

تراكيز بعض العناصر النزرة في الماء والرواسب ونبات القصب في نهر الديوانية

حيدر مشكور حسين

كلية العلوم / جامعة القادسية

biohaider@yahoo.com

ا.د. باسم يوسف الخفاجي

كلية العلوم / جامعة ذي قار

basim_y_d@yahoo.com

الخلاصة

اجريت هذه الدراسة لتقدير تراكيز بعض العناصر النزرة في الماء والرواسب ونبات القصب في مياه نهر الديوانية، اذ جمعت عينات المياه والرواسب والنباتات شهريا من ثلاث مواقع على نهر الديوانية ابتداء من مايس (الصيف) لعام 2013 ولغاية نيسان (الربيع) 2014، وشملت هذه الدراسة قياس درجة حرارة الهواء والماء والاس الهيدروجيني والملوحة والاكسجين الذائب والكاربون العضوي الكلي فضلا عن نسجة التربة. كما تم قياس تراكيز خمسا من العناصر النزرة وهي الكاديوم والنحاس والنيكل والرصاص والارصين في الماء بجزييه الذائب والدقائق وفي الرواسب فضلا عن نبات القصب.

بينت نتائج هذه الدراسة ان درجة حرارة الهواء والماء تراوحت ما بين (16.40-39.55) °م و(11.42-30.57) °م على التوالي، اما قيم الاس الهيدروجيني بين (7.34- 8.10) اذ تعد مياه النهر قاعدية خفيفة، في حين كانت المياه قليلة الملوحة حيث تراوحت قيم الملوحة ما بين (0.773- 0.954) جزءا بالألف، اما قيم الاوكسجين الذائب فكانت ما بين (6.104- 7.979) ملغم / لتر، تراوحت قيم النسبة المئوية لتراكيز الكاربون العضوي الكلي ما بين (0.440 - 1.045) %، كما اظهرت النتائج ان نسجة الرواسب كانت رملية- غرينية في الموقع الاول، و رملية - طينية في الموقعين الثاني والثالث في نهر الديوانية.

اما بالنسبة لنتائج معدلات تراكيز العناصر النزرة في نهر الديوانية فقد تراوحت تراكيز العناصر النزرة في الجزء الذائب للماء بين (0.00005 - 0.00109 و 0.0012 - 0.0038 و 0.0015 - 0.0042 و 0.00065 - 0.00200 و 0.0145 - 0.0272) ملغم / لتر لكل من الكاديوم والنحاس والنيكل والرصاص والارصين على التوالي، بينما للجزء الدقائق من الماء فقد تراوحت تراكيز العناصر النزرة بين (0.29- 1.49 و 3.46 - 13.04 و 12.51 - 20.99 و 1.08- 4.67 و 65.54 - 127.51) ميكغم / غم وزنا جاف لكل من الكاديوم والنحاس والنيكل والرصاص والارصين على التوالي، وفي الرواسب بين (0.53 - 1.96 و 23.93- 49.65 و 136.85- 166.09 و 4.14 - 5.92 و 126.69- 176.64) ميكغم / غم وزنا جاف لكل من الكاديوم والنحاس والنيكل والرصاص والارصين على التوالي. اما في نبات القصب تراوحت بين (0.07 - 0.20 و 5.93- 16.21 و 8.67 - 46.87 و 0.89- 2.93 و 26.60 - 103.78) ميكغم / غم وزنا جاف، واطهرت نتائج التركيز الكلي لجميع العناصر في النماذج المدروسة وفق الترتيب التالي: الرواسب < الجزء الدقائق < القصب < الجزء الذائب.

الكلمات المفتاحية: نهر الديوانية، العناصر نزرة، المياه، الرواسب، نبات القصب.

Concentration of some trace element in water, sediment and *Phragmites australis* (Cav.), in Al-Diwaniya river

Haider M. Hussein
Al-Qadisyah University
College of Science
biohaider@yahoo.com

Basim Y. Al-khafaji
Thi-Qar University
College of Science
basim_y_d@yahoo.com

Abstract

The current study was conducted to determine concentration of some trace elements in, water, sediments, and plant *Phragmites australis*(Cav.), in Al-Diwaniya river. Samples were collected monthly for water, sediments, plant. from May(summer) 2013 up to April(spring) 2014 from three sites from Al-Diwaniya river. The current study included determine some physical and chemical parameters such as air and water temperature, pH, , Salinity, , Dissolved oxygen, Total Organic Carbon ; and soil texture, as well as measured of some trace elements (cadmium, copper, nickel, lead and zinc) in water (dissolved and particulate), and in sediment, and so in biotic component included plant *P. australis*.

The results showed that the air and water temperature ranged between (16.40-39.55) °c ;(11.42-30.57) °c respectively. The study also demonstrated that the pH values were neutral tend to light alkaline and ranged between (7.34-8.10), according to the values of salinity ranged between (0.773-0.954)‰ the water of the river was classified as Oligohaline, , and also showed dissolved oxygen as its value ranged between (6.104-7.979) mg/l , The values of total organic carbon in sediments ranged between (0.440- 1.045)%, While the sediment texture was sandy-silt in the first site , and sandy-clay in the both two and three sites of Al-Diwaniya river .

Results of concentration of trace elements were determined Al- Diwaniya river ecosystem for all (cadmium, copper, nickel, lead and zinc) that the concentration of dissolved trace elements ranged between (0.00005-0.00109),(0.0012 -0.0038),(0.0015 -0.0042), (0.00065- 0.00200),(0.0145- 0.0272) mg/l., whereas in particulate phase ranged for between (0.29-1.49), (3.46-13.04),(12.51-20.99),(1.08- 4.67),(65.54-127.51) µg/g dry weight. and in sediments ranged between (0.53-1.96),(23.93- 49.65),(136.85- 166.09),(4.14-5.92),(126.69-176.64) µg/g dry weight respectively. In the Descending sequence in concentrations of all trace elements in abiotic components was as follow: sediments> particulate phase > dissolved phase. concentrations of trace elements (cadmium, copper, nickel, lead and zinc) in producers of Al-Diwaniya river ranged in plant *P. australis* from (0.07-0.20),(5.93-16.21),(8.67-46.87),(0.89-2.93),(26.60-103.78) µg/g dry weight respectively.

Key words: Al-Diwaniya river, water, sediment and *Phragmites australis*.

المقدمة:

يعد التلوث البيئي ظاهرة عكسية للمسار الصحيح للطبيعة ونظامها، إذ يختلف علماء البيئة في اعطاء تعريف دقيق ومحدد للمفهوم العلمي للتلوث البيئي وايا كان التعريف فانه يكون مرتبط بالدرجة الاولى بالنظام البيئي وكفاءته في مقاومة الضرر الناتج من فعالية الملوثات ،اذ أن قدرة هذا النظام تقل بدرجة كبيرة وتصاب بشكل تام عند حدوث تغير في الحركة التوافقية بين العناصر المختلفة فالتغير الكمي أو النوعي الذي يطرأ على تمكين عناصر هذا النظام يؤدي الى الخلل في هذا النظام بحيث تجعله غير قادر عن اداء وظيفته الاعتيادية في التخلص من تلك الملوثات(فهد و ربيع،2010).

ويمكن تعريفه ايضا على انه المادة او المؤثر الذي يؤثر تأثيرا عكسيا في البيئة عندما يتواجد بكميات أو تراكيز غير التراكيز الطبيعية المقبولة ويقال أنه موجود عندما يؤثر في صحة وراحة الإنسان أو يقتل الأحياء الأخرى وان اغلب المشكلات البيئية تحدث نتيجة لنشاطات الانسان لغرض تحقيق مصلحة ذاتية (Minkoff & Baker, 2001). وتشكل آلات التلوث خطرا كبيرا نتيجة تحول البيئة النظيفة الى بيئة ملوثة بفعل الملوثات الناجمة عن الاستخدامات الخاطئة عند التعامل مع الارض والمياه والهواء، كما بدأت تأخذ أبعاداً بيئية واقتصادية واجتماعية خطيرة، خصوصا بعد الثورة الصناعية في أوروبا والتوسع الصناعي الهائل المدعوم بالتكنولوجيا الحديثة إذ أخذت الصناعات في الآونة الأخيرة اتجاهات خطيرة متمثلة في التنوع الكبير للتكنولوجيا وظهور بعض الصناعات المعقدة التي صاحبها في كثير من الاحيان ملوثات خطيرة أدت الى تدهور الانظمة البيئية الطبيعية(Schulte-Rentrop et al., 2005).

يعتمد سلوك وحركة وتوزيع وسمية العناصر النزرة على الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الأنهار واشكال تواجدها وارتباطاتها الفيزيوكيميائية ، كما يتميز كل عنصر بسلوك محدد وبدورة كيميائية ارضية احيائية خاصة (Fang & Lin, 2002).

ان دراسة ومعرفة السلوك الفردي والتجمعي لبعض العناصر النزرة يساهم في فهم حركتها وتأثيراتها بدا من دخولها مياه الأنهار وثباتها في عمود الماء وصولا الى الاحياء المائية او ترسيبها في الرواسب القاعية وهذا يساعد في معرفة الدور الذي تلعبه الأنهار في كونها تشكل حلقة الوصل بين مصير و تأثير تلك العناصر وعلاقتها بالمكونات الحية وغير الحية (Hill,1997).

إن دراسة وتقدير محتوى العناصر النزرة في المكونات الحية وغير الحية للنظم البيئية المائية يساعد على تقييم مستوى التلوث فيها والحد من انتشارها ومعرفة مصادرها(Wei and Yang 2010). إذ انها تطلق بكميات كبيرة الى البيئة والناتجة من المخلفات الصناعية ومياه الفضلات كما ان لها القدرة على تكوين مركبات معقدة ثابتة مع اغلب المركبات العضوية وغير العضوية الموجودة في أجسام الكائنات الحية مما يؤدي الى تراكمها في المستويات الغذائية بشكل متزايد من مستوى غذائي الى اخر لهذه النظم البيئية الحية(Mohan et al., 2008).

2- مواد العمل وطرقه Materials & Methods

1-2 وصف مواقع الدراسة : The Study Sites Description

تم تحديد المواقع المدروسة باستعمال جهاز تحديد النظام الموقعي الجغرافي Geographical Positioning System (GPS) كما في الشكل (1):-

1-الموقع الاول (S1) The First Site يقع الى الشمال من مركز محافظة الديوانية في بداية مدخل ناحية السنية قرب المخيم الكشفي إذ تحيط به اراض زراعية وبساتين كما توجد قبله بعض الاحياء السكنية وتتواجد فيه عدد من المبازل التي تتكون من الاراضي الزراعية المتواجدة على جانبي النهر.

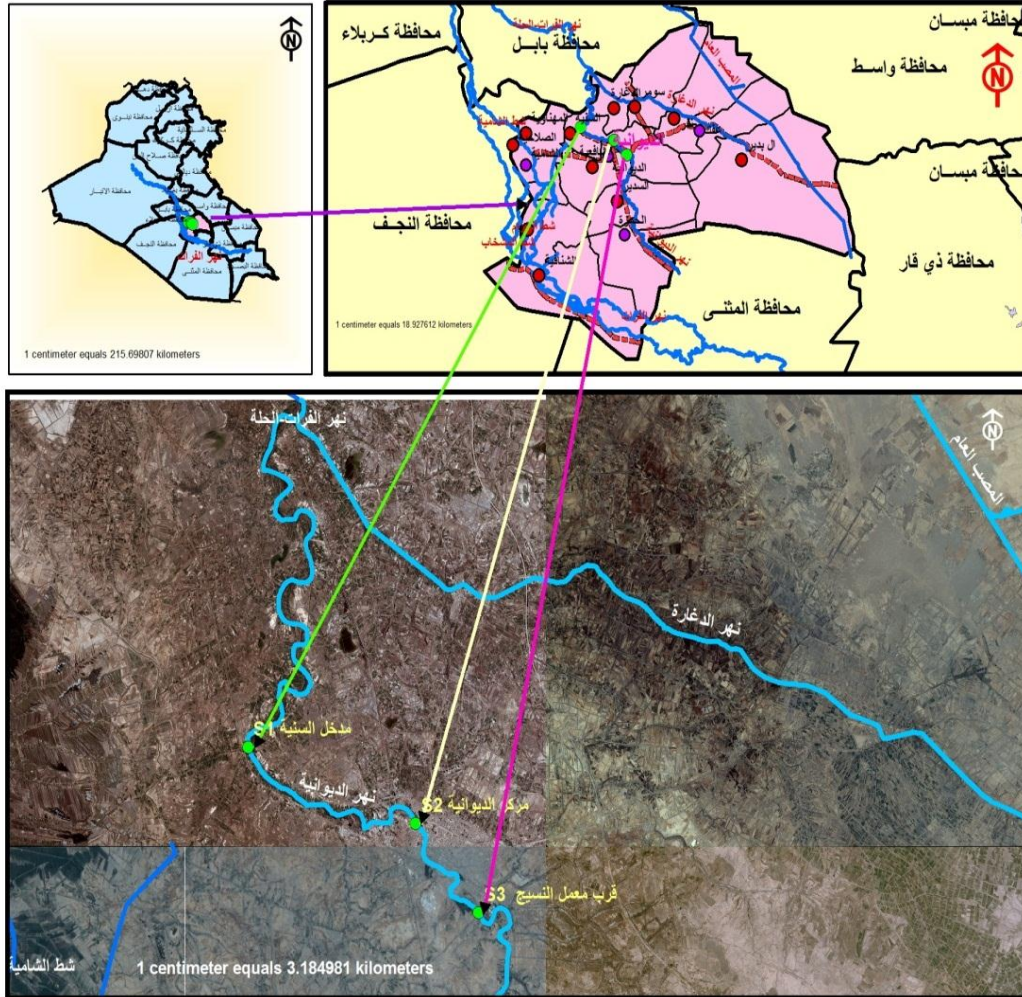
2- الموقع الثاني (S2) The Second Site

يقع في مركز مدينة الديوانية (منطقة الفرات) ويمتاز هذا الموقع بوجود مصادر عديدة للتلوث والتي تلقى الى النهر بصورة مباشرة وبدون معالجة كالمخلفات البشرية والصناعية ومياه الصرف الصحي بالاضافة الى الفضلات المنزلية والمبازل للاحياء السكنية وكذلك وجود قرى متفرقة على جانبي النهر ولاسيما الجهة اليمنى ، ويبعد عن الموقع الاولى بمسافة (14)كم.

3- الموقع الثالث (S3) The Third Site

يقع الى الجنوب من مركز المدينة في حي الاسكان بالقرب معمل النسيج ، إذ يمتاز النهر في هذه المحطة بقلة وجود النباتات وعلى جانب واحد فقط من النهر وهو الجانب الأيمن. ويمتاز هذا الموقع بكثرة الملوثات التي تصب بصورة

مباشرة الى النهر منها محطة الصرف الصحي غير المعالجة كما تمتاز ايضا بوجود اماكن لتربية الجاموس اضافة الى تواجد مكائن الديزل التي تعمل بالنفط الاسود حيث تنتشر على طول النهر في جنوب المدينة وكذلك وجود العديد من المحطات لغسل السيارات على جانبي النهر إذ تطرح الكثير من الملوثات ذات الاثر الخطير على سلامة النهر والاحياء التي تتوافر فيه وتبعد هذه المحطة عن المحطة الثانية بمسافة (11) كم (مديرية بيئية الديوانية -شعبة النظم البيئية (2014).



شكل (1) خارطة نهر الديوانية موضح عليها مواقع الدراسة

2-2 الفحوصات الفيزيائية والكيميائية

- **درجة الحرارة الهواء والماء Air and Water temperature**
قيست درجة حرارة الهواء والماء وقت أخذ العينات عند كل محطة باستخدام محرار زئبقي مدرج (0-100) م°.
- **الأس الهيدروجيني pH**
قيس الأس الهيدروجيني للمياه في كل موقع باستخدام جهاز قياس الأس الهيدروجيني -pH-Microprocessor meter موديل HANNA 1984 لقياس الاس الهيدروجيني حقليا، بعد معايرته بالمحاليل الدائرة القياسية (Buffer Solution ذات pH (4، 7، 9)).
- **الملوحة Salinity**
تم حساب الملوحة بالاعتماد على قيم التوصيلية الكهربائية معبراً عنها جزء بالالف على وفق (Mackereth et al., 1978) واستعملت المعادلة الآتية:
$$\text{Salinity \%} = \text{Electrical Conductivity}(\mu\text{s/cm}) \times 640 \times 10^{-6}$$

- **الاوكسجين الذائب Dissolved Oxygen** اتبعت طريقة ونكلر (تحويل الازايد Azide modification) والموضحة من جمعية الصحة العامة الامريكية (APHA, 2003) وعبر عن النتائج بالملغرام/لتر.
- **قياس الكربون العضوي الكلي في الرواسب T.O.C%** اتبعت طريقة Walkley-Black (1934) والموضحة من (Gaudette et al., 1974)
- **التحليل الحجمي لحبيبات الرواسب:** استخدمت طريقة المكثاف hydrometer لتقدير النسبة المئوية لمكونات الرواسب والموضحة من قبل (بشور والصانع، 2007).

3-2 جمع العينات Collection of Sample

- 1- جمعت عينات الماء من مواقع الدراسة الثلاثة من وسط النهر وبعمرق 30 سم من السطح ووضعت العينات في قناني بلاستيكية (بولي اثيلين) سعة (5) لتر لكل عينة وبواقع ثلاثة مكررات بشكل عشوائي في كل موقع لاجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية واجراء فحوصات العناصر النزرة لكل عينة اذ تم اضافة بضع قطرات من حامض النتريك المركز ما يعادل 2 مل لكل لتر من العينة وذلك كعامل مثبت لحفظ العناصر النزرة في الماء تم فحص العينات شهريا وعبر عنها فصليا .
- 2- جمعت عينات الماء باستخدام قناني زجاجية شفافة واخرى معتمة سعة 250 مل (قناني ونكلر) لغرض تقدير الاوكسجين المذاب DO .
- 3- جمعت عينات الرواسب القاعية باستخدام جامع عينات الرواسب Grab sampler وحفظت في اكياس بلاستيكية نظيفة لحين الوصول الى المختبر.
- 4- جمعت عينات نبات القصب (النبات كاملا) الملامسة لمياه النهر بعد غسلها في ماء النهر للتخلص من المواد العالقة وتم حفظها في اكياس ورقية لحين الوصول الى المختبر.

4-2 استخراج العناصر النزرة : Extraction of Trace elements

- 1- **استخلاص العناصر النزرة الذائبة Dissolved Trace elements** تم استخلاص تلك العناصر حسب الطريقة الموضحة من قبل (EPA, 1992).
- 2- **استخلاص ايونات العناصر النزرة الدقائقية Particulate Trace elements** استخلاص تلك العناصر حسب الطريقة الموضحة من قبل (Sturgeon et al., 1982) .
- 3- **استخلاص ايونات العناصر النزرة من الرواسب** اذ اعتمدت طريقة (Yi et al., 2007) .
- 4- **استخلاص ايونات العناصر النزرة من نبات القصب** اعتمدت طريقة (Orson et al., 1992) في استخلاص العناصر النزرة من نبات القصب.

3- النتائج والمناقشة Resluts and Discussion

1-3 العوامل الفيزيائية والكيميائية

1- درجة حرارة الهواء والماء Air and water temperature

اظهرت القياسات الحقلية في هذه الدراسة ان اأدنى درجة حرارة للهواء كانت 16.40 °م في الشتاء في الموقع الاول ، وأعلى درجة حرارة كانت 39.55 °م في الصيف في الموقع الثالث بمعدل وكانت معدلات درجة حرارة الهواء السنوية (25.85، 27.41، 27.95) °م للمواقع الثلاثة على التوالي جدول (1). أما بالنسبة لدرجة حرارة الماء فقد بلغت أدنى درجة حرارة للماء 11.42 °م في الشتاء، في الموقع الاول وأعلى درجة حرارة كانت 30.57 °م في الصيف في الموقع الثالث وكانت معدلات حرارة الماء السنوية (19.89، 20.62، 21.31) °م للمواقع المدروسة على التوالي جدول (2). التغييرات الفصلية في درجات حرارة الماء فكانت اقل تباينا من التغييرات الفصلية في درجات حرارة الهواء مع وجود تباين قليل في المواقع و كان ازدياد درجات الحرارة ملحوظا مع تقدم الصيف. ان الاختلافات الموقعية في درجة حرارة الهواء والماء قد يكون بسبب الاختلاف في وقت اخذ العينات وشدة الاشعاع الشمسي وعرض النهر وعمقه. وقد توافقت نتائج هذه الدراسة مع أغلب الدراسات البيئية العراقية منها دراسة (الزبيدي 2012 ؛ الميالي 2014). فقد أظهرت درجات حرارة الهواء تغييرات فصلية واضحة خلال مدة الدراسة اذ سجلت أدنى القيم خلال فصل الشتاء وأعلىها خلال فصل الصيف والسبب الرئيسي يعود إلى الاختلافات في الظروف المناخية وزاوية سقوط الشمس وشدة

السطوع وطول مدة النهار كما رافقت تغيرات درجة حرارة المياه في الدراسة الحالية درجة حرارة الهواء في الارتفاع والانخفاض في مواقع الدراسة كما يدعم ذلك نتائج التحليل الإحصائي لعلاقة ارتباط معنوي طردي بينهما وتأثرها بدرجة حرارة الهواء تماماً، وهذا قد يعزى إلى ضحالة العمق وزيادة المساحة السطحية للماء مقارنة بالحجم (Dere et al., 2002).

جدول (1): التغيرات الفصلية في معدلات درجات حرارة الهواء (م°) لمواقع الدراسة.

المعدل \pm الانحراف المعياري	الفصول				المواقع
	الربيع	الشتاء	الخريف	الصيف	
7.45 \pm 25.85	26.85	16.40	23.14	37.01	1
7.28 \pm 27.41	29.78	18.06	24.02	37.79	2
8.11 \pm 27.95	31.15	18.45	22.65	39.55	3
	\pm 29.26	\pm 17.63	\pm 23.27	\pm 38.11	المعدل \pm الانحراف المعياري
	1.79	0.88	0.56	1.06	
0.28 = للتداخل	0.16 = للفصول		0.14 = للمواقع		LSD 0.05

جدول (2): التغيرات الفصلية في معدلات درجات حرارة الماء (م°) لمواقع الدراسة.

المعدل \pm الانحراف المعياري	الفصول				المواقع
	الربيع	الشتاء	الخريف	الصيف	
6.24 \pm 19.89	20.80	11.42	18.45	28.90	1
6.50 \pm 20.62	22.65	11.81	18.36	29.69	2
6.74 \pm 21.31	24.12	12.50	18.06	30.57	3
	\pm 22.52	\pm 11.91	\pm 18.29	\pm 29.72	المعدل \pm الانحراف المعياري
	1.35	0.44	0.16	0.68	
0.24 = للتداخل	0.14 = للفصول		0.12 = للمواقع		LSD 0.05

2- الأس الهيدروجيني pH

أظهرت النتائج أن أقل قيمة للأس الهيدروجيني كانت 7.34 في الصيف في الموقع الثالث وأعلى قيمة 8.10 في الشتاء في الموقع الأول وكانت معدلات قيم الأس الهيدروجيني السنوية (7.71، 7.64، 7.57) للمواقع المدروسة على التوالي. أظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين المواقع خلال الفصول. إن قيم الأس الهيدروجيني قاعدية خفيفة طيلة مدة الدراسة ولكل المواقع وبالتالي يكون نهر الديوانية مشابهة لبقية الأنهار العراقية كما أن التغيرات الفصلية كانت طفيفة نوعاً ما وقد يعود ذلك إلى السعة التنظيمية للمياه العسرة الحاوية على أيونات الكاربونات والبيكاربونات (السعدي 2013).

جدول (3): التغيرات الفصلية في معدلات قيم الأس الهيدروجيني pH لمياه مواقع الدراسة.

المعدل \pm الانحراف المعياري	الفصول				المواقع
	الربيع	الشتاء	الخريف	الصيف	
0.23 \pm 7.71	7.64	8.10	7.60	7.50	1
0.20 \pm 7.64	7.73	7.93	7.55	7.37	2
0.17 \pm 7.57	7.65	7.80	7.51	7.34	3
	\pm 7.67	\pm 7.94	\pm 7.55	\pm 7.40	المعدل \pm الانحراف المعياري
	0.04	0.12	0.03	0.06	
0.08 = للتداخل	0.05 = للفصول		0.04 = للمواقع		LSD 0.05

3- الملوحة Salinity

تراوحت قيمة الملوحة بين 0.773 جزء بالألف كأقل قيمه في الشتاء في الموقع الأول و 0.954 جزء بالألف كأعلى قيمة في الصيف في الموقع الثالث وبمعدل سنوي (0.842، 0.890، 0.914) للموقع الأول والثاني والثالث على التوالي جزء بالألف جدول (4). كما أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى ($P \leq 0.05$) بين فصول السنة، أسهمت تأثيرات المناخ الجاف صيفاً بشكل مباشر في ظهور تغيرات واضحة المعالم لقيم الملوحة فزادت القيم مع ارتفاع درجات الحرارة في فصل الصيف وقد يعود السبب إلى ارتفاع درجة الحرارة وما ينتج عنها من زيادة تبخر الماء وبالتالي سرعة ترسب الأملاح المعدنية (Abowei, 2010)، كما قد يعزى انخفاض الملوحة في فصلي الشتاء والربيع إلى فعل التخفيف الناتج عن هطول الأمطار وارتفاع مناسيب المياه وسرعة الجريان (علمك وآخرون، 2003) جدول (4).

جدول (4): التغيرات الفصلية في معدلات قيم الملوحة (%) لمياه مواقع الدراسة.

المعدل \pm الإتحراف المعياري	الفصول				المواقع
	الربيع	الشتاء	الخريف	الصيف	
0.068 \pm 0.842	0.776	0.773	0.905	0.917	1
0.036 \pm 0.890	0.873	0.841	0.914	0.935	2
0.029 \pm 0.914	0.907	0.873	0.923	0.954	3
	\pm 0.852 0.056	\pm 0.829 0.042	\pm 0.914 0.007	\pm 0.935 0.015	المعدل \pm الإتحراف المعياري
0.003 = للتداخل	0.002 = للفصول		0.001 = للمواقع		LSD 0.05

4- الأوكسجين الذائب Dissolved oxygen

سجلت أقل قيمة للأوكسجين الذائب 6.104 ملغم / لتر في الصيف في الموقع الثالث و أعلى قيمة كانت 7.979 ملغم / لتر في الشتاء في الموقع الأول وبمعدل سنوي (7.076 ، 6.741، 6.934) ملغم / لتر للموقع الأول والثاني والثالث التوالي. بينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية عند مستوى ($P \leq 0.05$) بين الفصول والمواقع جدول (5).

سجلت في الدراسة الحالية قيما مرتفعة للأوكسجين خلال فصل الشتاء والخريف وقد تعد التراكيز العالية من الأوكسجين الذائب دليلاً على صحة البيئة المائية وصلاحيتها للأحياء التي تقطنها، فهو يزداد خلال الأشهر الباردة نتيجة لزيادة قابلية الإذابة وانخفاض مستوى تحلل المواد العضوية او قد يعود سبب ذلك الى انخفاض درجات الحرارة وكذلك زيادة سرعة الجريان التي زادت من الخلط الجيد بين الطبقات السطحية والقاعية للمياه مؤدياً بذلك إلى التهوية الجيدة للمياه فضلاً عن الدور الكبير للنباتات المائية (الغانمي ، 2003) او قد يرجع الى ضحالة العمق (Solomon et al., 2009) ، أما القيم الواطئة للأوكسجين الذائب خلال فصل الصيف فقد يعزى ذلك الى الانخفاض في ذوبانية الأوكسجين مع زيادة درجة الحرارة والملوحة واستهلاكه في عملية التحلل العضوي للمواد المتركمة (Wetzel, 2001). أما التغيرات الموقعية فقد يعود السبب في ارتفاع قيمة الأوكسجين الذائب في الموقع الأول الى عدم تأثر هذا الموقع بمياه المطروحات المدنية والصناعية فضلاً عن عملية التهوية الناتجة من الجريان السريع للنهر وكذلك تواجد النباتات المائية والتي ربما يعزى إليها الزيادة في تركيز الأوكسجين الذائب كنتاج من عملية التركيب الضوئي ، اما أقل قيمة فكانت في الموقع الثالث وقد يعزى السبب الى ان هذه المنطقة تمتاز بكونها تقع ضمن منطقة زراعية واماكن لتربية الحيوانات التي قد تزداد فيها الفضلات العضوية والمركبات النيتروجينية التي تعد من اهم المركبات التي تستهلك الأوكسجين عند تحللها بفعل نشاط الاحياء المجهرية المحللة(لسلطاني 2011).

جدول (5): التغيرات الفصلية في معدلات قيم الأوكسجين الذائب (ملغم/ لتر) لمياه مواقع الدراسة.

المعدل \pm الإتحراف المعياري	الفصول				المواقع
	الربيع	الشتاء	الخريف	الصيف	
0.612 \pm 7.076	6.710	7.979	7.257	6.358	1
0.599 \pm 6.934	6.534	7.843	7.081	6.280	2
0.533 \pm 6.741	6.378	7.462	7.022	6.104	3
	\pm 6.540 0.136	\pm 7.761 0.219	\pm 7.120 0.100	\pm 6.247 0.106	المعدل \pm الإتحراف المعياري
0.022 = للتداخل	0.013 = للفصول		0.011 = للمواقع		LSD 0.05

5- الكربون العضوي الكلي Total Organic Carbon (TOC)

سجلت أقل قيمة 0.440 % خلال الربيع في الموقع الأول ، و أعلى قيمة فقد كانت نسبتها 1.045 % خلال الصيف في الموقع الثالث وبمعدل سنوي (0.605 ، 0.73 ، 0.800) % للموقع الأول والثاني والثالث على التوالي جدول (6). لاحظنا من الدراسة الحالية هنالك تغيرات فصلية و موقعيه للنسب المئوية للكربون العضوي الكلي في رواسب نهر الديوانية لاسيما في الموقع الثالث اذ بلغت اعلى قيمة خلال الصيف ،وقد يعزى ذلك النشاطات البشرية والصناعية والزراعية والتي تعمل على زيادة تراكم الكائنات الميتة والمواد العضوية العالقة ،التي تزيد من قيم الكربون العضوي، او قد يعود ذلك الى زيادة درجة الحرارة التي تلعب دورا رئيسا في زيادة نشاط الاحياء المحللة للمواد العضوية في الرواسب(الفتلاوي ،2011).

جدول (6): التغيرات الفصلية في معدلات قيم الكاربون العضوي الكلي TOC (%) في رواسب مواقع الدراسة.

المعدل \pm الانحراف المعياري	الفصول				المواقع
	الربيع	الشتاء	الخريف	الصيف	
0.114 \pm 0.605	0.440	0.596	0.625	0.762	1
0.151 \pm 0.732	0.508	0.713	0.781	0.928	2
0.170 \pm 0.800	0.566	0.772	0.820	1.045	3
	\pm 0.504 0.051	\pm 0.693 0.073	\pm 0.742 0.084	\pm 0.911 0.116	المعدل \pm الانحراف المعياري
0.006 = للتداخل	0.004 = للفصول		0.003 = للمواقع		LSD 0.05

6- التحليل الحجمي لحبيبات الرواسب

أظهرت نتائج الدراسة الحالية إن رواسب نهر الديوانية تتكون من خليط من الغرين و الرمل والطين (20.12، 55.36، 24.52) % (39.68، 33.45، 26.87) % (25.46، 36.22، 38.32) % في الموقع الاول والثاني والثالث على التوالي، إذ أظهرت النتائج ان نسجه الرواسب كانت رملية- غرينية في الموقع الاول، و رملية - طينية في الموقعين الثاني والثالث، كما موضح في الجدول (7)

اذ تلعب النسبة المئوية للتربة دورا مهما في تحديد نوعية الرواسب وتأثير الظروف البيئية والفيزيائية والكيميائية والاحيائية عليها، اذ انها تؤثر على قابلية الرواسب على الاحتفاظ بأيونات العناصر والاملاح والمواد العضوية كما ونوعا (السعدي، 2006) فكلما قل قطر الحبيبات كلما زادت قابليتها على الاحتفاظ بكميات اكبر من العناصر النزرية نتيجة لزيادة المساحة السطحية وبالتالي زيادة مساحة الامتزاز (Wittmann & Forstner, 1981) كما ان دقائق الطين ذات الشحنة السالبة تمتلك الفة قوية مع العناصر النزرية ذات الشحنة الموجبة (Murek, 2005).

جدول (7) النسب المئوية لمكونات رواسب نهر الديوانية في مواقع الدراسة.

وصف النسجة	الطين %	الغرين %	الرمل %	المكونات الموقع
Sandy –Silt رملية- غرينية	20.12	24.52	55.36	1
Sandy-Clay رملية-طينية	33.45	26.87	39.68	2
Sandy-Clay رملية-طينية	36.22	25.46	38.32	3

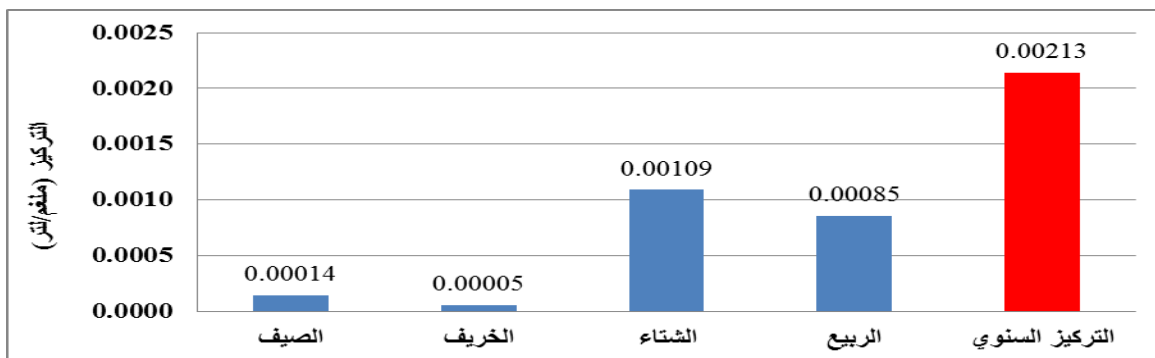
2-3 العناصر النزرية في الماء:

أظهرت نتائج هذه الدراسة كما في الاشكال (2-6) وجود العناصر النزرية في الجزء الذائب للماء بتركيز قليلة جدا خلال مدة الدراسة. تراوحت تراكيز العناصر النزرية في الجزء الذائب من الماء بين 0.00005 - 0.00109 و 0.0012 و 0.0038- 0.0015 و 0.0042 و 0.00065 - 0.00200 و 0.0145 - 0.0272 مليغم / لتر لكل من الكاديوم والنحاس والنيكل والرصاص و الخارصين على التوالي وبمعدلات سنوية مقدارها (0.002130 و 0.0085 و 0.0097 و 0.00502 و 0.0747) مليغم / لتر للعناصر اعلاه على التوالي .

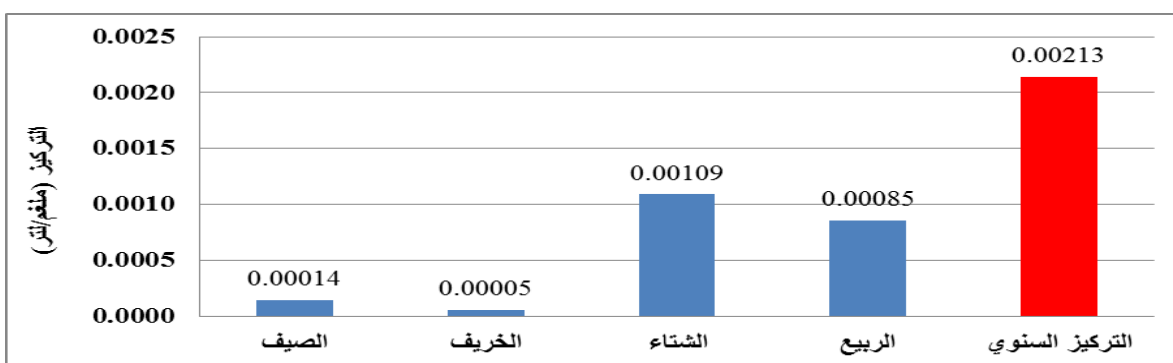
يلاحظ من نتائج هذه الدراسة ان تركيز العناصر في الجزء الذائب كانت اقل مما هي عليه في الجزء الدقائق للماء وكذلك اقل من تركيزها في الرواسب وقد يعزى ذلك إلى توقف بعض العمليات الصناعية خلال تلك الفترة و قلة ما يطرح من مخلفات صناعية تحتوي على تركيزات عالية من هذه العناصر او ربما يعود كذلك لكون العناصر النزرية متحولة باستمرار ولا تبقى بشكل ذائب لفترة طويلة في الماء وهذا يعود الى دور العوالق النباتية والحيوانية والاسماك وكذلك النباتات المائية فضلا عن العمليات الفيزيوكيميائية في تقليل تراكيزها في الماء من خلال تركيزها داخل اجسامها

وعمليات الاذابة وتكوين المعقدات مع المركبات العضوية وكذلك الى عوامل اخرى مثل الملوحة والاس الهيدروجيني وهذه كلها عوامل تتحكم في انتقال وجاهزية هذه العناصر في البيئة المائية وهذا يتفق مع ما توصل إليه (Salman, 2011).

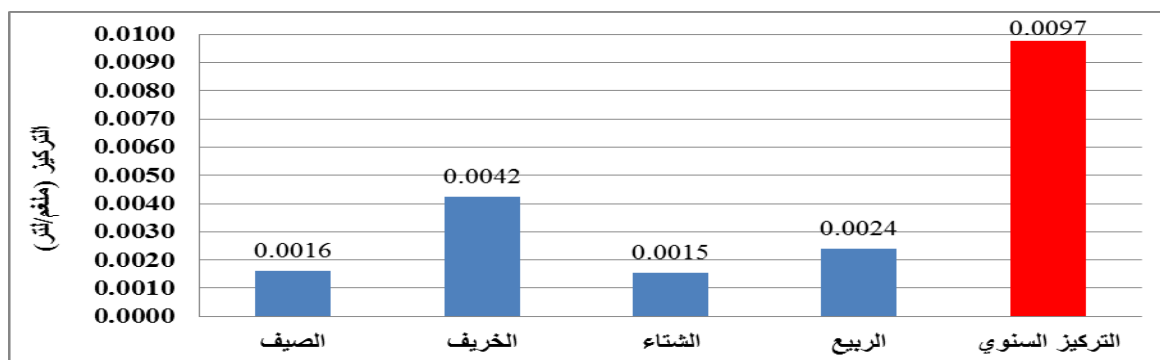
بينت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية فصلية وموقعية عند مستوى ($P \leq 0.05$) بين تراكيز العناصر في الجزء الذائب. وهذا لا يتفق مع دراسة (الميالي 2014).



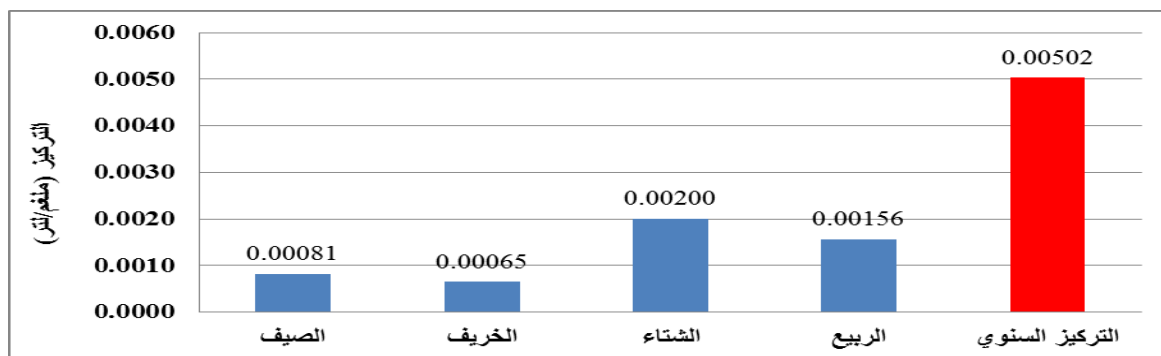
شكل (2): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الكاديوم (ملغم/لتر) في الجزء الذائب للماء.



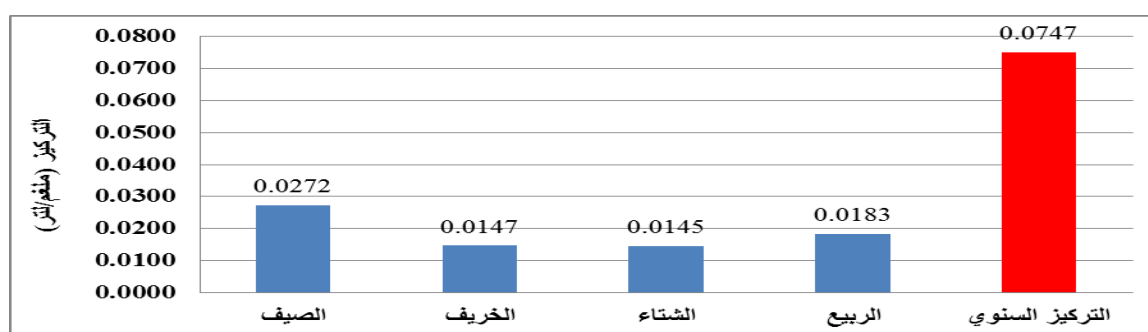
شكل (3): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر النحاس (ملغم/لتر) في الجزء الذائب للماء.



شكل (4): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر النيكل (ملغم/لتر) في الجزء الذائب للماء.



شكل (5): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الرصاص (ملغم/لتر) في الجزء الذائب للماء.

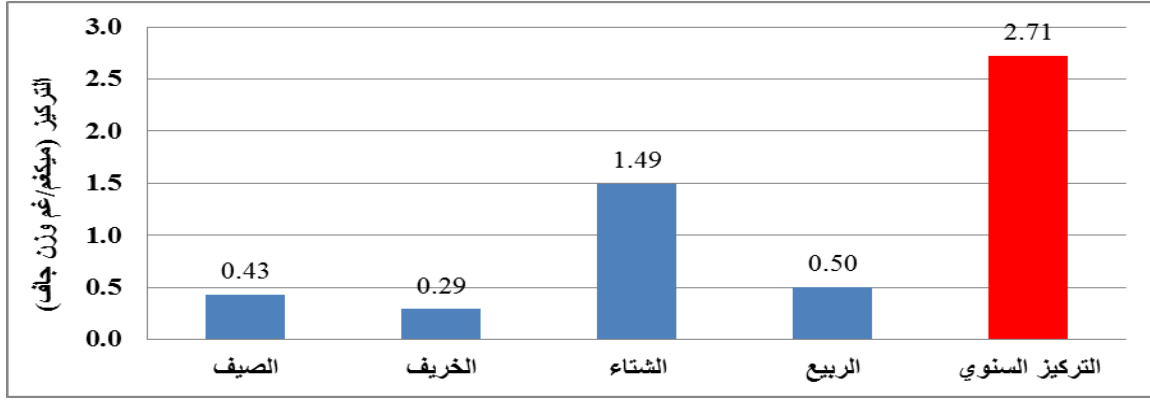


شكل (6) معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الخارصين (ملغم/لتر) في الجزء الذائب للماء.

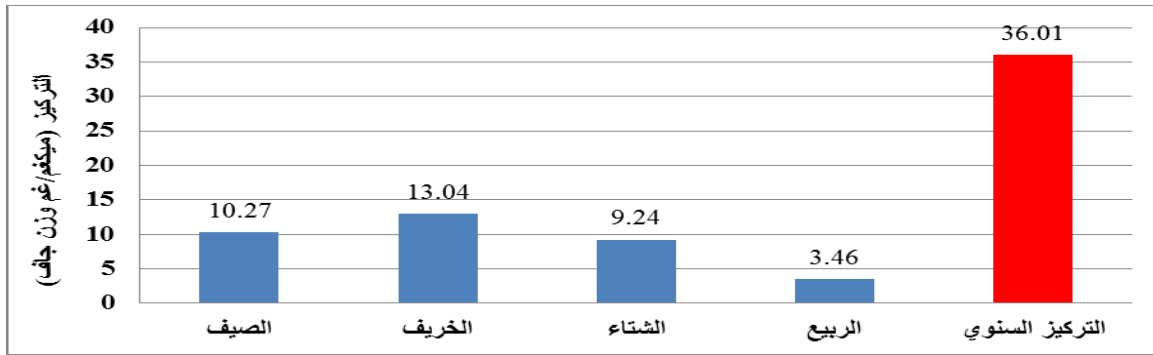
اما بالنسبة للجزء الدقائق من الماء فقد اظهرت نتائج هذه الدراسة كما في الاشكال (7-11) ان تراكيز العناصر النزرية في الجزء الدقائق للماء كانت اعلى وتفاوتت معنويًا على تراكيزها في الجزء الذائب للماء خلال مدة الدراسة .

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروقات معنوية فصلية ، اذ بلغ اعلى زيادة لمعدل تراكيز كل من النحاس والنيكل والخارصين كانت في الخريف وبلغت 13.04، 20.99، 127.51 على التوالي . اما اعلى زيادة لمعدل تراكيز كل من الكاديوم والرصاص كانت في الشتاء وبلغت 1.49، 4.67 على الترتيب . كما بينت النتائج وجود عدم وجود فروق موقعية معنوية للعناصر ما عدا عنصر الرصاص وبلغ اقل 0.95 ميكغم / غم وزنا جافا في الموقع الاول صيفا واعلى تركيز 10.25 ميكغم / غم وزنا جافا في الموقع الثالث شتاءً.

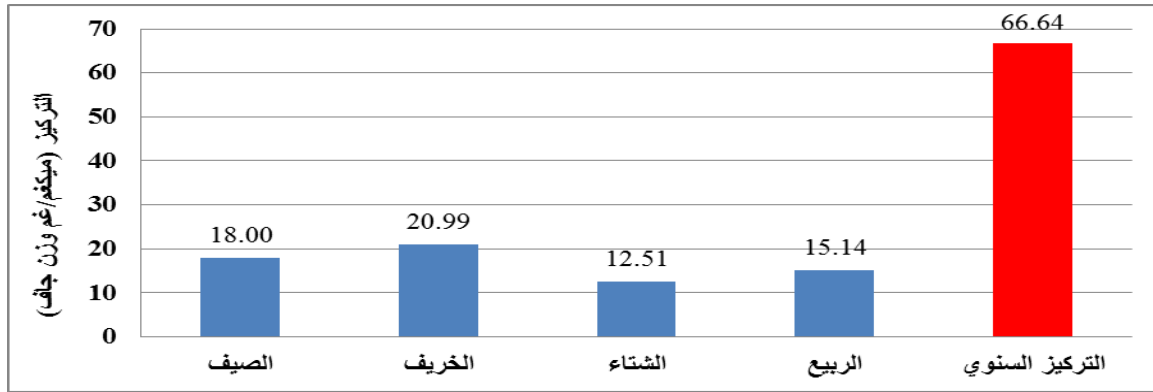
اما بالنسبة للعناصر النزرية في الجزء الدقائق للماء كانت اعلى من العناصر في الجزء الذائب للماء وهذا يعزى إلى الاختلاف في توزيعها بين الجزء الذائب في الماء والدقائق العالقة إذ ان تراكيز العناصر النزرية الدقائقية يعتمد على عدة عوامل منها تصريف المياه والتغيرات الفصلية في كمية ونوعية العوالق الحيوانية والنباتية وكمية المادة العالقة كما أن بعض العناصر يحصل لها ادمصاص على سطوح الدقائق العالقة وهذا يسبب زيادة تركيز العناصر النزرية في بعض العوالق عنها في الجزء الذائب (صبري واخرون ، 2001). او قد يفسر ذلك على أساس وجود تراكيز عالية من الدقائق أو العكورة الناتجة عن عمليات الخلط أو احتواء المياه على كميات من العوالق النباتية والحيوانية التي لها القابلية على تركيز العناصر النزرية فيها وهذا يتفق مع ما أشار إليه (Al-Khafaji, 2005). لوحظ اختلاف نسبة العناصر المدروسة تبعاً إلى الفة العناصر المدروسة إلى المواد الدقائقية العالقة وإلى ميل اغلب العناصر إلى الامتزاز والارتباط على سطوح المواد الدقائقية العالقة والمواد العضوية والطين في عمود الماء (Edward et al., 2013). إذ كانت تراكيز العناصر النزرية الدقائقية في الدراسة الحالية كالآتي الخارصين < النيكل < النحاس < الرصاص < الكاديوم.



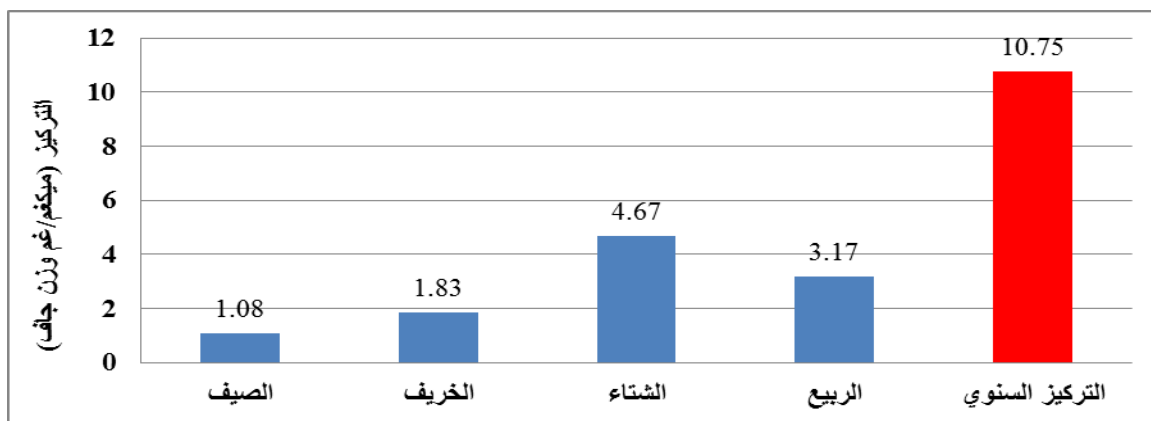
شكل (7): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الكاديوم (ميكغم/غم وزن جاف) في الجزء الدقائقي للماء.



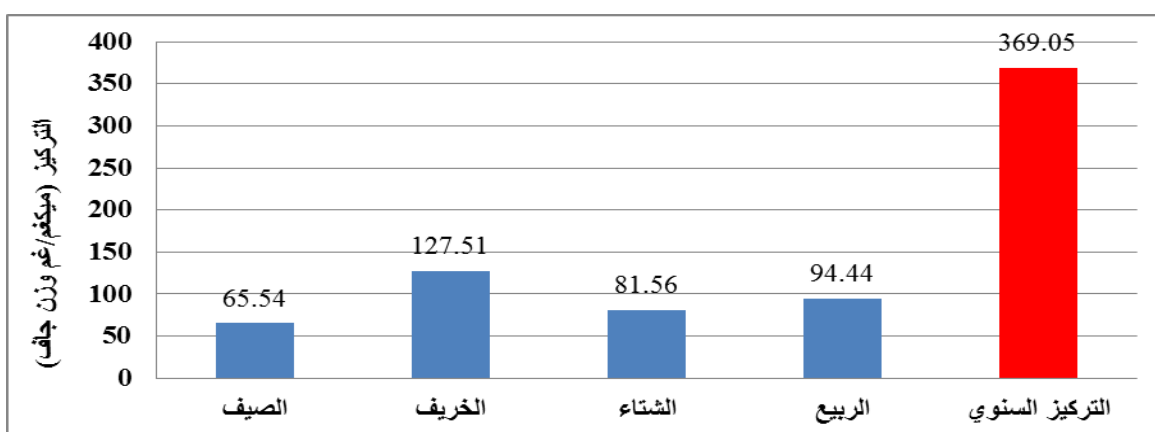
شكل (8): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر النحاس (ميكغم/غم وزن جاف) في الجزء الدقائقي للماء.



شكل (9): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر النيكل (ميكغم/غم وزن جاف) في الجزء الدقائقي للماء.



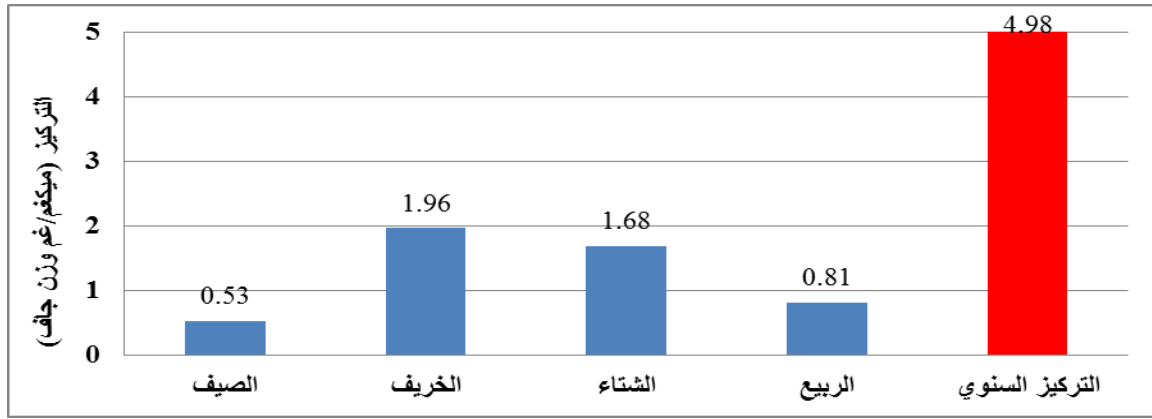
شكل (10): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الرصاص (ميكغم/غم وزن جاف) في الجزء الدقائق للماء.



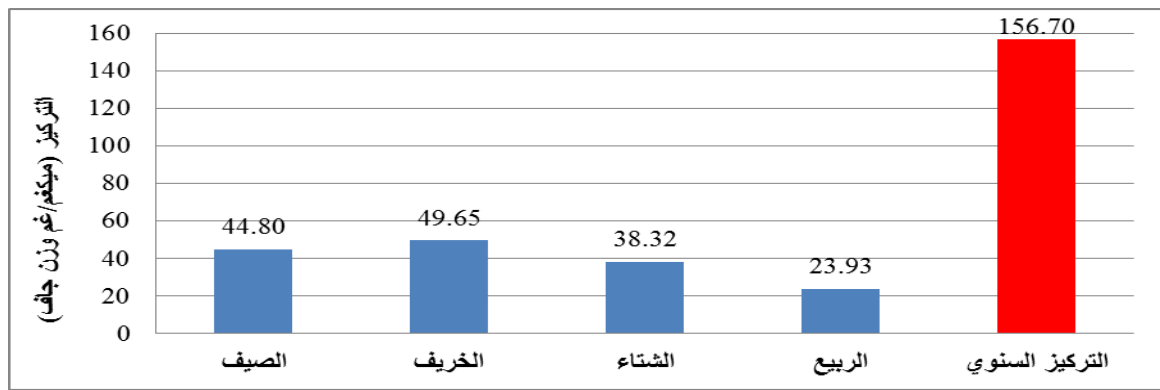
شكل (11): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الخارصين (ميكغم/غم وزن جاف) في الجزء الدقائق للماء.

3-3 العناصر النزرة في الرواسب :

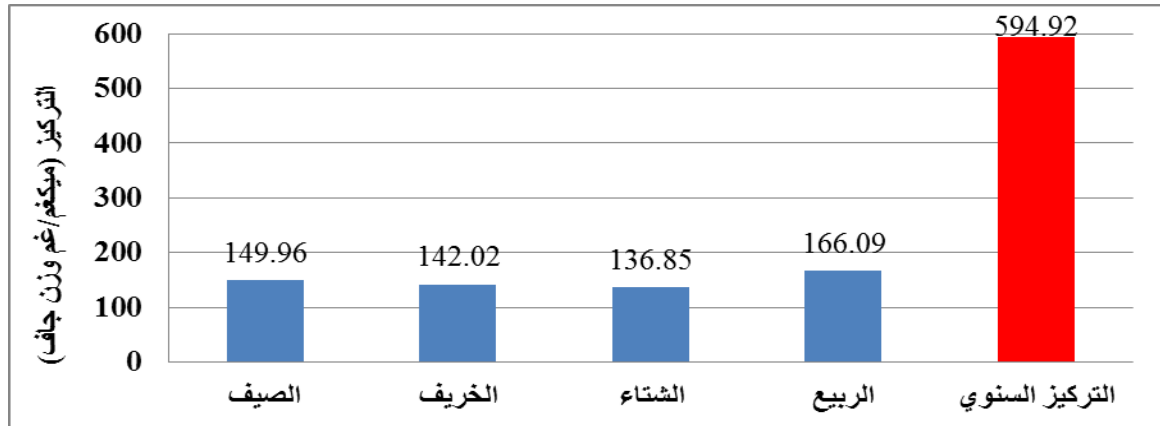
اوضحت نتائج هذه الدراسة كما في الاشكال (12-16) ان تراكيز العناصر النزرة في الرواسب كانت اعلى وتوقفت معنويا على تراكيزها في الطور الدقائق للماء خلال مدة الدراسة. كما بينت النتائج وجود تراكيز متفاوتة من العناصر النزرة المدروسة في الرواسب بين فصول السنة، وكان اعلى معدل لتراكيز العناصر النزرة في فصلي الخريف والربيع اذ ارتفعت تراكيز الكاديوم والنحاس في فصل الخريف بينما عناصر الخارصين والنيكل و الرصاص ارتفعت في فصل الربيع ، وقد يكون سبب ذلك هو نتيجة العواصف الترابية ومياه الأمطار الملوثة وما تحمله من تراكيز عالية لهذه العناصر الى مياه النهر او يرجع الى تأثير بعض العوامل البيئية في تحرير او حجز العناصر النزرة من الرواسب فقيم الأس الهيدروجيني والملوحة ودرجة الحرارة تعد من اكثر العوامل تأثيرا في ترسيب او تحرير العناصر النزرة من الرواسب ،اذ ان زيادة الملوحة ودرجة الحرارة و TOC وأيضا نسجة التربة لها دوراً مهماً في تقليل سمية العناصر النزرة تجاه الأحياء المائية بسبب تكوينها معقدات مع ايونات الكلوريد تجعل العنصر غير متاح حيويّاً لأستعمال الكائن وتعمل على ترسيبه فتزيد من تركيز هذه العناصر في الرواسب (Al-Kinzawi, 2007). كما بينت النتائج وجود بعض الفروق المعنوية عند مستوى ($P \leq 0.05$) للعناصر في مواقع الدراسة.



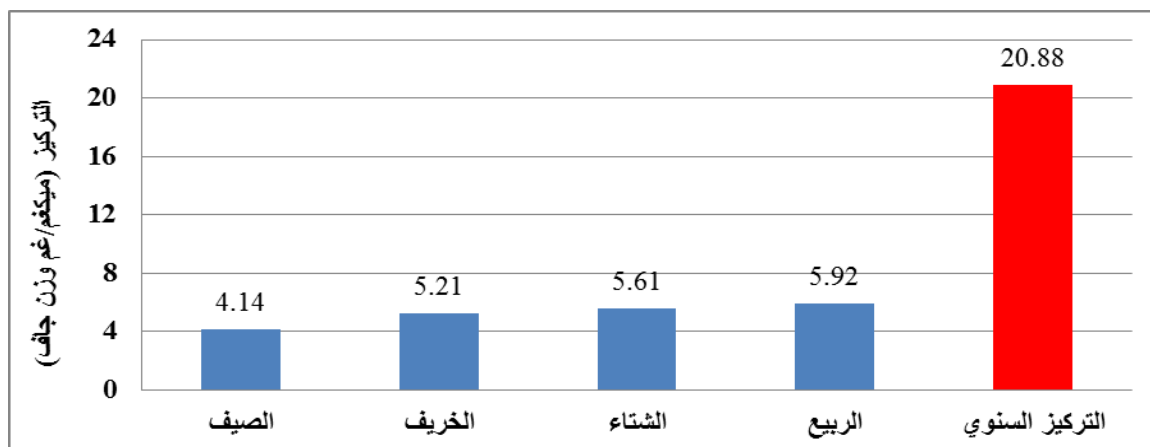
شكل (12): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الكاديوم (ميكغم/غم وزن جاف) في الرواسب.



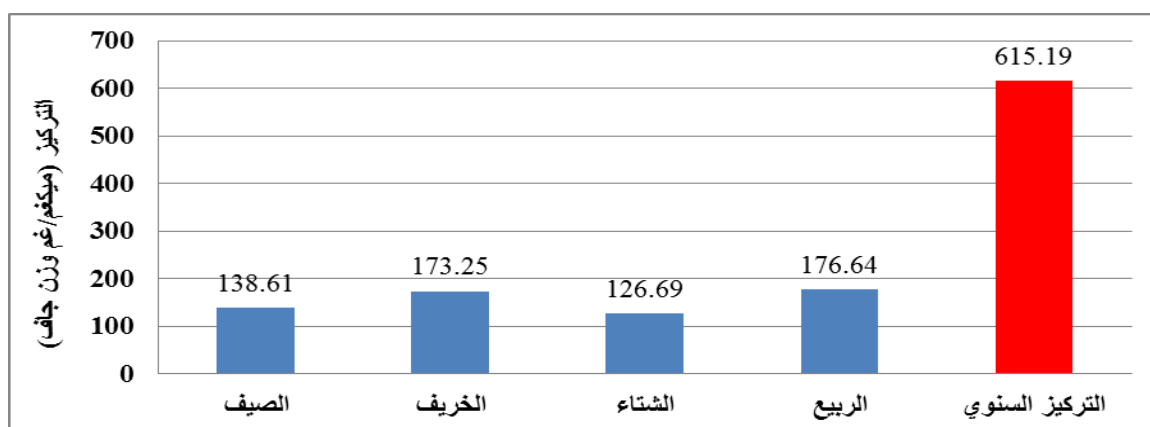
شكل (13): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر النحاس (ميكغم/غم وزن جاف) في الرواسب.



شكل (14): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر النيكل (ميكغم/غم وزن جاف) في الرواسب.



شكل (15): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الرصاص (ميكغم/غم وزن جاف) في الرواسب.

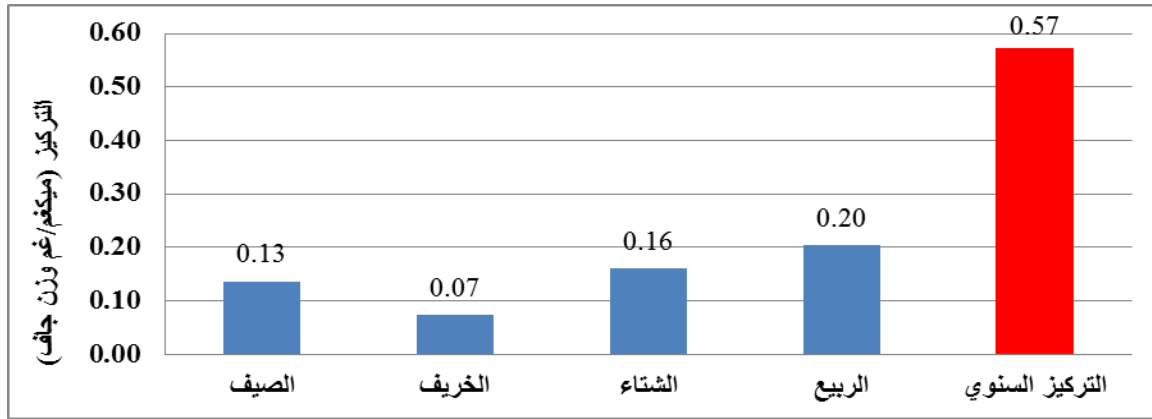


شكل (16): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الخارصين (ميكغم/غم وزن جاف) في الرواسب.

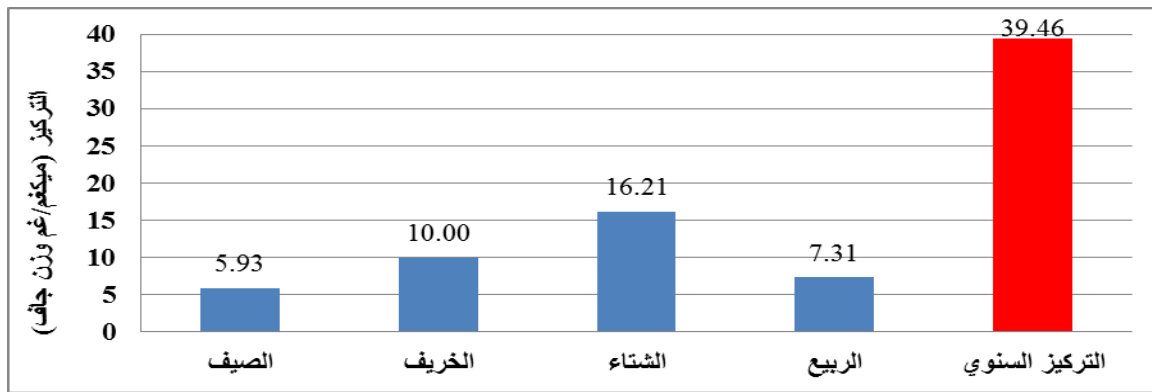
4-3 العناصر النزرة في نبات القصب:

اظهرت نتائج هذه الدراسة كما في الاشكال (17-21) وجود العناصر النزرة في نبات القصب بتركيز اقل معنويا من تراكيذها في كل من العوالق النباتية والعوالق الحيوانية في الفصول والمواقع خلال مدة الدراسة . بلغ اعلى معدل في الزيادة في تركيز عنصر الكاديوم و الخارصين وبلغ (0.20 و 103.78) ميكغم / غم وزنا جافا في فصل الربيع ، اما النحاس والنيكل والرصاص (16.21 و 46.87 و 2.93) ميكغم / غم وزنا جافا في فصل الشتاء .

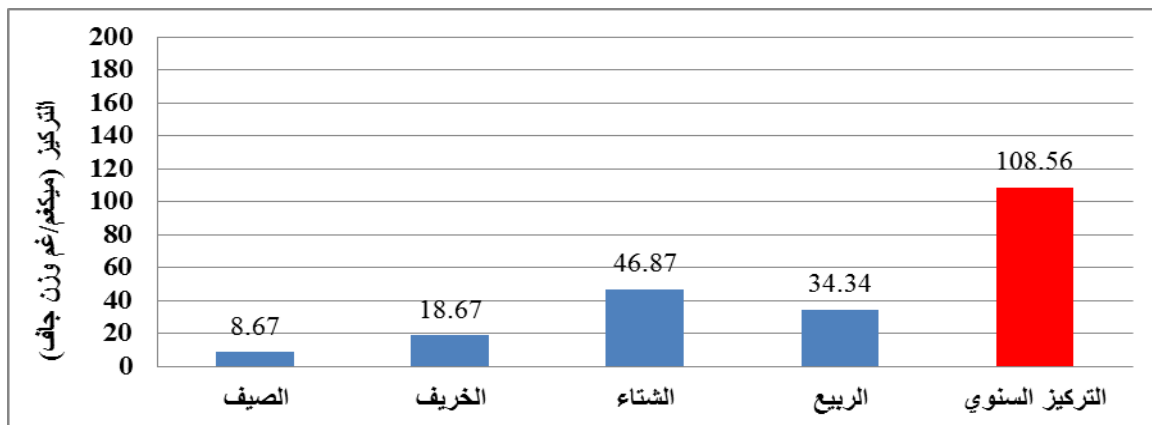
تؤثر العديد من العوامل على انتقالية العناصر الى النبات منها نسجة التربة والمحتوى العضوي العالي اضافة الى ذائبية العناصر في الماء كما ان هناك عوامل تتعلق بدرجة تعقيد وتطور الكائن الحي مما يعطي امكانية امتصاص واطئة للنباتات من محلول التربة وهذا ما لوحظ في الدراسة الحالية اذ سجلت الدراسة تراكيذ واطئة لنبات القصب ، وقد يفسر هذا الى وجود اليات فسلجية في النباتات الراقية للتخلص من العناصر وبالخصوص السامة منها) (Skorbilowicz , 2009) وربما يعود ايضا الى عوامل بيئية اخرى . وقد يعود السبب في عدم تراكم العناصر النزرة في نبات القصب الى درجة تطوره وتعقيده التي تجعله لا يراكم مستويات عالية من العناصر وخصوصا السامة منها(Peralta et al., 2009). كما بينت النتائج وجود فروق معنوية فصلية وعدم وجود فروق معنوية بين المواقع عند مستوى (P ≤ 0.05).



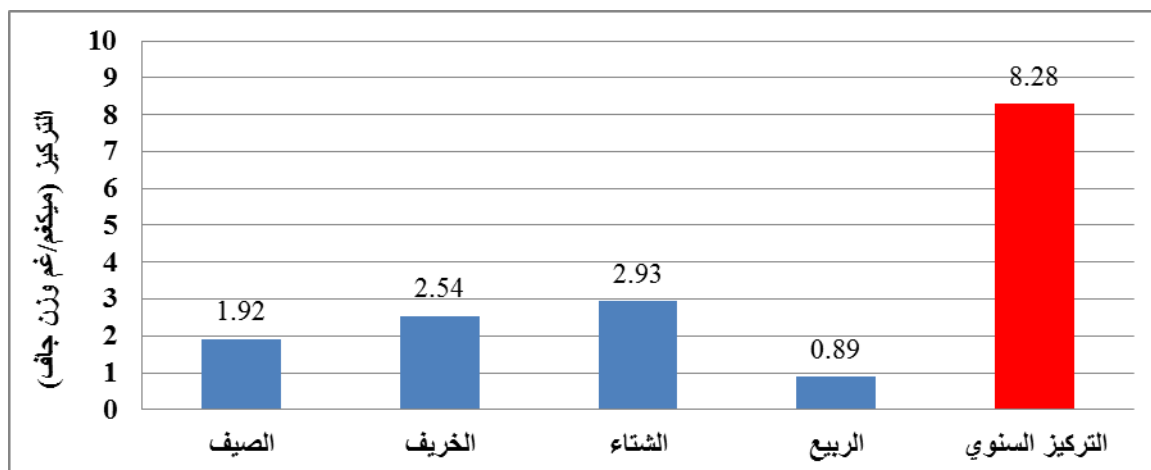
شكل (17): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الكاديوم (ميكغم/غم وزن جاف) في القصب.



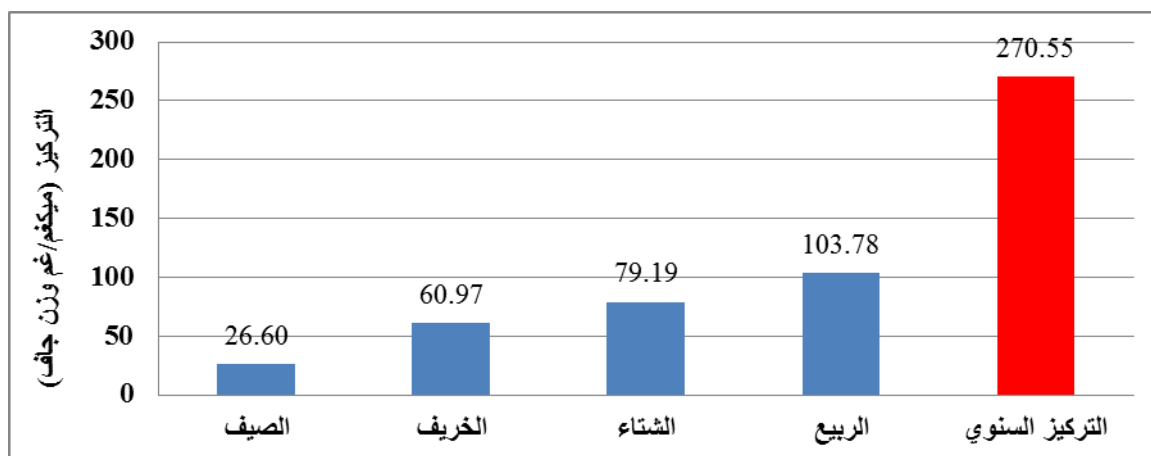
شكل (18): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر النحاس (ميكغم/غم وزن جاف) في القصب.



شكل (19): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر النيكل (ميكغم/غم وزن جاف) في القصب.



شكل (20): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الرصاص (ميكغم/غم وزن جاف) في القصب.



شكل (21): معدل التغيرات الفصلية والسنوية لتركيز عنصر الخارصين (ميكغم/غم وزن جاف) في القصب.

المراجع:

الزبيدي ، ختام عباس مرهون. (2012) .تأثير مخلفات معمل نسيج الديوانيه على نوعية مياه ورواسب نهر الديوانية – العراق .رسالة ماجستير . كلية العلوم – جامعة القادسية ص122 .

السعدي، حسين علي. (2006). أساسيات علم البيئة والتلوث دار البازوري العلمية للنشر والتوزيع. عمان، الأردن ص411

السعدي، احمد جوده نصار (2013). التنوع الأحيائي للنواعم وبعض العوامل البيئية المؤثرة عليه في نهر الفرات وسط العراق.رسالة ماجستير . كلية العلوم . جامعة بابل ص124.

السلطاني ، ضرغام علي عباس (2011) دراسة التراكم الحيوي لبعض العناصر النزرة في عضلات ثلاثة انواع من الاسماك وعلاقتها بتغاير العوامل البيئية في نهر الفرات / وسط العراق . رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، جامعة بابل ص 119 .

الغانمي، حيدر عبد الواحد مالك. (2003) . دراسة بيئية وتصنيفية عن الهائمات النباتية في الجزء الشمالي من نهر الديوانية وأثرها على محطة تصفية المياه، رسالة ماجستير، كلية التربية جامعة القادسية ص83 .

- الفتلاوي، حسن جميل (2011). دراسة بيئية لمجتمع الطحالب في نهر الفرات بين قضاء الهندية وقضاء المناذرة -العراق. اطروحة دكتوراه. كلية العلوم- جامعة بابل. العراق ص89.
- المياي، نور ناظم جابر (2014) دراسة تركيبية الهائمات النباتية وعلاقتها بالظروف البيئية وبعض العناصر الثقيلة في مياه نهر الديوانية – العراق. رسالة ماجستير كلية العلوم -جامعة القادسية ص 120.
- بشور، عصام و الصائغ، انطوان (2007). طرق تحليل تربة المناطق الجافة وشبه الجافة. منظمة الاغذية والزراعة (FAO)، الامم المتحدة ص64.
- صبري، انمار وهبي؛ الجبوري، صفاء واللامي، علي عبد الزهرة (2001). حركة بعض العناصر الثقيلة (نويدات مشعة ومستقرة) في السلسلة الغذائية للنظام البيئي في نهر دجلة. حوض سد سامراء. العراق. المجلة العلمية لمنظمة الطاقة الذرية العراقية. 3: 104-112.
- علكم، فؤاد منحر؛ قاسم، ثائر ابراهيم والجشعمي، خلود جميل (2003). دراسة بيئة طحالب الطين في نهر الديوانية- العراق. مجلة القادسية، 3 (1): 14-28.
- فهد، حارث صبار وربييع، عادل مشعان (2010) التلوث المائي، مصادره، مخاطره، معالجته، مكتبة المجتمع العربي، عمان -الاردن 39.
- Abowei, J.F.N. (2010). Salinity, dissolved oxygen, pH and surface water temperature conditions in Nkoro River, Niger Delta, Nigeria. *Adv. J. Food Sci. Technol.*,2(1): 16-21.
- Al-Khafaji, B.Y. (2005). Trace elements distribution in the Euphrates river near Al-Nassyria city southern part of Iraq. *J. Thi-Qar Sci.*, (2):2-11.
- Al-Kinzawi, M.A.H. (2007). Ecological Study of Aquatic Macrophytes in the Central Part of the Marshes of Southern Iraq. M.Sc. Thesis, College of Science for Women, Biology Department, University of Baghdad, Iraq.132p.
- APHA (American Public Helth Association). (2003). Standard methods for examination of water and wastewater, 20th, Ed. Washington DC,USA.
- Dere , S. ; Karacaoglu , D. and Dalkiran , N. (2002) A study on the Eipiphytic Algae of the Nilufer stream (Bursa) Turk. *J. Bot. , 26 : 219 – 233.*
- Edward, J. B.; Idowu, E. O.;Oso, J. A. and Ibidapo, O. R.(2013). Determination of heavy metal concentration in fish samples, sediment and water from Odo-Ayo River in Ado-Ekiti, Ekiti-State, Nigeria, *Int. J. of Environ. Monitoring and Analysis*, 1(1) : 27-33.
- EPA. Environment protection Agency . (1992). Ground water issue: Behavior of metal in soils .Office of research and development , office of solid water and waste and emergency response , EPA/540/S-92/018.
- Fang, T.H and Lin, C.L .(2002). Dissolved and Particulate Trace Metals and Their Partitioning in a Hypoxic Estuary: The Tanshui Estuary in Northern Taiwan,*Estuaries*. Vol. 25, No. 4A, p. 598–607.
- Gaudette, H. E.; Flight, W. R.; Toner, L. and Folger, D. W. (1974). An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *J. of Sedimentary Petrology*, 44 (1): 249-253.
- Hill, S .(1997) Speciation of trace metals in the environment . *Chemical Society Reviews . UK vol .27:291-298.*
- Mackereth, J. H. Heron, J. and Talliny, J. F.(1978).Water analysis. some revised method for limnologists, *Sci., Pub. fresh water Biol. Ass (England)*.36:1-120.
- Minkoff ,E.C. and Baker , P.J. (2001). *Biology Today : An issues .2nd edition .Published by Garland Publishing , amember of America . PP :1-718 .*

- Mohan, D.; Chandhary, A.; and Gaur, S. (2008) Patterns of trace metals accumulation in different trophic levels of lake Kalian, Jodhpur (India) 12th lake conference.
- Murek, B. W. (2005). Environmental science a self-teaching guide. John Wiley & Sons publishing, New Jersey.
- Orson, R. A.; Simpson, R. L. and Good, R. E. (1992). A mechanism for the accumulation and retention of heavy metals in tidal fresh water marshes of the upper Delaware river Estuary. *Estuarine, Coastal & Shelf science*, 34: 171-186.
- Peralta-Video, J. R.; Lopez; M. R.; and Narayan, M., (2009). The biochemistry of environmental heavy metal uptake by plants: Implications for the food chain. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, vol. 41, N 8-9, p. 1665-1677.
- Salman, J.M. (2011). The Clam *Pseudodontopsis euphraticus* (Bourguignat, 1852) as a Bioaccumulation Indicator Organism of Heavy Metals in Euphrates River-Iraq. *Journal of Babylon University/Pure and Applied Sciences*, 3 (19): 884-893.
- Schulte-Rentrop A, Costa-Cabr al M, Vink R. (2005) Modelling the overland transport of lead deposited from atmosphere in the Elbe catchment over four decades (1958-1995). *Water Air Soil Pollut* 160:271-291.
- Skorbilowicz, E. (2009). Aquatic plants as bioindicators of contamination of upper Narew river and some of its tributaries with heavy metals. *Environ. Protec. Engineer.*, 35 (1) : 65-77.
- Solomon, S. G.; Ataguba, G.A. and Baiyewunmi, A.S. (2009) Study of dry season Zooplankton of lower River Benue at Makurdi, Nigeria. *J. of Animal and Plant Sci.*, 1(3): 42-50.
- Sturgeon, R. E.; Desaulincrs, J. A.; Berman, S. S. and Russell, D. S. (1982). Determination of trace metals in estuarine sediment by graphite furnace atomic absorption spectrophotometry. *Anal. Chem. Acta.*, 134: 288-291.
- Wei, B., and Yang, L., (2010). A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. *Microchemical Journal* 94, 99-107.
- Wetzel, R.G.(2001) *Limnology, lake and river ecosystem*. 3rd Ed. Academic press An Elsevier imprint, Sanfrancisco, New York, London P:850.
- Wittmann, G. T. and W Forstner, U. (1981). *Metal Pollution In the Aquatic Environment*. Springer-Verlag, New York.
- Yi, L.; Hong, Y.; Wang, D. and Zhu, Y. (2007). Determination of free heavy metal ion concentration in soils around a cadmium rich zinc deposit. *Geochemical J.*, 41 : 235 – 240.