

دراسة بيئية للتلوث المحتمل في نهر الفرات بين سدة الهندية ومنطقة الكوفة-العراق

اطروحة مقدمة الى
مجلس كلية العلوم-جامعة بابل
وهي جزء من متطلبات نيل درجة دكتوراه فلسفة
في علوم الحياة-علم البيئة

من
جاسم محمد سلمان

١٤٢٧هـ

٢٠٠٦

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَهُوَ الَّذِي مَنَّ عَلَى الْبَعْرَيْنِ هَذَا عَذَابٌ يُرَاتُ وَهَذَا مِلْحٌ
أُجَاجٌ وَجَعَلْ بَيْنَهُمَا بَرْزَخاً وَحِجراً مُجَبوراً

صدق الله العلي العظيم

الفرقان- ٥٣

الاهداء

الى شلال الدفء وملاذ الامان.....ابي

الى مروضة الحب وينبوع الحنان.....امي

الى قناديل الدرب، سندي في الحياة... اخوتي واخواتي

الى نبض القلب، رفيقة العمر.....زوجتي

الى بلسم الروح..... ولدتي محمد وزيد

جاسر

شكر وتقدير

الحمد لله الذي جعل الشكر مفتاحاً لذكره والصلاة والسلام على خير خليفة نبيه الصادق الامين وآله الطيبين الطاهرين وصحبه الغر الميامين.

وأنا على مشارف نهاية رحلة بحثي هذا لا يسعني إلا ان أتقدم بعظيم حبي وامتناني الى أستاذي المشرفين الأستاذ العزيز الدكتور فكرت مجيد حسن والدكتورة الغالية ميسون مهدي صالح على رعايتهما ودعمهما ومساندتهما لي طيلة فترة البحث والتي كان لها الأثر الكبير في التخفيف عن صعوبات ومشقات العمل.

وأتقدم بوافر الشكر والتقدير الى رئاسة قسم علوم الحياة وعمادة كلية العلوم/جامعة بابل لإتاحتهم فرصة إكمال الدراسة. وعرفاناً بالجميل لتقدم بالشكر الجزيل الى الدكتور سامي وحيد راضي عميد كلية العلوم والدكتور سامي عبد الرضا رئيس قسم علوم الحياة في جامعة الكوفة لمساندتهما المعنوية والمادية التي لا يمكن ان تنسى. وأسجل كل التقدير والامتنان الى زميلي العزيز حسن جميل جواد المدرس المساعد في كلية العلوم/جامعة كربلاء الذي رافقتني رحلة البحث وقدم لي كل العون والمساعدة.

ومن الوفاء ان أسجل شكري وتقديري الى الست أمال احمد طالبة الدكتوراه في مركز علوم البحار/جامعة البصرة لتسهيلها فحص العينات في جهاز طيف الامتصاص الذري. كما أتقدم بالشكر الجزيل الى الإخوة الأعزاء المدرس صالح هادي والمدرس المساعد عباس جاسم عطية في قسم الكيمياء-جامعة بابل لجهودهما التي لا تنسى في المساعدة في فحص العينات على جهاز طيف الامتصاص الذري. وأتقدم بخالص الشكر والتقدير الى الدكتورة ابتسام مهدي عبد الصاحب من مركز علوم البحار لمساعدتها في تصنيف الأحياء المائية التي تم دراستها.

وكذلك أجد من الواجب ان أتقدم بخالص شكري وتقديري الى الأخ طالب الدكتوراه عامر موسى/جامعة البصرة لمساعدته التي لا تنسى. كما أقدم كل شكري الى الست شيماء محي المدرس المساعد في كلية التربية-جامعة الكوفة لمساعدتها في جمع بعض العينات خلال فترة الدراسة، وكذلك الست نهى فالح لما أبدته من مساعدة وشكري الى طالبة الدكتوراه اواز بهروز محمد من جامعة اربيل لما قدمته من تعاون خلال فترة البحث. كما أتقدم بالشكر الجزيل الى الست ايفان ابراهيم المدرس المساعد في قسم علوم الحياة/جامعة بابل لمساعدتها في التحليل الإحصائي وفي طباعة الأطروحة. وكل الشكر الى الست مريم امينة مخزن قسم الكيمياء.

وختاماً يدوم الصمت طويلاً وتتعثّر الكلمات في لساني حين أتوجه بالشكر الى عائلتي وخاصة أخي العزيز كاظم محمد سلمان الذي شاركني المعاناة طيلة فترة البحث.

توصية الأستاذ المشرف

نشهد ان إعداد هذه الاطروحة جرى تحت إشرافنا في قسم علوم الحياة/ كلية العلوم/ جامعة بابل وهي جزء من متطلبات نيل دكتوراه فلسفة علوم في علوم الحياة/بيئة وتلوث.

اسم المشرف: د. مفكرت مفبف حسن	اسم المشرف: د. مفسون مفهف صالف
المرتبة العلمفة: اسالف	المرتبة العلمفة: اسالف مسالف
العنوان: كلية العلوم للبناف/جامعة بغداد	العنوان: كلية العلوم- جامعة بابل
الفوقفع:	الفوقفع:
الفارفخ: / / ٢٠٠٦	الفارفخ: / / ٢٠٠٦

توصفة رئفس القسم

أشارة الى الفوصفة أعلاه المقدمة من الأسالفن المشرففن أفل هذه الاطروحة الى لجنة المناقشة لدراسفها وبلان الرأف ففها.

الاسم: د. كرفم حمفد رشفد
المرتبة العلمفة: اسالف
العنوان: كلية العلوم- جامعة بابل
الفوقفع:
الفارفخ: / / ٢٠٠٦

اقرار لجنة المناقشة

نشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة بإطلاعنا على هذه الاطروحة الموسومة (دراسة بيئية للتلوث المحتمل في نهر الفرات بين سدة الهندية منطقة الكوفة-العراق) وقد ناقشنا الطالب في محتوياتها وكل ما يتعلق بها وذلك بتاريخ / / ٢٠٠٦ ووجدنا انها جديرة بالقبول بدرجة () لنيل درجة دكتوراه فلسفة في علوم الحياة/البيئة والتلوث.

التوقيع:	التوقيع:
العضو:	رئيس اللجنة:
المرتبة العلمية:	المرتبة العلمية:
العنوان:	العنوان:
التاريخ: / / ٢٠٠٦	التاريخ: / / ٢٠٠٦
التوقيع:	التوقيع:
العضو:	العضو:
المرتبة العلمية:	المرتبة العلمية:
العنوان:	العنوان:
التاريخ: / / ٢٠٠٦	التاريخ: / / ٢٠٠٦
التوقيع:	التوقيع:
العضو:	العضو:
المرتبة العلمية:	المرتبة العلمية:
العنوان:	العنوان:
التاريخ: / / ٢٠٠٦	التاريخ: / / ٢٠٠٦

التوقيع:

العضو:

المرتبة العلمية:

العنوان:

التاريخ: / / ٢٠٠٦

مصادقة مجلس كلية العلوم/ جامعة بابل

التوقيع:

الاسم: د. عودة مزعل ياسر

المرتبة العلمية: استاذ مساعد

العنوان: كلية العلوم- العميد

التاريخ: / / ٢٠٠٦

التوقيع:
العضو:
المرتبة العلمية:
العنوان:
التاريخ: ٢٠٠٦/ /

الخلاصة

اجريت الدراسة الحالية لبيان التأثيرات البيئية المحتملة للملوثات المختلفة على نهر الفرات في المنطقة الممتدة من سدة الهندية وحتى جنوب مدينة الكوفة بحوالي ١٥ كم في وسط العراق وبواقع سبعة محطات مختارة للفترة الممتدة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥. شملت الدراسة قياس بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه النهر، كما تضمنت قياس تركيز وتوزيع بعض العناصر الثقيلة وهي الكاديوم والكوبلت والكروم والنحاس والحديد والمنغنيز والنيكل والرصاص والخرصين في الماء بجزيئه الذائب والدقائق وفي الرواسب بجزيئها المتبادل والمتبقي وفي اربعة انواع من النباتات المائية هي الشمبلان *Ceratophyllum demersum* L. و *Potamogeton pectinatus* L. والبردي *Typha domingensis* Pers. والقصب *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Steras محارات المياه العذبة هما *Unio tigridis* و *Corbicula fluminea* (Muller ١٧٧٤) وفي الدرع الخارجي والانسجة الداخلية لسرطان المياه العذبة (Bourguignat ١٨٥٢)، وفي ذلك تم تحليل نسجة الرواسب وقدرت النسبة المئوية للكربون العضوي الكلي فيها.

اظهرت نتائج الدراسة توافق واضح بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الماء في جميع المواقع اذ تراوحت بين (٤٠-٦) م° و (٣٤-١٠) م° على التوالي. وكانت قيم الاس الهيدروجيني ذات مدى ضيق في جميع مواسم الدراسة وتراوحت بين (٧.٢٠-٨.٩٠). سجلت التوصيلية الكهربائية قيماً تراوحت بين (١١٠-١١٠٠) مايكروسيمنز/سم، واظهرت المواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) قيماً عالية تراوحت بين (٥١١-١١٦٥) ملغم/لتر، في حين كانت قيم المواد الصلبة العالقة الكلية (TSS) تتراوح بين (٠.١٠-٥٨.٦٠) ملغم/لتر، اما قيم الاوكسجين الذائب فتراوحت بين (٤-١٣) ملغم/لتر وسجلت نسباً مرتفعة لاشباع الاوكسجين خلال فترة الدراسة تراوحت بين (٤٢.٥٠-١٧٢.٠٠)%. وسجلت الدراسة تراكيز عالية من المتطلب الحيوي للاوكسجين تجاوزت المحددات المسموح بها في معظم المحطات المدروسة اذ تراوحت بين (٠.٢٠-٦.٨٠) ملغم/لتر. اظهرت الدراسة ان مياه نهر الفرات خلال فترة الدراسة كانت قاعدية خفيفة سادت فيها ايونات البيكاربونات، اذ تراوحت قيم القاعدية الكلية بين (٩١-١٦٧) ملغم كربونات الكالسيوم/لتر. تبين ان المياه في المنطقة المدروسة عسرة جداً تراوحت قيمها بين (٢١٠-٨٢٠) ملغم كربونات الكالسيوم/لتر. في حين كانت تراكيز الكالسيوم والمغنسيوم تتراوح بين (٥٦.١٠-٢٦٠.٥٢) و (١.٣٠-١٢٠) ملغم كربونات الكالسيوم/لتر على التوالي.

اظهرت المغذيات تذبذباً واضحاً في تراكيزها خاصة النتريت والنترات والتي تراوحت بين (٠.٠٦٤-١.٣٠) و (٠.٥-٣٦٠.٥) مايكروغرام/لتر على التوالي. اما الفوسفات الفعالة فسجلت تراكيز واطئة تتراوح بين (غير محسوس-٠.٧٧) مايكروغرام/لتر. وارتفعت تراكيز السليكات في معظم المحطات اذ تراوحت التراكيز خلال فترة الدراسة بين (٣٩.٨٠-١٥٤٢) مايكروغرام/لتر، وبالنسبة للكبريتات فقد تراوحت قيمها بين (٢٠.٧٦-١٨٠٥) ملغم/لتر.

اما العناصر الثقيلة فقد اظهرت الدراسة ان معدل تركيز الكاديوم والكوبلت والكروم والنحاس والحديد والمنغنيز والنيكل والرصاص والخرصين في الجزء الذائب من الماء كان ٢.١٤ و ١.١٦ و ٠.٠٧٥ و ٢.٤٨ و ١٠٥.٦٩ و ٦.١٢ و ٠.٠٧ و ٠.١٠ و ١٠.٥٠ مايكروغرام/لتر على التوالي. اما المعدلات السنوية لتراكيز هذه العناصر في الجزء الدقائق من الماء فكان ١٠.٢٢ و ٨.٠٩ و ٠.٢٤٥ و ١٣.٦٥ و ٦٦٠ و ٣٣.٧١ و ٠.١٩٣ و ٠.٥٠ و ٥٩.٩٨

مايكروغرام/غم على التوالي. وتبين ان معدلات تراكيز العناصر في الرواسب كانت في الجزء المتبادل كالاتي ٥.٧٢ و ٣.٩٠ و ٠.١٥ و ٧.٣٤ و ٣٠٩.٨٠ و ١٨.٨٦ و ٠.٢٧ و ٠.٢٧ و ٢٨.٩٤ و مايكروغرام/غم على التوالي، اما في الجزء المتبقي فكانت ٥.٥٠ و ٤.٣٤ و ٠.٢٤ و ٧.١٠ و ٣٥١.٩ و ١٨.٨٤ و ٠.١٠ و ٠.٣٢ و ٣٨.٧٢ مايكروغرام/غم على التوالي.

اظهرت الدراسة تقارب قيم تراكيز العناصر الثقيلة في النباتات المائية المدروسة الا انه تبين وجود تغيرات فصلية في ذلك وكان اكثر العناصر وفرة هو الحديد في جميع النباتات وبلغ اعلى تركيز له (١١٧٦.١٠) مايكروغرام/غم في النبات *Potamogeton pectinatus* ، في حين كان النيكل اقل العناصر وفرة في النباتات وبلغ اقل تركيز له (٠.٣٨) مايكروغرام/غم في النبات *Phragmitus australis* ، وظهر ان قيم هذه العناصر في النباتات كانت اعلى مما في الماء والرواسب. كما تبين ان قيم التركيز الاحيائي كانت اعلى من قيم الترسيب الاحيائي في الانواع النباتية المدروسة.

اظهرت النتائج ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة في الانسجة لنوعي المحار قيد الدراسة وظهر ان ذلك يرتبط بتركيز العناصر في الحالة الدقائقية للماء بسبب التغذية الترشيحية لهذه الاحياء. وسجلت الدراسة تراكيز عالية للعناصر الثقيلة في سرطان المياه العذبة *Sesarma bouengeri* تراوحت بين (٠.٢١) مايكروغرام/غم لعنصر النيكل و(٥٨٩.٥٠) مايكروغرام/غم لعنصر الحديد في الانسجة الداخلية والدرع لكن هذه التراكيز كانت اقل مما سجل في المحار والنباتات المائية. واظهرت الدراسة ان قيمة معامل التركيز الاحيائي (BCF) كانت اعلى من معامل الترسيب الاحيائي (BSF) في الانسجة الداخلية والدرع للسرطان تحت الدراسة اذ كانت (٦.٩٩-٣) و(١.٠١-٠.٥٧) على التوالي في الانسجة الداخلية و(٦.٩٨-٣.٧٠) و(١.٠٨-٠.٧٠) على التوالي في الدرع.

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
I	الخلاصة بالعربية
IV	المحتويات
	قائمة الجداول
	قائمة الأشكال
	قائمة الملاحق
٣٣-١	١- الفصل الأول: المقدمة واستعراض المراجع
٢-١	١-١: المقدمة واهداف الدراسة
٣	٢-١: استعراض المراجع
٣	١-٢-١: تلوث المياه
٣	٢-٢-١: الصفات الفيزيائية والكيميائية للماء
٩	٣-٢-١: العناصر الثقيلة
١١	١-٣-٢-١: مصادر العناصر الثقيلة في النظام المائي
١٢	٢-٣-٢-١: ميكانيكية دخول العناصر الثقيلة الى البيئة المائية
١٣	٣-٣-٢-١: الاهمية البايولوجية للعناصر الثقيلة
١٥	٤-٣-٢-١: العناصر الثقيلة في الماء والرواسب
١٥	١-٤-٣-٢-١: العناصر الثقيلة في الماء
١٨	٢-٤-٣-٢-١: العناصر الثقيلة في الرواسب
٢٢	٤-٢-١: الدلائل الحياتية
٢٣	١-٤-٢-١: النباتات المائية
٢٧	٢-٤-٢-١: المحار
٣٠	٣-٤-٢-١: السرطان النهري
٥١-٣٣	٢- الفصل الثاني: المواد وطرائق العمل
٣٣	١-٢: منطقة الدراسة
٣٧	٢-٢: الاجهزة والمواد المستعملة
٣٧	١-٢-٢: الاجهزة المستعملة

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
٣٨	٢-٢-٢: المواد الكيميائية المستعملة
٣٩	٣-٢: تنظيف الادوات
٣٩	٤-٢: جمع العينات
٤٠	٥-٢: الفحوصات الفيزيائية والكيميائية
٤٠	١- درجة الحرارة
٤٠	٢- التوصيلية الكهربائية

٤٠	٣-المواد الصلبة الذائبة الكلية
٤٠	٤-المواد العالقة الصلبة الكلية
٤١	٥-الاس الهيدروجيني
٤١	٦-الاوكسجين الذائب والمتطلب الحيوي للاوكسجين
٤١	٧-القاعدية الكلية
٤١	٨-العسرة الكلية
٤١	٩-الكالسيوم
٤٢	١٠-المغنسيوم
٤٢	١١-النترت
٤٢	١٢-النترات
٤٢	١٣-الفوسفات الفعالة
٤٢	١٤-الكبريتات
٤٣	١٥-السليكات
٤٣	٦-٢: استخلاص العناصر الثقيلة
٤٣	١-٦-٢: العناصر الثقيلة الذائبة
٤٣	٢-٦-٢: العناصر الثقيلة الدقائقية
٤٤	٣-٦-٢: استخلاص العناصر الثقيلة من الرواسب
٤٤	١-٣-٦-٢: استخلاص العناصر الثقيلة المتبادلة
٤٥	٢-٣-٦-٢: استخلاص العناصر الثقيلة المتبقية

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
٤٥	٤-٦-٢: استخلاص العناصر الثقيلة من النباتات المائية
٤٦	٥-٦-٢: استخلاص العناصر الثقيلة من المحار
٤٧	٦-٦-٢: استخلاص العناصر الثقيلة من السرطان النهري
٤٨	٧-٢: التحليل الحجمي لحبيبات الرواسب
٤٨	٨-٢: قياس الكربون العضوي الكلي في الرواسب
٤٩	٩-٢: محاليل المصحح الصوري
٤٩	١٠-٢: قياس ايونات العناصر الثقيلة
٥٠	١١-٢: حساب تراكيز العناصر الثقيلة
٥١	١٢-٢: التحليل الاحصائي
١٣٠-٥٢	٣- الفصل الثالث: النتائج
٥٢	١-٣: الصفات الفيزيائية والكيميائية
٥٢	١-١-٣: درجة حرارة الهواء والماء
٥٢	٢-١-٣: الاس الهيدروجيني
٥٢	٣-١-٣: التوصيلية الكهربائية
٥٣	٤-١-٣: المواد الصلبة الذائبة الكلية
٥٣	٥-١-٣: المواد الصلبة العالقة الكلية

٥٣	٦-١-٣: الاوكسجين الذائب ونسبة الاشباع
٥٤	٧-١-٣: المتطلب الحيوي للاوكسجين
٦٧	٨-١-٣: القاعدية الكلية
٦٧	٩-١-٣: العسرة الكلية
٧٠	١٠-١-٣: الكالسيوم والمغنسيوم
٧٠	١١-١-٣: النتريت
٧٠	١٢-١-٣: النترات
٧٥	١٣-١-٣: الفوسفات الفعالة
٧٥	١٤-١-٣: الكبريتات

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
٧٥	١٥-١-٣: السليكات
٧٩	٢-٣: الكربون العضوي الكلي في الرواسب
٧٩	٣-٣: التحليل الحجمي لحبيبات الرواسب
٨٤	٤-٣: العناصر الثقيلة
٨٤	١-٤-٣: العناصر الثقيلة في الماء
٨٤	١-١-٤-٣: الكاديوم
٨٤	٢-١-٤-٣: الكوبلت
٨٥	٣-١-٤-٣: الكروم
٨٧	٤-١-٤-٣: النحاس
٨٧	٥-١-٤-٣: الحديد
٨٨	٦-١-٤-٣: المنغنيز
٩٠	٧-١-٤-٣: النيكل
٩٠	٨-١-٤-٣: الرصاص
٩١	٩-١-٤-٣: الخارصين
٩٥	٢-٤-٣: توزيع وتركيز العناصر الثقيلة في الرواسب
٩٥	١-٢-٤-٣: الكاديوم
٩٥	٢-٢-٤-٣: الكوبلت
٩٦	٣-٢-٤-٣: الكروم
٩٨	٤-٢-٤-٣: النحاس
٩٨	٥-٢-٤-٣: الحديد
٩٩	٦-٢-٤-٣: المنغنيز
١٠٢	٧-٢-٤-٣: النيكل
١٠٢	٨-٢-٤-٣: الرصاص
١٠٣	٩-٢-٤-٣: الخارصين
١٠٧	٣-٤-٣: العناصر الثقيلة في النباتات المائية
١٠٧	١-٣-٤-٣: الكاديوم

قائمة المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
١٠٧	٣-٤-٣: الكوبلت
١٠٨	٣-٤-٣: الكروم
١١٢	٣-٤-٣: النحاس
١١٢	٣-٤-٣: الحديد
١١٢	٣-٤-٣: المنغنيز
١١٤	٣-٤-٣: النيكل
١١٤	٣-٤-٣: الرصاص
١١٤	٣-٤-٣: الخارصين
١١٨	٣-٤-٤: العناصر الثقيلة في انسجة المحار
١٢٤	٣-٤-٥: العناصر الثقيلة في السرطان النهري
١٦٠-١٣١	٤- الفصل الرابع: المناقشة
١٣١	٤-١: الصفات الفيزيائية والكيميائية
١٣٦	٤-٢: العناصر الثقيلة
١٣٦	٤-٢-١: الماء
١٣٦	٤-٢-١-١: العناصر الثقيلة الذائبة
١٤٢	٤-٢-١-٢: العناصر الثقيلة الدفانقية
١٤٥	٤-٢-٢: الرواسب
١٥١	٤-٢-٣: النباتات المائية
١٥٥	٤-٢-٤: المحار
١٥٨	٤-٢-٥: السرطان
١٦١	الاستنتاجات
١٦٢	التوصيات
١٦٧-١٦٣	المصادر العربية
١٩٢-١٦٨	المصادر الاجنبية
-١٩٣	الملاحق
A	الخلاصة باللغة الانكليزية

قائمة الجداول

رقم الصفحة	العنوان	رقم الجدول
٥٧-٥٥	الصفات الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر الفرات في محطات الدراسة خلال الفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥. السطر الاول (المدى) السطر الثاني المعدل (\pm الانحراف المعياري)	١
٨٠	معدلات النسب المئوية لتوزيع الكربون العضوي الكلي TOC% في الرواسب خلال المحطات المدروسة في نهر الفرات للفترة من اذار	٢

	٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.	
٨٢	النسب المئوية لمكونات رواسب نهر الفرات في المحطات المدروسة للفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.	٣
٩٣	معدلات تراكيز العناصر الثقيلة في مياه ورواسب وبعض احياء نهر الفرات (مايكروغرام/لتر) للذائب و(مايكروغرام/غم) للرواسب والاحياء.	٤
٩٤	المدى (السطر الاول)، المعدل (\pm الانحراف المعياري) (السطر الثاني) للعناصر الثقيلة في الماء والرواسب في نهر الفرات خلال عامي ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	٥
١٠٥-١٠٦	التركيز الكلي للعناصر الثقيلة في رواسب نهر الفرات (مايكروغرام/غم وزن جاف) للفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.	٦
١٠٩	التغيرات الفصلية في تراكيزات بعض العناصر الثقيلة (مايكروغرام/غم) في بعض النباتات المائية في نهر الفرات.	٧
١١٠	المدى (السطر الاول)، المعدل (\pm الانحراف المعياري) (السطر الثاني) للعناصر الثقيلة في النباتات المائية في نهر الفرات خلال عامي ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	٨
١١٧	معامل التركيز الاحيائي BCF ومعامل الترسيب الاحيائي BSF في النباتات المائية في نهر الفرات.	٩

قائمة الجداول

رقم الصفحة	العنوان	رقم الجدول
١٢٠	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيزات بعض العناصر الثقيلة (مايكروغرام/غم) في انسجة المحار <i>Corbicula fluminea</i> والمحار <i>Unio tigridis</i> في نهر الفرات خلال للفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.	١٠
١٢٢	المدى (السطر الاول)، المعدل (\pm الانحراف المعياري) (السطر الثاني) للعناصر الثقيلة في انسجة بعض انواع المحار والسرطان النهري في نهر الفرات خلال عامي ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	١١
١٢٣	معامل التركيز الاحيائي BCF ومعامل الترسيب الاحيائي BSF في بعض انواع المحار في نهر الفرات.	١٢
١٢٦	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيزات بعض العناصر الثقيلة (مايكروغرام/غم) في الاحشاء الداخلية والدرع للسرطان النهري <i>Sesarma boulengeri</i> في نهر الفرات للفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.	١٣
١٣٠	معامل التركيز الاحيائي (BCF) ومعامل الترسيب الاحيائي (BSF) في احشاء ودرع السرطان النهري <i>Sesarma boulengeri</i> في نهر الفرات.	١٤
١٣٨	مقارنة بين تراكيز العناصر الثقيلة الذائبة والدقائقية في مياه نهر الفرات مع المحددات العراقية والعالمية لمياه الشرب.	١٥

١٤٠- ١٤١	مقارنة بين معدلات تراكيز العناصر الثقيلة الذائبة (مايكروغرام/لتر) في مياه نهر الفرات مع مثيلاتها في مناطق اخرى من العالم.	١٦
١٤٤	مقارنة بين معدلات تراكيز العناصر الثقيلة في الشكل الدقائقي لمياه نهر الفرات (مايكروغرام/غم) مع مثيلاتها في مناطق اخرى من العالم.	١٧
١٤٧- ١٤٨	مقارنة بين معدلات تراكيز العناصر الثقيلة في رواسب نهر الفرات (مايكروغرام/غم) مع مثيلاتها في مناطق اخرى من العالم.	١٨

قائمة الجداول

رقم الصفحة	العنوان	رقم الجدول
١٥٢- ١٥٣	مقارنة بين تراكيز العناصر الثقيلة في بعض النباتات المائية في نهر الفرات (مايكروغرام/غم) مع مثيلاتها في مناطق مختلفة من العالم.	١٩
١٥٦	مقارنة بين تركيزات العناصر الثقيلة في بعض انواع المحار (مايكروغرام/غم) في نهر الفرات مع انواع مختلفة في مناطق اخرى من العالم.	٢٠
١٦٠	مقارنة بين تركيزات العناصر الثقيلة في السرطان النهري <i>Sesarma boulegeri</i> (مايكروغرام/غم) في نهر الفرات مع انواع اخرى في مناطق اخرى من العالم.	٢١

قائمة الاشكال

رقم الشكل	العنوان	رقم الصفحة
-----------	---------	------------

٣٦	خارطة تمثل مواقع الدراسة على نهر الفرات	١
٥٨	التباين الشهري لدرجة حرارة الهواء في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥	٢
٥٩	التباين الشهري لدرجة حرارة الماء في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥	٣
٦٠	التباين الشهري لقيم الاس الهيدروجيني في محطات الدراسة في نهر ال في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥ فرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥	٤
٦١	التباين الشهري لقيم التوصيلية الكهربائية في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥	٥
٦٢	التباين الشهري لقيم المواد الصلبة الذائبة الكلية في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥	٦
٦٣	التباين الشهري لقيم المواد الصلبة العالقة الكلية في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	٧
٦٤	التباين الشهري لقيم الاوكسجين الذائب في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	٨
٦٥	التباين الشهري لقيم نسبة اشباع الاوكسجين (%) في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	٩
٦٦	التباين الشهري في قيم المتطلب الحيوي للاوكسجين BOD في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	١٠
٦٨	التباين الشهري لقيم القاعدية الكلية في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	١١
٦٩	التباين الشهري لقيم العسرة الكلية في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	١٢
٧١	التباين الشهري لقيم الكالسيوم في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	١٣

قائمة الاشكال

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
٧٢	التباين الشهري لقيم المغنسيوم في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	١٤
٧٣	التباين الشهري لقيم النتريت في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	١٥
٧٤	التباين الشهري لقيم النترات في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	١٦
٧٦	التباين الشهري لقيم الفوسفات الفعالة في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	١٧
٧٧	التباين الشهري لقيم الكبريتات في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	١٨

٧٨	التباين الشهري لقيم السليكات في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.	١٩
٨١	التغيرات الفصلية في معدلات تركيز الكربون العضوي الكلي (%) في رواسب نهر الفرات في محطات الدراسة.	٢٠
٨٣	النسبة المئوية لمكونات رواسب نهر الفرات حسب محطات الدراسة.	٢١
٨٦	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر الكاديوم والكوبلت والكروم في الشكليات الذائب والدقائق في مياه نهر الفرات بوحدات (مايكروغرام/لتر) و(مايكروغرام/غم) على التوالي للفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.	٢٢
٨٩	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النحاس والحديد والمنغنيز في الشكليات الذائب والدقائق في مياه نهر الفرات بوحدات (مايكروغرام/لتر) و(مايكروغرام/غم) على التوالي للفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.	٢٣

قائمة الاشكال

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
٩٢	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النيكل والرصاص والخرصين في الشكليات الذائب والدقائق في مياه نهر الفرات بوحدات (مايكروغرام/لتر) و(مايكروغرام/غم) على التوالي للفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.	٢٤
٩٧	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر الكاديوم والكوبلت والكروم في الشكليات المتبادل والمتبقي في رواسب نهر الفرات بوحدات (مايكروغرام/غم) على التوالي.	٢٥
١٠١	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النحاس والحديد والمنغنيز في الشكليات المتبادل والمتبقي في رواسب نهر الفرات بوحدات (مايكروغرام/غم) على التوالي.	٢٦
١٠٤	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النيكل والرصاص والخرصين في الشكليات المتبادل والمتبقي في رواسب نهر الفرات بوحدات (مايكروغرام/غم) على التوالي.	٢٧
١١١	التغيرات الفصلية في معدلات تركيز عناصر الكاديوم والكوبلت والكروم في النباتات المائية قيد الدراسة بوحدات (مايكروغرام/غم) على التوالي.	٢٨
١١٣	التغيرات الفصلية في معدلات تركيز عناصر النحاس والحديد والمنغنيز في النباتات المائية قيد الدراسة بوحدات (مايكروغرام/غم) على التوالي.	٢٩
١١٦	التغيرات الفصلية في معدلات تركيز عناصر النيكل والرصاص والخرصين في النباتات المائية قيد الدراسة بوحدات (مايكروغرام/غم) على التوالي.	٣٠

قائمة الاشكال

رقم الصفحة	العنوان	رقم الشكل
١٢١	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز العناصر الثقيلة (مايكروغرام/غم) في انواع المحار <i>Unio</i> و <i>Corbicula fluminea</i> و <i>tigridis</i> للفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.	٣١
١٢٧	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر الكاديوم والكوبلت والكروم (مايكروغرام/غم) في السرطان النهري <i>Sesarma boulongeri</i> .	٣٢
١٢٨	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النحاس والحديد والمنغنيز (مايكروغرام/غم) في السرطان النهري <i>Sesarma boulongeri</i> .	٣٣
١٢٩	التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النيكل والرصاص والخاصين (مايكروغرام/غم) في السرطان النهري <i>Sesarma boulongeri</i> .	٣٤

قائمة الملاحق

رقم الصفحة	العنوان	رقم الملحق
	معدلات تراكيز العناصر الثقيلة في الشكل الذائب والدقائق للماء والشكل المتبادل والمتبقي في الرواسب (مايكروغرام/لتر)، (مايكروغرام/غم) على التوالي في نهر الفرات حسب محطات الدراسة خلال الفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥..	١
	١. معامل الارتباط البسيط بين الصفات الفيزيائية والكيميائية المدروسة في نهر الفرات خلال فترة الدراسة.	٢

	٢. معامل الارتباط البسيط بين الصفات الفيزيائية والكيميائية للماء والعناصر الثقيلة في مياه ورواسب نهر الفرات خلال فترة الدراسة.	
	٣. معامل الارتباط البسيط بين العناصر الثقيلة في الجزء الذائب والدقائق للماء والجزء المتبادل والمتبقي في الرواسب والكاربون العضوي الكلي والنسبة المئوية لنسجة التربة في محطات الدراسة في نهر الفرات.	
	٤. معامل الارتباط البسيط بين العناصر الثقيلة المدروسة في النباتات المائية المدروسة في نهر الفرات.	
	٥. معامل الارتباط البسيط بين العناصر الثقيلة في نوعي المحار <i>Unio tigridis</i> و <i>Corbicula fuminea</i> و <i>Sesarma boulengeri</i> والسرطان النهري	
	٦. معامل الارتباط البسيط بين العناصر الثقيلة الذائبة والدقائقية في الماء مع كل من العناصر الثقيلة في النباتات المائية والمحار والسرطان.	
	المعدلات الشهرية لتصريف مياه نهر الفرات عند سدة الهندية للفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.	٣

Summary

The present study was conducted to indicate the possible environmental effects on Euphrates river from Al-Hindia dam to south of Al-Kufa city (a distance of 10 Km) in the middle of Iraq, in seven selected sites along this area during March 2004 to February 2005.

The investigation was to study the physical and chemical water properties as well as concentration and distribution of some heavy metals (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, and Zn) in both dissolved and particular phase in the water and exchangeable and residual phase of sediments, and in the tissues of four aquatic plants species *Ceratophyllum demersum* L.; *Potamogeton pectinatus* L., *Typha domingensis* Pers. & *Phragmites australis* (Cav.) Trin. Steras. Accumulation of heavy metals in soft tissues of two freshwater clam species: *Corbicula flumina* (Muller 1774), *Unio tigridis* (Bourguignat 1852) and inner tissue and carapace of freshwater crab *Sesarma bouleengeri* (Calman), were also studied.

In addition, sediment texture and total organic carbon (TOC%) were also investigated.

The results showed clear coordination between air and water temperature in all study locations. Air and water temperature ranged between (6-40) °C and (10-34) °C respectively. pH, electrical conductivity, TDS, TSS ranged between (7.2-8.9), (110-1100) µs/cm, (011-1160) ml/L, (0.10-08.60) ml/L respectively. Dissolved oxygen value ranged between (4-13) ml/L and high percentage of saturation were recorded (42.00-172) %. High concentration of BOD₅ were recorded (0.20-6.80) ml/L.

The study showed that the water of the river was slightly alkaline (91-167) mg CaCO₃/L and bicarbonate ions were dominant throughout the study period.

The total hardness ranged between (210-820) mg CaCO₃/L, which was classified as very hard water, while the concentrations of calcium and magnesium were (06.10-260.08), (1.30-120) mg CaCO₃/L respectively.

The nutrients showed clear fluctuation in their concentrations. Nitrite values were (0.064-1.30) µg/L and nitrate values were (1-360.0) µg/L, while reactive phosphate was (N.D.-0.77) µg/L. concerning silicate, high values were recorded in most stations and these values were (39.80-1466) µg/L. The sulfate values were (20.76-1176) ml/L.

This study showed that the mean concentrations of Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn in dissolved phase in water were (2.14, 1.16, 0.070, 2.48, 100.69, 6.12, 0.07, 0.10, and 10.00) µg/L respectively,

while their concentrations in particulate phase were (10.22, 8.09, 0.240, 13.60, 66, 33.71, 0.193, 0.00, and 09.98) $\mu\text{g/g}$ respectively. In sediments, the mean concentrations of heavy metals in the exchangeable phase were (0.72, 3.90, 0.10, 7.34, 309.80, 18.86, 0.27, 0.27, and 28.94) $\mu\text{g/g}$ respectively, while they were (0.00, 4.34, 0.24, 7.10, 301.90, 18.84, 0.10, 0.32, and 38.72) $\mu\text{g/g}$ respectively in the residual phase.

Mean concentration of heavy metals were similar in studied aquatic plants and there were seasonal variations. The highest concentration among heavy metals was for Fe (1176.10) $\mu\text{g/g}$ in *Potamogeton pectinatus* and lowest concentration was for Ni (0.38) $\mu\text{g/g}$ in *Phragmites australis*, and this concentration was higher than that in water and sediments. Values of bioconcentration factor (BCF) were higher than those for biosedimentation (BSF) in all mentioned plant species.

The results also showed an increase in the concentration of heavy metals in soft tissues of two species of fresh-water clam (*Corbicula flumina* and *Unio tigridis*) which was correlated with the heavy metals in particulate state or phase in water because filter feeding of these organisms.

The present study recorded high values of heavy metals in fresh water crab *Sesarma boulengeri* which ranged between (0.21) $\mu\text{g/g}$ for (Ni) and (089.00) $\mu\text{g/g}$ for (Fe) in inner tissues and carapace, but these concentrations were lower than in clam and aquatic plants.

The results showed higher values of BCF than BSF in inner tissues and carapace of crab (3-6.99), (0.07-1.01) respectively in inner tissues and (3.7-6.98), (0.70-1.08) respectively in carapace.

Chapter One الفصل الاول

المقدمة واستعراض المراجع Introduction & Literature Review

١-١: المقدمة Introduction

يحاط الكائن الحي بالعديد من الفعاليات الحيوية التي ينظمها الماء، حيث يعتبر مديباً للمواد الأيونية فهو يجهز غذاء النباتات من المعادن المحيطة بها ويشكل معظم مساحة الكرة الأرضية (Howard, ١٩٩٨).

وتعدى استخدام الماء من الأغراض البشرية والزراعية البسيطة الى الاستخدامات الصناعية والمدنية الواسعة مما جعله عرضة للتلوث المباشر وغير المباشر وبسبب ذلك شهد العالم اهتماماً متزايداً بالموارد المائية وكيفية معالجة التلوث فيها (حسين، ٢٠٠٠).

يعرف التلوث على انه أي ضرر او خلل يحدث في النظام البيئي بسبب تدخل الانسان (Clark, ١٩٩٨). او التغير المفاجئ او التدريجي في الخواص الفيزيائية او الكيميائية او الجيولوجية او الحياتية للمحيط Environment (Taha et al., ٢٠٠٤). وهذه الملوثات اما ان تكون ذات مصدر طبيعي او بفعل النشاط البشري كالنشاط الصناعي او الزراعي وهذه تشكل النسبة العظمى من مصادر التلوث في الماء والهواء والتربة. ويتفق معظم الباحثين على تعريف التلوث على انه أي تأثير في المورد والذي يتسبب في ادخال بعض المواد في النظام البيئي والتي قد تؤثر في حياة الكائنات فيه (Weiner, ٢٠٠٠).

تصنف الملوثات البيئية الى ثلاثة اصناف (Fairbridge, ١٩٧٢). هي:-

- ١- الملوثات الفيزيائية Physical pollutants: وتشمل الهزات الأرضية والبراكين والرياح والعواصف، وهذه مصادر طبيعية للتلوث.
- ٢- الملوثات الكيميائية Chemical pollutants: وتشمل أ- ملوثات عضوية Organic pollutants: ومنها الفضلات المنزلية Urban sewage وبعض الفضلات الصناعية والمبيدات والأسمدة.
- ب- ملوثات لاعضوية Inorganic pollutants: ومنها الحوامض اللاعضوية والعناصر الثقيلة.
- ٣- الملوثات الحياتية Biological pollutants ومنها البكتريا والفيروسات والفطريات والطحالب، واغلبها مصادر بشرية او حيوانية.

اهداف الدراسة Aims of the study

تهدف الدراسة الى دراسة بيئية للتلوث البيئي الحاصل لنهر الفرات ابتداءً من سدة الهندية وحتى مدينة الكوفة وذلك من خلال:-

- ١- دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء مثل درجة الحرارة والاس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية والتغيرات الشهرية للاوكسجين الذائب والمتطلب الحيوي للاوكسجين BOD والقاعدية الكلية والعسرة الكلية والكالسيوم والمغنسيوم والنترات والنتريت والفسفور الفعالة والسليكا والكبريتات.
- ٢- دراسة التغيرات الفصلية في قيم الكربون العضوي الكلي TOC% في الرواسب وعلاقته بتركيز العناصر الثقيلة.

- ٣- دراسة التوزيع الحجمي لدقائق الرواسب وعلاقته بتركيز العناصر الثقيلة.
- ٤- قياس التغيرات الفصلية في تراكيز العناصر الثقيلة في منطقة الدراسة من خلال:-
- أ- قياس تراكيز بعض العناصر الثقيلة في الماء بشكلها الذائب والدقائق.
- ب- قياس تراكيز بعض العناصر الثقيلة في الرواسب في الجزء المتبادل والجزء المتبقي.
- ج- قياس تراكيز بعض العناصر الثقيلة في بعض انواع النباتات المائية وهي *Potamogeton pectinatus L.* و *Ceratophyllum demersum L.* و *Phragmitus australis* و *Typha domingensis* وبعض الاحياء المائية كالمحار Clam والسرطان النهري Freshwater crab.

٢-١: استعراض المراجع Literature Review

١-٢-١: تلوث المياه Water pollution

ان تلوث المياه بانواع مختلفة من الملوثات اصبح يشكل قلقاً متزايداً بسبب الاخطار التي يلحقها بمصادر المياه المستخدمة من قبل الانسان اضافة الى تدميره للحياة المائية (Canli & Kalay, ١٩٩٨).

وقد وجد ان النباتات والاحياء المائية الاخرى هي الاكثر تأثراً لتلوث الماء بمختلف الملوثات العضوية واللاعضوية كالمبيدات والعناصر الثقيلة وفضلة الماء الحار (Hodges, ١٩٨٩). كما ان تلوث المياه تأثيرات شاملة منها اصابة الملايين من البشر بالامراض المختلفة وتحطيم النظام البيئي وازالة التنوع الحياتي Biodiversity للكائنات وتسببه في تلوث النظام المائي (Ongley, ١٩٩٦).

ولعل اخطر ما في تلوث النظام المائي هو تراكم الملوثات المختلفة في اجسام الاحياء المائية وزيادة تركيزها من مستوى غذائي الى اخر (Van den Broek et al., ٢٠٠٢). ان اهم المؤشرات التي تؤثر في نوعية المياه تتضمن الخصائص الكيميائية (الاملاح والمواد الكيميائية) والفيزيائية (الحرارة والاشعاع) والاحيائية (العوامل المرضية والطفيليات) والحسية (الطعم واللون والرائحة) (العمر، ٢٠٠٠).

ويتفق اغلب الباحثين على ان اخطر المجاميع الملوثة للمياه السطحية تتمثل بالمركبات العضوية والعناصر الثقيلة والمنظفات ومركبات الفسفور والمركبات العضوية المصنعة والمواد المشعة (Clark, ١٩٩٨).

١-٢-٢: الصفات الفيزيائية والكيميائية للماء

Physical & Chemical characteristics of water

تظهر الاحياء المائية حساسية عالية للتغير في الصفات الفيزيائية والكيميائية للمحيط المائي الذي تعيش فيه، اذ ان بعض الغازات الذائبة مثل CO_2 و O_2 تؤدي الدور الرئيسي في المحافظة على الحياة في النظام المائي، كما ان مستويات الاوكسجين الذائب تتغير تبعاً لتغير درجات الحرارة وزيادة المواد العضوية في الماء (Howard, ١٩٩٨)، فقد ذكر Weiner

(٢٠٠٠) ان لدرجة الحرارة الدور الكبير في التأثير في العمليات الايضية في النباتات والحيوانات المائية وتنافسها مع بعضها على مصادر الغذاء. كما ان كثافة الجماعة السكانية تتغير تبعاً لتذبذب درجة الحرارة في البيئة التي تعيش فيها (الراوي وجماعته، ٢٠٠٢). وقد اشير ايضاً الى ان درجة الاس الهيدروجيني pH ذات تأثير كبير في الاحياء المائية من خلال تأثيرها في مختلف العمليات الكيميائية والحياتية في الماء، فالعديد من العناصر الذائبة ممكن ان تترسب الى هيدروكسيدات في الاس الهيدروجيني المرتفع، وتعود مرة ثانية بشكل ذائب عند الانخفاض الشديد لقيمة pH، كما ان لاس الهيدروجيني ارتباط وثيق بتركيز ثاني اوكسيد الكربون في الماء (Weiner, ٢٠٠٠).

ترتبط المواد الصلبة الذائبة الكلية (Total Dissolved Solids) ارتباطاً مباشراً بالملوحة اذ انها تمثل مؤشر للاملاح الذائبة في الماء والتي لها القابلية على التوصيلية الكهربائية، والملوحة دور مباشر في تحديد نوعية وغازة الكائنات الحية في المحيط المائي (Wetzel, ٢٠٠١). كما ان للملوحة تأثيراً مباشراً في جاهزية وامتصاص بعض العناصر من قبل الاحياء القاعية والطحالب (Munda, ١٩٨٤).

اشار Weiner (٢٠٠٠) الى ان القاعدية تمثل دالة جيدة لوجود مركبات الكربون اللاعضوية الذائبة وهي ايونات الكربونات والبيكاربونات، وذكر ان لها اهمية كبيرة للعديد من الاحياء المائية والاسماك، اذ انها تنظم تغير الاس الهيدروجيني الطبيعي والذي يحدث بفعل التدخل البشري. كما ان مركبات الكربونات والبيكاربونات والهيدروكسيدات ممكن ان تكون معقدات مع ايونات العناصر الثقيلة وتعمل على اختزال سميتها.

تعد العسرة مؤشراً جيداً على وجود بعض المواد الصلبة الذائبة في الماء مثل ايونات الكالسيوم والمغنسيوم والبيكاربونات HCO_3^- التي تمثل النسبة الغالبة من هذه المواد، كما ان زيادة مستويات العسرة في الماء ربما يحدد نمو بعض الكائنات مثل الاسماك اما انخفاضها بدرجة كبيرة فقد تزيد من حساسيتها للعناصر السامة (Whitton & Say, ١٩٧٥). ان زيادة معدلات العسرة عن الحد المسموح قد يسبب اضطرابات صحية للانسان (WHO, ١٩٧٣). يمثل الكالسيوم والمغنسيوم السبب الرئيسي للعسرة في اغلب المياه بالرغم من وجود عناصر فلزية اخرى مثل الحديد والمنغنيز والخرصين وغيرها، اذ يعمل الكالسيوم على التقليل من السعة الواقية Buffer Capacity للماء اذ ان له القابلية على اختزال قابلية ذوبان CO_2 في الماء وبالرغم من ذلك فإنه يعد من المغذيات الضرورية للنباتات والاحياء المائية الاخرى، اما المغنسيوم فإنه يوجد بكميات اقل من الكالسيوم بصورة ذائبة وذلك لميله للترسب بكميات كبيرة (Allen et al., ٢٠٠٠).

بالرغم من اهمية المغذيات النباتية للنباتات المائية والطحالب المختلفة الا ان زيادة تراكيزها في البيئة تعد من الاسباب الرئيسية للتلوث (العمر، ٢٠٠٠). وتمثل مركبات النتروجين والفسفور والسليكا اهم المغذيات التي لها تأثير مباشر في تحديد الانتاجية في الانظمة المائية المختلفة (Wetzel, ٢٠٠١).

ويعد النتريت (NO_2^-) والنترات (NO_3^-) من المغذيات المهمة للنبات والطحالب الا انها تصبح سامة للاسماك وللانسان في التراكيز العالية ومما يساعد على ذلك انها تكون بصورة ذائبة ولا يحصل لها ادمصاص على المعادن او سطح التربة (Weiner, ٢٠٠٠).

اما الفسفور فإنه يوجد بشكل ذائب بتراكيز قليلة اذ انه يمتص من قبل النباتات المائية او يتجمع في الرواسب (Thompson & Yeung, ١٩٨٢)، لذلك يلاحظ بتراكيز عالية في الرواسب (Heiskary, ١٩٩٦). كما ان تركيزه في الماء يختلف تبعاً للكثافة السكانية والنشاط الزراعي وصفات التربة (Dobson & Frid, ١٩٩٨)، وعلى الرغم من ان مركبات

درست الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر دجلة قبل وبعد مدينة بغداد حيث وجد ان قاعدية البيكاربونات هي السائدة وان مياه النهر ذات تهوية جيدة، وكانت ايونات الكبريتات هي السائدة على بقية الايونات المقاسة، ولوحظ ارتفاع في تركيز النترات يصل الى (٢٠٨) مايكروغرام/لتر وانخفاض في تركيز الفوسفات الفعالة يتراوح بين (غير محسوس-٢٩) مايكروغرام/لتر في كلا محطتي الدراسة (اللامي، ٢٠٠٢).

لوحظ تأثير الخصائص الفيزيائية والكيميائية لنهر ديالى بالمياه المتدفقة من خزان حميرين، حيث لوحظ زيادة الكدرة والمواد الصلبة العالقة TSS والمواد الصلبة الذائبة TDS والتوصيلية الكهربائية والعسرة الكلية والكالسيوم والمغنسيوم في النهر المذكور بشكل واضح وباختلاف مواقع الدراسة (سعد الله وجماعته، ٢٠٠٠).

وفي دراسة مقارنة لبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لنهر ديالى وجدولي الخالص وسارية، لوحظ تميز نهر ديالى بالعسرة العالية، وكانت تراكيز الفوسفات والكبريتات والمغنسيوم والكالسيوم والكلوريدات اعلى من قيمها المسجلة في جدولي الخالص وسارية (سليمان وجماعته، ٢٠٠٢).

وقد وجد ان مياه نهر الفرات قبل وبعد سد القادسية عذبة- موليحة وقاعدية وعسرة جداً وتزداد عسرتها باتجاه الجنوب، كما لوحظ ان ايونات الكبريتات والكالسيوم هي الغالبة وان تراكيز السيليكات كانت اعلى مما هو مطلوب لنمو الدايتومات (Al-Lami et al., ١٩٩٤). لوحظ ارتفاع تراكيز القاعدية والعسرة وايونات الكالسيوم والمغنسيوم والنترات والفوسفات والسيليكات في مياه نهر شط الحلة وتبين ان لذلك تأثير واضح على التباين الموسمي للهائمات النباتية (Hassan & Al-Saadi, ١٩٩٥).

وفي دراسة لاحقة على النهر نفسه وجد (Hassan, ١٩٩٧) ان مياه النهر قاعدية عسرة جداً وأشار الى انه بسبب ارتفاع تراكيز الفوسفات والكلوروفيل اظهرت الدايتومات سيادة واضحة على الطحالب الاخرى.

تمت دراسة التغيرات نصف الشهرية لبعض الصفات الفيزيائية والكيميائية في بعض الانهار والجداول في محافظة الديوانية وسط العراق، حيث لوحظ تغير واضح في العكورة والتوصيلية الكهربائية والقاعدية والعسرة الكلية والكالسيوم والمغنسيوم والنترات والفسفور بين محطات الدراسة (حبيب وجماعته، ٢٠٠٢).

وقام (علكم، ٢٠٠٢) بدراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية لنهر الديوانية واثرت ذلك في كفاءة المجمعات المائية في بعض المناطق السكنية، اذ وجد ارتفاع في تراكيز العسرة الكلية، في حين لم تتجاوز قيم الكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات والكلوريدات القيم العالمية المسموح بها. ودرست بعض الصفات اللمنولوجية لنهر الديوانية بعد فترة الجفاف وقلة مستوى الماء في نهر الفرات حيث تم قياس الاوكسجين الذائب والقاعدية والعسرة والكالسيوم والمغنسيوم والفوسفات والنترات وظهرت النتائج ان مياه النهر قاعدية، عسرة جداً وتبين وجود تغير في قيم العوامل المقاسة باختلاف مواقع النهر (Hassan, ٢٠٠٤).

ودرس التلوث البكتيري في نهر الفرات من القائم مروراً بنهر الحلة الى جنوب الناصرية دون الاشارة الى امتداد النهر الصحيح. حيث لوحظ ارتفاع اعداد البكتريا في مناطق الخلط مع مياه الصرف الصحي المصرفة الى النهر ولكن النتائج اظهرت قابلية النهر على التنقية الذاتية من خلال وجود نسبة عالية من الاوكسجين وانخفاض اعداد البكتريا بعد هذه المدن (صبري وجماعته، ٢٠٠١).

اشار (مشكور، ٢٠٠٢) الى التأثير المباشر للمياه الثقيلة والصناعية المطروحة الى نهر الفرات في مدينة السماوة جنوب العراق، حيث لاحظ زيادة في المواد الصلبة الذائبة والمواد

الصلابة العالقة ووجد أيضاً ارتفاع العسرة الكلية والفوسفات الكلية والنترت والنترات، إلا ان النهر اعتبر ملوثاً في تلك المنطقة بسبب انخفاض قيم المتطلب الحيوي للاوكسجين (BOD) اذ كانت تتراوح بين (٢.١-٢.٥) ملغم/لتر.

ودرس (طلبك، ٢٠٠٤) بعض الصفات الفيزيائية والكيميائية لينايبع وادي حقلان في مناطق اعالي الفرات قرب بحيرة القادسية اذ وجد ارتفاع المواد الصلبة الذائبة والعسرة الكلية والكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات والفوسفات والقاعدية في مياه الينايبع مما يجعلها غير صالحة للشرب والري، إلا ان مياه نهر الفرات لم تتأثر الا قليلاً بسبب تأثير عامل التخفيف لمياه النهر. وأشار (حسن وحسن، ٢٠٠٤) الى ارتفاع التلوث العضوي في نهر الفرات في منطقة الكوفة من خلال اعتبار المتطلب الحيوي للاوكسجين كمييار لذلك، حيث لاحظا ارتفاع قيم ذلك في مركز المدينة وانخفاضها بعد خروج النهر منها وذلك تبعاً لتأثره بالفضلات المنزلية التي تطرح الى النهر مباشرةً.

١-٢-٣: العناصر الثقيلة Heavy Metals

يمكن تقسيم العناصر استناداً الى كثافتها الى مجموعتين هي العناصر الثقيلة والتي تزيد كثافتها عن (5 g/cm^3) واعدادها الذرية اكثر من ٢٠ وتسمى بالعناصر النزره لانها تتواجد بكميات قليلة في قشرة الارض لا تتجاوز ٠.١% والعناصر الخفيفة التي تكون كثافتها اقل من ذلك (Tucker et al., ٢٠٠٣).

والعناصر الثقيلة اما ان تكون ذات اهمية وارتباط مباشر بعمليات النمو والتطور والتكاثر في الكائن الحي مثل المنغنيز Mn والكوبلت Co والنحاس Cu والحديد Fe والخاصين Zn والتي يمكن ان تصبح سامة في التراكيز العالية او تكون ذات قيمة بايولوجية محدودة وتكون ذات سمية واضحة حتى في التراكيز الواطئة مثل الرصاص Pb والكاديوم Cd والنيكل Ni والكروم Cr والزرنيق Hg وغيرها (Garbarino et al., ١٩٩٥ و Maryland Dep. Of the Environment, ٢٠٠٣).

توجد العناصر الثقيلة في البيئة المائية بعدة اشكال فقد تكون على شكل ايونات ذائبة او معقدات عضوية او لاعضوية او بشكل جزيئات عالقة وهذه الاشكال تختلف في جاهزيتها الحيوية Bioavailabilities وسميتها (Tokalioglu et al., ٢٠٠٠). ان تراكم العناصر الثقيلة في الكائن الحي يمكنها من الانتقال خلال المستويات الاغذائية المختلفة في السلسلة الغذائية وبذلك يكون تأثيرها اوسع واكثر خطورة اضافة الى ان ذلك يؤدي الى الاخلال بالتوازن البيئي واختزال التنوع الحياتي (Canli & Kalay, ١٩٩٨).

ان تحديد ايونات العناصر الثقيلة في النظام المائي يفيد في السيطرة على التلوث خاصة وان هذه العناصر غير قابلة للتحلل وتنتقل عبر السلسلة الغذائية خلال مسارات متعددة ولها القابلية على التراكم في انسجة الكائنات المختلفة (Gulfranz et al., ٢٠٠١).

ان مصادر دخول العناصر الثقيلة الى الاحياء المائية تكون من خلال الماء والرواسب (Al-Mohanna & Nott, ١٩٨٦). او عن طريق المصادر الغذائية للكائنات الحية (Van denBroek et al., ٢٠٠٢).

ان دخول العناصر وتحررها من الرواسب اما ان يكون بشكل مباشر من انطلاقها وذوبانها خلال عمود الماء او بشكل غير مباشر عن طريق تغذية الاسماك والاحياء القاعية المختلفة على الطبقة السطحية لها، الامر الذي يسهل تراكمها ضمن انسجة الكائن الحي وانتقالها الى الاحياء المستهلكة الاخرى (DeCarvalho et al., ١٩٩٨). وهذا ما اكده (Bordas &

(Bourg, ٢٠٠١) من ان الرواسب تؤدي دوراً رئيساً في السيطرة على العناصر الذائبة في النظام المائي.

ان العمليات الفسيولوجية الوسطية مثل الاكسدة البايولوجية في منطقة مصدر التلوث تؤدي دوراً مهماً في التنظيم الموسمي للعناصر الثقيلة في البيئة المائية (Shiller & Hebert, ١٩٩٨).

ان تباين تركيز العناصر الثقيلة بين الطورين السائل والصلب ربما يعود الى ارتفاع تركيز هذه العناصر في المواد الصلبة العالقة والرواسب وانسجة الاحياء اكثر مما في عمود الماء (Frenzel, ١٩٩٦). ويشير باحثون الى ان تلوث النظام المائي بالعناصر الثقيلة هو انعكاس لمستوياتها العالية في الرواسب والنباتات المائية والاحياء القاعية وهذا التأثير مرتبط بتوزيعها بين الطور السائل والطور الصلب للجسم المائي (Linnik & Zubenko, ٢٠٠٠).

وبسبب قابلية الرواسب على التلوث بالعناصر الثقيلة وتجميعها بشكل ملحوظ فقد استخدمت بشكل واسع لدراسة التلوث بهذه العناصر (Anazawa et al., ٢٠٠٤).

توجد العناصر الثقيلة في البيئة المائية بثلاثة اشكال (APHA, ٢٠٠٣) هي:-

١- العناصر الثقيلة الذائبة Dissolved heavy metals تشمل العناصر الموجودة في الطور المائي الذي يستطيع المرور خلال اوراق ترشيح قطر فتحاتها ($0.45 \mu\text{M}$).

٢- العناصر الثقيلة الدقائقية Particulate heavy metals تشمل العناصر الموجودة في المواد العالقة التي لا تستطيع المرور خلال اوراق ترشيح قطر فتحاتها ($0.45 \mu\text{M}$).

وهي عبارة عن مواد طينية وغرينية ومركبات سليكية وبقايا الكائنات الحية او هي عبارة عن مواد حية مثل الدايتومات والطحالب والهائمات الحيوانية والفطريات والبكتريا.

٣- العناصر الثقيلة في الرواسب وتتضمن:-

أ- العناصر المتبادلة Exchangable metals

وتشمل العناصر التي لا تدخل ضمن التركيب السليكي او الشبكي للرواسب، وانما تكون ممدصة على الاسطح. وهي غالباً ما تأتي من مصدر بشري او صناعي.

ب- العناصر المتبقية Residual metals

وهي العناصر التي تدخل ضمن التراكيب السليكية او الشبكية للرواسب.

١-٢-٣: مصادر العناصر الثقيلة في النظام المائي:-

تتواجد العناصر الثقيلة في البيئة بصورة طبيعية ولكن بتركيز قليلة (Ososkov & Kebbekus, ١٩٩٧). وزيادة هذه العناصر عن معدلاتها يؤدي الى حدوث اضرار فسلجية او هلاك للاحياء المختلفة (Taobi et al., ٢٠٠٠).

هناك الكثير من المصادر التي يمكن ان تزود البيئة المائية بالعناصر الثقيلة وبتراكيز مختلفة، فهي اما مصادر طبيعية Natural sources وتشمل عمليات التعرية والتجوية لصخور المعادن الطبيعية وحرارة الغابات والمحاصيل الخضرية والعواصف (Fernandez-Leborans & Olalla-Herrero, ٢٠٠٠). او تكون مصادر بشرية Anthropogenic sources وهي تمثل جميع المصادر الناشئة عن فعاليات الانسان كالفصالات الصناعية مثل صناعة الاسمدة والنسيج والبطاريات والجلود والاصباغ ونواتج معامل تكرير

النفط وغيرها. وتؤدي الفضلات المنزلية دوراً كبيراً في اضافة كميات من العناصر الثقيلة الى المحيط المائي (Langston et al., ١٩٩٩؛ Ulmanu et al., ٢٠٠٣؛ السعد وجماعته، ٢٠٠٣).

وفضلاً عن ذلك يمكن ان تكون الملوثات الهوائية الدقائقية والامطار الحامضية مصدراً لا يستهان به لتلوث الجسم المائي بهذه العناصر (Matagi et al., ١٩٩٨).

١-٢-٣-٢: الية دخول العناصر الثقيلة الى البيئة المائية

Entering Mechanism of heavy metals in aquatic environment

يمكن تمييز اربع طرائق او مسارات يمكن ان تدخل خلالها العناصر الثقيلة الى البيئة المائية (١٩٨١، Forstner & Wittman, ١٩٩٨؛ Matagi et al., ١٩٩٨). وهذه المسارات هي:-

١- سعة التبادل الايوني والامدصاص Ion Exchange capacity & adsorption

ويتمثل بامدصاص اكاسيد وهيدروكسيد الحديد والمنغنيز على السطح الخارجي للحبيبات ذات الاحجام الدقيقة وخاصة الطينية والمواد العضوية وهذا يعود الى قدرة الرواسب الداخلة الى النظام المائي على امدصاص العناصر الثقيلة من الماء.

٢- الترسيب المشترك Co-Precipitation

تحدث هذه العملية اثناء تجوية الصخور المختلفة بوجود كل من ايونات الحديد والمنغنيز والمحاليل الحاوية على الاوكسجين حيث تترسب كل من اكاسيد الحديد وهيدروكسيد الحديد والمنغنيز مع الرواسب ذات الحبيبات الدقيقة وفي كثير من الاحيان يسمى هذا بالتغليف المعدني، اذ تحاط الحبيبات المعدنية اثناء ترسيبها بغلاف من ايونات الحديد والمنغنيز وتشكل جزءاً من الرسوبيات المتكونة والتي يمكن اعادتها مرة اخرى تحت احوال مختزلة وانتقالها من الرواسب الى عمود الماء.

٣- الروابط العضوية Organic Link

تعد العناصر الثقيلة من المكونات الثانوية للمواد العضوية اذ تتواجد بنسبة بسيطة وبعض هذه العناصر يمكنها التحول من الصورة غير العضوية الى الصورة العضوية مثل تحول الزئبق غير العضوي الى زئبق عضوي يعود وينتشر في عمود الماء ويحدث هذا لعنصري الخارصين والرصاص.

٤- الرابطة المعدنية Metal Link

توجد العناصر الثقيلة ضمن التركيب البلوري المعدني للحبيبات الرسوبية كمكونات رئيسية أو ثانوية، وتعد الروابط الاوكسجينية الكيريتية والسليكية اكثر الروابط المعدنية انتشاراً.

١-٢-٣: الأهمية البايولوجية للعناصر الثقيلة

للعديد من العناصر الثقيلة أهمية كبيرة في العمليات الحياتية اذ ان معظم الفعاليات الانزيمية لا تتم الا بوجودها (Miettinen, ١٩٧٧). ويمكن ان تتواجد هذه العناصر في اجسام الكائنات الحية بتركيز منخفض جداً، اذ ان بعض هذه العناصر تكون ضرورية واسباسية (Essential) لادامة حياة الكائن الا ان زيادة تركيز هذه العناصر عن حدود معينة يمكن ان يجعلها تتحول الى مواد سامة او ضارة، ومن هذه العناصر الحديد والمنغنيز والنحاس والكوبلت وغيرها. اما المجموعة الاخرى من هذه العناصر التي تكون ذات أهمية بايولوجية محدودة او ليس لها أي أهمية (No-essential) وتضم العناصر الملوثة للبيئة المائية والسامة لحياتها مثل الرصاص والزنك والنيكل والكاديوم والكروم (Frostner & Wittmann, ١٩٨١).

فعنصر النحاس مثلاً يعد من العناصر الاساسية للنبات والحيوان اذ انه يدخل في نظام نقل الالكترونات في السايتركروم كصبغة تنفسية (APHA, ٢٠٠٣)، وكذلك له دور مباشر في بناء الانسجة وعملية التكاثر وبناء البروتين في جسم الكائن الحي، كما ان نقص العنصر يؤدي الى الاصابة بالعديد من الامراض وخاصة امراض الدم في الانسان (Crawford & Bhattachary, ١٩٨٥).

اما الحديد فقد اشار العديد من الباحثين الى انه ذو فائدة اساسية في معظم العمليات الحيوية فهو يدخل في تركيب الجدار الداخلي للمايتوكوندريا كذلك يعد عنصراً أساسياً في تركيب الصبغة التنفسية Haemoglobin (APHA, ٢٠٠٣).

ان للزنك Zn دوراً مهماً في تحول حامض الكاربونيك HCO_3 الى غاز CO_2 بواسطة انزيم Carbonic anhydrase كما انه ضروري في عملية بناء البروتين اذ انه يدخل في تركيب انزيم DNA-RNA Polymerase (Crawford & Bhattachary, ١٩٨٥).

ان بعض العناصر الثقيلة تكون ضرورية لكائنات معينة وغير ضرورية لاخرى مثل عنصر الكوبلت Co الذي يكون عنصراً اساسياً لنمو الطحالب وبعض انواع البكتريا وغير ضروري للنباتات الراقية والحيوانات (APHA, ٢٠٠٣).

ويؤدي النيكل دوراً في عمليات الايض في الكائنات الدقيقة المثبتة للنروجين اذ انه ضروري لعمل انزيم Nitrogenase كما ان له تأثير في عملية تكوين البذور في النبات (Wetzel, ٢٠٠١). اما العناصر الثقيلة غير الاساسية (Non-essential) فأن لها تأثيرات سلبية متنوعة فمثلاً الكاديوم يستطيع ان يحل محل الكالسيوم والخراسين في اجسام الكائنات الحية وبذلك يحدث خلل في العمليات الحيوية او يسبب السمية للكائن الحي (Knowles, ١٩٨٧). وقد وجد ان تركيز الكاديوم في المياه الطبيعية مرتبط بعسرة وقاعدية الماء، كما انه يعد من العناصر غير الضرورية لنمو النبات والحيوان ويميل للتراكم الحيوي في الكبد والكلية (APHA, ٢٠٠٣).

ان للكاديوم تأثيرات مباشرة على بعض العمليات الفسيولوجية والكيموحياتية المهمة في انسجة النبات مثل عملية النقل في انسجة الخشب وعملية تثبيت النروجين، كما ان تراكمه في الانسجة المختلفة ربما يسبب اضراراً في الحياة البرية للكائنات المكونة للسلاسل الغذائية الارضية (Kosma et al., ٢٠٠٤).

ويعد الرصاص من اكثر العناصر السامة لمختلف الاحياء اذ انه يؤثر في خلايا الدم الحمر، كما انه يرتبط بمجاميع (-SH) الموجودة في تركيب بعض الانزيمات الامر الذي يؤدي الى تثبيط عملها وله آثار واضحة على الجهاز العصبي (Ulmanu et al., ٢٠٠٣).

اما الكروم فله القابلية على اختراق جدار الخلية بسهولة والتراكم داخل الانسجة، وهو من العناصر او المواد المسرطنة بشكله الثلاثي Cr^{+3} ، كما ان له القابلية على التركيز الحياتي في الاحياء المائية وخاصة الاسماك والنواعم، وهو يدخل الى المحيط المائي بواسطة الفضلات الصناعية لمعامل الصناعات الكهربائية والجلدية والنسيجية (Fan & Alexeeff, ١٩٩٩).

ان للعناصر الثقيلة تأثيرات مباشرة وواضحة على الاحياء المائية وخاصة الاسماك اذ يؤدي ذلك الى اختزال مجتمعات الاسماك وزيادة حساسيتها وقلة مقاومتها لتغير الظروف البيئية وخاصة في مرحلة البيوض واليرقات (Schulz & Martins-Junior, ٢٠٠١).

وقد وجد ان ايونات العناصر الثقيلة يمكن ان تدخل وتتراكم في الخلايا البكتيرية، حيث ان بعضها ضروري للعمليات الانزيمية لهذه الخلايا، كما ان زيادة تركيز العناصر في المحيط الذي تعيش فيه هذه البكتيريا يجعلها تتكيف لتحمل التراكيز العالية لهذه العناصر الثقيلة عن طريق تكوين معقدات او اختزال ايونات العناصر كما لوحظ وجود علاقة بين زيادة تحمل البكتيريا للعناصر الثقيلة ومقاومتها للمضادات الحياتية بواسطة جينات مقاومة محمولة على البلازميد في الخلية نفسها (Spain, ٢٠٠٣).

١-٢-٣-٤: العناصر الثقيلة في الماء والرواسب

١-٢-٣-٤: العناصر الثقيلة في الماء Heavy Metals in Water

درست العناصر الثقيلة في الماء بجزئها الذائب والدقائق من قبل العديد من الباحثين، فقد درس Riley و Tyler (١٩٦٨) العناصر الثقيلة في المياه باستخدام المبادلات الايونية ووجد ان النوع (١٠٠-Chelex) افضلها.

ودرس توزيع عناصر النحاس والكروم والرصاص والخاصين في مياه ورواسب مضيق Skeleton في ولاية اوكلاهاما Oklahoma الامريكية ومدى تأثر ذلك بتصريف فضلات مصانع تكرير النفط (Namminga & Wilham, ١٩٧٦).

كما اجريت دراسة مقارنة لتراكيز بعض العناصر الثقيلة في المواد العالقة في بعض انهار الولايات المتحدة الامريكية مثل Skunk (Susquehanna river; Mississippi river; Skunk river) (Horowitz, ١٩٨٦). واقترح Knowles (١٩٨٧) ثلاث طرائق مختلفة لتحديد تركيز الكاديوم في الماء هي: Platform Atomization و Wall Atomization و Chelate Extraction وعد الاخيرة افضلها. ودرست التغيرات في تراكيز عنصري الرصاص والكاديوم في مياه ثلاثة انهار في منطقة Derbyshire الامريكية حيث وجد ان تراكيز هذه العناصر تكون في الربيع اعلى مما في الخريف، كذلك اشارت النتائج الى ان الكاديوم يكون اكثر تركيزاً في الطور الذائب في حين الرصاص كانت تراكيزه العالية بالجزء العالق في جميع مواقع الدراسة (Douben, ١٩٨٩).

ووجد في دراسة للعناصر الثقيلة في نهر المسيسيبي ان تركيز هذه العناصر يتأثر بشكل واضح بإضافة الفضلات الصناعية كصناعة الاصباغ والاحبار والصناعات النسيجية والصناعات المطاطية والجلدية كما أشير الى ان اختلاف هذه التراكيز تعتمد على منسوب المياه في النهر (Garbarino et al., ١٩٩٥). ولوحظ ارتباط بعض العناصر الثقيلة مثل النحاس والرصاص والزرنيخ بالدقائق العالقة اكثر من وجودها بشكل ذائب كما وجد ميل الحديد للترسب بشكل أكاسيد مما يؤدي الى زيادة تركيزه في الرواسب وذلك في دراسة على نهر Waihou في نيوزلاندا (Webster, ١٩٩٥).

وفي دراسة أجريت على مواقع مختلفة في شمال وجنوب نهر Platte في منطقة Nebraska في وسط الولايات المتحدة وجد ان تراكيز الكاديوم والرصاص غير محسوسة في

طورها الذائب (Frenzel, ١٩٩٦). وتم تحديد تركيز عناصر الرصاص والكروم والكاديوم في نماذج من المياه الجوفية والمياه السطحية ومياه الشرب في منطقة نيوجرسي (New Jerse) الأمريكية بعد تركيزها باستخدام المبادلات الايونية ووجد انها محسوسة أكثر مما لو فحصت مباشرة (Ososkov & Kebbekus, ١٩٩٧).

وظهر من دراسة للعناصر الذائبة في نهري المسيسيبي شرق كارولينا ونهر Loch Vale في كولورادو ان تركيز هذه العناصر يختلف تبعاً لاختلاف فصول السنة حيث لوحظ ان النحاس يزداد في فصل الربيع اكثر مما في الفصول الاخرى في حين ان الحديد يزداد في الخريف والشتاء ثم يبدأ يتناقص في فصل الربيع (Shiller & Hebert, ١٩٩٨). وعزوا ذلك الى تباين فعالية المستويات الاغذائية تبعاً لدرجات الحرارة. ووجد Shiller (١٩٩٩) ان هناك تغييراً معنوياً تبعاً للمواسم في تراكيز العناصر الذائبة في مجرى Loch Vale water shed في كولورادو وأشار الى ان ذلك يرتبط بتساقط الثلوج.

درس (Yilmazer & Yaman, ١٩٩٩) تلوث نهر Ceyhan في تركيا بالعناصر الثقيلة حيث تم تحديد تراكيز Al, Mn, Pb, Co, Cd, Cr, Ni, Cu، وظهر ان النسبة العالية من التراكيز كانت في الطور العالق من الماء.

اما (Al-Adrise, ٢٠٠٢) فقد درس تركيز وانتشار ثمانية عناصر ثقيلة في المياه الساحلية لمدينة الحديد في اليمن وهي Mn, Fe, Ni, Cr, Pb, Cd, Cu, Zn وكان اعلى تركيز سجل للنكل واكلها للرصاص والمنغنيز.

و درست تراكيز سبعة عناصر ثقيلة (Zn, Pb, Ni, Hg, Cu, Cr, Cd) في انظمة نهريه مختلفة في ولاية Baden-Wuerthemberg في المانيا ودلت النتائج ان تركيز هذه العناصر يعتمد على فضلات المدن وعمليات التعرية وانسياب المياه الجوفية معتمداً في حسابها على موديل رياضي (Oltmann *et al.*, ٢٠٠٣). ووجد ان للمدن والمشاريع الصناعية المقامة قرب مصادر المياه الاثر الرئيسي في زيادة تراكيز العناصر الثقيلة في المياه السطحية والجوفية (Taha *et al.*, ٢٠٠٤).

وجد (Nakanishi *et al.*, ٢٠٠٤) ان مياه انهار Kakehashi و Godani في اليابان ملوثة بتراكيز عالية من عناصر النحاس والخراسين والرصاص والكاديوم بسبب فضلات مناجم النحاس القريبة منها.

وعند دراسة تراكيز بعض العناصر الثقيلة في انهار Kawata و Higashiyamatani و Yoshino في منطقة Shikoku اليابانية وجد ان تركيز العناصر الذائبة يعتمد على تركيزها في الرواسب (Anazawa *et al.*, ٢٠٠٤) وفي دراسة اخرى وجد ارتفاع تراكيز بعض العناصر الثقيلة مثل الحديد والزرنيخ والكروم والزنبيق والرصاص في نهر (Aba) في نيجيريا ولوحظ ان مصدر هذا التلوث هو فضلات مصانع النسيج والمنظفات وادوات التجميل اضافة الى الكثافة المرورية العالية، وتبين انه لا توجد علاقة معنوية بين زيادة تركيز العناصر الثقيلة واعداد الكائنات البكتيرية في النهر المذكور (Ezeronye & Ubalua, ٢٠٠٥).

اما في العراق فقد حظي تلوث المياه بقدر من الدراسات وشمل ذلك مختلف المسطحات المائية العراقية الا ان النسبة العظمى منها كانت من نصيب نهر شط العرب، حيث درس (Abaychi & DouAbul, ١٩٨٥) توزيع عشرة عناصر في مياه النهر Zn, V, Pb, Ni, Mn, Fe, Cu, Cr, Co, Cd وسجلوا انخفاض تراكيز هذه العناصر في مياه وعوالق النهر ولوحظت تغيرات فصلية في تراكيز العناصر الثقيلة في مياه شط العرب بجزئها الذائب والدقائق، وسجل ارتفاع تركيز الرصاص في الجزء العالق من الماء بسبب

زيادة الفضلات البشرية ووسائل النقل (Al-Khafaji, 1996)، كذلك شملت الدراسات قنوات واذرع نهر شط العرب مثل دراسة (Taobi et al., 2000)؛ الامارة، 2001؛ Al-Khafaji, 2000؛ حسين وجماعته، 2001).

وفيما يتعلق بالانظمة المائية الاخرى فقد درس تلوث نهر دجلة بعناصر الرصاص والكروم والكاديوم والارصين والنحاس المطروحة مع فضلات مصانع الغزل والنسيج في بغداد (موسى وعلي، 1985). وتبين وجود بعض العناصر الثقيلة مثل النحاس والكاديوم والرصاص وبتراكيز واضحة في مياه وعوالق نهر الفرات في المنطقة الغربية من العراق (منطقة اعالي الفرات) (Kassim et al., 1997).

وتناولت (الطائي، 1999) في دراسة مفصلة انتشار وتوزيع تراكيز عشرة عناصر مستويات هذه العناصر كانت في الطور العالق اعلى مما هو عليه في الطور الذائب. وأشارت الى ان اجريت على الاجزاء الجنوبية من انهار دجلة والفرات وشط العرب وشط البصرة وخور الزبير وجد ان مستويات العناصر الثقيلة كانت بين الطورين الذائب والعالق اعلى من المستويات المسموح بها من قبل منظمة الصحة العالمية (WHO) ونظام حماية الانهار 1967 (Al-Imarah et al., 2000) ودرست تراكيز بعض العناصر الثقيلة مثل الكاديوم والنحاس والمنغنيز والنيكل والكروم في نهري ديالى والخالص وجدول سارية (Al-Saadi et al., 2001). اما (علكم، 2002) فقد درس توزيع خمسة عناصر ثقيلة في نهر الديوانية هي (Cd, Cu, Pb, Mn, Zn) ووجد ان اعلى تركيز كان لعنصر الارصين واقلها كان للكاديوم. ووجد (Ganjo & Aziz, 2002) ان تراكيز الحديد والنحاس والارصين والكاديوم كانت ضمن المديات المسموح بها في مجرى كورى وشقلاوة في منطقة اربيل. درس (Muhammod 2004) تراكيز بعض العناصر الثقيلة في ينابيع سرجنار ونهري جق جق Chaq-Chaq وكليان في السليمانية/ كردستان العراق ولاحظ تأثر ذلك بفضلات المدن وتدفق المياه الجوفية.

اما المنطقة الوسطى من نهر الفرات والذي يتفرع بعد سدة الهندية فلم يحظى الا بالجزء اليسير من الدراسات والبحوث التي كانت في معظمها تناول الجانب الجغرافي والجيولوجي (عيسى، 1995 وطالب، 2000). وفي دراسة على النهر عند مدينة الناصرية جنوب العراق وجد ارتفاع تراكيز بعض العناصر (الرصاص والمنغنيز والنحاس والكاديوم) بسبب الكثافة المرورية العالية والانشطة الصناعية في المدينة (Al-Khafaji, 2005). اما دراسة الفتلاوي (2005) فتعد الاحداث والاسع على النهر في المنطقة الوسطى حيث تناول دراسة تراكيز بعض العناصر الثقيلة في الطور الذائب ومدى تأثير ذلك في تنوع الهائمات النباتية في النهر.

1-2-3-4: العناصر الثقيلة في الرواسب Heavy metals in Sediments

تعد الرواسب المؤشر الرئيسي لمختلف انواع الملوثات (Forstner & Wittmann, 1981). اذ انها تعد المستلم المباشر للملوثات في البيئة المائية (Van den Broek et al., 2002).

ذكر (Ho et al., 2003) ان الرواسب تمثل المهبط او المصدر الالهام للعناصر الثقيلة في الطور المائي كما اشار (Bordas & Bourg, 2001) الى ان الرواسب تؤدي دوراً مباشراً في السيطرة على تبادل ايونات العناصر بين الماء والكائنات الحية. تتكون الرواسب من نسب متباينة من الحبيبات الصغيرة مثل الطين والغرين والتي قد تعطي مساحة سطحية واسعة تسمح

بامدصاص العناصر الثقيلة عليها اكثر من الحبيبات الكبيرة مثل حبيبات الرمل (Bentivegna *et al.*, ٢٠٠٤).

كما ان انتقال الرواسب في الجسم المائي له دور مباشر في زيادة تراكيز العناصر الثقيلة اما عن طريق دقائق عالقة جديدة وبنسبة عالية او اضافة طبقة سطحية جديدة تسمح بامدصاص الملوثات الكيميائية ومنها العناصر الثقيلة ومن ثم زيادة تركيزها في المحيط المائي (Mohapatra & Mitchell, ٢٠٠٣). اذ ان معظم العناصر الثقيلة والملوثات العضوية تتركز في الطبقة السطحية من الرواسب (L'Herroux *et al.*, ١٩٩٧).

لقد استهوى تلوث الرواسب بالعناصر الثقيلة العديد من الباحثين وفي مختلف انحاء العالم. فقد اشار (Emelyanov *et al.*, ١٩٧٨) الى وجود تراكيز واضحة لبعض العناصر الثقيلة (Ni, Cu, Zn, Cr, Fe) في رواسب نهر النيل في مصر. وفي دراسة على رواسب نهر TAMA في اليابان لوحظ زيادة تركيز عنصر الكاديوم وارتباط ذلك بزيادة الملوثات العضوية في النهر والتي تسبب زيادة تركيز عنصر الكاديوم بسبب عمليات الامدصاص Adsorption (Suzuki *et al.*, ١٩٧٩).

ودرس تلوث رواسب بحر الشمال مقابل السواحل البلجيكية بالعناصر الثقيلة، ولوحظ ارتباط واضح لتراكيز هذه العناصر بحجم حبيبات الرواسب (Araujo *et al.*, ١٩٨٥). ودرست تراكيز بعض العناصر الثقيلة في رواسب بحيرة البرلس جنوب شرق البحر المتوسط في مصر، ولوحظ ان ذلك يرتبط بكمية المياه المتدفقة وحركة التيارات (El-Sammak & El-Sabrouti, ١٩٩٥). ولوحظ تلوث الرواسب في بعض الانهار الصغيرة في غرب سلوفاكيا ببعض العناصر الثقيلة (Cu, Zn, Ni, Cd, Pb) وتبين ان السبب الرئيسي لذلك هو مصادر التلوث الزراعي (Sztruhare *et al.*, ١٩٩٧). ومن دراسة اخرى يتضح تلوث رواسب نهر Coeur d'Alene في منطقة Idaho الامريكية بتراكيز عالية من الكاديوم والرصاص والخاصين، ويظهر ذلك واضحاً خلال مواسم الفيضانات في الربيع (Beckwith *et al.*, ١٩٩٧). ودرس (Hornberger *et al.*, ١٩٩٩) تراكيز النحاس والخاصين والحديد والمنغنيز والكروم والنيكل والفناديوم والالمنيوم في رواسب خليج سان فرانسيسكو في كاليفورنيا.

واشار Badawy و El-Motaium (٢٠٠٠) الى ان الترب المرورية بمياه الفضلات المنزلية Sewage تحتوي على تراكيز عالية من عناصر الكاديوم والرصاص والخاصين والنحاس. ولوحظ تلوث رواسب نهر Deieper في منطقة البحر الاسود في اوكرانيا بالعديد من العناصر الثقيلة مثل الحديد والمنغنيز والنحاس والخاصين والرصاص والكروم والكاديوم وظهر ارتباط واضح بين تراكيز هذه العناصر وحجم حبيبات الرواسب (Linnik & Zubenko, ٢٠٠٠). ان تلوث الرواسب في بعض الانهار في مناطق مختلفة من ولايتي Atlanta و Florida الامريكيتين بعنصري الخاصين والرصاص مرتبط ارتباطاً وثيقاً بالكثافة السكانية وزيادة وسائل النقل وغبار الشوارع، اضافة للفضلات المنزلية والصناعية (Callender & Rice, ٢٠٠٠). وجد ان مصدر تلوث رواسب بحيرة Malaren في السويد بعنصر الرصاص هو تدفق العنصر من مناطق التعدين القديمة بواسطة الانجراف او من حرق الوقود في المناطق الصناعية القريبة (Renberg *et al.*, ٢٠٠١). كما درست تراكيز عناصر النحاس والرصاص والخاصين في (٢٩) موقع في بعض الانهار الواقعة في جزيرة Fiji اليابانية وتبين ان نمط توزيع هذه العناصر يرتبط بنوع الفضلات الصناعية التي تطرح من المعامل المختلفة في الجزيرة اضافة الى نشاطات صائدي الاسماك (Gangaiya *et al.*, ٢٠٠١).

وظهر تلوث رواسب مصب نهر Sawartkops في جنوب افريقيا بعناصر الكروم والرصاص والخاصين والتيتانيوم والنحاس وأشير الى ان تراكيز هذه العناصر تتأثر كثيراً بالفضلات الصناعية كما انها تسبب تأثيرات سمية حادة او مزمنة في الاحياء القاعية في النهر (Binning & Baird, ٢٠٠١). اشار Al-Adrise (٢٠٠٢) الى وجود تراكيز مختلفة من عناصر الحديد والنيكل والنحاس والكروم والمنغنيز والخاصين والرصاص والكاديوم في الرواسب الساحلية لمدينة الحديد في اليمن وتبين عدم وجود ارتباط بين تراكيز هذه العناصر وحجم حبيبات الرواسب وانها تكون متأثرة بمياه الصرف الصحي. وفي دراسة اجريت على رواسب ستة ايام في جنوب تايوان ظهر ان تركيز عناصر الخاصين والنيكل والرصاص والكوبلت والمنغنيز والحديد يرتبط بعمق الرواسب المأخوذة للدراسة ويتأثر كثيراً بالفضلات المنزلية والصناعية (Ho et al., ٢٠٠٣). سجل (Abaychi & DouAbul, ١٩٨٥) وجود تراكيز عالية من العناصر ذات المصدر النفطي مثل النيكل والفناديوم في رواسب شط العرب، في حين درس Al-Mussawy و Salman (١٩٨٩) توزيع كل من الحديد والخاصين والنحاس والمنغنيز والنيكل والكوبلت والفناديوم في رواسب خور الزبير شمال غرب الخليج العربي. كذلك درست تراكيز العناصر الثقيلة في رواسب شط العرب ووجد ان تركيز العناصر في الرواسب تظهر تغيرات فصلية اقل مما هي عليه في الماء وسجل ارتفاع تركيز الكاديوم والرصاص في الجزء المتبادل منها (Al-Khafaji, ١٩٩٦). في حين سجلت تراكيز مختلفة لبعض العناصر الثقيلة في رواسب نهر شط الحلة ولاحظت تغيرات فصلية في تراكيز هذه العناصر، وقد سجل الكاديوم والزئبق اعلى تركيز في الجزء المتبادل من الرواسب (الطائي، ١٩٩٩). وبين Taha (١٩٩٩) تواجد عناصر المنغنيز والفضة والكروم في رواسب شط الحلة بتراكيز واضحة لكنها اقل من المحددات العالمية المسموح بها. ولوحظ ان الملوثات البشرية والزراعية والصناعية تتسبب في زيادة تراكيز الحديد والكوبلت والخاصين في رواسب شط الحلة (Al-Tae, ٢٠٠١). ودرس اللامي (٢٠٠٢) تراكيز عناصر النيكل والمنغنيز والخاصين في رواسب نهر دجلة قبل وبعد مدينة بغداد ولاحظ عدم وجود تغيرات فصلية بين هذه التراكيز.

استخدم العديد من الباحثين توزيع الكاربون العضوي (TOC) في الرواسب كدليل على التلوث العضوي وبينوا علاقة ذلك بتراكم العناصر الثقيلة في الرواسب مثل دراسة (Reuter & Perdue, ١٩٧٧; Mohamed & Al-Shamlan, ١٩٧٧; Khalaf et al., ١٩٨٦; Thompson & Yeung, ١٩٨٢). والذي اشار الى ان المحتوى العضوي للرواسب يؤثر في جاهزية العناصر الثقيلة للاحياء القاعية.

ان الحبيبات الصغيرة من الرواسب مثل حبيبات الطين تكون ذات محتوى عالي من المركبات العضوية مما يساعد على ارتباط او ادمصاص العناصر الثقيلة على سطوح حبيبات الرواسب الدقيقة او الناعمة (Heiskary, ١٩٩٦)، كما ان الكاربون العضوي الكلي TOC يضاف الى الرواسب من خلال تحلل المواد العضوية في النبات والحيوان، وتساعد المواد العضوية على الامدصاص المباشر للعناصر الثقيلة من الماء الى الرواسب، اضافة الى ارتباط النسبة العالية من الكاربون العضوي الكلي بالحجوم الصغيرة لحبيبات الرواسب وهذا يساعد على اختزال جاهزية وسمية العناصر الثقيلة (Bentivegna et al., ٢٠٠٤). وفي العراق اجريت بعض الدراسات القليلة حول العلاقة بين الكاربون العضوي الكلي في الرواسب وتراكم العناصر الثقيلة فيها مثل دراسة (Abaychi & DouAbul, ١٩٨٥; Al-Khafaji, ١٩٩٦، الطائي، ١٩٩٩, Al-Tae, ٢٠٠١) وقد اشار بعضهم الى عدم ارتباط تركيز العناصر بحجم الحبيبات او المحتوى العضوي للرواسب وتأثير حجم الحبيبات على ادمصاص العناصر على سطوحها.

١-٢-٤: الدلائل الحياتية Bioindicators

ان استخدام الاحياء المائية المختلفة كأدلة للتلوث بمختلف انواع الملوثات ومنها العناصر الثقيلة اصبح شائعاً من قبل العديد من الباحثين وفي مختلف مناطق العالم (Reinfelder *et al.*, ١٩٩٧). اذ استعملت هذه الاحياء في العديد من برامج المراقبة البيئية وذلك لقابلية العناصر الثقيلة على التراكم الحيوي في انسجتها وامكانية انتقالها الى المستويات الاخرى في السلسلة الغذائية (Otcere, ٢٠٠٣).

ان استخدام الادلة الحياتية Bioindicators اصبح من الادوات المفيدة في فهم التداخل المعقد بين استجابة الكائن الحي للمؤثرات البيئية ومقاومته للتأثيرات المميتة للكثير منها (Werner *et al.*, ٢٠٠٣). ان التفاعل الخلوي للعناصر ينعكس على العمليات الداخلية التي تحدث مع عمليات التراكم مما يعطي صورة واضحة عن سمية العنصر وتحمل الاحياء المائية له (Wallace *et al.*, ٢٠٠٣). كما ان العديد من الاحياء يمكن ان تستعمل كمؤشر لنوعية المياه اذ ان اضافة ملوث مفاجئ ربما يؤدي الى موتها مما يدل على وجود مادة سامة في المحيط، الامر الذي يجعلها ذات قيمة عالية كمؤشر للصحة البيئية (Helfrich & Neves, ٢٠٠٣).

ان قياس التراكم الحيوي الكلي للعناصر في انسجة الكائنات المائية يعطي صورة دقيقة وواضحة عما يعطيه تواجد هذه العناصر في البيئة (Reinfelder *et al.*, ١٩٩٧). وبما ان التأثير الحياتي للعناصر الثقيلة في الكائنات الحية يختلف تبعاً لعدة عوامل منها السلوك الفسيولوجي ودورة الحياة والتغاير الموسمي للعناصر التي تصل الى الكائن الحي، وتغاير وتعدد الانواع ومقدار التلوث الذي يحصل في السلسلة الغذائية (Forstner & Wittmann, ١٩٨١). لذلك لا بد من مواصفات خاصة للاحياء المائية التي يتم اختيارها كأدلة حياتية للتلوث بالعناصر الثقيلة، واختيار الدلائل الحياتية يجب ان تنطبق المواصفات التالية (McCaulou *et al.*, ١٩٩٤):-

- ١- ان تكون لها القابلية على تراكم الملوثات في انسجتها دون ان يؤدي ذلك الى السمية او الموت.
- ٢- ان تكون هذه الكائنات جالسة او متحركة لمسافات قصيرة في منطقة محددة.
- ٣- ان تكون اعمارها طويلة مقارنة مع بقية الاحياء.
- ٤- ان تتوافر بغزارة في منطقة الدراسة.
- ٥- ان تكون انسجتها كافية للدراسة والتحليل.
- ٦- ان تكون سهلة الجمع ولها القابلية للبقاء في المختبر لفترات طويلة لغرض الدراسة.
- ٧- ان تتحمل المياه المالحة.
- ٨- ان تكون لها القابلية على تحمل تراكيز عالية من العناصر.
- ٩- ان تكون هناك علاقة طردية بين تركيز العناصر في انسجة الكائن وبين معدلات تركيزه في الماء المحيط به.
- ١٠- ان تكون مصنفة عالمياً ويمكن التعرف عليها بسهولة.

هناك العديد من الدراسات التي استخدمت الاحياء المائية كأدلة حياتية للتلوث بالعناصر الثقيلة منها استخدام الطحالب الخضراء والخضرة المزرقرة (Aulio, ١٩٨٣; Al-A'aragy & Al-Saadi, ١٩٩٨; قاسم وجماعته، ٢٠٠٤) او

استخدم العديد من الباحثين النباتات المائية لدراسة تراكم وانتقال العناصر الثقيلة في الاجزاء النباتية المختلفة مثل (Peveryly & Adams, ١٩٩١; Peveryly, ١٩٨٨b; Lytle & Smith, ١٩٩٥; Lytle et al., ١٩٩٦; Lytle et al., ١٩٩٥). فقد وجد (Harding & Whitton, ١٩٧٨) ان بعض النباتات الغاطسة مثل *Nitella* و *Elyceria* لها القابلية على تجميع عناصر الخارصين والكاديوم والرصاص اكثر مما هو عليه في عمود الماء او في الرواسب. ودرس Reamer (١٩٨٩) التركيز الحيوي لعنصر الرصاص في العديد من النباتات المائية مثل *Ceratophyllum demersum* و *Myriophyllum xalbescens* و *Potamogeton foliosus* و اشار الى ان تراكم هذا العنصر في الجذور يكون اكثر مما هو عليه في الساق والاوراق. أذ وجد ان للنباتات الغاطسة وشبه الغاطسة قابلية على تجميع العناصر الثقيلة في انسجتها مما يجعلها ادلة حياتية جيدة لتلوث الماء.

درس تراكم بعض العناصر (Zn, Pb, Mn, Fe, Cu, Cd) في النبات المائي *Ceratophyllum demersum* والنبات المائي *Potamogeton crispus* في نهر النيل في مصر ولوحظ تغير تراكم هذه العناصر تبعاً لتغيرات مواقع الدراسة وتأثرها بالنشاطات البشرية والصناعية وحركة السفن في النهر (Ali & Soltan, ١٩٩٩). ووجد El-Gamal (٢٠٠٠) ان النباتات التي على جوانب الطرق تكون اكثر عرضة للتلوث بالرصاص والكاديوم حيث ان لوسائط النقل دوراً كبيراً في ذلك. ان نمو النباتات في الرواسب الملوثة بالعناصر الثقيلة قد يؤدي الى اختزال تراكم هذه العناصر عن طريق منع انجرافها او منع تسربها مع المياه الجوفية، اذ تمتص من قبل النبات وتكون معقدات واحماض تؤدي الى زيادة حركة وجاهزية هذه العناصر داخل الانسجة المختلفة للنباتات (Marseile et al., ٢٠٠٠).

وقد درست بعض العناصر الثقيلة مثل الكروم والخارصين والنحاس والكوبلت في النبات المائي *Lemna minor*، و اشارت الدراسة الى ان امتصاص وتراكم العناصر الثقيلة بواسطة النباتات اعطى فهماً واسعاً للمعنى البيولوجي لتركيز دقائق العناصر وتوزيعها في جسم الكائن الحي وبين ان التداخل بين العناصر الذائبة والاسطح البيولوجية مثل جدران الخلية ممكن ان يؤثر على انتقال وتراكم وسمية هذه العناصر، اذ انها ممكن ان تدخل الى الخلية اما عن طريق الانتشار عبر جدار الخلية او عن طريق النقل الفعال للمواد الغذائية (Dirilgen, ٢٠٠١). و اوضح (Dan et al., ٢٠٠٢) بأن لنبات *Pelargonium sp.* القابلية على امتصاص وتجميع عنصري الكاديوم والنيكل في انسجته وبتراكم عالية خاصة في الساق مما يساعد على ازالة سمية هذين العنصرين من المحيط المائي.

كما درست تراكم بعض العناصر الثقيلة في ثلاثة نباتات مائية هي *Sargasum latifolium* و *S. lacifolium* و *Taonia dicotoma* ووجد ان التغير في تركيز العناصر في انسجة هذه النباتات لا يرتبط بتغير المواقع وانما يعتمد على قابلية النباتات على تجميع العناصر وميكانيكية التركيز (Al-Adrise, ٢٠٠٢).

كما لوحظ تراكم بعض العناصر الثقيلة مثل (Zn, Cu, Mn, Fe) في جذور واوراق نبات القصب *Phragmites australis* اكثر مما هو عليه في الرواسب مما يساعد على استخدامه كمؤشر للتلوث بالعناصر (Sasaki et al., ٢٠٠٣).

وبسبب قابليتها على امتصاص وتجميع العناصر داخل انسجتها دون احداث السمية او الموت فقد استخدمت النباتات المائية في عمليات المعالجة الحياتية *Bioremediation* كما في دراسة (Al-Asheh & Duvnjak, ١٩٩٩; Matagi

et al., ١٩٩٨; Carvalho & Martin, ٢٠٠١; Coleman et al., ٢٠٠١; Wong et al., ٢٠٠١; Ingole & Bhole, ٢٠٠٣)

اما في العراق فقد درس (Abaychi & Al-Obidy ١٩٨٧) تراكيز عناصر النحاس والمنغنيز والحديد في انسجة نبات *Ceratophyllum demersum* في منطقة شط العرب كما تم تحديد توزيع بعض العناصر الثقيلة في انواع من النباتات المائية في هور الحمار وأشير الى ان التغيرات في تراكيز هذه العناصر في النباتات المدروسة تعزى الى قابلية النباتات على تركيز هذه العناصر مقارنة بتراكيزها الاولية (Al-saad et al., ١٩٩٤). ولوحظ في دراسة اجريت على نهر شط الحلة وجود تراكيز متفاوتة لبعض العناصر الثقيلة في النباتين *Ceratophyllum demersum* و *Myriophyllum verticillatum* وأشير الى عدم وجود علاقة معنوية بين تراكيز العناصر في النباتات وفصول السنة (الطائي، ١٩٩٩). وفي دراسة اخرى استخدم النبات المائي *Ruppia maritime* النامي في نهر الفرات لغرض دراسة التراكم الحيوي لعدد من العناصر الثقيلة، ووجد ان تراكيز هذه العناصر يترتب تصاعدياً وكما يلي: Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, Co, Cu, Cr, Cd، وأشارت الى وجود تداخل بين نظام الماء-الرواسب-النبات (صالح، ٢٠٠١).

كما درست تراكيز عناصر الخارصين والمنغنيز والرصاص والنحاس والكاديوم في ثلاثة نباتات مائية هي *Myriophyllum verticillatum* و *Ceratophyllum demersum* و *Typha domingensis*، حيث سجل المنغنيز اعلى تركيز في انسجة النباتات الثلاثة واقلها كان الكاديوم وذكر ان النباتات المائية تختلف في قابليتها على تجميع العناصر الثقيلة تبعاً الى كمية هذه العناصر في الماء والرواسب وكذلك على قابلية جذورها على التغلغل في الرواسب اضافة الى العمليات الحيوية في جسم النبات (علغم، ٢٠٠٢).

ووجد في دراسة اجريت على نظام مائي وسط العراق يتأثر بالمياه الصناعية زيادة تركيز عناصر الزئبق والكروم والرصاص والحديد في جذور واوراق نبات القصب *Phragmites australis* عما هو عليه في الحالة الذائبة وكان تركيزها في الاوراق اعلى مما هو عليه في الجذور (حسن وجماعته، ٢٠٠٥).

٢-٤-٢-١: المحار (ثنائية المصراع) *The Clam (Bivalve)*

يعد المحار من اكثر الاحياء المائية التي تنطبق عليها معظم المواصفات الواجب توفرها في الادلة الحياتية Bioindicators. اذ ان اغلب انواعه ناقلة فعالة للطاقة خلال السلسلة الغذائية اذ انه يقوم بازالة العوالق العضوية واللاعضوية من عمود الماء وبذلك تزداد عملية الترسيب الطبيعية، اضافة الى كونها مصدراً لغذاء الانسان (عبد الصاحب، ١٩٨٩).

كما ان المحار وبقية ثنائية المصراع تعد مؤشراً ممتازاً ممكن ان يستعمل للدلالة على التلوث بالعناصر الثقيلة. اذ ان معدل امتصاص هذه الكائنات للعناصر تتغير تبعاً لاختلاف الانواع والحساسية الضوئية وفترات ازدهار هذه الكائنات، وايضاً تتغير في محتواها من هذه العناصر وذلك تبعاً لقابليتها على اعادة هذه العناصر مرة ثانية الى البيئة المحيطة بها (Forstner & Wittmann, ١٩٨١).

درس McCaulou et al. (١٩٩٤) اهمية المحار *Corbicula fluminea* كدليل للتلوث بمختلف العناصر الثقيلة في نهر Colorado وذكر ان دخول العناصر الى جسم الكائن يكون عن طريق الجسيمات العالقة الحية مثل البكتيريا والطحالب والجسيمات العالقة غير الحية (حبيبات الطين والغرين) او عن طريق الرواسب.

وبسبب تغذيتها الترشيحية Filter-feeding فقد وجد ان هناك علاقة بين محتوى انسجة المحار من العناصر الثقيلة ومحتوى المواد الدقائقية العالقة من تلك العناصر (Abaychi & Mustafa, ١٩٨٨). ودرس Wahbeh (١٩٩٠) مستويات بعض العناصر النزرية مثل (Mg, Fe, Cd, Cu, Mn, Zn) في الانسجة الرخوية في بعض انواع المحار مثل *Mesodesma glabrum* والقواقع مثل *Nerita forsklii*. ووجد ان تراكيز العناصر تتغير تبعاً لتغير الانواع وانها تعد ادلة جيدة للتلوث بالعناصر. كما درست كفاءة التمثيل ونسبة تدوير بعض العناصر الثقيلة (Zn, Se, Co, Cd, Ag) في اربعة انواع من ثنائية المصراع (محار وقواقع) ولوحظ ان تغذية العوالق ربما تؤدي الى زيادة العناصر الثقيلة مع زيادة كفاءة التمثيل في هذه الاحياء الامر الذي يمكن ان يستخدم في دراسة التراكم الحيوي الكلي للعناصر مما يجعلها ذات دور مهم في برامج المراقبة البيئية (Reinfelder et al., ١٩٩٧).

ان لانواع المحار القاعية القابلية على العيش والنمو في مياه ملوثة بمختلف الملوثات الزراعية او الصناعية او البشرية مما يسهل استعمالها كمؤشر حيوي للتلوث بالعناصر الثقيلة او مبيدات الحشرات العضوية او المركبات الاروماتية الحلقية (Graczyk et al., ١٩٩٨). الا انه احياناً من الصعب تطبيق ذلك بسبب قابلية الملوثات على تثبيط نمو هذه الكائنات وموتها بسبب التراكيز العالية منها (Merlini et al., ١٩٧٣).

درست ايضاً التغيرات الوراثية في بعض انواع المحار ومدى تحملها لتلوث البيئة المحيطة بها ببعض العناصر الثقيلة مثل الرصاص وتبين ان دراسة ذلك يوفر أدوات غير تقليدية لتحديد التلوث في البيئة المائية (Ross et al., ٢٠٠٢).

وقد وجد انه على الرغم من الانتشار الواسع لأنواع مختلفة من المحار في مختلف البيئات المائية كالأنهار والبحيرات وسواحل البحار الا ان هناك العديد من العوامل التي تؤدي الى تناقص أعدادها وتدهور مجتمعاتها مثل بناء السدود وتطهير قنوات الري وعمليات الترسيب بفعل النشاط الزراعي او التعدين او التنقيب عن النفط في البحار اضافة الى تدفق الملوثات البيئية المختلفة كالمشتقات النفطية والاحماض الصناعية والمبيدات والاسمدة، كما ان الصيد الجائر للأسماك سوف يؤدي الى تقليل هذه الانواع واختزال فرصة تكاثرها لما تشكله الاسماك من عائل مهم خلال فترة التكاثر (Helfrich & Noves, ٢٠٠٣).

ان المدى الواسع لتراكم العناصر الثقيلة في ثنائية المصراع ذات التغذية الترشيحية ومن مصادر غذائية مختلفة يعطي مؤشراً مهماً لمرور هذه العناصر عبر السلسلة الغذائية وبسبب دخول العناصر الى هذه الكائنات من الطور الذائب والعالق للماء فإنه يمكن استغلالها كدليل او مفتاح Key لتحديد مستويات التلوث في البيئة (Widmeyer et al., ٢٠٠٣). وقد درس التأثير الخلوي لتراكيز مختلفة من عنصري الكاديوم والارصين في نوعين من ثنائية المصراع Bivalves (*Potomocorbula amurensis*, *Macoma balthica*) وتبين ان التجميع الداخلي للعناصر وازالة سميتها يرتبط بزيادة تحمل الكائن الحي وزيادة المقاومة الوراثية Genetic resistance، كما وجد ان تراكم هذه العناصر والتأثيرات الخلوية لها يختلف باختلاف نوع الكائن ولا علاقة لذلك بالحجم (Wallace et al., ٢٠٠٣).

ذكر Otchere (٢٠٠٣) ان هناك العديد من العوامل التي تؤثر في تركيز العناصر الثقيلة في أنسجة ثنائية المصراع منها جاهزية العنصر، وقت اخذ العينة، العوامل الهيدروكيميائية للنظام البيئي الذي تعيش فيه، الحجم، الجنس، دورة التكاثر والتغيرات في تركيب الانسجة لجسم الكائن. اذ قام الباحث بتحديد تراكيز بعض العناصر الثقيلة في Hg, Cd, Mn, Fe, Zn, Cu في الانسجة الرخوة والصدفة في بعض أنواع المحار المتواجدة

في نهر Lagoons في غانا. كما درس تلوث ثلاثة أنواع من ثنائية المصراع بعنصر الكاديوم في مصبات (Gironde) في فرنسا ووجد ان توزيع العناصر الثقيلة في هذا النظام البيئي مسيطر عليه بواسطة الدورات الكيموحياتية الارضية إضافة الى نظام تدوير المياه (Baudrimont et al., ٢٠٠٣). وفي دراسة لتراكم عنصر الفضة في ثلاثة من اللاقريات القاعية ومنها المحار *Macoma balthica* وجد انه يمكن استخدام ذلك كدليل على تلوث الرواسب بهذا العنصر كنتيجة لعمليات التعدين والصهر في خليج سان فرانسيسكو في الولايات المتحدة (Yoo et al., ٢٠٠٤). كما استخدمت النظائر المشعة في دراسة تراكم عنصر النحاس وديناميكية ازالة سميته في انسجة المحار *Corbicula* اذ وجد ان هنالك ازالة غير مباشرة للعناصر بواسطة الانسجة المرنة للحيوان من خلال العمليات الفسيولوجية المختلفة كما انها يمكن ان تطرح الى المحيط من خلال عمليات فسيولوجية متعددة (Croteau et al., ٢٠٠٤).

اما في العراق فتوجد دراسات قليلة اغلبها اقتصرت على منطقة شط العرب تناولت المحار كدليل حيوي للتلوث، منها دراسة (Al-Saad, ١٩٨٣) الذي استخدم المحار *Corbicula fluminalis* كمؤشر للتلوث بالهايدروكربونات النفطية في نهر شط العرب. اما (Abaychi & Mustafa, ١٩٨٨) فقد استخدم المحار *Curbicula fluminea* كدليل للتلوث بالعناصر الثقيلة في شط العرب ولاحظ وجود علاقة طردية بين تراكيز العناصر الثقيلة الدفائنية وتلك الموجودة في انسجة الحيوان وعزى ذلك كون المحار ذو تغذية ترشيحية Filter feeder. كما وجد ان اعلى تركيز في انسجة المحار كان لعنصر النحاس واقلها كان لعنصر الرصاص.

ودرس عبد الصاحب (١٩٨٩) حياتية وانتاجية نوعين من محارات المياه العذبة في منطقة شط العرب هما *Curbicula fluminea* و *Corbicula fluminalis* اذ وجدت ان معدلات الكثافة للنوعين تكون عالية خلال فصل الصيف وتنخفض في فصل الشتاء بسبب الوفيات ثم تعود وترتفع خلال فصل الربيع نتيجة طرح الصغار وذكرت ان النوع *Corbicula fluminalis* كان اكثر سيادة من النوع الاخر في منطقة شط العرب.

وقد درس توزيع عناصر (Zn, Ni, Mn, Fe, Cu, Cd) في نوعين من المحار هما (*Pseudodotopsis euphraticus*, *Unio tigridis*) في نهر شط العرب والجزء الجنوبي من نهري دجلة والفرات، حيث سجلت تراكيز عالية لتلك العناصر في الانسجة الرخوة للمحار وعزى ذلك كنتيجة للتلوث البشري في تلك المناطق (Al-Muddafer et al., ١٩٩٢).

١-٢-٤-٣: السرطان النهري Fresh water crab

استخدمت اللاقريات الكبيرة Macroinvertebrate في الدراسات البيئية من قبل العديد من الباحثين بسبب انتشارها الواسع في المياه البحرية والعذبة، كما انها تعيش مفترسة لللاقريات الصغيرة او الاسماك او تكون حثائية Scavengers (Cain et al., ٢٠٠٠). وبالرغم من عدم وجود صورة واضحة عن وفرة العناصر الثقيلة في قشريات المياه العذبة الا ان دراسة ذلك يمكن ان يجعلها دليلاً او مؤشراً جيداً للتلوث بالعناصر (Forstner & Wittmann, ١٩٨١).

ومن خلال الدراسات المتوافرة يلاحظ ان السرطان كان من اكثر انواع القشريات الكبيرة التي حظيت بقدر لا بأس به من الدراسات. فقد درست ديناميكية الجماعة السكانية والانتاج الثانوي للنوع *Sesarma bouleengeri* في منطقة شط العرب حيث ظهر تباين في كثافة

الجماعة السكانية تبعاً لاختلاف اشهر السنة، كما تبين وجود نوعين من الحفر يستخدم السرطان احدهما للتزاوج والاخرى للاختباء وظهر ان السرطان يفضل الترب الطينية-الغرينية والترب المزيجية-الطينية، كما وجد ان الحيوانات اليافعة ممكن ان تكون موجودة طيلة اشهر السنة (سلطان، ١٩٨٧).

وفي دراسة لتأثير بعض العناصر الثقيلة مثل الكاديوم والنحاس والنيكل والرصاص على بقاء سرطان المياه العذبة *Sesarma bouleengeri* لوحظت زيادة سمية هذه العناصر في فصل الصيف مقارنة بفصل الشتاء، كما وجد ان الكاديوم كان اشدها سمية ثم النحاس والنيكل والرصاص وظهر ان ارتفاع نسبة الملوحة تؤدي الى التقليل من تأثير هذه العناصر في السرطان (السامر، ١٩٨٩).

درس Heslin (١٩٩٥) تراكم عناصر الرصاص والكروم والكاديوم في انسجة السرطان الازرق Blue crab المجمع من منطقة Pontchatrain في لويزيانا الامريكية ولاحظ ارتفاع تراكيز الرصاص والكروم في الانسجة الدهنية للحيوان.

وفي دراسة لتراكم عناصر النحاس والارصين والكاديوم في الرواسب وانسجة السرطان *Arenicola marina* وجد ان الرواسب تؤدي دوراً كبيراً في انتقال العناصر الثقيلة الى جسم الكائن الحي حيث انها تشكل مصدراً للغذاء اضافة الى المواد العالقة والتي يمكن ان تتكون من البكتريا والدايتومات والهدبيات اضافة الى القشريات الصغيرة والاسماك الصغيرة، مما يجعل دراسة ذلك مفيداً في برامج المراقبة البيئية (Bat, ١٩٩٨).

استخدمت انواع مختلفة من السرطان كأدلة حيائية للتلوث بالهيدروكربونات النفطية في منطقة شمال غرب الخليج العربي (Al-Saad et al., ١٩٩٩).

كما وجد ان السرطان *Ucides cordatus* ذو اهمية بيئية واقتصادية عالية حيث انه يؤدي دوراً مساعداً في الدورات الكيموحياتية للعديد من العناصر في الانظمة البيئية المتداخلة بين الماء واليابسة وذلك من خلال دراسة تراكم عنصر الارصين في بعض انسجة الحيوان (Junior et al., ٢٠٠٠).

ان للكاديوم تأثيرات واضحة على نمو الاعضاء الجسمية والتكاثرية في الاناث اليافعة للسرطان *Chasmagnothus granulate* حيث وجد ان التراكيز ٠.١ و ٠.٥ ملغم/لتر ممكن ان تحدث تنخر necrosis في المبايض Oocyte وتسبب عدم نضجها (Kogan et al., ٢٠٠٠).

ودرس التأثيرات السامة لتدفق تراكيز مختلفة من الرصاص والكاديوم الى البيئة كنتيجة للنشاطات البشرية والصناعية على يرقات السرطان *Chasmagnothus granulate* في منطقة Bahia Blance في الارجننتين حيث ظهر ان الكاديوم يسبب سمية حادة Acute toxicity اكثر من التي يسببها الرصاص (Ferrer et al., ٢٠٠٠).

ومن خلال استعمال النظير المشع للكاديوم Cd^{109} لوحظت تأثيرات نسيجية واضحة في انسجة السرطان *Chionoecetes opilio* ووجد ان الكاديوم المتراكم في الانسجة المختلفة للسرطان كان بتراكيز اعلى مما في الماء والرواسب مما يشكل خطراً على المستويات الغذائية العليا كالقشريات والاسماك (Rouleau et al., ٢٠٠١). وفي دراسة على سرطان المياه العذبة *Potamonaytes perlatus* في نهر Eerste في جنوب افريقيا وجد ان انسجة السرطان المختلفة لها القابلية على تركيز او تراكم عنصر النحاس بمعدلات اعلى مما في الماء والرواسب، ولوحظ اختلاف اعضاء الجسم في محتواها من هذا العنصر وكذلك اختلاف التركيز تبعاً لاختلاف المواقع والمواسم والذي ربما يعود الى اختلاف التعرض للملوثات الامر الذي يساعد على جعل السرطان *Potamonaytes perlatus* ذي فائدة ممتازة في برامج المراقبة

البيئية لتلوث الانهار (Snyman *et al.*, ٢٠٠٢). ان تعرض السرطان *Sesarma quadratum* لبعض التراكيز المميتة من كلوريد النحاس والكلور يؤدي الى اختزال الاوكسجين وتقليل افراز الامونيا والنترتيت الامر الذي يؤدي الى موت الكائن (Valarmathi & Azariah, ٢٠٠٢).

درس Ju و Harvey (٢٠٠٢) تأثير درجة الحرارة في تراكم بعض العناصر الثقيلة في انسجة السرطان *Callinectes sapidus* حيث وجد ان لدرجة الحرارة وبعض العوامل الاخرى مثل حجم الحيوان تأثير في عملية تركيز العناصر الاساسية مثل النحاس والمنغنيز والخرصين في حين لا يؤثر ذلك في تركيز وتراكم عناصر اخرى مثل الكادميوم والرصاص والزنك وانما يعتمد ذلك على التعرض لهذه العناصر من المحيط الذي يعيش فيه الحيوان. كما وجد ان هنالك بعض العوامل الفيزيائية والكيميائية للمحيط يمكن ان تسيطر على تراكم العناصر الثقيلة في انسجة السرطان *Potamonautes warreni* مثل الملوحة والاس الهيدروجيني والحرارة اذ لوحظ ارتفاع تراكيز عنصرى الخرصين والكادميوم في عضلات السرطان المدروس (Thawley *et al.*, ٢٠٠٤).

ان دراسة تمثيل وتدوير العناصر الثقيلة في مصادر الغذاء لانواع من القشريات ربما يساعد على تفسير العلاقة بين السمية والدورات الكيموحياتية لهذه العناصر خلال السلاسل الغذائية في الماء، اذ وجد ان بعض العناصر مثل السلينيوم والفضة والخرصين والكادميوم تصبح اكثر سمية في التراكيز العالية والمستويات العليا من السلسلة الغذائية الامر الذي يجعلها اكثر تأثيراً على بقية الكائنات الحية (Baines *et al.*, ٢٠٠٢).

Chapter Two الفصل الثاني المواد وطرائق العمل Materials & Methods

١-٢: منطقة الدراسة The Study Area

يعد نهر الفرات من ابرز الانهار في جنوب غرب اسيا واطولها اذ يبلغ طوله حوالي (٢٨٠٠) كم ويمثل ما يمتد منها داخل العراق حوالي ٣٥% من طول النهر الكلي ويروي مساحات شاسعة من الارض تقدر بـ (٧٦٥٨٣١) كم^٢ وبمعدل تصريف يصل الى ٨١٨ م^٣/ثا (UNESCO, ٢٠٠٢).

وعند دخوله العراق بشكل منطقة دلتا بين مدينة هيت والرمادي ويمتد حتى مسافة ١٥٠ كم جنوب الرمادي اذ تقع سدة الهندية و عندها يتفرع الى فرعين رئيسيين هما نهر الهندية ونهر الحلة (WHO-Unicef, ٢٠٠٠).

ويبلغ معدل التصريف السنوي للنهر عند سدة الهندية (٥٢٥) م^٣/ثا (المسعودي، ٢٠٠٠) تناولت الدراسة الحالية لنهر الهندية الذي يمثل مجرى نهر الفرات الرئيسي الذي يمتد حتى كرامة علي جنوب العراق، اذ يقطع النهر مسافات شاسعة عبر تجمعات سكانية مختلفة، ويمتد النهر من سدة الهندية لمسافة ١٨٠ كم حتى مدينة الكفل (طالب، ٢٠٠٠) ويتفرع بعدها بحوالي (١) كم الى نهر الكوفة ونهر العباسية واللذان يلتقيان مرة اخرى عند حدود محافظة المثنى.

يجهز نهر الفرات بالمياه من مصدره الطبيعي خارج حدود العراق ويضاف اليه من المياه المخزونة في خزان الترتار وغيرها من البحيرات مما يجعلها ذات محتوى عالياً من الطمي والعوالق المنجرفة مع مياه الامطار وبذور النباتات والهائمات التي تحمل مع مياه البحيرات (Al-Tae, ٢٠٠١). ويختلف عرض نهر الفرات ما بين (٥٠٠-٢٠٠) م اثناء التصريف الواطئ ويصل ما بين (٦٠٠-١١٠٠) م اثناء الفيضان (Asaad et al., ١٩٨٦). تم اختيار سبعة محطات على نهر الفرات لجمع نماذج الدراسة ابتداءً من المنطقة التي تسبق تفرع النهر عند سدة الهندية وحتى جنوب منطقة الكوفة. كما موضح في الشكل (١) (تم الحصول على الخارطة من الموقع الالكتروني لبرنامج الامم المتحدة للبيئة (UNEP).

وصف محطات الدراسة

١- المحطة الاولى (Site ١)

تقع على نهر الفرات الرئيسي قبل تفرعه عند سدة الهندية بحوالي (٢) كم مقابل معمل سمنت السدة وتمتاز هذه المحطة بارتفاع منسوب المياه في النهر ووجود بعض الانواع النباتية بكثافة ملحوظة مثل *Ceratophyllum demorsum* و *Potamogeton pectinatus* و *Typha domingensis* و *Phragmites australis* وكذلك تمتاز باتساع مساحة مقطع النهر، كما تقع على شمال الموقع تجمعات صناعية وبشرية عديدة.

٢- المحطة الثانية (Site ٢)

تقع بعد مرور النهر بمدينة سدة الهندية بحوالي (١) كم وتبعد عن المحطة الاولى بحوالي (١٥) كم. ومياه النهر في هذا الموقع تقع تحت تأثير النشاط البشري لمدينة السدة اذ تضاف المياه الثقيلة مباشرة الى النهر ويتميز النهر بوجود ترسبات واضحة في وسط النهر مما يسمح بنمو بعض النباتات المائية كالقصب *Phragmites australis* و *Typha domingensis*.

٣- المحطة الثالثة (Site ٣)

تقع ضمن منطقة زراعية الى الشمال من مدينة الهندية (قضاء طويريج) بحوالي (١٥) كم، أذ يلاحظ كثافة النشاط الزراعي في هذه المنطقة وانتشار الجاموس Buffalo. ويتميز النهر في هذه المنطقة بزيادة العرض، ووجود بعض المبازل الصغيرة التي تصب في النهر من الاراضي الزراعية المجاورة.

٤- المحطة الرابعة (Site ٤)

تقع بعد خروج النهر من مدينة الهندية مباشرة، تبعد عن المحطة الثالثة بحوالي (٢٠) كم، ولوحظ في هذه المحطة ظهور جزرة وسطية متكونة بفعل الترسبات في اغلب مواسم الدراسة، وانتشار بعض النباتات المائية مثل *Ceratophyllum demarsum* و *Potamogeton pectinatus* و *Typha domingensis* و *Phragmitas austaralis*. وتتميز هذه المحطة بوجود كثافة سكانية عالية كذلك لوحظ طرح الفضلات المنزلية وفضلات المياه الثقيلة، اضافة الى الفضلات الانشائية مباشرة الى النهر وعلى امتداد منطقة مروره بالمدينة وبشكل كثيف.

٥- المحطة الخامسة (Site ٥)

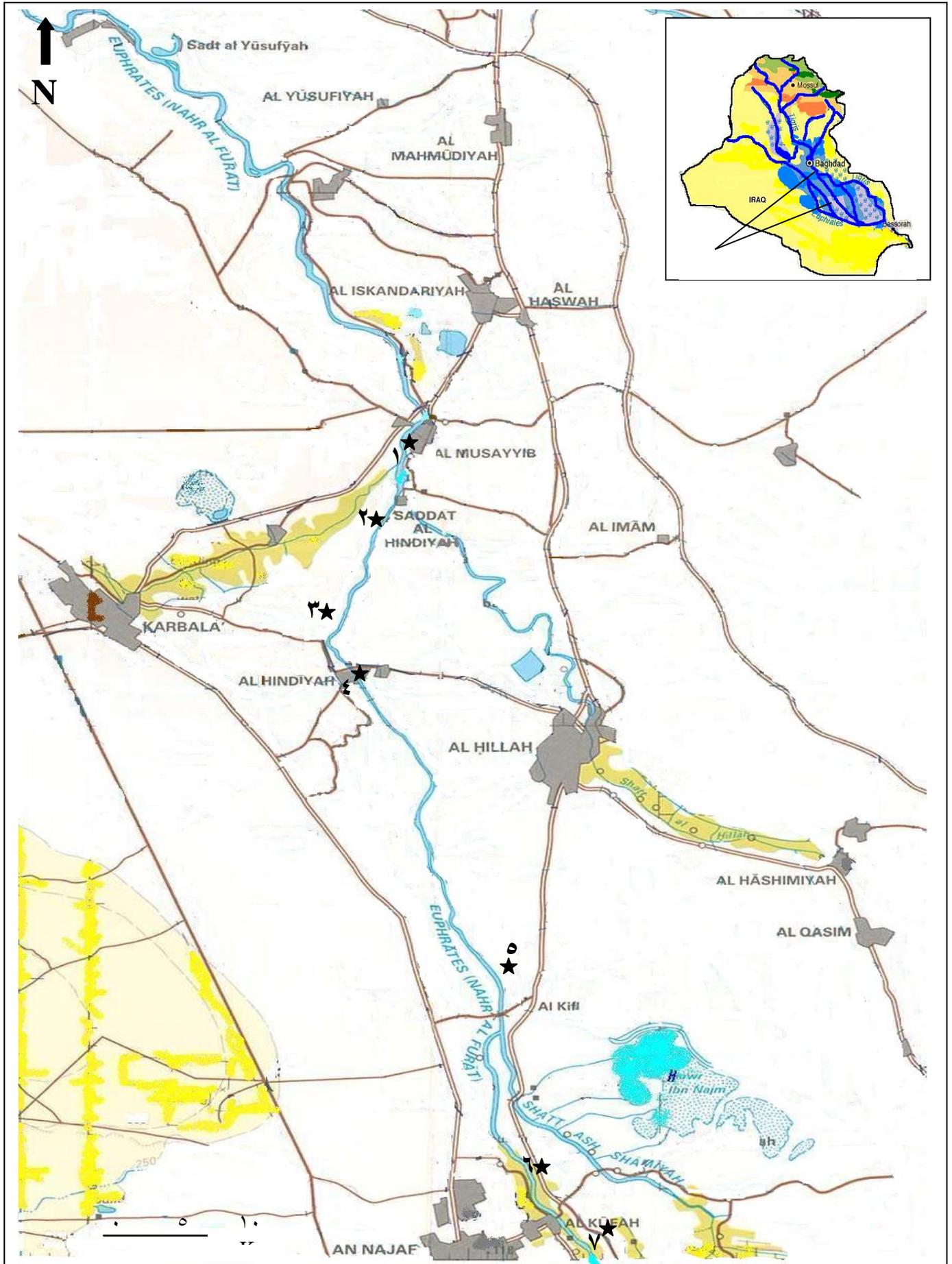
اختيرت هذه المحطة عند مدينة الكفل على بعد (١٨٠) كم جنوب سدة الهندية وقبل تفرع النهر الى نهر الكوفة والعباسية بـ (١) كم. وتتميز المحطة بتأثرها بالنشاطات الزراعية للقرى والتجمعات السكانية التي تقع على جانبيه. يلاحظ زيادة مقطع النهر في هذه المحطة مع وجود ترسبات واضحة في وسط النهر وانتشار نباتات القصب والبردي.

٦- المحطة السادسة (Site ٦):

تقع هذا المحطة على الفرع الرئيسي للفرات بعد التفرع على بعد (١) كم جنوب مدينة الكفل والذي يسمى (شط الكوفة) حيث اختير المحطة عند مدينة الكوفة اذ تقع قرب منطقة ذات كثافة سكانية عالية اذ يتعرض لطرح الفضلات المنزلية والزراعية اضافة الى فضلات ورش تصليح السيارات والمعامل الانشائية في مدينة الكوفة. يتميز النهر قبل دخوله مدينة الكوفة بزيادة الترسبات فيه وضيق مجراه بشكل واضح مما يزيد من سرعة جريان الماء وزيادة نسبة المواد العالقة فيه.

٧- المحطة السابعة (Site ٧):

تقع عند منطقة (آل عيسى) جنوب مدينة الكوفة بحوالي (١٥) كم وهي منطقة زراعية تتميز بانتشار التجمعات السكانية على حافة النهر. وتتميز المحطة بتأثرها بالفضلات البشرية والزراعية كذلك تتأثر بفضلات معمل صناعة الجلود في الكوفة ومعمل سمنت الكوفة.



شكل (١) خارطة تمثل مواقع الدراسة على نهر الفرات. ★ مواقع الدراسة

٢-٢ : الاجهزة والمواد المستعملة
١-٢-٢ : الاجهزة المستعملة

اسم الشركة المصنعة	اسم الجهاز
Pyeunicam SP ^٩	١- جهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى Flame Atomic Absorption spectrophotometer
BAUSCH & Lomb	٢- جهاز المطياف الضوئي Spectronic ٦٠١
Hilti	٣- مضخة سحب الهواء Vacuum pump
Gallen Kamp	٤- صفيحة تسخين Hot plate
DAMON/IEC Division	٥- جهاز الطرد المركزي Centrifuge
Sartorius	٦- ميزان حساس Sensitive Balance
Bischof L ^{١٧}	٧- جهاز قياس التوصيلية الكهربائية EC-meter
HANNA	٨- جهاز قياس درجة الاس الهيدروجيني pH-meter
KOTTERMANN ٤٠١٠	٩- جهاز هزاز Shaker
Gallen Kamp	١٠- فرن كهربائي Oven
انكليزي المنشأ	١١- جهاز جمع الرواسب القاعية Grab Sampler
الورشة الزجاجية/ كلية العلوم- بابل	١٢- عمود اختزال النترات Nitrate reduction column
Gallen Kamp	١٣- حاضنة Incubator
Sedigraph ET-٥٠٠٠	١٤- جهاز تحليل حبيبات الرواسب Grain size analysis

٢-٢-٢ : المواد الكيميائية المستعملة Chemical Materials

اسم المادة	الشركة المصنعة
١- Ammonia	BDH
٢- Ammonium molybdate	Fluka
٣- Antimony potassium tartrate	Mole
٤- Ascorbic acid	BDH
٥- Barium chloride dehydrate	BDH
٦- Calcium carbonates	Merck
٧- Erichrom black T	BDH
٨- Ethylene diamine tetra acetic acid disodium (EDTA)	BDH

٩- Ferrous ammonium sulfate	Merck
١٠- Hydrochloric acid	Fluka
١١- Hydrofloric acid	Fluka
١٢- Hydrogen peroxide	Merck
١٣- Millipore filter paper ٠.٤٥µm	Sartorius
١٤- Manganese chloride	Merck
١٥- Magnesium sulfate	Merck
١٦- Murexied	BDH
١٧- N-naphthyl ethylene diamine dihydrochlorid	Fluka
١٨- Nitric acid	BDH
١٩- Phenanephthaline	Merck
٢٠- Potassium Iodide	BDH
٢١- Potassium dichromate	Fluka
٢٢- Perchloric acid	BDH
٢٣- Sodium azide	BDH
٢٤- Sodium carbonate	Merck
٢٥- Sodium hydroxide	Fluka
٢٦- Sulpharic acid	BDH
٢٧- Sulphnil amid	BDH
٢٨- Resin chelex-١٠٠	Bio-Rad company

٣-٢: تنظيف الادوات Labware Cleaning

تم تنظيف الادوات المستخدمة الزجاجية والبولي اثلين Polyethylene حسب الخطوات التالية والموضحة من قبل (Boehnke & Delumyea, ٢٠٠٠):

- ١- غسلت الادوات جيداً بواسطة ماء الحنفية ومسحوق التنظيف وشطفت جيداً بالماء لعدة مرات.
- ٢- غسلت الادوات ثلاث مرات بالماء فقط.
- ٣- وضعت الادوات في حوض يحتوي على حامض الهيدروكلوريك المخفف (Acid Bath) بتركيز ١٠% لمدة لا تقل عن ٢٤ ساعة.
- ٤- غسلت الادوات ثلاث مرات بماء معاد تقطيره Redistilled water.
- ٥- تم تجفيف الادوات بواسطة فرن Oven درجة حرارته ٦٠-٧٠ °م.
- ٦- لتلافي تلوث الادوات ومن ثم العينات تم مراعاة ما يلي:-
 - أ- عدم تعريض الادوات للهواء الجوي بعد الغسل.
 - ب- تجنب استخدام الادوات المعدنية.

٤-٢: جمع العينات Sample Collection

- أ- جمعت عينات الماء من سبع مواقع على نهر الفرات بين سدة الهندية ومنطقة الكوفة بصورة شهرية خلال الفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥ من وسط النهر لاجراء الفحوصات الفيزيائية والكيميائية واجراء فحوصات العناصر الثقيلة وباستخدام حاويات من البولي اثيلين حجم (٥) لتر وبواقع ثلاث مكررات لكل عينة، لم يتم الحصول على العينات خلال شهر نيسان ٢٠٠٤ في المحطات ٦ و٧ بسبب الاوضاع الامنية في تلك الفترة.
- ب- جمعت عينات الماء باستخدام اوعية زجاجية شفافة واخرى معتمة حجم (٢٥٠) مل لغرض تقدير المتطلب الحيوي للاوكسجين (BOD₅).
- ج- جمعت عينات الرواسب القاعية باستخدام جامع عينات الرواسب Grab sampler من وسط النهر، وحفظت في اكياس بلاستيكية وجمدت لحين تحليلها.
- د- جمعت عينات النباتات المائية بعد غسلها في ماء النهر للتخلص من المواد العالقة وتم حفظها في اكياس بلاستيكية لحين الوصول الى المختبر.
- هـ- جمعت عينات نوعين من محار المياه العذبة هما *Unio* و *Corbicula fluminae* و *tigrides* حيث تم غسلها في ماء النهر لازالة ما علق بها من مواد عالقة واطيان ثم حفظت في اكياس بلاستيكية نظيفة ومعلمة بعد غسلها جيداً بالماء المقطر في المختبر ثم جمدت لحين تحليلها.
- و- جمعت عينات السرطان النهري *Sesarma boulegeri* من داخل الحفر التي يعيش فيها على الحافة الطينية للنهر، اذ تم غسله بماء النهر ونقل الى المختبر في عبوات خاصة وثم غسله جيداً بالماء المقطر ثم حفظ في اكياس نظيفة ومعلمة وجمد لحين اجراء هضم العينات وتحليلها.

٢-٥: الفحوصات الفيزيائية والكيميائية Physical & Chemical Analysis

١- درجة الحرارة Temperature

تم قياس درجة الحرارة للهواء والماء مباشرة في مواقع اخذ العينات وباستعمال المحرار الاعتيادي المدرج من ٠-١٠٠ م.

٢- التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity

تم قياس التوصيلية الكهربائية للماء في الحقل مباشرة باستعمال جهاز قياس التوصيلية الكهربائية E.C. meter نوع Bischof L١٧ وعبر عن الناتج بـ مايكروسيمنز/سم (μs/cm).

٣- المواد الذائبة الكلية (T.D.S.) Total dissolved Solid

تم قياس المواد الذائبة اعتماداً على الطريقة المذكورة في (APHA, ٢٠٠٣) بترشيح ١٠٠ مل من العينة على ورقة ترشيح (٠.٤٥) مايكروميتر وجمع الراشح في جفنة معلومة الوزن (B) ثم تبخير الراشح في فرن درجة حرارته (١٠٣-١٠٥) م لمدة (٢٤) ساعة وبعد ذلك تم وزنها (A):

$$T.D.S (mg/L) = \frac{(A - B) \times 10^3}{\text{Volume of sample (ml)}}$$

٤- المواد العالقة الصلبة الكلية (T.S.S.) Total Solid suspended

تم قياس المواد الصلبة العالقة بترشيح ١٠٠ مل من العينة على ورقة ترشيح (٠.٤٥) مايكروميتر معلومة الوزن (B) ثم تجفيف هذه الورقة في فرن درجة حرارته (١٠٣-١٠٥) م لمدة (٢٤) ساعة وبعد ذلك تم وزنها (A) (APHA, ٢٠٠٣):

$$T.S.S (mg/L) = \frac{(A - B) \times 10^3}{\text{Volume of sample (ml)}}$$

٥- الاس الهيدروجيني pH

قيست درجة الاس الهيدروجيني للماء باستخدام جهاز قياس الاس الهيدروجيني pH-meter بعد معايرته بالمحاليل القياسية.

٦- الاوكسجين الذائب Dissolved oxygen (D.O) والمتطلب الحيوي للاوكسجين Biological Oxygen Demand (BOD.)

استخدمت لذلك طريقة تحويل الازايد Azide modification لطريقة ونكلر (APHA, ٢٠٠٣) وعبر عن الناتج بوحدات ملغم/لتر. وحسبت النسبة المئوية لاشباع الاوكسجين بالاعتماد على المعادلة التالية (Wetzel & Linkens, ٢٠٠٠).

$$\% \text{Saturated Oxygen} = C/C_0 \times 100$$

حيث C = تركيز الاوكسجين الذائب في العينة (ملغم/لتر).
C₀ = تركيز الاوكسجين الذائب القياسي عند درجة حرارة معينة وتؤخذ من جدول قياسي (ملغم/لتر).

٧- القاعدية الكلية Total Alkalinity

تم قياس القاعدية الكلية بتسحيح ١٠٠ مل من عينة الماء المراد دراستها مع حامض الكبريتيك (N ٠.٠٢) بعد اضافة المثيل البرتقالي والفينونفثالين ككاشف وعبر عن الناتج بوحدات ملغم/لتر (APHA, ٢٠٠٣).

٨- العسرة الكلية Total Hardness

قدرت العسرة الكلية بالتسحيح مع محلول EDTA-٢Na (N ٠.٠١) واستخدام Eriochrome Black T (EBT) كدليل وعبر عن الناتج بوحدات ملغم/لتر (Lind, ١٩٧٩).

٩- الكالسيوم Calcium

اتبعت الطريقة الموضحة من قبل (Lind, ١٩٧٩) وذلك بالتسحيح مع محلول EDTA-٢Na وازضافة محلول NaOH (N ١) واستعمال صبغة Murexid كدليل وعبر عن الناتج بوحدات ملغم/لتر.

١٠- المغنسيوم Magnesium

استخرجت قيم المغنسيوم بالطريقة الحسابية (Lind, ١٩٧٩) وبالمعادلة التالية:-

$$mg \text{ Mg}^{+2} / L = [mEq \text{ hardness} / L - mEq \text{ Ca}^{+2} / L] \times 12.16$$

$$mEq \text{ hardness} / L = [mg \text{ hardness}] \times 0.01988$$

$$mEq \text{ Ca}^{+2} = [mg \text{ Ca}^{+2}] \times 0.0499$$

وعبر عن الناتج بوحدات ملغم/لتر.

١١- النتريت Nitrite

تم قياس النتريت وفقاً للطريقة الموضحة من قبل (Parson *et al.*, ١٩٨٤) باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer وعلى طول موجي ٥٤٣ نانومتر وعبر عن الناتج بـ مايكروغرام/لتر.

١٢- النترات Nitrate

استخدمت لقياس ذلك طريقة (Wood *et al.*, ١٩٦٧) الموضحة من قبل (Parson *et al.*, ١٩٨٤) وذلك باستخدام عمود الكادميوم لاختزال النترات الى نتريت والقياس بجهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer وعلى طول موجي ٥٤٣ نانومتر وعبر عن الناتج بـ مايكروغرام/لتر.

١٣- الفوسفات الفعالة Reactive phosphate

اتبع لقياس الفوسفات الفعالة طريقة (Murphy & Riley, ١٩٦٢) الموضحة في (Smith, ٢٠٠٤) باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer وعلى طول موجي ٨٨٥ نانومتر وعبر عن الناتج بـ مايكروغرام/لتر.

١٤- الكبريتات Sulfate

تم قياس الكبريتات باستخدام طريقة الكدرة الموضحة في (APHA, ٢٠٠٣) حيث يتم القياس باستخدام جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer وعلى طول موجي ٤٢٠ نانومتر وعبر عن الناتج بـ ملغم/لتر.

١٥- السليكات Silicate

اتبعت طريقة (Mulline & Riley, ١٩٥٥) والموضحة من قبل (Parson *et al.*, ١٩٨٤) وهي تعتمد على تكون معقد Silico-Molybdate complex حيث يختزل اللون الاصفر الى الازرق ويقاس بجهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer وعلى طول موجي ٨١٠ نانومتر وعبر عن الناتج بوحدات مايكروغرام/لتر.

٦-٢: استخلاص العناصر الثقيلة Heavy Metals Extraction

١-٦-٢: العناصر الثقيلة الذائبة Dissolved Heavy Metals

نقلت عينات الماء من مواقع الدراسة الى المختبر حيث تم ترشيح (٣) لتر لكل عينة خلال ورق ترشيح نوع ٠.٤٥ µm Millipore Filter paper (وبواقع ثلاث مكررات لكل محطة) والذي تم غسله مسبقاً بحامض النتريك (٠.٥ N) ثم بالماء الخالي من الايونات وجففت بدرجة حرارة (٦٠)°م ولمدة (١٢) ساعة. تم اضافة (١.٥) مل من حامض النتريك المركز الى كل (١) لتر من عينات الماء المرشحة لغرض حفظ العناصر بشكلها الايوني (APHA, ٢٠٠٣). ثم ركزت عينات الماء بامرار الماء المرشح على عمود التبادل الايوني الصوديومي (Sodium form) حجم mesh (١٠٠-٥٠) مجهز من شركة Bio-Rad company بسرعة لا تزيد عن ٥ مل/دقيقة (Riley & Taylor, ١٩٦٨). تم استخدام (٨٠) مل من حامض النتريك المخفف (٢ N) لغسل ايونات العناصر الثقيلة ثم بخر المحلول بدرجة حرارة (٧٠)°م الى ما قبل الجفاف واضيف له (١) مل من حامض HNO₃ المركز و(١٠) مل من الماء الخالي من الايونات وترك المحلول لاكمال الاذابة، بعد ذلك اكمل الحجم النهائي الى ٢٥ مل بالماء المقطر الخالي من الايونات وحفظ في قناني من البولي اثلين لحين قياس تراكيز

ايونات العناصر باستخدام جهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى وعبر عن الناتج بـ مايكروغرام/لتر (APHA, ٢٠٠٣).

٢-٦-٢: العناصر الثقيلة الدفانقية Particulate Heavy metals

جففت اوراق الترشيح المستعملة لترشيح عينات الماء في ٧٠° م لمدة ٤٨ ساعة ووزنت لغرض استخراج كمية العوالق فيها ومن ثم استخلاص ايونات العناصر منها وذلك بوزن (٠.٥) غم من العينة الجافة ووضعت في اوعية من التفلون خاصة لهذا الغرض وعولمت بـ (٦) مل من مزيج حامض الهيدوكلوريك المركز HCl وحامض النتريك المركز HNO₃ بنسبة (١:١) وسخننت على درجة حرارة ٨٠° م وبخرت الى قرب الجفاف ثم اضيف اليها (٤) مل من مزيج حامض البركلوريك HClO₄ والهيدروفلوريك HF المركزين بنسبة (١:١) بعد ذلك بخر المحلول الى مرحلة قرب الجفاف ثم اذيب الراسب بـ (٢٠) مل من حامض الهيدروكلوريك (٠.٥ N) وتترك لمدة عشر دقائق بعدها فصلت العينة بجهاز الطرد المركزي لمدة (٢٠) دقيقة وبسرعة ٣٠٠٠ دورة/دقيقة، اخذ المحلول ووضع في قنينة حجمية سعة ٢٥ مل اما الراسب فغسل بماء مقطر خالٍ من الايونات واضيف ماء الغسل الى القنينة الحجمية بعد ان فصل الراسب واكمل الحجم الى ٢٥ مل (Sturgeon et al., ١٩٨٢).

حفظت العينات في قناني بلاستيكية نظيفة ومعلمة لغرض الفحص بجهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى وعبر عن الناتج بـ مايكروغرام/غرام.

٢-٦-٣: استخلاص العناصر الثقيلة من الرواسب

Heavy metals Extraction from sediment

مزجت عينات الرواسب جيداً بعد ازالة الاجزاء الصلبة والغريبة منها ثم جففت بدرجة حرارة (٦٠-٧٠)° م لمدة ٤٨ ساعة، بعد ذلك طحنت بهاون خزفي ثم مررت خلال منخل من النايلون قطر ثقبه (٦٥) مايكروميتر وحفظت في اوعية خاصة من البولي اثلين تم تعليمها بصورة واضحة. تم استخلاص ايونات العناصر في الجزء المتبادل من الرواسب Exchangable Fraction والجزء المتبقي منها Residual fraction وكما يلي:-

٢-٦-٣-١: استخلاص العناصر الثقيلة المتبادلة

Exchangable Heavy metals Extraction

تم استخلاص ايونات العناصر الثقيلة في الجزء المتبادل من الرواسب اذ تم وزن (١) غم من العينة الجافة ووضعت في انبوبة اختبار من التفلون حجم (٥٠) مل ذات غطاء محكم. واضيف اليها (٢٠) مل من حامض الهيدروكلوريك (N ٠.٥) بدقة وحذر، وضعت في جهاز هزاز لمدة (١٦) ساعة، بعد ذلك فصلت بجهاز الطرد المركزي بسرعة ٣٠٠٠ دورة/دقيقة لمدة ٢٠ دقيقة ثم نقل المحلول الى قناني بلاستيكية خاصة حفظت لحين القياس بجهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى وعبر عن الناتج بـ مايكروغرام/غرام (Chester & Voutsinou, ١٩٨١).

٢-٦-٣-٢: استخلاص العناصر الثقيلة المتبقية

Residual Heavy metals Extraction

بعد ان تم استخلاص الجزء المتبادل من الرواسب اخذ الجزء الراسب المتبقي واجريت عليه عملية الهضم لغرض استخلاص ايونات العناصر المتبقية في الرواسب اذ تم اضافة (٤٠) مل من الماء المقطر الخالي من الايونات الى الراسب لغرض التخلص من اثار العناصر المتبادلة

ومن الحامض المستعمل، ثم اجريت عملية الطرد المركزي على العينات للتخلص من ماء الغسل وبسرعة ٣٠٠٠ دورة/دقيقة ولمدة ٣٠ دقيقة، ثم نقل الراسب بصورة كمية الى بيكر من التفلون مع تجنب أي فقدان للراسب ثم شطفت انبوبة الاختبار عدة مرات بالماء المقطر الخالي من الايونات لازالة بقايا الراسب الملتصقة على جدران الانبوبة ثم اضيف ماء الغسل الى البيكر الحاوي على العينة. بخرت العينة الى قرب الجفاف على درجة حرارة ٨٠° م. ثم اضيف الى الراسب (٦) مل من مزيج حامضي النتريك والهيدروكلوريك المركزين بنسبة (١:١) وبخرت بدرجة حرارة ٨٠° م الى قرب الجفاف ثم اضيف (٤) مل من مزيج حامض الهيدروفلوريك HF والبركلوريك HClO₄ بنسبة (١:١) بعد ذلك بخر المحلول الى قرب الجفاف، اذيب الراسب بـ (٢٠) مل من حامض الهيدروكلوريك (٠.٥ N)، ترك المحلول لفترة (١٠) دقائق بعدها فصلت بجهاز الطرد المركزي لمدة ٢٠ دقيقة وبسرعة ٣٠٠٠ دورة/دقيقة ووضع المحلول في قنينة حجمية (٢٥ مل) اما الراسب فغسل مرتين بالماء الخالي من الايونات واطيف ماء الشطف الى القنينة الحجمية بعد ان فصل الراسب ثم اكمل الحجم الى (٢٥) مل ووضع المحلول في قناني بلاستيكية نظيفة ومعلمة لغرض الفحص بجهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى، وعبر عن الناتج بـ مايكروغرام/غم (Sturgeon et al., ١٩٨٢).

٢-٦-٤: استخلاص العناصر الثقيلة من النباتات المائية

Heavy Metals Extraction From Aquatic Plants

بعد جمع النباتات المائية وغسلها بماء النهر نقلت الى المختبر في داخل اكياس بلاستيكية نظيفة ومعلمة بصورة واضحة. وفي المختبر غسلت العينات بماء الحنفية ثم بماء مقطر دافئ بدرجة حرارة (٣٨)° م لازالة اللاقريات الصغيرة العالقة بها (Lytle & Smith, ١٩٩٥). بعد ذلك غسلت الاجزاء النباتية بماء مقطر خالٍ من الايونات وجففت بدرجة حرارة (٧٠)° م، ثم طحنت العينات الجافة ومررت خلال منخل سعة ثقوبه (٤٠) mesh ثم اخذ وزن (٠.٥) غم من العينة ووضعت في انبوبة هضم نوع بايركس واطيف اليها (٥) مل من حامض النتريك المركز HNO₃ وتركت العينات لمدة (١٦) ساعة ثم هضمت بوضعها على درجة (١٠٠)° م ولمدة ساعة واحدة. بعد ذلك اضيف (٣) مل من حامض البركلوريك (٧٠%) واجري للعينات تصعيد (reflux) لمدة ٣٠ دقيقة وعلى درجة حرارة ٢٠٠° م حتى يصبح المحلول رائقاً (Orson et al., ١٩٩٢).

ولغرض التخلص من احتمالية وجود مواد عالقة في المحلول يتم اجراء عملية الطرد المركزي للعينات لمدة (١٠) دقائق وبسرعة ٢٠٠٠ دورة/دقيقة، او تمرر العينة خلال ورق ترشيح (Millipore, ٠.٤٥ µm) تم غسله بالماء والحامض وتجفيفه مسبقاً (Mckenzie, ١٩٨٢). بعد ذلك اكملت العينة الى حجم (٥٠) مل باستخدام الماء الخالي من الايونات ووضعت في اوعية بلاستيكية خاصة لغرض الفحص بجهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى وعبر عن الناتج بـ مايكروغرام/غم.

٢-٦-٥: استخلاص العناصر الثقيلة من المحار

Heavy metals Extraction from clam

جمعت عينات نوعين من المحار المنتشرة في نهر الفرات في فترات انخفاض منسوب الماء في النهر وغسلت العينات بماء النهر ووضعت في اكياس بلاستيكية معلمة وفي المختبر غسلت بالماء المقطر لازالة ما علق عليها من اطيان او طحالب او أي مواد غريبة اخرى ثم جمدت لحين اجراء عملية استخراج الانسجة وهضمها.

جمع حوالي (٨٠) فرد للعينة الواحدة وبواقع ثلاث مكررات بالنسبة للنوع *Corbicula fluminae* و(٢٥) فرد للعينة الواحدة وبواقع ثلاث مكررات بالنسبة للنوع *Unio tigradae* (McCaulou et al., ١٩٩٤)، وقدرت اعمار المحار تحت الدراسة من خلال حساب عدد

حلقات النمو الموجودة على الصدفة، اذ تراوح ذلك بين (٢) و(٣) سنة في النوعين المدروسين على التوالي.

استخدمت طريقة Otchere (٢٠٠٣) لغرض استخلاص وتقدير العناصر الثقيلة في انسجة انواع المحار تحت الدراسة وكما يلي:-

- ١- استخراج الانسجة الرخوة Soft tissues للعينات بواسطة مشرب بلاستيكي وتوضع في اناء من البولي اثلين ويزال الماء الزائد بواسطة ورق ترشيح.
- ٢- جففت الانسجة على درجة (٧٠)°م ولمدة (٢٤) ساعة وطحنت جيداً باستخدام هاون خزفي.

٣- اخذ وزن (٠.٣) غم من العينة الجافة والمطحونة وضعت في بيكر من التفلون ثم اضيف اليها (١٠) مل من حامض النتريك المركز، ثم سخنت على درجة حرارة (٨٥)°م ولمدة ساعة واحدة، بعد ذلك يتم اضافة بضع قطرات من بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 لاكمال عملية الاكسدة، ثم يتم زيادة درجة الحرارة الى (١٣٥)°م لمدة (٣٠) دقيقة تقريباً حيث يصبح المحلول رائقاً، ثم يترك المحلول ليبرد ويكمل الحجم بالماء المقطر الخالي من الايونات الى (٥٠) مل ثم تجرى عملية طرد مركزي على العينة لازالة المواد الدهنية العالقة في حالة تواجدها لمدة عشرة دقائق وبسرعة ٢٥٠٠ دورة/دقيقة ثم تنقل العينات الى عبوات خاصة من البولي اثلين نظيفة ومعلمة بصورة واضحة حيث تصبح جاهزة للفحص بجهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى وعبر عن الناتج بـ مايكروغرام/غرام.

٦-٦-٢: استخلاص العناصر الثقيلة من السرطان النهري

Heavy metals Extraction from fresh water crab

جمعت عينات السرطان النهري *S. bouengeri* من الحفر التي يعملها على الضفاف الطينية للنهر عند انخفاض منسوب المياه فيه بمعدل (٣-٥) فرد للمكرر الواحد وبواقع ثلاث مكررت. اذ تلتقط بواسطة اليد وتحفظ في اوعية بلاستيكية لحين الوصول الى المختبر حيث تغسل جيداً بالماء المقطر وتحفظ في المجمدة داخل اكياس خاصة لحين عزل الانسجة واجراء عملية الهضم. ولاستخلاص ايونات العناصر الثقيلة من السرطان النهري اتبعت طريقة (Snyman et al., ٢٠٠٢) والتي تتلخص بما يلي:-

- ١- فصل الاحشاء الداخلية عن الدرع ووضع كل منها في اوعية خاصة.
- ٢- تجفيف العينات (الانسجة والدرع) كل على حدة على درجة حرارة (١٠٥-١١٠)°م ولمدة ٢٤ ساعة.
- ٣- تطحن العينات جيداً بواسطة هاون خزفي وتحول الى مسحوق ناعم.
- ٤- يتم وزن (١) غم من كل من الانسجة والدرع ويوضع في ورق الهضم.
- ٥- يضاف الى العينات (١٠) مل من حامض النتريك المركز ويترك في درجة حرارة الغرفة لمدة ٢٤ ساعة، بعد ذلك توضع على صفيحة ساخنة Hot Plate بدرجة حرارة (٤٠-٥٠)°م لمدة ٢ ساعة. ثم يضاف (١) مل من حامض البركلوريك $HClO_4$ وزيادة درجة حرارة الصفيحة الساخنة الى (١٤٠)°م لمدة ساعة واحدة اذ يصبح المحلول رائقاً، ثم يعرض المحلول لعملية الطرد المركزي بسرعة ٣٥٠٠ دورة/دقيقة ولمدة ٣٠ دقيقة لازالة المواد العالقة في حالة وجودها، ثم توضع في قنينة حجمية سعة (٥٠) مل، تغسل بقايا العينة بالماء الخالي من الايونات ويضاف ماء الغسل بعد الفصل الى القنينة الحجمية ثم يكمل الحجم الى (٥٠) مل بالماء المقطر الخالي من الايونات وتوضع في قناني بلاستيكية خاصة لذلك لغرض الفحص بجهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى FAAS وعبر عن الناتج بوحدات مايكروغرام/غم.

٧-٢: التحليل الحجمي لحبيبات الرواسب

أخذ (١٥) غم من عينات الرواسب المجففة بدرجة حرارة (٨٠)°م لمدة ٤٨ ساعة حيث مررت العينات بعد طحنها بصورة لا تؤثر على شكل الحبيبات خلال جهاز (Sedigraph ET-٥٠٠٠) لمعرفة حجم الحبيبات المكونة لعينة الرواسب، وتم حساب النسب المئوية لحجوم هذه الحبيبات (الرمل والغرين والطين) اعتماداً على (Forth & Turk, ١٩٧٢).

٨-٢: قياس الكربون العضوي الكلي في الرواسب

Determination of Total organic carbon in sediment

- اتبعت طريقة (Gaudette *et al.*, ١٩٧٤) لتقدير محتوى الرواسب من الكربون العضوي الكلي (Total Organic Carbon (TOC) التي تتلخص بما يلي:-
- ١- تجفف عينة الرواسب بعد جمعها هوائياً (Air-dried) في درجة حرارة الغرفة بعد إزالة المواد العالقة والشوائب منها.
 - ٢- تجفف بواسطة فرن oven على درجة حرارة (٦٠)°م.
 - ٣- يوزن (٠.٥-٠.٢) غم من العينة الجافة وتوضع في دورق مخروطي Conical flask سعة ٥٠٠ مل.
 - ٤- يضاف (١٠) مل من محلول دايكرومات البوتاسيوم (١ N) $K_2Cr_2O_7$ وتمزج جيداً.
 - ٥- يضاف (٢٠) مل من H_2SO_4 المركز بدقة وحذر ويمزج جيداً ويترك لمدة ٣٠ دقيقة.
 - ٦- توضع المواد الكيميائية أعلاه في دورق اخر بدون عينة الرواسب لتمثل ال-Blank.
 - ٧- بعد ٣٠ دقيقة يخفف الحجم الى ٢٠٠ مل بالماء المقطر.
 - ٨- يضاف (١٠) مل من حامض الفسفوريك H_3PO_4 (٨٥%) و ٠.٢ غم من فلوريد الصوديوم NaF و (١٥) قطرة من الدليل Diphenylamin.
 - تضاف جميعها الى الدورق الحاوي على العينة والدورق الممثل لل-Blank.
 - ٩- يسحح المحلول والبلاستيك مع محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ (٠.٥ N) حيث يتحول اللون البني الى رصاصي مزرق Blush-black, grey.
 - ١٠- تحسب النسبة المئوية للكربون العضوي الكلي حسب المعادلة الآتية:-

$$\% \text{ TOC} = 10(1 - T/S)[0.1N(0.003)(100/W)]$$

اذ تمثل:-

T = حجم محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي اللازم لتسحيح العينة (مل).

S = حجم محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي اللازم لتسحيح البلاستيك (مل).

T/S = معادل يمحي تأثير عيارية محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي.

٠.٠٠٣ = مليكافى وزن الكربون.

١.٠ N = عيارية محلول دايكرومات البوتاسيوم.

W = وزن عينة الرواسب (غم).

٩-٢: محاليل المصحح الصوري Blank solution

حضرت محاليل المصحح الصوري (Blank) لكل نوع من العينات (الماء والرواسب والنباتات المائية والمحار والسرطان) و عوملت بنفس طريقة تحليل العينات لغرض تقدير التلوث الذي قد يحصل نتيجة استعمال المواد الكيميائية المختلفة او من ظروف المختبر اذ يتم طرح قيمة هذه التراكيز من تراكيز العينات الاصلية.

٢-١٠: قياس ايونات العناصر الثقيلة

تم قياس ايونات العناصر الثقيلة في العينات المدروسة باستعمال جهاز طيف الامتصاص الذري اللهبى Flame Atomic Absorption Spectrophotometer نوع Pyeunicam SP٩ air acetylene واستخدمت المصابيح الخاصة لكل عنصر (Hollow cathode lamp). وتم تحضير المحاليل القياسية للعناصر التي تم فحصها Stock solution حسب (APHA, ٢٠٠٣).

٢-١١: حساب تراكيز العناصر الثقيلة

حسبت تراكيز العناصر الثقيلة من منحنى المعايرة حسب المعادلات المذكورة في (UNESCO, ١٩٩٢) والموضحة من قبل (الطائي، ١٩٩٩).

١- العناصر الذائبة في الماء

$$E_{CON.} = \frac{A \times B}{C} \times 1000$$

حيث: $E_{CON.}$ = تركيز العنصر الذائب في الماء (مايكغم/لتر).
 A = تركيز العنصر المستخرج من منحنى المعايرة (ملغم/لتر).
 B = الحجم النهائي للعينه المرشحة (مل).
 C = الحجم الابتدائي للعينه المرشحة (مل).

٢- العناصر الثقيلة في الدقائق والرواسب وانسجة النباتات والمحار والسرطان

$$E_{CON.} = \frac{A \times B \times df}{D}$$

حيث: $E_{CON.}$ = تركيز العنصر في العينة (مايكغم/غم وزن جاف).
 A = تركيز العنصر المستخرج من منحنى المعايرة (ملغم/لتر).
 B = الحجم النهائي للعينه المرشحة (مل).
 df = معامل التخفيف Dilution Factor، اذ استخدم يكون كما يلي:

$$df = \frac{\text{volum of dilution sample solution in ml}}{\text{volum of a liquot taken for dilution in ml}}$$

D = الوزن الجاف للعينه (غم)

٣- معامل التركيز الاحيائي (B.C.F) Bioconcentration factor ومعامل الترسيب

الاحيائي (B.S.F) Biosedimentation Factor

حسبت تبعاً لطريقة (Evans & Engel, ١٩٩٤) وذلك بتقسيم معدل التركيز الكلي لكل عنصر في الاحياء (Q) على تركيزه في الماء (B) والرواسب (C) على التوالي.

$$B.C.F = A/B$$

$$B.S.F = A/C$$

٢-١٢: التحليل الاحصائي Statistical Analysis

تم تحليل النتائج احصائياً باستخدام تحليل التباين Analysis of Variance (ANOVA) واختبار اقل فرق معنوي (LSD) Least Significant Difference وفق النظام الاحصائي (SPSS). كما استخدم اختبار t (t-test) للمقارنة بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية باختلاف الأشهر ضمن الموقع الواحد. واستخرجت قيمة الانحراف القياسي Standard Deviation ومعامل الارتباط (r) لايجاد مدى العلاقة بين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للماء وتراكيز العناصر الثقيلة في الماء والرواسب وبعض انواع النباتات المائية والمحار والسرطان في نهر الفرات (الراوي وخلف الله، ١٩٨٠).

Chapter Three الفصل الثالث

٣- النتائج Results

٣-١: الصفات الفيزيائية والكيميائية

Physical & Chemical Characteristics

٣-١-١: درجة حرارة الهواء والماء Air & Water Temperature

تراوحت درجة حرارة الهواء بين (٦-٤٠)°م خلال شهري كانون الاول وتموز ٢٠٠٤ على التوالي. اما درجة حرارة الماء فقد سجلت ادنى معدل (١٠)°م في المحطة (٦) خلال كانون الاول ٢٠٠٤ وكانون الثاني ٢٠٠٥ والمحطة (٢) خلال كانون الثاني ٢٠٠٥، واعلى معدل (٣٤)°م في المحطة (٤) خلال تموز وأب ٢٠٠٤ والمحطة (٥) خلال آب ٢٠٠٤ جدول (١)، شكل (٢).

وبينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم درجات حرارة الهواء والماء بين اشهر الدراسة، وكذلك سجلت علاقة ارتباط طردية بين درجة الحرارة في الماء والهواء ($r = 0.954, P < 0.01$).

٣-١-٢: الاس الهيدروجيني pH

سجلت اقل قيمة للاس الهيدروجيني (٧.٢) في المحطة (٣) خلال شهر تشرين الثاني ٢٠٠٤ واعلى قيمة (٨.٩) في المحطة (١) خلال شهر كانون الاول ٢٠٠٤. وسجلت فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيمة الاس الهيدروجيني بين الاشهر ولم تسجل هذه الفروق المعنوية بين المحطات.

٣-١-٣: التوصيلية الكهربائية Electrical Conductivity

اظهرت النتائج تذبذب قيم التوصيلية الكهربائية بين محطات الدراسة اذ تراوحت بين ١١٠ مايكروسيمنس/سم في المحطة (٦) خلال مايس ٢٠٠٤ الى ١١٠٠ مايكروسيمنس/سم في المحطة (٤) خلال اذار ٢٠٠٤. واحصائياً لم تظهر فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم التوصيلية الكهربائية بين محطات الدراسة. في حين ظهرت الفروق بين الاشهر.

٣-١-٤: المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS

اظهرت الدراسة اختلاف قيم المواد الصلبة الذائبة الكلية باختلاف مواسم الدراسة واختلاف المواقع، اذ كانت اقل قيمة لها ٥١٠ ملغم/لتر في المحطة (٥) خلال شهر حزيران ٢٠٠٤ واعلى قيمة لها ١١٦٥ ملغم/لتر في المحطة (٧) خلال شباط ٢٠٠٥. ومن التحليل الاحصائي لوحظ عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.01$) في قيم المواد الصلبة الذائبة بين المحطات المختلفة، في حين لوحظت هذه الفروق المعنوية في القيم بين مواسم الدراسة.

٣-١-٥: المواد الصلبة العالقة الكلية TSS

تراوحت قيم المواد العالقة الكلية في نهر الفرات بين (٠.١٠) ملغم/لتر في المحطة (٥) خلال حزيران ٢٠٠٤ و(٥٨.٦٠) ملغم/لتر في المحطة (٢) خلال تشرين الثاني ٢٠٠٤. واطهرت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.01$) في قيم المواد الصلبة

العلاقة بين المحطات ووجود هذه الفروق بين مواسم الدراسة في جميع المحطات باستثناء المحطة (١) اذ لوحظت فروق معنوية ($P < 0.01$) في القيم المدروسة بين المواسم المختلفة.

٣-١-٦: الاوكسجين الذائب ونسبة الاشباع

Dissolved Oxygen & Percentage of Saturation

اظهرت النتائج ارتفاع تراكيز الاوكسجين الذائب في مياه نهر الفرات خلال فترة الدراسة، اذ كان هذا الارتفاع واضحاً خلال فصل الشتاء والربيع مع انخفاض بسيط خلال فصل الصيف والخريف. اذ سجلت ادنى قيمة للاوكسجين الذائب (٣.١) ملغم/لتر في المحطة (٢) خلال تشرين الاول ٢٠٠٤ و(١٣) ملغم/لتر في المحطة (٥) خلال ايلول ٢٠٠٤ كحد اعلى. اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الاوكسجين الذائب بين اشهر الدراسة وعدم وجود هذه الفروق بين محطات الدراسة المختلفة.

اما النسبة المئوية للاشباع بالاوكسجين فسجلت اعلى نسبة لها ١٧٢% في المحطة (٥) خلال شهر ايلول ٢٠٠٤ واقل نسبة (٤٢.٥%) في المحطة (٢) خلال شهر كانون الثاني ٢٠٠٥. اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية في النسبة المئوية للاشباع بين اشهر الدراسة في جميع المحطات وعدم وجود هذه الفروق بين المواقع المختلفة. كما سجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين النسب المئوية للاشباع بالاوكسجين وكل من درجة حرارة الهواء ($r = 0.644$, $P < 0.01$)، ودرجة حرارة الماء ($r = 0.65$, $P < 0.01$) والاوكسجين الذائب ($r = 0.88$, $P < 0.01$).

٣-١-٧: المتطلب الحيوي للاوكسجين (BOD_٥)

سجلت الدراسة ادنى قيمة للمتطلب الحيوي للاوكسجين (٠.٢٠) ملغم/لتر في المحطة (٢) خلال تشرين الاول ٢٠٠٤ واعلى قيمة كانت (٨.٠٠) ملغم/لتر في المحطة (٤) خلال شهر نيسان ٢٠٠٤. ومن التحليل الاحصائي لوحظ وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم المتطلب الحيوي للاوكسجين بين اشهر الدراسة وعدم وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في هذه القيم بين المحطات المختلفة، وكذلك سجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين المتطلب الحيوي للاوكسجين وكل من درجة حرارة الهواء ($r = 0.538$, $P < 0.01$) والاوكسجين الذائب ($r = 0.816$, $P < 0.01$). وارتباطاً معنوياً عكسياً مع كل من الالاس الهيدروجيني ($r = -0.506$, $P < 0.01$) والتوصيلية الكهربائية ($r = -0.506$, $P < 0.01$).

٣-١-٨: القاعدية الكلية Total Alkalinity

سجلت الدراسة اعلى ارتفاع للقاعدية الكلية في شهر اذار ٢٠٠٤ وفي جميع المحطات. في حين سجلت اقل القيم للقاعدية الكلية في شهر تموز ٢٠٠٤ وفي جميع المحطات ايضاً. تراوحت قيم القاعدية بين (٩١) ملغم CaCO_3 /لتر في المحطة (٥) خلال شهر تموز ٢٠٠٤ كحد ادنى وبين (١٦٧) ملغم CaCO_3 /لتر في المحطة (٦) خلال اذار ٢٠٠٤ كحد اعلى. واحصائياً لوحظ وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم القاعدية الكلية بين الاشهر. في حين لم تلاحظ فروق معنوية بين محطات الدراسة، كما سجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين القاعدية الكلية وكل من الاوكسجين الذائب ($r = 0.560$, $P < 0.01$) والمتطلب الحيوي للاوكسجين ($r = 0.572$, $P = 0.01$).

٩-١-٣: العسرة الكلية Total Hardness

اظهرت نتائج الدراسة ارتفاع ملحوظاً في قيم العسرة الكلية في جميع محطات الدراسة وباختلاف المواسم، اذ سجلت ادنى قيمة لها (٢١٠) ملغم CaCO_3 /لتر في المحطة (٣) خلال مايس ٢٠٠٤ واعلى قيمة (٨٢٠) ملغم CaCO_3 /لتر في المحطة (٧) خلال تشرين الثاني ٢٠٠٤ وشباط ٢٠٠٥.

من التحليل الاحصائي لم تظهر فروق معنوية ($P < 0.01$) معنوية في قيم العسرة الكلية بين محطات الدراسة. في حين ظهرت هذه الفروق المعنوية بين الاشهر. كما وجد ان هناك ارتباطاً معنوياً عكسياً بين العسرة الكلية وكل من درجة حرارة الهواء ($r = -0.531, P < 0.01$) والاكسجين الذائب ($r = -0.517, P < 0.01$) وارتباطاً معنوياً طردياً مع الاس الهيدروجيني ($r = 0.480, P < 0.01$).

١٠-١-٣: الكالسيوم والمغنسيوم Calcium & Magnesium

تراوحت قيم الكالسيوم بين (٥٦.١٠) ملغم CaCO_3 /لتر في المحطة (٤) خلال اذار ٢٠٠٤ كحد ادنى وبين (٢٦٠.٥٠) ملغم CaCO_3 /لتر في المحطة (٥) خلال حزيران ٢٠٠٤ كحد اعلى. اما قيم المغنسيوم فقد سجلت ادنى قيمة (١.٣) ملغم/لتر في المحطة (٦) خلال كانون الاول ٢٠٠٤ واعلى قيمة (١٢٠) ملغم/لتر في المحطة (١) خلال شباط ٢٠٠٥. واطهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الكالسيوم والمغنسيوم بين اشهر الدراسة ولم تلاحظ هذه الفروق المعنوية بين المحطات المختلفة. كما انه لم يظهر أي ارتباط معنوي ($P < 0.01$) بين قيم الكالسيوم والمغنسيوم.

١١-١-٣: النتريت Nitrite

اظهرت نتائج الدراسة انخفاض تراكيز النتريت في المحطات المختلفة، اذ تراوحت بين (٠.٠٦٤) مايكغم/لتر كحد ادنى في المحطة (٢) خلال شهر مايس ٢٠٠٤ و(١.٣) مايكغم/لتر كحد اعلى في المحطة (١) خلال اذار ٢٠٠٤. ومن التحليل الاحصائي تبين عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.01$) في قيم النتريت بين محطات الدراسة ومواسمها. بينما سجل ارتباطاً معنوياً طردياً مع كل من الاوكسجين الذائب ($r = 0.856, P < 0.01$) والمتطلب الحيوي للاوكسجين ($r = 0.6916, P < 0.01$) والقاعدية الكلية ($r = 0.600, P < 0.01$).

١٢-١-٣: النترات Nitrate

اظهرت النتائج انخفاض تراكيز النترات خلال فصلي الخريف والشتاء حيث سجل اعلى معدل (٣٦٠.٩٥) مايكغم/لتر في المحطة (٣) خلال شهر مايس ٢٠٠٤ وادنى معدل (١) مايكغم/لتر في المحطة (٧) خلال كانون الثاني ٢٠٠٥. وتبين احصائياً وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم النترات بين اشهر الدراسة وعدم وجود هذه الفروق المعنوية بين المحطات المختلفة، وسجل ارتباطاً معنوياً طردياً مع كل من الاوكسجين الذائب ($r = 0.800, P < 0.01$) والمتطلب الحيوي للاوكسجين ($r = 0.742, P < 0.01$) والقاعدية ($r = 0.591, P < 0.01$) والنتريت ($r = 0.820, P < 0.01$).

١٣-١-٣: الفوسفات الفعالة Reactive Phosphate

بينت النتائج انخفاض تراكيز الفوسفات بشكل كبير وفي جميع المواسم والمحطات، حيث تراوحت بين قراءة غير محسوسة في شهر شباط ٢٠٠٥ في كل المحطات وبين (٠.٧٧) مايكغم/لتر في جميع المحطات خلال نيسان ٢٠٠٤ شكل رقم (١٧).

ومن نتائج التحليل الاحصائي ظهر وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في تراكيز الفوسفات الفعالة بين الاشهر وعدم وجود هذه الفروق المعنوية بين المحطات. كما سجل ارتباطاً معنوياً عكسياً بين قيم الفوسفات الفعالة وكل من الاس الهيدروجيني ($r = -0.534$, $P < 0.01$) والتوصيلية الكهربائية ($r = -0.524$, $P < 0.01$) وارتباطاً معنوياً طردياً مع كل من درجة حرارة الهواء ($r = 0.578$, $P < 0.01$) ودرجة حرارة الماء ($r = 0.534$, $P < 0.01$) والاكسجين الذائب ($r = 0.602$, $P < 0.01$).

١٤-١-٣: الكبريتات Sulphate

تراوحت قيم الكبريتات في مواقع الدراسة المختلفة بين (٢٠.٧٦) ملغم/لتر في المحطة (٥) خلال آب ٢٠٠٤ و(١٨٠.٥) ملغم/لتر في المحطة (١) خلال كانون الثاني ٢٠٠٥. واطهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الكبريتات بين الاشهر وعدم وجود هذه الفروق المعنوية بين المحطات المختلفة. كما انه لم يسجل أي ارتباط معنوي ($P > 0.01$) للكبريتات مع الصفات الفيزيائية والكيميائية الاخرى.

١٥-١-٣: السليكات Silicate

تراوحت قيم السليكات في فترة الدراسة بين (٣٩.٨) مايكروغرام/لتر كحد ادنى في المحطة (٦) خلال شهر اذار ٢٠٠٤ و(١٥٤٢) مايكروغرام/لتر كحد اعلى في المحطة (٥) خلال شهر ايلول ٢٠٠٤.

واحصائياً ظهر وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم السليكات بين الاشهر قيد الدراسة وعدم وجود فروق معنوية بين المحطات المختلفة. سجل ارتباطاً معنوياً عكسياً بين السليكات وكل من الاس الهيدروجيني ($r = -0.614$, $P < 0.01$) والتوصيلية الكهربائية ($r = -0.586$, $P < 0.01$) وارتباطاً معنوياً طردياً مع كل من درجة حرارة الهواء ($r = 0.849$, $P < 0.01$) ودرجة حرارة الماء ($r = 0.902$, $P < 0.01$) والمتطلب الحيوي للاوكسجين ($r = 0.502$, $P < 0.01$).

٢-٣: الكاربون العضوي الكلي في الرواسب %TOC

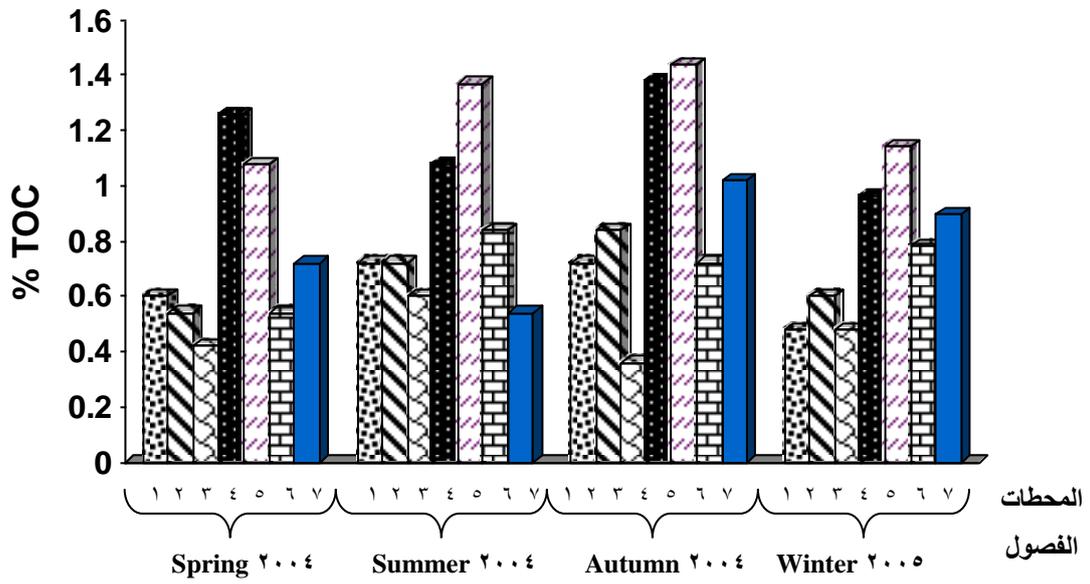
تراوحت النسب المئوية للكاربون العضوي الكلي في رواسب نهر الفرات في المناطق قيد الدراسة ما بين (٠.٧٢-٠.٤٨)% و(٠.٨٤-٠.٥٤)% و(٠.٦-٠.٣٦)% و(٠.٣٨-٠.٩٦)% و(١.٤٤-١.٠٨)% و(٠.٨٤-٠.٥٤)% و(١.٠٢-٠.٥٤)% في محطات الدراسة من ١-٧ على التوالي جدول (٢). سجلت اعلى قيمة (١.٤٤)% في المحطة (٥) خلال فصل الخريف وادنى قيمة (٠.٣٦)% في المحطة (٣) خلال فصل الخريف ايضاً. ومن التحليل الاحصائي لوحظ وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الكاربون العضوي الكلي بين المحطات و بين مواسم الدراسة.

٣-٣: التحليل الحجمي لحبيبات الرواسب

اظهرت نتائج الدراسة تكون الرواسب في نهر الفرات من خليط من الرمل والغرين والطين، اذ كانت النسبة المئوية لهذه المكونات هي (٣٢.٣٩، ١٨.٩٣، ٤٨.٦٨) % و(٦٠.٥١، ١٣.٨٢، ٢٥.٦٧) % و(٣٩.٣٩، ١٥.٦٩، ٣٤.٩٢) % و(٣٦.٦٣، ٣٦.١٢، ٢٧.٢٥) % و(٣.٧٢، ٤١.٣٨، ٥٤.٩٠) % و(١٩.٧٠، ٣٦.١٣، ٤٤.١٦) % و(١٩.٨٨، ٧٣.٧١، ٦.٤١) % في محطات الدراسة (١-٧) على التوالي جدول (٣)، ولوحظ من نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية في النسبة المئوية لمكونات الرواسب بين محطات الدراسة.

جدول (٢): معدلات النسب المئوية للكربون العضوي الكلي (TOC %) في الرواسب خلال المحطات المدروسة في نهر الفرات.

الفصل المحطة	ربيع ٢٠٠٤	صيف ٢٠٠٤	خريف ٢٠٠٤	شتاء ٢٠٠٥
١	٠.٦٠	٠.٧٢	٠.٧٢	٠.٤٨
٢	٠.٥٤	٠.٧٢	٠.٨٤	٠.٦٠
٣	٠.٤٢	٠.٦٠	٠.٣٦	٠.٤٨
٤	١.٢٦	١.٠٨	١.٣٨	٠.٩٦
٥	١.٠٨	١.٣٧	١.٤٤	١.١٤
٦	٠.٥٤	٠.٨٤	٠.٧٢	٠.٧٨
٧	٠.٧٢	٠.٥٤	١.٠٢	٠.٩٠

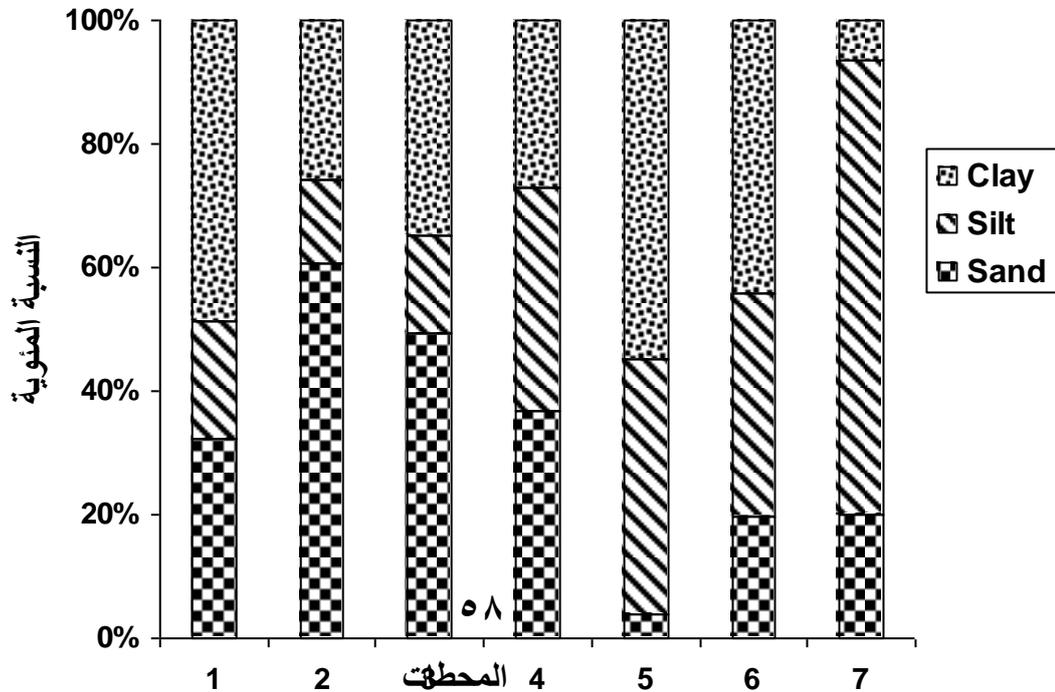


شكل (٢٠): التغيرات الفصلية في معدلات تركيز الكربون العضوي الكلي (%) في رواسب نهر الفرات.

جدول (٣): النسب المئوية لمكونات رواسب نهر الفرات في محطات الدراسة.

نوع النسجة	الطين %	الغرين %	الرمل %	المكونات المحطة
-Clay-Sand-Silt طين-رمل-غرين	٤٨.٦٧	١٨.٩٣	٣٢.٣٩	١
-Sand-Clay-Silt	٢٥.٦٧	١٣.٨٢	٦٠.٥١	٢

رمل-طين-غرين				
-Sand-Clay-Silt رمل-طين-غرين	٣٤.٩٢	١٥.٦٩	٤٩.٣٩	٣
-Sand-Silt-Clay رمل-غرين-طين	٢٧.٢٥	٣٦.١٢	٣٦.٦٣	٤
Clay-Silt-Sand طين-غرين-رمل	٥٤.٩٠	٤١.٣٨	٣.٧٢	٥
Clay-Silt-Sand طين-غرين-رمل	٤٤.١٦	٣٦.١٣	١٩.٧٠	٦
Silt-Sand-Clay غرين-رمل-طين	٦.٤١	٧٣.٧١	١٩.٨٨	٧



شكل (٢١): النسب المئوية لمكونات رواسب نهر الفرات حسب محطات الدراسة.

٤-٣: العناصر الثقيلة Heavy Metals ١-٤-٣: العناصر الثقيلة في الماء Heavy Metals in Water ١-٤-٣-١: الكاديوم Cd

سجلت الدراسة أعلى قيمة للكاديوم الذائب (٣.٥٣) مايكروغرام/لتر في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤ وأقل قيمة (١.٧٧) مايكروغرام/لتر في المحطات (١، ٣، ٦، ٧) خلال صيف ٢٠٠٤ والمحطات (٤، ٥) خلال خريف ٢٠٠٤.

أما الكاديوم الذائب فتراوحت تراكيزه بين (١٠.٦٧) مايكروغرام/غم في المحطة (٣) خلال شتاء ٢٠٠٥ وبين قراءة غير محسوسة (N.D) في المحطة (٥) خلال خريف ٢٠٠٤، وبلغ المعدل السنوي للكاديوم الذائب (١٠.٢٢) مايكروغرام/غم خلال مواسم الدراسة المختلفة (جدول ٤). أظهرت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الكاديوم الذائب والذائبي بين مواسم الدراسة في جميع المحطات باستثناء المحطة (٥) حيث لم تظهر هذه الفروق المعنوية في قيم الكاديوم الذائب بين مواسم الدراسة، وكذلك لم يظهر وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الكاديوم الذائب والذائبي بين محطات الدراسة المختلفة ولم يسجل ارتباط معنوي بين شكلي الكاديوم الذائب والذائبي كذلك لم يسجل هذا الارتباط مع الصفات الفيزيائية والكيميائية للماء.

٢-١-٤-٣: الكوبلت Co

أظهرت النتائج أن أعلى قيمة للكوبلت الذائب كانت (٢.٧٠) مايكروغرام/لتر في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤ وأقل قيمة كانت (٠.٦٢) مايكروغرام/لتر في المحطة (٣) خلال ربيع ٢٠٠٤ وسجل الكوبلت الذائب معدل (١.١٦) مايكروغرام/لتر خلال فترة الدراسة. أما الكوبلت الذائب فقد أظهرت قيمة تقارباً ملحوظاً في جميع المحطات، إذ كانت أعلى قيمة له (٨.١٠) مايكروغرام/لتر في المحطة (٢، ٦) خلال صيف ٢٠٠٤ وأدنى قيمة له (٥.٠٨) مايكروغرام/لتر في المحطة (٣) خلال ربيع ٢٠٠٤. وبلغ المعدل العام للكوبلت الذائب (٨.٠٩) مايكروغرام/لتر (جدول ٤).

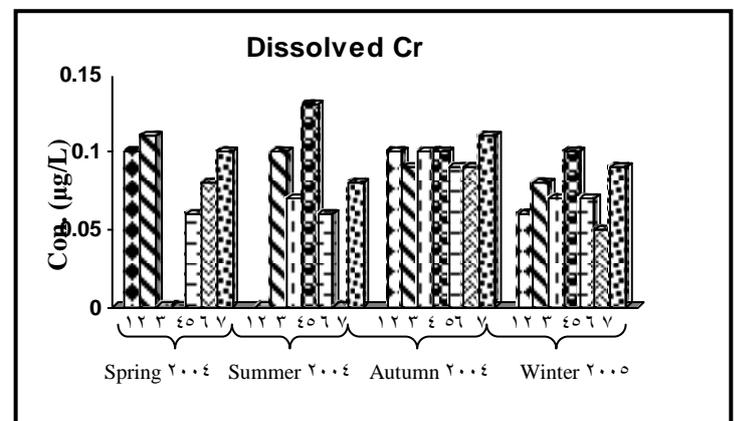
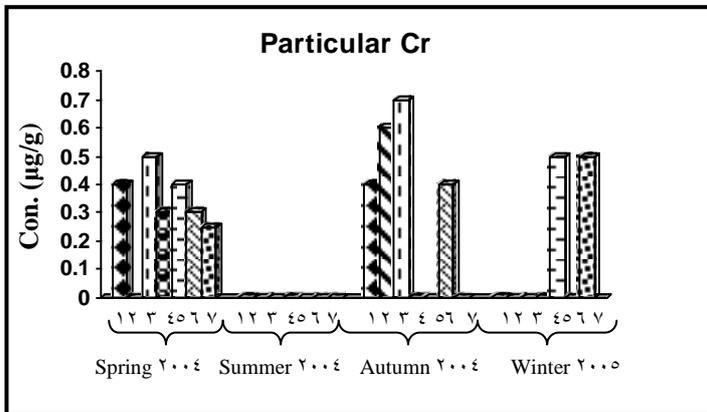
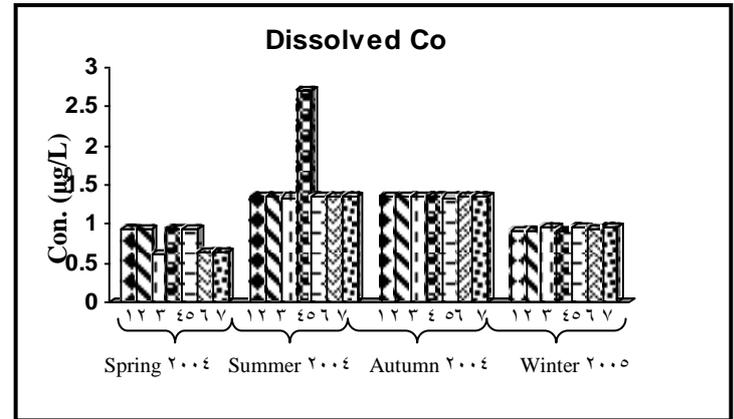
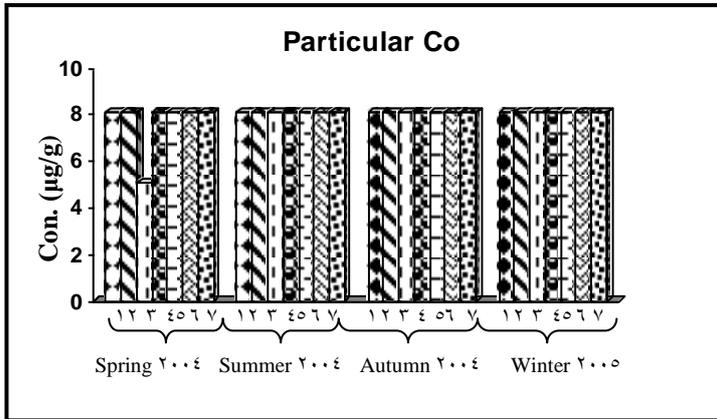
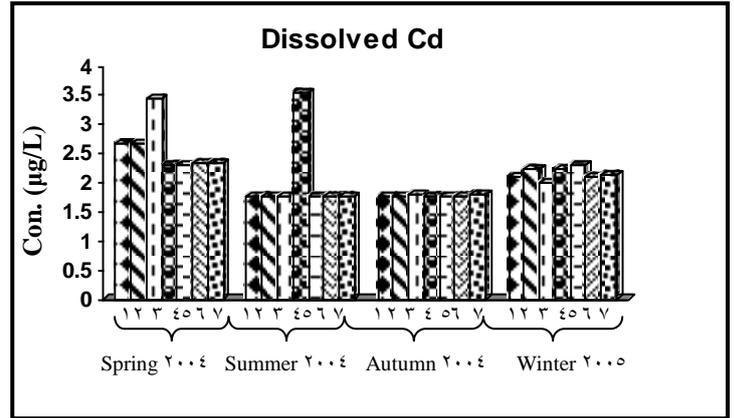
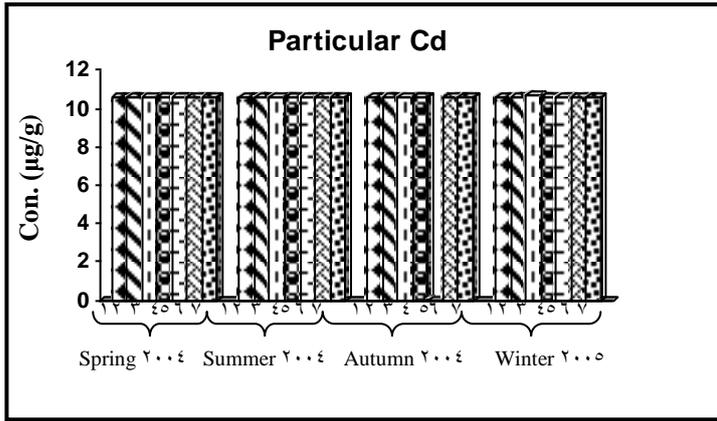
ومن التحليل الإحصائي تبين وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الكوبلت الذائب والذائبي بين مواسم الدراسة وعدم وجود هذه الفروق بين المحطات المختلفة. ولم يسجل ارتباطاً معنوياً ($P > 0.01$) بين الكوبلت الذائب والكوبلت الذائب، في حين لوحظ وجود ارتباط معنوي طردي بين الكوبلت الذائب وكل من درجة حرارة الهواء ($r = 0.485$, $P < 0.01$) ودرجة حرارة الماء ($r = 0.531$, $P < 0.01$) والكبريتات ($r = 0.481$, $P < 0.01$) والسليكات ($r = 0.500$, $P < 0.01$).

٣-١-٤-٣: الكروم Cr

سجلت اعلى قيمة للكروم الذائب (٠.١٣) مايكروغرام/لتر في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤ واقل قيمة (N.D.) في المحطات (٣، ٤) خلال ربيع ٢٠٠٤ وفي المحطات (١، ٦) خلال صيف ٢٠٠٤ كحد ادنى. وكان المعدل السنوي للكروم الذائب خلال فترة الدراسة هو (٠.٠٧٥) مايكروغرام/لتر.

اما بالنسبة للكروم الدقائقى فقد أظهرت النتائج انه غير محسوس في معظم محطات الدراسة وخاصة خلال فصل الصيف، اذ كانت اعلى قيمة سجلت له (٠.٧) مايكروغرام/غم في المحطة (٣) خلال خريف ٢٠٠٤.

واظهرت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.01$) في قيم الكروم الذائب والدقائقى بين مواسم الدراسة في جميع المحطات باستثناء المحطات (٢، ٥، ٧) فقد ظهرت فروق معنوية في قيم الكروم بين مواسم الدراسة. كما ظهر عدم وجود هذه الفروق المعنوية في قيم الكروم بجزيئيه الذائب والدقائقى بين محطات الدراسة المختلفة، وكذلك لم يسجل وجود ارتباط معنوي ($p > 0.01$) بين جزئي الكروم الذائب والدقائقى مع الصفات الفيزيائية والكيميائية تحت الدراسة.



شكل (٢٢): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر الكاديوم والكوبلت والكروم في الشكّلين الذائب والدقائق في مياه نهر الفرات بوحدات (مايكروغرام/لتر) و(مايكروغرام/غم) على التوالي.

Cu ٤-١-٤-٣: النحاس

سجلت نتائج الدراسة اعلى قيمة للنحاس الذائب (٤.٧٠) مايكروغرام/لتر في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤ وادنى قيمة (١.٥٧) مايكروغرام/لتر في المحطة (٢) خلال شتاء ٢٠٠٥، وكان المعدل السنوي للنحاس الذائب هو (٢.٤٨) مايكروغرام/لتر اثناء فترة الدراسة. اما النحاس الدقائقى فقد لوحظ ان اعلى قيمة له كانت (١٤.٢١) مايكروغرام/غم في المحطات (٢، ٦) خلال خريف ٢٠٠٤ و اقل قيمة كانت (١٤.١٢) مايكروغرام/غم في المحطة (٣) خلال شتاء ٢٠٠٥ .

ومن التحليل الاحصائي لوحظ وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم النحاس الذائب والدقائقى بين مواسم الدراسة وعدم وجود هذه الفروق في القيم بين المحطات المدروسة. واطهرت النتائج عدم وجود ارتباط معنوي ($P < 0.01$) بين النحاس الذائب والنحاس الدقائقى. في حين كان هناك ارتباط معنوي طردي بين النحاس الذائب وكل من الكاديوم الذائب ($r = 0.541$, $P < 0.01$) والاكسجين الذائب ($r = 0.494$, $P < 0.01$) والمتطلب الحيوي للاوكسجين ($r = 0.662$, $P < 0.01$)، وارتباط معنوي طردي بين النحاس الدقائقى وكل من درجة حرارة الهواء ($r = 0.627$, $P < 0.01$) ودرجة حرارة الماء ($r = 0.559$, $P < 0.01$).

٣-٤-١-٥: الحديد Fe

اظهرت النتائج وجود الحديد بتركيز عالية في الماء اذ كانت اعلى قيمة له في الجزء الذائب (١٩٤.٦٣) مايكروغرام/لتر في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤ وادنى قيمة (٦٤.٤١) مايكروغرام/لتر في المحطة (٢) خلال شتاء ٢٠٠٥. وسجل الحديد الذائب معدلاً سنوياً هو (١٠٥.٦٩) مايكروغرام/لتر خلال فترة الدراسة (جدول ٤).

اما الحديد الدقائقى فقد سجلت اعلى قيمة له (٦٦٦.٦٧) مايكروغرام/لتر في المحطة (٢) خلال صيف ٢٠٠٤ و اقل قيمة له (٥٨٩.٨١) مايكروغرام/لتر في المحطات (٣، ٦) خلال شتاء ٢٠٠٥. واطهرت النتائج وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الحديد الذائب والدقائقى بين فصول السنة وعدم وجود هذه الفروق في القيم بين المحطات المختلفة. كما انه لم يسجل وجود ارتباط معنوي ($P < 0.01$) بين الحديد الذائب والحديد الدقائقى، بينما سجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين الحديد الذائب وكل من الكاديوم الذائب ($r = 0.540$, $P < 0.01$) والنحاس الذائب ($r = 0.909$, $P < 0.01$) وارتباطاً معنوياً طردياً بين الحديد الدقائقى والكوبلت الدقائقى ($r = 0.535$, $P < 0.01$).

وايضاً سجلت الدراسة وجود ارتباط معنوي طردي بين الحديد الذائب وكل من الاوكسجين الذائب ($r = 0.596$, $P < 0.01$) والنترت ($r = 0.535$, $P < 0.01$) والنترات ($r = 0.545$, $P < 0.01$). اما الحديد الدقائقى فقد اظهر ارتباطاً معنوياً عكسياً مع كل من الاس الهيدروجيني ($r = -0.691$, $P < 0.01$) والتوصيلية الكهربائية ($r = -0.545$, $P < 0.01$)، وارتباطاً معنوياً طردياً مع كل من درجة حرارة الهواء ($r = 0.640$, $P < 0.01$) ودرجة حرارة الماء ($r = 0.690$, $P < 0.01$) والسليكات ($r = 0.639$, $P < 0.01$).

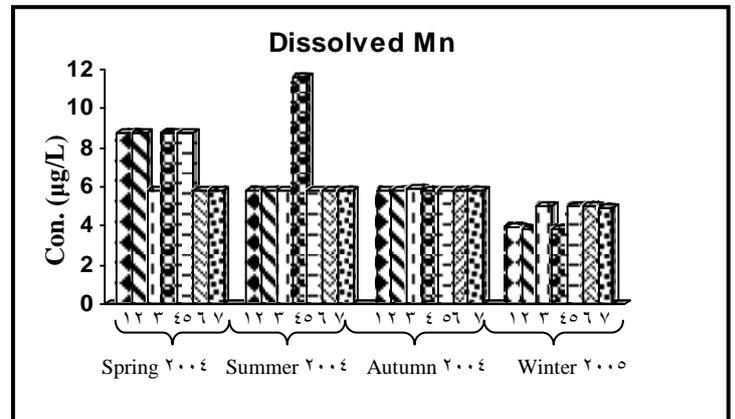
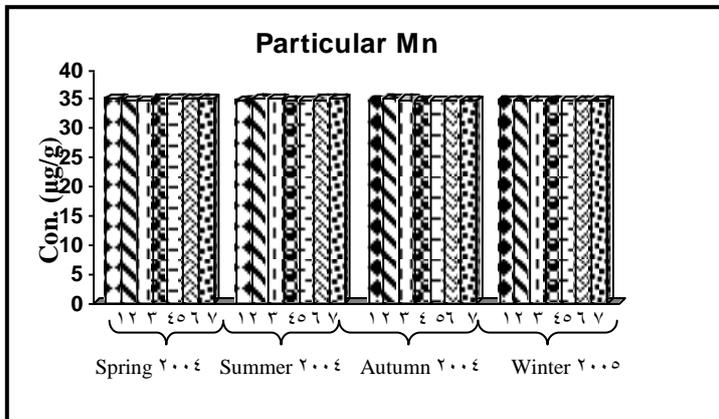
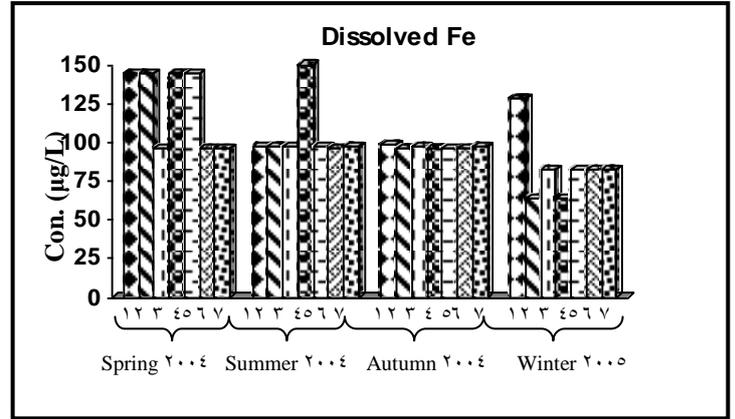
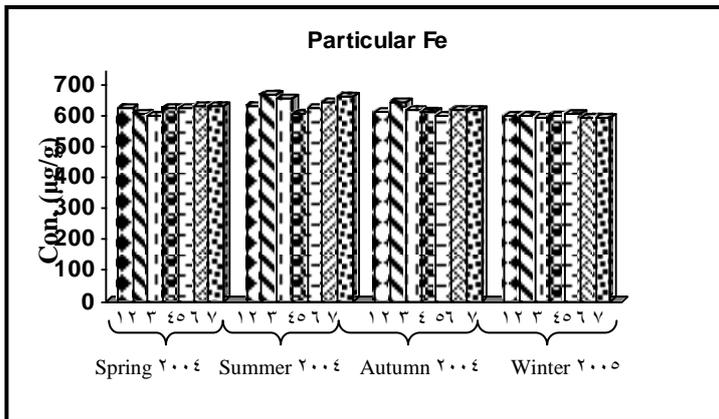
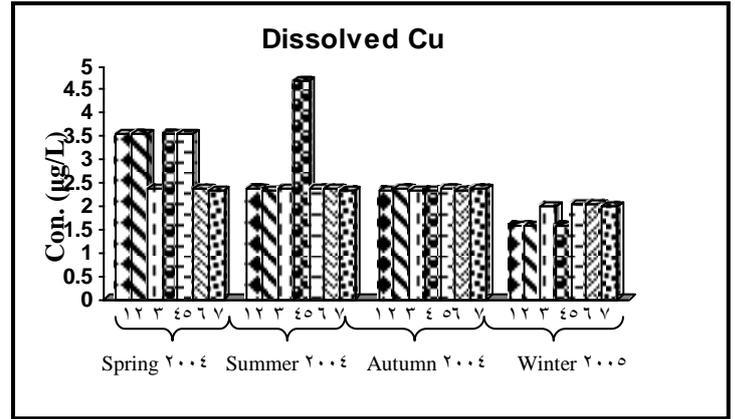
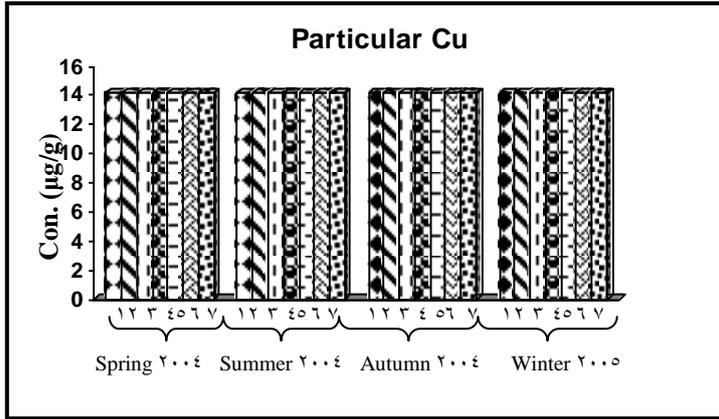
٣-٤-١-٦: المنغنيز Mn

تراوحت قيم المنغنيز الذائب في مياه نهر الفرات بين (١١.٦٤) مايكروغرام/لتر كحد اعلى في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤ وبين (٣.٨٨) مايكروغرام/لتر كحد ادنى في المحطة (٢) خلال شتاء ٢٠٠٥ وبلغ المعدل السنوي للمنغنيز الذائب في محطات الدراسة (٦.١٢) مايكروغرام/لتر.

اما المنغنيز الدقائق فقد كانت قيمه متقاربة بين محطات الدراسة وفي كافة المواسم اذ كانت اعلى قيمة له (٣٥.٠٤) مايكروغرام/غم في المحطة (٧) خلال صيف ٢٠٠٤ و اقل قيمة له (٣٤.٩٠) مايكروغرام/غم في المحطة (٣) خلال شتاء ٢٠٠٥.

تبين من التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم المنغنيز الذائب والدقائق بين مواسم الدراسة في جميع المحطات باستثناء المحطة (٤) اذ لم تظهر فروق معنوية ($P < 0.01$)، وكذلك لم تظهر فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم المنغنيز الذائب والدقائق بين محطات الدراسة. لم يسجل وجود ارتباط معنوي ($P < 0.01$) بين المنغنيز الذائب والمنغنيز الدقائق، في حين كان هناك ارتباط معنوي طردي بين المنغنيز الذائب وكل من الكاديوم الذائب والنحاس الذائب والحديد الذائب ($r = 0.537, P < 0.01$) و ($r = 1, P < 0.01$) و ($r = 0.895, P < 0.01$) على التوالي، وارتباط معنوي طردي بين المنغنيز الدقائق والحديد الدقائق ($r = 0.895, P < 0.01$).

كما تبين وجود ارتباط معنوي عكسي بين المنغنيز الذائب والقاعدية الكلية ($r = -0.622, P < 0.01$) وارتباطاً معنوياً طردياً مع الفسفور ($r = 0.523, P < 0.01$)، كذلك سجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين المنغنيز الدقائق والكالسيوم في الماء ($r = 0.575, P < 0.01$).



شكل (٢٣): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النحاس والحديد والمنغنيز في الشكين الذائب والدقائق في مياه نهر الفرات بوحدات (مايكروغرام/لتر) و(مايكروغرام/غم) على التوالي.

٣-٤-١-٧: النيكل Ni

تبين من نتائج الدراسة وجود النيكل بتراكيز قليلة جداً في الماء خلال فترة الدراسة، اذ كانت قيم النيكل الذائب تتراوح بين التراكيز غير المحسوسة (N.D.) في المحطة

(٤) خلال ربيع ٢٠٠٤ و(٠.٥) مايكروغرام/لتر في المحطة (٧) خلال فصل الربيع ايضاً. وكان المعدل العام للنیکل الذائب في محطات الدراسة المختلفة هو (٠.٠٧) مايكروغرام/لتر، اما النیکل الدقائق فقد تراوحت قيمه بين تراكيز غير محسوسة في المحطة (٤) خلال ربيع وصيف ٢٠٠٤ و(٠.١٩٢) مايكروغرام/لتر في المحطة (٧) خلال ربيع ٢٠٠٤ والمحطة (٢) خلال خريف ٢٠٠٤.

واظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P < ٠.٠١$) في تراكيز النیکل الذائب والمتبقي بين مواسم الدراسة في جميع المحطات باستثناء النیکل الذائب في المحطات (٤)، (٦، ٧) فلم تظهر فروق معنوية فيه بين المواسم المختلفة. اما بين المحطات المختلفة فلم تظهر فروق معنوية ($P < ٠.٠١$) في قيم النیکل الذائب والدقائق. لم يظهر وجود ارتباط معنوي ($p < ٠.٠١$) بين النیکل الذائب والنیکل المتبقي. في حين سجل ارتباطاً معنوياً عكسياً بين النیکل الدقائق وكل من النحاس الذائب ($r = -٠.٦٦٩$, $P < ٠.٠١$) والحديد الذائب ($r = -٠.٦٥٩$, $P < ٠.٠١$) والمنغنيز الذائب ($r = -٠.٦٦٩$, $P < ٠.٠١$). كما لوحظ وجود ارتباط معنوي طردي بين النیکل الدقائق وكل من المتطلب الحيوي للاوكسجين ($r = ٠.٥٣٣$, $P < ٠.٠١$) والقاعدية الكلية ($r = ٠.٥٢٨$, $P < ٠.٠١$).

٣-٤-١-٨: الرصاص Pb

تراوحت قيم الجزء الذائب للرصاص بين (٠.١٧٣) مايكروغرام/لتر كحد اعلى في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤ وتراكيز غير محسوسة كحد ادنى في المحطة (٤) خلال ربيع ٢٠٠٤ (جدول ٥). اما المعدل السنوي للرصاص الذائب خلال فترة الدراسة فقد بلغ (٠.١٠) مايكروغرام/لتر. وظهر ان تراكيز الرصاص الدقائق لم تتجاوز (٠.٥١٤) مايكروغرام/غم كحد اعلى في المحطة (٢) خلال خريف ٢٠٠٤ وغير محسوس (N.D.) في المحطة (٢) خلال الصيف والشتاء والمحطة (٥) خلال الخريف.

تبين من التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P < ٠.٠١$) في قيم الرصاص الذائب والدقائق بين مواسم الدراسة المختلفة في جميع المحطات باستثناء الرصاص الذائب في المحطة (٤) والرصاص الدقائق في المحطة (٥) فلم تظهر فروق معنوية ($P < ٠.٠١$) في قيمها بين مواسم الدراسة، وكذلك لم تظهر فروق معنوية ($P < ٠.٠١$) في قيم الرصاص الذائب والدقائق بين المحطات المختلفة.

لم تظهر الدراسة وجود ارتباط معنوي ($P < ٠.٠١$) بين الرصاص الذائب والرصاص الدقائق. في حين سجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين الرصاص الذائب والكاديوم الذائب ($r = ٠.٥٧١$, $P < ٠.٠١$) وبين الرصاص الدقائق والكاديوم الدقائق ($r = ٠.٥٥٦$, $P < ٠.٠١$)، وكذلك وجد ارتباط معنوي عكسي بين الرصاص الذائب وكل من درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الماء ($r = -٠.٥٤٥$, $P < ٠.٠١$) و($r = -٠.٧١٢$, $P < ٠.٠١$) على التوالي، وارتباط معنوي طردي بين الرصاص الدقائق وكل من القاعدية والنترت ($r = ٠.٦١٨$, $P = ٠.٠١$) و($r = ٠.٥٧٤$, $P < ٠.٠١$) على التوالي.

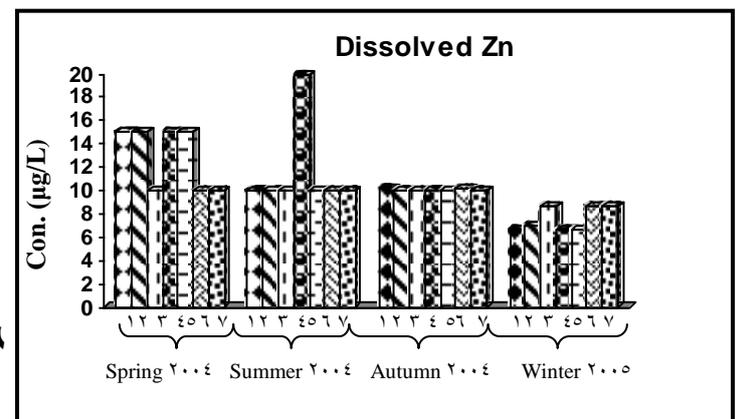
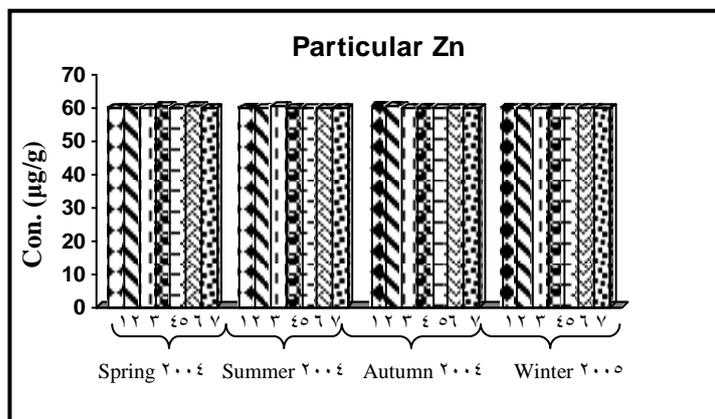
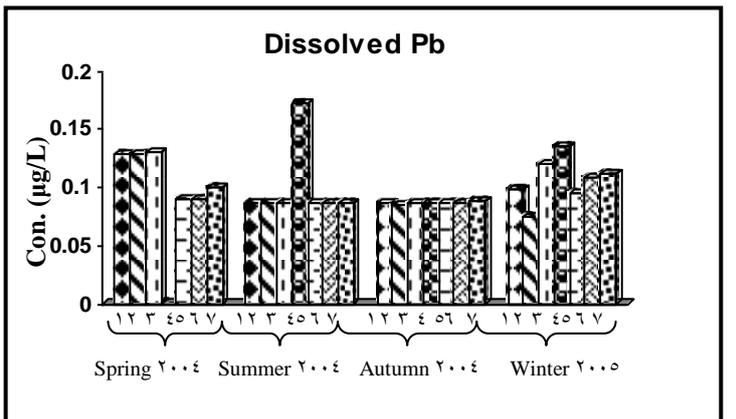
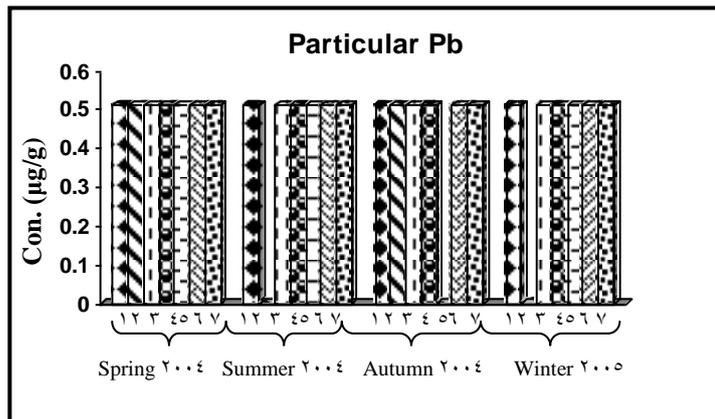
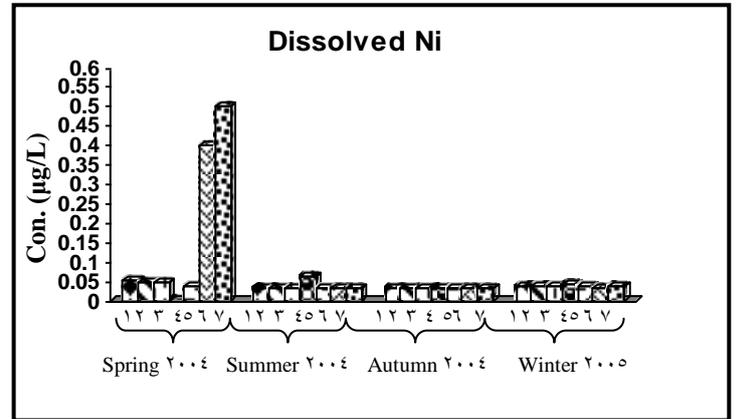
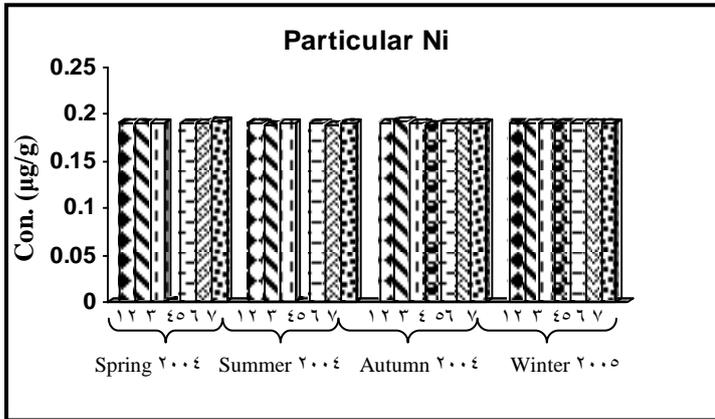
٣-٤-١-٩: الخارصين Zn

سجلت الدراسة اعلى قيمة للخارصين الذائب (١٩.٩٩) مايكروغرام/لتر في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤ وادنى قيمة (٦.٦٧) مايكروغرام/لتر في المحطة (٤) خلال شتاء ٢٠٠٥. وبلغ المعدل السنوي للخارصين الذائب خلال فترة الدراسة (١٠.٥) مايكروغرام/لتر.

اما الخارصين الدقائقي فقد كانت قيمه متقاربة بين المحطات اذ كانت اعلى قيمة (٦٠.٠٣) مايكروغرام/غم في المحطة (٦) خلال ربيع ٢٠٠٤ واقل قيمة (٥٩.٨٦) مايكروغرام/لتر في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤.

اظهر التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الخارصين الذائب والدقائقي بين مواسم الدراسة في جميع المحطات باستثناء المحطة (٢) فقد لوحظ عدم وجود فروق معنوية في قيم الخارصين الذائب بين مواسم الدراسة. اما بين المحطات فلم تظهر تراكيز الخارصين الذائب والدقائقي فروقاً معنوية ($P < 0.01$).

ومن التحليل الاحصائي لم يسجل ارتباطاً معنوياً ($P < 0.01$) بين الخارصين الذائب والخارصين الدقائقي، في حين تبين وجود ارتباط معنوي عكسي بين الخارصين الذائب والرصاص الدقائقي ($r = -0.526, P < 0.01$) وارتباط معنوي طردي بين الخارصين الدقائقي والمنغنيز الدقائقي ($r = 0.638, P < 0.01$). كما سجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين الخارصين الذائب وكل من المتطلب الحيوي للاوكسجين والقاعدية الكلية ($r = 0.533, P < 0.01$) و($r = 0.528, P < 0.01$) على التوالي.



شكل (٢٤): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النيكل والرصاص والخاصين في الشكلىن الذائب والدقائقى فى مىاه نهر الفرات بوحدات (ماىكروغرام/لتر) و(ماىكروغرام/غم) على التوالى.

٣-٤-٢: العناصر الثقيلة في الرواسب Heavy Metals in sediments

درست تراكيز العناصر الثقيلة في رواسب نهر الفرات خلال مواسم الدراسة بجزئيتها المتبادل والمتبقي بوحدات (مايكروغرام/غم). وبين الجدول (٤) المعدلات السنوية لتراكيز العناصر الثقيلة في الرواسب، اما الجدول (٦) فيبين التركيز الكلي (مجموع المتبادل والمتبقي) لهذه العناصر في الرواسب في محطات الدراسة وهي كما يلي:-

٣-٤-٢-١: الكاديوم Cd:-

اظهرت نتائج الدراسة ان قيم الكاديوم المتبادل والمتبقي تتراوح بين (٥.٣١) مايكروغرام/غم و(٦.٩٢) مايكروغرام/غم في الجزء المتبادل وبين (٥.٢٩) مايكروغرام/غم و(٦.٩١) مايكروغرام/غم في الجزء المتبقي. وسجل اعلى معدل للكاديوم الكلي في الرواسب (١٣.٨٢) مايكروغرام/غم في المحطة (٦) خلال صيف ٢٠٠٤ واقل معدل (١٠.٦٠) مايكروغرام/غم في المحطة (٧) خلال ربيع ٢٠٠٤، اما المعدل السنوي للكاديوم المتبادل في الرواسب فكان (٥.٧٥) مايكروغرام/غم وللكاديوم المتبقي (٥.٥) مايكروغرام/غم. وبينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الكاديوم المتبادل والمتبقي بين مواسم الدراسة في جميع المحطات باستثناء المحطة (١) فقد ظهر فيها عدم وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الكاديوم المتبادل بين مواسم الدراسة المختلفة، وكذلك تبين عدم وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الكاديوم المتبادل والمتبقي بين محطات الدراسة.

سجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين الكاديوم المتبادل والكاديوم المتبقي ($r=1, P < 0.01$)، وكذلك لوحظ وجود ارتباط معنوي طردي بين الكاديوم المتبادل وكل من النترات ($r=0.636, P < 0.01$) والنترت ($r=0.497, P < 0.01$). كما تبين عدم وجود ارتباط

معنوي ($P < 0.01$) بين الكاديوم المتبادل او المتبقي والكاربون العضوي الكلي في الرواسب او بينهما وبين مكونات نسجة الرواسب في المحطات المدروسة.

Co الكوبلت ٣-٢-٤-٢: الكوبلت Co

اظهرت نتائج الدراسة تقارب قيم الكوبلت المتبادل مع الكوبلت المتبقي اذ كان المعدل العام لتركيز الكوبلت المتبادل في الرواسب خلال فترة الدراسة هو (٣.٩) مايكروغرام/غم ومعدل تركيز الكوبلت المتبقي (٤.٣٤) مايكروغرام/غم، اما اقل معدل للكوبلت الكلي فكان (٨.٠٩) مايكروغرام/غم في المحطات (٤، ٣) خلال خريف ٢٠٠٤ والمحطات (٢، ٤، ٧) خلال شتاء ٢٠٠٥. اما اعلى معدل فقد كان (٨.١٢) مايكروغرام/غم في المحطة (٧) خلال خريف ٢٠٠٤.

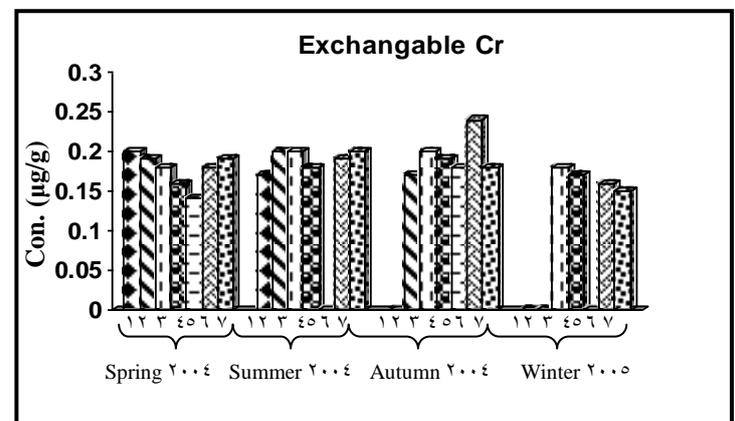
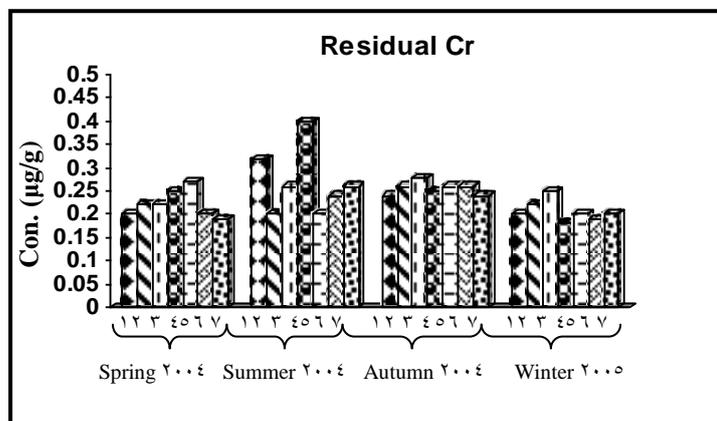
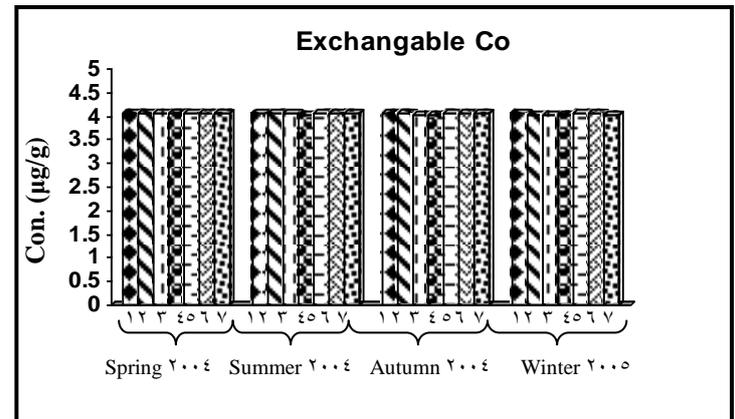
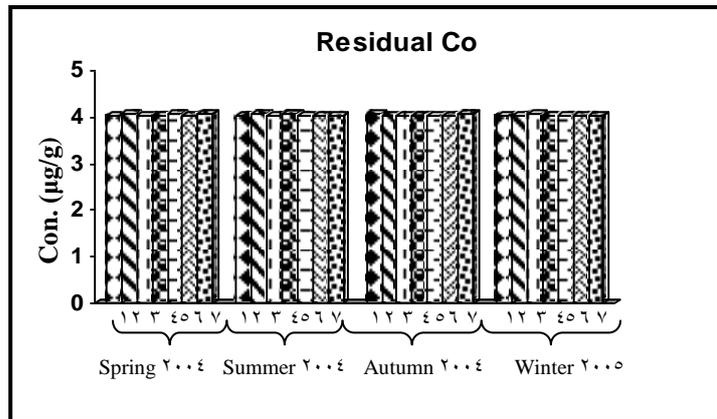
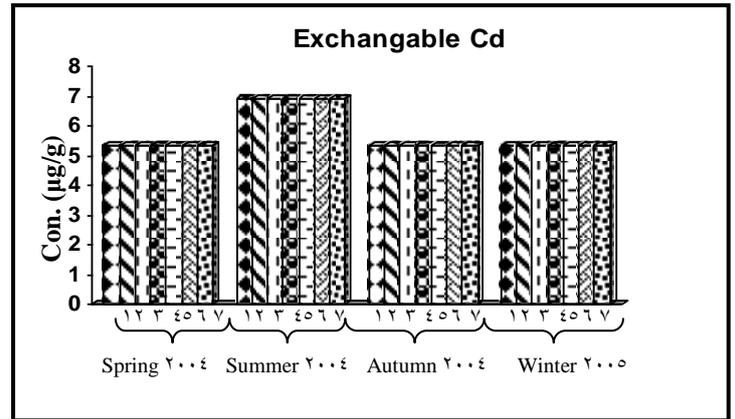
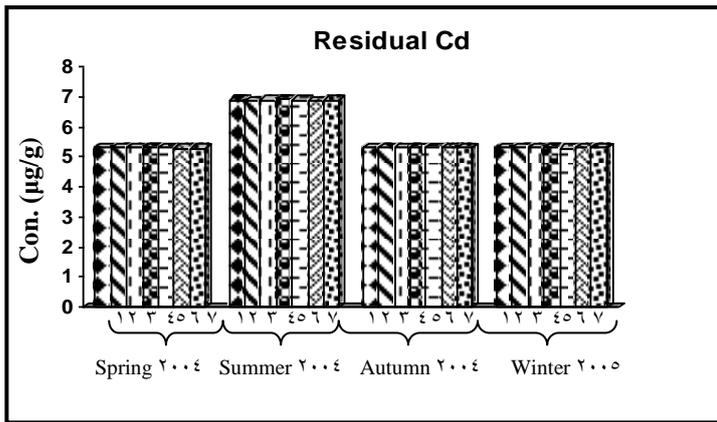
اوضحت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية فصلية ($P < 0.01$) في قيم الكوبلت المتبادل والمتبقي وفي جميع المحطات، في حين لم تلاحظ هذه الفروق المعنوية في قيم الكوبلت المتبادل والمتبقي بين المحطات المختلفة.

ولم يسجل ارتباطاً معنوياً ($P < 0.01$) بين الكوبلت المتبادل والكوبلت المتبقي. في حين سجل ارتباطاً معنوياً عكسياً بين الكوبلت المتبادل والقاعدية الكلية للماء ($r = -0.541, P < 0.01$) وارتباطاً معنوياً طردياً بين الكوبلت المتبادل ودرجة حرارة الماء ($r = 0.537, P < 0.01$).

Cr الكروم ٣-٢-٤-٣: الكروم Cr

اوضحت النتائج ان اعلى معدل للكروم الكلي (مجموع المتبادل والمتبقي) في رواسب نهر الفرات كان (٠.٥٨) مايكروغرام/غم في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤ وادنى معدل (٠.٢٠) مايكروغرام/غم في المحطة (٥) خلال صيف ٢٠٠٤ والمحطات (١، ٥) خلال شتاء ٢٠٠٥. وكان المعدل السنوي للتركيز الكلي للكروم في الرواسب هو (٠.٤٧) مايكروغرام/غم، اما التغيرات في معدلات تراكيز الكروم المتبادل والمتبقي خلال فترة الدراسة في المحطات المختلفة فهي موضحة في الشكل (٢٥).

واحصائياً لوحظ وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الكروم المتبادل والمتبقي بين مواسم الدراسة في جميع المحطات باستثناء المحطات (١، ٢) فقد ظهر عدم وجود فروق معنوية في قيم الكروم المتبادل بين الفصول، اما بين المحطات المختلفة فلم تظهر تراكيز الكروم أي فروق معنوية ($P < 0.01$)، وكذلك لم يسجل ارتباط معنوي ($P < 0.01$) بين الكروم المتبادل والكروم المتبقي او بينهما وبين الصفات الفيزيائية والكيميائية.



شكل (٢٥): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر الكاديوم والكوبلت والكروم في الشكلين المتبادل والمتبقي في رواسب نهر الفرات بوحدات (مايكروغرام/غم) على التوالي.

٤-٢-٤-٣: النحاس Cu

تراوحت معدلات النحاس الكلي (المتبادل والمتبقي) في الرواسب بين (١٤.١٣) مايكروغرام/غم في المحطة (٧) خلال صيف ٢٠٠٤ و(١٤.٢٤) مايكروغرام/غم في المحطة

(١) خلال ربيع ٢٠٠٤ (جدول ٦). وظهر وجود تقارب في قيم النحاس المتبادل والمتبقي في المحطات المختلفة خلال فترة الدراسة اذ كان المعدل السنوي للنحاس المتبادل في رواسب نهر الفرات هو (٧.٣٤) مايكروغرام/غم، في حين كان المعدل السنوي للنحاس الكلي هو (١٤.١٤) مايكروغرام/غم (جدول ٤). ومن التحليل الاحصائي ظهر وجود فروق معنوية ($P=٠.٠١$) في قيم النحاس المتبادل والمتبقي بين الفصول المختلفة خلال فترة الدراسة وفي جميع المحطات في حين لم تظهر هذه الفروق المعنوية بين المحطات المختلفة. وسجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين النحاس المتبادل والنحاس المتبقي ($r=٠.٤٩٢$, $P<٠.٠١$) وارتباطاً عكسياً مع كل من الكاديوم المتبادل والكاديوم المتبقي ($r=-٠.٦١٤$, $P<٠.٠١$) و($r=٠.٦١٥$, $P=٠.٠١$) على التوالي. في حين كان للنحاس المتبقي ارتباط معنوي عكسي مع كل من الكاديوم المتبادل والمتبقي والكروم المتبقي ($r=-٠.٥٩٠$, $P<٠.٠١$) و($r=-٠.٥٩٤$, $P<٠.٠١$) و($r=-٠.٥٣٥$, $P<٠.٠١$) على التوالي. كما تبين وجود ارتباط معنوي طردي للنحاس المتبادل مع كل من درجة حرارة الهواء والماء والاكسجين الذائب والمتطلب الحيوي للاوكسجين والنترت والنترات والفوسفات الفعالة والسليكات ($r=٠.٥٣٩$, $P<٠.٠١$) و($r=٠.٥٢٠$, $P<٠.٠١$) و($r=٠.٦٦٨$, $P<٠.٠١$) و($r=٠.٥٦٨$, $P<٠.٠١$) و($r=٠.٥٨١$, $P<٠.٠١$) و($r=٠.٦٠٠$, $P<٠.٠١$) و($r=٠.٥٣٨$, $P<٠.٠١$) و($r=٠.٤٨٨$, $P<٠.٠١$) على التوالي. في حين ظهر ارتباط معنوي عكسي للنحاس المتبقي مع الكبريتات ($r=-٠.٥٤١$, $P<٠.٠١$).

٣-٤-٢-٥: الحديد Fe

تبين من نتائج الدراسة ان ادنى معدل للتركيز الكلي للحديد (٦٣٤.١٦) مايكروغرام/غم في المحطة (٤) خلال ربيع ٢٠٠٤ واعلى معدل له كان (٦٩٣.٤٢) مايكروغرام/غم في المحطة (٥) خلال صيف ٢٠٠٤. وكان المعدل السنوي للحديد المتبادل هو (٣٠٩.٨٠) مايكروغرام/غم، في حين المعدل السنوي للتركيز الكلي للحديد في الرواسب فكان (٦٦١.٧٠) مايكروغرام/غم. اما التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز الحديد المتبادل والمتبقي خلال فترة الدراسة في المحطات المختلفة فهي موضحة في الشكل (٢٦).

بينت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية واضحة ($P<٠.٠١$) في قيم الحديد المتبادل والمتبقي بين مواسم الدراسة في جميع المحطات ولم تظهر هذه الفروق المعنوية في القيم بين محطات الدراسة المختلفة. وسجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين الحديد المتبادل وكل من الحديد المتبقي والكاديوم المتبادل ($r=٠.٤٨٤$, $P<٠.٠١$) و($r=٠.٧٢٠$, $P<٠.٠١$) على التوالي والكاديوم المتبقي ($r=٠.٧٢٤$, $P<٠.٠١$). في حين كان هنالك ارتباط معنوي عكسي بين الحديد المتبادل وكل من النحاس المتبادل والنحاس المتبقي ($r=-٠.٥٥٣$, $P<٠.٠١$) و($r=-٠.٥٦٩$, $P<٠.٠١$) على التوالي، وظهر ايضاً وجود ارتباطاً معنوياً عكسياً للحديد المتبادل مع القاعدية الكلية للماء ($r=-٠.٦٢٢$, $P<٠.٠١$) وارتباط طردي مع الفسفور الذائب ($r=٠.٥٢٣$, $P<٠.٠١$) وسجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين الحديد المتبقي والكالسيوم ($r=٠.٥٧٥$, $P<٠.٠١$) وارتباطاً عكسياً مع المغنسيوم ($r=-٠.٤٩٨$, $P<٠.٠١$).

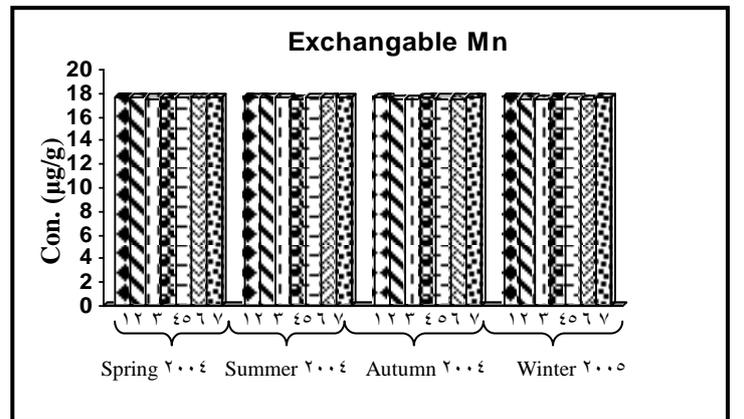
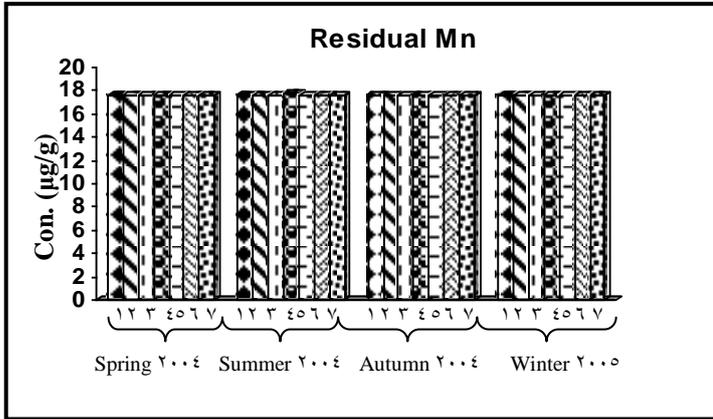
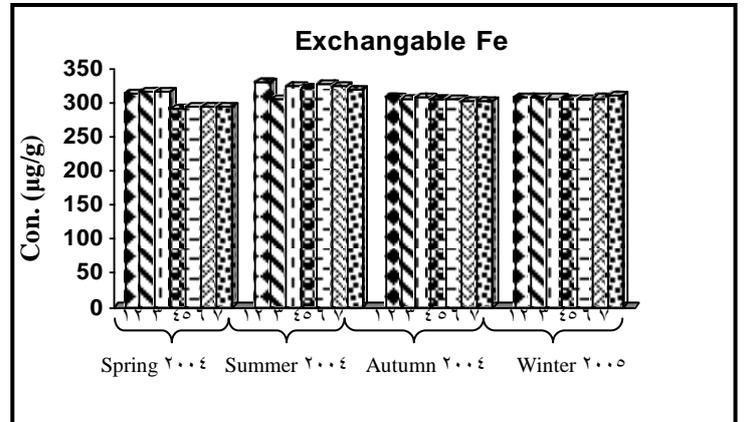
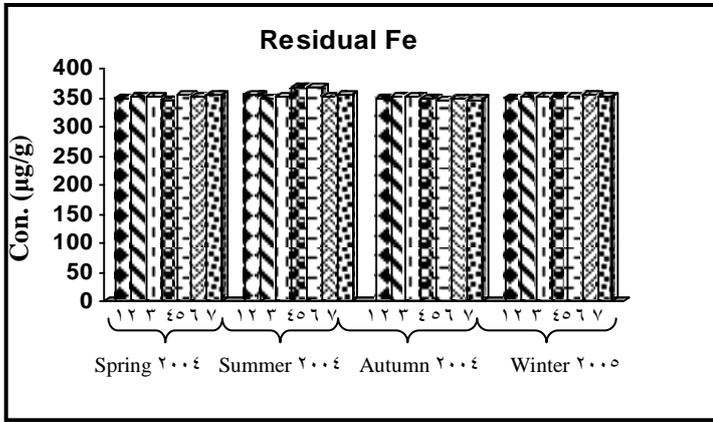
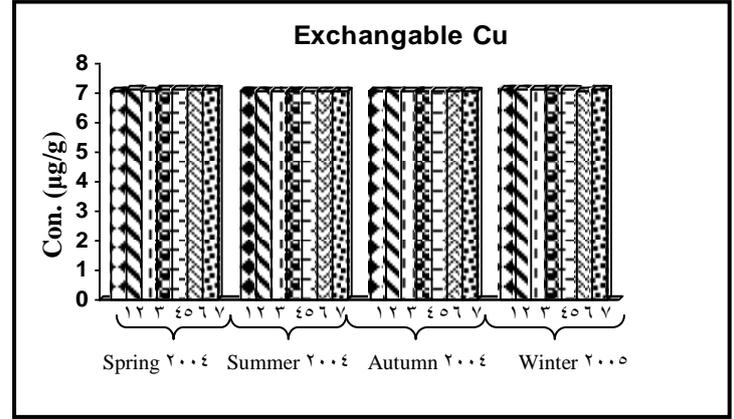
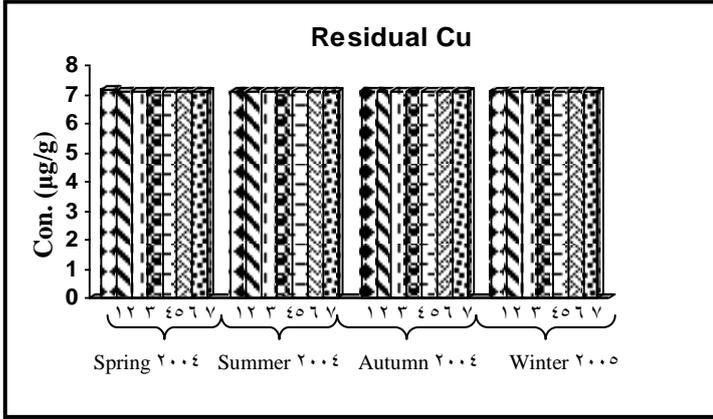
٣-٤-٢-٦: المنغنيز Mn

يوضح الشكل (٢٦) التغيرات الفصلية في معدلات تركيز المنغنيز المتبادل والمتبقي في المحطات المختلفة خلال فترة الدراسة. سجل ادنى معدل للتركيز الكلي للمنغنيز في الرواسب (٣٥.١٣) مايكروغرام/غم في المحطة (٦) خلال شتاء ٢٠٠٥، في حين كان اعلى معدل (٣٥.٣٤) مايكروغرام/غم في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤ (جدول ٨). اما المعدل السنوي

فكان للمغنيز المتبادل (١٨.٨٦) مايكروغرام/غم في حين كان للمغنيز الكلي (٣٧.٧) مايكروغرام/غم (جدول ٤).

ومن التحليل الاحصائي ظهر وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم المغنيز المتبادل والمتبقي بين مواسم الدراسة في جميع المحطات باستثناء المحطة (١) فلم تظهر قيم المغنيز المتبادل فروق معنوية بين الفصول، وكذلك لم تظهر النتائج وجود فروق معنوية في قيم المغنيز المتبادل والمتبقي بين المحطات.

لم تسجل النتائج وجود ارتباط معنوي بين المغنيز المتبادل والمتبقي، في حين سجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين المغنيز المتبقي وكل من الكروم المتبقي والحديد المتبقي ($r = 0.771$, $P < 0.01$) و ($r = 0.512$, $P < 0.01$)، على التوالي، وايضاً سجل ارتباطاً معنوياً طردياً بين المغنيز المتبادل وكل من درجة حرارة الهواء والماء والاكسجين الذائب والمتطلب الحيوي للاوكسجين والنترت والنترات والفسفات الفعالة والسليكات ($r = 0.541$, $P < 0.01$) و ($r = 0.523$, $P < 0.01$) و ($r = 0.666$, $P < 0.01$) و ($r = 0.566$, $P < 0.01$) و ($r = 0.578$, $P < 0.01$) و ($r = 0.598$, $P < 0.01$) و ($r = 0.542$, $P < 0.01$) و ($r = 0.491$, $P < 0.01$) على التوالي. في حين كان للمغنيز المتبقي ارتباط معنوي طردي مع كل من درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة الماء ($r = 0.528$, $P < 0.01$) و ($r = 0.548$, $P < 0.01$) على التوالي، وارتباط معنوي عكسي مع كل من الاس الهيدروجيني ($r = 0.655$, $P < 0.01$) والتوصيلية الكهربائية ($r = 0.632$, $P < 0.01$)، وكذلك تبين وجود ارتباط معنوي عكسي بين المغنيز المتبادل وحببيات الغرين Silt في الرواسب ($r = -0.935$, $P < 0.01$).



شكل (٢٦): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النحاس والحديد والمنغنيز في الشكلين المتبادل والمتبقي في رواسب نهر الفرات بوحدات (مايكروغرام/غم) على التوالي.

٣-٤-٢-٧: النيكل Ni

سجل ادنى معدل للتركيز الكلي للنيكل في الرواسب (٠.١٩) مايكروغرام/غم في المحطة (٥) خلال صيف ٢٠٠٤ واعلى معدل (٠.٢١) مايكروغرام/غم في المحطات (٦، ٧) خلال صيف ٢٠٠٤ (جدول ٦).

اما التغيرات في معدلات التراكيز الكلية للنikkel المتبادل والمتبقي خلال فترة الدراسة فهي موضحة في الشكل (٢٧). بلغ المعدل السنوي للنikkel المتبادل (٠.٢٧) مايكروغرام/غم في حين كان معدل النikkel الكلي هو (٠.٣٧) مايكروغرام/غم. سجلت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم النikkel المتبادل والمتبقي بين مواسم الدراسة وعدم وجود هذه الفروق في القيم بين المحطات. وظهر وجود ارتباط معنوي طردي بين النikkel المتبادل وكل من الكروم المتبقي والحديد المتبقي والمنغنيز المتبقي ($r = 0.692, P < 0.01$) و ($r = 0.627, P < 0.01$) و ($r = 0.900, P < 0.01$) على التوالي. كما تبين وجود ارتباط معنوي عكسي بين النikkel المتبقي وحبيبات الغرين Silt في الرواسب ($r = -0.884, P < 0.01$) وعدم وجود ارتباط معنوي لتراكيز النikkel المتبادل والمتبقي مع الكربون العضوي الكلي في الرواسب.

٣-٤-٢-٨: الرصاص Pb

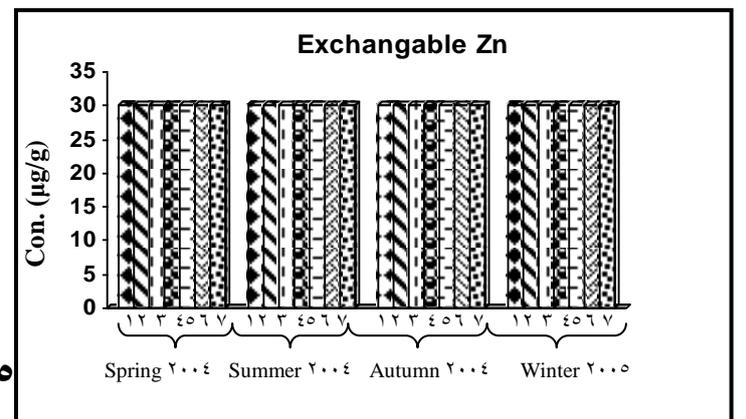
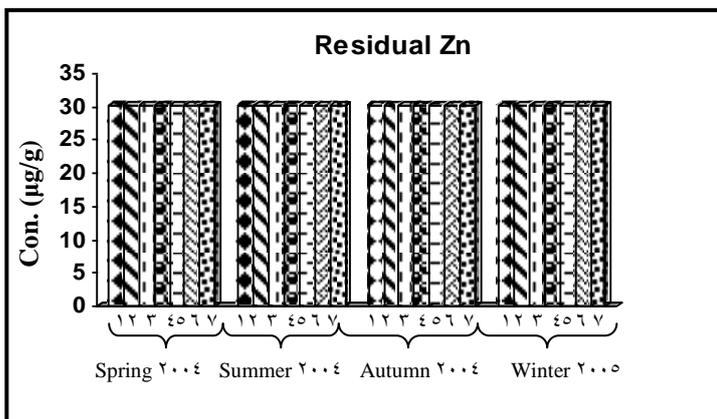
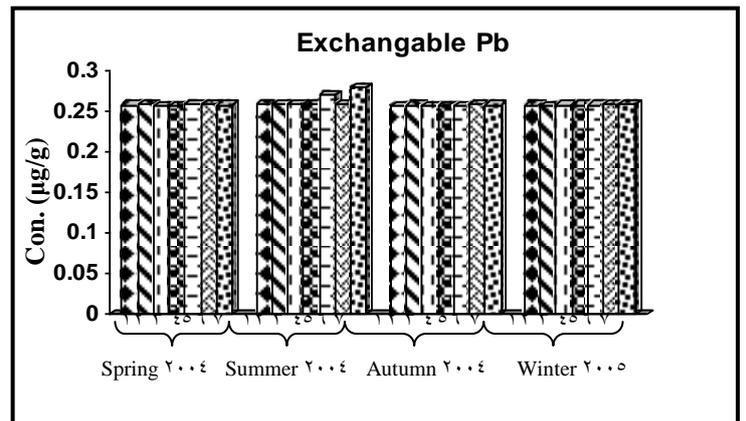
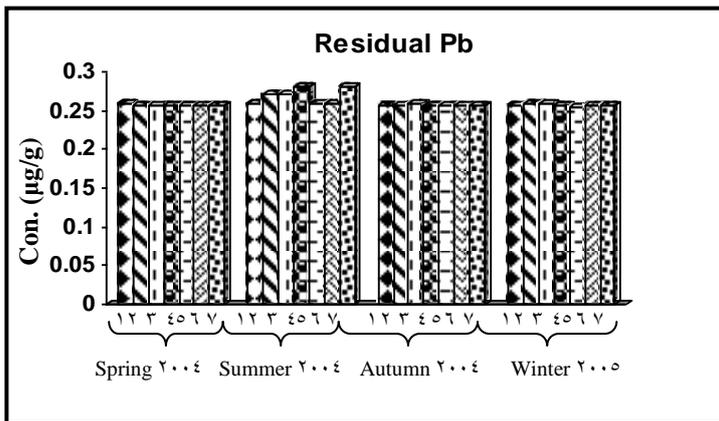
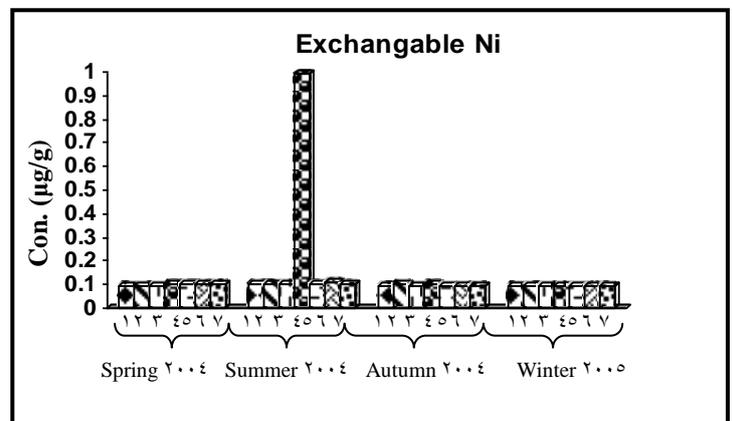
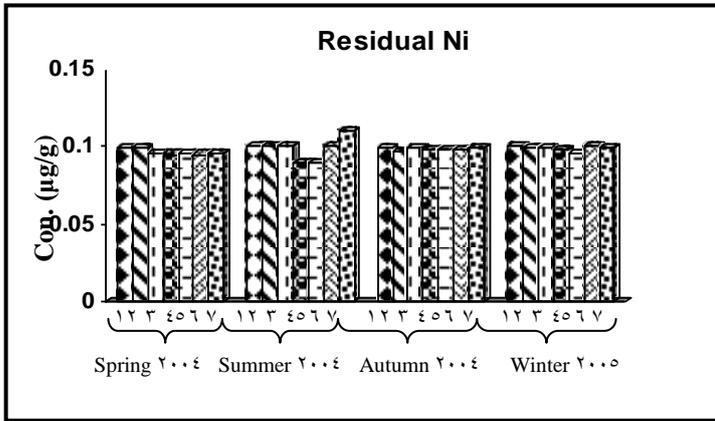
كان ادنى معدل للتركيز الكلي للرصاص في رواسب منطقة الدراسة (٠.٥١٣) مايكروغرام/غم في المحطة (٥) خلال شتاء ٢٠٠٥ واعلى معدل له (٠.٥٦) مايكروغرام/غم في المحطة (٧) خلال صيف ٢٠٠٤. يوضح الشكل (٢٧) التغيرات الفصلية في معدلات تركيز الرصاص المتبادل والمتبقي في المحطات المختلفة خلال فترة الدراسة، اذ كان المعدل السنوي لتركيز الرصاص المتبادل هو (٠.٢٧) مايكروغرام/غم في حين كان المعدل السنوي للتركيز الكلي للرصاص هو (٠.٥٩) مايكروغرام/غم (جدول ٤). وظهر احصائياً وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الرصاص المتبادل والمتبقي بين مواسم الدراسة في جميع المحطات، في حين لم تظهر فروق معنوية في هذه القيم بين محطات الدراسة المختلفة، وسجل وجود ارتباط معنوي طردي بين الرصاص المتبادل وكل من الرصاص المتبقي والكادميوم المتبادل والكادميوم المتبقي ($r = 0.611, P < 0.01$) و ($r = 0.590, P < 0.01$) و ($r = 0.589, P < 0.01$) على التوالي. في حين سجل الرصاص المتبقي ارتباطاً معنوياً طردياً مع كل من الكادميوم المتبادل والكادميوم المتبقي والكروم المتبقي والحديد المتبادل والمنغنيز المتبقي والنikkel المتبادل ($r = 0.769, P < 0.01$) و ($r = 0.773, P < 0.01$) و ($r = 0.525, P < 0.01$) و ($r = 0.489, P < 0.01$) و ($r = 0.677, P < 0.01$) و ($r = 0.595, P < 0.01$) على التوالي، وارتباطاً عكسياً مع النحاس المتبادل ($r = -0.544, P < 0.01$)، ولم يسجل للرصاص المتبادل او المتبقي أي ارتباط مع الصفات الفيزيائية والكيميائية للماء مع TOC % او مع مكونات نسجة الرواسب.

٣-٤-٢-٩: الزنك Zn

اوضحت نتائج الدراسة ان ادنى معدل للتركيز الكلي للزنك كان (٦٠.٠٩) مايكروغرام/غم في المحطات (١، ٢، ٣، ٥) خلال خريف ٢٠٠٤ والمحطة (٢) خلال شتاء ٢٠٠٤ واعلى معدل له (٦٠.٥٠) مايكروغرام/غم في المحطة (٤) خلال صيف ٢٠٠٤ (جدول ٦).

اما التغيرات الفصلية في معدلات التراكيز الكلية للزنك لجزئيه المتبادل والمتبقي خلال فترة الدراسة فهي موضحة في الشكل (٢٧). بلغ المعدل السنوي للزنك المتبادل (٢٨.٩٤) مايكروغرام/غم، في حين كان المعدل السنوي للزنك الكلي في الرواسب (٦٧.٦٦) مايكروغرام/غم (جدول ٤).

ومن التحليل الاحصائي يظهر وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم الخارصين المتبادل والمتبقي بين مواسم الدراسة في جميع المحطات، في حين لم تظهر هذه الفروق في القيم بين محطات الدراسة. وسجلت النتائج وجود ارتباط معنوي طردي بين الخارصين المتبادل والكاديوم المتبادل ($r = 0.479, P < 0.01$)، وارتباطاً معنوياً طردياً بين الخارصين المتبقي وكل من الكاديوم المتبادل والحديد المتبقي والمنغنيز المتبقي والنيكل المتبادل والرصاص المتبقي ($r = 0.691, P < 0.01$) و($r = 0.602, P < 0.01$) و($r = 0.576, P < 0.01$) و($r = 0.680, P < 0.01$) و($r = 0.600, P < 0.01$) على التوالي. ولم تظهر ارتباطات معنوية بين الخارصين بجزيئيه المتبادل والمتبقي في الرواسب وبين الصفات الفيزيائية والكيميائية للماء او مع الكربون العضوي الكلي وحجم الحبيبات في الرواسب.



شكل (٢٧): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النيكل والرصاص والخاصين في الشكليات المتبادل والمتبقي في رواسب نهر الفرات بوحدات (مايكروغرام/غم) على التوالي.

جدول (٦): التراكيز الكلية للعناصر الثقيلة في رواسب نهر الفرات (مايكروغرام/غم وزن جاف) للفترة من آذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.

الكوبلت				الكاديوم				رقم المحطة
شتاء ٢٠٠٥	خريف ٢٠٠٤	صيف ٢٠٠٤	ربيع ٢٠٠٤	شتاء ٢٠٠٥	خريف ٢٠٠٤	صيف ٢٠٠٤	ربيع ٢٠٠٤	
٨.١٠	٨.١١	٨.١٠	٨.١٠	١٠.٦٢	١٠.٦٢	١٣.٨١	١٠.٦٣	١
٨.٠٩	٨.١٠	٨.١١	٨.١١	١٠.٦٢	١٠.٦٢	١٣.٨١	١٠.٦٤	٢
٨.١٠	٨.٠٩	٨.١٠	٨.١٠	١٠.٦٢	١٠.٦٢	١٣.٨١	١٠.٦٢	٣
٨.٠٩	٨.٠٩	٨.١١	٨.١١	١٠.٦١	١٠.٦٣	١٣.٨١	١٠.٦١	٤
٨.١٠	٨.١٠	٨.١٠	٨.١١	١٠.٦١	١٠.٦٢	١٣.٨٢	١٠.٦٣	٥
٨.١٠	٨.١٠	٨.١٠	٨.١٠	١٠.٦٢	١٠.٦١	١٣.٨١	١٠.٦٢	٦
٨.٠٩	٨.١٢	٨.١١	٨.١١	١٠.٦٢	١٠.٦٢	١٣.٨١	١٠.٦٠	٧
النحاس				الكروم				
١٤.٢٠	١٤.١٦	١٤.١٤	١٤.٤٢	٠.٢٠	٠.٢٤	٠.٤٩	٠.٤٠	١
١٤.٢٠	١٤.١٦	١٤.١٨	١٤.٢١	٠.٢٢	٠.٤٣	٠.٤٠	٠.٤١	٢
١٤.٢١	١٤.١٧	١٤.١٤	١٤.١٨	٠.٤٣	٠.٤٨	٠.٤٦	٠.٤٠	٣
١٤.٢٢	١٤.١٨	١٤.١٤	١٤.٢٠	٠.٣٥	٠.٤٤	٠.٥٨	٠.٤١	٤
١٤.٢٣	١٤.١٨	١٤.١٥	١٤.٢٣	٠.٢٠	٠.٤٤	٠.٢٠	٠.٤١	٥
١٤.١٩	١٤.١٧	١٤.١٤	١٤.٢١	٠.٣٥	٠.٥٠	٠.٤٣	٠.٣٨	٦
١٤.٢٠	١٤.١٥	١٤.١٣	١٤.٢٣	٠.٣٥	٠.٤٢	٠.٤٠	٠.٣٨	٧
المنغنيز				الحديد				
٣٥.١٨	٣٥.١٩	٣٥.٢٣	٣٥.٢١	٦٥٥.٢٧	٦٥٥.٥٥	٦٨٢.٤٤	٦٦١.٠٤	١
٣٥.١٨	٣٥.١٤	٣٥.٢١	٣٥.١٨	٦٥٨.٣٧	٦٥٩.٢١	٦٥٤.٧١	٦٦٦.٩٥	٢
٣٥.١٦	٣٥.١٨	٣٥.١٩	٣٥.١٧	٦٥٨.٥١	٦٥٧.٨١	٦٧٤.٧	٦٦٥.١٢	٣
٣٥.١٥	٣٥.١٨	٣٥.٣٤	٣٥.٢٤	٦٥٤.١٤	٦٥٣.٠٢	٦٩٠.٧٥	٦٣٤.١٦	٤
٣٥.١٦	٣٥.١٥	٣٥.٢٠	٣٥.٢٠	٦٥٧.٢٤	٦٤٨.٩٣	٦٩٣.٤٢	٦٤٦.٢٦	٥
٣٥.١٣	٣٥.١٥	٣٥.١٧	٣٥.٢٣	٦٦٠.٠٦	٦٥٢.٧٤	٦٧٤	٦٤٦.١٢	٦
٣٥.١٩	٣٥.١٩	٣٥.٢٣	٣٥.٢٦	٦٦١.٣٢	٦٤٨.٦٥	٦٧١.٧٢	٦٤٧.٨١	٧

تابع الى جدول (٦).

الرصاص				النيكل				
٠.٥١٥	٠.٥١٤	٠.٥٢	٠.٥١٦	٠.١٩٥	٠.١٩٤	٠.٢٠٠	٠.١٩٤	١
٠.٥١٥	٠.٥١٥	٠.٥٣	٠.٥١٦	٠.١٩٦	٠.١٩٥	٠.٢٠٠	٠.١٩٤	٢
٠.٥١٦	٠.٥١٤	٠.٥٣	٠.٥١٤	٠.١٩٦	٠.١٩٤	٠.٢٠٠	٠.١٩٢	٣
٠.٥١٤	٠.٥١٤	٠.٥٤	٠.٥١٤	٠.١٩٣	٠.١٩٦	٠.١٨٩	٠.١٩٤	٤
٠.٥١٣	٠.٥١٢	٠.٥٣	٠.٥١٦	٠.١٩٢	٠.١٩٥	٠.١٩٠	٠.١٩٥	٥
٠.٥١٦	٠.٥١٦	٠.٥٢	٠.٥١٥	٠.١٩٦	٠.١٩٤	٠.٢١٠	٠.١٩٣	٦
٠.٥١٥	٠.٥١٥	٠.٥٦	٠.٥١٤	٠.١٩٤	٠.١٩٦	٠.٢١٠	٠.١٩٥	٧
الخاصين								
٦٠.١٠	٦٠.٠٩	٦٠.١٨	٦٠.١٩	٦٠.١٨	٦٠.١٩	٦٠.١٩	٦٠.١٩	١
٦٠.٠٩	٦٠.٠٩	٦٠.٢٠	٦٠.١٤	٦٠.٢٠	٦٠.١٤	٦٠.١٤	٦٠.١٤	٢
٦٠.١٠	٦٠.٠٩	٦٠.١٧	٦٠.١١	٦٠.١٧	٦٠.١١	٦٠.١١	٦٠.١١	٣
٦٠.١١	٦٠.١١	٦٠.٥٠	٦٠.١٥	٦٠.٥٠	٦٠.١٥	٦٠.١٥	٦٠.١٥	٤
٦٠.١٤	٦٠.٠٩	٦٠.١٩	٦٠.١٨	٦٠.١٩	٦٠.١٨	٦٠.١٨	٦٠.١٨	٥
٦٠.١٤	٦٠.١٢	٦٠.١٨	٦٠.١٣	٦٠.١٨	٦٠.١٣	٦٠.١٣	٦٠.١٣	٦
٦٠.١٣	٦٠.١٢	٦٠.١٧	٦٠.١٤	٦٠.١٧	٦٠.١٤	٦٠.١٤	٦٠.١٤	٧

٣-٤-٣: العناصر الثقيلة في النباتات المائية

درست التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز العناصر الثقيلة في اربعة انواع من النباتات المائية كما موضحة في الجداول (٨،٧) وكانت كما يأتي:-

Cd : ١-٣-٤-٣ الكاديوم

تراوحت تراكيز الكاديوم في نبات الشمبلان *Ceratophyllum demersum* بين (٢٧.٥٨) مايكروغرام/غم كحد اعلى في صيف ٢٠٠٤ و(٢١.١٧) مايكروغرام/غم كحد ادنى خلال شتاء ٢٠٠٥، وبلغ المعدل السنوي للكاديوم في هذا النبات (٢٢.٧٩) مايكروغرام/غم. اما في نبات *Potamogeton pectinatus* فتراوحت تراكيز الكاديوم بين (٢٧.٥٩) مايكروغرام/غم كحد اعلى خلال صيف ٢٠٠٤ و(٢١.١٨) مايكروغرام/غم كحد ادنى خلال شتاء ٢٠٠٥. اما المعدل السنوي للكاديوم في هذا النبات فقد بلغ (٢٢.٧٨) مايكروغرام/غم. وفي نبات البردي *Typha domingensis* فقد تراوحت بين (٢٧.٥٧) مايكروغرام/غم كحد اعلى في صيف ٢٠٠٤ و(٢١.١٨) مايكروغرام/غم في بقية فصول السنة، وبلغ المعدل السنوي لتركيز الكاديوم في نبات *T. domingensis* (٢٢.٧٧) مايكروغرام/غم. وتراوحت قيم الكاديوم في نبات القصب *Phragmites australis* بين (٢٧.٥٦) مايكروغرام/غم في الربيع والصيف و(٢١.١٨) مايكروغرام/غم في الشتاء، وسجل الكاديوم في نبات القصب معدلاً سنوياً مقداره (٢٤.٣٨) مايكروغرام/غم.

٢-٣-٤-٣: الكوبلت Co

اظهرت نتائج الدراسة عدم تغاير معدلات تركيز الكوبلت في النباتات المدروسة بشكل واضح اذ تراوحت بين (١٦.١٩) مايكروغرام/غم كحد اعلى و(١٦.١٨) مايكروغرام/غم كحد ادنى في جميع محطات الدراسة وفي النباتات الاربعة المدروسة، وبلغ المعدل السنوي للكوبلت في هذه النباتات (١٦.١٨) مايكروغرام/غم.

٣-٣-٤-٣: الكروم Cr

تراوحت تراكيز الكروم ما بين (١.٣-٠.٨٠) مايكروغرام/غم في النباتات المائي *Ceratophyllum demersum* اذ سجل ادنى معدل خلال فصل الصيف واعلى معدل في فصل الشتاء وسجل (١.٠٥) مايكروغرام/غم كمعدل سنوي في نبات *C. demersum* (جدول ٨).

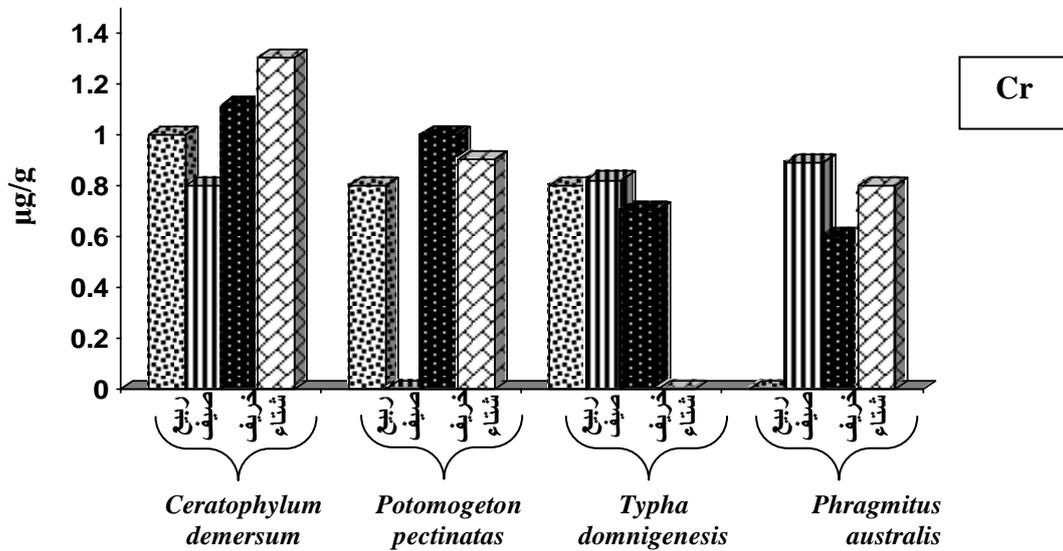
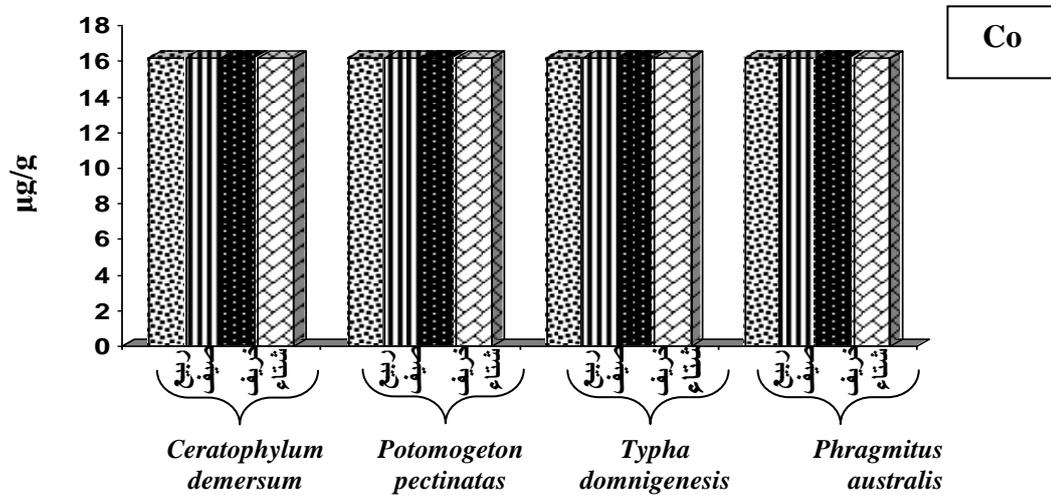
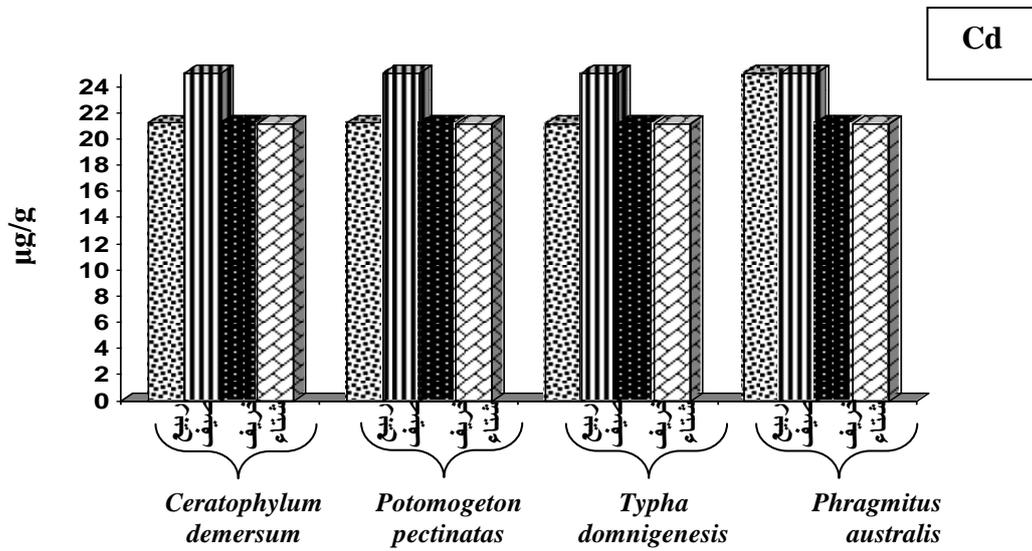
وفي نبات *Potamogeton pectinatus* فقد تراوحت التراكيز بين القراءات غير المحسوسة في صيف ٢٠٠٤ و(١.٠) مايكروغرام/غم في خريف ٢٠٠٤. اما المعدل السنوي للكروم فيه فكان (٠.٦٨) مايكروغرام/غم، وتراوحت بين القراءات غير المحسوسة وبين (٠.٨٢) مايكروغرام/غم في نبات *Typha domingensis* اذ كان ادنى معدل خلال شتاء ٢٠٠٥ (N.D.) واعلى معدل خلال صيف ٢٠٠٤ (٠.٨٢) مايكروغرام/غم وبلغ المعدل السنوي (٠.٥٨) مايكروغرام/غم.

اما في نبات القصب *P.australis* فقد كان ادنى معدل لتركيز الكروم خلال ربيع ٢٠٠٤ (N.D.) واعلى معدل كان خلال صيف ٢٠٠٤ (٠.٨٩) مايكروغرام/غم وبلغ المعدل السنوي للكروم في نبات القصب (٠.٥٧) مايكروغرام/غم (جدول ٧).

جدول (٧): التغيرات الفصلية في تراكيز بعض العناصر الثقيلة (مايكروغرام/غم) في بعض النباتات المائية في نهر الفرات.

الخصائص	الرصاص	النيكل	المغنيز	الحديد	النحاس	الكروم	الكوبلت	الكلورين	العنصر الفصل	النباتات المائية الاسم الشائع والعلمي
١٢٠.٦٥	١.٠٢	٠.٣٨	٧٠.٦٥	١٢٠١.٥٨	٢٨.٣٦	١.٠٠	١٦.١٩	٢١.٢١	ربيع	الشميلان <i>Ceratophyllum demersum</i>
١٢٠.١٣	١.٠٣	٠.٣٩	٧٠.٠٧	١١٦٢.٧٣	٢٨.٢٦	٠.٨٠	١٦.١٩	٢٧.٥٨	صيف	
١٢٠.١٣	١.٠٣	٠.٣٨	٧٠.١٥	١١٦٢.٧٣	٢٨.٣٥	١.١١	١٦.١٨	٢١.١٩	خريف	
١٢٠.١٢	١.٠٤	٠.٤٠	٧٠.٢٧	١١٦٨.٣٦	٢٨.٢٨	١.٣٠	١٦.١٨	٢١.١٧	شتاء	
١١٩.٩٥	١.٠٢	٠.٣٨	٦٩.٩١	١١٩٣.٧٠	٢٨.٣٢	٠.٨٠	١٦.١٧	٢١.٢١	ربيع	<i>Potamogeton pectinatus</i>
١٢٠.٠٢	١.٠٣	٠.٣٩	٦٩.٨٧	١١٦٨.٣٦	٢٨.٢٦	N.D	١٦.١٨	٢٧.٥٧	صيف	
١٢٠.٠٠	١.٠٣	٠.٤١	٦٩.٩٦	١١٧٣.٩٩	٢٨.٣٤	١.٠٠	١٦.١٨	٢١.١٩	خريف	
١١٩.٩٤	١.٠٣	٠.٤٢	٦٩.٨٥	١١٦٨.٣٦	٢٨.٢٨	٠.٩٠	١٦.١٨	٢١.١٨	شتاء	
١١٩.٩٣	١.٠٢	٠.٣٨	٦٩.٨٥	١١٦٨.٣٦	٢٨.٣٠	٠.٨٠	١٦.١٨	٢١.١٨	ربيع	البردي <i>Typha domiginasis</i>
١١٩.٩٥	١.٠٣	٠.٤٠	٦٩.٩٩	١١٦٢.١٧	٢٨.٢٤	٠.٨٢	١٦.١٩	٢٧.٥٧	صيف	
١١٩.٩٤	١.٠٣	٠.٣٩	٦٩.٩٠	١١٦٢.١٦	٢٨.٣٧	٠.٧٠	١٦.١٨	٢١.١٨	خريف	
١١٩.٩٧	N.D	٠.٤٠	٦٩.٨٨	١١٦٢.١٧	٢٨.٢٧	N.D	١٦.١٨	٢١.١٨	شتاء	
١١٩.٩٤	١.٠٣	٠.٣٩	٦٩.٨٨	١١٥٧.١٠	٢٨.٢٨	N.D	١٦.١٨	٢٧.٥٦	ربيع	القصب <i>Phragmites australis</i>
١١٩.٩٣	١.٠٤	٠.٤٠	٦٩.٨٣	١١٥٤.٨٥	٢٨.٢٧	٠.٨٩	١٦.١٨	٢٧.٥٦	صيف	
١١٩.٩٤	١.٠٣	٠.٣٨	٦٩.٨٢	١١٦٠.٤٨	٢٨.٣٥	٠.٦٠	١٦.١٨	٢١.٢٠	خريف	
١١٩.٩٥	١.٠٣	٠.٤١	٦٩.٩٢	١١٧٨.٥٠	٢٨.٢٩	٠.٨٠	١٦.١٨	٢١.١٨	شتاء	

N.D: غير محسوس



شكل (٢٨): التغيرات الفصلية في معدلات تركيز عناصر الكاديوم والكوبلت والكروم في النباتات المائية قيد الدراسة بوحدات (مايكروغرام/غم) على التوالي.

٤-٣-٤-٣: النحاس Cu

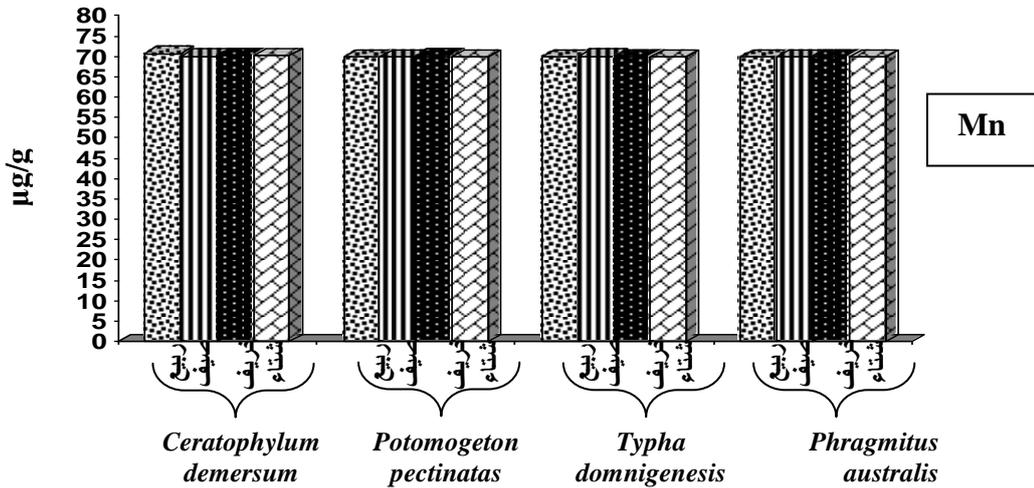
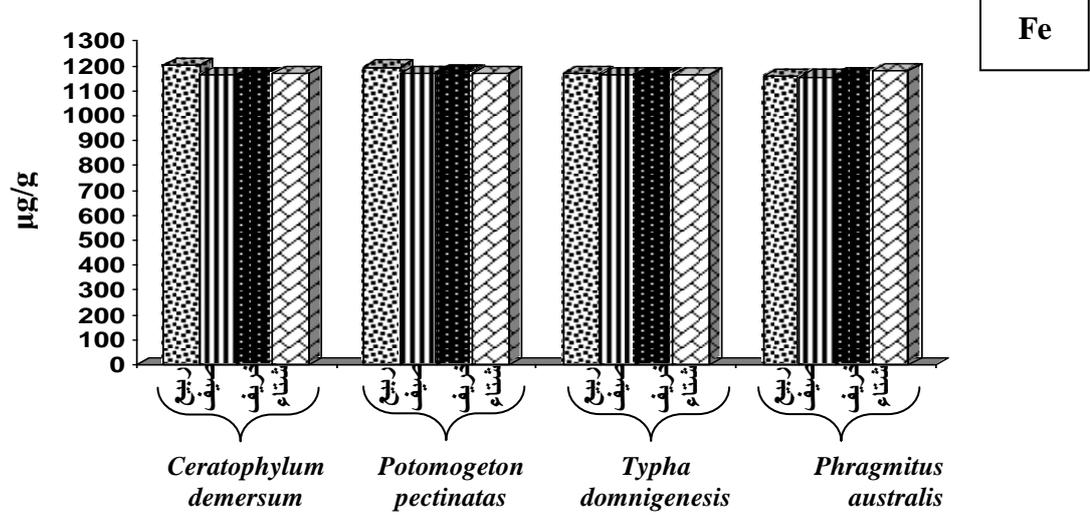
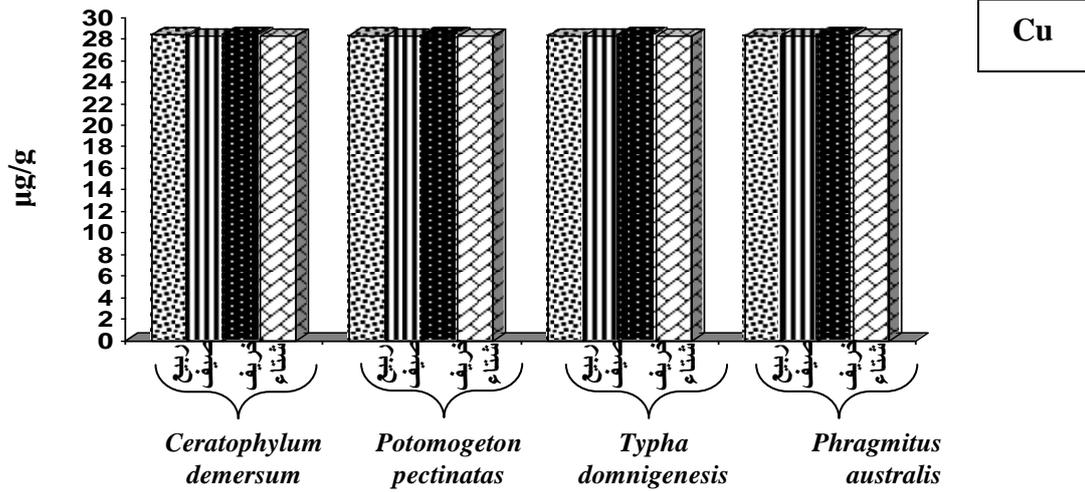
تراوحت تراكيز النحاس ما بين (٢٨.٢٤) مايكروغرام/غم كحد ادنى في النباتات *Typha domingensis* خلال صيف ٢٠٠٤ وبين (٢٨.٣٧) مايكروغرام/غم كحد اعلى في النباتات نفسه خلال خريف ٢٠٠٤، وكان اقل معدل سنوي للنحاس في النباتات المدروسة هو (٢٨.٣٠) مايكروغرام/غم في نبات *Typha domingensis* واعلى معدل كان (٢٨.٣٢) مايكروغرام/غم في نبات *Potamogeton pectinatus* و *Phragmites australis*.

٣-٤-٣: الحديد Fe

تراوحت تراكيز الحديد في النبات *Ceratophyllum demersum* بين (١١٦٢.٧٣) - (١٢٠١.٥٨) مايكروغرام/غم، اذ سجل ادنى معدل خلال الصيف والخريف واعلى معدل خلال الربيع. اما المعدل السنوي للحديد في هذا النبات فقد كان (١١٧٣.٨٥) مايكروغرام/غم، اما في النبات *Potamogeton pectinatus* فقد تراوحت تراكيز الحديد بين (١١٦٨.٣٦) - (١١٩٣.٧٠) مايكروغرام/غم اذ كان ادنى معدل خلال الصيف والشتاء واعلى معدل خلال الربيع وبلغ المعدل السنوي للحديد في انسجة هذا النبات (١١٧٦.١٠) مايكروغرام/غم، وفي النبات *Typha domingensis* فقد كان ادنى معدل للحديد في فصل الخريف واعلى معدل خلال فصل الربيع حيث تراوحت التراكيز بين (١١٦٢.١٦) - (١١٦٨.٣٦) مايكروغرام/غم وسجل (١١٦٣.٧٢) كمعدل سنوي للحديد في انسجة نبات *Typha domingensis*. وتراوحت تراكيز الحديد في نبات القصب *Phragmites australis* بين (١١٥٤.٨٥) - (١١٧٨.٥٠) مايكروغرام/غم، اذ سجل ادنى معدل خلال صيف ٢٠٠٤ واعلى معدل خلال شتاء ٢٠٠٥. اما المعدل السنوي لتراكيز الحديد في نبات القصب فقد بلغ (١١٦٢.٧٣) مايكروغرام/غم.

٣-٤-٦: المنغنيز Mn

تراوحت قيم المنغنيز في النبات *Ceratophyllum demersum* بين (٧٠.٠٧) - (٧٠.٦٥) مايكروغرام/غم اذ كان ادنى معدل في فصل الصيف واعلى معدل في فصل الربيع، وبلغ المعدل السنوي لتراكيز المنغنيز في هذا النبات (٧٠.٢٩) مايكروغرام/غم، وفي النبات *Potamogeton pectinatus* فقد تراوحت قيم المنغنيز بين (٧٠.٦٥) - (٦٩.٩٨) مايكروغرام/غم.



شكل (٢٩): التغيرات الفصلية في معدلات تركيز عناصر النحاس والحديد والمنغنيز في النباتات المائية قيد الدراسة بوحدة (مايكروغرام/غم) على التوالي.
 مايكروغرام/غم اذ سجل اعلى معدل في الربيع وادنى معدل في الصيف وكان المعدل السنوي للحديد في هذا النبات هو (٦٩.٨٩) مايكروغرام/غم. وتراوح قيم المنغنيز في نبات البردي

Typha domingensis بين (٦٩.٨٥-٦٩.٩٩) مايكروغرام/غم اذ كان اعلى معدل في الصيف واقل معدل في الربيع وبلغ المعدل السنوي لهذا العنصر (٦٩.٩٠) مايكروغرام/غم. اما في نبات القصب *Phragmites australis* فقد تراوحت التراكيز بين (٦٩.٨٢) مايكروغرام/غم كحد ادنى خلال فصل الخريف و(٦٩.٩٢) مايكروغرام/غم كحد اعلى خلال فصل الشتاء.

٣-٤-٣-٧: النيكل Ni

اظهرت نتائج الدراسة وجود تراكيز قليلة وبمعدلات متقاربة للنيكل في النباتات المدروسة، اذ لوحظ ان اعلى معدل كان (٠.٤٢) مايكروغرام/غم في النبات *Potamogeton pectinatus* خلال شتاء ٢٠٠٥ واقل معدل (٠.٣٨) مايكروغرام/غم في بقية النباتات خلال الربيع والخريف.

اما المعدل السنوي فقد كان (٠.٣٨) مايكروغرام/غم كحد ادنى في نبات القصب *Phragmites australis* و(٠.٤٠) مايكروغرام/غم كحد اعلى في النبات *Potamogeton pectinatus* (جدول ٨).

٣-٤-٣-٨: الرصاص Pb

تراوحت تراكيز الرصاص بين التركيز غير المحسوس في انسجة النبات *T. domingensis* خلال شتاء ٢٠٠٥ وبين (١.٠٤) مايكروغرام/غم في كل من النبات *C. demersum* خلال شتاء ٢٠٠٥ والنبات *Phragmites australis* خلال صيف ٢٠٠٤. اما المعدل السنوي لتركيز الرصاص في هذه النباتات فقد تراوحت بين (٠.٧٧) مايكروغرام/غم في النبات *Typha domingensis* وبين (١.٠٣) مايكروغرام/غم في النبات *Ceratophyllum demersum* والنبات *Phragmites australis*.

٣-٤-٣-٩: الخارصين

تراوحت تراكيز الرصاص بين (١١٩.٩٣) مايكروغرام/غم في انسجة النبات *Typha domingensis* خلال ربيع ٢٠٠٤ والنبات *Phragmites australis* خلال صيف ٢٠٠٤ كحد ادنى وبين (١٢٠.٦٥) مايكروغرام/غم في النبات *Ceratophyllum demersum* خلال ربيع ٢٠٠٤. اما المعدل السنوي للخارصين في هذه النباتات المائية فقد تراوح بين (١١٩.١٤) مايكروغرام/غم كحد ادنى في النبات *Phragmites australis* و(١٢٠.٢٦) كحد اعلى في النبات *Ceratophyllum demersum*.

واظهرت نتائج التحليل الاحصائي عدم وجود فروق معنوية ($P > 0.01$) في تراكيز العناصر الثقيلة بين انواع النباتات المدروسة باستثناء عنصر المنغنيز Mn فقد لوحظ وجود فروق معنوية في قيمته بين الانواع النباتية قيد الدراسة، وكذلك تبين وجود فروق معنوية ($P < 0.01$) في قيم هذه العناصر بين مواسم الدراسة وفي جميع النباتات المدروسة باستثناء عنصر الكوبلت في النبات *Ceratophyllum demersum*، اذ لم تظهر فروق معنوية بين مواسم الدراسة وسجل وجود ارتباط معنوي طردي بين عنصر الكوبلت وكل من الرصاص والكاديوم ($r=1, P < 0.01$) و ($r=1, P < 0.01$) في النبات *Potamogeton pectinatas* وبين الرصاص والكروم ($r=0.99, P < 0.01$) في النبات *Typha domingensis*، ولم تلاحظ ارتباطات معنوية بين بقية العناصر في النباتات.

ولوحظ وجود ارتباط معنوي طردي بين عنصر الرصاص الذائب في الماء وبين عنصر النحاس في النباتات المدروسة ($r=0.507, P < 0.01$) وبين الكاديوم الذائب وكل من النحاس والكوبلت في النباتات ($r=0.591, P < 0.01$)، ($r=0.548, P < 0.01$) على التوالي، في حين لم

يلاحظ وجود ارتباطات اخرى بين العناصر الثقيلة الذائبة في الماء وبين التي تلك في النباتات تحت الدراسة.

وتبين من نتائج الدراسة ان قيمة معامل التركيز الحياتي للعناصر في النباتات المائية قيد الدراسة اعلى من قيمة معامل الترسيب الحياتي (جدول ١٢)، وسجلت النتائج ترتيب معامل التركيز الاحيائي B.C.F للنباتات المائية كالآتي:-

Ni<Pb<Cd<Fe<Cu<Zn<Mn<Co<Cr: *Ceratophyllum demersum*

Ni<Cr<Pb<Cd<Fe<Mn<Cu<Zn<Co: *Potamogeton pectinatus*

Ni<Pb<Cr<Cd<Fe<Cu<Zn<Mn<Co: *Typha domingensis*

Ni<Cr<Pb<Fe<Cd<Cu<Mn<Zn<Co: *Phragmitus austaralis*

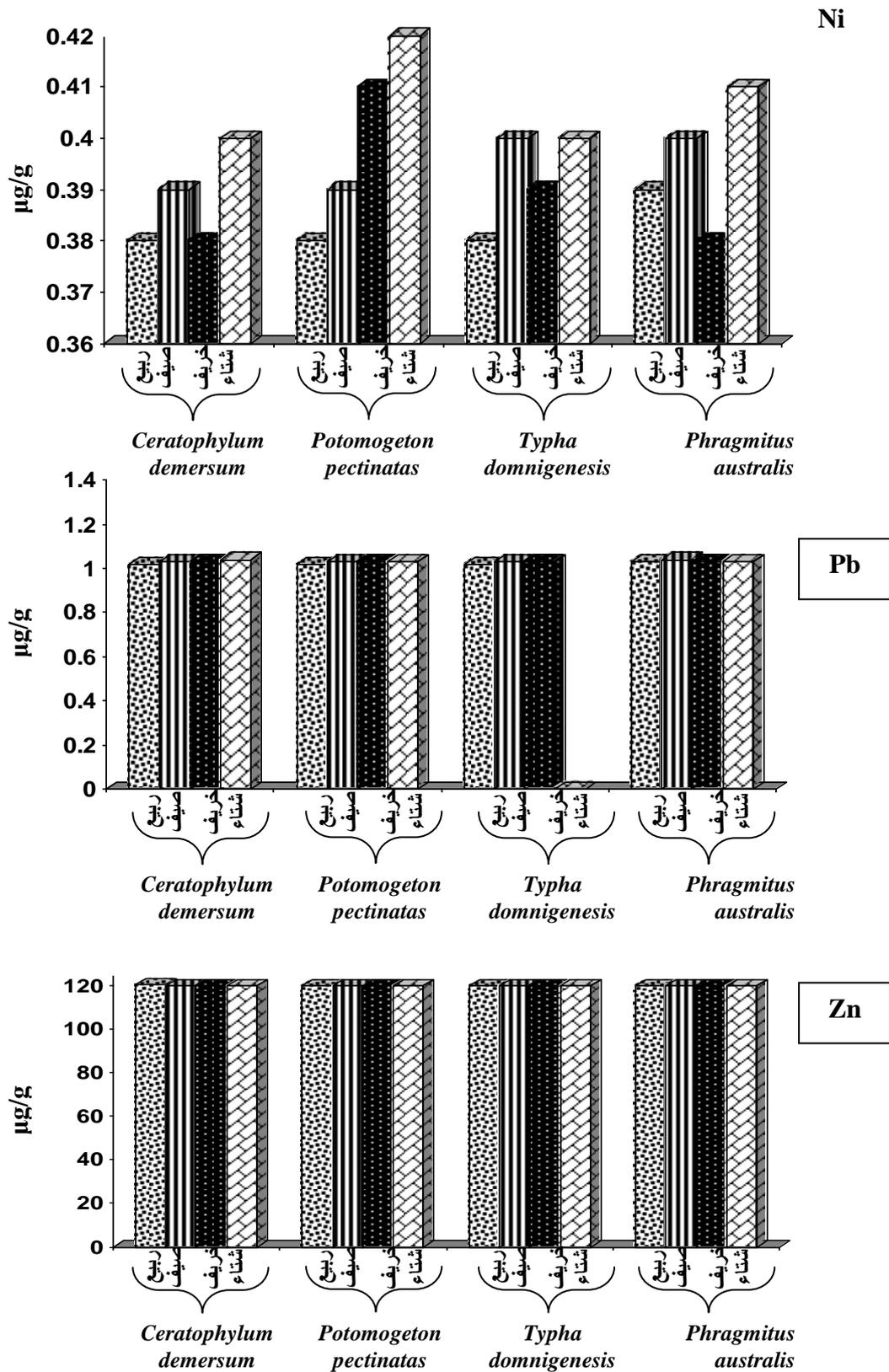
اما قيم معامل الترسيب الاحيائي B.S.F. فكانت كالآتي:-

Ni<Pb<Fe<Zn<Mn<Co<Cu<Cd<Cr: *Ceratophyllum demersum*

Ni<Cr<Pb<Zn<Fe<Mn<Co<Cu<Cd: *Potamogeton pectinatus*

Ni<Cr<Pb<Fe<Zn<Mn<Co<Cu<Cd: *Typha domingensis*

Ni<Cr<Pb<Fe<Zn<Mn<Co<Cu<Cd: *Phragmitus austaralis*



شكل (٣٠): التغيرات الفصلية في معدلات تركيز عناصر النيكل والرصاص والخرصين في النباتات المائية قيد الدراسة بوحدات (مايكروغرام/غم) على التوالي.

٣-٤-٤ : العناصر الثقيلة في انسجة المحار **Heavy Metals in clam tissues**

درست التغيرات الفصلية في تراكيز العناصر الثقيلة في أنسجة نوعين من محارات المياه العذبة في نهر الفرات وهي *Corbicula fluminea* و *Unio tigridis* (جدول ١٠) و (جدول ١١)، إذ كانت تراكيز العناصر في كلا النوعين حسب النظام الآتي:-

الحديد < الخارصين < المنغنيز < النحاس < الكاديوم < الكوبلت < الرصاص < الكروم < النيكل

ويلاحظ تقارب تراكيز العناصر المدروسة في كلا نوعي المحار وقلة التغيرات الفصلية في ذلك، وكان المعدل السنوي لتركيز العناصر الثقيلة في أنسجة المحار *C. fluminea* للكاديوم (٣٥.٢٩) مايكروغرام/غم والكوبلت (٢٦.٩٦) مايكروغرام/غم والكروم (١.٣٨) مايكروغرام/غم والنحاس (٤٧.١٤) مايكروغرام/غم والحديد (١٩٤٧.٢) مايكروغرام/غم والمنغنيز (١١٦.٣٦) مايكروغرام/غم والنيكل (٠.٦٤) مايكروغرام/غم والرصاص (١.٧١) مايكروغرام/غم والخارصين (٢٠٠.١٢) مايكروغرام/غم (جدول ١٠).

أما في النوع *Unio tigridis* فكان المعدل السنوي للكاديوم (٣٥.٣) مايكروغرام/غم والكوبلت (٢٦.٩٦) مايكروغرام/غم والكروم (١.٣٥) مايكروغرام/غم والنحاس (٤٧.١٦) مايكروغرام/غم والحديد (١٩٦٢.٢) مايكروغرام/غم والمنغنيز (١١٨.٥) مايكروغرام/غم والنيكل (٠.٦٤) مايكروغرام/غم والرصاص (١.٧١) مايكروغرام/غم والخارصين (٢٠٠.٢٢) مايكروغرام/غم (جدول ١٠).

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية ($P < ٠.٠١$) في قيم العناصر الثقيلة بين أنواع المحار المدروسة باستثناء عنصر المنغنيز فقد بينت النتائج وجود فروق معنوية في ذلك. في حين ظهرت فروق معنوية ($P < ٠.٠١$) في قيم العناصر بين مواسم الدراسة وكلا نوعي المحار تحت الدراسة.

وسجلت الدراسة وجود ارتباط معنوي طردي بين الكاديوم وكل من الكوبلت والنحاس على التوالي ($r = ٠.٩٩$, $P < ٠.٠١$) و ($r = ٠.٩٩$, $P < ٠.٠١$) في النوع *Unio tigridis*، بينما لم يلاحظ وجود ارتباطات بين بقية العناصر.

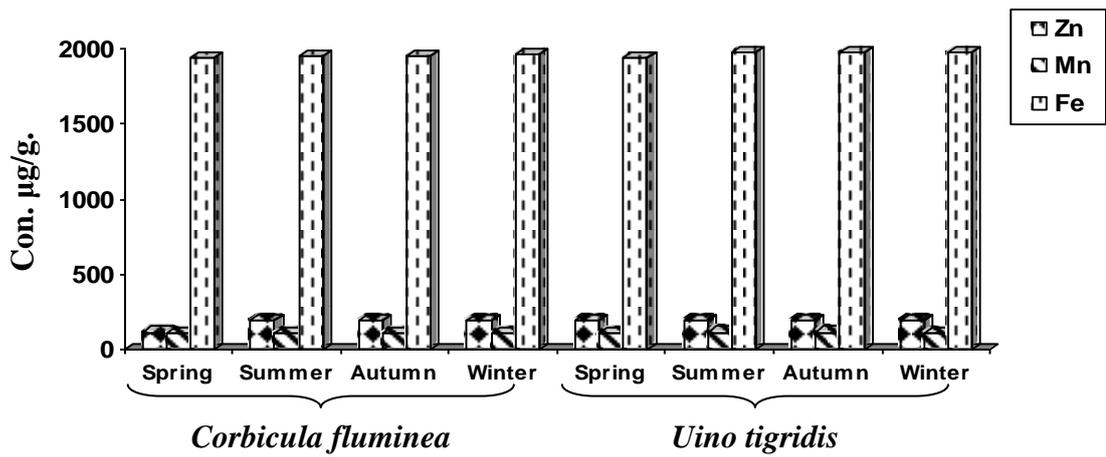
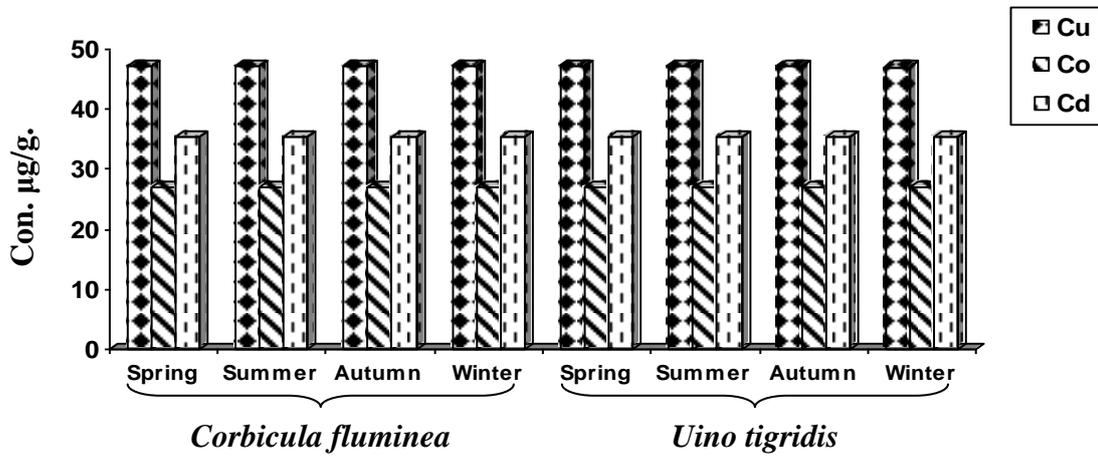
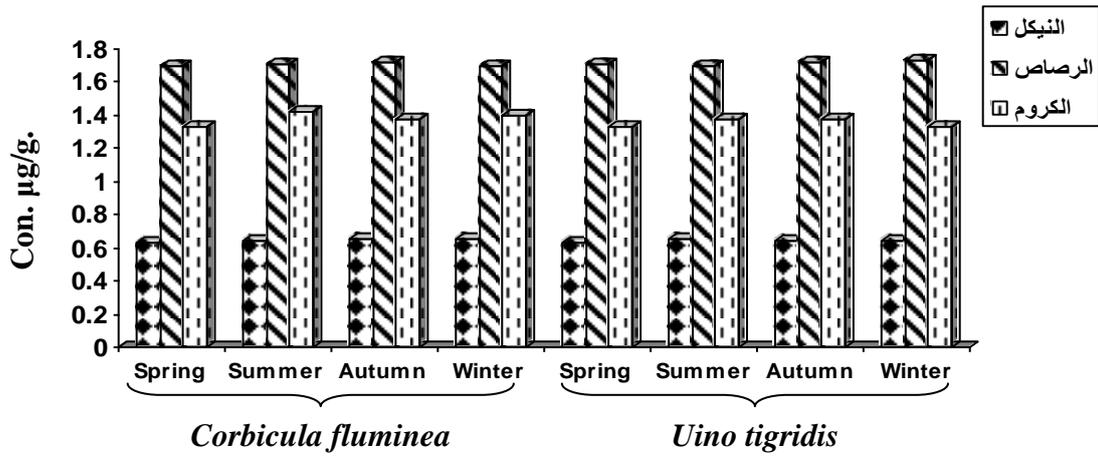
وأظهرت النتائج وجود ارتباط معنوي عكسي بين الرصاص الذائب في الماء وبين الرصاص الموجودة في أنسجة المحار تحت الدراسة ($r = -٠.٨٩٥$, $P < ٠.٠١$)، وتبين وجود ارتباط معنوي طردي بين النيكل الذائب في الماء والمنغنيز في أنسجة المحار وبين الكاديوم الدقائق والحديد في نوعي المحار تحت الدراسة ($r = ٠.٨٨٩$, $P < ٠.٠١$) و ($r = ٠.٧٠٧$, $P < ٠.٠١$) على التوالي. ولم يظهر ارتباط معنوي آخر مع بقية العناصر.

أما معامل التركيز الأحيائي B.C.F ومعامل الترسيب الأحيائي B.S.F لأنواع المحار قيد الدراسة فموضحة في الجدول (١٢) حيث كان ترتيب معامل التركيز الأحيائي B.C.F كالاتي:-

Ni<Cd<Pb<Cr<Fe<Cu<Mn<Zn<Co : *Corbiculla fluminea*
Ni<Cd<Pb<Cr<Fe<Cu<Zn<Mn<Co : *Unio tigridis*

أما معامل الترسيب الأحيائي B.S.F فكان بالترتيب الآتي:-

Ni<Pb<Cr<Fe<Zn<Mn<Cd<Co<Cu : *Corbiculla fluminea*
Ni<Cr<Pb<Zn<Fe<Cd<Mn<Co<Cu : *Unio tigridis*



شكل (٣١): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز العناصر الثقيلة (مايكروغرام/غم) في انواع المحار *Uino tigridis* و *Corbicula fluminea* للفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.

٣-٤-٥: العناصر الثقيلة في السرطان النهري *Sesarma bolingeri*

يبين الجدول (١٣) التغيرات الفصلية في معدلات تركيز العناصر الثقيلة في كل من الاحشاء الداخلية والدرع الخارجي للسرطان *Sesarma bolingeri*، اذ كان تركيز العناصر الثقيلة المدروسة في الاحشاء والدرع يتبع النظام الاتي:-

الحديد < الخارصين < المنغنيز < النحاس < الكاديوم < الكوبلت < الرصاص < الكروم < النيكل

واظهرت العناصر تقارباً شديداً في تراكيزها بين الاحشاء الداخلية والدرع اذ كان اعلى معدل هو (٦٠٠.٥١) مايكروغرام/غم لعنصر الحديد في درع الحيوان خلال شتاء ٢٠٠٥ و اقل معدل هو (٠.١٩) مايكروغرام/غم لعنصر النيكل في الاحشاء خلال ربيع ٢٠٠٤ وفي الدرع خلال خريف ٢٠٠٤. اما المعدل السنوي لتراكيز العناصر في الاحشاء الداخلية فكان للكاديوم (١٠.٥٥) مايكروغرام/غم والكوبلت (٨.١١) مايكروغرام/غم والكروم (٠.٣٩) مايكروغرام/غم والنحاس (١٤.٣٢) مايكروغرام/غم والحديد (٥٨٩.٥) مايكروغرام/غم والمنغنيز (٣٥.١٢) مايكروغرام/غم والنيكل (٠.٢١) مايكروغرام/غم والرصاص (٠.٥٥) مايكروغرام/غم والخارصين (٦٠.٣٤) مايكروغرام/غم. اما في الدرع الخارجي فكانت المعدلات السنوية هي للكاديوم (١٠.٩٠) مايكروغرام/غم والكوبلت (٨.١٠) مايكروغرام/غم والكروم (٠.٣٧) مايكروغرام/غم والنحاس (١٤.٢٠) مايكروغرام/غم والحديد (٥٨٩.٣٩) مايكروغرام/غم والمنغنيز (٣٤.٩٨) مايكروغرام/غم والنيكل (٠.٢٦) مايكروغرام/غم والرصاص (٠.٦٤) مايكروغرام/غم والخارصين (٦٠.١٠) مايكروغرام/غم (جدول ١٣).

اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية ($P < ٠.٠١$) في قيم العناصر الثقيلة بين مواسم الدراسة المختلفة في كل من الاحشاء الداخلية والدرع. في حين لم تظهر فروق معنوية ($P > ٠.٠١$) في قيم العناصر بين كل من الدرع الخارجي والاحشاء الداخلية باستثناء عنصر النحاس والخارصين اذ ظهر ان هنالك فروقاً معنوية ($P > ٠.٠١$) في تراكيزها بين الاحشاء والدرع وفي جميع مواسم الدراسة.

لم تسجل الدراسة ارتباطاً معنوياً ($P > ٠.٠١$) بين العناصر المدروسة في كل من الاحشاء الداخلية والدرع الخارجي للسرطان تحت الدراسة باستثناء ارتباط الحديد مع الخارصين ارتباطاً عكسياً ($r = -٠.٩٩, P < ٠.٠١$) في الدرع الخارجي فقط.

وتبين وجود ارتباط معنوي عكسي بين النحاس الذائب في الماء والكوبلت في احشاء ودرع السرطان تحت الدراسة ($r=-0.741$, $P<0.01$) وبين عنصر النيكل الذائب في الماء والكروم في الاحشاء الداخلية والدرع ($r=-0.761$, $P<0.01$) وبين الحديد الدقائقي وعنصر النحاس في جزئي السرطان تحت الدراسة ($r=-0.522$, $P<0.01$)، كذلك لوحظ ارتباط عكسي بين النحاس في الجزء المتبادل من الرواسب وبين الحديد في الاحشاء والدرع ($r=-0.508$, $P<0.01$) وبين النيكل في الجزء المتبادل والنيكل في الاحشاء والدرع ($r=-0.695$, $P<0.01$).

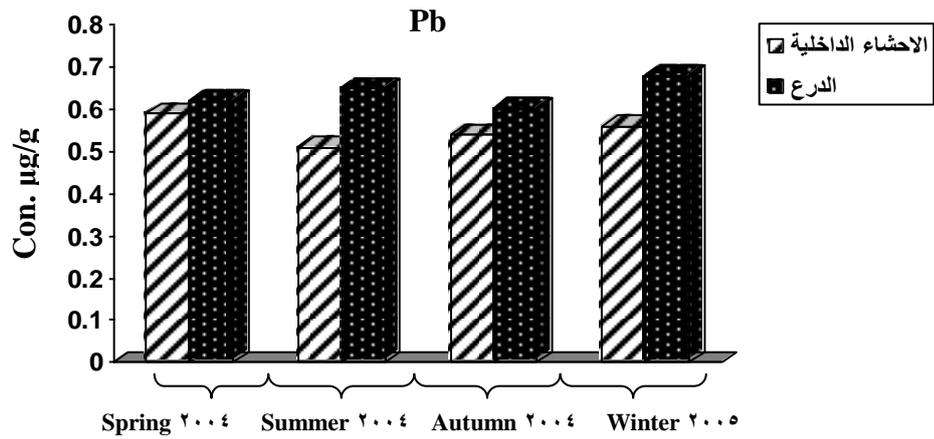
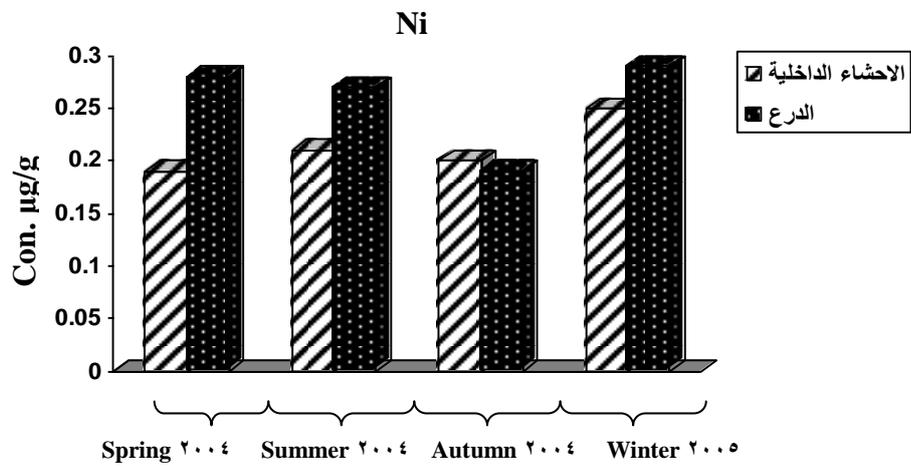
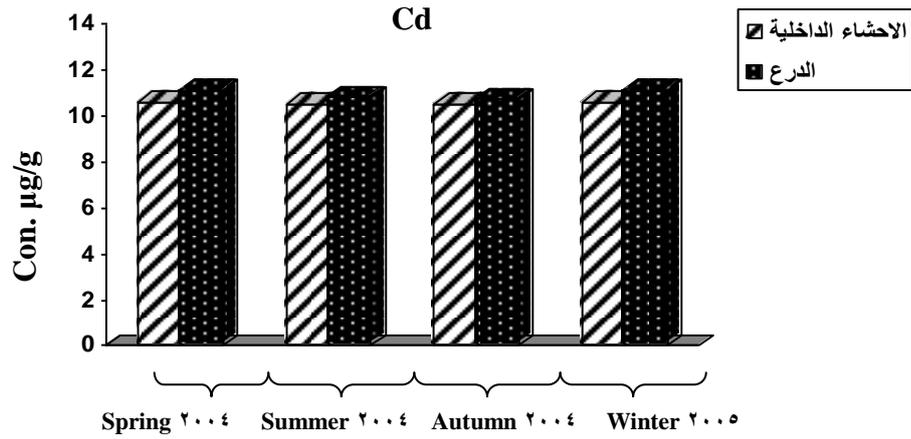
كما سجلت الدراسة وجود ارتباط معنوي طردي بين الكاديوم الذائب في الماء والمنغنيز في احشاء ودرع السرطان تحت الدراسة ($r=0.750$, $P<0.01$) وبين الكروم الدقائقي والكروم الموجود في السرطان ($r=0.484$, $P<0.01$) وبين الحديد الدقائقي والكوبلت في الاحشاء والدرع ($r=0.484$, $P<0.01$) وبين المنغنيز الدقائقي والكوبلت في السرطان ($r=0.540$, $P<0.01$)، كذلك لوحظ وجود ارتباط معنوي طردي بين الكوبلت في الجزء المتبادل من الرواسب وبين الكاديوم في الاحشاء الداخلية والدرع للسرطان تحت الدراسة.

اما قيم معامل التركيز الاحيائي B.C.F ومعامل الترسيب الاحيائي B.S.F، موضحة في الجدول (١٤) اذ ظهر ان قيمة معامل التركيز الاحيائي اعلى من قيمة معامل الترسيب الاحيائي. واطهرت نتائج الدراسة الحالية بأن معامل التركيز الاحيائي B.C.F للسرطان يتبع النظام الاتي:-

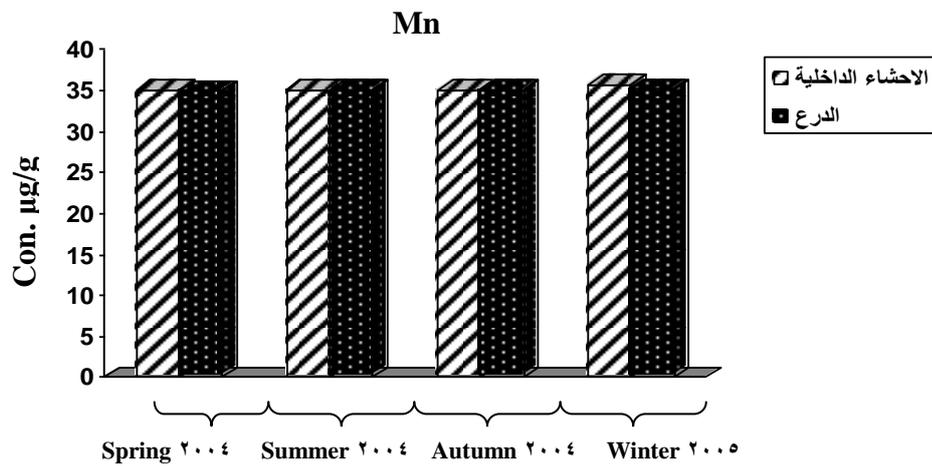
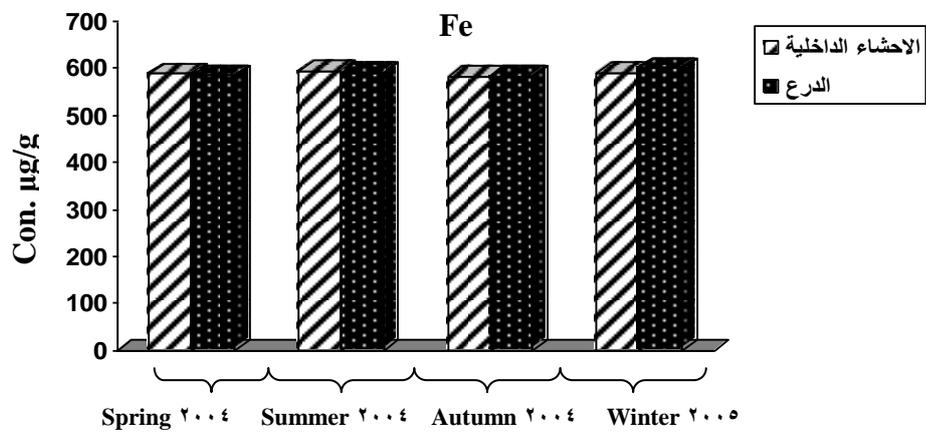
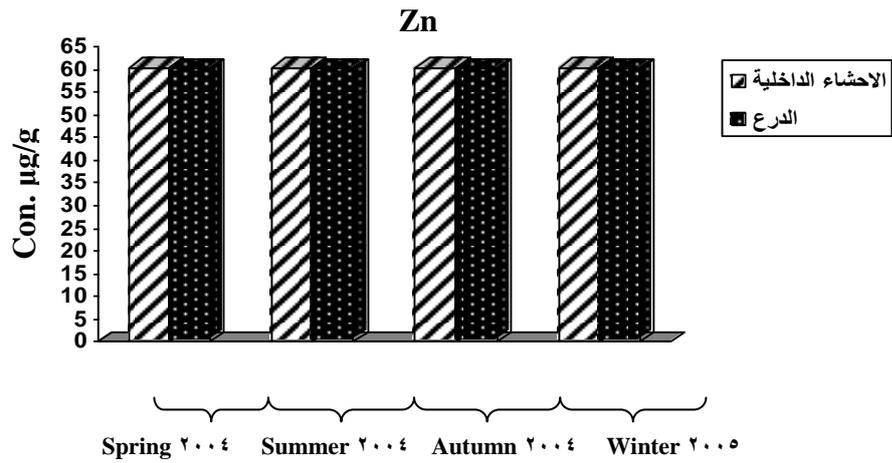
Ni<Cd<Cr<Pb<Fe<Mn<Zn<Cu<Co -الاحشاء الداخلية
Ni<Cr<Cd<Fe<Cu<Zn, Mn<Pb<Co -الدرع الخارجي

اما قيم معامل الترسيب الاحيائي B.S.F فقد كانت كالآتي:-

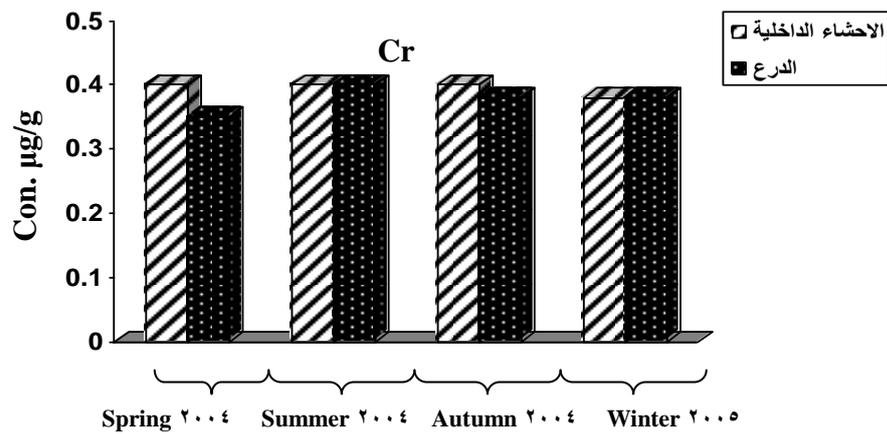
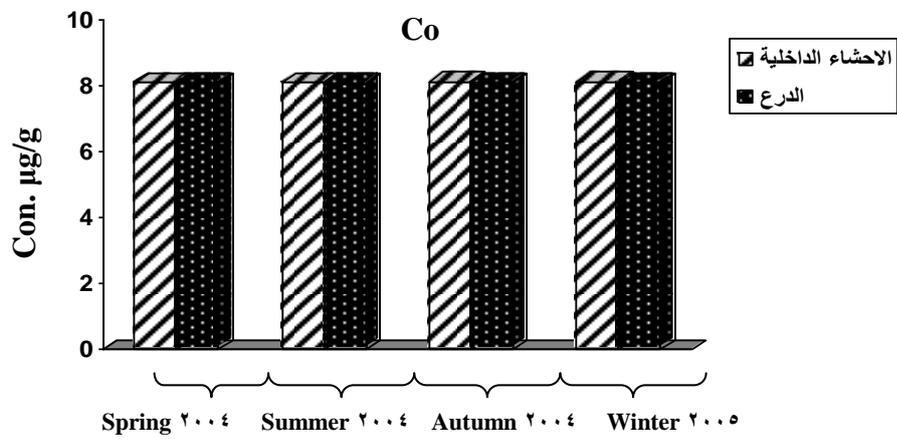
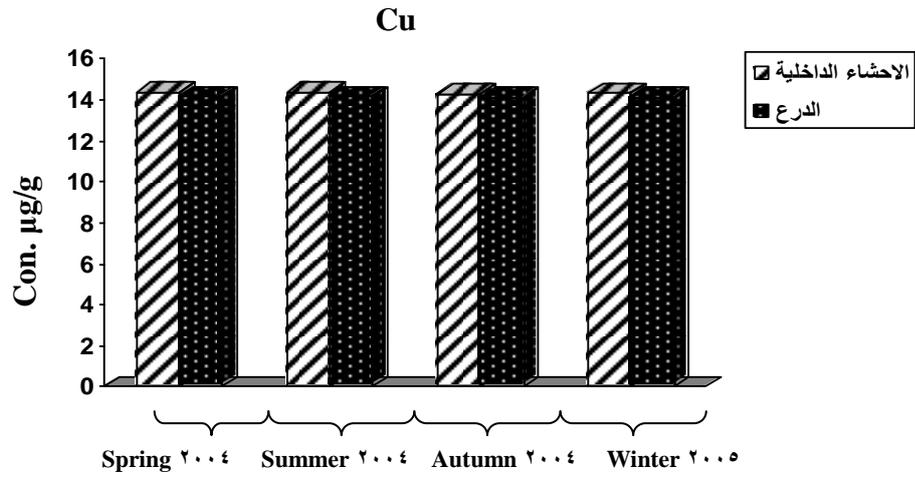
Ni<Cr<Zn,Fe<Pb,Mn<Cd<Co<Cu -الاحشاء الداخلية
Ni<Cr<Zn<Fe<Mn<Cd<Co,Cu<Pb -الدرع الخارجي



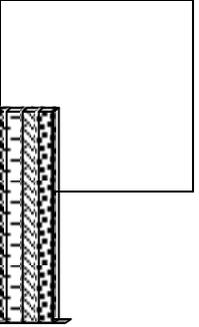
شكل (٣٢): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر الكاديوم والنيكل والرصاص (مايكروغرام/غم) في السرطان النهري *Sesarma boulengeri*.



شكل (٣٣): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر الحديد والمنغنيز والزنك (مايكروغرام/غم) في السرطان النهري *Sesarma boulengeri*.



شكل (٣٤): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النحاس والكوبلت والكروم (مايكروغرام/غم) في السرطان النهري *Sesarma boulengeri*.



Chapter Four الفصل الرابع

٤- المناقشة Discussion

٤-١: الصفات الفيزيائية والكيميائية للماء Physical & Chemical characteristics of water

تتأثر الصفات الهيدرولوجية والكيميائية والبايولوجية لمياه الأنهار بالعديد من العوامل منها المناخ والخواص الجيولوجية والغطاء النباتي (Wetzel, ٢٠٠١). إذ إن لدرجة الحرارة تأثيراً مباشراً على العمليات الحيوية في الأحياء المائية (Winer, ٢٠٠٠)، إذ إن التغيرات في درجة حرارة الماء تبعاً للموقع ربما يعود إلى التأثيرات الحرارية للشمس وانتقال ذلك خلال عمود الماء (Saad, ١٩٧٨). كما تعد الحرارة من المحددات الأساسية لكثافة الماء والتي ترتبط مباشرة بالملوحة مما يجعلها تحدد توزيع الكائنات في الجسم النباتي (Smith, ٢٠٠٤).

أظهرت نتائج الدراسة أن درجة حرارة الماء تميل لأن تتبع التغيرات في درجة حرارة الهواء وقد يعزى هذا إلى ضحالة العمق وزيادة المساحة السطحية للماء مقارنة بالحجم (Welch, ١٩٥٢) وأكد ذلك ظهور ارتباط معنوي طردي بينهما. كما أن التغيرات الموقعية في درجة حرارة الهواء والماء ربما تعود إلى اختلاف وقت أخذ العينات وهذا جاء متوافقاً مع (اللامي وجماعته، ٢٠٠١؛ سعد الله وجماعته، ٢٠٠٠؛ Hassan et al., ٢٠٠١؛ Hassan, ٢٠٠٤).

تمثل التوصيلية الكهربائية مؤشراً للاملاح الذائبة في الماء وترتبط ارتباطاً وثيقاً بالمواد الصلبة الذائبة الكلية (Wetzel, ٢٠٠١)، وتزداد قابلية التوصيل الكهربائي في المناطق التي تقع تحت تأثير النشاط الزراعي والصناعي إذ ظهرت نتائج الدراسة اختلافات فصلية واضحة في قيم التوصيلية الكهربائية إذ سجلت القيم العالية في فصل الشتاء والربيع والذي ربما يعود إلى غسل التربة بمياه الأمطار (Hutchinson, ١٩٥٧)، أو نتيجة لتدفق مياه مويحة من المبالز المجاورة للنهر (اللامي وجماعته، ٢٠٠١). وهذا ما أكدته ارتفاع معدلات قيم المواد الصلبة الذائبة والمواد الصلبة العالقة في مياه النهر إذ سجلت أعلى القيم لها خلال أشهر الشتاء وانخفضت خلال فصل الصيف نتيجة ارتفاع مناسيب المياه وتأثرها بعامل التخفيف (Al-Mousawi et al., ١٩٩٤). وهذا ما اتفق مع دراسات أخرى (جواد، ١٩٩٤؛ Hassan, ١٩٩٧؛ سعد الله وجماعته، ٢٠٠٠؛ اللامي وجماعته، ٢٠٠١؛ Hassan, ٢٠٠٤). إن لقيم الأس الهيدروجيني pH علاقة قوية بتركيز ثاني أكسيد الكربون CO₂ في الماء (Winer, ٢٠٠٠) إذ إن زيادة فعالية البناء الضوئي التي تؤدي إلى استهلاك غاز CO₂ تعد سبباً رئيسياً في رفع قيمة الأس الهيدروجيني (Sabri et al., ١٩٨٩).

أشار Wetzel (٢٠٠١) إلى أن قيمة الأس الهيدروجيني يسيطر عليها بواسطة العلاقة بين تركيز أيون الهيدروجين (H⁺) المتحرر من حامض الكربونيك وجذر الهيدروكسيل (OH⁻) الناتج من تحلل البيكاربونات. كما أن المدى الضيق من الأس الهيدروجيني في مياه الأنهار قد يعزى إلى قابلية السعة التنظيمية Buffer Capacity حيث يقاوم التغيرات في الأس الهيدروجيني (Hynes, ١٩٧٥). لذا فإن قيم pH كانت ضمن مدى ضيق ولم تتغير كثيراً وهذا ما لوحظ في دراسات عديدة مثل (Al-Mousawi et al., ٢٠٠١؛ Hassan, ٢٠٠٤؛ Hassan et al., ٢٠٠١؛ Hassan, ١٩٩٧؛ Lami et al., ١٩٩٩). تعد القاعدية ذات دور كبير في تنظيم تغير الأس الهيدروجيني الطبيعي (Wiener, ٢٠٠٠)، إذ أظهرت الدراسة بأن مياه النهر قاعدية خفيفة. كما أظهرت قاعدية البيكاربونات فقط والتي قد تكون بسبب زيادة تحول كربونات الكالسيوم غير الذائبة إلى بيكاربونات (Wiener, ٢٠٠٠)، هذا ما أشارت إليه الدراسات السابقة من أن هذه القاعدية هي الشائعة في المياه العراقية لتوفر املاح البيكاربونات في المياه والتراب المحاذية

(Al-Lammi *et al.*, ١٩٩٩; Al-Saadi *et al.*, ١٩٩٨). ان لمناسيب المياه تأثير كبير على قيم القاعدية (Smith, ٢٠٠٤) وهذا ما يفسر التذبذبات الشهرية لقيم القاعدية في هذه الدراسة. اشار Wetzel (٢٠٠١) الى ان الاوكسجين الذائب في الماء يعد من الامور الاساسية في العمليات الايضية لجميع الاحياء المائية، حيث يضاف هذا الى الماء من الغلاف الجوي او يكون نتيجة لعملية التركيب الضوئي للهائمات والنباتات المائية (Wetzel & Linkens, ٢٠٠٠). كما انه يعد عامل محدد لنمو كثير من الاحياء المائية (Smith, ٢٠٠٤). تتغير مستويات الاوكسجين الذائب تبعاً لتغير درجات الحرارة (Haward, ١٩٩٨) والضغط وتركيز الايونات المختلفة في الماء (Wetzel & Linkens, ٢٠٠٠). لاحظت الدراسة ارتفاعاً ملحوظاً في قيم الاوكسجين الذائب في معظم المحطات والذي قد يكون بسبب التهوية الجيدة والخلط المستمر في هذه المواقع وكثافة الهائمات والنباتات المائية (اللامى وجماعته، ٢٠٠١؛ اللامي، ٢٠٠٢؛ Hassan, ٢٠٠٤). اما انخفاض قيم الاوكسجين الذائب في بعض المحطات فقد يعود الى انخفاض منسوب المياه وعمليات تحلل المواد العضوية (Al-Saad *et al.*, ١٩٩٨). كما قد يكون للانحدار او ميل الاراضي التي تجري فيها المياه وسرعة التيار والتهوية تأثيراً مباشراً على تركيز الاوكسجين (سعد الله وجماعته، ٢٠٠٠). سجلت الدراسة ارتفاعاً كبيراً في نسب اشباع الاوكسجين على الرغم من ملاحظة اضافة الفضلات البشرية (Sewage) الى مياه النهر في معظم مواقع الدراسة الامر الذي يشير الى الامكانية العالية للنهر على التنقية الذاتية (Self-purification) (Hassan & Al-Saadi, ١٩٩٦؛ Al-Lami *et al.*, ١٩٩٦؛ صبري وجماعته، ٢٠٠١).

يشير المتطلب الحيوي للاوكسجين BOD الى كمية الاوكسجين المستهلك في تحطيم المواد العضوية المضافة الى الماء من قبل الاحياء المجهرية مما يؤثر سلبياً على نوعية هذه المياه (Wiener, ٢٠٠٠). وعلى الرغم من ارتفاع قيم الاوكسجين الذائب في مواقع الدراسة المختلفة فقد اظهرت النتائج ارتفاع قيم المتطلب الحيوي للاوكسجين اذ تجاوز في بعض المحطات المحددات الدولية المسموح بها وهي ٥ ملغم/لتر (WHO, ١٩٩٦). وربما يعود ذلك الى الاضافات المباشرة للفضلات العضوية الى مياه النهر والتي لوحظت خلال فترة الدراسة وخاصة في المواقع الغربية من التجمعات البشرية. وهذا يتفق مع ما ذكره (Al-Mousawi *et al.*, ١٩٩٥؛ صبري وجماعته، ٢٠٠١؛ حسن وحسن، ٢٠٠٤) من ارتفاع قيم الـBOD في مواقع الخلط مع مياه الصرف الصحي وانخفاضها بشكل كبير بعد مسافة قليلة من المدن وعد ذلك مؤشراً جيداً لنوعية مياه نهر الفرات وكانت قيم BOD المسجلة من قبل الدراسة الحالية مرتفعة مقارنة بدراسة (الطائي، ١٩٩٩) على نهر الحلة و(مشكور، ٢٠٠٢) على نهر الفرات في مدينة السماوة.

تمثل العسرة التركيز الكلي للعديد من الايونات الموجبة وخاصة ايونات الكالسيوم والمغنسيوم في اغلب المياه السطحية (Smith, ٢٠٠٤)، فاذا كانت قيم العسرة الكلية مقاربة لقيم القاعدية او اقل منها فأنها تعزى الى ايونات الكالسيوم والمغنسيوم اما اذا كانت اعلى من قيم القاعدية الكلية فأنها تدل على وجود ايونات اخرى اضافة الى ايوني الكالسيوم والمغنسيوم مثل ايونات الكبريتات والكلوريدات (Lind, ١٩٧٩). وهذا ما ظهر من نتائج الدراسة الحالية او تميزت مياه نهر الفرات في المناطق المدروسة بكونها عسرة جداً تبعاً لـ (Lind, ١٩٧٩)، وقد يعود ذلك الى ما ينجرف الى المياه من التربة المجاورة خلال مواسم الامطار او بسبب ما يضاف الى النهر من المخلفات الصناعية والبشرية والزراعية (سعد الله وجماعته، ٢٠٠٠)، وهذا يتفق مع العديد من الدراسات التي اشارت الى ارتفاع قيم العسرة الكلية في المياه العراقية (Hassan & Al-Saadi, ١٩٩٥؛ Hassan, ١٩٩٧؛ Al-Lami *et al.*, ١٩٩٦؛ Al-Lami *et al.*, ١٩٩٥).

١٩٩٩؛ ٢٠٠١؛ Al-Saadi et al., ٢٠٠١؛ Al-Lami et al., ٢٠٠١؛ علكم وجماعته، ٢٠٠٢؛ (Hassan, ٢٠٠٢).

اظهرت الدراسة ان تراكيز الكالسيوم كانت اعلى من المغنسيوم في معظم مواسم الدراسة وقد يعزى ذلك الى ان تفاعل ثاني اوكسيد الكربون مع الكالسيوم يكون اكبر واكوى من تفاعله مع المغنسيوم وبالتالي فان كميات اكبر من الكالسيوم تتحول الى بيكاربونات ذائبة وتؤثر في العسرة (قاسم، ١٩٨٦). اما القيم الواطنة للكالسيوم في بعض الاشهر فقد تعزى الى استهلاكه من قبل الكائنات او ترسبه عند تكوينه مركبات غير ذائبة في الماء (Lind, ١٩٧٩)، وقد تكون زيادة المغنسيوم نتيجة لعمليات الانجراف من الترب المجاورة او تدفقه من المصانع او المجاري او المبازل (Al-Lami et al., ٢٠٠٢)، او ربما تعود الى وجود الهائمات النباتية باعداد هائلة (Maulood & Al-Mousawi, ١٩٨٩)، وهذا ما اكدته دراسة (الفتلاوي، ٢٠٠٥) من غزارة الهائمات النباتية في نهر الفرات.

اشار Wetzel (٢٠٠١) الى ان الكبريتات هي الشكل الشائع لمركبات الكبريت في المياه العذبة. سجلت الدراسة تراكيز عالية للكبريتات في مياه نهر الفرات وقد يعود ذلك الى ان الكبريتات الذائبة ترتبط عكسياً مع تركيز المغنسيوم حيث ادت زيادتها الى ترسيب كبريتات المغنسيوم وبالتالي انخفاض تركيز المغنسيوم (Hassan et al., ٢٠٠١) وما اكد ذلك وجود ارتباطاً معنوياً عكسياً بين الكبريتات والمغنسيوم في مياه المنطقة المدروسة. او يكون بسبب الطبيعة الجبسية للصخور الرسوبية والتي تعد المصدر الرئيس للكبريتات الذائبة في المياه الطبيعية (طلبك، ٢٠٠٤). كانت تراكيز الكبريتات في هذه الدراسة اقل مما سجله (Rzoska et al., ١٩٨٠) في نهر الفرات اذ كانت في منطقة المسيب (٤٢٣٦) ملغم/لتر واعلى مما سجله (طلبك، ٢٠٠٤) في اعالي نهر الفرات في منطقة وادي حقلان غرب العراق بينما كانت القيم مقاربة لدراسات (Al-Lami et al., ١٩٩٩؛ اللامي وجماعته، ٢٠٠١؛ Al-Saadi et al., ٢٠٠١).

تمثل مركبات النتروجين احد المكونات الخلوية الاساسية في الكائنات الحية (Wetzel & Likens, ٢٠٠٠) والنترات هو الشكل الشائع للنتروجين اللاعضوي في البيئة المائية (Smith, ٢٠٠٤). سجلت الدراسة تبايناً في قيم النترات تبعاً لتغاير مواسم الدراسة والذي قد يكون نتيجة تباين تدفق المياه الجوفية والاضافات الزراعية والبشرية (Gachter et al., ٢٠٠٤)، وكذلك لاحظت الدراسة ارتفاع تراكيز النترات خلال الربيع والصيف والذي ربما يعود الى ارتفاع درجات الحرارة وزيادة التركيز والتي تسبب زيادة الاملاح الذائبة وكذلك زيادة عمليات التحلل العضوي خلال هذه الفترة (Al-Lami et al., ١٩٩٩). كما لاحظت الدراسة زيادة النشاط الزراعي في المناطق المجاورة للنهر الامر الذي قد يكون مساعداً في زيادة تراكيز النترات نتيجة لاستعمال الاسمدة الزراعية، اما انخفاضها خلال نهاية فصل الصيف وفصل الخريف فقد يعود الى استهلاكها من قبل النباتات والهائمات النباتية (Maulood et al., ١٩٧٩).

ان ارتفاع تراكيز النترات في نهر الفرات جاء متوافقاً مع كثير من الدراسات مثل (Hassan, ١٩٩٧؛ Al-Lami et al., ١٩٩٩؛ اللامي وجماعته، ٢٠٠١؛ Al-Saadi et al., ٢٠٠٢؛ Hassan, ٢٠٠٤). وسجلت الدراسة انخفاض تركيز النتريت في مياه النهر خلال فترة الدراسة والذي قد يكون بفعل طبيعة التهوية الجيدة لمياه النهر (Al-Lami et al., ١٩٩٩)، وهذا ما اكدته ارتفاع قيم الاوكسجين الذائب في محطات الدراسة. كما ان النتريت يوجد طبيعياً بتراكيز قليلة في المياه السطحية غير الملوثة (Smith, ٢٠٠٤) وهذا يتوافق مع دراسات اخرى (Hassan & Al-Saadi, ١٩٩٥؛ اللامي، ٢٠٠٢؛ Hassan, ٢٠٠٤) ويختلف مع (Al-Lami et al., ٢٠٠٢) الذي اشار الى ارتفاع

تركيز النترت في نهر الديوانية والذي ربما يعود الى انخفاض مستوى الماء وارتفاع مستوى تلوث النهر خلال فترة الدراسة. على الرغم من ان الفوسفات تعد احد العوامل المحددة لنمو الكائنات المائية وخاصة النباتات والهائمات النباتية الا انها تكون اقل وفرة في البيئة المائية اذ تمثل الفوسفات الفعالة Orthrophosphate (PO_4^{3-}) الشكل الذي يستخدم من قبل الاحياء كفوسفات لاعضوي ذائب (Smith, ٢٠٠٤)، اذ سجلت الدراسة تراكيز منخفضة واحياناً غير محسوسة للفوسفات الفعالة في المحطات المختلفة وربما يكون السبب في ذلك ميل الفوسفات للتجمع في الرواسب (Heiskary, ١٩٩٦; Thompson & Yeung, ١٩٨٢). اضافة الى انها شديدة الادمصاص على معادن الطين والمركبات العضوية للتربة (Weiner, ٢٠٠٠). كما ان النباتات والهائمات النباتية تميل الى تراكم كميات كبيرة من الفوسفات في اجسامها (Gachter *et al.*, ٢٠٠٤). ان ارتفاع تراكيز الفوسفات في المياه يحدث نتيجة اضافة المغذيات النباتية والاسمدة الى الترب الزراعية المجاورة (Foy & Withers, ١٩٩٥) او بفعل تحلل اجسام الهائمات النباتية واطافة الفضلات البشرية والصناعية والمنظفات الى المياه (Saad, ١٩٧٣). لقد كان انخفاض تراكيز الفوسفات الفعالة في نهر الفرات متوافقاً مع دراسات (غني، ١٩٨٨؛ جودا، ١٩٩٤؛ Hassan & Al-Saadi, ١٩٩٥؛ Al-Lami *et al.*, ١٩٩٠؛ اللامي وجماعته، ٢٠٠١؛ تلك، ٢٠٠٤؛ Hassan, ٢٠٠٤).

سجلت الدراسة الحالية تراكيز عالية من السليكات في مياه نهر الفرات اذ لوحظت اعلى القيم خلال فصلي الصيف والخريف والذي ربما يكون بسبب تحلل خلايا الدايتومات الميتة بفعل ارتفاع درجة الحرارة (Wetzel & Likens, ٢٠٠٠). كما ان درجات الحرارة العالية قد تؤدي الى زيادة ذوبان الاملاح المعدنية او ربما ان التيارات قد تسبب صعود المواد السليكية من القاع الى السطح (قاسم، ١٩٨٦). علاوة على تحرر السليكات من تحطم الصخور الرسوبية المكونة لقاع النهر (Al-Lami *et al.*, ١٩٩٩)، وان التراكيز العالية للسليكات هي حالة شائعة في المياه العراقية (Al-Saadi, ١٩٨٢؛ Antoine & Al-Saadi, ١٩٩٤).

٢-٤: العناصر الثقيلة Heavy Metals

١-٢-٤: الماء Water

١-١-٢-٤: العناصر الثقيلة الذائبة Dissolved Heavy Metals

ان نوعية المياه يمكن ان تحدد من خلال العديد من العوامل منها المحتوى الكيميائي لتراكيز مختلفة من العناصر والعوامل الفيزيائية والكيميائية مثل الاوكسجين الذائب والعسرة والقاعدية وغيرها والصفات البايولوجية مثل المتطلب الحيوي للاوكسجين (Wiener, ٢٠٠٠). ان الاستخدامات المتعددة للمياه في الاغراض الصناعية والزراعية ادى الى احتواءه على تراكيز مختلفة من العناصر الثقيلة (Ezeronye & Ubalua, ٢٠٠٥). كما ان التأثير البيئي للعناصر الثقيلة في النظام المائي يرتبط بتوزيعها بين الطورين السائل والصلب في الجسم المائي الثقيل (Linnik & Zubenko, ٢٠٠٠). ويلعب الاس الهيدروجيني دوراً واضحاً في انتقال العناصر بين الطورين اذ ان انخفاضه يزيد من ذوبانيتها في الماء مما يسبب زيادة في انتشارها وجاهزيتها للكائنات الحية في الماء (SasImons, ١٩٩٥). وهناك العديد من العمليات الكيموحيوية التي تسيطر على انتقال وجاهزية هذه العناصر في البيئة المائية منها عمليات الادمصاص على سطوح الرواسب والنباتات وعمليات الاذابة وتكوين المعقدات مع المركبات العضوية وعمليات الامتصاص الحيوي (Kraemer & Hering, ٢٠٠٤). وهذه العناصر ممكن ان تدخل الى جسم الكائن الحي اما عن طريق الغذاء او الماء وقد تصيح سامة عند زيادة تراكيزها عن الحد الاعلى لحاجة الكائن مما يؤثر سلبياً على الكائنات الاخرى في السلسلة الغذائية (Garbarine *et al.*, ١٩٩٥).

اظهرت نتائج الدراسة الحالية توزيع العناصر الثقيلة الذائبة في مياه نهر الفرات بتراكيز اقل من المحددات العراقية لنظام حياثة الانهار والمياه من التلوث لعام ١٩٦٧ والمواصفة العراقية لمياه الشرب لعام ١٩٨٦، وكذلك كانت اقل من المحددات الدولية لمياه الشرب من قبل منظمة الصحة العالمية WHO لعام ١٩٨٤ و١٩٩٦ ووكالة حماية البيئة الامريكية USEPA لعام ١٩٧٦ و١٩٩٢ والمواصفات اليابانية لعام ٢٠٠١ (جدول ١٦) علماً ان جميع هذه المواصفات لم تشر الى الجزء الدقائق من الماء والذي يحتوي على النسبة العالية من تركيز العناصر في الماء، الا ان هذه التراكيز كانت عالية مقارنة بما وجدته (Abaychi & Mustafa, ١٩٨٥; Abaychi & DouAbal, ١٩٨٨; في مياه شط العرب وما جده (Al-Khafaji, ١٩٩٦) على مصب شط العرب جنوب غرب الخليج العربي، وكذلك لوحظ ان المعدلات السنوية لتراكيز الكاديوم والنحاس والحديد والمنغنيز والارصين كانت اكثر مما سجلته دراسة (الطائي، ١٩٩٩) على مياه نهر الحلة، وقد يعود السبب في ذلك الى تأثير تراكيز العناصر في نهر الحلة بعامل التخفيف وسرعة الجريان اكثر مما في نهر الفرات (Al-Khafaji, ١٩٩٦) او بسبب تعرض نهر الفرات في منطقة الدراسة لمياه الفضلات البشرية والزراعية اكثر مما في نهر الحلة ومما يؤكد ذلك ما اوجدته الدراسة من علاقات الارتباط الطردية بين المتطلب الحيوي للاوكسجين ومعظم العناصر الثقيلة تحت الدراسة او قد يعزى الى التحول من الطور الصلب للعناصر في الحالة الدقائقية الى الطور الذائب او التحرر من الرواسب الى عمود الماء مرة اخرى (Wang & Guo, ٢٠٠٠). و اقل مما سجل في نهر ديالى (Al-Saadi et al., ٢٠٠٠) ونهر النيل في مصر (Ali & Soltan, ١٩٩٩) وسواحل الحديدية في اليمن (Al-Adrise, ٢٠٠٢) ونهر المسيسيبي (Garbarine et al., ١٩٩٥) ونهر Swartkops في جنوب افريقيا (Binning & Baird, ٢٠٠١) (جدول ١٧).

لم تسجل الدراسة تغييراً ملحوظاً في تراكيز العناصر بين المحطات المختلفة وربما يعود السبب في ذلك الى الطبيعة الجيولوجية المتشابهة للنهر (عيسى، ١٩٩٥) او لقلة الاضافات الصناعية بسبب توقف الشركات الصناعية التي تقع على ضفاف النهر وخاصة في منطقة الاسكندرية والمسبب عن العمل. اذ ان فضلات هذه المصانع تعد المصدر الرئيسي لتلوث مياه النهر والجداول القريبة منه بالعناصر الثقيلة (Hassan et al., ٢٠٠٥). ولقلة الدراسات السابقة على المنطقة المدروسة لبيان الفرق فقد تكون العناصر تركزت في اجسام الكائنات الحية او في الرواسب.

ولوجود علاقة مباشرة بين تراكيز العناصر الثقيلة ومستوى الماء (Namming & Wilham, ١٩٧٦) فقد انعكس ذلك بشكل واضح على انخفاض او زيادة معدلات تراكيز العناصر تبعاً لتذبذب مناسيب المياه في نهر الفرات خلال فترة الدراسة، وهذا ما اكدته دراسات (Al-Khafaji, ١٩٩٦؛ الطائي، ١٩٩٩؛ علكم، ٢٠٠٢).

لن انخفاض تراكيز العناصر الذائبة في مياه النهر ربما يعود الى ميل هذه العناصر للتراكم في اجسام الهائمات النباتية والنباتات والاحياء المائية الاخرى (Harding & Whitton, ١٩٧٨؛ Al-Saad et al., ١٩٩٤؛ Matagi et al., ١٩٩٨؛ صالح، ٢٠٠١؛ Sasaki, ٢٠٠٣)، او ربما بسبب ميل العناصر الثقيلة للادمصاص على اسطح الرواسب او تكوين معقدات مع المواد العضوية فيها (Kwon & Lee, ٢٠٠١؛ Bordas & Bourg, ٢٠٠١؛ ٢٠٠١؛ Gangaiya et al., ٢٠٠٤؛ Kaiser et al., ٢٠٠٤).

اظهرت الدراسة وجود ارتباطاً معنوياً طردياً بين معظم العناصر الثقيلة في الحالة الذائبة والحالة الدقائقية مما يعطي تفسيراً واضحاً لانخفاض التراكيز في طور الذائب وزيادته في طور الدقائق، وكذلك تبين وجود ارتباطاً معنوياً طردياً بين هذه العناصر ودرجة حرارة الهواء والماء وتراكيز الاوكسجين الذائب والمتطلب الحيوي للاوكسجين مما يدعم تأثير تراكيز العناصر الثقيلة بالصفات الفيزيائية والكيميائية للماء وبكمية المواد العضوية المضافة، وارتبطت هذه التراكيز ايضاً بالكبريتات والسلبيات مما يعطي احتمالية لميل العناصر الذائبة على تكوين معقدات مع هذه المركبات في الماء والرواسب.

٢-١-٢-٤: العناصر الثقيلة الدقائقية Particulate Heavy Metals

تشكل المواد الدقائقية او العالقة مصدراً مهماً لتلوث المسطحات المائية بالعناصر الثقيلة بفعل الترسيب من الغلاف الجوي او الانتقال من المناطق الزراعية او مع مياه الفضلات البشرية Sewage (Forstner & Wittmann, ١٩٨١). ان محتوى المواد الدقائقية من العناصر الثقيلة يعتمد على تركيز هذه العناصر في التربة او الرواسب كذلك على الية ادمصاص العناصر على سطوحها (Karathanasis, ١٩٩٩). كما ان هناك العديد من العامل التي تؤثر على تراكيز العناصر الثقيلة في المواد العالقة منها الاس الهيدروجيني والكاربون العضوي والاوكسجين الذائب ووجود الاحياء في الرواسب (Griscom et al., ٢٠٠٠). اذ ان زيادة كل من المساحة السطحية للعوالق والاس الهيدروجيني والكاربون العضوي تؤدي الى زيادة انتقال العناصر بين الطورين الذائب والدقائق (Wang & Guo, ٢٠٠٠). ان لحجم حبيبات الرواسب دور مهم في تنظيم كمية الرواسب التي تصبح عالقة مرة اخرى في عمود الماء الامر الذي قد يؤدي الى زيادة تركيز العناصر وانتقالها (Cantwell et al., ٢٠٠٢).

اظهرت نتائج الدراسة الحالية ارتفاع تركيز العناصر الثقيلة في الحالة الدقائقية للماء حيث كان نظام وفرة العناصر كالاتي:-

الحديد<الخاصين<المنغنيز<النحاس<الكادميوم<الكوبلت<الرصاص<الكروم<النيكل

وعند مقارنة هذه القيم مع ما مسجل في دراسات اخرى (جدول-١٨) نجد انها اعلى مما ذكره (Abaychi & Mustafa, ١٩٨٨; Albaychi & DouAbal, ١٩٨٥) باستثناء الكوبلت والحديد والمنغنيز التي كانت اقل مما هو في الدراسة الثانية وكانت التراكيز اقل مما في دراسة باستثناء الكوبلت والحديد والمنغنيز التي كانت اقل مما هو في الدراسة الثانية وكانت التراكيز اقل مما في دراسة (Al-Khafaji, ١٩٩٦) باستثناء الخاصين الذي كان تركيزه اعلى، كما زادت معدلات تركيز الكادميوم كثيراً عن ما ذكرته (الطائي، ١٩٩٩) في نهر الحلة وربما يعود السبب في ذلك الى تعرض مياه النهر الى التأثير المستمر لمياه الفضلات (Linnk & Zubenko, ٢٠٠٠) او نتيجة لاستعمال الاسمدة الفوسفاتية في الاراضي الزراعية المحاذية للنهر (Yilmazer & Yaman, ١٩٩٩).

كما سجلت الدراسة انخفاض تراكيز عنصري الكروم والرصاص في الحلة الدقائقية لمياه نهر الفرات بالمناطق الاخرى من العالم (جدول-١٨) والذي قد يعود الى قلة تعرض النهر للاضافات الصناعية، او بفعل قلة المدن الكبيرة التي يمر من خلالها النهر في منطقة الدراسة

الامر الذي يقلل من النشاط البشري وحركة مرور السيارات والتي تعد من المصادر الاساسية للتلوث بعنصر الرصاص (Callender & Rice, ٢٠٠٠).

بلغت المواد الصلبة العالقة TSS في مياه نهر الفرات اقصى معدلاتها خلال فصلي الربيع والشتاء والذي ربما يكون بسبب سقوط الامطار وذوبان الثلوج وحدث السيول الجبلية في منابيع النهر (الطائي، ١٩٩٩). الا ان الدراسة الحالية لم تجد علاقة معنوية بين قيم المواد العالقة الكلية وتراكيز العناصر الثقيلة في الحالة الدفانقية والذي يعني ان تركيز العناصر الثقيلة لا يعتمد على المواد العالقة في الماء وانما قد يعزى الى زيادة كثافة الهائمات النباتية في الماء وهذا ما اكدته دراسة (الفتلاوي، ٢٠٠٥) من زيادة اعداد الهائمات النباتية وتنوعها في نهر الفرات اذ تميل الهائمات والدايتومات الى تركيز العناصر الثقيلة في اجسامها اكثر مما في الماء والرواسب (Nakanishi *et al.*, ٢٠٠٤).

سجلت الدراسة ارتباطاً معنوياً طردياً بين معظم العناصر المدروسة والمتطلب الحيوي للاوكسجين الامر الذي يشير الى الدور المباشر للفضلات العضوية في زيادة تراكيز العناصر الثقيلة (Simpson *et al.*, ٢٠٠٢)، وكذلك لوحظ وجود ارتباطاً معنوياً طردياً مع القاعدية الكلية في الماء وهذا قد يتوافق مع ما ذكره Wiener (٢٠٠٠) من ان العناصر الثقيلة تميل للترسب في الظروف القاعدية.

ان وجود المواد الدفانقية في عمود الماء قد تؤثر على جاهزية العناصر للاحياء المائية وذلك من خلال الامتصاص المباشر من الماء او من خلال المصادر الغذائية لها عن طريق التغذية الترشيحية للاحياء القاعدية (Griscom *et al.*, ٢٠٠٠). كما ان تكون الروابط الكبريتية مع العناصر سوف يؤدي الى تكوين كبريتات المعادن غير الذائبة والتي تزيد من عملية التراكم الحيوي لهذه العناصر في اجسام الاحياء المائية من خلال التغذية المباشرة للعوالق (Lee *et al.*, ٢٠٠٠) او يزداد ادمصاصها على اسطح المواد الدفانقية او الاحياء (Griscom *et al.*, ٢٠٠٠). وما يدعم ذلك وجود الارتباطات المعنوية بين بعض العناصر المدروسة مثل النحاس والكوبلت والحديد مع الكبريتات في الماء.

٤-٢-٢: الرواسب Sediments

تقدم الرواسب ادلة جيدة لتلوث البيئة المائية بالعناصر الثقيلة (Kwon & Lee, ٢٠٠١). اذ انها تمثل المستلم النهائي لهذه الملوثات من الماء او من الاحياء (VanHattum *et al.*, ١٩٩٣). وتدخل العناصر الثقيلة الى الرواسب اما بشكل ذائب او مع اكاسيد الحديد والمنغنيز او مع المواد العضوية والبورات السليكية (Salmons, ١٩٩٥). ان زيادة تركيز العناصر الثقيلة في الرواسب تنعكس سلبياً على الاحياء المائية وخاصة القاعدية منها اذ انها تكون بتماس مباشر مع الرواسب (VandenBrook *et al.*, ٢٠٠٢).

اظهرت الدراسة الحالية تواجد العناصر الثقيلة تحت الدراسة بتركيز متفاوتة في رواسب نهر الفرات وتبين ان زيادة تراكيز هذه العناصر لم يقتصر على الجزء المتبقي من الرواسب وهو الذي قد يمثل العناصر المتراكمة لفترات زمنية متعاقبة ويشكل مصدراً ثانوياً مهماً للتلوث بها (Linnik & Zubenko, ٢٠٠٠)، وانما شمل ذلك العناصر في الجزء المتبادل من الرواسب والذي ينتج بفعل الاضافات البشرية والصناعية والزراعية (Callender & Rice, ٢٠٠٠)، وما قد يساعد ذلك استمرار تدفق فضلات المجاري الى مياه النهر من معظم التجمعات السكانية التي يمر بها خلال فترة الدراسة، اذ ان زيادة محتوى الرواسب من المواد العضوية له تأثير مباشر على سلوك العناصر فيها اضافة الى زيادة المساحة السطحية

للادمصاص (Suzuki *et al.*, ١٩٧٩). اضافة الى ما قد يطرح من الاسمدة والمبيدات من المناطق الزراعية المحاذية للنهر او ما قد يضاف بفعل تلوث الهواء بهذه العناصر (Longston *et al.*, ١٩٩٩).

لم تظهر تراكيز العناصر الثقيلة في الرواسب اختلافات واضحة بين محطات الدراسة والذي قد يعود الى تشابه الطبيعة الجيولوجية لرواسب النهر (عيسى، ١٩٩٥). او ربما قد يكون بسبب تشابه تركيب القاع وتمائل نوعية الاضافات البشرية والزراعية التي تتدفق الى النهر (اللامي، ٢٠٠٢). اظهرت نتائج الدراسة ان تركيز العناصر الثقيلة في الرواسب هي اعلى مما عليه في الحالة الذائبة للماء والذي ربما يعود الى ميل العناصر الى الارتباط بأسطح المواد الدقائقية العالقة والتي سوف تضاف الى طبقة الرواسب اضافة الى ادمصاص على اسطح المواد العضوية وحببيات الطين (Elder, ١٩٨٩).

ان عمليات ادمصاص والترسيب للمعاد الثقيلة الذائبة ترتبط بقيمة الاس الهيدروجيني وزيادة قاعدية الماء (Wiener, ٢٠٠٠; McLean & Bledsoe, ١٩٩٢)، وهذا يتفق مع ما اوجدته الدراسة الحالية من ان مياه النهر خلال فترة الدراسة امتازت بقاعديتها الواضحة مما قد يجعل ذلم مؤثراً في زيادة تركيز العناصر في الرواسب، او ربما يكون تحلل الهائمات والدايتومات والاحياء القاعدية يمثل مصدراً لزيادة تركيز العناصر في الرواسب بسبب قابلية هذه الاحياء على زيادة تركيز العناصر وتراكمها داخل اجسامها (Nakanishi *et al.*, ٢٠٠٤; Binning & Baird, ٢٠٠١; Steven & Frenzel, ١٩٩٦).

وعند مقارنة معدلات التراكيز الكلية للعناصر المدروسة مع ما سجل في مناطق اخرى من العالم (جدول-١٩) نجد ان معظم هذه العناصر تتوسط القيم المسجلة. كما يلاحظ زيادة واضحة في تراكيز الكاديوم والحديد والخاصين عما هو عليه في معظم الدراسات السابقة وهذا قد يعزى الى اختلاف تركيب قاع النهر ومناسيب المياه ومصادر التلوث والنشاطات البشرية وكثافة التجمعات السكانية التي تقع على جانبي النهر.

هناك العديد من العوامل التي تؤثر في تركيز العناصر الثقيلة في الرواسب منها حجم حببيات الرواسب ونسبة الكربون العضوي الكلي (TOC %) (Bentivegena *et al.*, ٢٠٠٤). اذ ان محتوى الرواسب من المواد العضوية يلعب دوراً كبيراً في عمليات ادمصاص العناصر على اسطح الرواسب (Matagi *et al.*, ١٩٩٨).

بينت النتائج ان نسيج رواسب نهر الفرات خلال فترة الدراسة هو مزيج من الرمل والغرين والطين وكانت تميل الى ان تكون رملية-طينية او رملية في اغلب المواقع. وهذا ربما يؤثر في ادمصاص العناصر الثقيلة اذ ان زيادة تركيزها يزداد مع صغر حجم الحبيبات مثل حبيبات الغرين والطين بسبب ما توفره من مساحة سطحية واسعة تسمح بادمصصاص اكبر للعناصر على سطوحها (Bentivegena *et al.*, ٢٠٠٤)، على الرغم من ان نتائج التحليل الاحصائي لم تظهر ارتباطاً معنوياً بين حببيات الرواسب والعناصر الثقيلة فيها وهذا ربما يفسر انخفاض تراكيز العناصر الثقيلة في الرواسب مقارنة بالمواد الدقائقية والاحياء المائية المدروسة، او قد يعني ان زيادة تركيز العناصر في الرواسب لا يعتمد على نوع النسجة وانما يقع تحت تأثير عوامل فيزيائية وكيميائية اخرى مثل الاس الهيدروجيني والتوصيلية الكهربائية والعسرة والقاعدية وتراكيز الكالسيوم والكبريتات والسيليكات وهذا ما اكدته الارتباطات المعنوية بين هذه الصفات والعناصر الثقيلة.

سحلت الدراسة معدلات مرتفعة نسبياً في قيم الكربون العضوي الكلي وصلت الى ١.٤٤% مقارنة بما سجاه (Abaychi & DouAbal, ١٩٨٥) في رواسب شط العرب

تقدم النباتات المائية ادلة جيدة للتلوث المائي بالعناصر الثقيلة وذلك لقابليتها على تراكم هذه العناصر في انسجتها اكثر مما في المحيط المائي (Coleman *et al.*, ٢٠٠١). اضافة الى نموها السريع وتكيفها للعيش في بيئات مختلفة وبمتطلبات بيئية بسيطة (Dirilgen, ٢٠٠١). كما ان تراكيز العناصر الثقيلة المتراكمة في اجسام النباتات قد يختلف باختلاف الانواع النباتية وبأختلاف العضو النباتي المدروس (Forstner & Wittman, ١٩٨١).

تضمنت الدراسة الحالية دراسة تراكيز بعض العناصر الثقيلة في اربعة انواع من النباتات المائية النامية في نهر الفرات والتي ربما تعطي صورة واضحة عن درجة تلوث النهر بالعناصر الثقيلة اذ ان انسة النبات تمثل عوامل مثالية في عكس صورة التلوث اكثر مما هي عليه في الماء والرواسب بسبب عمليات الادمصاص والامتصاص (Memon *et al.*, ٢٠٠١)، اذ اظهرت الدراسة ارتفاع تراكيز العناصر المدروسة في النباتات المائية عما هو عليه في الحالة الذائبة والدقائقية للماء وفي الرواسب وهذا يتفق مع ما ذكره (Al-Saadi *et al.*, ١٩٩٤؛ الطائي، ١٩٩٩؛ علكم، ٢٠٠٢) ولا يتوافق مع ما ذكر في دراسة (صالح، ٢٠٠١) من ان مستوى تركيز العناصر في الماء والرواسب يكون اكثر مما في النبات المائي، وقد يعود سبب ذلك الى اختلاف مستويات تلوث الرواسب او التربة بالعناصر الثقيلة اذ اشار (Marseille *et al.*, ٢٠٠٠) الى ان تركيز العناصر في النباتات النامية في تربة ملوثة تفوق تراكيزها في التربة النظيفة.

يبين الجدول (٢٠) مقارنة تراكيز العناصر الثقيلة في النباتات المائية المدروسة مع دراسات اخرى اذ يظهر ارتفاع تراكيز الكاديوم والحديد والارصين والمنغنيز مما يدل على ان هذه النباتات تتحمل مستويات عالية من هذه العناصر وقد يعود ذلك الى تراكم وخزن هذه العناصر داخل انسجة النبات بأشكال غير سامة او انها تمتلك الية خاصة لتحمل التراكيز العالية من العناصر (Memon *et al.*, ١٩٨٠)، او انها تقوم بامتصاص العناصر بتراكيز عالية تحويلها الى اشكال خاملة في الفجوات (Pevery, ١٩٨٨).

وعلى الرغم من ان النباتات المدروسة لوحظت نامية بالغرب من الجسور والتجمعات السكانية ذات الحركة المرورية الكثيفة والتي ربما لها دور رئيسي في زيادة تراكيز بعض العناصر الثقيلة في انسجة النباتات وخاصة عنصر الارصين (El-Gamal, ٢٠٠٠)، الا ان النتائج اظهرت انخفاض تركيز عناصر الكروم والرصاص والنيكل مقارنة بالدراسات الاخرى وربما يعود ذلك الى قلة التعرض للملوثات الصناعية من المصانع المجاورة لبعض مناطق الدراسة (حسن وجماعته، ٢٠٠٥)، او ان ذلك يعتمد على محتوى الرواسب من هذه العناصر (Badawy & El-Motaium, ٢٠٠٠) وفي هذا السياق اشار Dirilgen (٢٠٠١) الى ان العناصر في الانظمة الطبيعية لا تكون مهياة للامتصاص من قبل النبات بشكل حر وانما تكون بشكل معقدات ذائبة وهذا يعتمد على الظروف الفيزيائية والكيميائية للمحيط مما يجعل تأثير ذلك قوياً على العمليات المتعلقة بامتصاص ايونات العناصر.

لم تلاحظ الدراسة تغيرات واضحة في تراكيز العناصر بين النباتات المدروسة والذي ربما يكون بسبب نمو هذه النباتات في منطقة واحدة مما يجعل تماثل تعرضها للملوثات المختلفة. هذا ما اكدته نتائج التحليل الاحصائي والتي اظهرت عدم وجود فروق معنوية في تراكيز العناصر بين الانواع النباتية المدروسة بينما كان هناك فروقاً معنوية واضحة بين تراكيز العناصر في النباتات مع تغير الفصول باستثناء عنصر الكوبلت في النبات *Ceratophyllum demersum* وهذا قد يؤكد تأثر تراكيز العناصر في النباتات بالعامل البيئية المتغيرة تبعاً لتغير الفصول السنة، وسجلت الدراسة وجود ارتباطاً معنوياً طردياً بين الكوبلت والرصاص في النبات

Potamogeton pectinatus وبين الكوبلت والكاميوم والرصاص والكروم في النبات *Typha domingensis*، وقد يعزى ذلك الى ان تحمل التراكمات العالية من العناصر الثقيلة وقابلية تراكمها داخل انسجة النبات تختلف باختلاف العنصر واختلاف النوع النباتي (Nemon *et al.*, ٢٠٠١). ونظراً لقابلية النباتات على ازالة العناصر الثقيلة من البيئة التي تعيش فيها بفعل عمليات الامتصاص والتراكم الحيوي داخل الانسجة (Carvalho & Martin, ٢٠٠١)، فقد استعملت كثيراً في عمليات المعالجة الحياتية *Phytoremediation* اذ ان العناصر ممكن ان تنتقل من التربة وتتركز في انسجة النباتات مما يجعل الماء والتربة اقل ضرراً على الاحياء الاخرى (Kumar *et al.*, ١٩٩٥)، فقد وجد (Carvalho & Martin, ٢٠٠١) ان النبات البردي *Typha domingensis* ونباتات اخرى القابلية على ازالة السلينيوم وبكفاءة عالية من المياه الملوثة به واستعملت نباتات *Typha latifolia* و *Juncus effuses* و *Scirpus validus* في معالجة مياه الفضلات البلدية في غرب فرجينيا (Coleman *et al.*, ٢٠٠١)، واستخدم النبات *Potamogeton pectinatus* كدليل حيوي لتلوث المياه بعنصر المنغنيز Mn (Lytele *et al.*, ١٩٩٦). وتبين ان استخدام نبات *Brassica chinesis* يساعد على التقليل من تركيز العناصر الثقيلة في مياه الفضلات البشرية والصناعية المستعملة في سقي النبات ويؤدي الى زيادة تراكمها في الانسجة (Wong *et al.*, ٢٠٠١).

ان اليات تحمل النبات للمستويات العليا من العناصر قد تكون من خلال الارتباط بالبيتيديات الحاوية على مجموعة الثايول (-SH) وهذه تسمى *Phytochelatins* (Cobbet, ٢٠٠٠)، او من خلال (Metallothioneins) وهي بروتينات موجودة في الخلية النباتية والحيوانية تلعب دوراً مهماً في ازالة السمية من خلال الارتباط بالعناصر في الخلية (Rausser, ١٩٩٩). وفي هذا الصدد اشارت دراسة اخرى الى ان التأثيرات السمية للكاميوم في داخل الانسجة يمكن ان تزال من خلال العديد من العمليات الفسيولوجية مثل النقل في اوعية الخشب والعمليات الكيموحياتية مثل تثبيت النتروجين (Kosma *et al.*, ٢٠٠٤).

٤-٢-٤: المحار The Clam

ان قابلية انواع المحار لبقاء والعيش في المياه الملوثة بالفضلات البشرية والصناعية والزراعية سهلت استخدامها كأدلة حياتية للتلوث بالعناصر الثقيلة (Leland & Scudder, ١٩٩٠). ومما ساعد على ذلك وجودها بأعداد كبيرة وقلة حركتها وقابليتها على تراكم العناصر داخل انسجتها بتركيز اعلى مما في المحيط (Lee *et al.*, ١٩٩٨). اظهرت الدراسة الحالية ارتفاع تراكم العناصر الثقيلة في انسجة نوعين من المحار المنتشرة في مياه نهر الفرات وهي *Corbicula fluminae* و *Unio tigridis* مقارنة بدراسات اخرى في مناطق مختلفة من العالم (جدول-٢١). كان نمط توزيع العناصر في كلا نوعي المحار تحت الدراسة كالاتي:-



وبسبب التغذية الترشيحية *Filter-feeding* للمحار فان تركيز العناصر الثقيلة في انسجته ربما يرتبط بتركيزها في المواد الدقائقية في الماء (Abaychi & Mustafa, ١٩٨٨)، وهذا ما لوحظ في الدراسة الحالية حيث ان نمط توزيع العناصر كان مماثلاً لما هو عليه في الحالة الدقائقية اذ كانت التراكمات تظهر بشكل تراكمي كالاتي: محار <عوالق> <رواسب> ماء اذ ان تغذية العوالق ربما تؤدي الى زيادة تراكم العناصر الثقيلة في اجسام هذه الاحياء مع زيادة كفاءة التمثيل فيها (Reinfelder *et al.*, ١٩٩٧).

تبيين من التحليل الاحصائي لنتائج الدراسة عدم وجود فروق معنوية في تراكيز العناصر بين الانواع المدروسة والذي ربما يعود الى انها تعيش في نفس البيئة وتقع تحت تأثير نفس الظروف، بينما ظهر وجود فروق معنوية في تركيز العناصر بين الفصول وهذا قد يعود الى تغير العوامل المناخية والصفات الفيزيائية والكيميائية للماء وتذبذب مناسيب المياه، اذ اشار (Helfrich & Neves, ٢٠٠٣) الى ان انواع المحار تزدهر في بيئات المياه العذبة الغنية بالاكسجين والكالسيوم والمواد الغذائية العالقة، وان تركيز العناصر في انسجة المحار يتغير تبعاً لتنوع مصادر التلوث البشري وكمية ونوعية الفضلات الصناعية والزراعية التي تضاف الى البيئة المائية التي يعيش فيها (Yoo et al., ٢٠٠٤). كما ان تركيز العناصر الثقيلة في انسجة المحار ممكن ان تتغير تبعاً لجاهزية العنصر واختلاف موسم اخذ العينات والحجم والجنس وهيدرولوجية المياه (Boyden & Phillips, ١٩٨١)، ولوحظ وجود ارتباطاً معنوياً طردياً بين بعض العناصر في انسجة المحار مثل الكاديوم والكوبلت والكاديوم والنحاس ولم يلاحظ بين بقية العناصر. هناك العديد من العوامل البيئية التي تؤثر على انتشار انواع المحار ودورات حياتها وبالتالي على تراكم العناصر الثقيلة في انسجتها ومنها درجة الحرارة والاس الهيدروجيني، اذ ظهر ان هذه الكائنات يمكن ان تموت في درجات الحرارة المنخفضة (Foe & Knight, ١٩٨٦). وهذا ما لاحظته الدراسة من موت افراد الانواع المدروسة خلال الاشهر الباردة من السنة في درجة حرارة ماء اقل من ١٢ م.

وفي دراسة اخرى تبين ان قيمة الاس الهيدروجيني للمياه التي يتواجد فيها الجنس *Corbicula* هي ٧.٥-٨ (Double et al., ١٩٨٤). وهذا يتوافق مع ما وجدته الدراسة الحالية. كما ظهر ارتفاع تراكيز الكالسيوم في مياه النهر خلال فترة الدراسة وهذا قد يعتبر عامل مساعد في نمو الكائن اذ يدخل ذلك في بناء الصدفة والتي تعتبر جزءاً مهماً في تكيف الحيوان للحياة القاعية.

تشكل النواع ومنها المحار حلقة مهمة في السلسلة الغذائية اذ انها تعد مصدراً غذائياً للأسماك وبعض انواع الطيور وقد تؤكل من قبل الانسان في بعض مناطق العالم (Helfrich & Neves, ٢٠٠٣). كما انها تكون بتماس مباشر مع الرواسب القاعية مما يسهل تراكم وزيادة تركيز العناصر الثقيلة داخل اجسامها (Pehaim, ٢٠٠٤; Muddafer et al., ١٩٩٢).

٤-٢-٥: السرطان *Sesarma boulegeri*

اظهرت نتائج الدراسة وجود تراكيز ملحوظة للعناصر الثقيلة في الاحشاء الداخلية والدرع للسرطان *Sesarma boulegeri* وخاصة عناصر الحديد والخراسين والمنغنيز والنحاس مقارنة بدراسات اخرى في مناطق مختلفة من العالم (جدول-٢١).

وهذا قد يعود الى ارتفاع تراكيز هذه العناصر في الماء والرواسب اذ اشار Bat (١٩٩٨) الى ان تراكيز العناصر الثقيلة في السرطان تعتمد على امتصاص السوائل من خلال السطح الخارجي لجسم الحيوان والذي يكون بتماس مباشر مع الماء والرواسب، او من خلال التغذية على المواد العالقة والتي قد تشمل البكتريا والطحالب والقشريات الصغيرة (Rijken, ١٩٧٩). يتأثر تركيز العناصر الثقيلة في انسجة الحيوان قيد الدراسة بالعديد من العوامل منها قيمة الاس الهيدروجيني والملوحة للمحيط المائي الذي تعيش فيه (Thawley et al., ٢٠٠٤).

اذ وجد ان الحيوان يفضل العيش في بيئات يميل الاس الهيدروجيني فيها الى القاعدية (سلطان، ١٩٨٧). وهذا ما وجدته الدراسة الحالية من ان مياه النهر قاعدية خفيفة الامر الذي قد يساعد على ترسيب وادمصاص العناصر على السطح الخارجي او تراكمها وزيادة تركيزها في انسجة الحيوان. وأشارت دراسة اخرى الى ان زيادة تراكيز عناصر النحاس والمنغنيز

والخارصين في السرطان *Callinectes sapidus* يرتبط بمحتوى انسجة الحيوان من هذه العناصر ويتأثر بعدة عوامل منها درجة الحرارة وحجم الحيوان بينما تراكيز عناصر اخرى مثل الكاديوم والرصاص والزنك تعتمد على التراكيز التي يتعرض لها الحيوان من المحيط الخارجي (Evans et al., ٢٠٠٠)، وهذا قد يفسر انخفاض تراكيز عناصر الرصاص والنيكل والكروم في انسجة السرطان في الدراسة الحالية وذلك لانخفاض تراكيزها في الماء والرواسب وهما المصدر الخارجي لتلوث الحيوان بهذه العناصر.

اظهرت نتائج التحليل الاحصائي وجود فروق معنوية في تراكيز العناصر المدروسة تبعاً لفصول الدراسة والذي قد يكون بسبب تغير بعض العوامل البيئية كدرجة الحرارة والاس الهيدروجيني والاكسجين الذائب (Ferrer et al., ٢٠٠٠)، واختلاف مناسيب المياه وما يتبع ذلك من تغير في كمية المواد العالقة في الماء والذي يكون له دور مباشر في تحديد مصادر الغذاء للحيوان او ربما بسبب اختلاف ما يضاف من الفضلات البشرية والزراعية خلال فصول السنة المختلفة. كما تبين وجود اختلافات بسيطة في تراكيز العناصر بين الاحشاء الداخلية والدرع، الامر الذي قد يعني وجود قابلية لتراكم العناصر في الدرع بمعدلات مقاربة لتراكمها في الاحشاء وهذا لا يتوافق مع السامر (١٩٨٩) الذي وجد ان تراكيز العناصر في الاحشاء تفوق ما موجود في الدرع ومع (Thawley et al., ٢٠٠٤) الذي وجد ان التراكيز كانت في الدرع اعلى مما في العضلات. ان قياس العناصر في الماء والرواسب يعطي صورة عن المجموع الكلي لها بينما قياسها في انسجة الاحياء المائية فيمثل التراكيز التي يمكن ان تمتص وتسبب السمية (Nugegoda, ١٩٨٩).

اظهرت النتائج اختلاف العناصر في تراكيزها مما يشير الى اختلاف مصادر التلوث بهذه العناصر او يدل على ان لكل عنصر الية تراكم خاصة وفي هذا الصدد اقترح (Phillips & Rainbow, ١٩٨٩) عدة اليات لتنظيم تركيز العناصر الثقيلة داخل اجسام القشريات المختلفة منها السيطرة على كمية العناصر من خلال النقل الفعال في الاغشية الخلوية او الارتباط بالحبيبات غير الذائبة والاغذية المخزونة او التراكم الحيوي في الانسجة.

الاستنتاجات Conclusions

١. وجود اختلافات واضحة في توزيع العناصر الثقيلة بين الحالة الذائبة والدقائقية في الماء اذ وجد ان تراكيزها في الحالة الدقائقية اعلى من الذائبة في جميع فصول السنة.
٢. تقارب قيم العناصر الثقيلة في الحالة المتبادلة والمتبقية في الرواسب والذي قد يعني ان تلوثها يعتمد على ما يضاف من المحيط وليس على محتواها في التركيب البلوري من العناصر مما يجعلها مصدراً كامناً للتلوث وغير مرتبط مع حجم الحبيبات ولا بمحتوى الرواسب من المادة العضوية.
٣. قلة التغيرات بين محطات الدراسة في تراكيز العناصر الثقيلة وقد يعزى ذلك الى حركة الملوثات على طول مجرى النهر وتمائل الاضافات البشرية والزراعية في مواقع الدراسة.
٤. ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة في النباتات المائية النامية في النهر مما يساعد على استخدامها كدلائل حيائية للتلوث بالعناصر الثقيلة وذلك لقابليتها على تجميع العناصر في انسجتها على الرغم من قلة التغيرات في تراكيز تلك العناصر بين النباتات المختلفة.
٥. ارتفاع تراكيز العناصر الثقيلة في انسجة نوعي المحار تحت الدراسة مما يجعلها ادلة حيائية جيدة للتلوث بالعناصر.
٦. هناك قابلية جيدة للانسجة الداخلية والدرع في السرطان النهري *Sesarma boulengeri* على تجميع العناصر الثقيلة مما يساعد على استخدامه كدليل حيائي للتلوث بالعناصر.
٧. ان لوجود السدود وتذبذب مناسيب المياه في النهر التأثير السلبي على نوعية المياه وعلى توزيع العناصر الثقيلة في الماء والرواسب والاحياء الموجودة في النهر.

التوصيات Recommendations

١. اجراء دراسات لاحقة عن الملوثات المحتملة الاخرى في نهر الفرات مثل المركبات الهيدروكربونية والمبيدات وغيرها ودراسة متبقياتهما في الرواسب والاحياء.
٢. وضع برامج مراقبة بيئية دورية على نهر الفرات لبيان نوعية المياه ومدى تأثرها بالعوامل البيئية المختلفة، واستخدام النباتات المائية واللافقرات القاعية كالمحار والسرطان في هذه البرامج كأدلة للتلوث.
٣. قيام الجهات ذات العلاقة بأجراء المعالجات اللازمة على مياه الصرف الصحي قبل طرحها الى النهر.
٤. القيام بحملات توعية حول ضرورة عدم رمي الفضلات في النهر.
٥. اجراء دراسات مختلفة حول التأثيرات الصحية لتلوث مياه النهر على الحيوان والانسان في المناطق التي يمر بها.

المصادر

المصادر العربية

الإمارة، فارس جاسم محمد. (٢٠٠١) مستوى المعادن النزرة في مياه شط العرب عند مدينة البصرة، مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، ١٦ (١): ٢٦٥-٢٥٧.

التميمي، محمد طالب بلاسم، عباس ناجي وعماش، هدى صالح (١٩٩٩). دراسة وراثية خلوية ودمية وجزئية لسمكة الخشني (*Liza abu* (Hecket) كمؤشر بايولوجي للتلوث بالزئبق. مجلة الزراعة العراقية، ٤ (٥): ١٤٢-١٥٠.

الراوي، خاشع محمود وخلف الله، عبد العزيز (١٩٨٠). تصميم وتحليل التجارب الزراعية. مطابع مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.

الراوي، اكرم شافي؛ يحيى، عبد الغني ابراهيم والحسين، احلام عمر علي (٢٠٠٢). دراسة النوعية الميكروبية والفيزيو كيميائية لمياه الشرب في مصنعي البان في مدينة بغداد. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، ٥ (٢): ٧٤-٨٢.

الزبيدي، فوزي شناوة وصالح ، ميسون مهدي (٢٠٠١). دراسة لبعض العناصر النزرة في عضلات اسماك الشبوط *Barbus grpus* والكطان *Burbus zanthopterus* والجري *Silurus triostegus* في نهر شط الحلة. مجلة جامعة بابل/العلوم الصرفة والتطبيقية ٦ (٣): ٤٠٧-٤١٣.

السامر، عدنان لفته ظيغم (١٩٨٩). تأثير بعض المعادن الثقيلة والعوامل البيئية على حياة السرطان النهري *Sesarma bouengeri* Calman في شط العرب، رسالة ماجستير، كلية التربية. جامعة البصرة

السعد، حامد طالب؛ سعيد، مهيب عبد الرحمن وسلمان، نادر عبد (٢٠٠٣). التلوث البحري. جامعة الحديدة-اليمن.

الطائي، ميسون مهدي صالح (١٩٩٩). العناصر النزرة في مياه ورواسب واسماك ونباتات نهر شط الحلة، اطروحة دكتوراه، كلية العلوم، جامعة بابل.

العمر، مثنى عبد الرزاق (٢٠٠٠). التلوث البيئي. دار وائل للنشر، عمان-الاردن.

الفتلاوي، حسن جميل جواد (٢٠٠٥). دراسة بيئية لنهر الفرات بين سدة الهندية وناحية الكفل-العراق. رسالة ماجستير، كلية العلوم-جامعة بابل.

اللامي، علي عبد الزهرة (٢٠٠٢). نوعية مياه ورواسب نهر دجلة قبل وبعد مدينة بغداد - العراق، المجلة العراقية لعلم الاحياء، ٢ (٢): ٢٨٩-٢٩٦.

اللامي، علي عبد الزهرة؛ صبري، انمار وهبي؛ محسن، كاظم عبد الامير والدليمي، عامر عارف (٢٠٠١). التأثيرات البيئية لذراع الثرثار على نهر دجلة أ- الخصائص الفيزيائية والكيميائية. المجلة العلمية لمنظمة الطاقة الذرية العراقية، ٣ (٢): ١٢٢-١٣٦.

اللامي، علي عبد الزهرة؛ راضي، اسيل غازي؛ الدليمي، عامر عارف؛ رشيد، رغد سالم وعبد علي، حسن (٢٠٠٢). دراسة بعض العوامل البيئية لاربعة انظمة مائية جارية متباينة الملوحة، وسط العراق، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، (مقبول للنشر).

المسعودي، رياض محمد علي عودة (٢٠٠٠). الموارد المائية ودورها في الانتاج الزراعي في محافظة كربلاء، رسالة ماجستير، كلية التربية (ابن رشد) جامعة بغداد.

جواد، عبد الحميد محمد (١٩٩٤). دراسة لبعض المؤشرات الكيماوية والفيزياوية لمياه شط العرب في مدينة البصرة. مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، ٩ (٢): ٣٧٧-٣٩٦.

حبيب، حسن عباس؛ حسين، ايمان راجي وجابر، فردوس عباس (٢٠٠٢). التغيرات نصف الشهرية لبعض المحددات البيئية لبعض الانهار في محافظة القادسية خلال النصف الاول من عام ٢٠٠١. مجلة القادسية-العلوم الصرفة ٧ (١): ٣٨-٤٩.

حسن، سعد عزيز وحسن، حسين حميد (٢٠٠٤). تقييم التلوث العضوي لنهر الفرات/منطقة الكوفة-محافظة النجف الاشرف. مجلة جامعة بابل/العلوم الصرفة والتطبيقية، ٩ (٣): ٧٧٥-٧٨٢.

حسن، فكريت مجيد؛ صالح، محمد جواد وحميد، حمودي عباس (٢٠٠٥). تقدير بعض العناصر الثقيلة في المياه العادمة لشركة الفرات العامة-العراق وتأثيراتها. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، ٨ (١): ٥١-٧٥.

حسين، عبد الستار سلمان (٢٠٠٠). واقع الموارد المائية في الوطن العربي، مجلة الموارد المائية، ٩ (١): ١-٨.

حسين، نجاح عبود؛ المنصوري، فائق يونس والحلو، عبد الزهرة رسول (٢٠٠١). بعض الصفات الكيماوية لمياه مصب شط العرب. مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، ١٦ (٢): ٣١١-٣٢٩.

سبتي، حسين علي وعلي، زينب حسين (٢٠٠١). تأثير عنصري النحاس والكوبلت في بعض الجوانب الحياتية للحيوان القشري *Daphnia magna straus*. المجلة العلمية لمنظمة الطاقة الذرية العراقية، ٣ (٢): ١١٧-١٢١.

سعد الله، حسن علي اكبر؛ باصات، صباح فرج والمختار، عماد الدين عبد الهادي (٢٠٠٠). دراسة تأثير خزان حمرين على بعض خصائص المياه في نهر ديالى، مجلة ديالى/ج ٢: ٢٧٢-٢٩٦.

سلطان، انتصار نعيم (١٩٨٧). ديناميكية الجماعة السكانية والانتاج الثانوي وطبيعة الحفر للسرطان (*Sesarma boulengeri* (Calman) في شط العرب. رسالة ماجستير، كلية العلوم-جامعة البصرة.

سليمان، نضال ادريس؛ الدوري، ميسلون والمولى، نهلة (٢٠٠٢). دراسة بيئية مقارنة بين ثلاثة مسطحات مائية في محافظة ديالى/العراق، مجلة مؤتة للبحوث والدراسات (مقبول للنشر).

صبري، انمار وهبي؛ يونس، محمد حسن وسلطان، حسن هندي (٢٠٠١). التلوث البكتيري في نهر الفرات. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، ٤ (١): ٣٠-٤٢.

صالح، ميسون مهدي (٢٠٠١). التراكم الحيوي لبعض العناصر النزرة في اوراق النبات المائي *Ruppia mairtima*، مجلة جامعة بابل/العلوم الصرفة والتطبيقية، ٦ (٣): ٤٢٧-٤٣٤.

طالب، علي صاحب (٢٠٠٠). الخصائص الجغرافية في محافظات الفرات الاوسط وعلاقتها المكانية في التخصص الزراعي. مجلة الجمعية الجغرافية العراقية، ٤٤: ٦٩-١٠٨.

طلبك، محمد عبد الكريم (٢٠٠٤). تحديد الملوثات في مياه ينابيع وادي حقلان ودراسة تأثيرها على نهر الفرات، مجلة العلوم والهندسة، (٥): ٦١-٧٥.

عبد الصاحب، ابتسام محمد (١٩٨٩). تاريخ حياة وانتاجية نوعين من محارات المياه العذبة *Corbicula fluminea* (Muller, و *Corbicula fluminalis* (Muller, ١٧٧٤) في منطقة شط العرب. رسالة ماجستير، مركز علوم البحار-جامعة البصرة.

علكم، فؤاد منحر (٢٠٠٢a). اثر التلوث المائي في نهر الديوانية على كفاءة المجمعات المائية لقريتي النواصر وآل حمادي في محافظة القادسية، مجلة القادسية/العلوم الصرفة، ٧ (٣): ١٦-٢١.

علكم، فؤاد منحر (٢٠٠٢b). تركيز بعض العناصر النزرة في مياه ونباتات نهر الديوانية-العراق مجلة القادسية/العلوم الصرفة، ٧ (٤): ١٩٠-١٩٦.

علكم، فؤاد منحر؛ حسن، فكرت مجيد والسعدي، حسين علي (٢٠٠٢). التغيرات الفصلية للخواص الفيزيائية والكيميائية لبحيرة ساوة، العراق. مجلة ابحاث البيئة والتنمية المستدامة، ٥ (٢): ٥٥-٦٥.

عيسى، مرتضى جبار (١٩٩٥). هايديروكيميائية وتلوث رسوبيات نهر الفرات جنوب سدة الهندية. رسالة ماجستير، كلية العلوم-جامعة بغداد.

غني، علي احمد (١٩٨٨). دراسة التغيرات الفصلية لبعض الاملاح المغذية والمؤشرات الاخرى ذات العلاقة في مياه خور الزبير وشط العرب، مجلة وادي الرافدين لعلوم البحار، ٣ (١): ١٠٣-١١٤.

قاسم، ثائر ابراهيم (١٩٨٦). دراسة بيئية على الطحالب القاعية لبعض مناطق الاهوار في جنوب العراق، رسالة ماجستير، كلية العلوم، جامعة البصرة.

قاسم، ثائر ابراهيم؛ حسن، فكرت مجيد؛ الحيال، عذراء خليل؛ النعيمي، فالح عبد الحسن وحسن، اخلاص (٢٠٠٤). تأثير الكادميوم والرصاص في نمو الطحلب الاخضر المزرق *Macrocystis aeruginosa* Kuet بوجود بعض المغذيات النباتية. المؤتمر الدولي الثاني للتنمية والبيئة في الوطن العربي (٢٠٠٤)، جامعة اسيوط-مصر.

مشكور، سامي كاظم (٢٠٠٢). تأثير المياه الثقيلة والصناعية لمدينة السماوة على تلوث مياه نهر الفرات، مجلة القادسية/العلوم الصرفة، ٧ (٢): ٢٩-٤٠.

موسى، سهير ازهر وعلي، اسماء عبد (١٩٨٥). تلوث نهر دجلة ببعض العناصر الثقيلة المطروحة من معمل (١٤) رمضان للغزل والنسيج في الكاظمية. مجلة بحوث علوم الحياة، ١٦ (٢): ١٣-٢٣.

نظام صيانة الانهار من التلوث رقم ٢٥ لسنة ١٩٦٧ والتعليمات الملحقة. جريدة الوقائع العراقية عدد ٢٧٦٣ في ١٣-٣-١٩٨٠ والعدد ٢٧٨٦ في ٢٨-٧-١٩٨٠.

المصادر الاجنبية:

- Abaychi, J.K. & DouAbul, A.A.Z.** (١٩٨٥). Trace metals in Shatt Al-Arab river, Iraq. *Water Res.*, ١٩ (٤): ٤٥٧-٤٦٢.
- Abaychi, J.K. and Al-Obidy, S.Z.** (١٩٨٧). Concentration of trace elements in aquatic vascular plants from Shatt Al-Arab river, Iraq. *J. Biol. Sci. Res.*, ١٨ (٢): ١٢٣-١٢٩.
- Abaychi, J.K. & Mustafa, Y.Z.** (١٩٨٨). The Asiatic clam *Corbicula fluminea*: An Indicator of trace metal pollution in the Shatt Al-Arab river, Iraq. *Environ. Pollut.*, ٥٤: ١٠٩-١٢٢.
- Abdullah, A.A.N. & Al-Mansoori, A.F.** (٢٠٠٢). Effect of some heavy metals (Cu, Cd, Zn & Pb) on Bioaccumulation, recovery & Histology of the fresh water shrimp. *Marina Mesopotamica*, ١٧ (٢): ٣٦٥-٣٧٦.
- Al-A'arag, M.J. & Al-Saadi, H.A.** (١٩٩٨). Effect of heavy metals on physiological and biochemical characters of blue green algae *Anabaena cylindrica*. *Dirasat, Natural and Engineering Science*, ٢٥ (١): ١٦٠-١٦٦.
- Al-Adrise, M.A.M.** (٢٠٠٢). Concentration of some heavy metals in Khour-Kutheb Area (Al-Hodiedah) as a result of the sewage effluent impacts. M.Sc. thesis, Sena'a university-Yaman.
- Al-Asheh, S. & Duvnjak, Z.** (١٩٩٩). Sorption of heavy metals from synthetic metal solutions and industrial wastewater using plant materials. *Water Quality Research Journal of Canada*, ٣٤ (٢): ٤٨١-٥٠٣.
- AL-Imarah, F. J.; Ghadban, R.A. and Al-Shaway, S.F.** (٢٠٠٠). Levels of trace metals in water from southern part of Iraq. *Marina Mesopotamica*, ١٥ (١٢): ٣٦٥-٣٧٢.
- Ali, M.M. & Soltan, M.E.** (١٩٩٩). Heavy metals in aquatic macrophytes, water and hydrosols from the river Nile, Egypt. *J. Union Arab. Biol., Cairo*, ٩ (١٣), ٩٩-١١٥.

- AL- Khafaji, B.Y.** (١٩٩٦). Trace metals in water, sediments, and fishes from Shatt Al-Arab estuary north-west Arabian Gulf. *Ph. D. Thesis, Coll. Of Education, Basrah University.*
- AL- Khafaji, B.Y.** (٢٠٠٠). Preliminary survey of selected heavy metals in AL-Jubayla creek connected with Shatt AL-Arab river, *Marina Mesopotamica*. ١٥(١): ٦٩-٨٠.
- AL- Khafaji, B.Y.** (٢٠٠١). The initial assessment of some trace metal in Qarmatt-Ali river connected with Shatt Al-Arab. *Iraqi. J. of Biology*, ١ (١): ١٧٥-١٨٦.
- AL- Khafaji, B.Y.** (٢٠٠٥). Trace elements distribution in the Euphrates river near Al-Nassiriya city southern part of Iraq. *J. of Karbala university (accepted to publisher).*
- AL-Lami,A.A.; Al-Saadi, H.A.; Kassim, T.I. & Al-Aubaidi, K.H.** (١٩٩٤). On the limnological features of Euphrates river. *Fish, Res. Cen., IAEC publ. No. ٦١١٥, pp. ٣١-٣٩.*
- AL-Lami,A.A.; Sabri, A.W.; Kassim, T.I. & Rasheed, K.A.** (١٩٩٦). The ecological effects of Diyala river on Tigris river, I-Limnology. *J. Coll. Edu. Women Baghdad*, ٧(١): ٨٤-٩٢.
- AL-Lami,A.A.; Kassim, T.I. and AL-Dylmei, A. A.** (١٩٩٩). A Limnological study on Tigris river, Iraq. *The scientific Journal of Iraqi Atomic Energy Commission, vol. ١, ١٩٩٩.*
- Al-Mohanna, S. & Nott, J.A.** (١٩٨٦). The accumulation of metals in the Hepatopancrease of the Shrimp *Penaeus semisulcatus* deHaan (Crustaceaa: Decapoda) during the moult cycle. In: Halwagy, R.; Clayton, D. & Behbehani, M. (١٩٨٦). *Marine Environment and Pollution, University of Kuwait.*
- Al-Muddafer, N.A.; Jassim, T.E. & Omer, I.N.** (١٩٩٢). Distribution of trace metals in sediments and biota from the Shatt Al-Arab, Iraq. *Marina Mesopotamica*, ٧(١): ٤٩-٦١.

- Al-Mussawi, A.H.A.; Hussien, N.A. & Al-Aarajy (١٩٩٥).** The influence of sewage discharge on the physico-chemical properties of some ecosystem at Basrah city, Iraq. *Basrah J. Science*, ١٣(١): ١٣٥-١٤٨.
- AL- Mussawy, S.N. and Salman, H. H. (١٩٨٩).** Heavy metals distribution in Khor AL-Zubair sediments NW Arabian Gulf. *Marina Mesopotamica*. ٤(٢): ٣٠٩- ٣١٨
- Al-Saad, H. T. (١٩٨٣).** A base line study on the petroleum hydrocarbons pollution in Shatt Al-Arab river. M. Sc. Thesis, Basrah univ.-Iraq..
- AL-Saad, H. T.; Mustafa,Y. Z. and AL-Timeri, A. (١٩٩٤).** Concentration of trace metals in aquatic plants of the AL- Hammer marsh, Iraq. *Marina Mesopotamica*. ٩(٢): ٣٢٣- ٣٢٨.
- AL-Saad, H. T.; Al-Khafaji, B.Y. & Sultan, A.A. (١٩٩٦).** Distribution of trace metals in water, sediments and biota samples from Shatt Al-Arab estuary. *Marina Mesopotamica*, ١١(١): ٦٣-٧٧.
- AL-Saad, H. T.; Ghani, A.A. & Al-Badran, A.I. (١٩٩٩).** Assessment of total hydrocarbons and N. Alkane in different crab species from north-west Arabian Gulf. *Basrah J. Science, B*. ١٧(١): ٩٥-١٠٤.
- Al-Saadi, H.A. (١٩٩٤).** Aquatic ecology in Iraq and its polluted source. Proceeding of the Arabic conference scientific research and its role in environmental protection from pollution. P. ٥٩-٨٨, Edited by H.A. Al-Saadi, sept., ٧١-٧٨. Damascus, Syria.
- Al-Saadi, H.A.; Al-Tamimi, A.N. & Al-Ghafily, A.A. (١٩٩٨).** On the limnological features of Razzazah lake, Iraq. Mutah J. for Research and Studies (Accepted for pub.).
- AL-Saadi, H. A.; Sulaiman, N. A. and Ismail, A. M. (٢٠٠١).** On some limnological characters of three Lotic water system, Middle of Iraq. *J. of Ibn-AlHytham for poure and applied science*.(Accepted to publisher).
- Al-Taee, M.M.S. (٢٠٠١).** Distribution of Co, Fe & Zn in Shatt Al-Hilla sediments. *J. of Babylon university*, ٦,(٢): ٥٦٥-٥٧٢.

- Allen, J.; Robert, D.R.B.R. & Jonathan, W.** (٢٠٠٠). Parttical skills in environmental science, Pearson Eduction Asiapteltd, Singapre.
- Anazawa, K.; Kaida, Y.; Shinomura, Y.; Tomiyasu, T. and Sakamoto, H.** (٢٠٠٤). Heavy metals distribution in river water and sediments around “ firefly village”, Shikoku, Japan: Application of multivariate analysis. *Analytical Sciences*, ٢٠, ٧٩-٨٤.
- Anderlini, V.C. & Mohammad, O.S.** (١٩٨٦). An Essestement of trace metal pollution in the Kuwait marine environment. In: Halwagy, R.; Calayton, D. & Behbehani, M. (١٩٨٦). *Marine Environment and pollution*, Kuwait university.
- Ankley, G.T.; Ditoro, D.M.; Hansen, D.J. & Berry, W.J.** (١٩٩٦). Technical basis and proposal for deriving sediment quality criteria for metals. *Environmental Toxicology and Chemistry*, ١٥: ٢٠٥٦-٢٠٦٦.
- Antoine, S.E. & Al-Saadi, H.A.** (١٩٨٢). Limnological studies on the polluted Ashar canal and Shatt Al-Arab river at Basrah (Iraq). *Hydrobiologia*, ٦٧(٢): ٤٠٥-٤٧٦.
- APHA (American public Helth Association).** (٢٠٠٣). Standard methods for examination of water and wastewater, ٢٠th, Ed. Washington DC,USA.
- Araujo, M.F.; Bernard, P.C. & VanGrieken, R.E.** (١٩٨٥). Heavy metal contamination in sediments from the Belgian coast and scheldt estuary. *Mar. Poll. Bull.*, ١٩(٦): ٢٦٩-٢٧٣.
- Asaad, N.M.; Al-Ansari, N.; Hussein, S.A. & Abbas, S.M.** (١٩٨٦). Study on the sediment accumulation rate in Qadisia reservoir. *Sci. Bull.*, ١٣٠.
- Aulio, K.** (١٩٨٣). Heavy metals in the green algae *Cladophora glomerata* as related to shore types in the archipelago sea, SW Finland. *Mar. Poll. Bul.*, 11٤(٩): ٣٤٧-٣٤٨.
- Badawy, S.H. & El-Motaium, R.A.** (٢٠٠٠). Fate of some heavy metals in sandy soil amended with sewage sludge and their accumulation in plants. *ICEHM* ٢٠٠٠, Cairo university, Egypt, September, ٢٠٠٠, p. ٤٨٣-٤٩٤.

- Baines, S.B.; Fisher, N.S. & Stewart, R.** (2002). Assimilation and retention of selenium and other trace elements from crustacean food by juvenile striped bass (*Morone saxatilis*). *Limnol. Oceanogr.*, 47(3): 687-700.
- Baker, A.J.M. & Walker, P.L.** (1990). Ecophysiology of metal uptake by tolerant plants, heavy metal tolerance in plants. In: Shaw, A.J. (1990). *Evolutionary Aspects*. CRC press Boca Rotan. 100-177.
- Bat, L.** (1998). Influence of sediment on heavy metal uptake by the polychaete *Arenicola marina*. *Tr. J. of Zoology*, 22(1998), 241-250.
- Baudrimont, M.; Schafer, J.; Marie, V.; Maury-Brachet, R.; Bossy, C.; Durrieu, G.; Palvadeau, A.; Maneux, E.; Boudou, A. & Blance, G.** (2003). Cadmium contamination of three bivalve species (oysters, cockles & clams) in nord medoc salt marshes (Gironde estuary, France): Geochemical survey and metal bioaccumulation kinetics. *J. Phys. IV France*, 107(2003) 130-149.
- Beckwith, M. A.; Woods, P. F. and Berenbrock** (1997). Trace – element concentrations and transport in the Coeur d’Alene river, Idaho, water years 1993-94. U.S. Geological Survey, circular.
- Bentivegna, C.S.; Alfano, J.E.; Bugel, S.M.& Czechowicz, K.** (2004). Influence of sediment characteristics on heavy metal toxicity in an Urban Marsh. *Urban Habitats*, 2(1): 91-111.
- Binning, K. and Baird, D.** (2001). Survey of heavy metals in the sediments of Swartkops river estuary, port Elizabeth south Africa. *Water SA*. 27(4): 461-467.
- Boehnke, D.N. & Delumyea, R.D.** (2000). Laboratory experiments in Environmental chemistry. Prentice Hall, New Jersey.
- Bordas, F. & Bourg, A.** (2001). Effect of solid/liquid ratio on the remobilization of Cu, Pb, Cd & Zn from polluted river sediment. *Water, Air, & Soil Pollution*, 128: 391-400, 2001.

- Boyden, C.R. & Phillips, D.J.H.** (1981). Seasonal variation and inherent variability of trace elements in Oysters and their implications for indicator studies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 0: 29-40.
- Cain, D.J.; Carter, J.L.; Fend, S.V.; Louma, S.N.; Alpers, C.N. & Taylor, H.E.** (2000). Metal exposure in a benthic macroinvertebrate *Hydropsyche californica*, related to mine drainage in the sacramento river. *Can J. Fish. Aquat. Sci.*, 07: 380-390.
- Callender, E. & Rice, K.C.** (2000). The Urban environmental gradient anthropogenic influences on the spatial and temporal distributions of lead and zinc in sediments. *Environ. Sci. Technol.*, 34(2): 232-238.
- Canli, M. & Kalay, M.** (1998). Levels of heavy metals (Cd, Pb, Cu, Cr & Ni) in tissue of *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* & *Chondrostoma regium* from the Seyhan river, Turkey. *Tr. J. of Zoology*, 22(1998), 149-157.
- Cantwell, M.G.; Burgess, R.M. & Kester, D.R.** (2002). Release and phase partitioning of metals from anoxic estuarine sediments during periods of simulated resuspension. *Environ. Sci. Technol.*, 36: 5328-5334.
- Carvalho, K.M. & Martin, D.F.** (2001). Removal of Aqueous selenium by four aquatic plants. *J. Aquat. Plant Manage.*, 39: 32-37.
- Chester, R. & Voutsinou, F.G.** (1981). The initial assessment of trace metal pollution in coastal sediments. *Mar. Pollut. Bull.*, 12(3): 84-91.
- Clark, R.B.** (1998). Marine pollution. 4th edition, Clarendon press, Oxford.
- Cobbet, C.S.** (2000). Phytochelatin biosynthesis and function in heavy metal detoxification. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 3: 211-217.
- Coleman, J.; Hench, K.; Garbutt, K.; Sexstone, A.; Bissonnete, G. & Skousen, J.** (2001). Treatment of domestic wastewater by three plant species in constructed wetlands. *Water, Air, & Soil Pollution*, 128: 283-290, 2001.
- Crawford, A.J. & Bhattachary, S.K.** (1980). Microanalysis of copper and zinc in biopsized tissue specimens by atomic absorption spectroscopy using stoichiometric Air-Acetylene flame. Varian Instruments, At work, Tennessee.

- Croteau, M.N.; Luoma, S.N.; Topping, B.R. & Lopez, C.B.** (۲۰۰۴). Stable metal isotopes reveal copper accumulation and loss dynamics in the fresh water bivalve *Corbicula*. *Environ. Sci. Technol.*, ۳۸: ۵۰۰۲-۵۰۰۹.
- Dan, T.V.; Krishnaraj, S. & Saxena, P.** (۲۰۰۲). Cadmium and Nickel uptake and accumulation in scented geranium (*Polarganium* sp. 'Fensham'). *Water, Air, & Soil Pollution*, ۱۳۷(۱- ۴): ۳۵۵- ۳۶۴.
- Dauble, D.D.; Daly, D.S. & Abernethy, C.S.** (۱۹۸۴). Factors affecting growth and survival of the Asiatic clam, *Corbicula* sp. under controlled laboratory conditions. *Aquatic Toxicology*, ۷: ۱۳۴- ۱۴۴.
- De Carvalho, P.S.M.; Zanardi, E.; Burtatini, S.V.; Lamparelli, M.C. & Martins, M.C.** (۱۹۹۸). Oxidizing effect on metal remobilization and *Daphnia similes* toxicity from a Brazilian Reservoir sediment suspension. *Water Research*, ۳۲: ۱۹۳- ۱۹۹.
- Delaray, R.A.; Taylor, J.C.; Laas, A.; VanRensburg, L. & Vosloon, A.** (۲۰۰۴). Determining the possible application value of diatoms as indicators of general water quality: A comparison with SASS °. *Water SA*, ۳۰ (۲): ۳۲۵- ۳۳۰.
- Dirilgen, N.** (۲۰۰۱). Accumulation of heavy metals in freshwater organisms: Assessment of toxic interactions. *Turk. J. Chem.*, ۲۵: ۱۷۳- ۱۷۹.
- Dobson, M. & Frid, C.** (۱۹۹۸). Ecology of equatic systems, Longman.
- Douben, P.E.T.** (۱۹۸۹). Changes in concentration of lead and cadmium in water from three rivers in Derbyshire. *Environ. Pollut.*, ۶۱: ۲۱۱- ۲۲۶.
- Elder, J.F.** (۱۹۸۹). Metal biogeochemistry in surface water systems, a review of principles and concepts: *U.S. Geological survey circular*, ۱۰۱۳, ۴۳p.
- El-Gamal, I.M.** (۲۰۰۰). Distribution pattern of some heavy metals in soil and plants along El-Moukattam highway. *ICEHM* ۲۰۰۰, Cairo university, Egypt, ۲۰۰۰, September, p. ۵۱۸-۵۲۴.

- El-Sammak, A.A.; El-Sabrouti, M.A.** (1990). Assessment of metals pollution in the sediments of lake Burullus, S.E. Mediterranean, Egypt., *Qater Univ. Sci. J.*, 10 (2): 401-400.
- Emelyanov, E.M.; Moussa, A.A. & Mitropolsky, A.J.** (1978). Minerological and chemical composition of the Nile alluvial deposits. *Lithol & Miner. Resour.*, 4: 134-139.
- EQS.** (2001). Environmental Quality Standards for water pollution. Ministry of Environment, Government of Japan.
- Evans, D. & Engle, D.W.** (1994). Mercury bioaccumulation in Fin Fish and Shellfish from Lavaca bay, Texas. *NOVAA*, Technical memorandum, p. 19.
- Evans, D.W.; Kathman, R.D. & Walker, W.W.** (2000). Trophic accumulation and depuration of mercury by blue crabs (*Callinectes sapidus*) and pink shrimp (*Penaeus duorarum*). *Mar. Environ. Res.*, 49: 419-434.
- Ezeronye, O.U. & Ubalua, A.O.** (2000). Studies on the effect of abattoir and industrial effluents on the heavy metals and microbial quality of Aba river in Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 4 (2): 277-272.
- Fairbridge, R.W.** (1972). The encyclopedia of geochemistry and environmental science, Van Norstrand Reinhold company.
- Fan, A.M. & Alexeeff, G.V.** (1999). Public Health Goal for chromium in drinking water. office of Environmental Health Hazard Assessment, *California Environmental Protection Agency*.
- Fan, W. & Wang, W.X.** (2001). Sediment geochemical controls on Cd, Cr & Zn assimilation by the clam *Ruditapes philippinarum*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20, 2309-2317.
- Farkas, A.; Salanki, J. & Varanka, I.** (2000). Heavy metal concentration in fish of lake Balaton. *Lakes & Reservoirs: Research and management*, 6 (4): 271-279.

- Fernandes-Leborans, G. & Olalla-Herrero, Y.** (۲۰۰۰). Toxicity and bioaccumulation of lead and cadmium in marine protozoan communities. *Ecotoxicology & Environmental Safety*, ۴۷: ۲۶۶-۲۷۶.
- Ferrer, L.; Contardi, E.; Andrade, S.J.; Asteuain, R.; Pucci, A.E. & Marcovecchio, J.E.** (۲۰۰۰). Environmental cadmium and lead concentrations in the Bahia Blanca Estuary (Argentina): Potential toxic effects of Cd & Pb on crab larvae. *Oceanologia*, ۴۲(۴): ۴۹۳-۵۰۴.
- Foe, C. & Knight, A.** (۱۹۸۶). A thermal energy budget for juvenile *Corbicula fluminea*. *American Malacological Bull.*, (۲): ۱۴۳-۱۵۰.
- Forstner, U. & Wittmann, G.T.W.** (۱۹۸۱). Metal pollution in the aquatic environment. Springer-Verlag, New York.
- Forth, H.D. & Turk, L.M.** (۱۹۷۲). Fundamentals of soil science, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Foy, R.H. & Withers, P.J.A.** (۱۹۹۰). The concentration of agricultural phosphorus to eutrophication. *Proc. Fert. Soc.*, ۳۶۰:۳۲-۴۰.
- Fowler, S.W.; Readman, J.W.; Oregioni, B.; Villeneuve, J. P. & McKay, K.** (۱۹۹۳). Petroleum hydrocarbons and trace metals in nearshore Gulf sediment and biota before and after the ۱۹۹۱: an assessment of temporal and spatial trends. *Mar. Pollut. Bull.*, ۲۷: ۱۷۱-۱۸۲.
- Frenzel, S.A.** (۱۹۹۶). Occurrence of selected contaminants in water, fish, tissue & stream bed sediments in central Nebraska, ۱۹۹۲-۹۵. *U.S. Geological survey circular*.
- Gachter, R.; Steingruber, S.M.; Reinhardt, M. & Wehrli, B.** (۲۰۰۴). Nutrient transfer from soil to surface waters: Differences between nitrate and phosphate. *Aquat. Sci.*, ۶۶: ۱۱۷-۱۲۲.
- Gangaiya, P. ; Tabudravu, J.; South, R. and Sotheeswarn, S.** (۲۰۰۱). Heavy metal contamination of the lami coastal environment, *Fiji.S. Pac. J. Nat. Sci.*, ۱۹: ۲۴-۲۹.
- Ganjo, D.A. & Aziz, F.H.** (۲۰۰۲). Limnology and phytoplankton ecology of Korre and Shaqlawa water courses, Erbil-Iraq. II-Planktonic Algal

community and heavy metals (Fe, Cu, Zn & Cd) content. *J. Dohuk univ.*, 2(2): 10- 14.

Garbarino, J.R.; Hayes, H.C.; Roth, D.A.; Antweiler, R.C.; Brinton, T.I. & Taylor, H.E. (1990). Heavy metals in the Mississippi river. U.S. Geological survey, circular.

Garvalho, K.M. & Martin, D.F. (2001). Removal of aqueous selenium by four aquatic plants. *J. Aquat. Plant Manage.*, 39: 33- 37.

Gaudette, H.E.; Flight, W.R.; Toner, L. & 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.

Graczyk, T.K.; Fayer, R.; Cranfield, M.R. & Conn, D.B. (1998). Recovery of waterborne *Cryptosporidium parvum* oocysts by fresh water benthic clams (*Corbicula fluminea*). *Applied and Environmental Microbiology*, 64(2): 427- 430.

Griscom, S.B.; Fisher, N.S. & Luoma, S.N. (2000). Geochemical influences on assimilation of sediment-bound metals in clams and mussels. *Environ. Sci. Technol.*, 34: 91- 99.

Gulfraz, M.; Ahmad, T. & Afzal, H. (2001). Concentration levels of heavy and trace metals in the fish and relevant water from Rawal & Mangla lakes. *Online Journal of Biological Science*, 1(2): 44- 47.

Hansen, D.J.; Berry, W.J.; Mahony, J. D.; Boothman, W.S.; Ditoro, D.M.; Robson, D.L.; Ankley, G.T.; Ma, D.; Yan, Q. & Pesch, C.E. (1996). Predicting the toxicity of metal-contaminated field sediments using interstitial concentration of metals and acid-volatile sulfide normalizations. *Environmental Toxicology & Chemistry*, 15(12): 2080- 2094.

Harding, J.P.C. & Whitton, B.A. (1978). Zinc, Cadmium & Lead in water, sediments & submerged plants of derwent reservoir, Northern England. *Water Research*, 12: 307- 317.

- Hassan, F.M and AL-Saadi, H. A.** (1990). On the seasonal variation of phytoplankton populations in Hilla river. *Iraq J. Coll. Educ. For woman. Univ. Baghdad*, 7(2): 50–71.
- Hassan, F.M.** (1997). A limnological study on Hilla river. *AL- Mustansiriya J. Sci.* 1(1): 22–30.
- Hassan, F.M.; Al-Saadi, H.A. & Mohamed, A.A.K.** (2001). On the ecological features of Razzazah lake, Iraq. *National Journal of Chemistry*, 2001, 1: 549-560.
- Hassan, F.M.** (2004). Limnological features of Diwanyia river, Iraq. *J. of Um-Salama for Science*, 1(1): 119-124.
- Heiskary, S.** (1996). Lake sediment contaminant levels in Minnesota. Minnesota pollution control Agency USA.
- Helfrich, L.A. & Noves, R.J.** (2003). Sustaining America's Aquatic Biodiversity freshwater Mussel: biodiversity and conservation. U.S. Fish & Wildlife Service.
- Heslin, L.B.** (1990). Cadmium, Chromium and lead accumulation in the tissues of the blue crab, *callinectes*. M.Sc. thesis, Southeastern Louisiana university.
- Ho, S.T.; Tsai, L.J. & Yu, K.C.** (2003). Correlations among Aqua-Regia extractable heavy metals in vertical river sediments. Diffuse Pollution Conference, Dublin, 2003.
- Hodges, L.** (1989). Environmental pollution. Second Edition, Iowa State University by Holt, Rinehart & Winston, New York, USA.
- Hornberger, M.I.; Luoma, S.N.; VanGreen, A.; Fuller, C. & anima, R.** (1999). Historical trends of metals in sediments of SanFrancisco bay, California. *Marine Chemistry*, 74: 39-50.
- Horowitz, A. J.** (1986). Comparison of methods for the concentration of suspended sediment in river water for subsequent chemical analysis. *Environ. Sci. Technol.*, 20(2): 100-110.

- Howard, A.G.** (1998). Aquatic environment chemistry. Oxford Science Publications.
- Hutchinson, G.E.** (1957). A treatise on limnology, vol. 1, Geography, Physics & Chemistry, New York.
- Hynes, H.B.N.** (1975). The stream and its valley. Verb, Internat. Verein. *Limnol.* 19: 1-10.
- Ingole, N.W. & Bhole, A.G.** (2003). Removal of heavy metals from aqueous solution by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *J. Water SRT-Aqua.*, 02: 119-124 (2003).
- Jackson, L.; Kalkff, J. & Rsmussen, J.R.** (1994). Sediment pH and redox potential effect the bioavailability of Al, Cu, Fe, Mn & Zn to rooted aquatic macrophytes. *Can. J. Fish. Aqua Sci.*, 00: 143-144.
- Ju, S.J. & Harvey, H.R.** (2002). Effects of temperature and heavy metals on extractable lipofuscin in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Journal of the Korean Society of Oceanography.*, 37(4): 1-10.
- Junior, J.O.C.; Allodi, S.; Amado-Filho, G.M. & Farina, M.** (2000). Zinc accumulation in phosphate granules of *Ucides cordatus* hepatopancrease. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* (2000), 33: 217-221.
- Kaiser, E.; Arscott, D.B.; Tockner, K. & Sulzberger, B.** (2004). Sources and distribution of organic carbon and nitrogen in the Tagliamento river, Italy. *Aquat. Sci.*, 76(2004): 103-117.
- Khalaf, F.; Literathy, P.; Al-Bakri, D. & Al-Ghadban, A.** (1986). Total organic carbon distribution in the Kuwait bottom sediments. Marine Environment and Pollution, Preceedings of the first Arabian Gulf conference on Environment and Pollution, Kuwait, 9-11 February, Kuwait university.
- Karathanasis, A. D.** (1999). Subsurface migration of copper and zinc mediated by soil colloids. *Soil Science Society of America Journal*, 73: 130-134.

- Kassim, T.I.; Al-Saadi, H.A.; Al-Lami, A.A. & Al-Jaberi, H.H.** (1997). Heavy metals in water, suspended particles, sediments and aquatic plants of the upper region of Euphrates river, Iraq. *J. Environ. Sci., A* 32 (9, 10): 2497-2007.
- King, L.; Barker, P. & Jones, R.** (2000). Epilithic algal communities and their relationship to environmental variables in lakes of the English lake District. *Freshwater Biology*, (2000), 45: 420-442.
- Knowles, M.** (1987). Methods for determination of Cadmium in sea water with zeeman background correction. Varian Techtron Pty. Limited, Australia.
- Kogan, M.; Greco, L.S.L.; Romano, L.A. & Rodriguez, E.M.** (2000). Effects of cadmium on somatic and gonadal growth of juvenile females of the Estuarine crab *Chasmagnathus granulata* (Brachyura: Grapsidae). *Zoological studies*, 39 (4): 344-350.
- Kosma, D.K.; Long, J.A. & Ebbs, S.D.** (2004). Cadmium bioaccumulation in yellow foxtail (*Setaria glauca* L.P.Beauv.): Impact on seed head morphology. *American Journal of Undergraduate Research*, 3 (1): 9-14.
- Kraemer, S.M. & Hering, J.G.** (2004). Biogeochemical controls on the mobility and bioavailability of metals in soil and ground water. *Aquat. Sci.*, 77 (2004) 1-2.
- Kumar, P.B.; Dushenkov, V.; Motto, H. & Raskin, I.** (1990). Phytoextraction-the use of plants to remove heavy metals from soils. *Environ. Sci. Technol.*, 24: 1232-1238.
- Kwon, Y.T. & Lee, C.W.** (2001). Sediment metal speciation for the ecological risk assessment. *Analytical Science*, 17: 1010-1017.
- Langston, W.J.; Burt, G.R. & Pope, N.D.** (1999). Bioavailability of metals in sediments of the Dogger bank (central North Sea): A Mesocosm study. *Estuarine, Coastal & Shelf Science*, 48: 019-040.
- Lee, B.G.; Wallace, W.G.; Luoma, S.N.** (1998). Uptake and loss kinetics of Cd, Cr & Zn in the bivalves *Potamocorbula amurensis* & *Macoma*

balthica: effects of size and salinity. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 170: 177-189.

Lee, B.; Lee, J.; Luoma, S.; Choi, H.J. & Koh, C. (2000). Influence of acid volatile sulfide and metal concentration to marine invertebrates in contaminated sediments. *Environ. Sci. Technol.*, 34: 4017-4023.

Leland, H.V. & Scudder, B.C. (1990). Trace elements in *Corbicula fluminea* from the SanJoaquin river, California. *Sci. Total Environ.*, 97-98: 741-742.

L'Herroux, L.; LeRoux, S.; Appriou, P. & Martinez, J. (1997). Behaviour of metals following intensive pig slurry applications to a natural field treatment process in Brittany (France). *Environmental Pollution*, 97(1-2): 119-120.

Lind, G. T. (1979). Handbook of common methods in Limnology, 2nd ed., London.

Linnik, P.M. & Zubenko, I.B. (2000). Role of bottom sediments in the secondary pollution of aquatic environments by heavy metal compounds. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 2000, 6: 11-21.

Lytle, C.M. & Smith, B.N. (1990). Seasonal nutrient cycling in *Potamogeton pectinatus* of the lower prove river. *Great Basin Naturalist*, 50(2): 164-171.

Lytle, C.M. & Smith, B.N. & McKinnon (1990). Manganese accumulation along Utah roadways: A possible indication of motor vechile exhaust pollution. *Sci. Total Environ.* (1990), 100-109.

Lytle, C.M.; Lytle, F.W. & Smith, B.N. (1996). Use of XAS to determine the chemical speciation of bioaccumulation manganese in *Potomogeton pectinatus*. *J. of Environmental Quality*, 25(2): 311-317.

Marseile, F.; Tiffreau, C.; Laboudigue, A. & Lecomte, P. (2000). Impact of vegetation on the mobility and bioavaibility of trace elements in a dredged sediment deposite: A green house study. *Agronomie*, 20(2000), 047-007.

- Maryland Dep. Of Environment** (۲۰۰۳). Water Quality Analysis of heavy metals for the Loch Raven Reservoir impoundment in Baltimore county, Maryland. U.S. Environmental Protection Agency.
- Matagi, S.V.; Swai, D. & Mugaber, R.** (۱۹۹۸). A Review of heavy metal removal mechanisms in wetlands. *Afr. J. Trop. Hydrobiol. Fish*, ۸: ۲۳-۳۰.
- Maulood, B.K.; Hinton, G.C.F.; Kamces, H.S.; Saleh, F.A.K.; Shaban, A.A. & Al-Shawhwani, S.M.H.** (۱۹۷۹). An Ecological survey of some aquatic ecosystems in southern Iraq. *Tropical Ecology*, ۲۰ (۱): ۲۷-۳۹.
- Maulood, B.K. & Al-Mousawi, A.H.** (۱۹۸۹). Limnological investigation on Sawa lake, Iraq. *Basrah J. Agric. Sci.*, ۲۱ (۱, ۲): ۱۱۳-۱۲۲.
- McCaulou, T.; Matter, W.J. & Maughan, D.E.** (۱۹۹۴). *Corbicula fluminea* as a bioindicator on the lower colorado river. U.S. Fish & Wildlife Service, Arizona.
- Mckenzie, T.** (۱۹۸۲). Automated multielement analysis of plant material by flame atomic absorption spectroscopy. Varian techtron pty. Limited, Mulgrave, Victoria, Australia.
- McLean, J.E. & Bledsoe, B.E.** (۱۹۹۲). Behavior of metals in soils. U.S. Environmental Protection Agency.
- Memon, A.R.; Ito, S. & Yatazawa, M.** (۱۹۸۰). Distribution of zinc and cadmium in temperate forest taxa of central Japan. *Soil Sci. Plant Nutr.*, ۲۶: ۲۸۱-۲۹۰.
- Memon, A.R.; Chino, M.; Hidaka, H.; Hara, K. & Yatazawa, M.** (۱۹۸۱). Manganese toxicity in field grown tea plants and microdistribution of manganese in the leaf tissues as revealed by electron prob x-ray micrography. *Soil Sci. Plant Nutr.*, ۲۷: ۳۱۷-۳۲۸.
- Memon, A.R.; Aktoprakligil, D.; Ozdemir, A. & Vertii, A.** (۲۰۰۱). Heavy metal accumulation and detoxification mechanisms in plants. *Turk. J. Bot.*, ۲۵: ۱۱۱-۱۲۱.

- Merlini, M.; Argentesi, F.; Berg, A.; Oregioni, B. & Pozzi, G.** (1973). The biological pathway of zinc in fresh water fish and its alteration by heavy metals. Pp. 280-306. In: Nelson, D.J. (ed.) Radionuclides in ecosystems, vol. 1, proc. Third Nat. symp. Radioecol., USA Atomic Energy Comm., Symp., Ser, Conf-710001.
- Michnowicz, C.J. & Weeks, T.E.** (1984). Effects of pH on toxicity of As, Cr, Cu, Vi & Zn to *Selenastrum capricornutum* printz. *Hydrobiologia*, 118: 299-300.
- Miettinen, J. K.** (1977). Inorganic trace elements as water pollution: Their implications to the health of man and the aquatic biota. In Coulsston, F; Mrak, E. (edit) (1977) water Quality, proceedings of an international Forum. Academic press, London.
- Mohamed, M.A. & Al-Shamlan, A.A.** (1977). Organic matter content in Kuwait Bay sediments as an index of pollution. *J. Univ. Kuwaite (Sci)*, 1, pp. 210-223.
- Mohapatra, S. & Mitchell, A.** (2003). Lake Ontario water quality: It is affected by contaminant transfer by soil erosion and sediment transport from construction sites ?. Canadian institute of Environmental law and policy, Toronto, sediment control workshop, 2003.
- Morales, J.A.; Albornoz, A.; Socorro, E. & Morillo, A.** (2001). An Estimation of the nitrogen and phosphorus loading by wet deposition over lake Maracaibo, Venezuela. *Water, Air, and Soil Pollution*, 128: 207-221.
- Muhammed, S.A.** (2004). Limnology and aquatic life ecology of Sarchnar spring, Chaq-Chaq and Kliassan streams, Sulaimani, Kurdistan region of Iraq. M. Sc. Thesis, Sulaimani university.
- Mulline J.B. & Riley, J.P.** (1900). The spectrophotometric determination of nitration natural water with particular references to sea water. *Anal. Chem. Acta.*, 12: 474-480.
- Munda, I.M.** (1984). Salinity dependent accumulation of Zn, Co & Mn in *Scytosiphon lomentaria* (Lyngb) link and *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link from the Adriatic sea. *Botanica Marina*, vol. XXVII: 371-376.

- Murphy, J. & Riley, J.R.** (1962). A modification of a signal solution method for determination of phosphate in natural water. *Chem. Acta.*, 11: 31-37.
- Nakanishi, Y.; Sumita, M.; Yumita, K.; Yamada, T. & Honjo, T.** (2004). Heavy-metal pollution and its state in algae in Kakehashi river and Godani river at the foot of Ogoya mine, Ishikawa prefecture. *Analytical Science*, vol. 20: 132-134.
- Namminga, H. & Wilham, J.** (1976). Effects of high discharge and an oil refinery cleanup operation on heavy metals in water and sediments in skeleton creek. *Proc. Okla. Acad. Sci.*, 67: 133-134.
- Nugegoda, D. & Rainbow, P. S.** (1989). Salinity, osmolality, and zinc uptake in *Palaemon elegans* (Crustacea: Decapoda). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 50: 149-157.
- Oltmann, A.; Scherer, U. & Fuchs, S.** (2003). Quantification of heavy metal emissions into the river systems of Baden-Wuerttemberg (Germany) Diffuse Pollution Conference, Dublin, 2003.
- Ongley, E.D.** (1996). Control of water pollution from agriculture. FAO, irrigation and drainage, Roma.
- Orson, R.A.; Simpson, R.L. & 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: 171-187.
- Ososkov, V.K. & Kebbekus, B.B.** (1997). Preconcentration, speciation and determination of dissolved heavy metals in natural water, using ion exchange and graphite furnace atomic absorption spectrometry. *U.S. Environmental Protection Agency*.
- Otchere, F.A.** (2003). Heavy metals concentrations and burden in the bivalves (*Anadara (Senilia) senilis*, *Crassostrea tulipa* & *Perna perna*) from lagoons in Ghana: Model to describe mechanism of accumulation and excretion. *African Journal of Biotechnology*, 2 (9): 240-247.
- Parson, T.R.; Mait, Y. & Laui, C.M.** (1984). A Manual of chemical and biological methods for sea water analysis. Pergamine press, Oxford.

- Pehaim, J.** (۲۰۰۴). Heavy metals in clams and sediments from Morro Bay. M. Sc. Thesis, California polytechnic state university, USA.
- Peltier, E.F.; Webb, S.M. & Gaillard, J. F.** (۲۰۰۳). Zinc and lead sequestration in an impacted wetland. *Advances in Environment Research*, ۷: ۱۰۳-۱۲۲.
- Peverly, J.H.** (۱۹۸۸ a). Cadmium movement and accumulation in a sediment-water-plant, system. Reprinted from trace substance in Environmental Health-XXII (۱۹۸۸) A symposium, D.D. Hemphill, Ed university of Missouri, Columbia.
- Peverly, J.H.** (۱۹۸۸ b). characterization of sediment Cd with decreased toxicity in *Myriophyllum spicatum* L. In: Hemphill, D.D. (ed.), Trace substance in environmental health-XXII. P. ۲۹۹-۳۰۹. university of Missouri.
- Peverly, J.H. & Adams, M.L.** (۱۹۹۱). growth and metabolic response of aquatic plants to increased sediment metal availability. In: Hemphill, D.D. (ed.), Trace substances in environmental health-XXV. P. ۱۸۵-۱۹۷, university of Missouri.
- Phillips, D.J. & Rainbow, P.S.** (۱۹۸۹). Strategies of trace metal sequestration in aquatic organisms. *Marine Environmental Research*, ۲۷: ۲۰۷-۲۱۰.
- Polate, S. & Isik, Oya.** (۲۰۰۲). Phytoplankton distribution, diversity and nutrients at the north eastern Mediterranean coast of Turkey (Karatas-Adana)- *Turk. J. Bot.*, ۲۶, ۷۷-۸۶.
- Polate, S.; Sarihan, E. and Koray, T.** (۲۰۰۰). Seasonal changes in the phytoplankton of the Northeastern Mediterranean (Bay of Iskendrun) *Turk. J. Bot.* ۲۴: ۱- ۱۲.
- Potapova, M. and Charles, D.F.** (۲۰۰۳). Distribution of benthic diatoms in U.S. rivers in relation to conductivity and ionic composition. *Freshwater Biology* ۴۸: ۱۳۱۱- ۱۳۲۸.

Prasad, M.N.V. (1997). Trace metals in: Prasad, M.N.V. (ed.) (1997) *Plant Ecophysiology*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Prasad, M.N.V. (1998). Metal-biomecucle complexes in plants: Occurrence, functions, and applications. *Analysis Magazine*, 27 (7): 20-24.

Rausser, W.E. (1999). Structure and function of metal chelators produced by plants, the case for organic acids, amine acids, phytin and metallothioneins. *Cell Biochem. Biophys.*, 31: 19-44.

Reamer, P. (1989). Concentration of Lead in aquatic macrophytes from Shoal lake, Manitoba, Canada. *Environmental Pollution*, 67: 17-18.

Reinfelder, J.R.; Wang, W.X.; Luoma, S.N. & Fisher, N.S. (1997). Assimilation efficiencies and turnover rates of trace elements in marine bivalves: A comparison of oysters, clams & mussels. *Marine Biology*, 129: 443-452.

Renberg, I.; Bindler, R.; Bradshaw, E.; Emteryd, O. & McGowan, S. (2001). Sediment evidence of early eutrophication and heavy metal pollution of lake Mälaren, central Sweeden. *Journal of the Human Environment* 30 (1): 497-502.

Reuter, J.H. & Perdue, E.M. (1977). Importance of heavy metal-organic matter interactions in natural waters. *Geochimica Cosmochimica Acta.*, 41: 320-334.

Rey, P.A.; Taylor, J.C.; Lass, A.; VanRensbur, L. & Vosloo, A. (2004). Dtermining the possible application value of diatoms as indicators of general water quality: A comparison with SASS^o. *Water SA*, 30 (3): 320-330.

Rijken, M. (1979). Food and food uptake in *Arenicola marina*. *Neth. J. Sea Res.*, 13 (3/4): 407-421.

Riley, J.P. & Taylor, D.T. (1968). Chelating resins for the concentration of trace elements from sea water and their analytical use in conjunction with atomic absorption spectrophotometry. *Anal. Chim. Acta.*, 40: 479-480.

- Ross, K.; Cooper, N.; Bidwall, J.R. & Elder, J.** (٢٠٠٢). Genetic diversity and metal tolerance of two marine species: A comparison between population from contaminated and reference sites. *Mar. Pollut. Bull.*, ٩ (١): ٢٩١-٣٠٧.
- Rouleau, C.; Gobeil, C. & Tjalve, H.** (٢٠٠١). Cadmium accumulation in the snow crab *Chionoecetes opilio*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, ٢٢٤: ٢٠٧-٢١٧.
- Rzoska, J.; Talling, J.F. & Banister, K.E.** (١٩٨٠). Euphrates and Tigris, Mesopotamian ecology and destiny, monographia biologicae. Vol. ٣٨, pub. By the Hague, Boston-London.
- Saad, M.A.H.** (١٩٧٣). Distribution of phosphates in lake Mariut, A heavily polluted lake in Egypt. *Water, Air, and Soil Pollution*, ٢: ٥١٥-٥٢٢.
- Saad, M.A.H.** (١٩٧٨). Seasonal variation of some physico chemical conditions of Shatt Al-Arab Estuary, Iraq. *Estuarine & Coastal Marine Science*, ٦: ٥٠٣-٥١٣.
- Sabri, A.W.; Maulood, B.K.; Sulaiman, N.E.** (١٩٨٩). Limnological studies on river Tigris: Some physical and chemical characters. *J. Bio. Sci. Res.*, ٢٠ (٣): ٥٦٥-٥٧٩.
- Salomons, W.** (١٩٩٥). Environmental impact of metals derived from mining activities: Processes, prediction, prevention. *Journal of Geochemical Exploration* ٥٢: ٥-٢٣.
- Sasaki, K.; Ogino, T.; Hori, O.; Endo, Y.; Kurosawa, K. & Tsunekawa, M.** (٢٠٠٣). Chemical transportation of heavy metals in the constructed wetland impacted by acid drainage. *Materials Transactions*, ٤٤ (٢): ٣٠٥-٣١٢.
- Schulz, U.H. & Martins-Junior, H.** (٢٠٠١). *Astyanax fasciatus* as bioindicator of water pollution of Rio Dos Sinos, RS, Brazil. *Braz. J. Biol.*, ٦١ (٤): ٦١٥-٦٢٢.
- Shiller, A.M. & Hebert, T.L.** (١٩٩٨). Biogeochemical controls on dissolved trace elements in rivers. *Mineral. Mag.*, ٦٢A: ١٣٩١-١٣٩٢.

Shiller, A.M. (1999). Dissolved trace elements in a seasonally snow covered catchment. In: *Geochemistry of Earth's surface*, H. Armannasson, ed., Balkem Rotterdam (1999), pp. 123-126.

Simpson, S.L.; Pryor, I.D.; Mewburn, B.R.; Batley, G.F. & Jolley, D. (2002). Consideration for capping metal-contaminated sediments in dynamic estuarine environments. *Environ. Sci. Technol.*, 36: 3772-3778.

Smith, R. (2004). *Current methods in aquatic science*. University of Waterloo, Canada.

Snyman, R.G.; Reinecke, A.J. & Nel, J.A.J. (2002). Uptake and distribution of copper in the fresh water crab *Potamonautes perlatius* (Crustacea) in the Eerste river, South Africa. *African Zoology*, 37 (1): 81-89.

Spain, A. (2003). Implications of microbial heavy metal tolerance in the environment. *Reviews in Undergraduate Research*. 2: 1-7, 2003.

Sturgeon, R.E.; Desaulniers, J.A.; Berman, S.S. & Russell, D.S. (1982). Determination of trace metals in estuarine sediment by graphite furnace atomic absorption spectrophotometry. *Anal. Chem. Acta.*, 134: 288-291.

Suzuki, M.; Yamada, T.; Miyazaki, T. & Kawazoe, K. (1979). Sorption and accumulation of cadmium in the sediment of the Tama river. *Water Research*, 13: 67-73.

Sztruhare, D.; Sokac, M.; Marsalek, J.; Frankova, E.; Hyaneck, K.L.; Rusnak, D.; Stanko, S.; Ilavaky, J. & Namer, J. (1997). A case study of combined sewer over flow pollution: Assessment of sources and receiving water effects. *Water Quality Research Journal of Canada*, 32 (3): 573-578.

Taha, D. N. (1999). Distribution of Mn, Ag and Cr in Shatt AL- Hilla sediments. *J. Babylon. uni.* 4 (3): 79-81.

Taha, A.A.; El-Mohmoudi, A.S. & El-Haddad, I.M. (2004). Pollution sources and related environmental impacts in the New communities southeast Nile Delta, Egypt. *Emirates Journal for Engineering Research*, 9 (1): 30-49.

- Taobi, A.A.H.; Ali, B.Z. and Al- Hejuje, M. M.** (٢٠٠٠). Distribution of heavy elements and water chemistry in AL-Ashar and AL- Khandak canals connected with Shatt AL- Arab river, Basrah. *Basrah J. Sci., B*, ١٨ (١): ٦٩-٨٠.
- Thawley, S.; Morris, S. & Vosloo, A.** (٢٠٠٤). Zn & Cd accumulation in *Potamonautes warreni* from sites in the North-West province of South Africa. *International Congress Series*, ١٢٧٥: ١٨٠- ١٨٨.
- Thompson, G.B. & Yeung, S.K.** (١٩٨٢). Phosphorus and organic carbon in the sediments of polluted subtropical Estuary, and the influence of coastal reclamation. *Mar. Poll. Bull.*, ١٣(١٠): ٣٥٤-٣٥٩.
- Tokalioglu, S.; Kartal, S. & Elci, L.** (٢٠٠٠). Speciation and determination of heavy metals in lake waters by atomic absorption spectrometry after sorption on amberlite XAD-١٦ Resin. *Analytical Sciences*, vol. ١٦, ١١٦٩- ١١٧٤.
- Tucker, M.R.; Hardy, D.H. & Stokes, C.E.** (٢٠٠٣). Heavy metals in North Carolina soil, occurrence and significance. New York state Department of Environmental Conservation.
- Ulmanu, M.; Anger, I.; Lakatos, J. & Aura, G.** (٢٠٠٣). Contribution to some heavy metals removal aqueous solution using peat. Proceeding of the First International Conference on Environmental Research and Assessment, Bucharest, Romania, March, ٢٣-٢٧, ٢٠٠٣.
- UNESCO** (١٩٩٢). In: Al-Tae, M.M.S. (١٩٩٩). Trace elements in water, sediments, fish & plants of shatt Al-Hilla river. Ph.D. thesis, Babylon univ. (in Arabic).
- UNESCO** (٢٠٠٢). The challenge of achieving gender parity in Basic Education, Astatistical Review.
- U.S.EPA** (U.S. Environmental Protection Agency) (١٩٧٦). Current Drinking Water Standers.
- U.S.EPA** (١٩٩٢). Current Drinking Water Standers: National Primary Drinking water Regulation, ٨١٦-F-٠١٣.

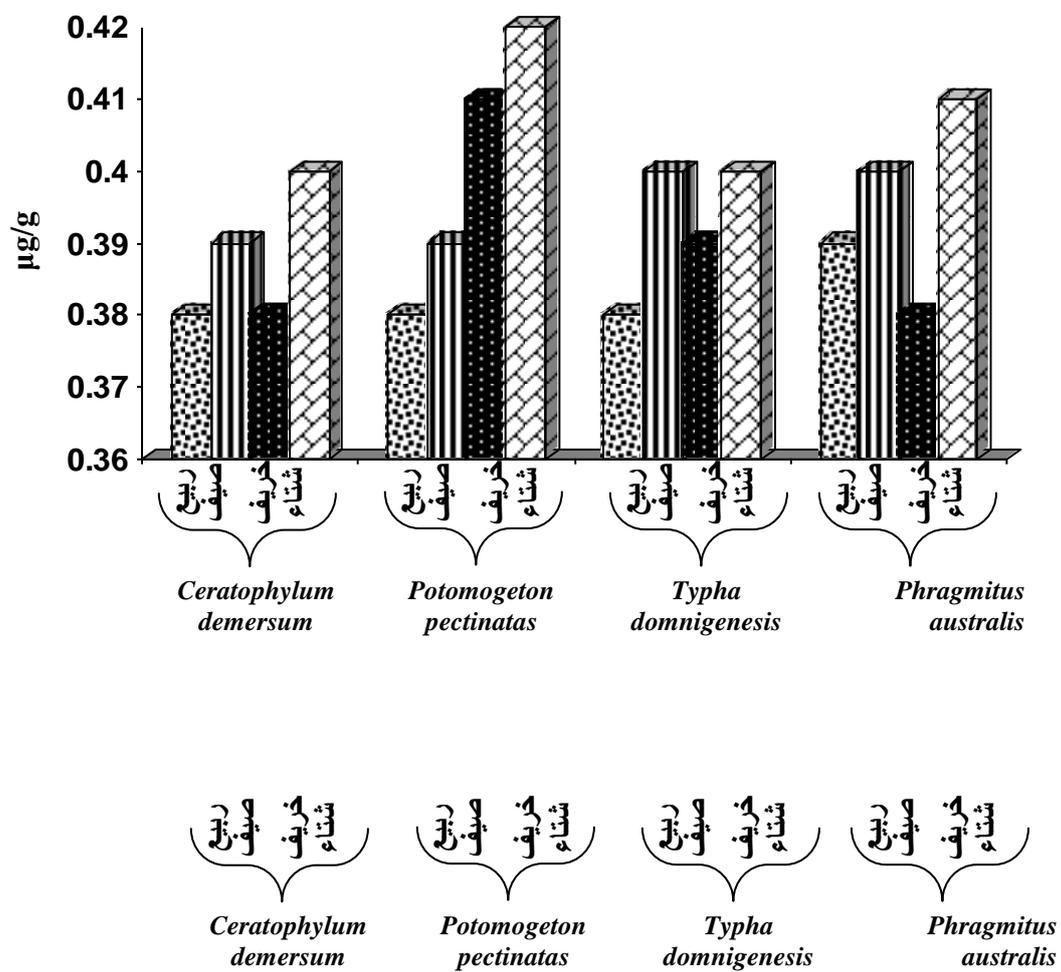
- U.S. Environmental Protection Agency** (۲۰۰۳). Water quality analysis of heavy metals for the Loch Raven Reservoir Impoundment in Baltimore County, Maryland.
- Valarmathi, S. & Azariah, J.** (۲۰۰۲). Impact of two sublethal concentrations of copper chloride and chlorine on the excretory products of crab *Sesarma quadratum* (Fabricius). *Turk. J. Zool.*, ۲۶: ۳۵۷-۳۶۱.
- Van den Broek, J.L.; Gledhill, K.S. & Morgan, D.G.** (۲۰۰۲). Heavy metal concentrations in the Mosquito fish, *Gambusia holbrooki*, in the manly Lagoon Catchment. UTS Fresh water Ecology, Department of Environmental Science, university of Technology, Sydney.
- Van Hathum, B.; Korthals, G.; VanStaalén, N.M.; Govers, H.A.J. & Joosse, E.N.G.** (۱۹۹۳). Accumulation patterns of trace metals in fresh water isopods in sediment bioassays. Influence of Substrate Characteristics, Temperature & pH. *Water Research*, ۲۷: ۶۶۹-۶۸۴.
- Wahbeh, M.I.** (۱۹۹۰). Levels of zinc, manganese, copper, cadmium, Iron & Magnesium in soft tissue of some intertidal Molluscs from Aqaba, Jordan. *Marine Mesopotamica*, ۰(۱): ۲۷-۳۹.
- Wallace, W.G.; Lee, B.G. & Luoma, S.N.** (۲۰۰۳). Subcellular compartmentalization of Cd & Zn in two bivalves I. Significance of metal-sensitive fraction (MSF) and Biological detoxified metal (BDM). *Mari. Ecol. Prog. Ser.*, ۲۴۹: ۱۸۳-۱۹۷.
- Wang, W. & Guo, L.** (۲۰۰۰). Influences of natural colloids on metal bioavailability to two marine bivalves. *Envi. Sci. Technol.*, ۳۴: ۴۵۳۱-۴۵۷۶.
- Webster, J.G.** (۱۹۹۰). Chemical processes affecting trace metal transport in the Waihou river & esotury, New Zealand. *New Zealand J. of Marine & Freshwater Research*, ۲۹: ۰۳۹-۰۵۳.
- Weiner, E.R.** (۲۰۰۰). Application of environmental chemistry. Lewis Puplshers, London, New York.
- Welch, P.S.** (۱۹۰۲). Limnology, ۲nd, ed. McGraw-Hill Book Co. New York.

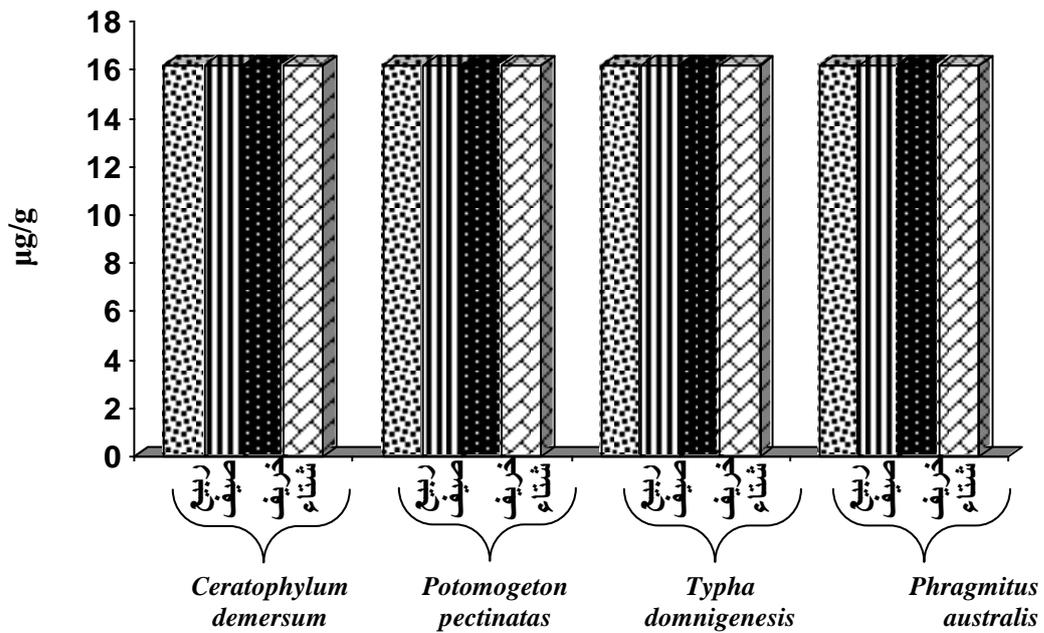
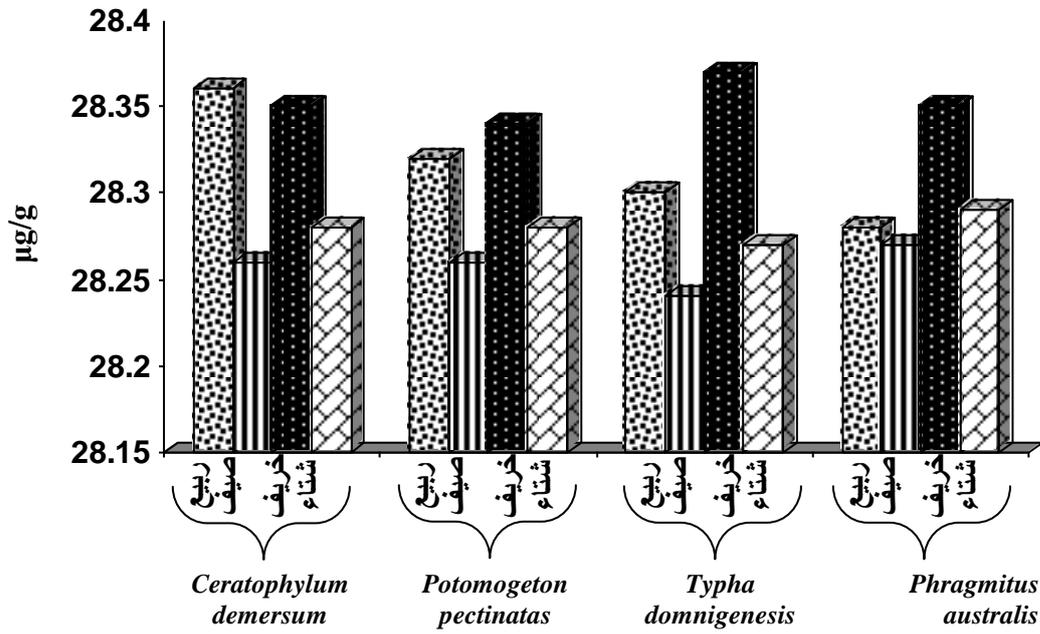
- Werner, I.; Clark, S. & Hinton, D.E.** (2003). Biomarkers aid understanding of aquatic organism responses to environmental stressors. *California Agriculture*, 57(4): 110-110.
- Wetzel, R. G.** (2001). Limnology, lake and river ecosystems. th ed. Academic press, An Elsevier science imprint, San Francisco, New York, London.
- Wetzel, R.G. & Linkens, G.E.** (2000). Limnological Analysis. Springer.
- Whitton, B.A. & Say, P.J.** (1975) **Heavy Metals, In:** Whitton, B. A. (1975). River Ecology. Blackwell Scientific Publication, Oxford, London.
- WHO** (1973). Surveillance of drinking water quality monograph series no. 73 Geneva.
- WHO** (1984). Guidline for Drinking Water Quality vol. 2., Geneva.
- WHO** (1996). Guidline for Drinking Water Quality ^{2nd} ed. vol. 2: 940-901.
- WHO-Unicef** (2000). Global water supply and sanitation Assessment, 2000, Report.
- Widmeyer, J.R.; Crozier, E.D.; Moore, M.M.; Jurgensen, A. & Bendellyong, L.T.** (2003). Role of *Leptothrix discophora* in mediating metal uptake in the filter-feeding bivalve *Mytilus trossulus* (edulis). *Envi. Sci. Technol.*, 37: 3012-3020.
- Wong, J.W.C.; Lai, K.M.; Su, D.S. & Fung, M.** (2001). A vailability of heavy metals for *Brassica Chinensis* grown in an acidic loamy soil amended with adomestic and an industrial sewage sludge. *Water, Air & Soil Pollution*, 128:339-353.
- Wood, E.D.; Armstrong, F.A. & Richards, F.A.** (1967). Determination of nitrate in sea water by cadmium-copper education to nitrate. *J. Mar. Biol. Ass.*, 47: 23-31.

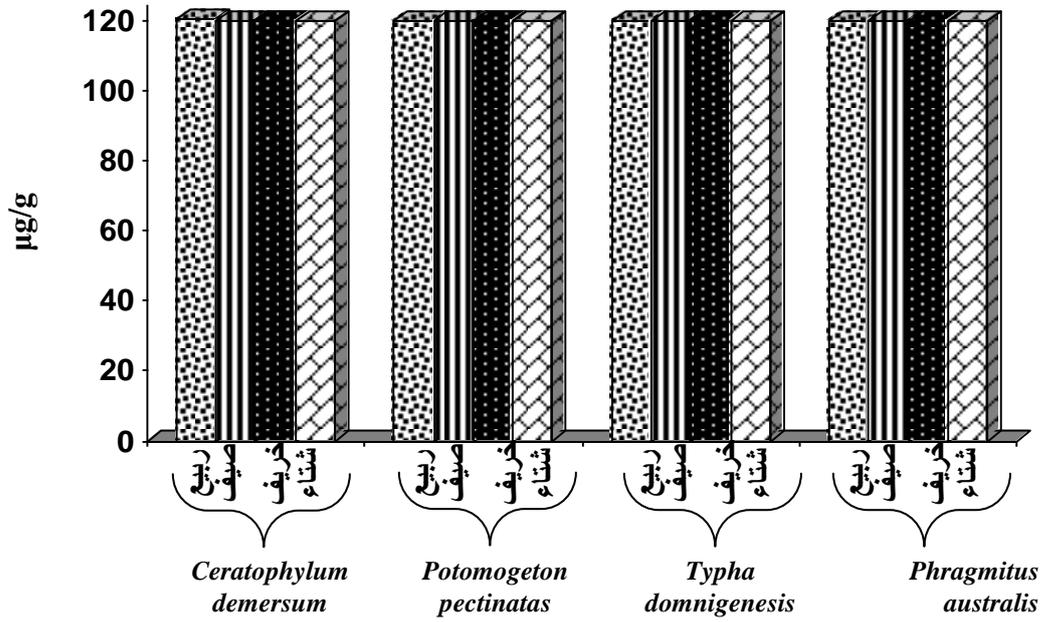
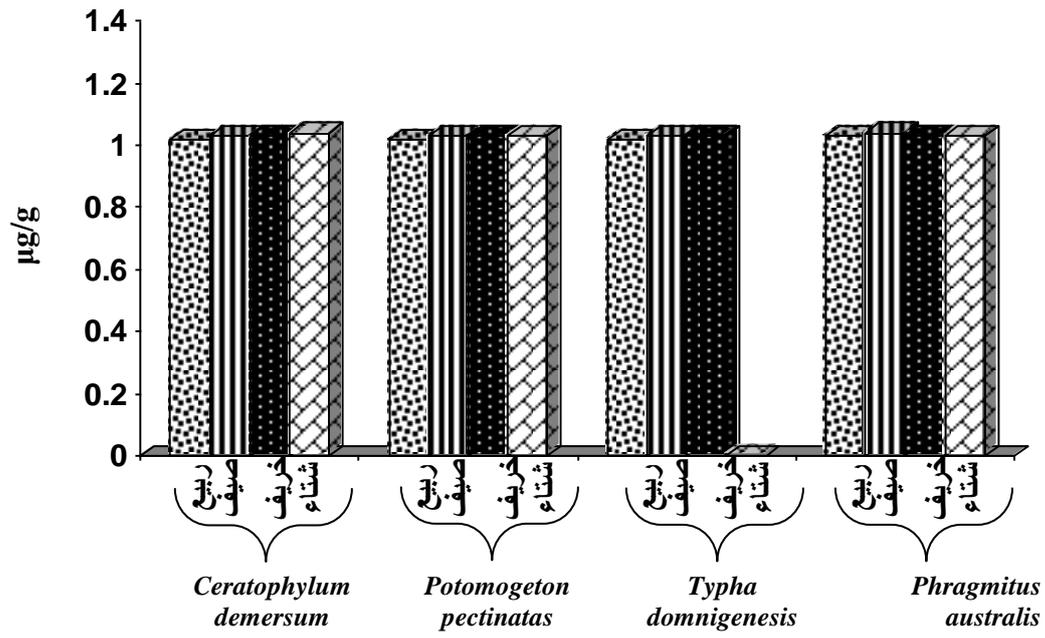
Yilmazer, D. and Yaman, S. (1999). Heavy metals pollution and chemical profile of Ceyhan river (Adana-Turkey). *Tr. J. Engineering and Environmental Science* 23: 59-71.

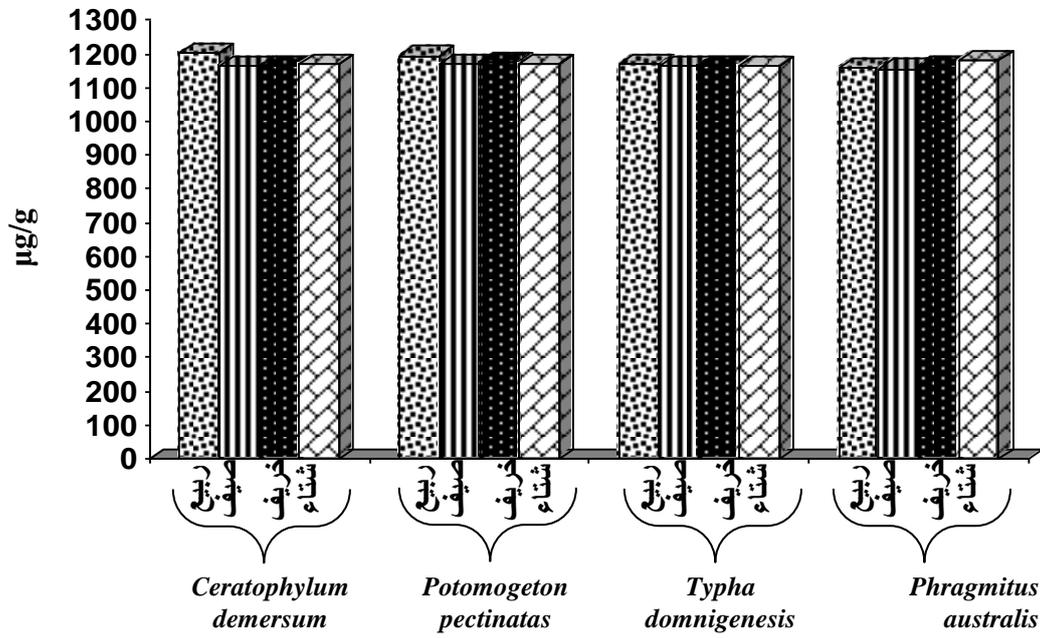
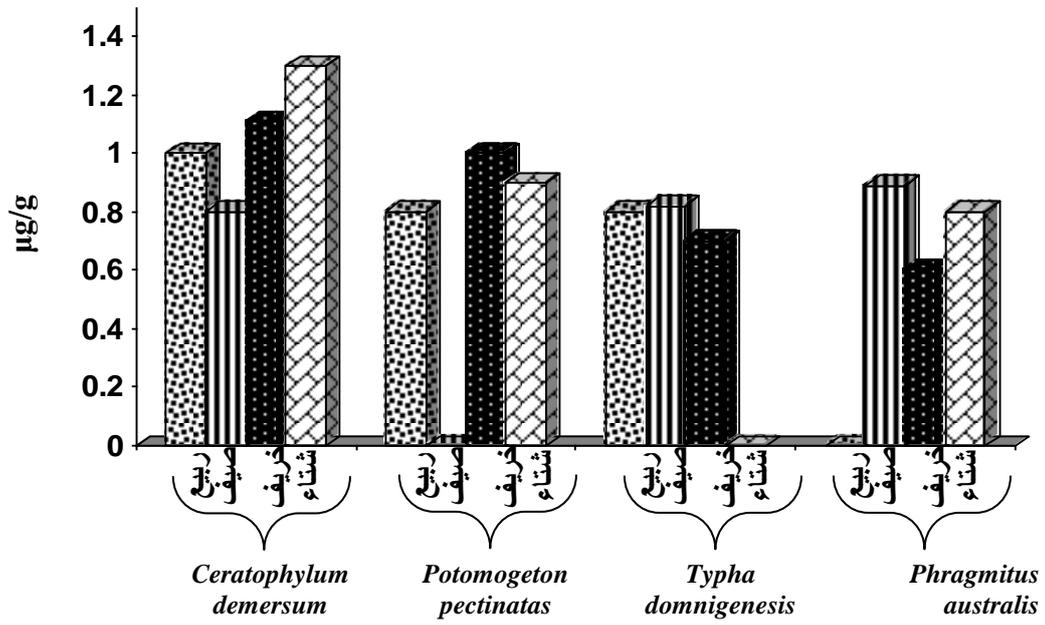
Yoo, H.; Lee, J.S.; Lee, B.G.; Lee, I.T.; Schlekat, C.E.; Koh, C.H. & Luoma, S. N. (2004). Uptake pathway for Ag bioaccumulation in three benthic invertebrates exposed to contaminated sediments. *Mari. Ecol. Progr. Ser.*, 270: 141-152.

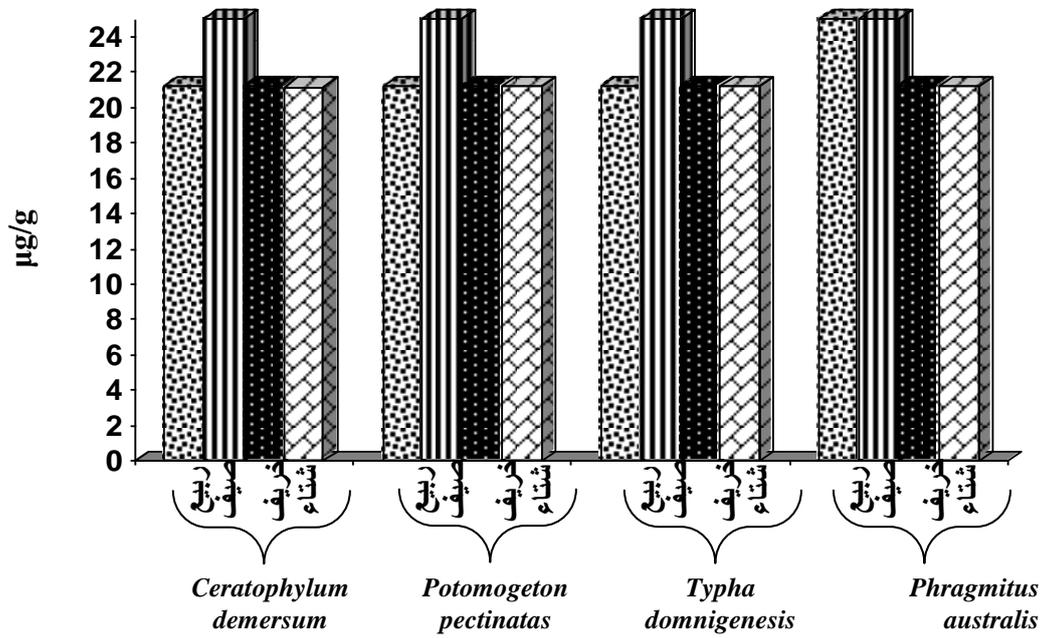
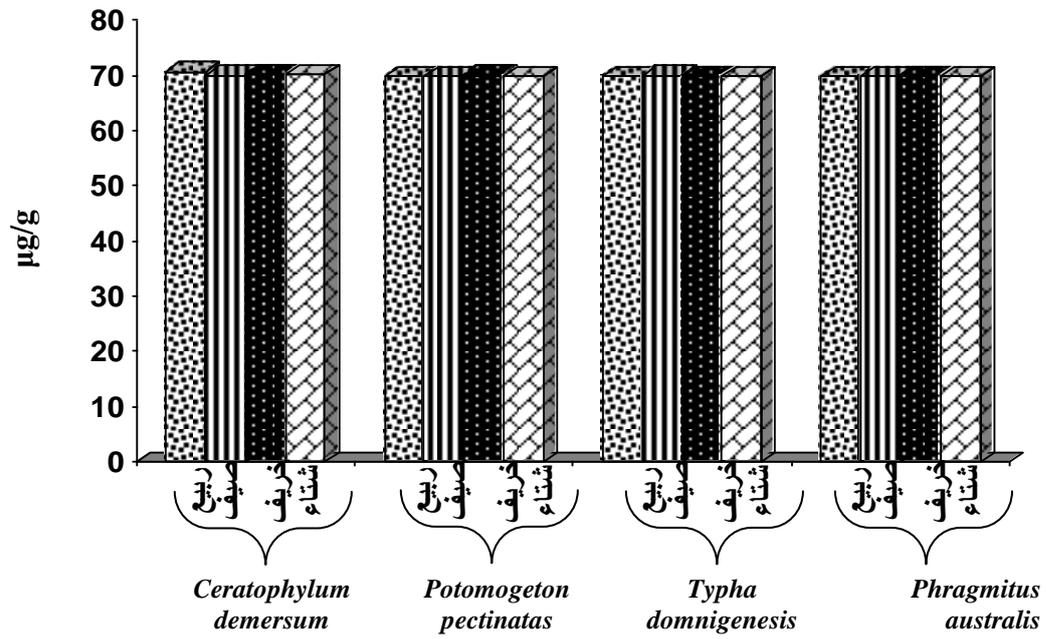
Zwolsman, J.J.G.; VanEch, B.T.M. & Van Derweijden, C.H. (1997). Geochemistry of dissolved trace metals (Cadmium, copper, Zinc) in the scheldt estuary, southwestern Netherlands: Impact of seasonal variability. *Geochemic Cosmochimica Acta.*, 61: 1735-1752.

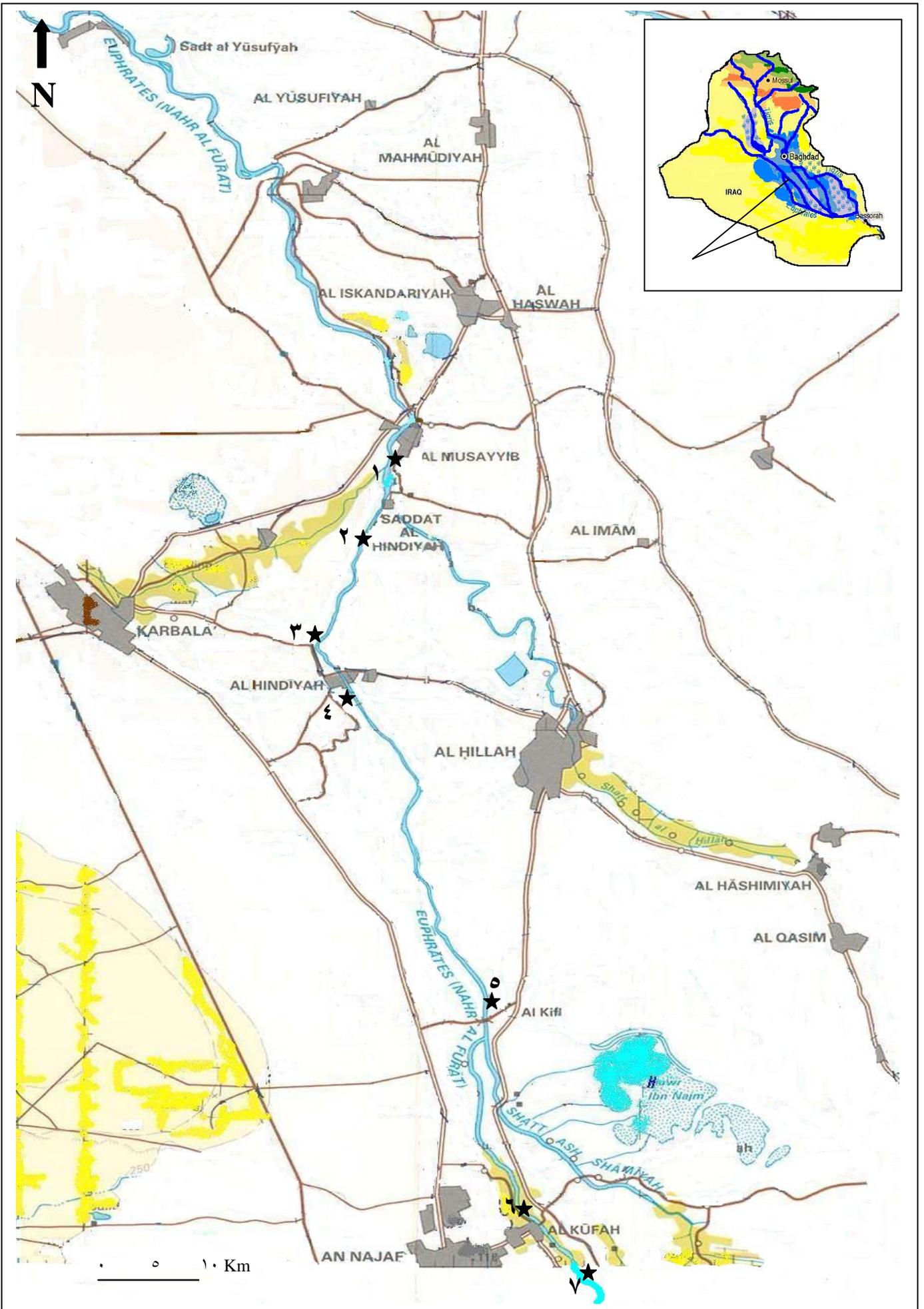




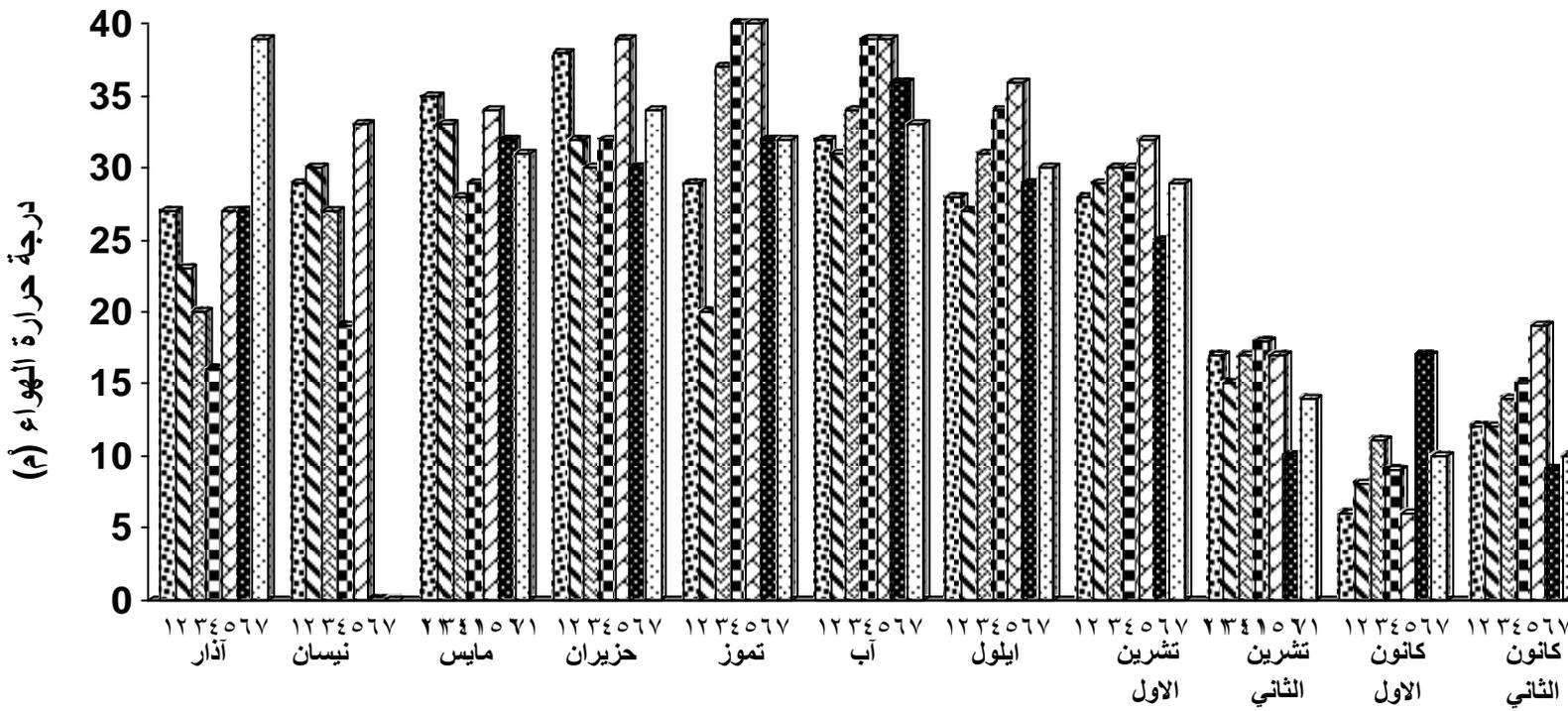




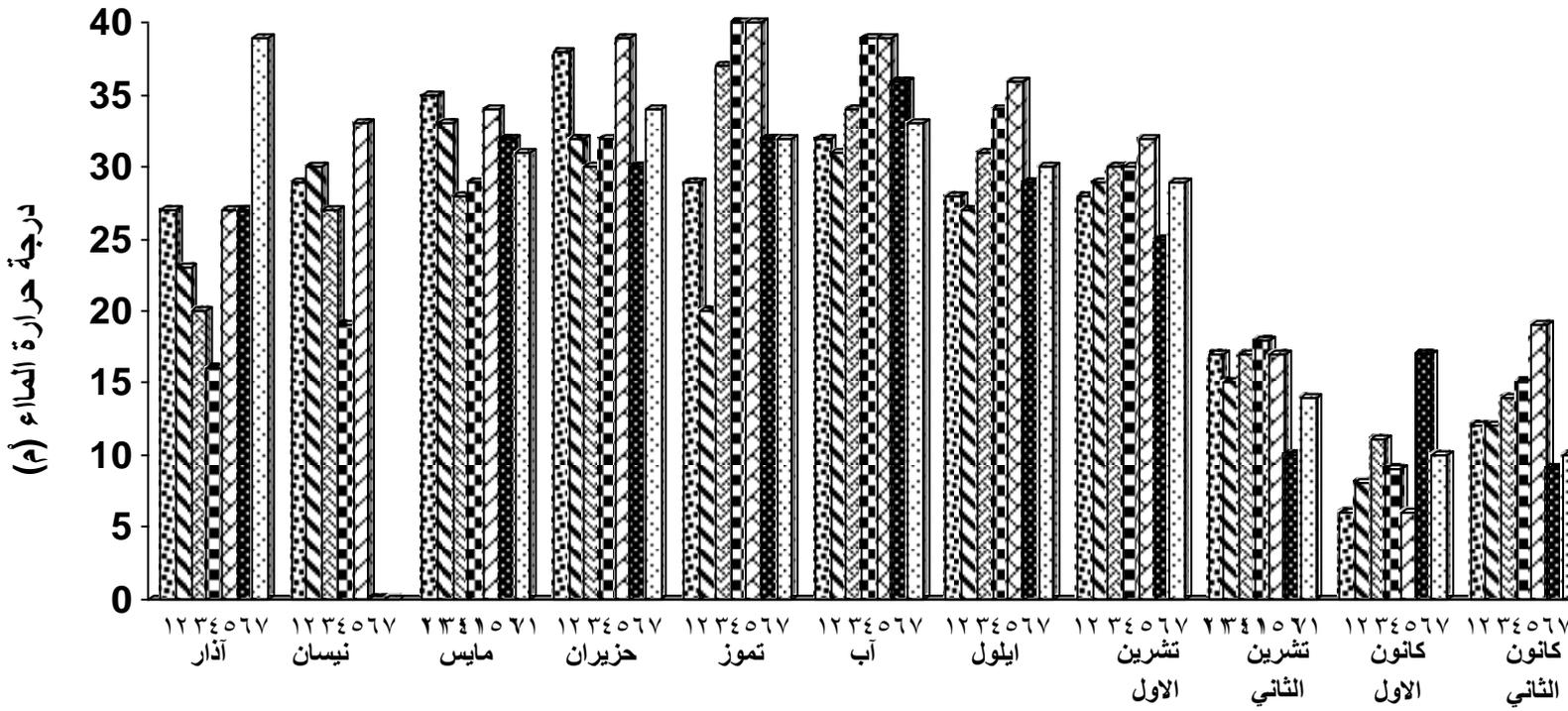




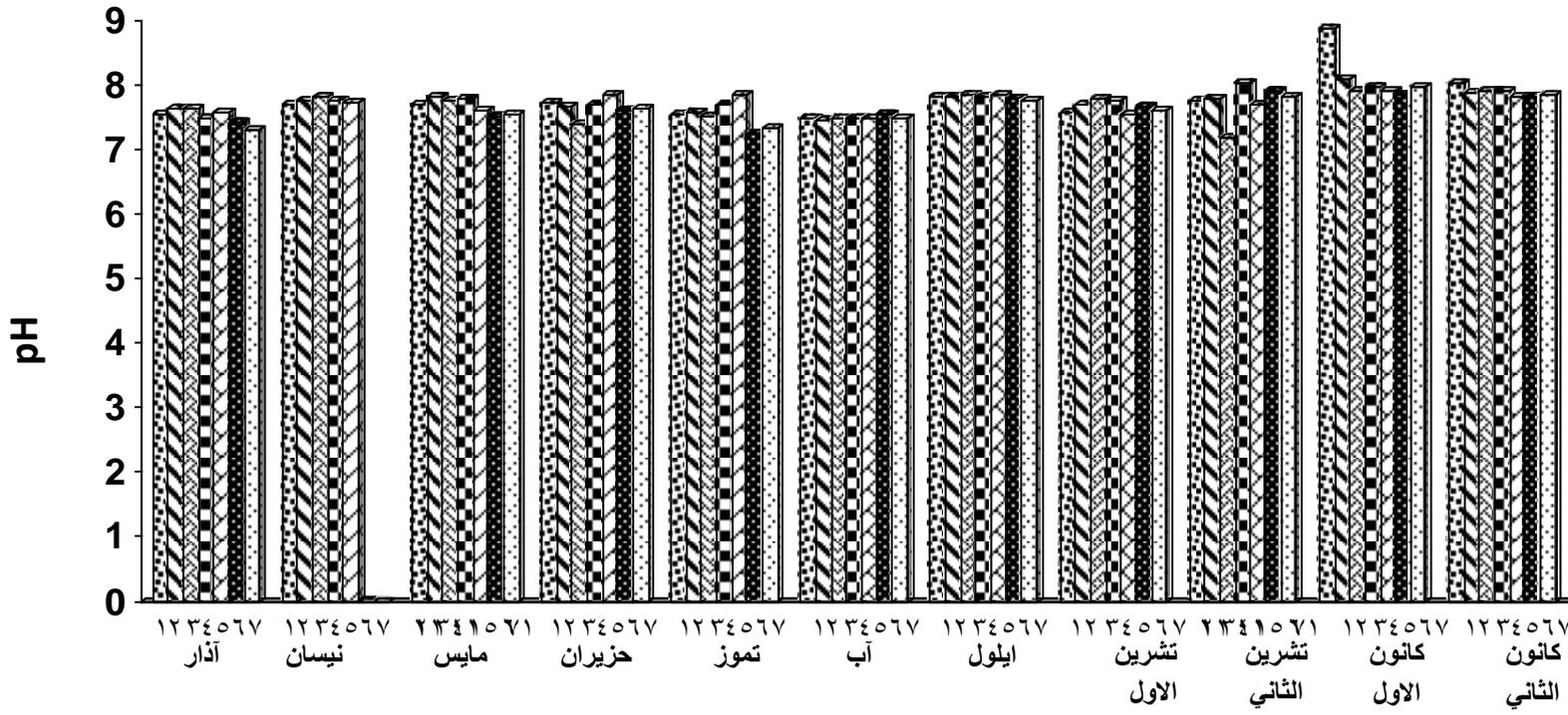
شكل (١) خارطة تمثل مواقع الدراسة على نهر الفرات وسط العراق ★ مواقع الدراسة



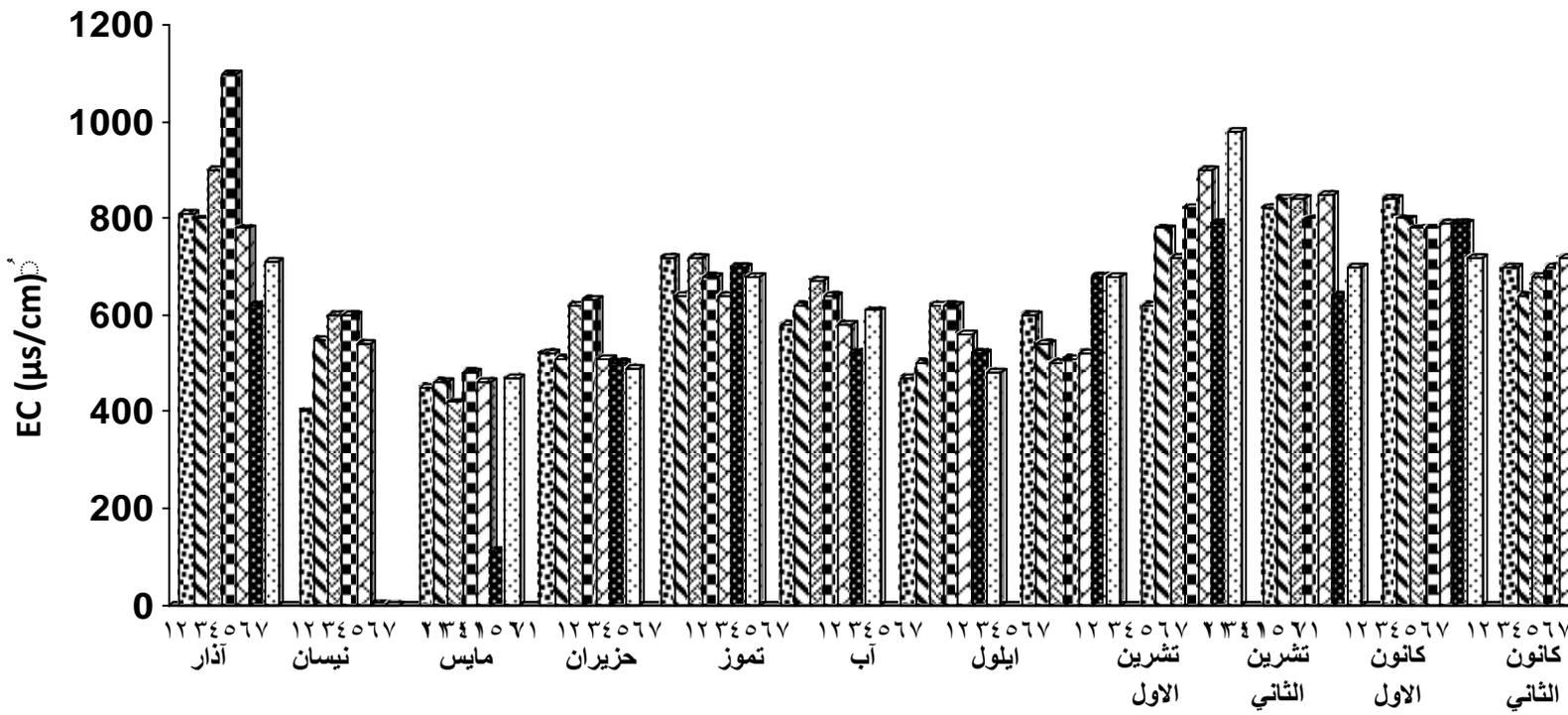
شكل (٣-٢): التباين الشهري لدرجة حرارة الهواء في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



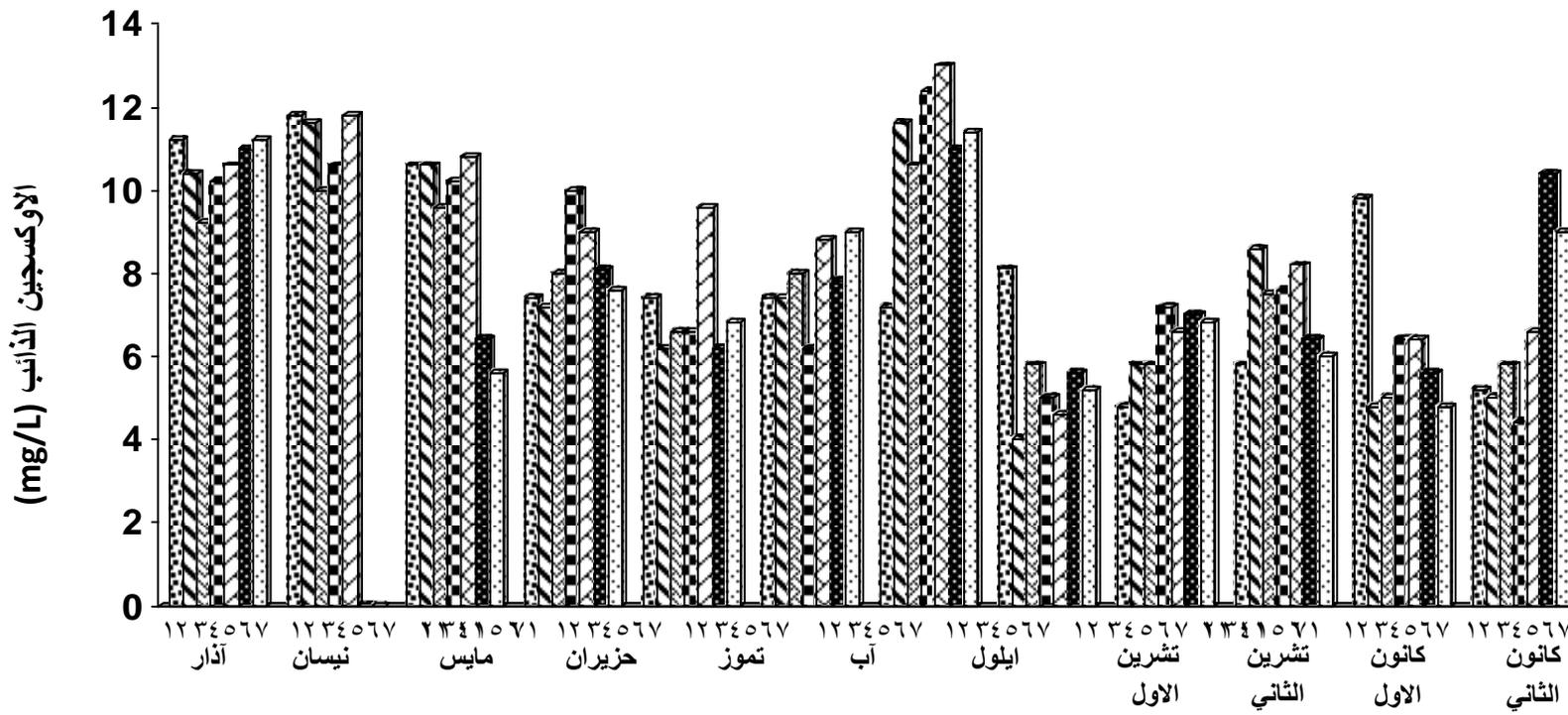
شكل (٣-٣): التباين الشهري لدرجة حرارة الماء في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



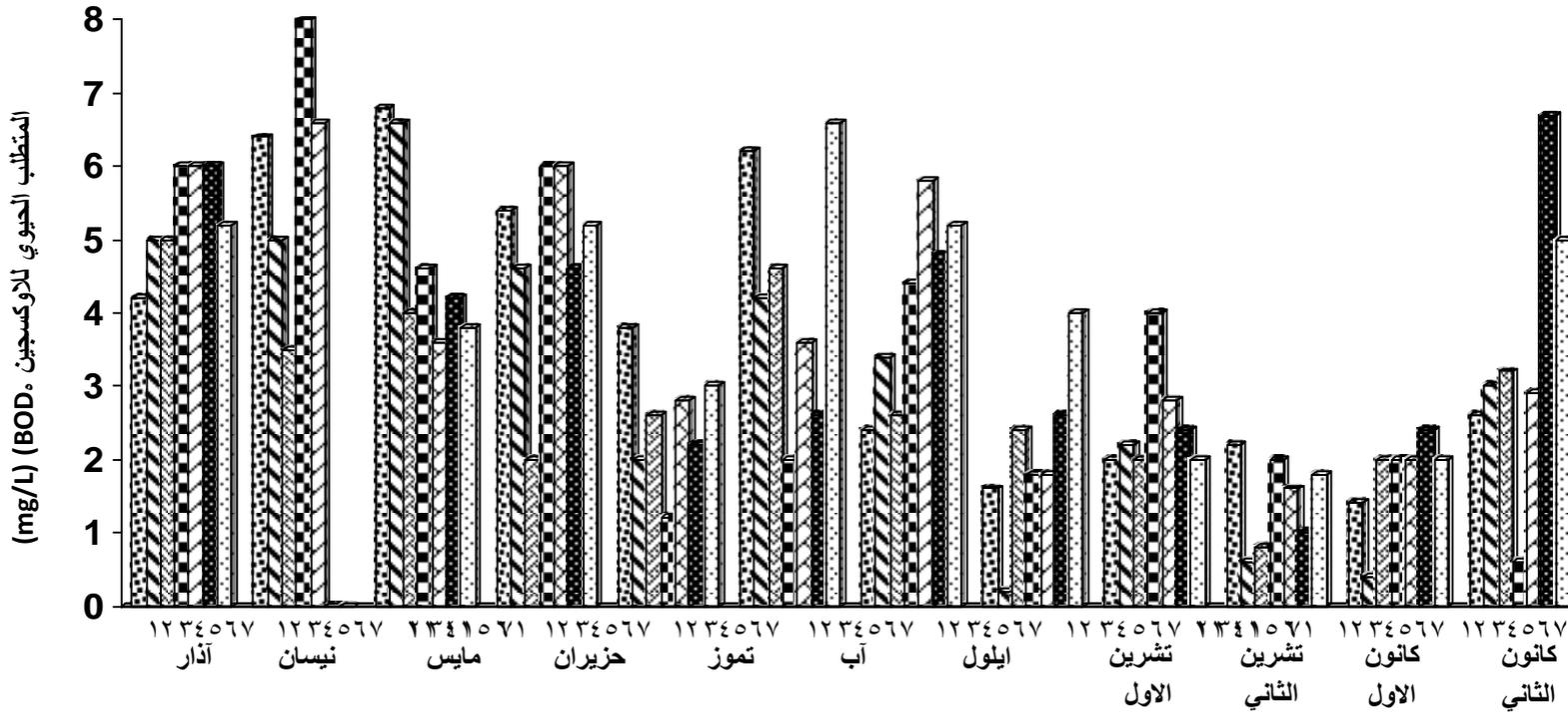
شكل (٣-٤): التباين الشهري لقيم الاس الهيدروجيني في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



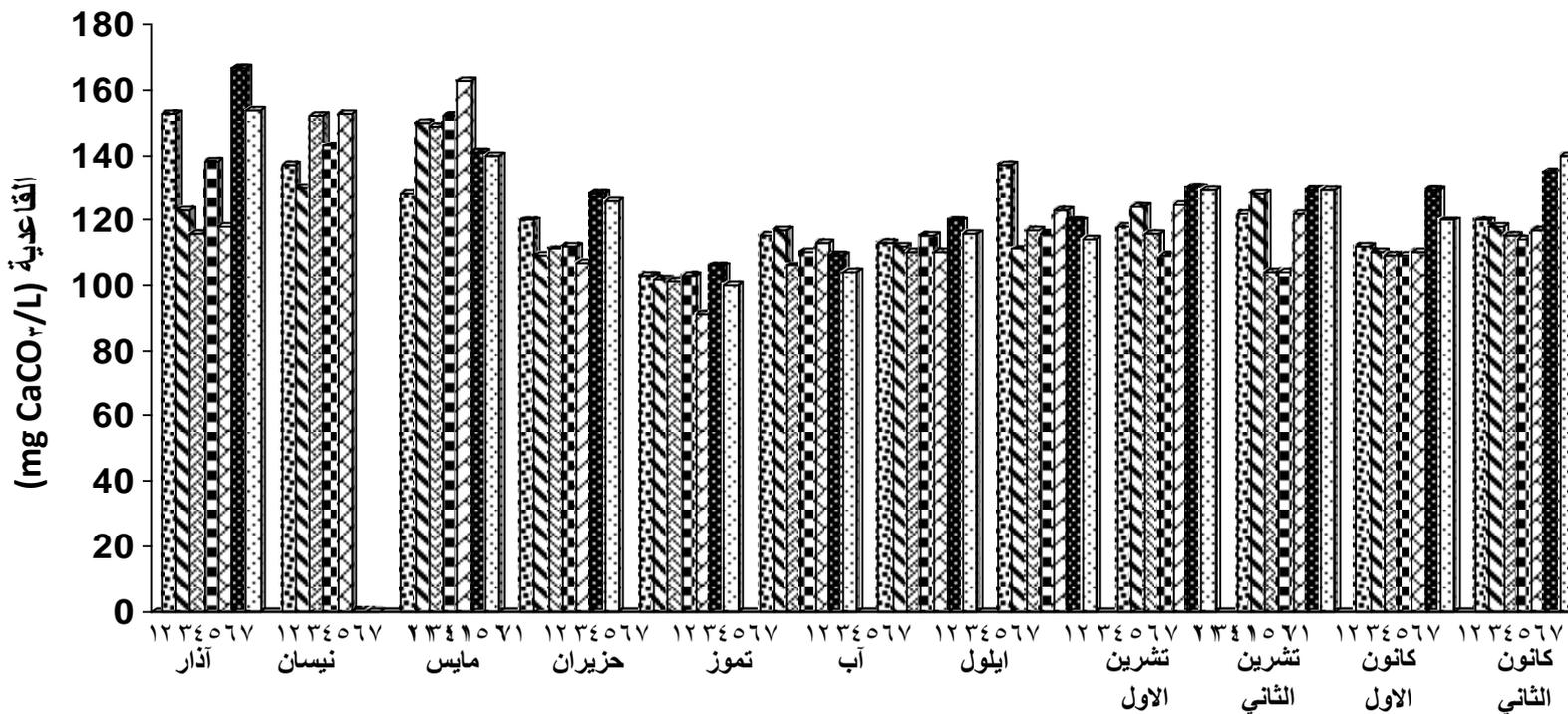
شكل (٣-٥): التباين الشهري لقيم التوصيلية الكهربائية في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



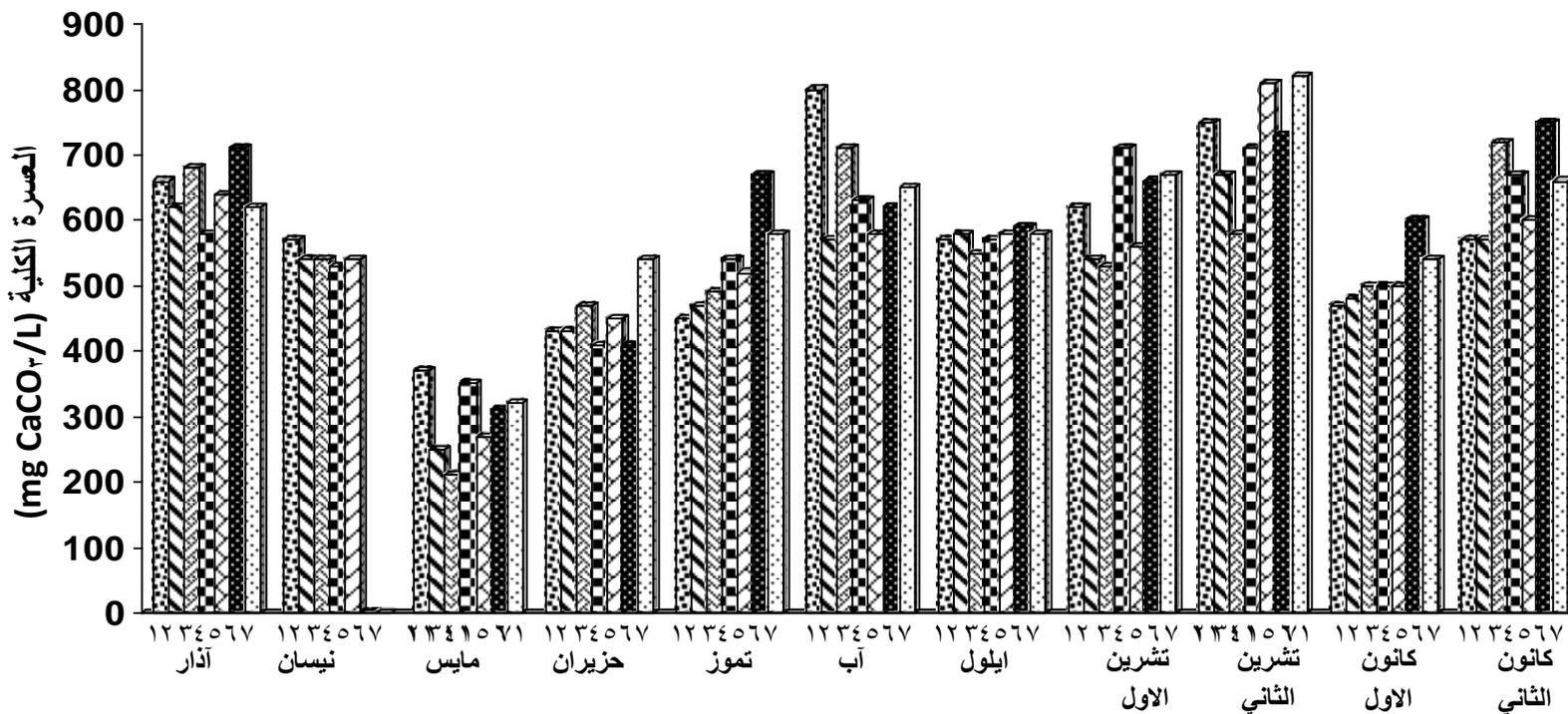
شكل (٦-٣): التباين الشهري لقيم الاوكسجين الذائب في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



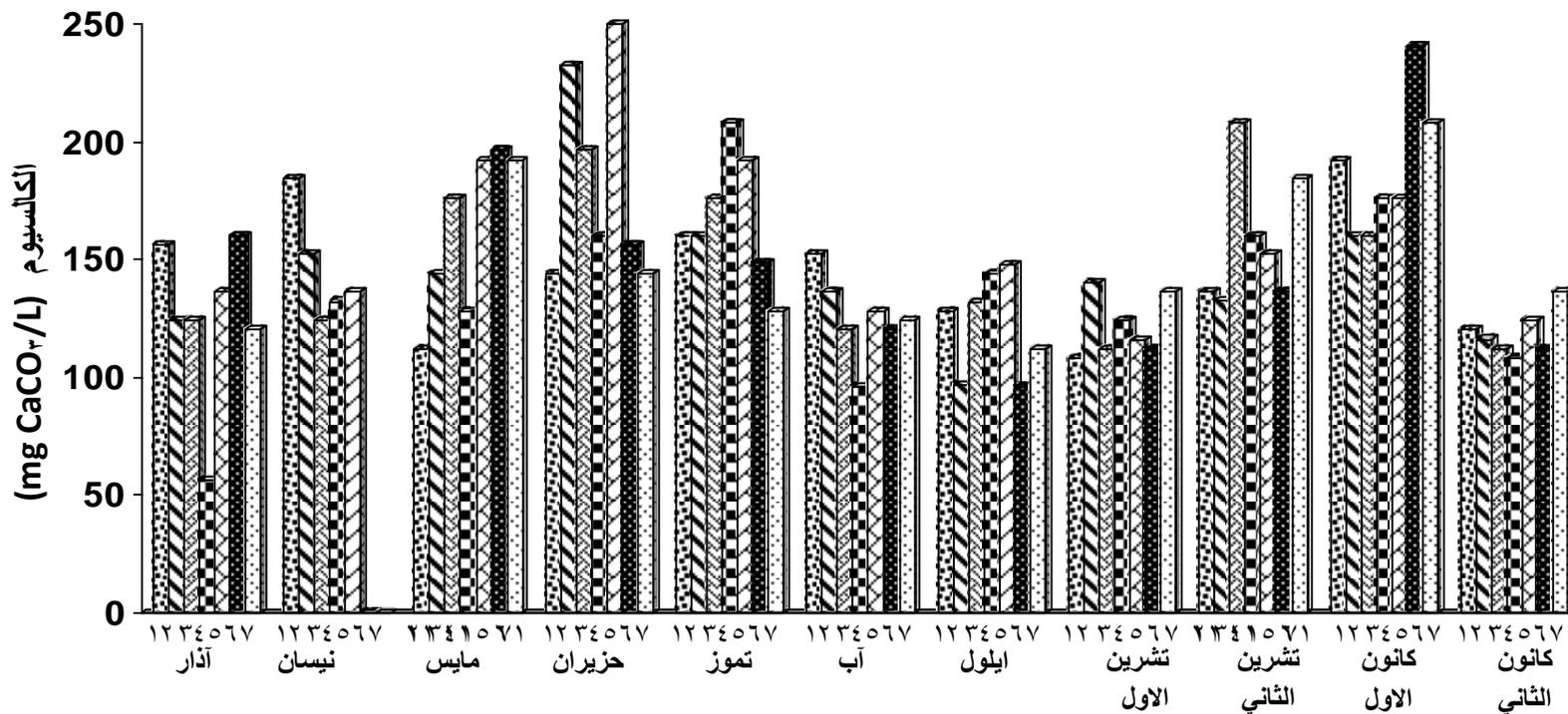
شكل (٧-٣): التباين الشهري في قيم المتطلب الحيوي للاوكسجين (BOD_5) في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



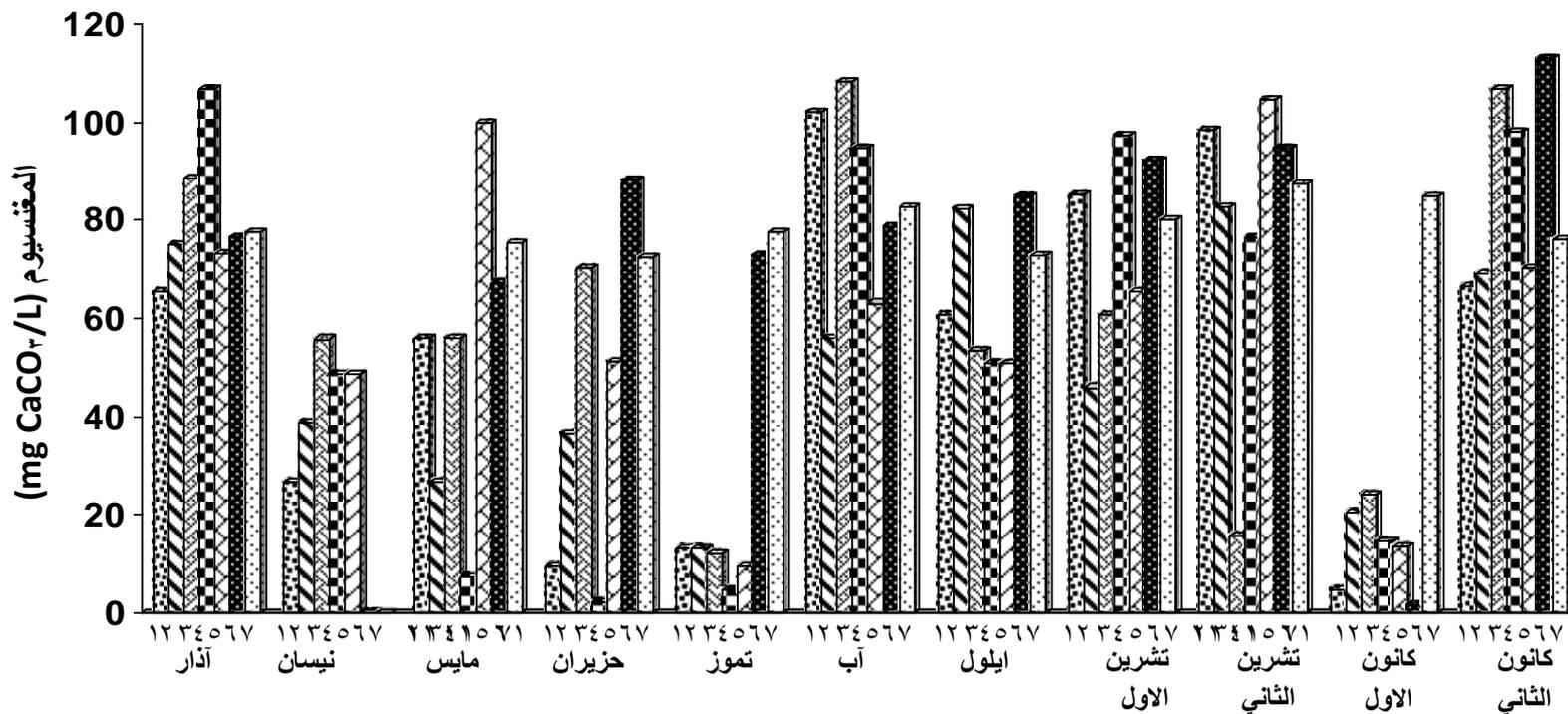
شكل (٣-٨): التباين الشهري لقيم القاعدية الكلية في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



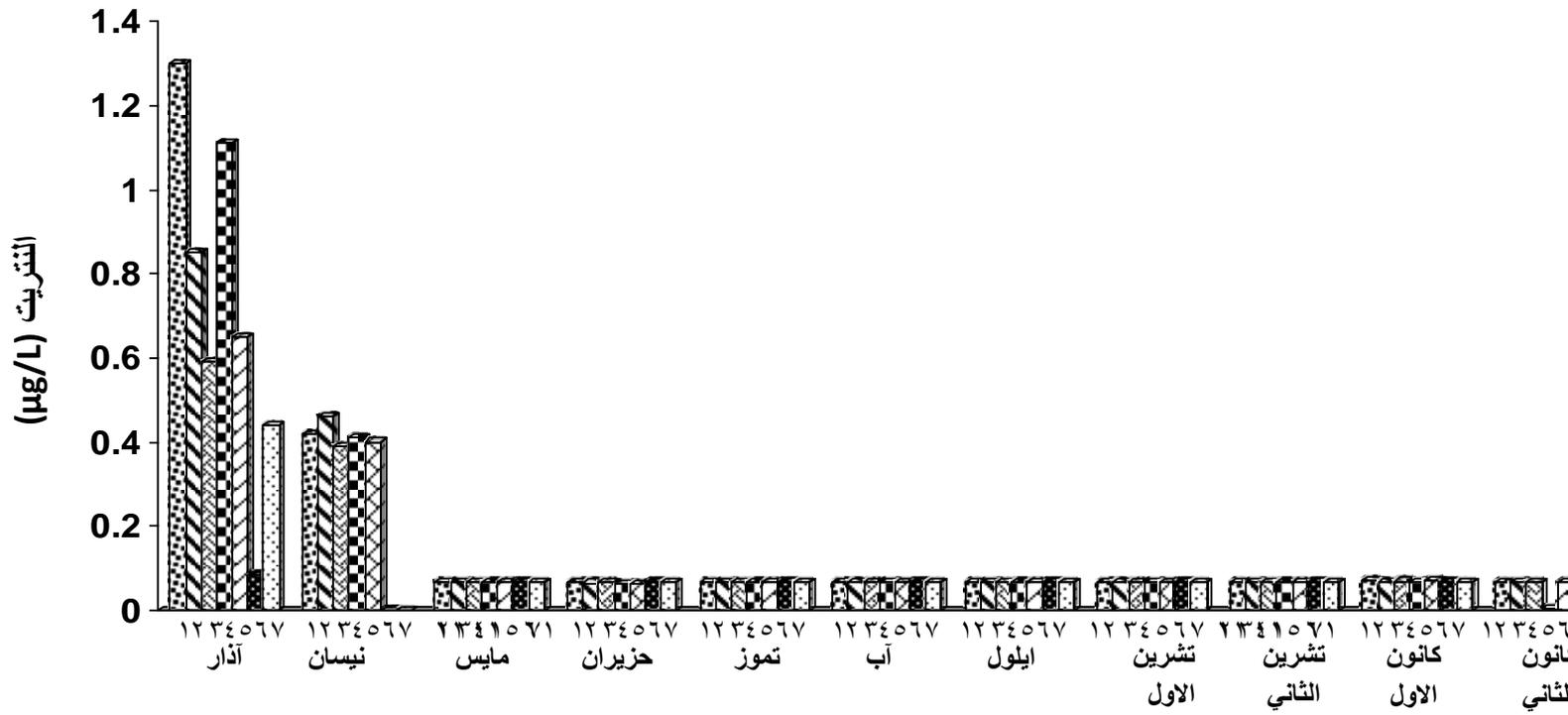
شكل (٣-٩): التباين الشهري لقيم العسرة الكلية في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



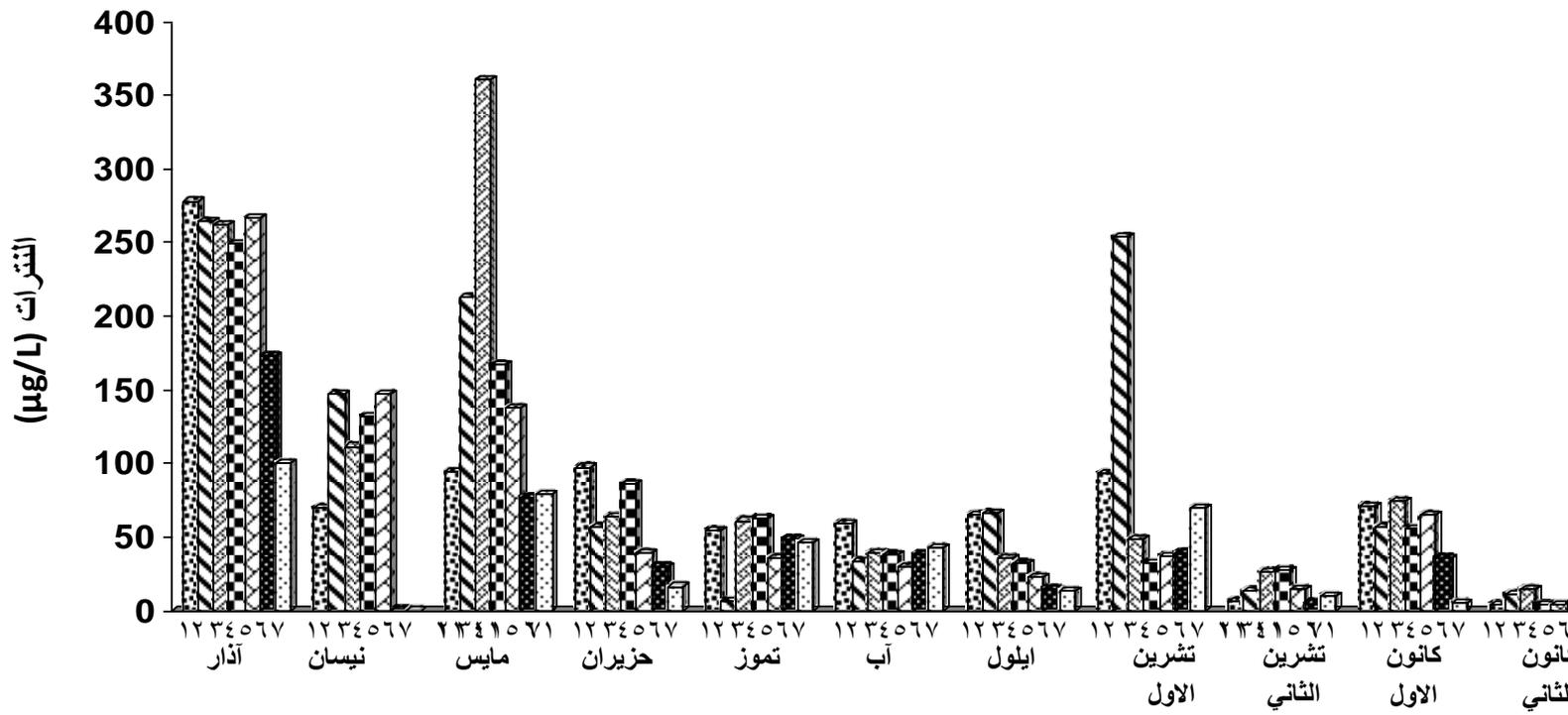
شكل (٣-١٠): التباين الشهري لقيم الكالسيوم في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



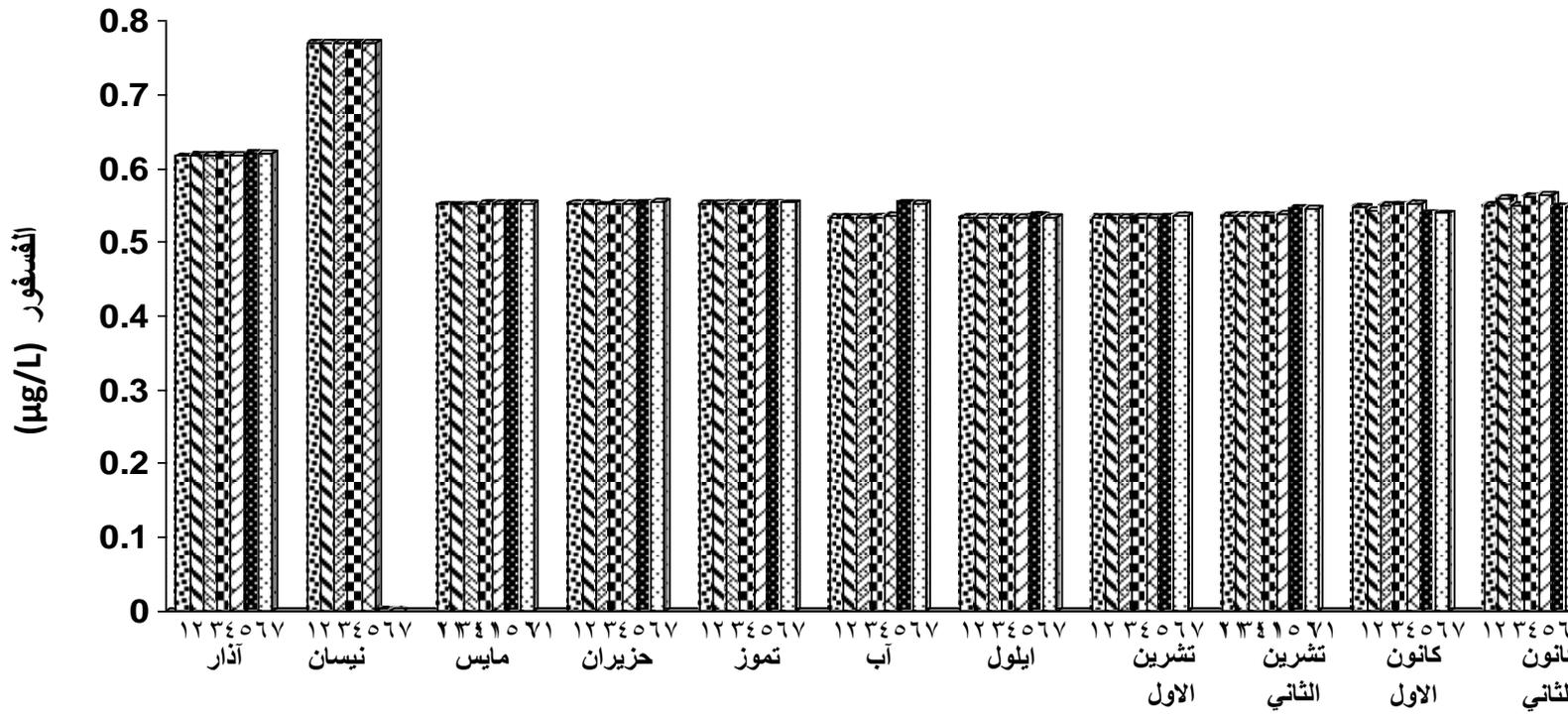
شكل (٣-١١): التباين الشهري لقيم المغنسيوم في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



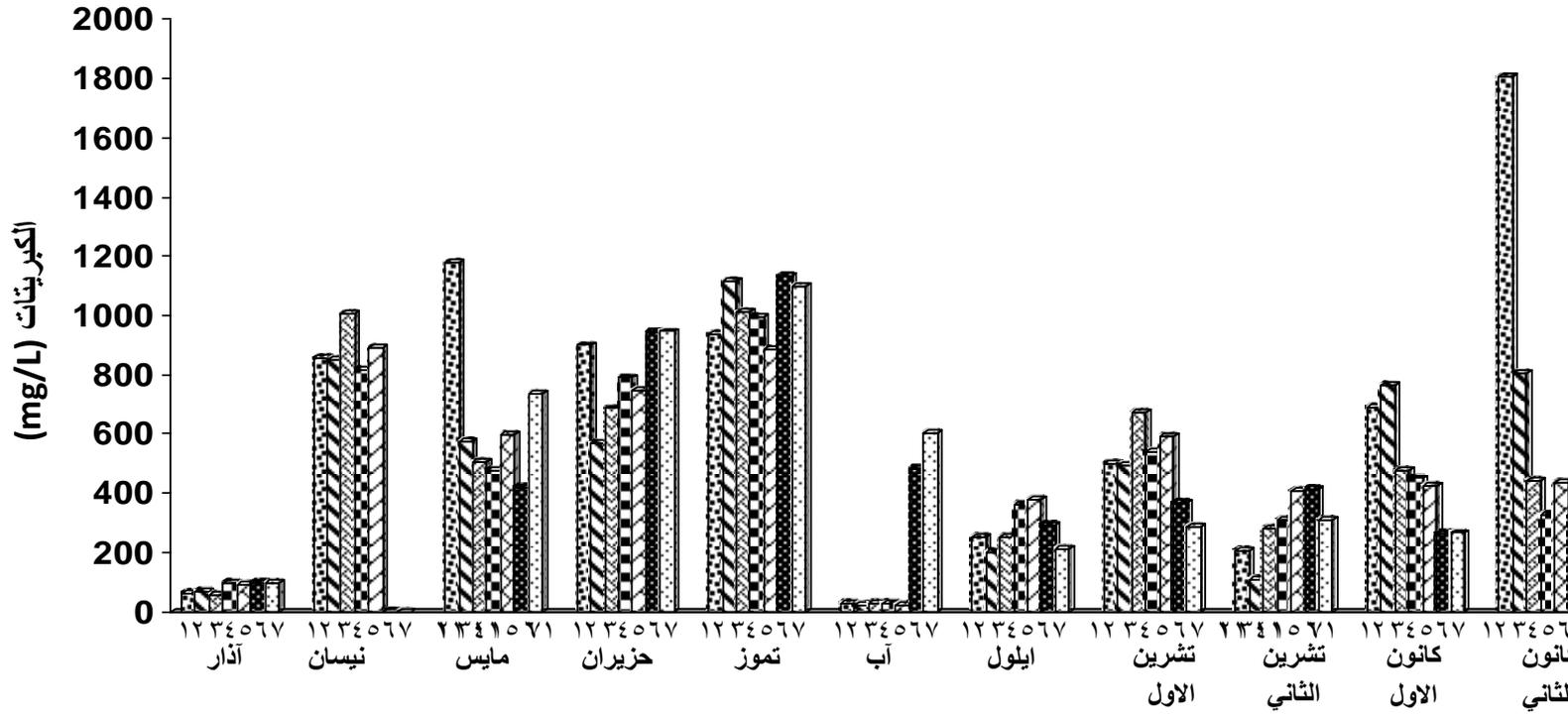
شكل (٣-١٢): التباين الشهري لقيم النتريت (NO_2^-) في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



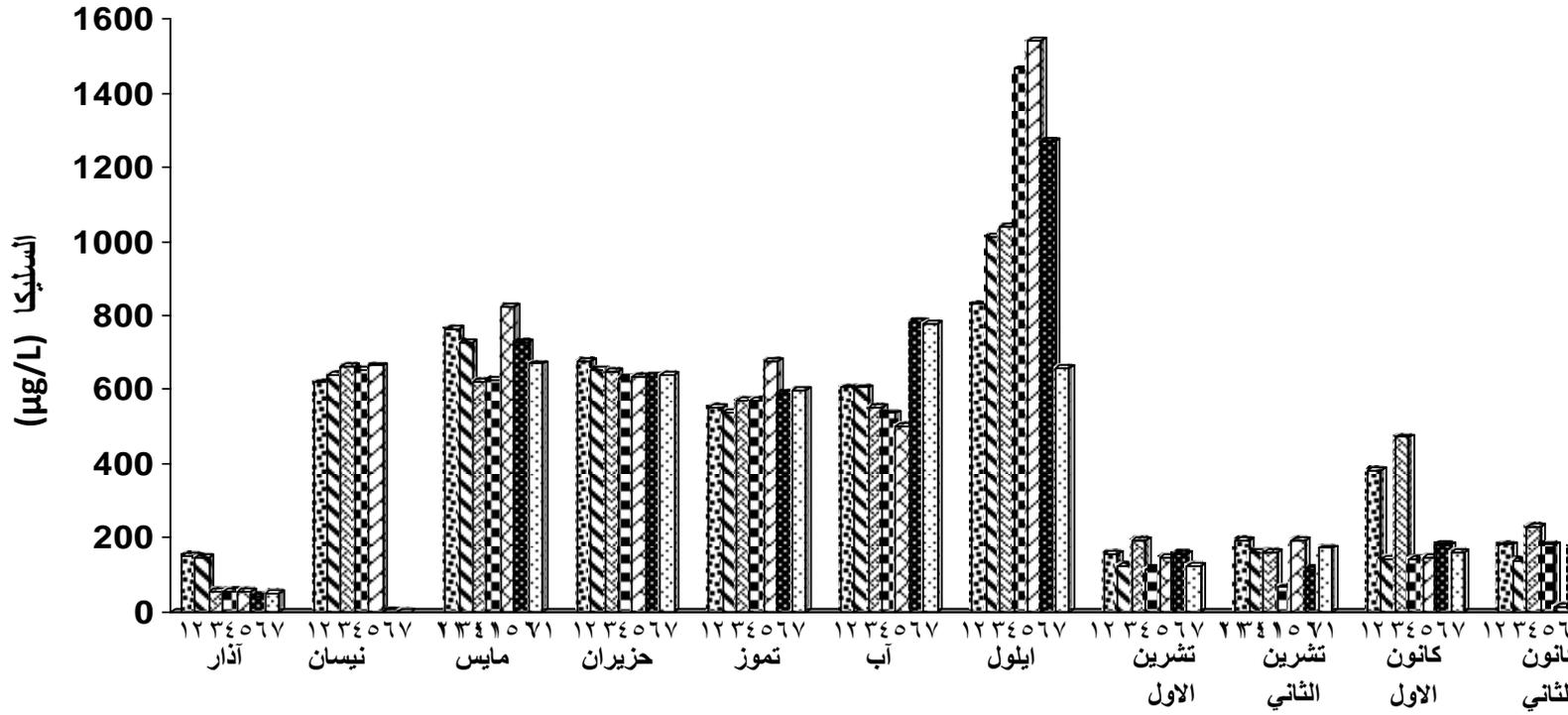
شكل (٣-١٣): التباين الشهري لقيم النترات (NO_3^-) في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



شكل (٣-١٤): التباين الشهري لقيم الفوسفات الفعالة في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.

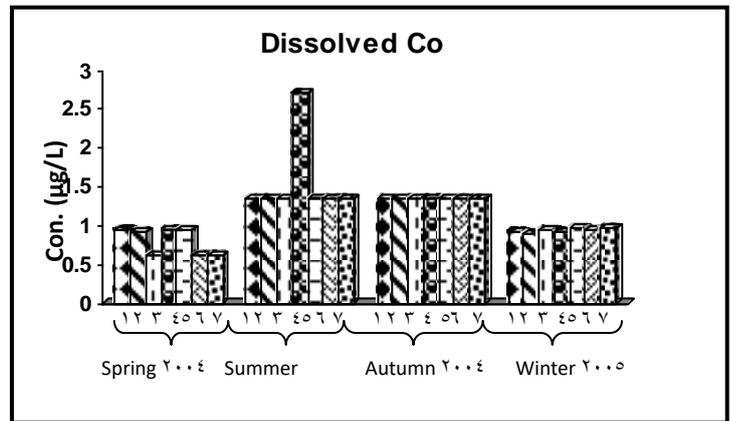
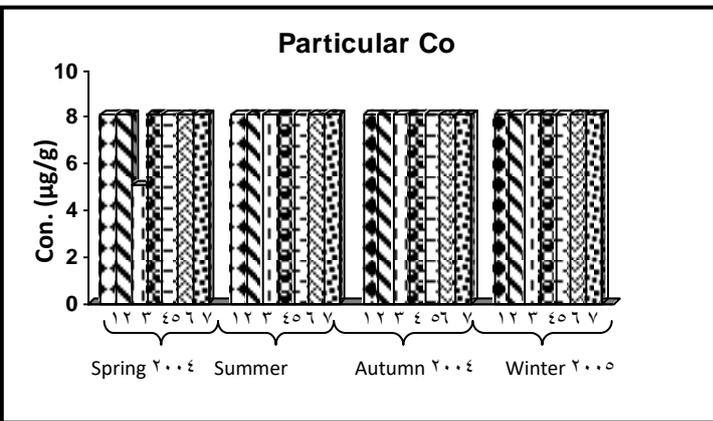
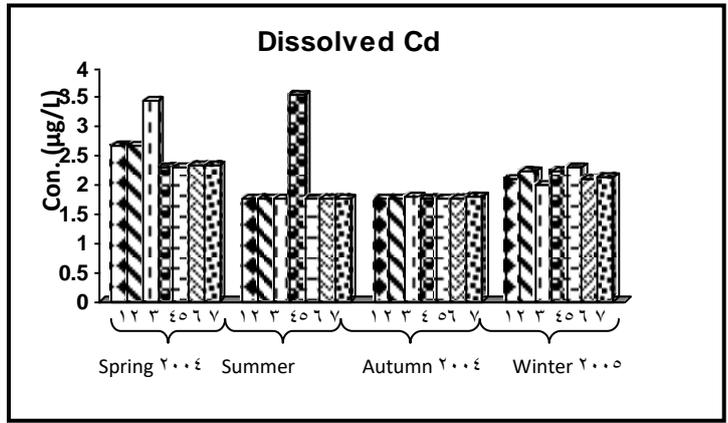
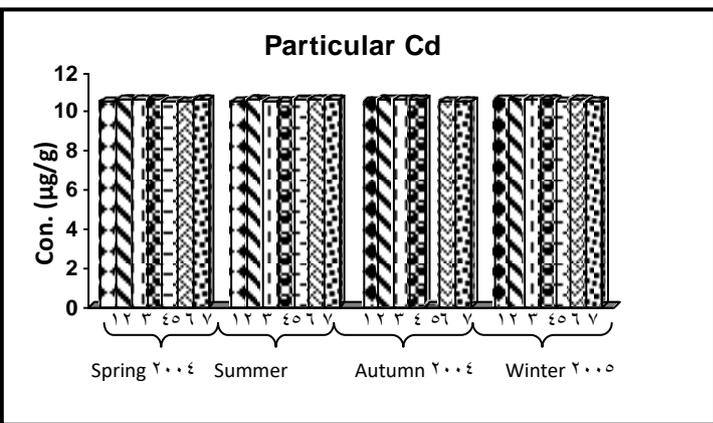


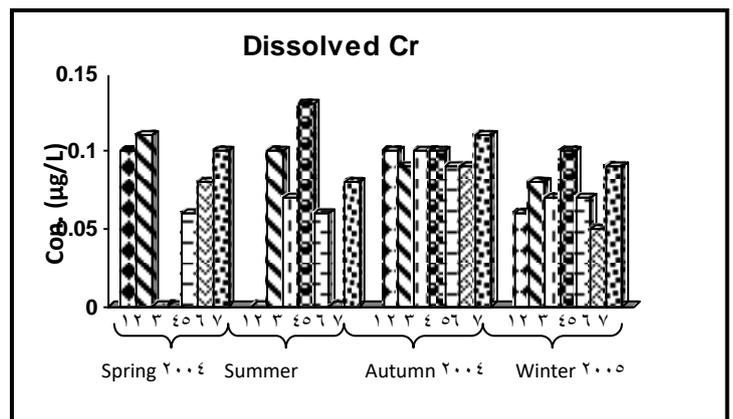
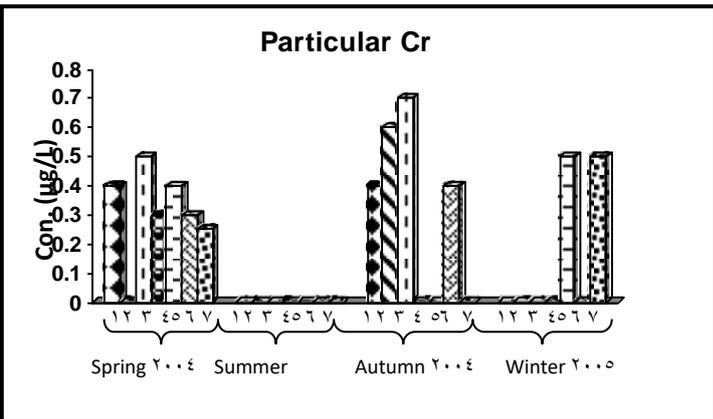
شكل (٣-١٥): التباين الشهري لقيم الكبريتات في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.



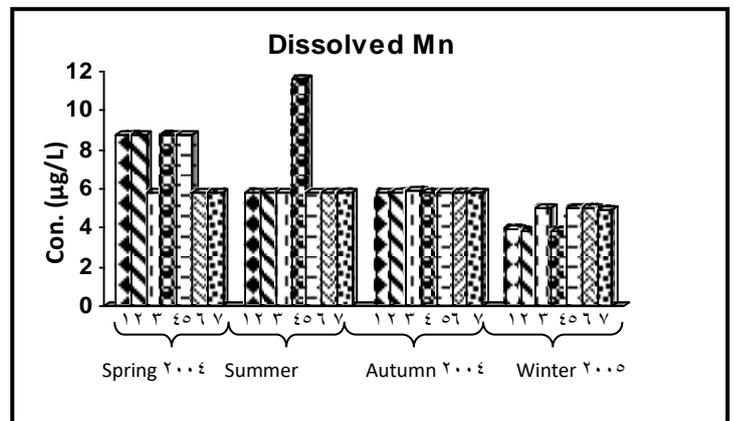
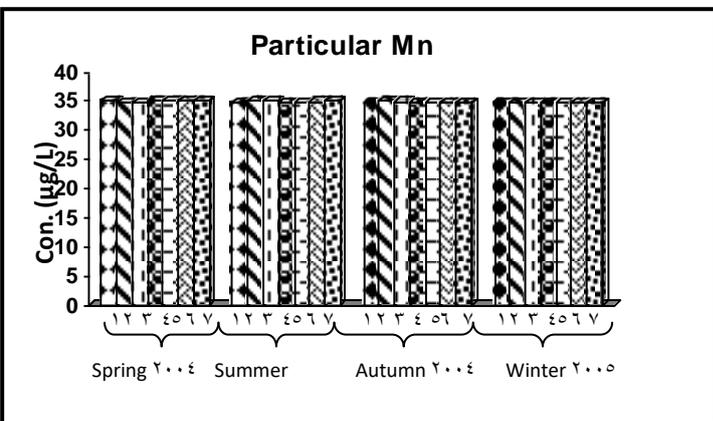
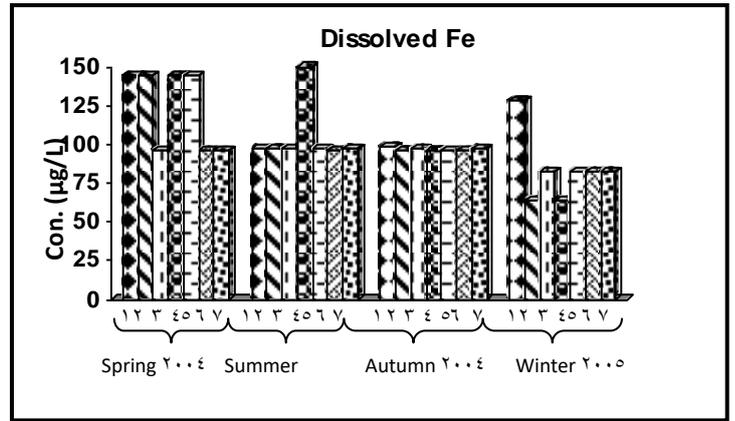
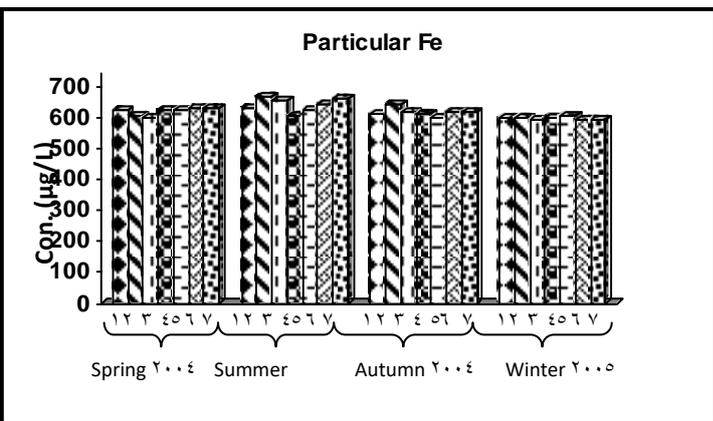
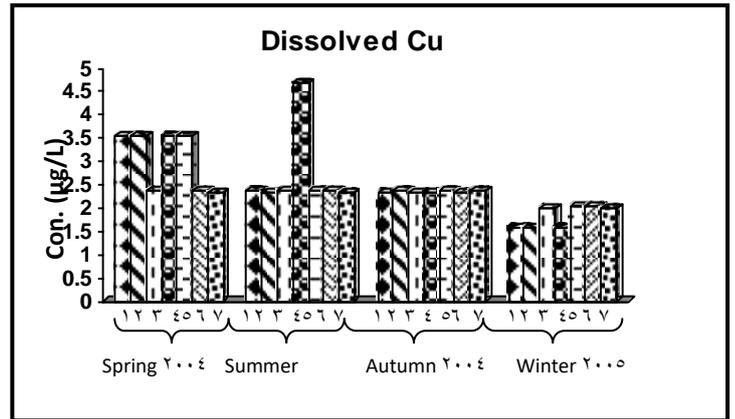
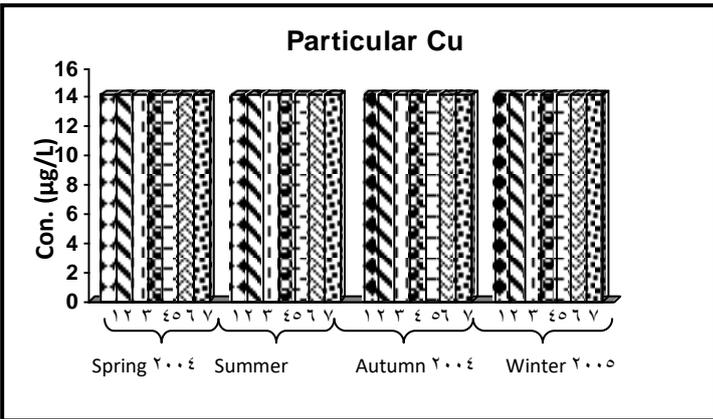
شكل (٣-١٦): التباين الشهري لقيم السليكات في محطات الدراسة في نهر الفرات خلال ٢٠٠٤-٢٠٠٥.

٠.٩٧	٥.٠٩	١٠.٩٠	٠.٩٤	٤.٩٣	١٠.٥٥	١١.٢٢	٢.١٤	كاديوم
٠.٩٩	٦.٩٨	٨.١٠	٠.٩٨	٦.٩٩	٨.١١	٨.٢٤	١.١٦	كوبلت
٠.٧٩	٤.٩٠	٠.٣٧	٠.٨٣	٥.٢٠	٠.٣٩	٠.٤٧	٠.٠٧	كروم
٠.٩٩	٥.٦٩	١٤.١٢	١.٠١	٥.٧٧	١٤.٣٢	١٤.١٤	٢.٤٨	نحاس
٠.٨٩	٥.٥٧	٥٨٩.٣٩	٠.٨٩	٥.٥٨	٥٨٩.٥	٦٦١.٧٠	١٠٥.٦٩	حديد
٠.٩٣	٥.٧٢	٣٤.٩٨	٠.٩٣	٥.٧٤	٣٥.١٢	٣٧.٧٠	٦.١٢	منغنيز
٠.٧٠	٣.٧٠	٠.٢٦	٠.٥٧	٣.٠٠	٠.٢١	٠.٣٧	٠.٠٧	نيكل
١.٠٨	٦.٤٠	٠.٦٤	٠.٩٣	٥.٥٠	٠.٥٥	٠.٥٩	٠.١٠	رصاص
٠.٨٠	٥.٧٢	٦٠.١٠	٠.٨٩	٥.٧٥	٦٠.٣٤	٦٧.٦٦	١٠.٥	خارصين

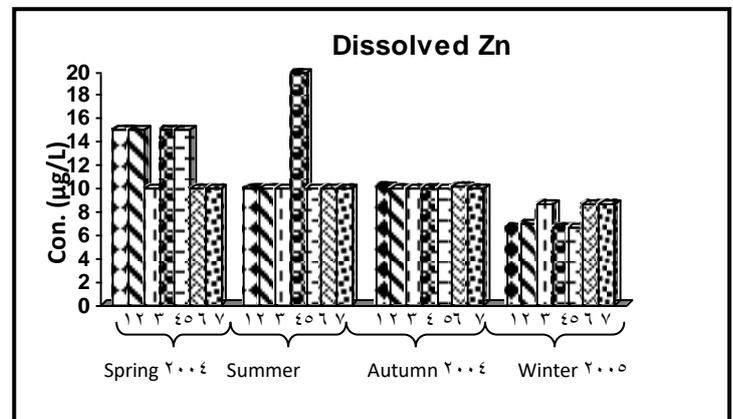
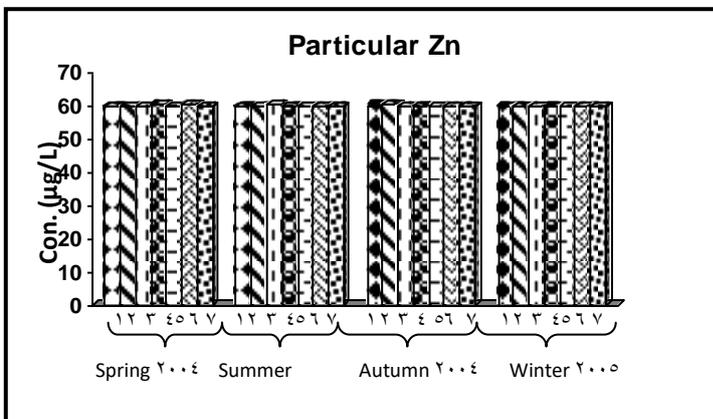
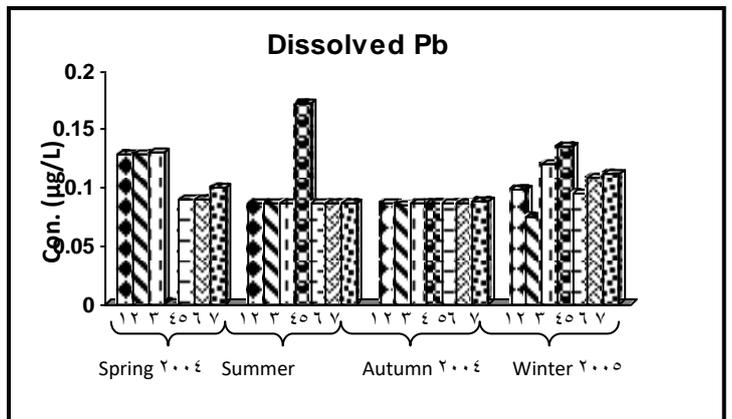
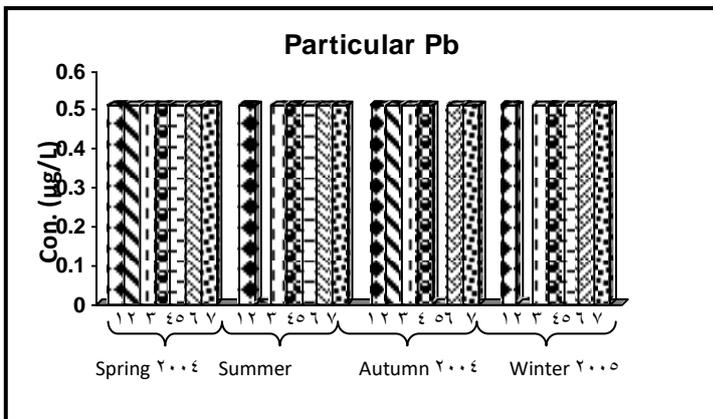
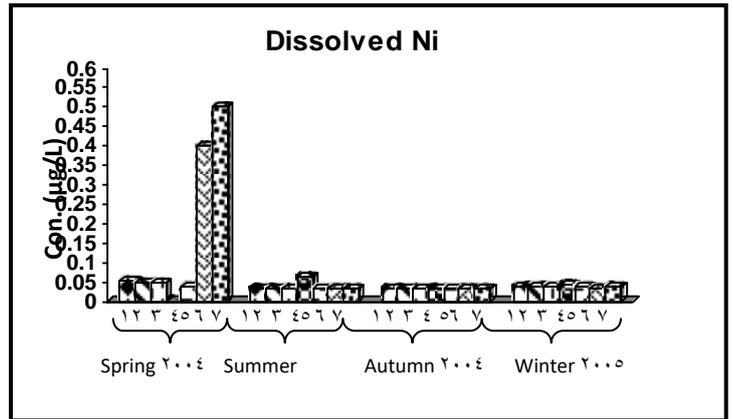
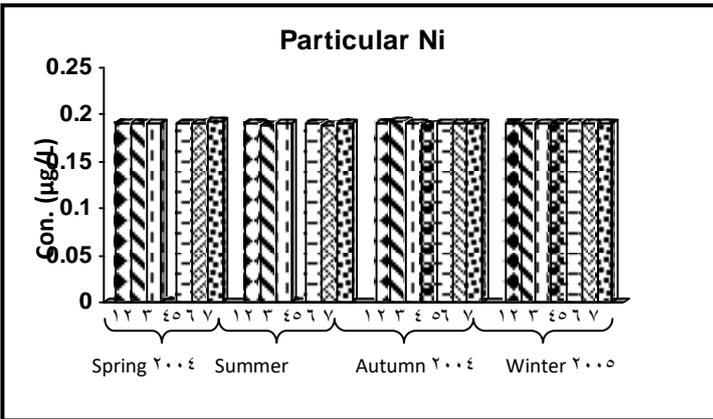




شكل (١): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر الحديد والمنغنيز والزنك في الشكلين الذائب والدقائقي في مياه نهر الفرات بوحدات (مايكغم/لتر) على التوالي.



شكل (٢): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر النحاس والرصاص والكوبلت في الشكين الذائب والدقائق في مياه نهر الفرات بوحدات (مايكغم/لتر) على التوالي.



شكل (3): التغيرات الفصلية في معدلات تراكيز عناصر الكروم والكاديوم والنيكل في الشكلين الذائب والدقائق في مياه نهر الفرات بوحدات (مايكغم/لتر) على التوالي.

جدول (١٥): مقارنة بين تراكيز العناصر الثقيلة الذائبة والدقائقية في مياه نهر الفرات مع المحددات العراقية والعالمية لمياه الشرب.

المحددات الدولية لمياه الشرب WHO لعام ١٩٩٦ لغرام/لتر	المحددات الدولية لمياه الشرب WHO لعام ١٩٨٤ لغرام/لتر	المحددات الدولية لمياه الشرب WHO لعام ١٩٨٤ لغرام/لتر	مسودة المواصفة العراقية لمياه الشرب لسنة ١٩٨٦ لغرام/لتر	المحددات العراقية لنظام صيانة الانهار والمياه من التلوث رقم (٢٥) لعام ١٩٦٧ لغرام/لتر	تركيز العنصر في الدراسة الحالية		العنصر
					الدقائق مايكروغرام/غم	الذائب مايكروغرام/لتر	
١٠.٠٠	٣.٠٠	٥.٠٠	٥.٠٠	٥.٠٠	١٠.٢٢	٢.١٤	الكاديوم
-	-	-	-	٥٠.٠٠	٨.٠٩	١.١٦	الكوبلت
٥٠ الكروم سداسي	٥٠.٠٠	٥٠.٠٠	٥٠ الكروم سداسي	٥٠.٠٠	٠.٢٤	٠.٠٧	الكروم
٤٠.٠٠	٢٠٠٠.٠٠	١٠٠٠.٠٠	١٠٠٠.٠٠	٥٠.٠٠	١٣.٦٥	٢.٤٨	النحاس
-	-	٣٠٠.٠٠	٥٠٠.٠٠	٣٠٠.٠٠	٦٦٠.٠٠	١٠٥.٦٩	الحديد
-	٥٠٠.٠٠	١٠٠.٠٠	١٠٠.٠٠	١٠٠.٠٠	٣٣.٧١	٦.١٢	المنغنيز
١٠.٠٠	٢٠.٠٠	-	-	١٠٠.٠٠	٠.١٩٣	٠.٠٧	النيكل
١٠.٠٠	١٠.٠٠	٥٠.٠٠	٥٠.٠٠	٥٠.٠٠	٠.٥٠	٠.١٠	الزرنيخ
-	-	٥٠٠.٠٠	١٠٠٠.٠٠	٥٠٠.٠٠	٥٩.٩٨	١٠.٥٠	الزرنيخ

جدول (١٦): مقارنة بين معدلات تراكيز العناصر الثقيلة الذائبة (مايكروغرام/لتر) في مياه نهر الفرات مع محطات مائية اخرى في مناطق مختلفة من العالم.

المصدر	الزرنيخ	النيكل	المنغنيز	الحديد	النحاس	الكروم	الكوبلت	الكاديوم	العنصر
Abaychi & DouAbal (١٩٨٥)	١.٨٠	٠.٣٠	٣.٤٠	١.٣٠	٧١٦.٠	٠.٩٠	-	٠.٢٦	Shatt Al-Arab river- Iraq
Abaychi & Mustafa (١٩٨٨)	٠.٨٦	٠.٠٤	٠.٥٠	٠.٠٧	-	٠.٥٢	-	٠.٩٣	Shatt Al-Arab river- Iraq
Al-Saad et al., (١٩٩٦)	-	-	٢.٤٥	١.٥٧	١٩٤.٠	-	٩.٣٣	-	Shatt Al-Arab river- Iraq
Garbarino et al., (١٩٩٥)	-	٦٩.٠٠	-	-	٢٨٠.٠٠	٤٧٠.٠	-	٣٦.٠٠	Mississippi river
Al-Khafaji (١٩٩٦)	٠.٨٢	٠.٢٣	٢.٨٢	١.٥٢	١٧٣.٠	٠.٤٧	٠.٢١	٠.٣٧	Shatt Al-Arab Estuary
Taobi et	-	-	٢٠.٩٠	٨.٤٠	٢٩.١١	-	-	٢٠.٩٠	Al-Ashar

<i>al.</i> , (٢٠٠٠)										& Khandak canals- Basrah Iraq
Ali & Soltan (١٩٩٩)	٩٥.٠٠	٣.٠٠	٤٢.٠٠	٣٦.٠٠	٣٠.٠٠	٢٠٣٠.٠٠	-	-	١.٠٠	Nile river (Aswan)- Egypt
Ali & Soltan (١٩٩٩)	١٣٧.٠٠	١٨.٠٠	٥٣.٠٠	٤٢.٠٠	٢٩٠.٠٠	٧٨٠.٠٠	-	-	٢.٠٠	Nile river (Mansoura -Egypt)
Al-Imara (٢٠٠٠)	١٣٦٤.٠	٩٥.٠٠	١٢٠٩.٠	-	-	-	٥١٦.٠	-	٢٣٩.٠	Shatt Al- Arab river (Basrah)- Iraq
Al- Khafaji (٢٠٠٠)	٤.٢٠	٠.٢١	-	٢١.١٠	٨٩.٢٣	٠.٤٦	-	-	٠.١٨	Al-Jubayla creek- Basrah- Iraq
Al-Saadi <i>et al.</i> , (٢٠٠٠)	١١٣٠.٠	٢١٠.٠	٣١٠.٠٠	٤٣.٠٠	٩٨٠.٠	-	١٢٠.٠	٢١٠.٠	٢٥.٠٠	Diyala river- Iraq
Binning & Baird (٢٠٠١)	٤٥.٠٠	٢٤.٧٠	-	١١٩.٤	-	٩.٥٠	١١.٩٠	-	-	Swartkops river- South Africa

تابع الى جدول (١٦).

الموقع	العنصر	الكاديوم	الكوبلت	الكروم	النحاس	الحديد	المنغنيز	النيكل	الرصاص	الزئبق
Korre & Shaqlawa water courses Erbil-Kurdistan of Iraq	١.٧٢	-	-	-	٣.٨٠	١٨٢.٨٠	-	-	-	-
Al-Hilla river-Iraq	١.١١	٣.٢٧	٥.٢٧	١.٨١	٦.٧٤	٠.٩٦	٠.٢٧	٤.٢١	-	-
Al-Hodeidah Red sea coast of Yemen	٤.٢٣	-	٥٩.٧٤	١٧٤.٠٠	٥٩.٧٠	٥٧.٨٧	٣٦١.٣٠	٢.٨٥	-	-
River around firefly village-Japan	٣.٢٠	-	-	-	١٧٩.٤٠	١٠٢.٧٠	٨٠.٧	-	-	-
Al-Ejame puncture-Babylon-Iraq	-	-	٧٤.٧٥	-	-	٢٧٤٠.٠٠	-	٩٠.٠٠	-	-
Euphrates river-Iraq (between Al-Hindia dam and Kufa reagon)	٢.١٤	١.١٦	٠.٠٧	٢.٤٨	١٠٥.٦٩	٦.١٢	٠.٠٧	٠.١٠	-	-

جدول (١٧): مقارنة بين معدلات تراكيز العناصر الثقيلة في الشكل الدقائقي لمياه نهر الفرات (مايكروغرام/غم) مع مثيلاتها في مناطق اخرى من العالم.

المصدر	الخصائص	الرصاصة	النيكل	المنغنيز	الحديد	النحاس	الكروم	الكوبلت	الكاديوم	العنصر الموقع
Abaychi & DouAbal (١٩٨٥)	٧٧.٠٠	٩٣.٠٠	٣٨٠٧.٠٠	١٧٣١.٠٠	٣١٤٧٢.٠٠	٧٧.٠٠	١٨٨.٠٠	٦.٠٠	٥٥.٢٠	Shatt Al-Arab Estuary-Iraq
Abaychi & Mustafa (١٩٨٨)	١٦١.٣٠	١٩.٧٥	٢٧.٥٨	٧.٨٨	١٠١.٢٥	٤٣٩.٣٠	-	-	٨٣.٦٣	Shatt Al-Arab river-Iraq
Al-Saad et al., (١٩٩٦)	١٠.٠٤	٢٢.٥٠	٨١.٥٠	٣٥.٧٠	٩٤٦٦.٠٠	٦٣.٧٠	١٩٣.٤٠	١٨.٩٠	١١٢.٣٠	Shatt Al-Arab river
Al-Khafaji (١٩٩٦)	٢٤.٤٥	٦.٠٧	١٠١.٧٤	٣٥.٥٥	٢٤٥٤.٠٠	٢٦٧.٠٥	٤٩٣.٦٥	٣٠.٩٩	٤٦.٢٣	Shatt Al-Arab Estuary
Al-Tae (١٩٩٩)	٢٠٥.٠٥	٥٣.١٨	٢١.٨٤	٧١٠.٤٣	٧٦٣.٢.١٠	٥١.٦١	١١٤.٠٢	٣٥.٤٠	٣.٥٩	Al-Hilla river-Iraq
Taobi et al., (٢٠٠٠)	-	-	٢٣٦.٥٦	١٠٤٠.٣١	١٠٣٦٨.٥٠	-	-	١٠٠.٦٨	-	Al-Ashar & Khandak canals-Basrah Iraq
Al-Khafaji (٢٠٠٠)	٣٣١٩.٥٢	٢٧.٨٣	-	٢٥٢.١٢	٧٨٦٣.٢٠	٤٦.٥٢	-	-	٨.٨٨	Al-Jubayla creek-Basrah
Al-Adrise (٢٠٠٢)	٥٦٢.٠٠	٨٣٢.٠٠	٥٠٧.٠٠	١٦٥٢١.٠٠	٣٩٩٢.٨٠	١٥٤٥.٠٠	١٠١٠.٠٠	-	٨٠.٥٤	Al-Hodeidah Red sea coast of Yemen
Present study	٥٩.٩٨	٠.٥٠	٠.١٩	٣٣.٧١	٦٦٠.٠٠	١٣.٦٥	٠.٢٤	٨.٠٩	١٠.٢٢	Euphrates river-Iraq (between Al-Hindia dam and

										Kufa region)
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------

جدول (١٨): مقارنة بين معدلات تراكيز العناصر الثقيلة في رواسب نهر الفرات (مايكروغرام/غم) مع مثيلاتها في مناطق اخرى من العالم.

المصدر	الخاصين	الرصاص	النيكل	المنغنيز	الحديد	النحاس	الكروم	الكوبلت	الكاديوم	العنصر الموقع
Abaychi & DouAbal (١٩٨٥)	٣٤.٧٠	١١.٣٠	٦٤٦.٠٠	٦٤٢.٠٠	٦٩٨٨.٠٠	٤٤.٠٠	١١٠.٩٠	١٧.٧٠	٠.١٨	Shatt Al-Arab river-Iraq
Abaychi & Mustafa (١٩٨٨)	٥.٨٠	١٩.٠٠	٥٧.٢٠	٩١٤.٠٠	٦٢٠٥.٠٠	٣٩.٦٠	٤٨.١٠	١٧.٤٠	٠.٠٣	Shatt Al-Arab river-Iraq
Al-Samer (١٩٨٩)	-	١.٥٨	١٢.٢٣	-	-	٦.٥١	-	-	-	Shatt Al-Arab river-Iraq
Al-Mussawy & Salman (١٩٨٩)	٦٠.٠٠	-	٩٤.٠٠	٣٨٩.٠٠	٢١٤١٦.٠٠	١٦.٠٠	-	٣.٠٠	-	Khor Al-Zubair-NW Arabian Gulf
Fowler <i>et al.</i> , (١٩٩٣)	٧.٧٢	٣.٠٥	١٤.٥٣	٩٤.٦٣	٦٢٩٦.٧٠	٣.٦٨	٥٦.٨٥	١.٣٩	٠.١٦	Sudian Arabian
El-Sammak & El-Sabrouti (١٩٩٥)	٨١.٨٩	٢٥٩.٠٠	-	-	-	٧٢.٣٤	-	-	٥.٧٩	Lake Burullus, Egypt
Al-Khafaji (١٩٩٦)	٣١.٩٩	١٧.٧٤	١٠٤.٢	٤٠٤.١٠	٥٢١٠.٥	٢٩.٢٤	٥٩.٥٠	١٦.٩٨	٠.٢٧	Shatt Al-Arab Estuary-Iraq
Beckwith <i>et al.</i> , (١٩٩٧)	١٧.١٠	٤.٥٠	-	-	-	٢.٥٠	-	-	١.٠٠	Coeur d'Alene river-Idaho U.S.A
Taha (١٩٩٩)	-	-	-	٥٨٠.٦٢	-	-	١٠٦.١٢	-	-	Shatt Al-Hilla river-Iraq
Al-Taee (١٩٩٩)	٧٣.٤١	٥٨.٢٠	١٩٣.٠٤	٢٣٩.٠٧	١١٩.٧٨	٣٤.٤٥	٣٢٥.٥٠	٤٩.١٢	٣.٩٢	Hilla river-Iraq
Al-	١٩٩.٢٩	٧٢.٤٢	-	١٣٨٩.٣٤	٢٣٧٢٠.٧٠	٥١.٥٦	-	-	٤.٨٤	Al-

Khafaji (٢٠٠٠)										Jubayla creek- Shatt Al- Arab- Iraq
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

تابع الى جدول (١٨).

المصادر	الخاصين	الخصائص	النيكل	المنغنيز	الحديد	النحاس	الكروم	الكوبالت	الكاديوم	الفصل الموقع
Al-Tae (٢٠٠١)	٢٢٥.٩٦	-	-	-	١٢٢٦.٦٤	-	-	٧٧.٥ ٢	٠.١٩	Shatt Al- Hilla river- Iraq
Al- Khafaji (٢٠٠١)	٢٥.٥٥	١٠.٤٦	-	-	-	٢٩.٢٥	-	١٥.٣ ٥	٠.١٩	Qarmma t-Ali river- Iraq
Gangai ya et al., (٢٠٠١)	٥١٤.٠٠	٥١٦.٠٠	-	-	-	١٩٨٠.٠ ٠	-	-	-	Lami estuary, Fiji- Japan
Binning & Baird (٢٠٠١)	٣٥.٩٠	٣٢.٩٠	-	١١٤.٩ ٠	-	٦.٨٠	٢٠.٣٠	-	-	Swartko ps river estuary- South Africa
Al- Adrise (٢٠٠٢)	١٩.٨٠	١٧.٤٠	١١٦.٤٠	١٩٦.٥ ٢	٢١٩.٩٨	٣٣٢.٥٠	٣٨.٤٦	-	١٢.١٠	Al- Hodeida h coast of Yemen
Al- Lami (٢٠٠٢)	٢٥.٨٧	-	٣٩.٦٨	٢٠.٩.٦ ٠	-	-	-	-	-	Tigras river- Iraq
Pehaim (٢٠٠٤)	٢١٣٠.٠٠ ٠	١٤١٠.٠٠ ٠	٧٩٧٠.٠٠ ٠	-	١١٢٦٤٠ ٠٠	٧٣٢٠.٠ ٠	٦٢٨٠.٠٠ ٠	-	٢٠.٤.٠ ٠	Morro Bay- Californi a, U.S.A
Hassan et al., (٢٠٠٥)	-	٥٤٢٠.٠٠ ٠	-	-	٥٢٤٠.٩٠	-	٢١.٥٠٠.٠ ٠٠	-	-	Al- Ejame puncture - Babylon- Iraq
Ezeron ye & Ubalua (٢٠٠٥)	٤٥٥٠.٠٠ ٠	٥٠.٠٠ ٠	-	٢٠.٠٠ ٠	٧٤٠.٠٠ ٠	١٤٠.٠٠ ٠	-	-	-	Aba river- Nigeria
Present study	٦٧.٦٦	٠.٥٩	٠.٣٧	٣٧.٧٠	٦٦١.٧٠	١٤.١٤	٠.٤٧	٨.٢٤	١١.٢٢	Euphrat es river- Iraq

جدول (١٩): مقارنة بين تراكيز العناصر الثقيلة في بعض النباتات المائية في نهر الفرات (مايكروغرام/غم) مع مثيلاتها في مناطق مختلفة من العالم.

الموقع	العنصر	الكاديوم	الكوبلت	الكروم	النحاس	الحديد	المنغنيز	النيكل	الرصاص	الزئبق	الزرنيخ
Sho... Ca...	<i>Ceratophyllum demersum</i>	-	-	-	-	-	-	-	٩.٠٠	-	-
Al-H... mars...	<i>Ceratophyllum demersum</i>	N.D	-	٢.٦٥	-	٠.٧٠	١.٩٠	٥.١١	٠.٢٦	٠.١١	-
Al-H... mars...	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	N.D	-	٢.٧٩	-	١٣.١٠	٣.٠٠	٦.٧٢	٠.١٣	٠.١١	-
US/Mil... I...	<i>Potamogeton pectinatus</i>	-	-	-	١٢.٠٠	٩٨٣.٠٠	٢٥٦٩.٤٠	-	-	٢٤٦.٦٠	-
Nile riv... I...	<i>Ceratophyllum demersum</i>	٢٠.٠	-	-	٢٠٣٠.٠٠	٣٠٠.٠٠	٣٦.٠٠	٤٢.٠٠	٣.٠٠	٩٥.٠٠	-
Hilla r... I...	<i>Ceratophyllum demersum</i>	١٠.٢٩	٤٩.٨٤	٨.٩٦	١٣.٩٢	٣٨٣.٧٥	٢٥٨٩.٩٤	١٥٣.٧٤	٣٤.٩٤	٦٢.٢٣	٩٩٩
Euphra... I...	<i>Ruppia maritime</i>	٨.٨٥	٢١.١٦	١٠.٣٤	١١.٤٤	٥٧٩٩.٧٢	١٦١٤.٧١	١٠٧.٢٢	٣٣.٣٦	٣٢.٣٧	٠.١
Al-Diw... I...	<i>Ceratophyllum demersum</i>	٠.٣٥	-	-	١.٧٥	-	٣.٨٦	-	١.١٧	٢.٨٤	٠.٠٢
Al-Diw... I...	<i>Typha domingensis</i>	٠.٤٢	-	-	١.٧٠	-	٣.٨٣	-	٠.٩٧	١.٩٣	٠.٠٢
EL-I... pur... Babyl...	<i>Phragmites australis</i>	-	-	١١٧٧٥.٠٠	-	٥٦٤٨٢٥.٠	-	-	٤٥٠.٤٠	-	-
Euphra... I...	<i>Ceratophyllum demersum</i>	٢٢.٧٩	١٦.١٩	١.٠٥	٢٨.٣٠	١١٧٣.٨٥	٧٠.٢٩	٠.٣٩	١.٠٣	١٢٠.٢٦	study

تابع الى جدول (١٩).

الموقع	الموقع	الكاديوم	الكوبلت	الكروم	النحاس	الحديد	المنغنيز	النيكل	الرصاص	الزئبق	الزرنيخ
Euphra... I...	<i>Potamogeton pectinatus</i>	٢٢.٧٨	١٦.١٨	٠.٦٨	٢٨.٣٠	١١٧٦.١٠	٦٩.٨٩	٠.٤٠	١.٠٢	١١٩.٩٨	study
Euphra... I...	<i>Typha domingensis</i>	٢٢.٧٧	١٦.١٨	٠.٥٨	٢٨.٢٩	١١٦٣.٧٢	٦٩.٩١	٠.٣٩	٠.٧٧	١١٩.٩٥	study
Euphra... I...	<i>Phragmites australis</i>	٢٤.٣٥	١٦.١٨	٠.٥٧	٢٨.٢٩	١١٦٢.٧٢	٦٩.٨٦	٠.٣٩	١.٠٣	١١٩.٩٤	study

جدول (٢٠): مقارنة بين تركيزات العناصر الثقيلة في بعض انواع المحار (مايكروغرام/غم) في نهر الفرات مع انواع مختلفة في مناطق اخرى من العالم.

المصادر	الخار صين	الرصا ص	النيكل	المنغنيز	الحديد	النحاس	الكرو م	الكو بنت	الكادم يوم	العنصر المحار	الموقع
Abayc hi & Musta fa (١٩٨٨)	٥٦.٢٢	١.٦٠	١.٧١	٢.٢٤	-	٢٩١.٢ ٥	-	-	٣٥.٣ ٧	<i>Corbicula fluminea</i>	Shatt Al- Arab river- Iraq
Wahb eh (١٩٩٠)	٥٣٧.٥ ٠	-	-	١٨٢٤. ٤٠	٢٣٧.٨ ٠	٨٢.١٠	-	-	٥.٣٠	<i>Mesodesma glabrum</i>	Aqaba Gulf- Jordan
Al- Mudd afr et al., (١٩٩٢)	٣١٨.٥ ٧	١٣.٨ ٠	٣٧.٨ ٢	٥١٦٢. ٨٥	٢٣٧١. ١٤	٧.٠٩	-	-	١.٠٥	<i>Pseudodonto psis euphraticus</i>	Shatt Al- Arab river- Iraq
Al- Mudd afr et al., (١٩٩٢)	٢٢٩.٢ ٥	١٠.١ ٠	٣٢.١ ٤	٣٦١٤. ٢٨	١٦٩٧. ١٤	٩.٧٣	-	-	١.٦١	<i>Unio tigridis</i>	Shatt Al- Arab river- Iraq
Otche re (٢٠٠٣)	٤٣.٣٣	-	-	١٢.٥٠	٦٧٠.٠ ٠	٥.٤٦	-	-	٠.٤٩	<i>Anadara senilis</i>	Lagoons/Gh ana
Otche re (٢٠٠٣)	١١٩.٣ ٣	-	-	١٥.٦٠	٤٧٦.٦ ٦	٤٠.٠٠	-	-	٠.٥٤	<i>Crassostrea tulipa</i>	Lagoons/Gh ana
Otche re (٢٠٠٣)	٤٠.٥٠	-	-	١٢.٥٠	٩٢٢.٥ ٠	١١.٦٠	-	-	٠.٩٦	<i>Perna perna</i>	Lagoons/Gh ana
Pehai	٦٢٢٠	٢٤٨.	٢٥٦	-	٧٥٦.٠٠	٣٢٩٠.	٣٧٠	-	١٣٧.	<i>Macoma</i>	MorroBay-

m (٢٠٠٤)	٠	٠٠	٠٠		٠	٠٠	٠٠		٠٠	suda	California, USA
Present study	٢٠٠.١ ٢	١.٧١	٠.٦٤	١١٦.٣ ٦	١٩٤٧. ٢٠	٤٧.١٤	١.٣٨	٢٦.٩ ٦	٣٥.٢ ٩	Corbicula fluminea	Euphrates river-Iraq
Present study	٢٠٠.٢ ٢	١.٧١	٠.٦٤	١١٨.٥ ٠	١٩٦٢. ٢٠	٤٧.١٦	١.٣٥	٢٦.٩ ٦	٣٥.٣ ٠	Unio tigridis	Euphrates river-Iraq

جدول (٢١): مقارنة بين تراكيز العناصر الثقيلة في السرطان النهري *Sesarma boulengeri* (مايكروغرام/غم) في نهر الفرات مع انواع اخرى في مناطق اخرى من العالم.

المصادر	الكاربوني	الرصاص	النيكل	المنغنيز	الحديد	النحاس	الكروم	الكوبالت	الكاديوم	العنصر المحار	الموقع
Al-Sameer (١٩٨٩)	-	١.١٢	٠.٣ ٤	-	-	١٠.٠ ٩	-	-	N.D	العضلات Muscle <i>Sesarma boulengeri</i>	Shatt Al- Arab river- Iraq
Al-Sameer (١٩٨٩)	-	٢.٨٥	١.٢ ٧	-	-	٢.٥٣	-	-	N.D	الدرع (Carapace) <i>Sesarma boulengeri</i>	Shatt Al- Arab river- Iraq
Bat (١٩٩٨)	-	٣٦.٠٠	-	-	-	٢٤.٠ ٠	-	-	٣٥.٠٠	<i>Arenicola marina</i>	Ythan Estuary, Scotland
Ju & Harvey, ٢٠٠٢	٣١.٧٠	٠.٠٠٤	١.٠ ٠	٨٧.٣٠	٢٦٧.٠ ٠	٩٨.٠ ٠	-	٠.٣٤	٠.٢١	الغلاصم (Gill) <i>Callinectes sapidus</i>	Baltimore Harbor USA
Ju & Harvey, ٢٠٠٢	٦٠.٢٠	٠.٠٣	٠.٠ ٩	٧.٥١	٨.٦٣	١٧.٩ ٠	-	٠.٠٤	٠.٠١	العضلات (Muscle) <i>Callinectes sapidus</i>	Baltimore Harbor USA
Thawley <i>et al.</i> , ٢٠٠٤	١٠٤.٥٨	-	-	-	-	-	-	-	٧.٧٥	الدرع (Carapace) <i>Potamonautes wereni</i>	North- west province of south Africa
Thawley <i>et al.</i> , ٢٠٠٤	٦٤.٦٢	-	-	-	-	-	-	-	٠.٠٦	العضلات (Muscle) <i>Potamonautes wereni</i>	North- west province of south Africa
Present study	٦٠.١٠	٠.٦٤	٠.٢ ٦	٣٤.٩٨	٥٨٩.٣ ٩	١٤.١ ٢	٠.٣٧	٨.١٠	١٠.٩٠	الدرع (Carapace) <i>Sesarma bolengeri</i>	Euphrate s river- Iraq
Present study	٦٠.٣٤	٠.٥٥	٠.٢ ١	٣٥.١٢	٥٨٩.٥ ٠	١٤.٣ ٢	٠.٣٩	٨.١١	١٠.٥٥	الاحشاء الداخلية (inner tissues) <i>Sesarma bolengeri</i>	Euphrate s river- Iraq

جدول (١٦): مقارنة بين تراكيز العناصر الثقيلة الذائبة والدقائقية في مياه نهر الحلة مع المحددات العراقية والعالمية لمياه الشرب.

العنصر	تركيز العنصر في الدراسة الحالية		المحددات العراقية لنظام صيانة الانهار والمياه من التلوث رقم لعام (٢٥) لعام ١٩٦٧ مايكروغرام/لتر	مسودة المواصفة العراقية لمياه الشرب لسنة ١٩٨٦ مايكروغرام/لتر	المحددات الدولية لمياه الشرب WHO لعام ١٩٨٤ مايكروغرام/لتر	المحددات الدولية لمياه الشرب WHO لعام ١٩٩٦ مايكروغرام/لتر	المحددات اليابانية لمياه الشرب Enviromental Agency, ٢٠٠١ مايكروغرام/لتر	وكالة حماية البيئة الامريكية USEPA ١٩٧٦ مايكروغرام/لتر	وكالة حماية البيئة الامريكية USEPA ١٩٩٢ مايكروغرام/لتر
	الذائب مايكروغرام/لتر	الدقائقية مايكروغرام/لتر							
الكادميوم	٢.١٤	١٠.٢٢	٥	٥	٥	٣	١٠	-	٥
الكوبالت	١.١٦	٨.٠٩	٥٠	-	-	-	-	-	-
الكروم	٠.٠٧٥	٠.٢٤٥	٥٠	٥٠ الكروم السداسي	٥٠	٥٠	٥٠ الكروم السداسي	-	١٠٠
النحاس	٢.٤٨	١٣.٥٦	٥٠	١٠٠٠	١٠٠٠	٢٠٠٠	٤٠	١٠٠٠	١٠٠٠
الحديد	١٠٥.٦٩	٦٦٠	٣٠٠	٥٠٠	٣٠٠	-	-	١٠٠	-
المنغنيز	٦.١٢	٣٣.٧١	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٥٠٠	-	٦٥٠	-
النيكل	٠.٠٧	٠.١٩٣	١٠٠	-	-	-	١٠	-	-
الزئبق	٠.١٠	٠.٥	٥٠	٥٠	٥٠	١٠	١٠	٥٠	-
الزرنيخ	١٠.٥	٥٩.٩٨	٥٠٠	١٠٠٠	٥٠٠	٥٠٠	-	٥٠٠٠	-

ملحق (١): معدلات تراكيز العناصر الثقيلة في الشكل الذائب والدقائقية للماء والشكل المتبادل والمتبقي في الرواسب (مايكروغرام/لتر)، (مايكروغرام/غم) على التوالي في نهر الفرات حسب محطات الدراسة خلال الفترة من اذار ٢٠٠٤ ولغاية شباط ٢٠٠٥.

الموسم	المحطة	الكادميوم Cd				الكوبلت Co			
		الماء		الرواسب		الماء		الرواسب	
		الذائب	الدقائقية	المتبادل	المتبقي	الذائب	الدقائقية	المتبادل	المتبقي
ربيع ٢٠٠٤	١	٢.٦٦	١٠.٥٨	٥.٣٢	٥.٣١	٠.٩٤	٨.٠٨	٤.٠٥	٤.٠٥
	٢	٢.٦٧	١٠.٥٩	٥.٣٣	٥.٣١	٠.٩٣	٨.٠٩	٤.٠٥	٤.٠٦
	٣	٣.٤٥	١٠.٦٢	٥.٣١	٥.٣٠	٠.٦٢	٥.٠٨	٤.٠٥	٤.٠٥
	٤	٢.٣٠	١٠.٦٢	٥.٣١	٥.٣٠	٠.٩٤	٨.٠٩	٤.٠٦	٤.٠٥
	٥	٢.٣١	١٠.٥٨	٥.٣٣	٥.٣٠	٠.٩٤	٨.٠٩	٤.٠٥	٤.٠٦
	٦	٢.٣٢	١٠.٥٨	٥.٣٣	٥.٢٩	٠.٦٣	٨.٠٨	٤.٠٥	٤.٠٥
	٧	٢.٣٢	١٠.٥٩	٥.٣١	٥.٢٩	٠.٦٣	٨.٠٩	٤.٠٥	٤.٠٦
صيف ٢٠٠٤	١	١.٧٧	١٠.٥٨	٦.٩١	٦.٩٠	١.٣٥	٨.٠٩	٤.٠٥	٤.٠٥
	٢	١.٧٨	١٠.٥٩	٦.٩٢	٦.٨٩	١.٣٦	٨.١٠	٤.٠٥	٤.٠٦
	٣	١.٧٧	١٠.٥٨	٦.٩١	٦.٩٠	١.٣٤	٨.٠٩	٤.٠٥	٤.٠٥
	٤	٣.٥٣	١٠.٥٨	٦.٩٠	٦.٩١	٢.٧٠	٨.٠٩	٤.٠٦	٤.٠٥
	٥	١.٧٨	١٠.٥٩	٦.٩٢	٦.٩٠	١.٣٥	٨.٠٩	٤.٠٥	٤.٠٥
	٦	١.٧٧	١٠.٦١	٦.٩٢	٦.٨٩	١.٣٥	٨.١٠	٤.٠٥	٤.٠٥
	٧	١.٧٧	١٠.٥٩	٦.٩١	٦.٩٠	١.٣٥	٨.٠٩	٤.٠٥	٤.٠٦

٤.٠٦	٤.٠٥	٨.٠٩	١.٣٥	٥.٣٠	٥.٣٢	١٠.٥٨	١.٧٨	١	خريف ٢٠٠٤
٤.٠٥	٤.٠٥	٨.٠٩	١.٣٦	٥.٣١	٥.٣١	١٠.٦٠	١.٧٨	٢	
٤.٠٥	٤.٠٤	٨.٠٨	١.٣٦	٥.٣١	٥.٣١	١٠.٥٩	١.٧٩	٣	
٤.٠٥	٤.٠٤	٨.٠٨	١.٣٥	٥.٣٠	٥.٣٣	١٠.٥٩	١.٧٧	٤	
٤.٠٥	٤.٠٥	٨.٠٨	١.٣٤	٥.٣٠	٥.٣٢	N.D	١.٧٧	٥	
٤.٠٥	٤.٠٥	٨.٠٩	١.٣٥	٥.٣٠	٥.٣١	١٠.٥٨	١.٧٨	٦	
٤.٠٦	٤.٠٦	٨.٠٩	١.٣٥	٥.٣٠	٥.٣٢	١٠.٥٨	١.٧٩	٧	
٤.٠٥	٤.٠٥	٨.٠٨	٠.٩١	٥.٣٠	٥.٣٢	١٠.٦٠	٢.١٠	١	شتاء ٢٠٠٥
٤.٠٥	٤.٠٤	٨.٠٩	٠.٩٠	٥.٣١	٥.٣١	١٠.٦٠	٢.٢٢	٢	
٤.٠٦	٤.٠٤	٨.٠٩	٠.٩٥	٥.٣١	٥.٣١	١٠.٦٧	١.٩٩	٣	
٤.٠٥	٤.٠٤	٨.٠٨	٠.٩٢	٥.٣٠	٥.٣١	١٠.٥٩	٢.٢٥	٤	
٤.٠٥	٤.٠٥	٨.٠٨	٠.٩٧	٥.٢٩	٥.٣٢	١٠.٥٨	٢.٣٠	٥	
٤.٠٥	٤.٠٥	٨.٠٨	٠.٩٤	٥.٣٠	٥.٣٢	١٠.٥٩	٢.١٠	٦	
٤.٠٥	٤.٠٥	٨.٠٩	٠.٩٦	٥.٣٠	٥.٣٢	١٠.٥٨	٢.١٥	٧	

N.D = غير محسوس

تابع الى ملحق (١)

النحاس Cu				الكروم Cr				المحطة	الموسم
الرواسب		الماء		الرواسب		الماء			
المتبقي	المتبادل	الدقائقي	الذائب	المتبقي	المتبادل	الدقائقي	الذائب		
٧.١	٧.٠	١٤.١	٣.٥	٠.٢٠	٠.٢٠	٠.٤٠	٠.١٠	١	ربيع ٢٠٠٤
٧.١	٧.١	١٤.١	٣.٥	٠.٢٢	٠.١٩	N.D	٠.١١	٢	
٧.١	٧.٠	١٤.١	٢.٣	٠.٢٢	٠.١٨	٠.٥٠	N.D	٣	
٧.١	٧.١	١٤.١	٣.٥	٠.٢٥	٠.١٦	٠.٣٠	N.D	٤	
٧.١	٧.١	١٤.١	٣.٥	٠.٢٧	٠.١٤	٠.٤٠	٠.٠٦	٥	
٧.١	٧.١	١٤.١	٢.٣	٠.٢٠	٠.١٨	٠.٣٠	٠.٠٨	٦	
٧.١	٧.١	١٤.١	٢.٣	٠.١٩	٠.١٩	٠.٢٥	٠.١٠	٧	
٧.٠	٧.٠	١٤.١	٢.٣	٠.٣٢	٠.١٧	N.D	N.D	١	صيف ٢٠٠٤
٧.١	٧.٠	١٤.١	٢.٣	٠.٢٠	٠.٢٠	N.D	٠.١٠	٢	
٧.٠	٧.٠	١٤.١	٢.٣	٠.٢٦	٠.٢٠	N.D	٠.٠٧	٣	
٧.٠	٧.٠	١٤.١	٤.٧	٠.٤٠	٠.١٨	N.D	٠.١٣	٤	
٧.٠	٧.٠	١٤.١	٢.٣	٠.٢٠	N.D	N.D	٠.٠٦	٥	
٧.٠	٧.٠	١٤.١	٢.٣	٠.٢٤	٠.١٩	N.D	N.D	٦	
٧.٠	٧.٠	١٤.١	٢.٣	٠.٢٦	٠.٢٠	N.D	٠.٠٨	٧	
٧.٠	٧.٠	١٤.١	٢.٣	٠.٢٤	N.D	٠.٤٠	٠.١٠	١	خريف ٢٠٠٤
٧.٠	٧.٠	١٤.٢	٢.٣	٠.٢٦	٠.١٧	٠.٦٠	٠.٠٩	٢	
٧.١	٧.٠	١٤.٢	٢.٣	٠.٢٨	٠.٢٠	٠.٧٠	٠.١٠	٣	
٧.١	٧.٠	١٤.١	٢.٣	٠.٢٥	٠.١٩	N.D	٠.١٠	٤	
٧.١	٧.٠	١٤.١	٢.٣	٠.٢٦	٠.١٨	N.D	٠.٠٩	٥	
٧.٠	٧.٠	١٤.٢	٢.٣	٠.٢٦	٠.٢٤	٠.٤٠	٠.٠٩	٦	
٧.٠	٧.٠	١٤.١	٢.٣	٠.٢٤	٠.١٨	N.D	٠.١١	٧	
٧.١	٧.١	١٤.١	١.٥	٠.٢٠	N.D	N.D	٠.٠٦	١	شتاء

٧.٠	٧.١	١٤.١	١.٥	٠.٢٢	N.D	N.D	٠.٠٨	٢	٢٠٠٥
٧.١	٧.١	١٤.١	٢.٠	٠.٢٥	٠.١٨	N.D	٠.٠٧	٣	
٧.١	٧.١	١٤.١	١.٥	٠.١٨	٠.١٧	N.D	٠.١٠	٤	
٧.١	٧.١	١٤.١	٢.٠	٠.٢٠	N.D	٠.٥٠	٠.٠٧	٥	
٧.١	٧.٠	١٤.١	٢.٠	٠.١٩	٠.١٦	N.D	٠.٠٥	٦	
٧.١	٧.٠	١٤.١	٢.٠	٠.٢٠	٠.١٥	٠.٥٠	٠.٠٩	٧	

تابع الى الملحق (١)

المنغنيز Mn				الحديد Fe				المحطة	الموسم
الرواسب		الماء		الرواسب		الماء			
المتبقي	المتبادل	الدقائقي	الذائب	المتبقي	المتبادل	الدقائقي	الذائب		
١٧.٥	١٧.٦	٣٤.٩	٨.٧	٣٤٨.٤	٣١٢.٦	٦٢٣.٣	١٤٤.٦	١	ربيع ٢٠٠٤
١٧.٥	١٧.٦	٣٤.٩	٨.٧	٣٥٢.٦	٣١٤.٣	٦٠٥.٨	١٤٤.٤	٢	
١٧.٥	١٧.٥	٣٤.٩	٥.٨	٣٥٠.٦	٣١٤.٤	٥٩٩.٩	٩٥.٩	٣	
١٧.٦	١٧.٦	٣٤.٩	٨.٧	٣٤٣.٩	٢٩٠.٢	٦٢٣.٣	١٤٤.٦	٤	
١٧.٥	١٧.٦	٣٤.٩	٨.٧	٣٥٣.٦	٢٩٢.٦	٦٢٢.١	١٤٤.٥	٥	
١٧.٥	١٧.٦	٣٥.٠	٥.٨	٣٥٢.٦	٢٩٣.٥	٦٢٨.٦	٩٦.٣	٦	
١٧.٥	١٧.٦	٣٤.٩	٥.٨	٣٥٥.١	٢٩٢.٦	٦٢٦.١	٩٦.٤	٧	
١٧.٦	١٧.٦	٣٤.٩	٥.٨	٣٥٣.٨	٣٢٨.٥	٦٢٧.٥	٩٧.٣	١	صيف ٢٠٠٤
١٧.٦	١٧.٦	٣٥.٠	٥.٨	٣٤٩.٩	٣٠٤.٧	٦٦٦.٦	٩٧.١	٢	
١٧.٦	١٧.٥	٣٤.٩	٥.٨	٣٥١.٩	٣٢٢.٧	٦٥٣.٤	٩٦.٨	٣	
١٧.٧	١٧.٥	٣٤.٩	١١.٦	٣٦٨.٥	٣٢٢.٢	٦٠٣.٠	١٩٤.٦	٤	
١٧.٥	١٧.٦	٣٤.٩	٥.٨	٣٦٦.٧	٣٢٦.٧	٦٢٣.٥	٩٦.٧	٥	
١٧.٥	١٧.٦	٣٤.٩	٥.٨	٣٥١.٢	٣٢٢.٧	٦٤١.٦	٩٦.٦	٦	
١٧.٦	١٧.٦	٣٥.٠	٥.٨	٣٥٣.٨	٣١٨.١	٦٥٨.٥	٩٧.١	٧	
١٧.٥	١٧.٦	٣٤.٩	٥.٨	٣٤٦.٩	٣٠٨.٥	٦٠٨.٩	٩٨.٢	١	خريف ٢٠٠٤
١٧.٥	١٧.٥	٣٥.٠	٥.٨	٣٥١.٢	٣٠٧.٩	٦٤٢.١	٩٦.٥	٢	
١٧.٦	١٧.٥	٣٤.٩	٥.٩	٣٥٠.٢	٣٠٧.٥	٦١٤.٣	٩٧.٠	٣	
١٧.٥	١٧.٥	٣٤.٩	٥.٨	٣٤٨.٤	٣٠٤.٦	٦١٢.٣	٩٦.٤	٤	
١٧.٥	١٧.٥	٣٤.٩	٥.٨	٣٤٥.٥	٣٠٣.٣	٥٩٨.٢	٩٦.٤	٥	
١٧.٥	١٧.٥	٣٤.٩	٥.٨	٣٤٩.٦	٣٠٣.٠	٦١٧.٦	٩٦.٢	٦	
١٧.٥	١٧.٦	٣٤.٩	٥.٨	٣٤٦.٨	٣٠١.٨	٦١٥.١	٩٦.٧	٧	
١٧.٥	١٧.٦	٣٤.٩	٣.٨	٣٤٧.٨	٣٠٧.٤	٦٠٠.٧	١٢٨.٥	١	شتاء ٢٠٠٥
١٧.٦	١٧.٥	٣٤.٩	٣.٨	٣٥١.٢	٣٠٧.١	٥٩٨.٢	٦٤.٤	٢	
١٧.٥	١٧.٥	٣٤.٩	٤.٩	٣٥٢.٤	٣٠٦.٠	٥٨٩.٨	٨٥.٨	٣	
١٧.٥	١٧.٥	٣٤.٩	٣.٨	٣٥٠.٧	٣٠٣.٣	٥٩٥.١	٦٤.٤	٤	

١٧.٥	١٧.٥	٣٤.٩	٤.٩	٣٥٢.٦	٣٠٤.٦	٦٠٣.٦	٨٢.٤	٥
١٧.٥	١٧.٥	٣٤.٩	٤.٩	٣٥٤.٠	٣٠٦.٣	٥٨٩.٨	٨٢.٦	٦
١٧.٥	١٧.٦	٣٤.٩	٤.٩	٣٥٢.٣	٣٠٨.٩	٥٩٢.٦	٨٢.٨	٧

تابع الى الملحق (١)

لموسم	المحطة	النيكل Ni				الرصاص Pb			
		الماء		الرواسب		الماء		الرواسب	
		الذائب	الدقائقي	المتبادلي	المتبقي	الذائب	الدقائقي	المتبادلي	المتبقي
ربيع ٢٠٠٤	١	٠.٠٥	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.١٢	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٢	٠.٠٤	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.١٢	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٣	٠.٠٥	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.١٣	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٤	N.D	N.D	٠.٠٩	٠.٠٩	N.D	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٥	٠.٠٤	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٥١	٠.٢٦	٠.٢٥
	٦	٠.٤٠	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٧	٠.٥٠	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.١٠	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
صيف ٢٠٠٤	١	٠.٠٣	٠.١٩	٠.١٠	٠.١٠	٠.٠٨	٠.٥١	٠.٢٦	٠.٢٦
	٢	٠.٠٣	٠.١٨	٠.١٠	٠.١٠	٠.٠٨	N.D	٠.٢٦	٠.٢٧
	٣	٠.٠٣	٠.١٩	٠.١٠	٠.١٠	٠.٠٨	٠.٥١	٠.٢٦	٠.٢٧
	٤	٠.٠٦	N.D	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.١٧	٠.٥١	٠.٢٦	٠.٢٨
	٥	٠.٠٣	٠.١٩	٠.١٠	٠.٠٩	٠.٠٨	٠.٥١	٠.٢٧	٠.٢٦
	٦	٠.٠٣	٠.١٨	٠.١١	٠.١٠	٠.٠٨	٠.٥١	٠.٢٦	٠.٢٦
	٧	٠.٠٣	٠.١٩	٠.١٠	٠.١١	٠.٠٨	٠.٥١	٠.٢٨	٠.٢٨
خريف ٢٠٠٤	١	٠.٠٣	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٠٨	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٢	٠.٠٣	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٠٨	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٣	٠.٠٣	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٠٨	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٤	٠.٠٣	٠.١٨	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٠٨	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٥	٠.٠٣	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٠٨	N.D	٠.٢٥	٠.٢٥
	٦	٠.٠٣	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٠٨	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٧	٠.٠٣	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٠٨	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
شتاء ٢٠٠٥	١	٠.٠٣	٠.١٩	٠.٠٩	٠.١٠	٠.٠٩	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٢	٠.٠٤	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٠٧	N.D	٠.٢٥	٠.٢٥
	٣	٠.٠٣	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.١٢	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٤	٠.٠٤	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.١٣	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٥	٠.٠٣	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥
	٦	٠.٠٣	٠.١٩	٠.٠٩	٠.١٠	٠.١٠	٠.٥١	٠.٢٦	٠.٢٥
	٧	٠.٠٣	٠.١٩	٠.٠٩	٠.٠٩	٠.١١	٠.٥١	٠.٢٥	٠.٢٥

تابع الى الملحق (١)

الزنك Zn				المحطة	الموسم
الرواسب		الماء			
المتبقي	المتبادل	الدقائقي	الذائب		
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	١٤.٩	١	ربيع ٢٠٠٤
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	١٥.٠	٢	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	٩.٩	٣	
٣٠.١	٣٠.٠	٦٠.٠	١٤.٩	٤	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	١٥.٠	٥	
٣٠.١	٣٠.٠	٦٠.٠	١٠.٠	٦	
٣٠.١	٢٩.٩	٥٩.٩	١٠.٠	٧	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	٩.٩	١	صيف ٢٠٠٤
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	٩.٩	٢	
٣٠.١	٣٠.٠	٦٠.٠	٩.٩	٣	
٣٠.٢	٣٠.٠	٥٩.٨	١٩.٩	٤	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	١٠.٠	٥	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	٩.٩	٦	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٦	١٠.٠	٧	
٣٠.١	٣٠.٠	٦٠.٠	١٠.١	١	خريف ٢٠٠٤
٣٠.١	٢٩.٩	٦٠.٠	١٠.٠	٢	
٣٠.١	٢٩.٩	٥٩.٩	١٠.٠	٣	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	١٠.٠	٤	
٣٠.١	٢٩.٩	٥٩.٩	١٠.٠	٥	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	١٠.١	٦	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	١٠.٠	٧	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	٦.٦	١	شتاء ٢٠٠٥
٣٠.٠	٣٠.٠	٥٩.٩	٧.٠	٢	
٣٠.١	٢٩.٩	٥٩.٩	٨.٥	٣	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	٦.٦	٤	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	٦.٦	٥	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	٨.٥	٦	
٣٠.١	٣٠.٠	٥٩.٩	٨.٦	٧	

٥٣**	.٤٦*	-.٥٥**	-.٥٠**	.٨١**	١.٠٠	.٥٧**	-.٤٧*	.١١	.٠٦	.٦٩**	.٦٤**	.٦٠**	.١٨
٠.٣	-.٠٥	-.٢٥	-.٣٧*	.٥٦**	.٥٧**	١.٠٠	-.٤٠*	-.٠٠٨	.٢١	.٦٠**	.٥٩**	.٣٠٩	-.١٤
٥٣**	-.٤١*	.٤٨**	.٤٤*	-.٥١**	-.٤٧*	-.٤٠*	١.٠٠	-.١١	.٤١*	-.٥٥**	-.٦٩**	-.٥٥**	-.١٤
٢٨	.١٠	-.٠٩	-.٢٥	.٠٧	.١١	-.٠٠٨	-.١١	١.٠٠	-.٣٦	-.١٩	-.٠٩	-.١٣	.١١
٢٨	-.٢٢	.٠١	.١٠	.٠٠٩	.٠٦	.٢١	.٤١*	-.٣٦	١.٠٠	.٠٠٨	-.٠٧	-.٠٥	-.١٤

* على مستوى معنوية $P < 0.05$.

** على مستوى معنوية $P < 0.01$.

تابع الى ملحق (٢) / جدول (١)

E.C.	D.O	B.O.D.	Total Alkalinity	Total hardness	Ca ⁺	Mg ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ⁻³	SO ₄ ⁻²	SiO ₂ ⁻
-.١٦	.٨٥**	.٦٩**	.٦٠**	-.٥٥**	-.١٩	.٠٠٨	١.٠٠	.٨٢**	.٥٤**	.١٠	.١٦
-.٣٧*	.٨٠**	.٦٤**	.٥٩**	-.٦٩**	-.٠٩	-.٠٧	.٨٢**	١.٠٠	-.٠٨	-.٠١	.٢٤
-.٥٢**	.٥٨**	.٦٠**	.٣٠	-.٥٥**	-.١٣	-.٠٥	.٥٤**	-.٠٨	١.٠٠	-.٠٧	.٥٩**
.٠٣	.٠٣	.١٨	-.١٤	-.١٩	.١٧	-.١٧	.١٠	-.٠١	-.٠٧	١.٠٠	.٣٨*
-.٥٨**	.٣٨*	.٥٠**	-.٠٨	-.٣٦	.٠٠١	-.١٨	.١٦	.٢٤	.٥٩**	.٣٨*	١.٠٠

ملحق (٢): جدول (٢): معامل الارتباط بين الصفات الفيزيائية والكيميائية في الماء والعناصر الثقيلة في الماء والرواسب في نهر الفرات خلال مدة الدراسة.

E.C.	D.O	B.O.D.	Total Alkalinity	Total hardness	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ⁻³	SO ₄ ⁻²	SiO ₂ ⁻²
-.٢٣	.٥٩ *	.٤٧ *	.٢٠	-.٤٠*	.٠٠١	-.٢٣	.٥٣**	.٥٤**	.٤١*	.٢٧	.٤٣*
-.٥٤ **	.١٠	.٣٤	.٠٩	-.٣٧*	-.٠٢	-.٠٧	.٠١	.٠٩	.٣٢	.٢٦	.٦٣**
-.٠٦	-.١٥	-.٠٨	-.٦٢**	-.٠٣	.٢٧٦	-.٤٦*	-.٢٣	-.١٣	-.٠٤	.٥٢**	.٤٢*
-.١٦	-.٠١	.٠١٣	-.٢٨	-.٢٧	.٥٧٥**	-.٤٩**	-.٢٠	-.٠٢٢	-.٠٠٢	.١٦٨	.١٤
-.٠٦	-.١٥	-.٠٨	-.٦٢**	-.٠٣	.٢٧٦	-.٤٦*	-.٢٣٢	-.١٣٨	-.٠٤	.٥٢**	.٤٢*
-.١٦	-.٠١	.٠١	-.٢٨	-.٢٧	.٥٧٥**	-.٤٩**	-.٢٠	-.٠٢٢	-.٠٠٢	.١٦	.١٤
-.٣٣	.٦ **	.٥٦ **	.٢٣	-.٤٥*	-.٠٥٩	-.٢٢	.٥٧**	.٥٩٨**	.٥٤**	.٠٨	.٤٩**
-.٦٣ **	.٢٢	.٤٣*	.٣٣	-.٤٠*	-.٠٩٧	.٠٥	.١٤	.٢٥٠	.٣٥	.٠٩١	.٤٧*
-.٤٤ *	.٣٢	.٥٣**	.٥٢**	-.٣١	.٣٣٤	.٢٣	.٢٦	.١٥٦	.١٧	.١١	.٠٧
.٠٠	.٠٣	-.٠١	-.١٤	.٢٤	-.٠٣١	.١١	-.٠٩	-.١٢١	.٠١	-.١١	.١٣
.١٤	-.٠٨	-.١٧	-.٠٠١	-.١٢	-.١٣٤	-.١٥	.٠٥	.٠١٢	-.١٩	.١٤	-.٢١
-.٣٨ *	.١٦	.١٧	.٢٠	-.٠٤	-.١١٥	.٢٩	.٠٨	.١٥٩	.١٧	-.٣٧*	.٠٩
-.٢٢	.٤٩ **	.٦٦**	.٢٢	-.٤٤*	.٢٣٨	-.١٣	.٣٩*	.٣٥٢	.١٨	.٤٥*	.٣٧*
-.٢٨	.١٢	.٢٨	-.٠١	-.٣٣	.٣٢٤	-.٤١*	.٠٥٦	.٠١٠	.٢١٧	.٣٥	.٤٥*
-.٣٢	.٦ **	.٥٦**	.٢٣	-.٤٥*	-.٠٥	-.٢٢	.٥٨**	.٦٠**	.٥٣**	.٠٩	.٤٨*
-.٢٥	.٢٨	.١٣	.٢٢	.١٦	-.٤٤*	.٣٨*	.١٥	.١٢	.٢١	-.٥٤**	.١٣

تابع الى الملحق (٢) / جدول (٢)

E.C.	D.O	B.O.D.	Total Alkalinity	Total hardness	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ⁻³	SO ₄ ⁻²	SiO ₂ ⁻²
.٢٨	.٠٦	-.٠٨	.٣٤١	-.١٥٩	-.٠٠١	.١١	.٢٦	.١٧	-.١٧	-.٢٤	-.٦٧**
.٠٠٩	.٤١ *	.١٩	.٦١٨**	-.١٦٨	.٠٠٥	-.٠٤	.٥٧**	.٣٠	.١٢	-.١٧	-.٢٧
.٠١	-.٠٧	-.٢٠	-.١٥٨	.٠١٧	.٣٣٩	-.٤٠*	-.٠٦	.٠٤١	-.٠٥	.٠٧	-.١٠
-.٠٧	.٢٣٢	.١٨	-.١٠٦	.٠٠٩	.١٣١	.٢١	.١٥	.٢٠	.١٧	-.٠٨	-.٠٤
-.٢١	-.٠١٥	.٢٦	-.٢٦٢	-.٠٦٣	.٢٠٤	-.٠٤	-.١٥	-.١٣	.٠٣	.٤٧*	.٣٧
-.١٤	-.١٦	.٠٧	-.٣٠٣	-.١٧١	.٠٥٠	-.٣٣	-.١٩	-.٠٨	.١٠	.٤٨**	.٥٠**
-.٠٤	-.٢١٢	-.١٨٠	-.٥٤١**	.١٤٤	-.٠٤٦	-.٣٢	-.٣٦	-.٢٦	-.٠١	.١٣	.٤٦*
-.١٣	-.١٠	.٠٦٨	-.٠١	-.٢٧	-.١٩	.٠١	-.٠٥	-.٠٣	.٢٤	.٢٢	.٣٥
-.٢٢	.٣٩ *	.٥٧**	.٢٨	-.١١	-.١٩	.٣٠	.٣٠	.٢٧	.٢٥	.١٤	.٣٠

-.10	.12	.07	.23	-.21	-.06	-.1	.14	.18	.40*	-.21	.03
.00	.39*	.21	.31	-.44*	.08	-.25	.49**	.63**	.16	.07	-.12
-.02	.005	.002	.06	-.21	.07	-.10	.09	.140	.01	.05	-.22
-.25	-.15	.140	-.372	-.27	.28	-.40*	-.27	-.159	.09	.04**	.62**
-.25	-.15	.13	-.37*	-.27	.27	-.41*	-.27	-.15	.09	.05**	.62**
-.47*	.11	.23	.49**	-.33	.33	.10	.04	.15	.19	-.23	-.11
-.11	-.18	-.22	-.04	.24	.23	.05	-.26	-.27	-.16	-.05	-.14

تابع الى جدول (٢)

E.C.	D.O	B.O.D.	Total Alkalinity	Total hardness	Ca ⁺	Mg ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ⁻³	SO ₄ ⁻²	SiO ₂ ⁻²
.002	-.04	-.07	-.21	-.12	.09	-.36	-.09	.05	.01	.12	.17
.09	-.30	-.03	-.12	.33	-.29	.24	-.14	-.30	-.13	.38*	.06
-.05	-.13	-.28	-.07	.25	.04	-.16	-.18	-.26	-.12	-.34	-.12
-.15	.22	.001	.33	-.11	-.20	.20	.24	.29	.06	-.12	-.19

ملحق (٢) / جدول (٣): معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة في الجزء الذائب والدقائق في الماء خلال مدة الدراسة.

Cd		Co		Cr		Cu		Fe		Mn		Ni		Pb		Zn
ذائب	عالق	ذائب	عالق	ذائب	عالق	ذائب	عالق	ذائب	عالق	ذائب	عالق	ذائب	عالق	ذائب	عالق	ذائب
١	٠.١٥	٠.٠٠١	٠.٢٤-	٠.٠٠	٠.١٤	٠.٥٤ **	٠.٢٤-	٠.٥٤ **	٠.٣٦-	٠.٥٣ **	٠.٢٣-	٠.١٧	٠- * ٤٦	٠.٥٧ **	٠.١٥	٠.١
٠.١٥	١	٠.٠٩١-	٠.٢٣٧	-٠.٠٩٠	٠.١٥٤	٠.٠٣١	-٠.١٧١	٠.٠٥٠	٠.١٧	٠.٠٣٤	٠.١٧٧	٠.٠٦٠	-٠.٠٥٣	٠.٠٦٥	٠.٥٥* *	٠.٠
٠.٠٠١	٠.٠٩١-	١	٠.٣١١	٠.٣١٢	-٠.٢٢٩	٠.٤٦١ *	٠.٠١٤ *	٠.٤٣١ *	٠.١٧	٠.٤٥٢ *	-٠.٠٢١	-٠.٣٥٢	-٠.٤٧٣ *	٠.٢٢٦	-٠.٠٣	-٠.٠
٠.٢٤٥	٠.٢٣٧	٠.٣١١	١	-٠.٠٩١	-٠.٢٣٦	٠.١٧٧	-٠.١٧٧	٠.٠٨٩	٠.٥٣* *	٠.١٧٨	٠.٢٩٩	-٠.٠٩٠	-٠.١٣٦ *	-٠.٢١١	-٠.١٦	٠.١
٠.٠٠٤	٠.٠٩٠-	٠.٣١٢	-٠.٠٩١	١	٠.٠٠٥	٠.١٣١	٠.٢٤٤	٠.١٠٧	-٠.٠٨* *	٠.١٣٤	٠.٠١١	٠.١٦٧	٠.٠٧٨	٠.٤١٢ *	-٠.١٥	٠.٠
٠.١٤٦	٠.١٥٤	٠.٢٢٩-	-٠.٢٣٦	٠.٠٠٥	١	٠.٠٧٣	٠.٥١٣ **	٠.٠٠٥	-٠.٠٤٦	٠.٠٧٧	٠.١٩١	٠.٠٩٨	٠.٠٥٠	-٠.١٠٧	٠.٢٨	-٠.٠

تابع اللى الملحق (٢) / جدول (٣)

٥٤١	٠.٠٣١	٠.٤٦١*	-٠.١٧٧	٠.٠٦٦	-٠.١٥٠	١	٠.١٤٢	٠.٩٠٩**	٠.١٢٨	١**	٠.١٥٨	-٠.٠٢٦	-٠.٦٦٩**	٠.١٨٥	٠.١٩٣
٢٤٥	٠.١٧١-	٠.٠١٤-	-٠.١٧٧	٠.١٢٦	٠.٠٤٠٤*	٠.١٤٢	١	٠.٠٥٩	٠.١٢٧	٠.١٤٨	٠.٣١٧	٠.١٠٣	-٠.٠٣٤	-٠.٣٩٨*	٠.٠٨٥
٥٤٠	٠.٠٥٠	٠.٤٣١	٠.٠٨٩	٠.١٠٧	٠.٠٠٥	٠.٩٠*	٠.٠٥٩	١	٠.٠٦٦	٠.٩٠**	٠.١٠٧	-٠.٠٤٩	-٠.٦٥*	٠.١٩٩	٠.٢٢٤
٣٦٦-	٠.١٧٨	٠.١٧٧	٠.٥٣*	-٠.٠٨٣	-٠.٠٤٦	٠.١٢	٠.١٢	٠.٦٦	١	٠.١٣	٠.٨٩*	٠.١٠٤	٠.٠٥٦	-٠.٣٦٤	-٠.٠٦٣
٥٣٧	٠.٠٣٤	٠.٤٦٥*	٠.١٧	٠.١٣	٠.٠٧	١**	٠.١٤	٠.٩٠*	٠.١٣١	١	٠.١٦	-٠.٠٢	٠.٦٦*	٠.١٨	٠.١٩٣
٣٣٩-	٠.١٧٧	٠.٠٢١-	٠.٢٩	٠.٠١	٠.١٩	٠.١٥	٠.٣١	٠.١٠	٠.٨٩**	٠.١٦	١	٠.٣١٩	٠.٠٢	-٠.٣٧*	٠.٠٣٣
١٧٠	٠.٠٦٠	٠.٣٥-	-٠.٠٩	٠.١٦	٠.٠٩	-٠.٠٢	٠.١٠	-٠.٠٤	٠.١٠٤	-٠.٠٢	٠.٣١	١	٠.٠٩	٠.٠٧	٠.١٠٠
٤٦٢	٠.٠٥٣-	-٠.٤٧٣*	-٠.١٣	٠.٠٧	٠.٠٥	-٠.٦٦*	-٠.٠٣	-٠.٦٥*	٠.٠٥	-٠.٦٦**	٠.٠٢	٠.٠٩١	١	٠.١٠١	-٠.٠٩١

٥٧١	٠.٠٦٥	٠.٢٢٦	-٠.٢١	٠.٤١*	-٠.١٠	٠.١٨	-٠.٣*	٠.١٩	-٠.٣٦	٠.١٨	-٠.٣٧	٠.٠٧	٠.١٠١	١	٠.١٦٥
-----	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	---	-------

تابع اللى الملحق (٢) / جدول (٣)

٠.١٥٣	**٠.٥٥٦	٠.٠٣٦	-٠.١٦	-٠.١٥	٠.٢٨	٠.١٩	٠.٠٨	٠.٢٢	-٠.٠٦	٠.١٩	٠.٠٣٣	٠.١٠٠	-٠.٠٩١	٠.١٦٥	١
٠.١٧٠	٠.٠٤٦	٠.٠١١	٠.١٤	٠.٠٦	-٠.١٥	-٠.٠٠٧	-٠.١٥	-٠.٠٥	-٠.١٤	-٠.٠٠٦	-٠.١٩٩	-٠.٠٥٢	-٠.١١٧	-٠.١٠٥	-٠.٥٢*
٠.٢٨١-	٠.٠٩٩	٠.٠٨٩-	-٠.٠٠٧	٠.١٢	٠.٤٠*	٠.٧١	٠.٥٧*	٠.٠٦	٠.٤٣*	٠.٠٧٤	٠.٦٣**	٠.٢٧٦	-٠.٠٩٥	-٠.٤٧٦*	٠.٢٣٩

ملحق (٢) / جدول (٤): معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة في الجزء المتبادل والمتبقي في رواسب نهر الفرات خلال مدة الدراسة.

Cd		Co		Cr		Cu		Fe		Mn		Ni		Pb	
متبادل	متبقي	متبادل	متبقي	متبادل	متبقي	متبادل	متبقي	متبادل	متبقي	متبادل	متبقي	متبادل	متبقي	متبادل	متبقي
١	١**	٠.١٤	٠.٠٠١	٠.١٠	٠.٣٨*	- ٠.٦١* *	- ٠.٥٩* *	٠.٧٢* *	٠.٥٢**	٠.٠٥١	٠.٤١*	٠.٣٤٢	٠.٠٩	٠.٥٩* *	٠.٧٦* *
١**	١	٠.١٣	٠.٠٠٠	٠.١٠	٠.٣٩*	- ٠.٦١* *	- ٠.٥٩* *	٠.٧٢* *	٠.٥٣**	٠.٠٤١	٠.٤٢*	٠.٣٤٩	٠.٠٩٤	٠.٥٨* *	٠.٧٧* *
٠.١٤	٠.١٣	١	٠.٠١٩	٠.٠٦	-٠.١٠	-٠.٢٦	-٠.١١٣	-٠.٠٩٨	-٠.٢٦١	٠.٣٨*	-٠.٢٢٠	-٠.٢٨٠	٠.٢٤٦	٠.٣٧٢	٠.٠٩١
٠.٠٠١	٠.٠٠	٠.٠١	١	٠.٠٦	٠.١٨	-٠.٠٠٦	٠.١٥٦	-٠.١٩٧	٠.١٦٩	٠.١٠٦	٠.٢٤٨	٠.٣٠٤	-٠.١٣٥	-٠.١٠٧	٠.١٥٨
٠.١٠١	٠.١٠	٠.٠٦	٠.٠٦٦	١	٠.٢٦	-٠.٢٧	٠.٠٣٠	-٠.٠٥٧	-٠.١٢١	-٠.١٠٥	٠.١٦٠	٠.٠٨٢	٠.٢١٣	-٠.٠١١	٠.٢٢٦
٠.٣٨٧* *	٠.٣٩* *	-٠.١٠	٠.١٨	٠.٢٦	١	-٠.٤٤* *	٠.٥٣* *	٠.٣٤٥	٠.٣٢١	-٠.٤٥* *	٠.٧٧* *	٠.٦٩٢* **	-٠.١٣٥	٠.٠٤٦	٠.٥٢* *
- ٠.٦١* *	- ٠.٦١* *	-٠.٢٦	-٠.٠٠٦	-٠.٢٧	-٠.٤٤* *	١	٠.٤٩* *	٠.٥٢* **	-٠.٠٧٤	٠.١٨٠	-٠.٢٢٩	-٠.١٧	-٠.٢٢٠	-٠.٣٢٩	- ٠.٥٤* *

* على مستوى معنوية $P < 0.05$.

** على مستوى معنوية $P < 0.01$.

تابع الى الملحق (٢) / جدول (٤).

٠.٥٩*	٠.٥٩*	-٠.١١	٠.١٥	٠.٠٣	٠.٥٣*	٠.٤٩*	١	٠.٥٦*	٠.٣٦١	٠.٢٦١	٠.٣٠١	٠.٣١٥	٠.٠٧٠	٠.٤١٥*	-٠.٤٥*
-------	-------	-------	------	------	-------	-------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------

٠.٧٢*	٠.٧٢*	-٠.٠٩	-٠.١٩	-٠.٠٥	٠.٣٤	-٠.٥٥*	-٠.٥٦*	١	٠.٤٨*	-٠.٢٢٩	٠.٢٦٨	٠.٢٧٥	٠.٠٩٨	٠.٤٠*	٠.٤٨*
٠.٥٢*	٠.٥٣*	-٠.٢٦	٠.١٦	-٠.١٢	٠.٣٢	-٠.٠٧	-٠.٣٦١	١	٠.٤٨*	-٠.٠٠٣	٠.٥١*	٠.٦٢٧*	-	٠.٤٤٠*	٠.٤٦*
٠.٠٥١	٠.٠٤	٠.٣٨*	٠.١٠	-٠.١٠	-٠.٤٥*	٠.١٨	٠.٢٦١	-٠.٢٢٩	-٠.٠٠٣	١	-٠.٣١١	-٠.٣٥٥	٠.٠٣٨	٠.٢٧٠	-٠.١٨٤
٠.٤١*	٠.٤٢*	-٠.٢٢	٠.٢٤	٠.١٦	٠.٧٧*	-٠.٢٢٩	-٠.٣٠١	٠.٢٦٨	٠.٥١٢*	-٠.٣١١	١	٠.٩٠*	-٠.٣١٠	٠.٠٦٥	٠.٦٧*
٠.٣٤	٠.٣٤	-٠.٢٨	٠.٣٠	٠.٠٨	٠.٦٩*	-٠.١٧١	-٠.٣١٥	٠.٢٧٥	٠.٦٢٧*	-٠.٣٥٥	١	٠.٩٠*	-	٠.٢٠٥	٠.٥٩*
٠.٠٩	٠.٠٩	٠.٢٤	-٠.١٣	٠.٢١	-٠.١٣	-٠.٢٢٠	-٠.٧٠	٠.٠٩٨	٠.٤٦١*	٠.٠٣٨	-٠.٣١	-٠.٤٣٦	١	٠.٣٧٠	٠.٢٢١
٠.٥٩*	٠.٥٨*	٠.٣٧	٠.١٠	-٠.٠١	٠.٠٤	-٠.٣٢٩	٠.٤١٥*	٠.٤٠٨*	٠.٤٤*	٠.٢٧٠	٠.٠٦٥	٠.٠٢٥	٠.٣٧٠	١	٠.٦١١*
٠.٧٦*	٠.٧٧*	٠.٠٩	٠.١٥	٠.٢٢	٠.٥٢*	-	٠.٤٥٦*	٠.٤٨*	٠.٤٦*	-٠.١٣٤	٠.٦٧*	٠.٥٩*	٠.٢٢١	٠.٦١*	١
٠.٤٧*	٠.٤٧*	٠.٣٨*	-٠.١٤	٠.١٠	-٠.٠٢	-٠.٠٥٧	-٠.٠٤٧	٠.٢٨١	٠.١٨٦	٠.٣٤٦	-٠.٠٣٢	-٠.١٣	٠.٠٥٥	٠.٣٩*	٠.١٦٥
٠.٦٩*	٠.٦٩*	٠.٠٧	٠.٣٣	٠.١٩	٠.٣١	-٠.٣٥٢	-٠.٠٧٦	٠.٣٤٦	٠.٦٠٢*	٠.١٧٤	٠.٥٧*	٠.٦٠*	-٠.١٩٥	٠.٣٥٧	٠.٦٨*

ملحق (٢) / جدول (٥): معامل الارتباط البسيط بين العناصر الثقيلة المدروسة في النباتات المائية المدروسة في نهر الفرات.

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Cd	١	-٠.٤٢٢	-٠.٢٩١	٠.١٢١	٠.٣٢١	٠.٠٩٤	٠.١٨٣	-٠.٢٥٢	٠.٠١٢
Co	-٠.٤٢٢	١	٠.٣١٦	٠.١٩٥	٠.٣٣٤	٠.٣١٣	٠.٣٧٢	٠.٢٩٩	-
Cr	-٠.٢٩١	٠.٣١٦	١	٠.٠٦٧	٠.١٤٧	٠.٢٥٩	٠.١٣٤	٠.٢٠١	-٠.١٧٤
Cu	-٠.١٢١	٠.١٩٥	٠.٠٦٧	١	٠.٠٨٣	٠.٤٩٢	٠.١٣١	٠.١٢٩	٠.١٨٢

Fe	-0.321	0.334	0.147	0.083	1	0.310	0.609*	0.950*	-0.139
Mn	0.094	0.313	0.209	0.492	0.310	1	0.293	0.471	-0.386
Ni	-0.183	0.372	-0.134	0.131	0.609*	0.293	1	0.576*	-0.439
Pb	-0.202	0.299	0.201	0.129	0.950**	0.471	0.576*	1	-0.191
Zn	0.012	-0.663*	-0.174	0.182	-0.139	-0.386	-0.439	-0.191	1

ملحق (٢) / جدول (٦): معامل الارتباط البسيط بين العناصر الثقيلة في نوعي المحار *Corbicula* و *Unio tigridis* و *fuminea*.

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Cd	1	-0.406	0.000	0.204	1	-0.224	-0.849	-0.588	-0.172
Co	-0.406	1	0.022	0.770	-0.224	1	-0.316	0.912	0.793

Cr	٠.٥٥٥	٠.٥٢٢	١	٠.٩٢٠	-٠.٨٤٩	-٠.٣١٦	١	٠.٠٧١	-٠.٣١٨
Cu	٠.٢٠٤	٠.٧٧٠	٠.٩٢٠	١	-٠.٥٨٨	٠.٩١٢	٠.٠٧١	١	٠.٧٩٢
Fe	٠.٧٧٢	-٠.٦٤٧	٠.٠٥٤	-٠.٣٣٨	-٠.١٧٢	٠.٧٩٣	-٠.٣١٨	٠.٧٩٢	١
Mn	-٠.١٨٢	٠.٩٧١*	٠.٦٩٢	٠.٨٥٩	-٠.٧٣٠	٠.٠٠٠	٠.٧٧٥	٠.٢١٨	-٠.٤٠٨
Ni	٠.٠٥٠	٠.٨٦٩	٠.٨٥٨	٠.٩٨٥*	٠.٩٩*	-٠.١٧١	-٠.٨٦٨	-٠.٥٥٠	-٠.١٦٥
Pb	٠.٥٥٦	-٠.٨٧٠	-٠.٣٣٣	-٠.٦٧٦	٠.٧٣٣	-٠.٨١٦	-٠.٢٦٠	٠.٩٨١*	-٠.٧٢٣
Zn	-٠.٣٨٨	٠.٦٠٨	٠.٣٠٢	٠.٦١٢	٠.٠٠٠	٠.٧٠٧	-٠.٤٤٧	٠.٦٦١	٠.٩٨١*

ملحق (٢) / جدول (٧): معامل الارتباط البسيط بين العناصر الثقيلة في السرطان النهري *Sesarma bouengeri*.

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Cd	١	٠.٨١٢*	٠.٨٤٦* *	٠.٢٢٠	-٠.١١٨	- ٠.٨٣٩* *	-٠.٧٦٧*	-٠.٤٥١	-٠.٧٢٣*
Co	٠.٨١٢*	١	٠.٦٧٥	٠.٤٢٧	٠.٢٦٤	-٠.٥٦٩	-٠.٥٢٠	-٠.٢٠٤	-٠.٥٢٨
Cr	٠.٨٤٦* *	٠.٦٧٥	١	٠.٢٣٣	-٠.١٣٩	- ٠.٨٩٤* *	-٠.٧٩٠*	-٠.٥٤٠	-٠.٣٥٥
Cu	٠.٢٢٠	٠.٤٢٧	٠.٢٣٣	١	٠.٣٨٩	-٠.١٢٧	٠.٠٦٣	٠.١٦٥	٠.١٧٥
Fe	-٠.١١٨	٠.٢٦٤	-٠.١٣٩	٠.٣٨٩	١	٠.٤١٣	٠.٣٢٨	٠.٧٠٦	-٠.١١٧
Mn	- ٠.٨٣٩* *	-٠.٥٦٩	- ٠.٨٩٤* *	- ٠.١٢٧	٠.٤١٣	١	٠.٩٤٢**	٠.٧٥٦*	٠.٣٩٤
Ni	- ٠.٧٦٧*	-٠.٥٢٠	- ٠.٧٩٠*	٠.٠٦٣	٠.٣٢٨	٠.٩٤٢* *	١	٠.٦٩١	٠.٤٨٩
Pb	-٠.٤٥١	-٠.٢٠٤	-٠.٥٤٠	٠.١٦٥	٠.٧٠٦	٠.٧٥٦*	٠.٦٩١	١	٠.١٠٥
Zn	- ٠.٧٢٣*	-٠.٥٢٨	-٠.٣٥٥	٠.١٧٥	-٠.١١٧	٠.٣٩٤	٠.٤٨٣	٠.١٠٥	١

ملحق رقم (٣): المعدلات الشهرية لتصارييف المياه (م^٣/ثا) في نهر الفرات (سدة الهندية) للفترة من اذار ٢٠٠٤ لغاية شباط ٢٠٠٥ *

المدى (م ^٣ /ثا)	المعدل (م ^٣ /ثا)	الشهر
٥٦٠-٢٣٠	٣٦٦.٦	اذار ٢٠٠٤
٤٢٠-١٣٠	٢٥٥.٠	نيسان ٢٠٠٤
٢٨٠-١٦٠	٢٤٦.٦	مايس ٢٠٠٤
٣٨٠-٢٨٥	٣٣٧.٧	حزيران ٢٠٠٤
٤٠٠-٣٤٠	٣٨٢.٩	تموز ٢٠٠٤
٤١٥-٢٩٠	٣٣٦.٢	اب ٢٠٠٤
٤٠٥-٢٧٠	٣٣٣.١	ايلول ٢٠٠٤
٣٥٠-١٦٠	٢٨٤.١	تشرين اول ٢٠٠٤
٣٠٠-١٤٥	٢٢٢.٣	تشرين ثاني ٢٠٠٤
٣٣٠-١٣٥	٢٢٤.٨	كانون اول ٢٠٠٤
٢٨٠-١٥٠	٢١٥.٦٤	كانون ثاني ٢٠٠٥
٢٦٠-١٢٠	١٨٤.٢	شباط ٢٠٠٥

** المصدر:- دائرة الموارد المائية في سدة الهندية.

ملحق (٢) / جدول (٥) A: معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة في النبات المائي *Ceratophyllum demersum*.

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Cd	١.٠٠٠	-٠.٨٢٠	-٠.٥٢٢	٠.٨٥٣	-٠.٥٣٥	٠.٤١٨	-٠.٤١٢	-٠.٣٣٢	٠.١٧٠
Co	-٠.٨٢٠	١.٠٠٠	٠.٥٠١	-٠.٦٥٤	٠.٦٣٩	٠.١٤٤	٠.٥٩٤	٠.٦٢٥	-٠.٦٩٨
Cr	-٠.٥٢٢	٠.٥٠١	١.٠٠٠	٠.٠٠٠	-٠.٣٢٥	٠.١٦٠	-٠.٣٩٧	-٠.٣٥٠	-٠.٣٣٣
Cu	٠.٨٥٣	-٠.٦٥٤	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	-٠.٨٢٧	٠.٥٨٨	-٠.٧٢٦	-٠.٦٠٤	-٠.٠٠٥
Fe	-٠.٥٣٥	٠.٦٣٩	-٠.٣٢٥	-٠.٨٢٧	١.٠٠٠	-٠.١٧٤	٠.٩٨٧*	٠.٩٤٢	-٠.٣٢١
Mn	٠.٤١٨	٠.١٤٤	٠.١٦٠	٠.٥٨٨	-٠.١٧٤	١.٠٠٠	-٠.٠٤٦	٠.١٥٦	-٠.٨٠٤
Ni	-٠.٤١٢	٠.٥٩٤	-٠.٣٩٧	-٠.٧٢٦	٠.٩٨٧*	-٠.٠٤٦	١.٠٠٠	٠.٩٨٠*	-٠.٣٩٣
Pb	-٠.٣٣٢	٠.٦٢٥	-٠.٣٥٠	-٠.٦٠٤	٠.٩٤٢	٠.١٥٦	٠.٩٨٠*	١.٠٠٠	-٠.٥٥٥
Zn	٠.١٧٠	-٠.٦٩٨	-٠.٣٣٣	-٠.٠٠٥	-٠.٣٢١	-٠.٨٠٤	-٠.٣٩٣	-٠.٥٥٥	١.٠٠٠

ملحق (٢) / جدول (٥) B: معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة في النبات المائي *Potamogeton pectinatus*

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Cd	١.٠٠٠	٠.٠٠٠	٠.٧٣٠	٠.٧٣٠	-٠.١٨٩	٠.٤٧٩	-٠.٦٨٤	-٠.١١٣	-٠.٣٦٩
Co	٠.٠٠٠	١.٠٠٠	-٠.٣٦٥	-٠.٣٦٥	-٠.١٤٢	٠.٧٥٨	٠.٥٥٦	٠.٩٠٢	-٠.٧٢٩
Cr	٠.٧٣٠	-٠.٣٦٥	١.٠٠٠	١.٠٠٠**	٠.٤٧٥	-٠.١٨٢	-٠.٩٧٥*	-٠.١٧٢	٠.٣٣٠
Cu	٠.٧٣٠	-٠.٣٦٥	١.٠٠٠**	١.٠٠٠	٠.٤٧٥	-٠.١٨٢	-٠.٩٧٥*	-٠.١٧٢	٠.٣٣٠
Fe	-٠.١٨٩	-٠.١٤٢	٠.٤٧٥	٠.٤٧٥	١.٠٠٠	-٠.٦٢٧	-٠.٤٠٩	٠.٢٧٨	٠.٧٣٤
Mn	٠.٤٧٩	٠.٧٥٣	-٠.١٨٢	-٠.١٨٢	-٠.٦٢٧	١.٠٠٠	٠.٣٠٣	٠.٤٩٦	-٠.٩٨٤*
Ni	-٠.٦٨٤	٠.٥٥٦	-٠.٩٧٥*	-٠.٩٧٥*	-٠.٤٠٩	٠.٣٠٣	١.٠٠٠	٠.٣٨٢	-٠.٤٢٦
Pb	-٠.١١٣	٠.٩٠٢	-٠.١٧٢	-٠.١٧٢	٠.٢٩٨	٠.٤٤٦	٠.٣٨٢	١.٠٠٠	-٠.٥٥٥

Zn	-٠.٣٦٩	-٠.٧٢١	٠.٣٣٠	٠.٣٣٠	٠.٧٣٤	-٠.٩٨٤*	-٠.٤٢٦	-٠.٣٧٦	١.٠٠٠
-----------	--------	--------	-------	-------	-------	---------	--------	--------	-------

ملحق (٢) / جدول (٥) C: معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة في النبات المائي *Typha domengensis*

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Cd	١.٠٠٠	-٠.٥٣٢	٠.٥٢٢	-٠.٥١٥	٠.٨٦٦	-٠.٥٠٠	٠.٨٧٠	٠.٦٦٤	٠.٥٢٢
Co	-٠.٥٣٢	١.٠٠٠	-٠.٦٥٩	٠.٣٠٠	-٠.٤٧٣	٠.١٧٥	٠.٠٥٨	-٠.٤٦٧	-٠.٦٥٩
Cr	٠.٥٢٢	٠.٦٥٩	١.٠٠٠	٠.٣٣٨	٠.٠٩٨	٠.٤١٠	٠.٣٣٣	٠.٩٤٠	١.٠٠٠**
Cu	-٠.٥١٥	٠.٣٠٠	٠.٣٣٨	١.٠٠٠	-٠.٨٧٤	٠.٩٩٠**	٠.٣٢٤	٠.٢٨٣	٠.٣٣٨
Fe	٠.٨٦٦	-٠.٤٧٣	٠.٠٩٨	-٠.٨٧٤	١.٠٠٠	-٠.٨٦٠	٠.٦٨٢	٠.٢١٠	٠.٠٩٨
Mn	-٠.٥٠٠	٠.١٧٥	٠.٤١٠	٠.٩٩٠**	-٠.٨٦٠	١.٠٠٠	٠.٣٧٥	٠.٣١٥	٠.٤١٠
Ni	-٠.٨٧٠	٠.٠٥٨	-٠.٣٣٣	٠.٣٢٤	-٠.٦٨٢	٠.٣٧٥	١.٠٠٠	-٠.٦٠٨	-٠.٣٣٣
Pb	٠.٦٦٤	-٠.٤٦٧	٠.٩٤٠	٠.٢٨٣	٠.٢١٠	٠.٣١٥	-٠.٦٠٨	١.٠٠٠	٠.٩٤٠
Zn	٠.٥٢٢	٠.٦٥٩	١.٠٠٠**	٠.٣٣٨	٠.٠٩٨	٠.٤١٠	٠.٣٣٣	٠.٩٤٠	١.٠٠٠

ملحق (٢) / جدول (٥) D: معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة في النبات المائي *Phragmites australis*

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Cd	١.٠٠٠	-٠.٦٨٣	٠.٠١٤	٠.٢٥٨	٠.٣١٦	٠.٤٨٠	٠.٦٢١	٠.٦٩٥	-٠.٠٠٢

Co	-٠.٦٨٣	١.٠٠٠	٠.٣٦٠	-٠.٥١٠	٠.٢٢٧	٠.٠٢٤	٠.٠٦٨	-٠.٤١٤	-٠.٧٢١
Cr	٠.٠١٤	٠.٣٦٠	١.٠٠٠	٠.٠٢٤	٠.١٨٠	٠.٤٥٠	٠.٠٦٣	٠.٢٩٠	٠.٣٢٠
Cu	٠.٢٥٨	-٠.٠٥١	٠.٠٢٤	١.٠٠٠	-٠.٨١٦	٠.٥٢٩	-٠.٤٨٨	-٠.٤٦٦	٠.٥٧٧
Fe	٠.٣١٦	٠.٢٢٧	٠.١٨٠	-٠.٨١٦	١.٠٠٠	-٠.٠٩٢	٠.٨٩٧	٠.٧٩١	-٠.٧٠٨
Mn	٠.٤٨٠	٠.٠٢٤	٠.٤٥٠	٠.٥٢٩	-٠.٠٩٢	١.٠٠٠	٠.٣٢٨	-٠.١٥١	-٠.٣٦٨
Ni	٠.٦٢١	٠.٠٦٨	٠.٠٦٣	-٠.٤٨٨	٠.٨٩٧	٠.٣٢٨	١.٠٠٠	٠.٧٧٣	-٠.٧٢٦
Pb	٠.٦٩٥	-٠.٤١٤	٠.٢٩٠	-٠.٤٦٦	٠.٧٩١	-٠.١٥١	٠.٧٧٣	١.٠٠٠	-٠.١٨٨
Zn	-٠.٠٠٢	-٠.٧٢١	٠.٣٢٠	٠.٥٧٧	-٠.٧٠٨	-٠.٣٦٨	-٠.٧٢٦	-٠.١٨٨	١.٠٠٠

ملحق (٢) / جدول (٦) A: معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة في المحار *Corbicula flumena*.

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Cd	١.٠٠٠	-٠.٤٠٦	٠.٥٥٥	٠.٢٠٤	٠.٧٧٢	-٠.١٨٢	٠.٠٥٠	٠.٥٥٦	-٠.٢٨٨
Co	-٠.٤٠٦	١.٠٠٠	٠.٥٢٢	٠.٧٧٠	-٠.٦٤٧	٠.٩٧١*	٠.٨٦٩	-٠.٨٧٠	٠.٦٠٨
Cr	٠.٥٥٥	٠.٥٢٢	١.٠٠٠	٠.٩٢٠	٠.٠٥٤	٠.٦٩٢	٠.٨٥٨	-٠.٣٣٣	٠.٣٠٢
Cu	٠.٢٠٤	٠.٧٧٠	٠.٩٢٠	١.٠٠٠	-٠.٣٣٨	٠.٨٥٩	٠.٩٨٥*	-٠.٦٧٦	٠.٦١٢
Fe	٠.٧٧٢	-٠.٦٤٧	٠.٠٥٤	-٠.٣٣٨	١.٠٠٠	-٠.٤٦٥	-٠.٤٣٢	٠.٩١٥	-٠.٨٨٥
Mn	-٠.١٨٢	٠.٩٧١*	٠.٦٩٢	٠.٨٥٩	-٠.٤٦٥	١.٠٠٠	٠.٩٣٢	-٠.٧٦٥	٠.٥٠٥
Ni	٠.٠٥٠	٠.٨٦٩	٠.٨٥٨	٠.٩٨٥*	-٠.٤٣٢	٠.٩٣٢	١.٠٠٠	-٠.٧٥٧	٠.٦٣٣
Pb	٠.٥٥٦	-٠.٨٧٠	-٠.٣٣٣	-٠.٦٧٦	٠.٩١٥	-٠.٧٦٥	-٠.٧٥٧	١.٠٠٠	-٠.٩٠٦
Zn	-٠.٢٨٨	٠.٦٠٨	٠.٣٠٢	٠.٦١٢	-٠.٨٨٥	٠.٥٠٥	٠.٦٣٣	-٠.٩٠٦	١.٠٠٠

ملحق (٢) / جدول (٦) B: معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة في المحار *Unio tigrinus*.

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Cd	١.٠٠٠	-٠.٢٢٤	-٠.٨٤٩	-٠.٥٨٨	-٠.١٧٢	-٠.٧٣٠	٠.٩٩٧**	٠.٧٣٢	٠.٠٠٠
Co	-٠.٢٢٤	١.٠٠٠	-٠.٣١٦	٠.٩١٢	٠.٧٩٣	٠.٠٠٠	-٠.١٧١	-٠.٨١٦	٠.٧٠٧
Cr	-٠.٨٤٩	-٠.٣١٦	١.٠٠٠	٠.٠٧١	-٠.٣١٨	٠.٧٧٥	-٠.٨٦٨	-٠.٢٦٠	-٠.٤٤٧
Cu	-٠.٥٨٨	٠.٩١٢	٠.٠٧١	١.٠٠٠	٠.٧٩٢	٠.٢١٨	-٠.٥٥٠	-٠.٩٨١*	٠.٦٦١
Fe	-٠.١٧٢	-٠.٧٩٣	-٠.٣١٨	٠.٧٩٢	١.٠٠٠	-٠.٤٠٨	-٠.١٦٥	-٠.٧٢٣	٠.٩٨١*
Mn	-٠.٧٣٠	٠.٠٠٠	٠.٧٧٥	٠.٢١٨	-٠.٤٠٨	١.٠٠٠	-٠.٧٠٠	-٠.٣٣٦	-٠.٥٧٧
Ni	٠.٩٩٧**	-٠.١٧١	-٠.٨٦٨	-٠.٥٥٠	-٠.١٦٥	-٠.٧٠٠	١.٠٠٠	٠.٧٠٢	٠.٠٠٠
Pb	٠.٧٣٢	-٠.٨١٦	-٠.٢٦٠	-٠.٩٨١*	-٠.٧٢٣	-٠.٣٣٦	٠.٧٠٢	١.٠٠٠	-٠.٥٧٥
Zn	٠.٠٠٠	٠.٧٠٧	-٠.٤٤٧	٠.٦٦١	٠.٩٨١*	-٠.٥٧٧	٠.٠٠٠	-٠.٥٧٥	١.٠٠٠

ملحق (٢) / جدول (٧) A: معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة في الاحشاء الداخلية للسرطان
Sesarma boulengeri.

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Cd	١.٠٠٠	٠.٣٢٩	٠.٨٥٧	٠.٠٣٣	٠.٥٢٣	٠.١٥٤	٠.٥٤٩	٠.٣٠٢	-٠.٥٧٧
Co	٠.٣٢٩	١.٠٠٠	-٠.١١٣	٠.٣٦٣	٠.٩٧٧*	٠.٩٨٢*	٠.٠١٢	٠.٨٢٧	-٠.٩٥١*
Cr	٠.٨٥٧	-٠.١١٣	١.٠٠٠	-٠.٤٠٥	٠.٠٩٤	-٠.٢٦٥	٠.٣٠١	٠.١٠٣	-٠.١٩٨
Cu	٠.٠٣٣	٠.٣٦٣	-٠.٤٠٥	١.٠٠٠	٠.٣٢٥	٠.٣٢٣	٠.٧٠٩	-٠.٢٢٣	-٠.١٩٥
Fe	٠.٥٢٣	٠.٩٧٧*	٠.٠٩٤	٠.٣٢٥	١.٠٠٠	٠.٩٢٢	٠.١٢٦	٠.٨٢١	-٠.٩٩٠*
Mn	٠.١٥٤	٠.٩٨٢*	-٠.٢٦٥	٠.٣٢٣	٠.٩٢٢	١.٠٠٠	-٠.١٨٥	٠.٨٣٧	-٠.٨٩١
Ni	٠.٥٤٩	٠.٠١٢	٠.٣٠١	٠.٧٠٩	٠.١٢٦	-٠.١٣٥	١.٠٠٠	-٠.٤٣٠	-٠.٠٦٣
Pb	٠.٣٠٢	٠.٨٢٧	٠.١٠٣	-٠.٢٢٣	٠.٨٢١	٠.٨٣٧	-٠.٤٣٠	١.٠٠٠	-٠.٨٧٠
Zn	-٠.٥٧٧	-٠.٩٥١*	-٠.١٩٨	-٠.١٩٥	-٠.٩٩٠*	-٠.٨٩١	-٠.٠٦٣	-٠.٨٧٠	١.٠٠٠

ملحق (٢) / جدول (٧) B: معامل الارتباط بين العناصر الثقيلة في الدرع الخارجي للسرطان
Sesarma boulengeri

	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Cd	١.٠٠٠	٠.٨٢٢	٠.٥٢٠	٠.٤٨٥	٠.٤٧٣	-٠.٥٠٠	٠.٥٦٤	٠.٥٩٤	-٠.٦٠٨
Co	٠.٨٢٢	١.٠٠٠	٠.٧٦٥	٠.٥٨٨	٠.٤٣٧	-٠.٦٥٨	٠.٧٠٦	٠.١٧٩	-٠.١٥٠
Cr	٠.٥٢٠	٠.٧٦٥	١.٠٠٠	٠.٩٤٦	٠.٨٣٥	-٠.٩٧٨*	٠.١١١	٠.٣٥٠	٠.٣٥٨
Cu	٠.٤٨٥	٠.٥٨٨	٠.٩٤٦	١.٠٠٠	٠.٩٦٧*	-٠.٩٩٣**	-٠.١٥٨	٠.٥٨٧	٠.٣١٧

