد الخامس والثلاثون، يناير ٢٠١١م .

١١. محمد سمير مصطفى، التدهور البيئي في مصر – منهج دليلي لتقدير تكاليف

الضرر (البحيرات الشمالية المصرية نموذجاً)، سلسلة قضايا التخطيط والتنمية (٢٥٧)، معهد التخطيط القومي، يونيه ٢٠١٤م.
١٢. منال عبد المحسن رمضان سعيد، الإنتاج السمكي في بحيرات مصر الشمالية، رسالة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة الزقازيق، ٢٠٠٤م.
١٣. نجلاء أحمد حسين، الإنسان والتغير البيئي في بحيرتي إدكو ومريوط، رسالة ماجستير، كلية الآداب، جامعة القاهرة، ١٩٩٩م.

ثانياً: قائمة المصادر والمراجع باللغة غير العربية:

1. Abayazid, H. Assessment of Temporal and Spatial Alteration in Coastal Lakes – Egypt, Eighteenth International Water Technology Conference, IWTC18, Sharm ElSheikh, 12-14 March 2015.
2. Abd El-Hady,H.H., et al, Phytoplankton Biochemical Contents and Zooplankton Composition in Vegetated and non-Vegetated Regions in Bardawil Lagoon, North Sinai, Egypt, International Journal of Fisheries and Aquatic Studies; 2 (5), 2015.
3. Abdelhamid, Y.S., Assessment Of Heavy Metal Residues In Lake Maryout And Their Combined Effects On The Enzymatic Responses In Tilapia Nilotica Fish , Master Thesis, Institute of Graduate Studies and Research, Alexandria University, 2013.
4. Abdelqawy, A.A., Seasonal Fluctuations of Fish Production from Egyptian Lakes, Minia Journal of Agricultural Research and Development,Vol, 2. No.11. 1989.
5. Abdel-Rasheed,M.E, Ecological Studies on Lake El-Manzalah with Special Reference to Their Water Quality and Sediment Productivity, Master Degree, Faculty of Science, Al-Azhar University, Cairo, 2011.
6. Abou El-Magd, I., & Ali, E.M., Estimating and Mapping Chlorophyll a Concentration as a Function of Environmental Changes of Manzala Lagoon, Egypt Using Landsat 7 ETM+ Images, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2(4), 2008.
7. Badr N. B., Hussein M. M., 2010, An input/output flux model of total phosphorus in Lake Edku, a northern eutrophic Nile Delta Lake, Global J. Environ. Res., 4 (2), 2010.
8. Canadian Council of Ministers of the Environment, Canadian Environmental Quality Guidelines, Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, 2004.
9. Donia,N.& Hussein,M., Eutrophication Assessment of Lake Manzala Using GIS Techniques, Eighth International Water Technology Conference, IWTC8 2004, Alexandria, Egypt.
10. Donia,N., Lake Maryut Monitoring Using Remote Sensing, Eighteenth International Water Technology Conference, IWTC18, Sharm ElSheikh, 12-14 March 2015.

11. El-karyony, I. A, Economic regular analysis patterns of fishing production, Mansoura journal of agriculture sciences - Mansoura University, Vol. 32, No. 5 (May 2007).
12. Elmanadiely, N.N., Heavy Metal Levels and Health Risk Assessment from Tilapia Fish Consumption from Lake Mariut Aquaculture Ponds, Master Thesis, High Institute of Public Health, Alexandria University, 2017.
13. El-Naggar,N.M., Effect of pollution on some tissues of oreochromis niloticus, Thesis (Ph.D.), Mansoura University, Faculty of Science, 2013.
14. Elshemy, M., Khadr,K., Hydrodynamic Impacts of Egyptian Coastal Lakes Due to Climate Change - Example Manzala Lake, International Water Technology Journal, IWTJ, Vol. 5 –No.3, September 2015.
15. Embabi, M.s., Moawad,M.B., A semi-automated Approach for Mapping Geomorphology of El Bardawil Lake, Northern Sinai, Egypt, Using Integrated Remote Sensing and GIS Techniques, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences (2014).
16. EPA (Environmental Protection Agency), National Recommended Water Quality Criteria, (2002)
17. Farid, N. S, Economic Evaluation of Water Treatment Using Constructed Wetland "Case Study" Lake Manzala Project, M. Sc. Thesis, Department of Environmental, Administrative Development, Economics & Law, Institute of Environmental Studies & Research,Zagazig University, 2009.
18. Frihy, O.E.,The Nile Delta-Alexandria Coast: Vulnerability to Sea-Level Rise, Consequences and Adaptation, Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 8: Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 2003.
19. Hamed,Y.A.et al, Assessment of Heavy Metals Pollution and Microbial Contamination in Water, Sediments and Fish of Lake Manzala, Egypt, Life Science Journal, 2013; 10(1). Available at: (http://www.lifesciencesite. com).
20. Hossen,H., Negm, A., Change Detection of Manzala Lake Using Remote Sensing and Geographic Information System, Vol. 19 No. 2 (2016-Special Issue). Available at(http://www.eijest.zu.edu.eg).
21. Hussein,G.D., Monitoring of Some Environmental Pollutants in Edku Lake Ecosystem, Thesis (Ph.D.), Minia University, Faculty of Agriculture, 2007.
22. Khairy,H.M., et al, Algal Diversity of the Mediterranean Lakes in Egypt, International Conference on Advances in Agricultural, Biological & Environmental Sciences (AABES-2015) July 22-23, 2015 London(UK).
23. Mageed,A.A., Distribution and Long-Term Histrorical Changes of Zooplankton Assemblages in Lake Manzala (South Mediterranean

Sea, Egypt), Egyptian Journal of Aquatic research, Vol. 33 No. 1, 2007.
24. Mageed,A.A., Spatial Temporal Variations of Zooplankton Community in the Hypersaline Lagoon of Bardawil, North Sinai-Egypt, Egyptian Journal of A quatic Research, Vol. 32, No.1, 2006.
25. Ministry of State for Environmental Affairs, (EEAA),Egypt State of Environment 2010.
26. Ministry of State for Environmental Affairs, Egypt's Fifth National Report to the CBD,2014.
27. Moustafa, R. I., Sewelam, E. Z., An Economic Study of the Situations of fish Production in Bardaweel Lagoon,J. Agric. Econom. and Social Sci., Mansoura Univ., Vol.3 (4): 2012.
28. Nafea,E.M., Zyada.M., Aquatic macrophytes and macrobenthos as biomarkers for heavy metal pollution in lake burullus, Mansoura science bulletin (B Biology) - Mansoura University,Vol. 36, No. 2, Supplement 1 (December 2009).
29. Saad, A.M., Impact of diffuse pollution on the socio-economic development opportunities in the coastal Nile Delta lakes. In: Diffuse Pollution Conference, Dublin,2003.
30. Saad, et al, Biodiversity of meiobenthic invertebrates in Lake Bardawil, Egypt, Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish., Vol. 16, No. 4 (2012).
31. United Nations Development Agency, Lake Manzala Engineered Wetland, One United Nations Plaza, New York, United States 10017, Project: EGY/93/G31,March 31, 1997.
32. WHO, Environmental Health Criteria No. 221, World Health Organization, Geneva, (2003).
33. Yones, E. M. Seasonal variation of concentrations and bioaccumulation of cadmium, copper and lead in water and muscles of nile tilapia (oreochromis niloticus) from lake burullus, Egypt, Mansoura Journal of Biology - Mansoura University, Vol. 38, No. 1 (June 2013).

Abstract

Environmental Assessment of the Biological Productivity of Egypt's Northern Lakes in the Light of Water Quality Indicators: A Geographical Study

Most coastal areas in Egypt are characterized with a diversity of ecosystems, habitats and organisms. However, most of Egypt's coastal areas suffer from encroachments, pollution and over-exploitation, resulting in shrinkage of large areas, poor water quality and low levels of productivity.

The northern lakes of Egypt, from 1972 through 2016, lost 128.1 km^2 of their total area, representing 5.6%. However, the productivity of lakes has increased lately due to the high concentrations of phosphorus and nitrogen nutrients, which in turn were associated with water pollution with organic waste and fertilizer residues.

The present study includes five sections. Section I presents the spatial evolution and land use map of the northern lakes. Section II investigates the factors affecting the quality and productivity of lakes. Sections III and IV handle the characteristics of water quality and its primary and secondary productivity.The last section discusses the costs of environmental degradation and ways of protecting and developing the northern lakes.

The study has revealed the strong relationship between water quality and its levels of productivity and a relative difference in the productivity of the lakes, the most obvious being between Lake Bardawil in North Sinai and North Delta lakes.

The study recommends maintaining water quality of the lakes through continuous purification of the lagoon water inlets (Bogaz), improvement of the internal water cycle, preventing infringements and ceasing activities detrimental to the environment. Besides, wastewater sewerage should agree with legal legislation.