

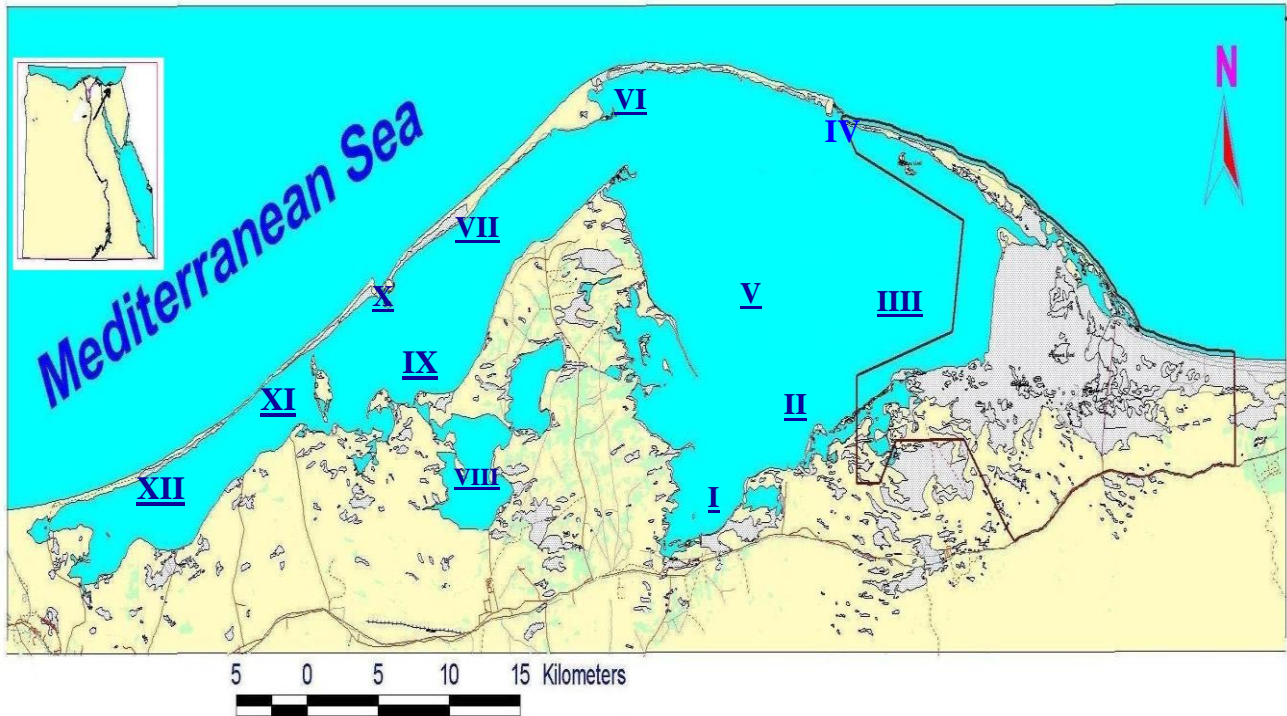
وزارة الدولة لشؤون البيئة  
جهاز شؤون البيئة  
قطاع نوعية البيئة  
الإدارة المركزية لنوعية المياه

## ملخص

التقرير السنوي (2011-2012)

برنامج الرصد البيئي للبحيرات المصرية

" بحيرة البردويل "



تعتبر بحيرة البردويل من أهم البحيرات المصرية لكونها أقل البحيرات الشمالية تلوثاً كما أنها تحتوى على أنواع عالية الجودة من الأسماك والتي يصدر معظم إنتاجها للخارج. تقع بحيرة البردويل على الشاطئ الجنوبي للبحر المتوسط وتشغل معظم الساحل السيناوى ويفصلها عن البحر المتوسط شريط ضيق من الرمال يتراوح عرضه من 100 م الى 1 كم. تبلغ المساحة الكلية لبحيرة البردويل حوالى 704.3 مليون متر مربع وتمتد بطول 85 كم تقريباً ويصل أقصى عرض لها 22 كم حيث تحتوى البحيرة على مساحات مفتوحة من المياه فى حين لا توجد أى مساحات مغطاة بالنباتات، ويمكن تقسيم البحيرة إلى جزأين الشرقى وهو بيضاوى الشكل والأخر الغربى وهو على شكل مستطيل، وتتصل بالبحر المتوسط عن طريق فتحتان صناعيتان يطلق عليها البواغيز حيث يحدث تبادل للمياه بين البحيرة والبحر المتوسط من خلال عملية المد والجزر، ويعتبر البواغيز المتصلين بالبحر المتوسط المصدرين الوحيدين للمياه للبحيرة حيث يبلغ متوسط عرضهما 150 متراً فى حين سجل أقصى عمق للمياه فى مركزهما 8.7 متراً تتضاءل تلك الأعماق كلما اتجهنا إلى الحواف.

تعتبر بحيرة البردويل حوض مائى ضحل تتراوح عمق المياه بالبحيرة بين 0.3 – 6.5 متراً، حيث سجل أعلى عمق للمياه أمام البواغيز فى حين كانت المنطقة الشرقية والتي تعرف بمنطقة الزرانيق أقل أعماق البحيرة، ويبلغ المتوسط السنوى لعمق مياه بحيرة البردويل حوالى 1.5 متر. ومن الجدير بالذكر أن بحيرة البردويل تحتوى على عدة جزر صخرية ورملية بلغت مساحتها حوالى 7.15 مليون متر مربع أى حوالى 1٪ من المساحة الكلية للبحيرة تغطى المياه جزء منها أثناء عملية المد.

تم أخذ عينات مائية ورسوبية قاعية من البحيرة بغرض إجراء التحاليل الهيدروكيميائية ، الأملاح المغذية ، القياسات البكتريولوجية ، مستويات الفلزات الثقيلة ، المبيدات الكلورونية ومشتقاتها والهيدروكربونات البترولية الكلية بالإضافة إلى تقدير كتلة الهائمات النباتية والحيوانية ودراسة بعض الخواص الجيوكيميائية بها.

تمت عملية الرصد من خلال 12 نقطة موزعة لتشمل مساحة البحيرة والمصارف التي تصب عليها ، وفيما يلى بيان بنتائج تحليل عينات المياه والرواسب التي جمعت من البحيرة والمصارف خلال شهر فبراير 2012.

المحطة	الموقع
1	التلول
2	الروضة
3	الزرانيق
4	بواغيز 2
5	م التلول
6	مسقط إبليس
7	الجلس

الرواق	8
شمال الرواق	9
بوغاز 1	10
النصر	11
الرابعة	12

## النتائج والمناقشة

### الخصائص الهيدروكيميائية

#### درجة الحرارة

درجة حرارة المياه من أهم العوامل المؤثرة على البيئة المائية ككل حيث تؤثر على نشاط كل الكائنات الحية الموجودة في المسطحات المائية من أسماك وهوام حيوانية وهائمات نباتية وبكتيريا. هذا بالإضافة لتأثيرها على كل الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه. سجلت أقل قيمة لدرجة حرارة مياة البحيرة خلال العام (14.92 درجة) في محطة 10 وكانت أعلى قيمة (34.10 درجة) قد سجلت في محطة 11 بمتوسط عام سنوي للبحيرة (24.29 درجة).

#### شفافية المياه

تعتبر درجة شفافية المياه على مدى قدرة الضوء على النفاذ خلال المياه، مما يجعل درجة الشفافية أحد العوامل الهامة المؤثرة على العمليات الحيوية التي تتم داخل المسطحات المائية. وصلت درجة شفافية مياة البحيرة في معظم المحطات خلال شهور العام إلى قاع البحيرة مما يجعل بحيرة البردويل تتميز بمياهها الرائقة.

#### الملوحة

يقصد بملوحة المياه (مجموع الأملاح الذائبة في الماء) وتتكون أساساً من الكاتيونات العظمية (الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم) والأنيونات العظمية (الكلوريدات والكربونات والبيكربونات والكبريتات) هذا بالإضافة إلى بعض العناصر الشحيحة والأملاح المغذية، وتتميز مياه بحيرة البردويل بملوحتهما العالية عن مياه البحر نتيجة لزيادة عملية البخر مع قلة هطول الأمطار وتختلف ملوحة المياه تبعاً لقربها أو بعدها من البواغيز ملوحة مياه البحيرة أعلى من مثيلاتها في البحر المتوسط وذلك نتيجة لضخامة بحيرة البردويل وتعرض مياهها للبخر المستمر. كما تتفاوت درجة ملوحة البحيرة تفاوتاً واضحاً بين المحطات المختلفة تبعاً لقربها أو بعدها من البواغيز، حيث تقل في المحطات المقابلة للبواغيز. تراوحت درجة الملوحة بين أقل متوسط قيمة (37.38 ملليجرام/لتر) في محطة 10 بينما سجل أعلى متوسط قيمة (65.59 ملليجرام/لتر) في محطة 12 بمتوسط عام في البحيرة (46.31 ملليجرام/لتر).

#### درجة التوصيل الكهربائي

درجة التوصيل الكهربائي هو تعبير عن قدرة المياه لتوصيل التيار الكهربائي، وتتأثر هذه القدرة بكمية الأيونات الموجودة وحركتها وتكافؤها بالإضافة إلى درجة الحرارة. تراوح متوسط قسم درجة

التوصيل الكهربى للبحيرة خلال العام بين أقل قيمة (56.26 مللي سيمن/سم) بمحطة 10 وأعلى قيمة (92.40 مللي سيمن/سم) في محطة 12 وكان المتوسط السنوي العام في البحيرة (67.74 مللي سيمن/سم).

### تركيز أيون الهيدروجين (pH)

تركيز أيون الهيدروجين من أهم العوامل المؤثرة على البيئة المائية حيث له تأثير كبير على جميع العمليات الحيوية داخل المسطحات المائية كما يلعب تركيز أيون الهيدروجين دورا هاما في ترسيب أو ذوبان المعادن الثقيلة في المسطحات المائية. أوضحت النتائج أن مياه البحيرة تقع في الجانب القلوي حيث تراوحت متوسط قيم تركيز أيون الهيدروجين لمياه البحيرة بين أقل قيمة (7.92) في محطة 11 وأعلى قيمة (8.45) في محطة 6 بمتوسط سنوي عام في البحيرة (8.15).

### الأكسجين الذائب (DO)

الأكسجين الذائب في المياه له الدور الأكبر والمؤثر على جميع الخصائص الكيميائية والفيزيائية والحيوية داخل المسطحات المائية كما أنه أحد الأسباب الرئيسية في بقاء جميع الكائنات الحية حيث بدونها تموت هذه الكائنات. تراوح متوسط تركيز الأكسجين الذائب خلال العام بالبحيرة بين أقل قيمة (3.84 ملليجرام/لتر) في محطة 1 وأعلى قيمة (7.90 ملليجرام/لتر) في محطة 7 بمتوسط سنوي عام في البحيرة (6.15 ملليجرام/لتر).

### الأكسجين المستهلك بيولوجيا (BOD)

الأكسجين المستهلك حيويا هو كمية الأكسجين المستهلك بواسطة الكائنات الدقيقة. أوضحت النتائج أن قيم الأكسجين المستهلك بيولوجيا في بحيرة البردويل أقل من مثيلاتها في باقي البحيرات الشمالية حيث تعتبر بحيرة البردويل من أنقى المسطحات المائية داخل جمهورية مصر العربية. حيث تراوح متوسط قيم الأكسجين المستهلك بيولوجيا بين أقل قيمة (0.10 ملليجرام/لتر) في محطة 12 وأعلى قيمة (3.91 ملليجرام/لتر) في محطة 7 بمتوسط سنوي عام في البحيرة (1.19 ملليجرام/لتر).

### الأكسجين المستهلك كيميائيا (COD)

توضح قيمة الأكسجين المستهلك كيميائيا كمية الأكسجين اللازم لأكسدة المواد العضوية الموجودة في المياه وتحويلها إلى ثاني أكسيد الكربون وماء. تراوحت قيم الأكسجين المستهلك كيميائيا بين أقل قيمة (1.51 ملليجرام/لتر) في محطة 10 وأعلى قيمة (24.10 ملليجرام/لتر) في محطة 7 بمتوسط سنوي عام في البحيرة (15.52 ملليجرام/لتر).

### الكبريتيدات (H<sub>2</sub>S)

توجد الكبريتيدات في الماء في صورة كبريتيد الهيدروجين الذي ينتج من تحويل الكبريتات إلى كبريتيدات للحصول على الأكسجين بواسطة البكتيريا الكبريتية الموجودة في الرسوبيات. أوضحت النتائج عدم تسجيل أي وجود للكبريتيدات في مياه البحيرة نتيجة لزيادة تركيز الأكسجين الذائب في مياه البحيرة طوال العام وكذلك عدم وجود مصادر تلوث في البحيرة مما يوضح نقاء وجودة مياه بحيرة البردويل.

## بمقارنة المتوسطات السنوية لبعض المتغيرات الهيدروجرافية خلال الدراسة الحالية بمثيلاتها من المستويات المسموح بها دولياً وجد الآتى:

- وجدت مستويات الأيس الأيدروجينى فى حدود المسموح بها دوليا (9.0 – 6.0) بمتوسط عام (8.15).
- وجدت مستويات الأوكسجين الذائب فى حدود المسموح بها دولياً فى جميع المحطات (12.6 – 4.0) مليجرام/لتر بمتوسط عام (6.15) مليجرام/لتر.
- وجدت مستويات الأوكسجين المستهلك بيولوجيا فى الحدود المسموح بها دوليا (6.0-3.0) مليجرام/لتر فى جميع المحطات مما يؤكد قلة الحمل العضوى بمياه البحيرة بمتوسط عام (1.19) مليجرام/لتر.

## الكورفيل – أ، المواد العالقة الكلية والأملاح المغذية

### الكورفيل-أ

استخدم الكوروفيل الموجود فى الهائمات النباتية كصبغه أساسية يمكن الاستدلال من خلالها على مستوى النشاط الحيوى بالمياه. تراوح متوسط قيم الكوروفيل بالبحيرة خلال العام ما بين أقل قيمه للمتوسط السنوى (0.18 ميكروجرام/لتر) ممثله بالمحطة 2 وأعلى قيمه (0.90 ميكروجرام/لتر) ممثله بمحطة 7 معطيا متوسط سنوى عام للبحيرة (0.45 ميكروجرام/لتر).

### المواد العالقة الكلية (TSM)

سجلت المحطة 3 أقل قيمه (9.09 مليجرام/لتر) للمتوسط السنوى للمواد العالقة الكليه وكانت أعلى قيمه (20.04 مليجرام/لتر) قد سجلت بمحطة 10 معطيا بذلك متوسط سنوى عام للبحيرة (11.78) مليجرام/لتر

## بمقارنة نتائج المتوسط السنوى للكوروفيل-أ والمواد العالقة الكلية والذي تم الحصول عليه

### خلال الدراسة الحالية وجد التالى:

### الإملاح المغذية

هى عبارة عن مركبات ذائبة فى المياه الطبيعية وتعتبر هذه المركبات المصدر الرئيسى لتغذية الكائنات فى البيئة المائية خصوصا الكائنات الدقيقة مثل البكتريا والطحالب كما تعتبر أساسية فى عملية التمثيل الغذائى للنباتات والحيوانات فى هذه البيئة وهذه الأملاح عبارة عن مركبات نيتروجينية ، فوسفورية وسليكات.

### الأمونيا (NH<sub>4</sub>-N)

الأمونيا إحدى صور النيتروجين المفضلة كغذاء لكثير من الهائمات النباتية و الطحالب. سجلت الأمونيا أقل قيمه (0.015) مليجرام/لتر للمتوسط السنوى بمحطة 6 وأعلى قيمه (0.144) مليجرام/لتر كانت بمحطة 8 معطيا بذلك متوسط سنوى عام للبحيرة (0.06) مليجرام/لتر.

### النيتريتات NO<sub>2</sub>-N

تنتج النيتريت نتيجة اكسدة البكتريا للمواد الغير عضوية للحصول على الطاقة وهذا الغاز بدوره غير مستقر فهو يتأكسد الى نترات بواسطة بكتريا معينة او يختزل الى أمونيا بواسطة بكتريا أخرى

معاكسة للأولى. ويعتبر غاز النيتريت من الغازات السامة ووجوده بتركيزات عالية يؤكد على وجود مصدر للتلوث. تراوحت قيم تركيز النترينات بين أقل قيمة للمتوسط السنوى للبحيرة (3.31 ميكروجرام/لتر) ممثله بمحطة 6 وأعلى قيمة (14.20 ميكروجرام/لتر) ممثله بمحطة 8 معطيا متوسط سنوى عام للبحيرة (6.59 ميكروجرام/لتر).

### النترات (NO<sub>3</sub>-N)

النترات هى أكثر صور النيتروجين ثباتاً فى البيئة المائية وهى الغذاء الأساسى لكثيرا من الهائمات النباتية والطحالب. سجلت النترات أقل سجلت أقل قيمه للمتوسط السنوى للنترات (0.04 ملليجرام/لتر) بمحطتى 4، 10 وأعلى قيمه (0.08 ملليجرام/لتر) كانت بمحطتى (3، 11) وكان المتوسط السنوى العام للبحيرة (0.057 ملليجرام/لتر).

### النيتروجين الكلى TN

سجل النيتروجين الكلى أقل متوسط سنوى عام للنيتروجين الكلى للبحيرة (0.78 ملليجرام/لتر) بمحطة 4 بينما كان أعلى متوسط تركيز سنوى (1.50 ملليجرام/لتر) بمحطة 2 وكان المتوسط السنوى العام للبحيرة (1.21 ملليجرام/لتر).

### مركبات الفوسفور

يعتبر الفوسفور عنصر أساسى للكائنات المائية ونموها، ونظرا لان الفوسفور عنصر غير غازى ويوجد فى الطبيعية على هيئة املاح فوسفورية غير ذائبة لذلك فهو بطبيعة الحال يوجد بتركيزات قليلة فى البيئة المائية بينما يزداد تركيز الفوسفور فى المسطحات المائية نتيجة للصرف الصحى او الصرف الصناعى او الزراعى مما يؤدي الى العديد من المشاكل البيئية.

### الفوسفور الفعال (PO<sub>4</sub>-P)

تراوحت متوسطات تركيزات الفوسفور الفعال بين أقل قيمه (1.40 ميكروجرام/لتر) بمحطتى 1، 2 وأعلى قيمه بمحطة 10 (5.25 ميكروجرام/لتر) بمتوسط سنوى عام للبحيرة (2.74 ميكروجرام/لتر).

### الفوسفور الكلى

تراوحت قيم تركيزات الفوسفور الكلى بين أقل متوسط تركيز سنوى للبحيرة (23.73 ميكروجرام/لتر) بمحطة 8 وأعلى متوسط تركيز سنوى (84.84 ميكروجرام/لتر) بمحطة 10 بمتوسط عام للبحيرة (33.22 ميكروجرام/لتر).

### السيليكات الفعالة (SiO<sub>4</sub>-Si)

سجلت السيليكات أقل متوسط تركيز خلال العام (0.23 ملليجرام/لتر) بالمحطة 9 بينما كان أعلى متوسط تركيز سنوى (0.68 ملليجرام/لتر) بمحطة 12 بمتوسط سنوى عام للبحيرة (0.43 ملليجرام/لتر).

## **بمقارنة المتوسط السنوى للاملاح المغذية بمياه بحيرة البردويل لهذا العام بمثيلاتها فى الاعوام**

### **السابقة من المستويات المسموح بها دوليا وجد الآتى:**

❖ متوسطات الامونيا فى البحيرة لهذا العام (2011) مشابهه للعام الماضى (2010) وأقل من عام (2009) حيث بلغ المتوسط السنوى للبحيرة (0.06 ملليجرام/لتر).

- ❖ متوسط النتريت لهذا العام (2011) أكبر من العام الماضي (2010) ولكنه أقل من عام (2009) حيث سجل المتوسط السنوي العام للنيتريتات (6.59 ملليجرام/لتر).
- ❖ متوسط النترات في البحيرة لهذا العام (2011) أقل منه بجميع السنوات الماضية.
- ❖ متوسط قيم الفوسفور الفعال والكلية للبحيرة لهذا العام (2011) أقل من كل السنوات الماضية.
- ❖ السليكات الفعالة في هذا العام (2011) أعلى من السنوات الماضية.

## ❖ الفلزات الثقيلة

### أوضح من النتائج خلال العام (2011 - 2012) ما يلي:

- تراوح تركيز الحديد ما بين (37.022 – 69.834 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز المنجنيز ما بين (2.359 - 13.022 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز النحاس ما بين (4.038 – 24.028 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز الزنك ما بين (28.762 - 65.073 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز الكروم ما بين (4.153 – 5.789 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز النيكل ما بين (3.488 – 7.697 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز الكادميوم ما بين (0.336 – 1.256 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز الرصاص ما بين (18.144 - 25.196 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز الزئبق ما بين (0.1012 – 0.2088 ميكروجرام/لتر).

## ❖ المبيدات

**المبيدات ومركبات فئتي الفينيل متعددة الكلور الذائبة بمياه بحيرة البردويل خلال 2011-2012**  
 تراوح مجموع تركيزات مركبات فينيل متعددة الكلور (PCBs) ما بين (3.50 نانوجرام/لتر) عند محطة WL2 إلى (6.17 نانوجرام/لتر) عند محطة WL6 بمتوسط سنوي عام (4.89 نانوجرام/لتر) وتركيزات مركبات المبيدات الكلية (TP) ما بين (2.82 نانوجرام/لتر) بمحطة WL2 إلى (5.47 نانوجرام/لتر) بمحطة WL3 بمتوسط سنوي عام (4.39 نانوجرام/لتر). كما تراوحت مجموع مركبات TP & PCBs ما بين (6.33 نانوجرام/لتر) أمام WL2 إلى (11.25 نانوجرام/لتر) عند محطة WL3 بمتوسط كلى (9.27 نانوجرام/لتر).

## ❖ الهيدروكربونات البترولية

### المواد الهيدروكربونية البترولية بمياه بحيرة البردويل خلال 2011-2012

تراوح متوسطات التركيز الكلى للمواد الهيدروكربونية الذائبة فى مياه بحيرة البردويل ما بين 0.54 ميكروجرام/لتر عند محطة WL9 إلى 1.54 ميكروجرام/لتر عند محطة WL1 بمتوسط كلى لجميع عينات البحيرة يبلغ 0.87 ميكروجرام/لتر.

## ❖ الميكروبيولوجى

وتعتبر مياه المجارى واحدة من أخطر المشاكل على الصحة العامة فى معظم دول العالم الثالث، لأن أغلب هذه الدول ليس لديها شبكات صرف صحى متكاملة، بل وفى بعض المدن لا توجد شبكات صرف صحى وتحتوى مياه المجارى على كمية كبيرة من المركبات العضوية واعداد رهيبه من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية واللاهوائية وتؤثر هذه الكائنات فى المركبات العضوية والغير عضوية مسببة نقصا فى الاوكسجين إذا أقيت فى البحيرات وبذلك تختنق الكائنات التي تعيش فيها وقد تموت. وعند موت الكائنات البحرية تبدأ البكتريا أو الكائنات الدقيقة التي تعمل لاهونيا بتحليلها محدثة تعفن وفسادا فى طبيعة المياه.

أوضحت نتائج الدراسة خلال العام (2011 - 2012) أن البكتريا الدالة على التلوث بمخلفات الصرف الصحى (بكتريا القولون الكلية والقولون البرازية والسبقيات البرازية) كانت فى الحدود المسموح بها حسب المقاييس المصرية والأوروبية ومع ذلك يتأثر توزيعها خلال البحيرة وذلك لتبادل مياه البحيرة مع مياه البحر المتوسط.

وتعتبر بحيرة البردويل من أنقى بحيرات مصر الشمالية فهى لا تستقبل مياه مصارف وتعتبر محمية طبيعية وبناءا على ذلك وعند تطبيق معيار جودة المياه كانت النتائج فى الفترة ما بين أغسطس 2010 حتى مايو 2011 كالتى:

- 1 - من وجهه نظر الصحة العامة الأدمية وخاصة الصيادين نتيجة تعاملهم مع المياه وعند تطبيق معيار جودة المياه المذكورة عليه وجد أن جميع محطات البحيرة تقع فى نطاق الحدود المسموح بها من أعداد البكتريا المشار إليها وتعتبر بحيرة نظيفة وذلك على مدار الفصول الأربعة عدا المحطة رقم 1 فى شهرى نوفمبر وفبراير والمحطة رقم 10 فى شهر مايو.
- 2 - فى مرابى الأسماك فى مياه البحيرة (مياه البحيرة كلها) فأن اعداد البكتيريا المشار إليها تقع فى نطاق الحدود المسموح بها ولذا فهى تعتبر بحيرة نظيفة عدا المحطة رقم 1.
- 3 - عند استخدام متوسطات أعداد البكتريا للفصول الأربعة:

- \* من وجهه نظر الصحة العامة تعتبر البحيرة كلها نظيفة على مدار فصول السنة ماعدا المحطة رقم 1.
- \* فى مرابى الأسماك فى مياه البحيرة تعتبر البحيرة كلها نظيفة على مدار فصول السنة عدا المحطة 1.

## ❖ الهائمات النباتية

تشكل الهائمات النباتية جزءا أساسيا لإنتاج المواد العضوية بالبحيرة، كما تمثل المستوى الأول من الهرم الغذائى وكذلك تكون الغذاء الأساسى للكائنات الحيوانية بالبحيرة - كما يشكل البلاكتون النباتى والحيوانى الغذاء الأساسى للأسماك السائدة بالبحيرة.

بحيرة البردويل أحدي بحيرات شمال الدلتا ومثلت باثني عشر محطة وفيما يلي توزيع الهائمات النباتية بها خلال الفترة من أغسطس 2011 إلى مايو 2012 :

- سجلت ستة مجموعات من الهائمات النباتية فى البحيرة وهى الدياتومات وثنائية السوط والطالب الخضراء والخضراء المزرقه والأيوجيلينات والسليكونفلاجيليت.
- مثلت البحيرة 178 نوعا من الهائمات النباتية وهذا أكبر عدد سجل بالبحيرة مقارنة بالدراسات السابقة



- سجل بالبحيرة عدد 101 نوعا من الدياتومات ، 45 نوعا من ثنائية السوط ، 13 نوعا من الطحالب الخضراء ، 14 من الطحالب الخضراء المزرقية ، 3 من الأيوغليينات وقد تم تسجيل نوعين من السليكوفلاجيليت.

- وقد سجلت البحيرة خلال عام 2011 أعلى متوسط سنوي للهائمات النباتية  $(44.102 \times 10^3)$  وحدة/لتر.

### الدياتومات :

- سجل 101 نوعا من الدياتومات بالبحيرة خلال فترة الدراسة وتشكل الجزء الأساسي من الإنتاجية العامة بالبحيرة حيث سجلت بنسبة 90.61 % من المجموع الكلي للهائمات.

- وسجل المتوسط السنوي للدياتومات بالبحيرة قيمة قدرها  $(29.002 \times 10^3)$  خلية /لتر ، وقد سادت جميع المحطات

- وقد سادت أنواع *Cocconeis* sp. و *Nitzschia* spp. و *Chaetoceros* spp. من الدياتومات وهي أنواع تدل على الخصوبة كما أنها أنواع تتحمل التلوث.

- تليت ثنائية السوط الدياتومات في البحيرة ويعدد أنواع 45، ومثلت ثنائية السوط بنسبة بلغت حوالي 7.79 % من مجموع الهائمات وبمتوسط قدره 2494 خلية/لتر و 45 نوع. وعموما هي أكثر انتشار في الجانب الجنوبي ثم يليه الجانب الشرقي والشمال من البحيرة وأقل قيم سجلت لها في المحطة 10 وسادها *Scripsella* sp. و *Protopredinium* sp. و *Proocentrum* sp و *Gymnodinium* و *Goniaulax catenata* و *splendens*

- تم تسجيل 13 نوعا من الطحالب الخضراء ببحيرة البردويل خلال فترة الدراسة ولكن بنسبة ضئيلة وقدرت الكثافة العددية لها بنسبة 0.56 % من مجموع الهائمات ( وبقيمة قدرها 180 وحدة /لتر).

- وقد سجلت أعلى إنتاجية للطحالب الخضراء في محطة (1) بالحوض الجنوبي الشرقي بمتوسط كثافة  $1.072 \times 10^3$  وحدة/لتر (بمتوسط 230 وحدة/لتر) وسجلت أقل قيمة من الطحالب الخضراء في محطة (8) بمتوسط (91 وحدة/لتر) وإختفت من المحطات 3 ، 5 ، 9 ، 10 حيث أنتشر بها نسبيا *Scenedesmus* و *Chlorella*, spp. وكل هذه الأنواع لها القدرة علي تحمل التلوث.

- تم تسجيل 14 نوع من الطحالب الخضراء المزرقية بالبحيرة وبنسبة نادرة قدرها 0.72 % من مجموع الهائمات ( 232 وحدة /لتر) وهي قليلة التواجد بالبحيرة.

- مثلت الأيوغليينات نسبة قليلة جدا قدرها 0.12 % من مجموع الهائمات بالبحيرة ومثلت بثلاث أنواع.

### ❖ الهائمات الحيوانية

الهائمات الحيوانية هي كائنات حية حيوانية تعيش هائمة في البيئات المائية المختلفة سواء كانت بيئات بحرية أو مياه عذبة أو مختلطة . وتتميز الهائمات الحيوانية بعدم قدرتها علي الحركة الموجهة كونها تتحرك تبعا لحركة التيار المائي . وترجع أهميتها إلي أنها تمثل الحلقة الثانية في قاعدة الهرم الغذائي في البيئة المائية بعد الهائمات النباتية .

تم جمع عينات مياه من 12 محطة في بحيرة البردويل خلال أربعة مواسم هي الصيف ويمثله شهر أغسطس 2011 والخريف ويمثله شهر نوفمبر 2011 والشتاء ويمثله شهر فبراير 2012 والربيع الذي يمثله شهر مايو 2012.

- سُجّلت أعلى القيم العددية في فصل الصيف لعام 2011 (447333 كائن/م<sup>3</sup>) وقد سادت القشريات مجدنية الأرجل (56,2%) تليها الرخويات (36,6%) وقد تكون المحصول القائم من سبع مجموعات هي الأوليات، الديدان الخيطية، الديدان الحلقية، القشريات، الرخويات، ويرقات الجلد شووكيات والذيلحلبيات.
- احتوي موسم شتاء 2012 أقل القيم العددية من الهائمات الحيوانية (45500 كائن/م<sup>3</sup>) وقد تكون المحصول القائم من سبع طوائف هي:-  
الأوليات (5.9%) والجوفمعويات (0.7%) والحلقيات متمثلة في يرقات الديدان عديدة الأشواك وقد سادت هنا العجليات الدوارة مكونة 30.4%.
- أما القشريات فقد تكونت من ثلاثة مجموعات هي مجدانية التي كونت النسبة الأكبر (34.2%) والقشريات فمدية الدرقة (8.4%) ويرقات ذؤابية الأرجل (0.37%) أي أن اقشريات في مجموعها كونت 52% من المجموع الكلي للهائمات وقد ظهرت الرخويات بكميات قليلة تليها الذيلحلبيات.
- أما في موسم الربيع الذي تمثل بشهر مايو 2012 فقد بلغ المحصول القائم 241500 كائن/م<sup>3</sup> وتكون من ثمانية طوائف هي:- الأوليات، الجوفمعويات والحلقيات والعجليات الدوارة والقشريات والرخويات ويرقات الجلد شووكيات والذيلحلبيات.
- ومن الملاحظ ظهور العجليات الدوارة فصلي الشتاء (فبراير 2012) والربيع (مايو 2012) بكميات لا بأس بها في مياه البحيرة.

### ❖ الحيوانات القاعية

تمثل الأحياء القاعية جزءاً هاماً من البيئة البحرية فهي إحدى الحلقات الهامة في السلسلة الغذائية حيث تنتشر عادة بكثرة في مناطق المد والجزر كما انها تغطي معظم قيعان البيئات المائية وتعتبر غذاءً هاماً ومفضلاً عند كثير من الحيوانات البحرية الاقتصادية كما أن بعضها يمكنه مقاومة التلوث ويعتبر كاشفاً له تشير النتائج خلال المواسم المختلفة بأن مناطق الدراسة أكثر تنوعاً في عدد الأنواع وكثافة عددية حيث كانت أعلى ما يمكن بالمحطة رقم 7 و 2 حيث قدرت الكثافة بمتوسط سنوي 5933 كائن\متر مربع (تمثل 14.7% من المجموع الكلي للأحياء القاعية) وبـ 5418 كائن\متر مربع بنسبة 13.4% نتيجة لتواجد اعداد كبيرة من الديدان عديمة الأشواك والاستراكوذا . و قدرت النسبة العددية للكثافة بـ 10% (4074 كائن\متر مربع) بالمحطة رقم 3 و بنسبة 10.5% بمتوسط 4242 كائن\متر مربع) واقل تواجداً بالمحطات 6 و 10 و 12 حيث قدرت الكثافة العددية بنسبة تتراوح بين 4.2% - 4.4% وبباقي المحطات وصلت الكثافة العددية الى النسبة بين 6% الى 9.4%. ومن ناحية أخرى قدرت متوسط الكثافة العددية السنوية بـ 3367 كائن\متر مربع وتعتبر هذه الكثافة العددية نسبياً معتدلة بالمقارنة بالبحيرات الشمالية وقد تم التعرف على 36 نوعاً من الأحياء القاع الحية الماكرو التي تم التعرف وتقدير توزيعها بالمناطق المختلفة خلال فترات جمع العينات.

اوضحت النتائج ايضا بأن الكثافة العددية خلال المواسم المختلفة تراوحت بين 25٪ الى 30٪ اى لا يوجد فرق كبير بين تواجد وتنوع الاحياء القاعية الماكرو بمناطق الدراسة ويمكن ترتيبها كالتالى : أعلى نسبة وكثافة عددية كانت خلال فصل الربيع بنسبة 30٪ (متوسط كثافة عددية 4022 كائن/متر مربع) < فصل الخريف بنسبة 25٪ (متوسط كثافة عددية 4022 كائن/متر مربع) < وأقل نسبة كانت خلال فصل الصيف و الشتاء بنسبة 23٪ (متوسط كثافة عددية 3070 كائن/متر مربع).

- المجموعة الاولى الحشائش البحرية تتراوح الكثافة العددية بمتوسط سنوى 914 فرع / متر مربع وبنسبة اعلى تصل الى 42٪ خلال فصل الخريف واقل نسبة 19 ٪ فى فصل الشتاء.
- المجموعة الثانية عديدة الاشواك تتراوح الكثافة العددية بمتوسط سنوى 744 كائن/ متر مربع وبنسبة اعلى تصل الى 27٪ خلال فصل الصيف واقل نسبة 17 ٪ فى فصل الشتاء.
- المجموعة الثالثة اوستركودا تتراوح الكثافة العددية بمتوسط سنوى 526 كائن/ متر مربع وبنسبة اعلى تصل الى 24٪ خلال فصل الربيع واقل نسبة 3 ٪ فى فصل الخريف.
- المجموعة الرابعة ذوات المصرعيين تتراوح الكثافة العددية بمتوسط سنوى 526 كائن/متر مربع وبنسبة اعلى تصل الى 17٪ خلال فصل الربيع و الشتاء واقل نسبة 12 ٪ فى فصل الصيف.

### ❖ النباتات المائية

#### التقرير السنوي عن النباتات المائية في بحيرة البردويل عن 2011-2012

- تواجد الطحلب الخضر *Caulerpa prolifera* على مدار العام 2011-2012 في الأجزاء الداخلية من البحيرة وخاصة محطة 3.
- كما تواجدت الأعشاب *Cymodocea nodosa* و الشعبانى *Zostera marina* فى معظم محطات البردويل على مدار العام أيضا وهى متأصلة و دائمة التواجد في المحطات الداخلية للبحيرة في بحيرة البردويل حيث المياه ذات الملوحة العالية.
- تواجد الطحلب الأخضر الخيطي *Chaetomorpha sp.* و الطحلب الأخضر *Cystoseira mediterranea* و الأخير ربما دخل البحيرة من البحر المتوسط عن طريق البوغاز. وتواجد الطحلب الأحمر *Corallina sp.* في المحطة 7.
- تواجدت الطحالب الخضراء البحرية مثل أنواع خس الماء *Ulva* و *Enteromorpha* و الطحلب الخيطي الأخضر *Chaetomorpha* الذى انتشر بكثافة فى المحطات القريبة من البحر المتوسط (محطتى 10 و 11)
- من النتائج يتبين التنوع النباتى فى البحيرة، ربما لازدهارها فى فصل الربيع و أيضا قد تكون انتقلت من مياه المتوسط عن طريق البوغاز مما أثرى الغطاء النباتى للبردويل. و هذا ينبىء بأن مياه البحيرة قد تكون بعيدة الى حد ما عن مصادر التلوث، مما يبعث الأمل فى أن تكون لازالت على قائمة المحميات الطبيعية العالمية.

## الرواسب

### ❖ الحجم الحبيبي

#### الحجم الرملي

أوضحت الدراسة أن المتوسط السنوي للحجم الرملي في بحيرة البردويل يتراوح بين أعلى قيمة 98.78 % في محطة 10 وأقل قيمة 8.06 % في محطة 1 مع المتوسط السنوي العام 67.84 %.

#### الغرين

المتوسط السنوي لنسب الغرين في بحيرة البردويل يتراوح بين أعلى قيمة 91.94 % في محطة 1 وأقل قيمة 1.2 % في محطة 10 وغاز 1 مع المتوسط السنوي العام قدرة 32.16 %.

#### الكربون العضوي و المحتوي العضوي

تراوح المتوسط السنوي للكربون العضوي لرسوبيات قاع بحيرة البردويل بين أعلى قيمة 3.37 % في محطة 1 وأقل قيمة 0.06 % في محطة 10 بمتوسط سنوي عام قدرة 1.22 % ، في حين تراوح المتوسط السنوي للمحتوى العضوي بين 6.07 % في محطة 1 وأقل قيمة 0.11 % في محطة 10 بمتوسط سنوي عام قدرة 2.05 %.

#### المحتوي المائي المطلق

تراوح المتوسط السنوي للمحتوي المائي المطلق لرسوبيات قاع بحيرة البردويل ما بين أعلى قيمة 66.0 % في محطة 1 وأقل قيمة 14.6 % في محطة 10 مع المتوسط السنوي العام 35.4 %.

### مركبات الفوسفور

#### 1. الفوسفور الغير عضوي

المتوسط السنوي العام لتركيزات الفوسفور الغير عضوي (اورثوفوسفات) يتراوح بين أعلى قيمة 335.78 ميكروجرام/جرام في محطة 5 وأقل قيمة (97.42 ميكروجرام/جرام) في محطة 11 مع متوسط سنوي عام قدرة 213.43 ميكروجرام/جرام

#### 2. الفوسفور العضوي

المتوسط السنوي للفوسفور العضوي في بحيرة البردويل سجل أعلى قيمة (239.84 ميكروجرام/جرام) في محطة 1 وأقل قيمة 11.02 ميكروجرام/جرام) في محطة 10 بمتوسط سنوي عام قدره 76.42 ميكروجرام/جرام).

#### 3. الفسفور الكلي

تراوح المتوسط السنوي للفوسفور الكلي في رسوبيات بحيرة البردويل يتراوح بين 568.05 ميكروجرام/جرام في محطة 1 وأقل قيمة 120.43 ميكروجرام/جرام في محطة 11 مع متوسط سنوي عام قدرة 280.32 ميكروجرام/جرام.

#### 4. النيتروجين الكلي

يتراوح المتوسط السنوي للنيتروجين الكلي في الرواسب القاعية لبحيرة البردويل بين أعلى قيمة 1.26 % في محطة 1 وأقل قيمة 1.07 % في محطة 11 مع المتوسط العام 1.15 %.

## ❖ الفلزات الثقيلة

- تراوح تركيز الحديد ما بين (840 – 14763 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز المنجنيز ما بين (112- 543 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز النحاس ما بين (2.14 – 19.83 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز الزنك ما بين (7.53 – 74.25 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز الكروم ما بين (2.27 – 38.82 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز النيكل ما بين (0.49 – 32.99 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز الكادميوم ما بين (0.0 – 0.70 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز الرصاص ما بين (1.92 – 11.23 ميكروجرام/لتر).
- تراوح تركيز الزئبق ما بين (0.053 – 0.10 ميكروجرام/لتر).

## المبيدات

### المبيدات ومركبات البايفينيل متعددة الكلور الذائبة فى رواسب بحيرة البردويل خلال 2011 - 2012

تراوح مجموع تركيزات مركبات فينيل متعددة الكلور (PCBs) ما بين 0.11 نانوجرام/جرام أمام WL1&2 إلى 1.67 نانوجرام/جرام عند محطة WL3 بمتوسط 0.42 نانوجرام/جرام وتركيزات مركبات المبيدات الكلية (TP) ما بين 0.08 نانوجرام/جرام عند محطة WL12 إلى 0.22 نانوجرام/جرام عند محطة WL3 بمتوسط 0.14 نانوجرام/جرام.

## الهيدروكربونات البترولية

### المواد الهيدروكربونية البترولية فى رواسب بحيرة البردويل خلال 2011 - 2012

سجلت مستويات المواد الهيدروكربونية الكلية برواسب البحيرة ما بين 0.03 ميكروجرام/جرام عند محطة WL3 إلى 0.24 ميكروجرام/جرام مسجلة عند محطة WL9 بمتوسط كلى 0.08 ميكروجرام/جرام.