

دراسة بعض الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الشاطئية لمدينة اللاذقية

الدكتور سيف الدين نورالدين*

(قبل للنشر في 2000/6/25)

□ الملخص □

نستعرض في بحثنا هذا أهم العوامل المؤثرة على بعض الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الشاطئية لمدينة اللاذقية وتأثيرها على نوعية المياه وآلية عمل هذا النظام البيئي. تغطي نتائج هذا البحث الفترة الممتدة بين عام 1991 وعام 1997، ونخلص من خلاله إلى إمكانية التمييز بين ثلاث حالات مختلفة للمياه الشاطئية لمدينة اللاذقية من حيث درجة تأثرها بالملوثات البرية تبعاً لمواصفات هذه المياه وموقعها الجغرافي. كما تشير النتائج إلى ضرورة إجراء الرصد المستمر لنوعية المياه الشاطئية ومخلفات مختلف أنواع الأنشطة البرية تفادياً لأي تغيير بخصائص هذه المياه يمكن أن يعود عليها بآثار سلبية ويهدد الحياة القائمة فيها.

*باحث في معهد البحوث البحرية، أستاذ مساعد في قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، الجمهورية العربية السورية

Study of Some Hydrochemical Characteristics of Coastal Water of Lattakia City

Dr. Seif Eddin NOUREDDIN*

(Accepted 25/6/2000)

□ ABSTRACT □

We present in our paper the principal factors affecting some hydrochemical characteristics of coastal water of Lattakia city, the relationship with the water quality and the functioning mechanism of the ecosystem. The reported results cover the period between 1991 – 1997 they permit to distinguish between three different cases of coastal water, in relation to the water quality and the geographical location. They also affirm the necessity to establish a continuous survey plan of coastal water quality and liquid wastes of different land based activities, to avoid any dramatic modifications of hydrochemical coastal water characteristics, which can threaten the coastal marine life.

*Researcher in Marine Research Institute, Associate Professor in Chemistry Department, Faculty of Sciences, Tishreen University, Lattakia, Syria

مقدمة:

تتقارب الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الشاطئية لمدينة اللاذقية بحكم موقعها الجغرافي من خصائص مياه الحوض الشرقي للبحر الأبيض المتوسط (مياه بحر الليفانتين) [1]، وتؤدي مجموعة عوامل مرتبطة بالظروف الجغرافية والمناخية ومختلف الأنشطة البرية الموجودة في مدينة اللاذقية إلى تغيير بعض هذه الخصائص مما يمكن أن يشكل ضرراً بالغاً بالنظام البيئي البحري الساحلي [2]. ويزداد هذا التأثير بازياد حجم المخلفات السائلة المطروحة في المياه الشاطئية والناجمة عن مختلف هذه الأنشطة، وهو يرتبط بعوامل عدة تتعلق بمصدر وطبيعة هذه الملوثات (نوعية المصدر، التدفق، التركيز، الاستمرارية، ...) وطبيعة منطقة الصرف وخصائص المياه الموجودة فيها والعوامل المناخية السائدة.

أهمية البحث وأهدافه:

ترجع أهمية هذا البحث إلى تسليط الضوء على مختلف أنواع المياه الشاطئية لمدينة اللاذقية وكيفية تأثرها بمصادر التلوث البرية، مما ينعكس إيجاباً على عملية التخطيط البيئي المتكامل للساحل السوري. وهو يهدف إلى دراسة أهم العوامل المؤثرة على أهم الخصائص الهيدروكيميائية لهذه المياه، مثل: الملوحة، الحرارة، الـ pH، الأوكسجين المنحل المطلوب الحيوي من الأوكسجين ($BOD_5^{20^\circ C}$) وارد الأزوت والفوسفور اللاعضوية وعلاقة ذلك بنوعيتها وآلية عمل النظام البيئي.

المواد والطرائق المستخدمة:

نستعرض في هذا البحث نتائج مجموعة طلعات بحرية تم تنفيذها على فترات زمنية مختلفة بين عام 1991 وعام 1997، بهدف دراسة الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الشاطئية لمدينة اللاذقية وتأثيرها على آلية عمل هذا النظام البيئي. تم أخذ العينات المائية المدروسة خلال الفترة الممتدة بين الساعة التاسعة صباحاً والساعة الواحدة ظهراً، على عمق يقارب 50 سم تحت سطح الماء باستخدام جهاز اعتيان مائي Wildco.

تم استخدام مجموعة من طرائق القياس الميدانية والتحليل الكيميائية المعتمدة لمثل هذه الدراسة [3]، 4 و 5] حيث تم تحديد ملوحة وحرارة المياه باستخدام أجهزة قياس ميدانية: Salinity-Meter Orion-140 و S-C-T-Meter YSI 33، والـ pH باستخدام أجهزة قياس pH مخبرية (pH-Meter Orion)، والـ HACH Turbidimeter 2100P. كما تم تحديد الملوحة مخبرياً لاحقاً وفق معايرة مور (Mohr) المطبقة على ماء البحر من قبل Knudsen والمعايرة بماء بحر قياسية (Standard Sea-Water) [3]، وتحديد تركيز الأوكسجين المنحل في الماء وفق معايرة وينكلر (Winkler) التي استخدمت في تحديد المطلوب الحيوي من الأوكسجين عند الدرجة $20^\circ C$ ($BOD_5^{20^\circ C}$) [3]. وحددت نسبة تشبع المياه من الأوكسجين المنحل اعتباراً من نسبة تركيز الأوكسجين المنحل في المياه المدروسة (المحدد مخبرياً) إلى انحلالية الأوكسجين النظرية (SO_2) ضمن نفس الشرط الفيزيائية للمياه المدروسة من حرارة وملوحة [3]، والتي تحسب من العلاقة التالية:

$$\text{Ln}S_{O_2} = -171.4292 + 249.6339 \frac{100}{T} + 143.3483 \text{Ln} \frac{T}{100} - 21.8492 \frac{T}{100} + S_{O_2} \left(0.033096 + 0.014259 \frac{T}{100} - 0.0017 \left(\frac{T}{100} \right)^2 \right)$$

حيث S و T هما ملوحة وحرارة المياه على الترتيب.

أما بالنسبة لشوارد الأزوت والفسفور اللاعضوية فقد استخدمت طريقة Benschneider & Robinson [6] لتحديد تراكيز شوارد النتريت وطريقة Wood et al. [7] لإرجاع شوارد النترات إلى نتريت التي تحدّد لاحقاً وفقاً لنفس الطريقة سابقة الذكر [6]، كذلك استخدمت طريقة Koroleff [8] لتحديد تراكيز شوارد الأمونيوم وتراكيز البولي فوسفات وطريقة Murphy & Riley [9] لتحديد تراكيز شوارد الفوسفات. واستخدمت طريقة Lorenzen [3] لتحديد تراكيز الأصبغة اليخضورية والسمراوية في المياه المدروسة مع تطبيق معادلات Lorenzen [10] للانتقال من الامتصاصيات الضوئية إلى التراكيز المكافئة لهذه الأصبغة. وقد أجريت كافة قياسات الامتصاصية المطلوبة باستخدام أجهزة التحليل الطيفية الضوئية التالية: PHILIPS PU8620 و JASCO UV/Vis Spectrophotometer 7800.

(جدول 1) بعض المعطيات الخاصة بأهم طرائق التحليل الكيمائية المستخدمة*.

نوع التحليل	مبدأ الطريقة	حدّ الكشف	الخطأ	شروط تجريبية
ملوحة المياه	معايرة مور	0.1%	5%	Salinity = 39.5 ‰
الأكسجين المنحل	معايرة وينكلر	0.2 ml.O ₂ /l	3%	[O ₂] = 4.4 ml.O ₂ /l
شوارد النتريت	تشكيل معقد أزو زهري اللون	0.01 mmol/l	2%	[NO ₂ ⁻] = 0.4 mmol/l l = 543 nm, = 5 cm
شوارد النترات	إرجاع إلى نتريت ومتابعة حسب طريقة النتريت	0.01 mmol/l	5%	[NO ₃ ⁻] = 2 mmol/l l = 543 nm, = 5 cm
شوارد الأمونيوم	تشكيل أزرق الأندوفينول	0.05 mmol/l	5%	[NH ₄ ⁺] = 1.5 mmol/l l = 630 nm, = 5 cm
شوارد الأورثوفوسفات	تشكيل أزرق الفوسفوموليبدن	0.01 mmol/l	2%	[PO ₄ ³⁻] = 1 mmol/l l = 885 nm, = 5 cm

1- تمّ الحصول على الأرقام الخاصة بحدّ الكشف والخطأ وفقاً لشروط الدراسة المخبرية التي تسمح بإجراء هذه التحاليل على المياه الشاطئية المدروسة، وضمن مجال الخطية لمختلف المنحنيات العيارية في حالة استخدام طرائق التحليل الطيفي.

2- تمّ تحديد نسبة الخطأ اعتباراً من تحديد مجموعة عينات متماثلة (مأخوذة من عينة واحدة) زادت عن العشرة (n = 10-20) لكل نوع من التحاليل المذكورة ووفق الشروط التجريبية الموضحة في العمود الأخير من الجدول (من الجدير بالذكر أنه من الممكن التقليل من نسبة الخطأ بتعديل بعض الشروط المخبرية المطبقة، إلا أننا اعتبرنا بأن هذه النسب مقبولة ضمن شروط القياس الخاصة بالعينات المدروسة).

مناقشة النتائج:

تشير النتائج إلى وجود ثلاث حالات مختلفة تحدّد كيفية تأثر الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الشاطئية لمدينة اللاذقية

بمصادر التلوث البرية. سوف نتناول بشيء من التفصيل الحالة الأولى منها وهي الأشمل، موضّحين بشكل خاص الخصائص الهيدرولوجية لهذه المياه وتغيرات شوارد الأزوت والفسفور اللاعضوية ذات التأثير المباشر على آلية عمل النظام البيئي وإنتاجيته الأولية، ثم نذكر الحالات الأخرى (الأكثر خصوصية) موضّحين نقاط الاختلاف ذات الأهمية بينها وبين الحالة الأولى.

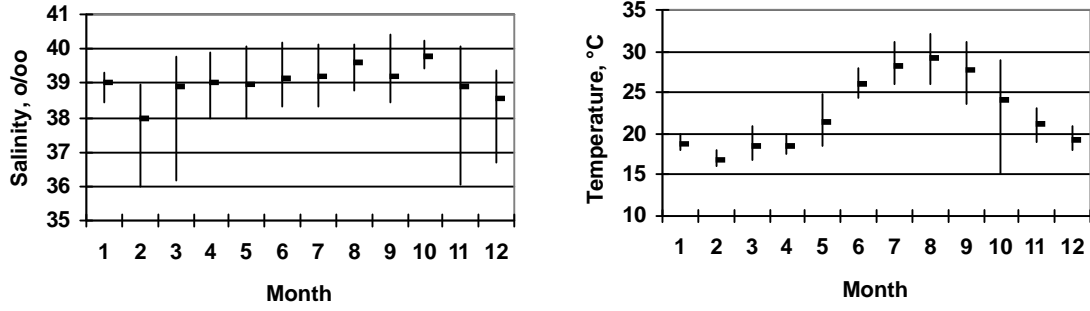
1- حالة المياه الشاطئية المفتوحة والبعيدة نسبياً عن مصادر التلوث البرية

تمثل هذه الحالة المياه البحرية البعيدة نسبياً عن شواطئ اللاذقية (أكثر من 1 كم) والمياه المعرّضة بشكل جيد للتيارات البحرية (كما هو الحال بالنسبة للمياه الواقعة غرب مكسر مرفأ اللاذقية التجاري والمياه الشاطئية الممتدة غرب معهد البحوث البحرية وغرب المدينة الرياضية بالإضافة للمياه العميقة المفتوحة غرباً). تتقارب الخصائص الهيدروكيميائية لهذه المياه، البعيدة نسبياً عن مصادر التلوث البرية، من خصائص المياه السطحية للحوض الشرقي للبحر الأبيض المتوسط مع الأخذ بعين الاعتبار لخصوصية الشروط التي تتواجد بها من صغر عمق العمود المائي (وما ينتج عن ذلك من تأثر سريع بالظروف الجوية الفصلية والتغيرات المناخية الطارئة أحياناً) والارتفاع البسيط نسبياً لتراكيز المغذيات وبعض الملوثات الكيميائية فيها.

نأخذ كمثال عن هذه الحالة المياه الشاطئية الواقعة في منطقة معهد البحوث البحرية. حيث يمكن اعتبار الدورة السنوية لمختلف الخصائص الهيدروكيميائية لهذه المياه كحالة مرجعية للمقارنة، وهي تدل على سلوكية هذا النظام البيئي الشاطئي تحت تأثير ضعيف نسبياً لمختلف أنواع الأنشطة البرية التابعة لمدينة اللاذقية، حيث أنّ المكونات المطروحة من قبلها لا تصل إلى هذه المياه إلّا بعد تشتيتها وتمديدها بفعل مختلف العوامل الفيزيائية، هذا إذا لم تعاني من تغيرات أخرى بفعل بعض العوامل الكيميائية (أكسدة، تشكيل معقدات، ...) والبيولوجية (استهلاك، تفكك بيولوجي، ...).

تشير تغيرات الخصائص الهيدرولوجية للمياه من حرارة وملوحة إلى تبعيتها شبه المطلقة لدورة المناخ السنوية والأحوال الجوية السائدة، حيث أن حرارة المياه تمر بأعلى قيم لها صيفاً، ويتميز كلاً من شهري تموز وأب بمتوسطات شهرية تتراوح بين 28 و 29.5°C، وشهر شباط بأخفض معدل شهري (حوالي 16.8°C) (شكل 1). وتتنحصر تغيرات حرارة المياه من أجل كل شهر من شهور السنة، ولكافة سنوات الدراسة، ضمن مجال ضيق نسبياً لا يتعدى خمس درجات مئوية، إلّا في أشهر الانتقالات الربيعية والخريفية والتي يمكن أن تشهد درجات حرارية متفاوتة من عام لآخر وقد تمّ تسجيل أعلى مجال حراري للمياه المدروسة في شهر تشرين الأول 14°C @ Dq (سجلت أصغر قيمة لحرارة المياه في 16/10/1991 وهي 15°C @ وأعلى قيمة في 20/10/1993 وهي 29°C @).

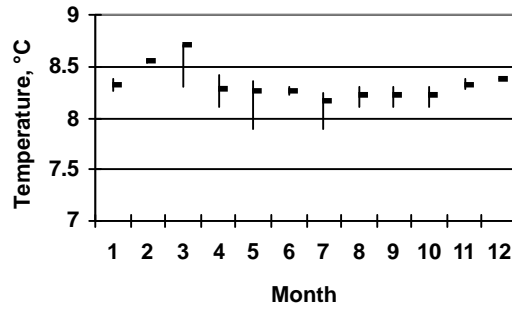
تتغير ملوحة المياه المدروسة غالباً ضمن المجال % 38-40 (78% من القياسات). وتنعكس التغيرات الشهرية للحرارة على ملوحة المياه التي تنحصر تغيراتها من أجل كل شهر من شهور السنة ولكافة سنوات الدراسة ضمن مجال ضيق جداً لا يتعدى % 2، إلّا في أشهر الهطولات المطرية (الشتاء غالباً) (شكل 1). ترتفع ملوحة المياه أحياناً لتتجاوز % 40 نتيجةً لعامل البخر بفعل حرارة الجو المرتفعة نسبياً بين شهري أيار وتشرين الأول. من ناحية أخرى، تنخفض الملوحة بفعل التمديد في حالة الهطولات المطرية وترتبط القيم المسجلة بكمية الهطولات والفترة الفاصلة عن لحظة الاعتيان (تمّ تسجيل أخفض قيمة في 12/2/1997 وهي % 36 @).



(شكل 1) التغيرات الشهرية لحرارة وملوحة المياه الشاطئية في منطقة معهد البحوث البحرية، مبيّنة القيم الصغرى والعظمى والوسطية المسجلة بين عام 1991 وعام 1997.

يؤدي بعد هذه المياه عن التأثير المباشر لمختلف مصادر التلوث البرية إلى تغيرات بسيطة نسبياً لـ pH، التي تبقى قيمها الوسطية أعلى بقليل من القيمة 8 (شكل 2). وتتبع هذه التغيرات بشكل أساسي لمختلف الخصائص الهيدروكيميائية للمياه (وبشكل خاص كمية غاز ثاني أكسيد الكربون المنحل ومختلف المكونات الأخرى الداخلة في تركيب النظام الواقي لمياه البحر...) ولدورها البيولوجية (وما يرافقها من إطلاق لغاز ثاني أكسيد الكربون بفعل تنفس الكائنات الحية أو كأحد نواتج التفسخ والتفكك الحيوي للمادة العضوية في المياه...) مما يفسر اتساع مجال قيم الـ pH خلال الفترة الممتدة بين آذار وتشيرين الأول.

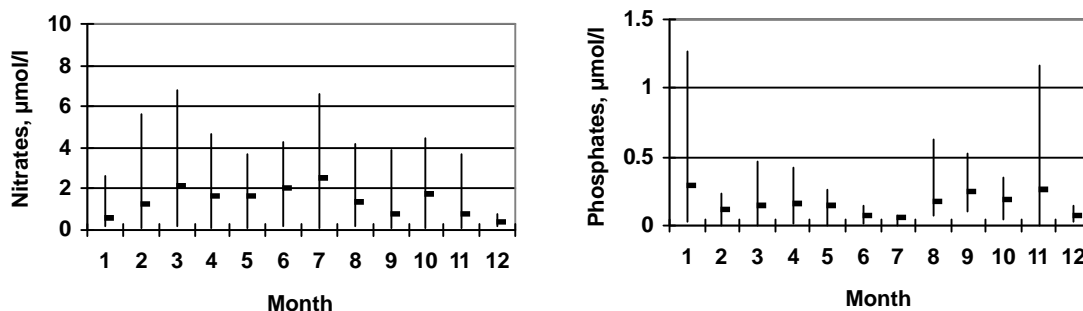
(شكل 2) التغيرات الشهرية لـ pH في المياه الشاطئية لمنطقة معهد البحوث البحرية، مبيّنة القيم الصغرى والعظمى والوسطية المسجلة بين عام 1991 وعام 1997.



تشير تغيرات شوارد الأزوت والفوسفور اللاعضوية المسجلة في المياه الشاطئية لمنطقة معهد البحوث البحرية على أن دورتها السنوية ليست مثالية بالمعنى المطلق، ويرجع ذلك غالباً إلى عدم استقرار الشروط المناخية، حيث أن فصلي الخريف والشتاء قد يشتملان على فترات تشمس وشروط ملائمة لظاهرة الازهارر البلاكتوني (Phytoplanktonic Bloom) المترافقة باستهلاك ملحوظ لشوارد النترات والفوسفات.

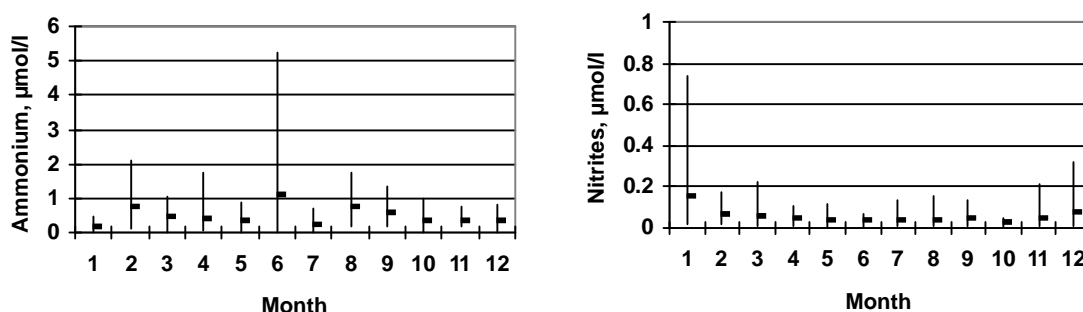
تكون تراكيز شوارد الفوسفات منخفضة نسبياً (غالباً أقل من 0.5 mmol/l)، وتنخفض متوسطاتها الشهرية بشكل ملحوظ خلال شهري تموز وآب (شكل 3)، نتيجة لاستهلاكها من قبل العوالق النباتية. هذا مع الإشارة إلى تسجيل العديد من الحالات التي تكون فيها تراكيز شوارد الفوسفات أقل من حدّ الكشف بالطريقة التحليلية المتبعة (حيث تشكل في هذه الحالة عاملاً محدداً يمنع استمرار ظاهرة الازهارر البلاكتوني في الوسط المدروس).

تتوافق تغيرات شوارد الأزوت اللاعضوية مع الدورة السنوية للنظام البيئي المدروس وتتناقص تراكيزها أهميةً وفق الترتيب التالي نترات - أمونيوم - نترت. تتناقص تراكيز شوارد النترات صيفاً عموماً، إلا أن تراكيزها في المياه المدروسة والتي تفوق بشكل ملحوظ لحاجة الوسط (نادراً ما تتجاوز القيمة 4 mmol/l للتراكيز الإفرادية و 2 mmol/l للمعدلات الشهرية) تجعلها باستمرار موجودة بتراكيز متوسطة الأهمية (باستثناء شهر حزيران الذي تكاد تنعدم فيه من المياه المدروسة) (شكل 3).



(شكل 3) التغيرات الشهرية لتراكيز شوارد الفوسفات والنترات في المياه الشاطئية لمنطقة معهد البحوث البحرية، مبيّنة القيم الصغرى والعظمى والوسطية المسجلة بين عام 1991 وعام 1997.

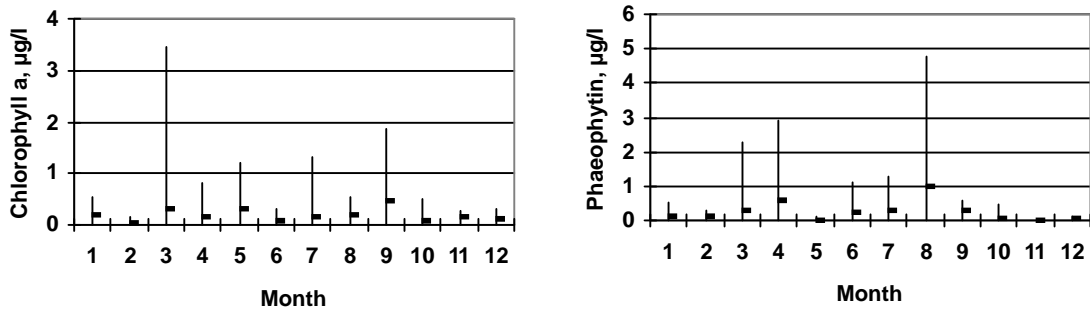
تتوافق تغيرات شوارد الأمونيوم والنترت في هذه المياه (شكل 4) بشكل ملحوظ مع الدورة البيولوجية للنظام البيئي المدروس ومع طبيعتها كمرکبات انتقالية تنتج عن تأكسد الأزوت العضوي، بالإضافة إلى إفراز شوارد الأمونيوم من قبل العديد من الكائنات التي تعيش في هذا الوسط. ويؤدي كل من الطبيعة المؤكسدة لمياه البحر والبكتريا المنتزعة الموجودة فيها (Nitrosomonas و Nitrobacters) إلى أكسدة شوارد الأمونيوم إلى شوارد نترت وهذه الأخيرة إلى شوارد نترات مكتملة بذلك دورة الأزوت في هذا النظام. وهكذا غالباً ما تترافق عملية ازهارر البلاكتوني في المياه بارتفاع في تراكيز شوارد الأمونيوم (كدليل على نشاط بيولوجي مرتفع نسبياً لوسط بعيد عن التأثير المباشر لمصادر التلوث البرية وخصوصاً مياه الصرف الصحي)، ويؤدي حدوث أكثر من عملية ازهارر بلاكتوني خلال الدورة السنوية الواحدة إلى وجود أكثر من قمة واحدة في مخطّط تغيرات شوارد الأمونيوم. وتكون عادةً قمم شوارد النترت المسجلة لاحقاً أضعف نسبياً من تلك العائدة لشوارد الأمونيوم بسبب التمديد الحاصل لهذه الأخيرة في مياه البحر خلال مرحلة الأكسدة.



(شكل 4) التغيرات الشهرية لتراكيز شوارد الأمونيوم والنترت في المياه الشاطئية لمنطقة معهد البحوث البحرية، مبيّنة القيم الصغرى والعظمى والوسطية المسجلة بين عام 1991 وعام 1997.

من المعلوم بأن تحديد الأصبغة اليخضورية في المياه يعطي فكرة تقريبية عن كمية العوالق النباتية وبالتالي عن الإنتاجية الأولية للنظام البيئي المدروس. يؤدي الفقر النسبي لهذه المياه بالمغذيات (وخاصةً بشوارد الفوسفات) وعدم ملاءمة الظروف المحيطة إلى بقاء المعدلات الوسطية الشهرية لمحتوى المياه من هذه الأصبغة دون القيمة 0.5 mg/l خلال كامل الدورة السنوية (شكل 5). كذلك فإن أغلب التراكيز المسجلة (92 % من مجموع العينات المدروسة) تقع ضمن المجال $0.0-0.5 \text{ mg/l}$ باستثناء القليل جداً منها (تمّ تسجيل بعض التراكيز التي تزيد عن القيمة 1 mg/l في التواريخ التالية: 1992/7/4 و 1996/3/27 و 1996/5/15 و 1996/9/4). ويلاحظ تغيّر هذه التراكيز سريعاً نتيجةً لعاملين هما: هلاك العوالق النباتية بسبب عدم استقرار الأحوال المناخية والشروط المحيطة بالإضافة إلى استهلاك هذه العوالق من قبل العوالق الحيوانية العاشبة التي تليها في السلسلة الغذائية البحرية. كذلك يلاحظ حدوث أكثر من عملية ازهار خلال الدورة السنوية الواحدة وغالباً ما تتم هذه الظاهرة مع بداية الفترات الربيعية والخريفية.

تكون التراكيز الوسطية الشهرية للأصبغة السمراوية (وهي الناتج الرئيسي لعملية تفكك الأصبغة اليخضورية) في هذه المياه غالباً دون القيمة 0.5 mg/l (شكل 5)، بما يتوافق مع النتائج الخاصة بالأصبغة اليخضورية. وتقع تراكيزها المسجلة ضمن المجال $0.0-0.5 \text{ mg/l}$ من أجل 82 % من العينات المدروسة. ونتيجة للوضع الخاص لهذه الأصبغة كنتاج رئيسي لتفكك الأصبغة اليخضورية، فإن وجودها في الوسط يكون لاحقاً لوجود تلك الأخيرة وليس متزامناً معها ممّا يعلّل اختلاف التغيرات السنوية المسجلة لهما، وتكون تراكيزها مرتفعة نسبياً خلال الفترات الربيعية والخريفية لنفس الأسباب سابقة الذكر.



(شكل 5) التغيرات الشهرية لتراكيز الأصبغة اليخضورية والسمراوية في المياه الشاطئية لمنطقة معهد البحوث البحرية، مبيّنة القيم الصغرى والعظمى والوسطية المسجلة بين عام 1991 وعام 1997.

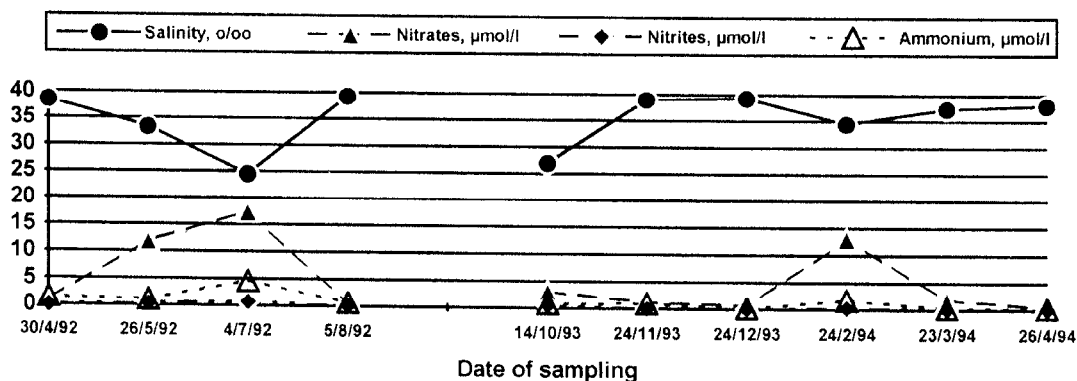
2- حالة المياه الشاطئية المفتوحة والقريبة من مصادر التلوث البرية

تعتبر هذه الحالة كحالة انتقالية بين المياه الشاطئية الواقعة تحت التأثير المباشر لمختلف مصادر التلوث البرية والمياه البعيدة نسبياً عنها والوارد ذكرها سابقاً (الحالة الأولى). تؤدي الظروف الخاصة بجغرافية بعض القطاعات الشاطئية (خلجان ورؤوس بحرية) إلى توجيه التيارات البحرية الشاطئية وبالتالي المياه المحملة بالملوثات نحو منطقة معينة تشكل ممراً شبه دائم لهذه المياه، وهذا يؤثر على بعض المواصفات الهيدروكيميائية لمياه هذه المنطقة، التي تكون تراكيز الملوثات فيها مرتفعة نسبياً بالمقارنة مع المياه البحرية المفتوحة ومدتجة انخفاضاً بالابتعاد عن مصادر التلوث (بفعل التمديد من جهة وبعض التحولات الكيميائية أو العوامل البيولوجية تبعاً لطبيعة الملوث من جهة أخرى). تعدّ المياه الشاطئية الممتدة بين مصب نهر الكبير الشمالي ورأس الكورنيش الجنوبي (عند مطعم اليخت) جنوب اللاذقية والمياه الشاطئية المجاورة لمرفأ قرية ابن هاني شمال اللاذقية من الأمثلة الجيدة عن هذه الحالة، لوجود روافد مائية عذبة متأثرة بمياه الصرف الصحي والزراعي (وبعضها متأثر بالمياه الصناعية) (جدول 2).

تتميز المياه الشاطئية الواقعة جنوب مدينة اللاذقية بوقوعها تحت تأثير مياه نهر الكبير الشمالي ومجرور الصرف الصحي في الرمل الفلسطيني. حيث تساهم مياه نهر الكبير الشمالي برفد المياه الشاطئية بمختلف المكونات التي تحتويها وهذا يؤدي إلى ارتفاع بتركيز هذه المكونات وانخفاض بملوحة المياه الشاطئية مشكلاً منطقةً من التدرج الملحي تبدأ بمنطقة المياه العذبة وتنتهي بمنطقة المياه البحرية المفتوحة. يتغير مدى تأثير المياه العذبة عادةً تبعاً لتغير الظروف الهيدروديناميكية والمناخية المحيطة بحيث يمكن أن يصل أحياناً إلى مناطق شاطئية معروفة بطبيعتها البحرية، قد يتجاوز بعدها عن المصب مسافة 500 متر، على الرغم من انخفاض معدل تدفق هذا النهر (من المفترض أن يسمح سد 16 تشرين بتدفقٍ وسطي قدره $1 \text{ m}^3/\text{sec}$). ويؤدي ارتفاع تراكيز شوارد الآزوت اللاعضوية في مياه هذا النهر إلى تأثيرها بوضوح على توزع هذه الشوارد في المياه الشاطئية الجنوبية (شكل 6) وبالتالي على إنتاجية الوسط؛ وتجدر الإشارة إلى أن مياه هذا النهر تكون أكثر حمولة بشوارد الآزوت منها بشوارد الفوسفات (جدول 2).

(جدول 2) الحمولة الوسطية لشوارد الآزوت والفوسفور اللاعضوية في بعض الروافد المائية القريبة من مدينة اللاذقية.

الاسم	PO_4^{3-} (mg.P/m ³)	NO_3^- (mg.N/m ³)	NO_2^- (mg.N/m ³)	NH_4^+ (mg.N/m ³)
نهر الكبير الشمالي	10.9	131.6	8.4	44.8
ساقية ميكائيل	507.0	237.7	121.9	726.7
ساقية موسى	334.0	342.0	43.0	216.0

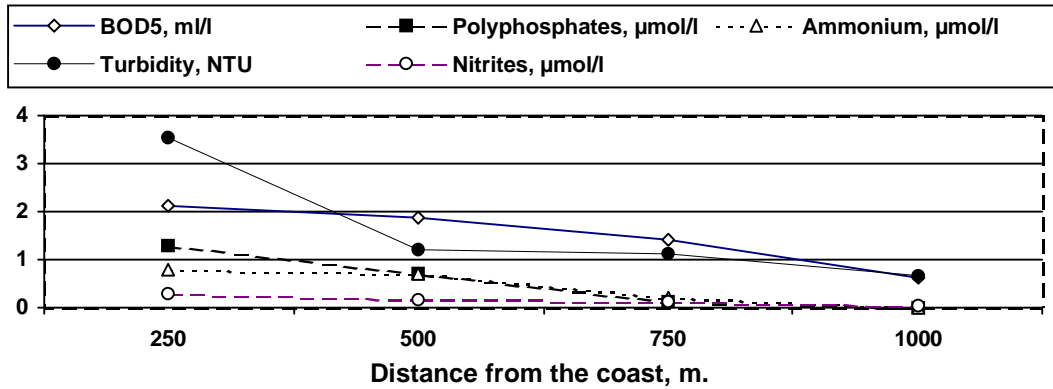


(شكل 6) تغيرات الملوحة وشوارد الآزوت اللاعضوية في المياه الشاطئية المقابلة لمصب نهر الكبير الشمالي (500 متر)، خلال

الفترتين ربيع - صيف 1992 وخريف 1993 - ربيع 1994.

تسبب مياه الصرف الصحي ارتفاعاً بتركيز شوارد الآزوت والفوسفور اللاعضوية (بالإضافة إلى غيرها من الملوثات) في المياه الشاطئية المدروسة، بحيث تكون تراكيز شوارد الأمونيوم أعظمية في المياه الأقرب إلى المجرور ومع الابتعاد عنه (ومع مرور الزمن) تتأكسد شوارد الأمونيوم إلى نترات ومن ثم إلى نترات، وتكون مياه الصرف هذه غنية بنفس الوقت بشوارد الفوسفات (والبولي فوسفات التي يتناقص تركيزها في مياه البحر تدريجياً مع الابتعاد عن المصب) مما يؤدي إلى تنشيط عملية الإنتاج الأولي في هذا النظام البيئي الشاطئي. وعلى الرغم من استهلاك أكسدة المواد العضوية واللاعضوية الموجودة في هذه المياه (والواصلت مع مياه الصرف الصحي) لكميات لا بأس بها من الأكسجين المنحل في الماء، تبقى كمية الأكسجين المنحل في هذا الوسط أكبر من المطلوب الحيوي للأكسجين بفضل التبادل المفتوح بين هذه

المياه والمياه البحرية المفتوحة والذي تنشطه التيارات البحرية.

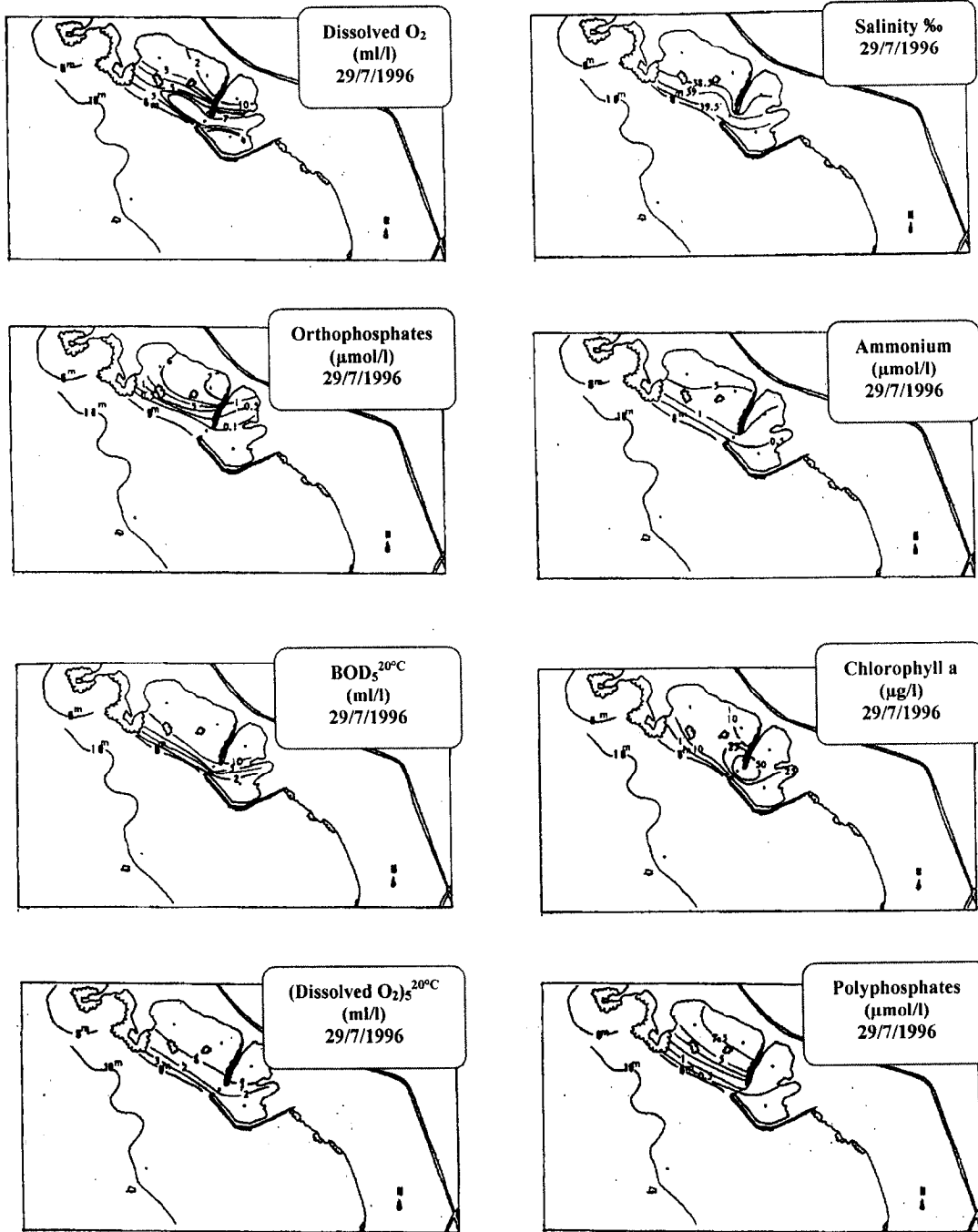


(شكل 7) تغير بعض خصائص المياه الشاطئية جنوب مدينة اللاذقية بدلالة البعد عن شاطئ مسبح الشعب غرباً (1996/7/29).

3- حالة المياه الشاطئية عند نقاط الصرف الصحي وفي الأحواض المائية نصف المغلقة

تمثل هذه الحالة المياه الأكثر تأثراً بمصادر التلوث البرية وبالتالي الأنظمة البيئية المهتدة باستمرار، وهي تقتصر على الأمتار الأولى من المياه الشاطئية المجاورة لنقاط الصرف الصحي وقسماً لا بأس به من حوض الصيد والنزهة وقسماً محدوداً جداً من مرفأ اللاذقية. سوف تقتصر هنا على أخذ حوض الصيد والنزهة كمثال، حيث يؤدي الوضع الجغرافي المتميز لهذا الحوض (كحوض شبه مغلق يكون تبادل المياه بينه وبين البحر المفتوح محدوداً) والاستقرار الديناميكي لمياهه مع الارتفاع النسبي لمحتواها من المغذيات (الآتية مع مياه الصرف) إلى تنشيط عملية الإنتاج الأولي أحياناً (تم تسجيل تراكيز أكبر من $50 \mu\text{g/l}$ من الأصبغة اليخضورية والسمراوية خلال صيف عام 1996)، وبالتالي ارتفاع محتوى الماء من الأكسجين المنحل ونسبة التشبع بالأكسجين لتتعدى بكثير القيمة 100% (شكل 8). بالمقابل يؤدي ارتفاع تراكيز المواد العضوية والمطلوب الحيوي من الأكسجين إلى استهلاك مكثف للأكسجين المنحل في الماء، يمكن أن يؤدي بانعدام هذا الأخير لتحوّل الوسط إلى وسط لاهوائي، مما يهدد مجمل الحياة المائية فيه.

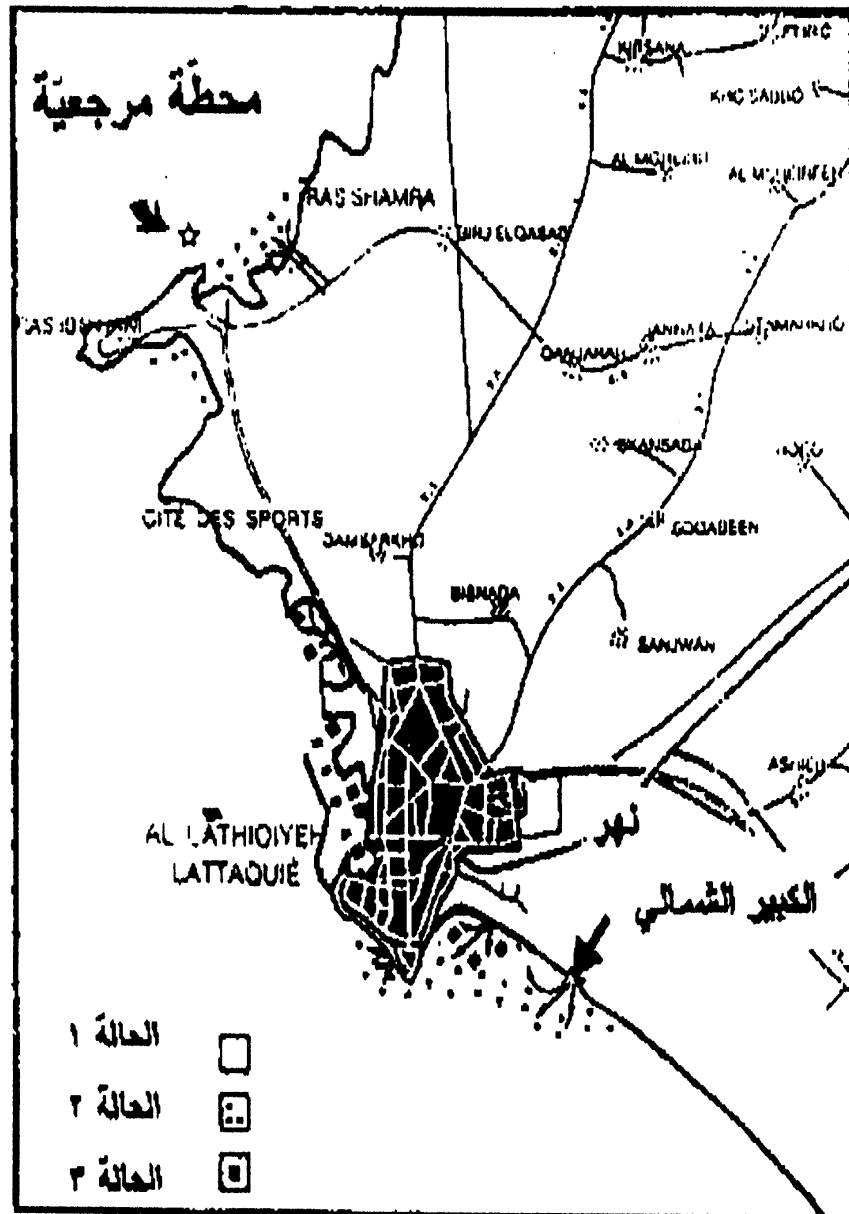
يلاحظ أن تغير ارتفاع تراكيز المغذيات في الحالتين الثانية والثالثة للمياه الشاطئية يؤثر تأثيراً بالغ الأهمية على الدورة السنوية للأصبغة اليخضورية، فبدلاً من حدوث قفزتين ربيعية وخريفية كما في المياه الشاطئية المفتوحة، يحصل لدينا ارتفاع ملحوظ في تراكيزها يمتد أحياناً ليغطي كامل الفترة آذار - تشرين الأول (القيمة الوسطية تزيد عن $1 \mu\text{g/l}$ في هذه الفترة) مع بعض التآرجحات قليلة الأهمية والتي تعود إلى تتالي أجيال العوالق النباتية. وتؤدي ظاهرة الإفراط الغذائي هذه إلى انعكاسات سلبية على مياه حوض الصيد والنزهة الذي لا يكون تركيز الأكسجين المنحل فيه أحياناً كافياً لتغطية ما يتطلبه الوسط لتنفس الكائنات الحية وأكسدة المواد العضوية وغير العضوية الآتية مع مياه الصرف، مما ينتج عنه انعدام الأكسجين من المياه في أجزاء معينة من الحوض وبدء انطلاق رائحة غاز H_2S في المنطقة. أمّا بالنسبة لساقيتي المياه العذبة، وعلى الرغم من ارتفاع تراكيز المغذيات فيها (بسبب استخدامها في الري وما يمكن أن يأتيها من مختلف أنواع الأسمدة وارتفاع تراكيز الأمونيوم بشكل خاص في ساقية ميكائيل الناتج عن الصرف الصحي للسكان)، لا تصل الأضرار إلى درجة انعدام الأكسجين من الوسط وإنما تتضح آثارها بالنمو الكثيف للطحالب في مجرى هذه السواقي صيفاً.



(شكل 8) توزع بعض المتغيرات الهيدروكيميائية في مياه حوض الصيد والنزهة (1996/7/29).

الخلاصة:

نخلص من خلال ما تقدم إلى أن مختلف مصادر التلوث البرية تؤثر على الخصائص الهيدروكيميائية للمياه الشاطئية لمدينة اللاذقية وعلى آلية عمل النظام البيئي، وتتدخل عوامل عدة (تتعلق بطبيعة الملوثات والمنطقة والحالة المناخية و...) في تحديد مدى ونوعية هذا التأثير. بناءً على ذلك، يمكن تحديد ثلاث حالات أساسية لهذه المياه تفيد في معرفة الوضع البيئي العام لها والمناطق المهددة منها (شكل 9). وتبين هذه الدراسة ضرورة إجراء الرصد المستمر لنوعية المياه الشاطئية ومخلفات مختلف أنواع الأنشطة البرية تفادياً لأي تغيير بخصائص هذه المياه يعود عليها بأثارٍ سلبية ويهدد الحياة القائمة فيها.



(شكل 9) مصور جغرافي يوضح الوضع البيئي للمياه الشاطئية لمدينة اللاذقية ومختلف الحالات الوارد ذكرها.



- [1] I. Aboukora, C. Bouras, V.G. Krivosheya, L.V. Mosalenko, I.M. Ovchinnikov & V.G. Yakubenko; (1995). Some features of water circulation and hydrological structure in the north-eastern part of the Levantine sea. Rapp. Comm. Int. Médit., 34:165.
- [2] H. Mayhoub, M. Baker, N. Hamoud, S. Nouredin, M. Omran & A.K. Youssef; (1996). Effet de la pollution sur l'écosystème planctonique des eaux côtières Syriennes (en face de Lattaquié). MAP Technical Report Series, No. 97: 67-106.
- [3] A. Aminot & M. Chaussepied (Editors); (1983) Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, Brest, 395 p.
- [4] K. Grasshoff, M. Ehrardt & K. Kremling (Editors); (1983) Methods of seawater analysis. Verlag Chemie, second Revised and Extended Edition, Germany, 419 p.
- [5] UNEP/IOC/IAEA; (1988). Standard chemical methods for marine environmental monitoring. Reference Methods for Marine Pollution Studies, No. 50, 50 pages.
- [6] K. Benschneider & R.J. Robinson; (1952). A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in seawater. J. Mar. Res., 11: 87-96.
- [7] E.D. Wood, F.A.J. Armstrong & F.A. Richards; (1967). Determination of nitrate in seawater by cadmium-copper reduction to nitrite. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 47: 23-31.
- [8] F. Koroleff; (1969). Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. ICES, C.M., 1969/C: 9 Hydr. Comm.
- [9] J. Murphy & J.P. Riley; (1962). A modified single method for the determination of phosphates in natural waters. Anal. Chim. Acta, 27: 31-36.
- [10] C.J. Lorenzen; (1967). Determination of chlorophyll and pheopigments: spectrophotometric equations. Limnol. Oceanogr., 12: 343-346.

