

الإنتاجية الأولية والعلاقات التغذوية في بركة عين

تاورغاء – مصراته – ليبيا

د. مفتاح محمد زرموح*

د. حسين أحمد الأعظمي*

ملخص البحث ABSTRACT:

تم في هذه الدراسة تحديد الإنتاجية الأولية عند موقعين على الضفتين الشمالية والجنوبية لبركة عين تاورغاء. وقد أمكن من خلال هذه التقديرات تحديد الحالة الغذائية (Trophication) لمياه البركة والتي وجدت بوجه عام مرتفعة عند مقارنتها بتقديرات السنوات الماضية. ولقد تمت متابعة تقديرات الإنتاجية الأولية للبركة على مدار فصول السنة الأربعة المحصورة بين عامي (2001-2002 م) ووجدت أنها تكون في فصل الشتاء أعلى من بقية فصول السنة الأخرى وأن الإنتاجية في الموقع الذي يمثل الضفة الشمالية للبركة أعلى من تلك في الموقع الذي يمثل الضفة الجنوبية للبركة.

لقد أظهرت نتائج هذا البحث أيضاً التأثير الواضح لعامل إذابة غاز CO₂ في المياه وعلاقته بعامل طول الفترة الضوئية (طول النهار) ودرجة الحرارة، بالإضافة إلى تأثير التلوث الناجم عن الاستخدامات البشرية لمياه الضفة الجنوبية للبركة من قبل سكان المنطقة. ولقد أكدت نتائج الدراسة الدور الأساسي الذي تلعبه الطحالب في إنتاجية البركة نظراً لانعدام النباتات المغمورة التي يعول عليها عادة في الإنتاجية.

المقدمة Introduction :

تعتبر عملية تكوين المركبات العضوية من مواد غير عضوية أثناء عملية البناء الضوئي هي الأساس الذي تقوم عليه الإنتاجية الأولية (Primary productivity) في الأجسام المائية المختلفة. ويمكن قياس هذه الإنتاجية إما بتقدير كمية الطاقة المستهلكة لتكوين المركبات العضوية بواسطة البناء الضوئي أو بقياس مقدار الكتلة الجافة (Dry mass) من المواد العضوية المنتجة. وتعتبر كمية الطاقة الكلية التي تأخذها النباتات الخضراء (أو الكتلة المكافئة لهذه الطاقة) لكل وحدة مساحة ووحدة زمن عن الإنتاجية الأولية الإجمالية للعشيرة (Community gross primary productivity). أما الإنتاجية الصافية للعشيرة (Community net primary productivity) فهي عبارة عن المادة العضوية الناتجة من عملية البناء الضوئي والمتبقية بعد استهلاك جزء منها في عملية التنفس. وفي العشائر النباتية المائية فإن أقل من نصف الإنتاجية الإجمالية يستهلك في التنفس.

وتمثل الإنتاجية الأولية الصافية (المستوى التغذوي الأول أي الطحالب والنباتات الخضراء الأخرى) مجموع الطاقة المتوفرة للاستعمال بواسطة العشيرة الغير ذاتية التغذية مثل الحيوانات والبكتيريا والفطريات أي المستويات التغذوية الأخرى أو ما يعرف بالإنتاجيات الثانوية (Secondary productivities). ونظراً لأن العديد من الكائنات الحية تستخدم غيرها كغذاء فإن السلاسل الغذائية تكون مترابطة فيما بينها بما يسمى بالشبكات الغذائية (Food webs). وفي كل مستوى تغذوي فإن جزءاً من الطاقة يستهلك في القيام بالأنشطة الحيوية، وبعض الكائنات الحية تموت وتحلل قبل أن تتغذى عليها كائنات أخرى. وعلى ذلك فإن إنتاجية أي مستوى تغذوي تشكل جزءاً فقط من المستوى التغذوي الذي يسبقه، أي أن نسب أي مستوى غذائي مقارنة بالذي يسبقه من حيث كفاءة انتقال الطاقة تقدر بحوالي 10 % فقط. أما عند مقارنة الإنتاجية الأولية الصافية للفئات المنتجة (Producers) بالطاقة المنبعثة من أشعة الشمس المنظورة فإنها لا تزيد عن 1% لكثير من الغابات. وهذه النسبة تتضائل إلى حوالي 0.1 % في حالة الهوائ التي تعيش في الطبقات العلوية للمياه البحرية (الحميم، 1986). ومما تقدم يتضح أن الإنتاجية تتخفض تباعاً طبقاً لتعاقب المستويات التغذوية مكونة ما يسمى بهرم الإنتاجية (Odum and Odum, 1971).

يتطلب انجاز العمليات الأيضية في الكائنات الحية بالإضافة إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وجود عناصر كيميائية أخرى وبعض المؤثرات الفيزيوكيميائية، لذا فإن عمليات البناء الكيميائي في جسم الكائن الحي تتطلب توفر جميع هذه العوامل بالإضافة إلى الضوء كمصدر للطاقة. وبما أن الإنتاجية تعني أساساً مقياس المادة العضوية في وحدة الزمن ولوحد مساحة فإنه بالإمكان ملاحظة التباين في

الإنتاجية بين نظام بيئي وآخر، بل وأحياناً بين موقع وآخر في نفس النظام البيئي الواحد (مولود وآخرون، 1991).

ونظراً للأهمية الكبيرة للإنتاجية فلقد ابتكرت مجموعه من الطرق لقياسها وتقديرها. وعلى الرغم من نجاح الطريقة القائمة على تقدير الطاقة إلا أن صعوبة هذه الطريقة وخاصة في التطبيقات العملية والتعليمية أوجبت اللجوء إلى طرق أخرى غير مباشرة مثل قياس كمية المادة الأولية المنتجة أو المستعملة أو الكمية المتحررة من الإنتاج الثانوي. ويجب أن نشير إلى أنه في الحقيقة لا توجد طريقة محددة لقياس الإنتاجية بصورة دقيقة وذلك لكون العلاقة الأيضية للعشبيات وغيرها من المستويات التغذوية الأخرى معقدة جداً، ومع ذلك فإن الإنتاجية يمكن قياسها حسابياً بتحديد كمية أي من العوامل الداخلة في معادلة بناء السكر في فترة زمنية محددة. وكما هو معروف فإن مكونات النظام البيئي تكون دائماً في حالة حركة مستمرة بالنسبة إلى تدفق واستغلال الطاقة ومساراتها، بالنسبة إلى العناصر والمكونات الحية الأخرى. وعليه فإن معدل الإنتاجية يعتمد على تركيز كل العناصر الداخلة في معادلة البناء الضوئي والتي هي في الحقيقة متغيرة من وقت لآخر. وعلى الرغم من مرور الإنتاجية بتوازن مؤقت إلا أنها سرعان ما تتغير بسبب التبدلات المفروضة على النظام البيئي سواء من خارجه أو داخله (Al Bazzaz, 1979). ومع تعدد طرق قياس الإنتاجية فإن طريقة قياس الأكسجين المنتج (Produced oxygen) تبقى هي المفضلة في الدراسات الأكاديمية وذلك لأسباب تتعلق ببساطة أدوات القياس المستخدمة ولكون نتائجها أقرب إلى الدقة من غيرها وكذلك لكونها تعمل على تقدير كل من الإنتاجية الإجمالية والإنتاجية الصافية (Gross and net productivity). ويمكن بطريقة القياس هذه تحديد تركيز الأكسجين المذاب منذ البداية وكذلك عند انتهاء فترة حضارة القناني المضاءة والمظلمة داخل الماء. ويمكن حساب الإنتاجية على أساس أن كل ذرة كربون تماثل جزئ واحد للأكسجين المتحرر. وهكذا يمكن تقدير الأكسجين المتحرر بواسطة عملية البناء الضوئي للطحالب والأكسجين المستهلك بعمليات التنفس وبالتالي فإنها ستدخل جميعاً في حساب الإنتاجية على أساس الكربون العضوي المنتج (APHA, 1985).

ويبقى الهدف الأساسي لهذه الدراسة مقنصراً على تحديد الإنتاجية الأولية للموقعين المختارين على ضفتي بركة عين تاورغاء والتي يمكن بواسطتها تحديد الحالة التغذوية للبركة وصولاً إلى معرفة الدور الذي يمكن أن تلعبه الطحالب في الإسناد التغذوي لسلاسل وشبكات الغذاء المهمة في هذا النظام البيئي المائي الذي يعتبر من أهم واكبر مصادر المياه السطحية ضمن منطقة خليج سرت.

المواد وطرق العمل : Materials and Methods

تم استخدام طريقة الفنان المعتمدة والمضاءة (Light and dark bottles) لتقدير تركيز الأكسجين على حسب المعادلات والعلاقات الواردة فيها، وبالتالي حساب الإنتاجية الأولية على أساس (غم/ م³ / سنة) على طريقة (APHA,1985).

ولقد تم اختيار محطتين (1 و 2)، حيث تقع المحطة (1) عند الضفة الجنوبية والمحطة رقم (2) عند الضفة الشمالية للبركة (خارطة رقم 1). كما تم أخذ القراءات بتكرارات ثلاثية (replicates Three) لكل من أشهر الفصل الواحد وعند محطة واحدة على كل ضفة من ضفتي البركة الشمالية والجنوبية ورصدت النتائج في الجدول رقم (1) لكل من المتوسط والمدى والانحراف المعياري. كما تم التعبير عن النتائج ببيانها وذلك لإيضاح تقديرات الحالة التغذوية (Trophication) لكل فصل على حده وذلك لغرض متابعة خط الإنتاجية الأولية السنوية (أربعة فصول) وعلى حسب الطريقة التي اقترحها (Etherington, 1982).

النتائج والمناقشة : Results and Discussion

لقد أظهرت النتائج المتحصل عليها من ضفتي البركة الشمالية والجنوبية (محطتا الدراسة) تقديرات عالية في الإنتاجية الأولية حيث كانت جميعها تفوق 1000 غم/ م³ / سنة مما يجعلها مرتفعة على حسب (Odum and Odum , 1971)، وبالتالي يمكن اعتبار الحالة التغذوية للبركة مرتفعة جدا (Eutrophic).

وقد اعتبر بن حميده (1998) الحالة التغذوية للبركة ضمن التقسيم المتوسط (Mesotrophic) انطلاقاً من حصوله على تقدير للإنتاجية لم يزد على 461.35 غم/ م³ / سنة وذلك في فصل تحليل واحد وهو فصل ربيع عام 1998. ومن مجمل ظروف البركة ومواصفاتها المائية وحالة عواملها الفيزيوكيميائية، فقد توقع الباحث تحولاً في حالتها التغذوية إلى التقسيم العالي في الإنتاجية مستقبلاً. وقد يكون تصور الباحث صائباً إذا ما أخذنا بعين الاعتبار بعض خصائص البركة التي ذكرها في دراسته وهي أن البركة ليست عميقة جداً (3 - 8 متر) وأن المواد العضوية ظاهرة للعيان بصورة عالقة أومترسبة في القاع، كما أن التوصيل الكهربائي مرتفع (أكثر من 4000 مايكروموز/سم)، والأكسجين المذاب في الماء بحالة جيدة (4 - 8 ملغ / ل)، وكذلك التراكيز المرتفعة للكالسيوم والفسفور والنتروجين بالإضافة إلى وفرة السليكات بصورة جيدة (أكثر من 21 ملغ / ل). وتشير المواصفات المذكورة أعلاه إلى توجه مياه البركة نحو ارتفاع الإنتاجية الأولية واقتراب تصنيف البركة ضمن الحالة التغذوية المرتفعة تبعاً لـ (Ruttner,1963).

وتشير نتائج هذه الدراسة إلى تقديرات مرتفعة في الإنتاجية الأولية والى الحد الذي يبقى على تصنيف البركة من ضمن الحالة التغذوية المرتفعة، ومن ملاحظة التقديرات المثبتة في الجدول (1) والمعبر عنها بيانيا في الشكل (1) نجد أنها تقل في فصل الربيع إلى حد ما عن تقديرات فصل الصيف عند المحطة (1) وهي الضفة الجنوبية للبركة، وتبدأ في الارتفاع مجددا في فصل الخريف لتصل هذه التقديرات إلى أعلى مستوى لها في فصل الشتاء (6680 غم/م³ / سنة). وإذا ما قارنا هذه التقديرات بمثيلاتها في المحطة (2) وهي الضفة الشمالية للبركة، فإننا نجد انخفاضا في التقديرات في فصل الصيف قياسا بفصل الربيع. وقد يعود ذلك إلى عامل النقص في إذابة غاز CO₂ مع ارتفاع درجات الحرارة في هذا الفصل، حيث من المعروف أن ذوبان غاز CO₂ يتناسب عكسيا مع ارتفاع درجات الحرارة. ومن الواضح أن مثل هذا الانخفاض في الإنتاجية لم يقابله انخفاض في المحطة (1) في نفس الفصل بل حصل ارتفاع في الإنتاجية، وقد يعزى إلى زيادة المغذيات النيتروجينية والفوسفاتية في المحطة (1) بسبب الاستخدامات البشرية للمياه في السباحة وغسل الملابس والسجاد والسيارات بينما لا يحدث ذلك في المحطة (2) وذلك لضيق مساحة الأرض المحيطة بهذه الضفة، الأمر الذي لا يساعد على التجمعات البشرية. وكما هو الحال في المحطة رقم (1) فإن الإنتاجية في المحطة (2) قد أظهرت هي الأخرى ارتفاعاً في فصل الخريف. وتصل الإنتاجية إلى أقصى مداها في المحطة رقم (2) في فصل الشتاء حيث بلغت ما قيمتها 6985 غم/م³ سنة ولتكون أعلى من مثيلاتها عند المحطة (1) وهذا التفوق يحدث أيضاً في فصلي الربيع والخريف حيث الإنتاجية في المحطة (2) تكون أعلى مما هي في المحطة (1). وعلى العموم فقد يعود السبب في ارتفاع الإنتاجية بشكل عام في المحطة (2) عنها في المحطة (1) إلى أن المحطة (2) تتميز بنقاوة المياه وجودة التهوية وذلك بسبب قربها من منبع وجريان المياه الصادرة من العين التي تزود البركة بالمياه النظيفة. وبصفة عامه يبدو أن لطول فترة الإضاءة في فصلي الصيف والربيع مقارنة بالخريف والشتاء تأثيراً أقل من عامل إذابة غاز CO₂ في مياه البركة والذي يزداد خريفاً وشتاءً. ولقد أشار عدد من الباحثين إلى مثل هذه الحالة وأضافوا أن مصدر CO₂ المذاب في المياه ليس الهواء الجوي فحسب بل ونواتج عملية التنفس التي تقوم بها الحيوانات والنباتات المائية وكذلك نواتج تحليل البكتيريا للمواد العضوية. هذا بالإضافة إلى التفاعلات التي تحدث بين الأحماض ومركبات الكربون، كل هذه تمثل مصادر إضافية لثاني أكسيد الكربون في المياه الطبيعية (Zedler et al., 1980). ولا يمكن إهمال دور مياه الأمطار المتساقطة في فصلي الخريف والشتاء وما تحمله من حامض الكربونيك المخفف الذي يختلط مع المياه الطبيعية ويتفاعل مع حجر الكلس والصخور وغيرها من أشكال الكربونات محولا إياها إلى البيكربونات مثل

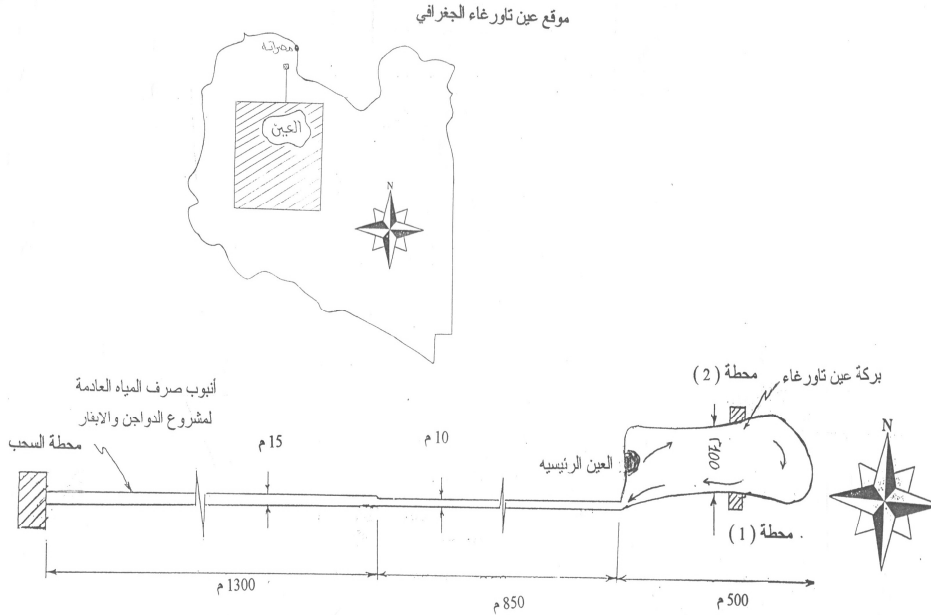
بيكربونات الكالسيوم والتي يعرف عنها الدور الفاعل في توازن نسب غاز CO₂ في الماء (الدرويش 2002).

عند مقارنة تقديرات الإنتاجية نجد أن أعلاها يكون في فصل الشتاء وأن أقلها يكون في فصل الربيع وقد يعزى هذا إلى عمليات الخلط الربيعي التي تحدث عادة في فصل الربيع، الأمر الذي قد يؤدي إلى انتشار جميع المواد الذائبة وإلى تجانس الأس الهيدروجيني لعموم كتلة الماء مما يؤدي إلى فقدان النسبي لغاز ثاني أكسيد الكربون أو لتحويله مجدداً إلى الكربونات في الوسط المائي، وبالتالي فإن أي نقصان في نسب هذا الغاز سيؤدي إلى تناقص عمليات البناء الضوئي وما يرافق ذلك من تقليل واضح للإنتاجية في هذا الفصل (Maulood and Hinton, 1978).

وتؤكد نتائج هذه الدراسة الدور الذي تلعبه الطحالب سواء كانت قاعية أو هوائيم في الإنتاجية وبمستويات عالية حيث أن هذه البركة تخلو من النباتات المغمورة التي عادة ما يعول عليها في الإنتاجية مقارنة بالهوائيم النباتية وذلك نظراً لتوفر العناصر الغذائية في الرواسب القاعية للبرك أكثر مما هي عليه في عموم كتلة الماء (Hameed, 1977).

ولقد تم من خلال الدراسات التي أجريت على مياه بركة عين تاورغاء والتي أشرنا إليها آنفاً، التأكيد على الظواهر الفريدة للعوامل الفيزيوكيميائية والبيولوجية والتي يصل بعضها إلى حدود حرجة كالحرارة مثلاً التي تميز مياه البركة على أنها من نوع المياه الجوفية الدافئة والعسرة العالية والتوصيلية الكهربائية والأملاح الصلبة الذائبة الكلية والتي جميعها في حدود مرتفعه مقارنة بمثيلاتها في المياه العذبة (Fresh water) أو المولحة (Brackish water). وعلى الرغم من تصنيف مياه البركة على أنها مياه مملحة إلا أنها تقترب إلى حد ما مما نجده في بعض المياه العذبة الطبيعية من حيث تراكيز وتقديرات الأكسجين المذاب والمغذيات الكيميائية (النترات والفوسفات والسليكات)، فضلاً عن الأس الهيدروجيني الذي لا يبعد كثيراً عن نقطة التعادل (pH 6.5-8) مع جودة المحتوى لعناصر الكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم والنقاوة التي تيسر نفاذاً جيداً للإضاءة. إن كل ما سبق ذكره لا بد وأن يؤثر في تكيف وانتشار إحياء البركة (حيوانية كانت أو طحلبية) إلى الحد الذي يجعل الإنتاجية الأولية للطحالب المنكيفة مع مياه هذا النظام البيئي على درجة عالية من الفعالية رغم غياب أنواع النباتات المائية الكبيرة والتي يعول عليها في الإنتاجية كما ذكرنا سابقاً. وباستثناء أسماك البلطي التي طرحت في مياه البركة لتتغذى على قواقع البلهارسيا فإن معظم الحيوانات المائية الأخرى والتي تشكل المستوى التغذوي الثاني (لاعتداع معظمها على التغذية المرتكزة إلى التنوع الطحلي الواسع في مياه البركة)، فإنها جميعاً تلقى اسناداً تغذوياً جيداً وذلك بدلالة وجود أكثر من عشرين نوعاً من الإحياء الحيوانية المائية كما أشارت إليه دراسات سابقة (بن حميدة، 1998).

ويبقى من المهم التأكيد على أن دراسة الإنتاجية الأولية في أي نظام بيئي يستوجب التمييز بين المفاهيم والعلاقات والعوامل التي تتحكم في هذه الإنتاجية وذلك لأجل تسهيل استيعاب مسارات الطاقة وانتقالاتها عبر سلاسل وشبكات الغذاء من جهة والوصول إلى تحديد أهم العوامل البيئية ذات التأثير الأكثر فاعلية في تعزيز تقديرات الإنتاجية من جهة أخرى. ومن هذا المنطلق فإنه لا يمكن بأي حال من الأحوال التقليل من أهمية طول الفترة الضوئية (طول النهار) على مستوى فصول السنة الأربعة. إلا أنه على ضوء نتائج هذه الدراسة فإن مسألة وضوح تأثير عامل إذابة غاز ثاني أكسيد الكربون في مياه هذه البركة الفريدة في ظروفها لا يمكن التقليل من شأنه أيضاً، حيث أظهرت التحاليل الإحصائية وجود الارتباط المعنوي بين قيم الأكسجين المذاب وتقديرات تراكيز CO₂ المنتج بالعلاقة مع تقديرات الإنتاجية الأولية حيث كانت $P=0.002$ على درجة حرية مقدارها 95%. وتشير نتائج هذا البحث إلى أهمية وضرورة التوسع في فتح أبواب جديدة للبحث والتقصي حول تأثير تداخل العديد من العوامل الفيزيوكيميائية والإحيائية الأخرى على مجمل معطيات الإنتاجية الأولية العالية والتمتزة في مياه هذه البركة، ذلك ليس فقط من الناحية الأكاديمية بل وإمكانية تعدي ذلك إلى أفاق تطبيقية وعملية تعود إلى تطوير واقع مياه بركة عين تاورغاء للاستفادة منها في رسم مستقبل المنطقة بيئياً وسياحياً واقتصادياً.



خارطة (1) رسم تخطيطي يبين مواقع الدراسة على بركة عين تاورغاء والجدول الصادر عنها

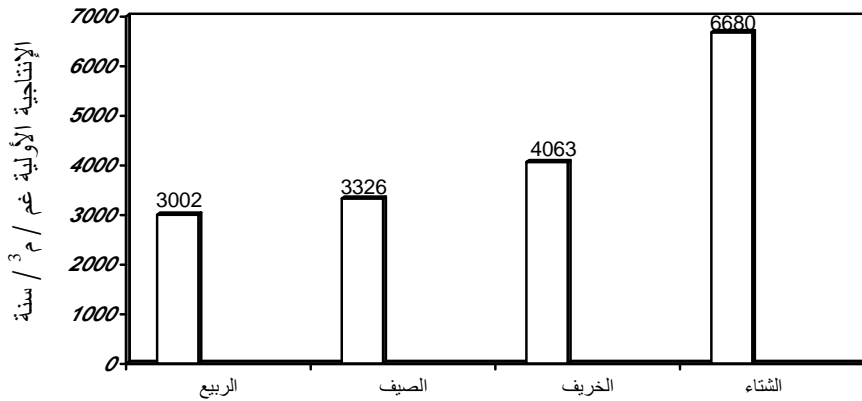
الجدول رقم (1)

تقديرات الإنتاجية الأولية خلال فصول السنة الأربعة (2001-2002)

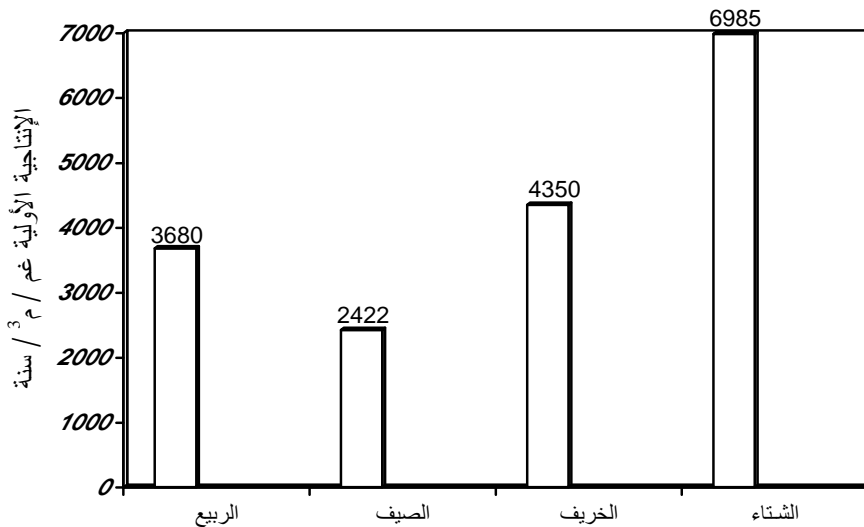
الموقع	المدى غم / م ³ / سنة	الانحراف المعياري	المتوسط غم / م ³ / سنة	الموسم والأشهر من السنة
الموقع 1	3076-2986	45.3	3002	موسم الربيع (مارس، أبريل)
	3406-3214	52.4	3326	موسم الصيف (مايو، يونيو، يوليو، أغسطس)
	4106-3981	26.5	4063	موسم الخريف (سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر)
	7002-6217	61.7	6680	موسم الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير)
الموقع 2	3912-3165	22.8	3680	موسم الربيع (مارس، أبريل)
	2714-2210	16.2	2422	موسم الصيف (مايو، يونيو، يوليو، أغسطس)
	4605-4184	31.6	4350	موسم الخريف (سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر)
	7088-6793	50.4	6985	موسم الشتاء (ديسمبر، يناير، فبراير)

الشكل (1): تقديرات الإنتاجية الأولية خلال فصول السنة الأربعة (2001-2002) بيانياً

المحطة (1) الموقع الجنوبي:



المحطة (2) الموقع الشمالي:



المراجع

- 1- الحميم، فريال 1986: علم المياه العذبة. منشورات جامعة البصرة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق، ص 218.
- 2- الدرويش، نوري 2002: دراسة التغيرات الطبيعية في نوعية مياه الأمطار المخزونة والمستخدمة للشرب في منطقة مصراته. رسالة ماجستير - المعهد العالي للتقنية الطبية ص 125.
- 3- بن حميده، عز الدين 1998: دراسة لمنولوجية (فيزيوكيميائية) لبيئة بركة عين تاورغاء بمنطقة مصراته. رسالة ماجستير - كلية التقنية الطبية - مصراته، ص 120.
- 4 - مولود، بهرام والسعدي، حسين والأعظمي، حسين 1991: علم البيئة والتلوث. منشورات جامعة بغداد- وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - العراق ص 366.

المراجع الأجنبية:

- 1- AL – Bazzaz, F.E. (1979): The Physiological Ecology of Succession. Ann. Rev. Ecol. Syst. (10):351-371.
- 2- APHA (1985): (). *Standard Methods For the Examination of Water and Waste Water*. 15th Ed. American Puplic Health Association Washington 1125pp.
- 3- Etherington, J. R.(1982): *Environment and plant physiology*. 2nd Ed. John Wiley and Sons. NewYork 683pp.
- 4- Hameed, H.A. (1977): Studies on the Ecology of Phytolankton of Shatt Al – Arab River at Basrah, Iraq. Msc. thesis Univ. Basrah, Iraq. 134 pp.
- 5- Maulood, B.K. and Hinton (1978): An Ecological Study on Serchinar Water Chemical and Physical Aspects. J. Zanco 4:93–117.
- 6- Ruttner, F.(1963): *Fundemental of Limnology*. 3rd Ed. Toronto Press. Canada, 25 pp.
- 7- Odum, E. P. and Odum, H.T.(1971): *Fundamental of Ecology*. 3rd Ed. Philadelphia. W. B. Sunders Co. 574 pp.
- 8- Zedler, J.B; Winfiels,T. and Williams, P.(1980): Salt Marsh Productivity With Natural and Altered Tidal Circulation. *Ecologia*.44(2):2336-