



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة العربي بن مهيدي أم البواقي
كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والحياة
قسم علوم الطبيعة والحياة

مقدمة لنيل شهادة دكتوراه علوم
تخصص: بيئة و محيط

بعنوان:

دراسة تقييمية لتركيز المعادن الثقيلة في بعض مصادر المياه في أم
البواقي و تأثيرها على النظام البيئي

تقديم:

الأستاذ المشرف: خياري عبد القادر

زايدي هودة

لجنة المناقشة

رئيسا	جامعة العربي بن مهيدي-أم البواقي	أستاذ التعليم العالي	أ.د. ولجاوي عبد الله
مشرفا ومقررا	جامعة العربي بن مهيدي-أم البواقي	أستاذ التعليم العالي	أ.د. خياري عبد القادر
مناقشا	جامعة العربي بن مهيدي-أم البواقي	أستاذ محاضر أ	أ.د. راشد كانوني مليكة
مناقشا	المدرسة الوطنية العليا للبيطرة-الجزائر	أستاذ محاضر أ	أ.د. مرنيش فايزة
مناقشا	جامعة 08 ماي 1945-قائمة	أستاذ محاضر أ	أ.د. نجاح رياض

السنة الجامعية 2018-2019

شكر وتقدير

الحمد لله الذي أنار لنادر بالعلمو المعرفة وأعاننا على أداء هذا
الواجب ووفقنا إلى إتمام هذا العمل
نتوجه بجزيل الشكر والامتنان إلى كل من ساعدنا من قريب أو من
بعيد على إتمام هذا العمل وفتنا ليلما واجهنا من صعوبات، ونخص
بالذكر الأستاذ المشرف: خياري عبد القادر
الذي لم يبخل علينا بتوجيهاته
ونصائحها القيمة التي كانت عوننا لتمام هذا البحث. ونتوجه بشكرنا أيضا للأستاذة راشدة
كانونيمليكه على المساعدة العلمية
التي تقدمتها لنا
ولا يفوتنا أن نشكر كلا الأستاذ الكرام أعضاء لجنة المناقشة الذين أشرفوا على مناقشة
هذا العمل
كما لا ننسى أن نتقدم بآراءنا وأثمن عبارات
الشكر والعرفان إلى القائمين على جامعة العربي بن مهيدي بأم البواقي
وعلى رأسهم رئيسة الجامعة

﴿إهداء﴾

الحمد لله الذي وفقنا لهذا ولمن كنا نصل إليه لو لا فضل الله علينا أما بعد
أهدي هذا العمل لمتواضعي الأمل وأبي العزيم ينحفظهما اللهي
الذان سهر أو تعباً على تعليمي في إتمام هذا العمل منقر يياً ومن بعيد
إلى الأستاذ المشرف: خياري عبد القادر
والبافر ادأسرتي، سندی في الدنيا ولا أحصلهم فضل
إلكلأقار بيو إلكلأ لأصدقاء والأحاب من دون استثناء
إلساتذتيا لكرامو كلر فقاء الدراسة
وفيا لأخیر أرجو ان الله تعالى ان يجعل عملي هذا انفعاً يستفيد منه جميع
الطلبة المتر بصينا المقبلين على التخرج

ملخص

تناولت الدراسة إجراء تحليل تركيز لبعض المعادن الثقيلة (النحاس، الحديد، المنغنيز، الزنك) لبعض مصادر مياه الشرب لولاية أم البواقي خلال السنوات (2015-2016-2017-2018) لإحدى عشر نقب (-BDJ2-BDJ1-F5Bis-FT2 Bis-E08-K18- BL 6- H 6- BL 9- G 6 .7)، وإجراء تحاليل فيزيوكيميائية لعينات المياه المأخوذة ومقارنة نتائجها مع نتائج السنوات الماضية التي جمعت، و ذلك من أجل دراسة تركيز هذه المعادن في مياه الشرب و العلاقة بينها و بين تركيز الخصائص الفيزيائية و الكيميائية، بالإضافة إلى دراسة إحصائية لمرض السرطان في منطقة الدراسة خلال أربع سنوات الأخيرة (2014-2015-2016-2017) و ذلك من أجل ربط العلاقة بين تركيز المعادن الثقيلة و ارتفاع معدلات الإصابة بالسرطان، بالإضافة إلى حساب مؤشر جودة المياه الجوفية وبناء على نتائج هذه التحاليل اتضح أن مياه أغلب الأنقاب رديئة، كما أن تراكم المعادن الثقيلة في هذه المياه قد يؤدي إلى احتمال الإصابة بمرض السرطان. وقد تم التوصل إلى إمكانية تخفيض تركيز المعادن الثقيلة في المياه بالطريقة الفيزيائية الكيميائية و بالطريقة البيولوجية.

الكلمات المفتاحية: التلوث - المعادن الثقيلة - المعايير الفيزيوكيميائية - المياه الجوفية - المعالجة البيولوجية - المعالجة الفيزيوكيميائية

Résumé

L'étude a été basée sur la réalisation d'une analyse de la concentration de quelques métaux lourds (Cu, Fe, Mn, Zn) pour les sources les plus importantes d'eau potable à Oum El Bouaghid durant les années (2015, 2016, 2017-2018) de onze forages (-E08-K18- FT2 Bis- F5Bis-BDJ1-BDJ2- BDJ4 - BL 6- H 6- BL 9- G 6 .7), et la réalisation des analyses physico-chimiques des échantillons d'eau potable avec une comparaison des résultats de ces échantillons avec les résultats des années précédentes, afin d'étudier la concentration des métaux lourds dans l'eau potable et trouver la relation entre ces métaux lourds et les caractéristiques physiques et chimiques, en plus une étude statistique sur le cancer dans la même région a été réalisée durant les quatre dernières années (2014-2015-2016-2017) afin de trouver la relation entre la concentration des métaux lourds et le taux élevé du cancer, en plus de calcul d'indice de la qualité des eaux souterraines, et à base des résultats des analyses physico-chimiques effectuées, il est apparu que l'eau potable de la plupart des forages de la ville est de mauvaise qualité, et l'accumulation de métaux lourds dans ce eau peut entraîner le risque de développer un cancer. Nous avons atteint dans cette étude, qu'il y a une possibilité de réduire la concentration des métaux lourds dans l'eau potable à base de la méthode physico-chimique et aussi à base de la méthode biologique.

Mots clés : Pollution - métaux lourds - paramètres physicochimiques - eaux souterraines - traitement biologique - traitement physico-chimique

الفهرس

I	شكرو تقدير
II	الإهداء
III	الملخص
IV	الفهرس
X	قائمة الأشكال و الخرائط
XIII	قائمة الجداول
1	مقدمة عامة
	الجزء النظري
	الفصل الأول: الأنظمة البيئية المائية
8	1. مقدمة
8	2. الموارد المائية في الجزائر
10	3. المياه الجوفية
10	1.3. خصائص عامة للمياه الجوفية
11	2.3. المياه الجوفية في الجزائر
11	1.2.3. الأطلس التلي
11	2.2.3. الهضاب العليا
12	3.2.3. الأطلس الصحراوي
12	4. تلوث المياه الجوفية
13	1.4. التلوث الكيميائي و الفيزيائي
14	1.1.4. الملوثات الكيميائية
14	2.1.4. الملوثات الفيزيائية
14	2.4. تأثير التلوث الكيميائي و الفيزيائي

الفصل الثاني: المعادن الثقيلة

- 16 1. مقدمة
- 16 2. النحاس
 - 16 1.2. الخصائص
 - 17 2.2. الاستخدامات
 - 18 3.2. تأثير النحاس
 - 18 1.3.2. تأثير النحاس على المحيط
 - 18 2.3.2. تأثير النحاس على الصحة
 - 19 4.2. مصدر النحاس
 - 19 5.2. حالات تواجد النحاس
- 20 3. الحديد
 - 20 1.3. الخصائص
 - 21 2.3. الاستخدامات
 - 22 3.3. تأثير الحديد
 - 22 1.3.3. تأثير الحديد على المحيط
 - 23 2.3.3. تأثير الحديد على الصحة
 - 23 4.3. مصدر الحديد
 - 24 5.3. حالات تواجد الحديد
- 25 4. المنغنيز
 - 25 1.4. خصائص المنغنيز
 - 26 2.4. استخدامات المنغنيز
 - 26 3.4. تأثير المنغنيز
 - 26 1.3.4. تأثير المنغنيز على المحيط
 - 27 2.3.4. تأثير المنغنيز على الصحة

28	4.4. مصدر المنغنيز
28	5.4. حالات تواجد المنغنيز
29	5. الزنك
29	1.5. خصائص الزنك
30	2.5. الاستخدامات
30	3.5. تأثير الزنك
30	1.3.5. التأثير على المحيط
30	2.3.5. التأثير على الصحة
31	4.5. مصدر الزنك
31	5.5. تواجد الزنك

الجزء التطبيقي

الفصل الثالث: منطقة الدراسة

35	1. تعريف المستجم المائي الذي تنتمي إليه منطقة الدراسة
36	2. موقع منطقة الدراسة
36	1.2. الموقع الدراسي الأول (مدينة أم البواقي)
37	2.2. الموقع الدراسي الثاني (سوق نعمان)
38	3.2. الموقع الدراسي الثالث (بوغرارة السعودي)
41	3. التضاريس
41	1.3. الموقع الدراسي الأول
41	1.1.3. الجبال
41	2.1.3. السهول
41	2.3. الموقع الدراسي الثاني
41	1.2.3. الجبال
42	2.2.3. السهول

42	3.2.3 .منطقة الشط
42	3.3.الموقع الدراسي الثالث
42	1.3.3 .المنطقة الجبلية
42	2.3.3 .المنطقة السهلية
42	3.3.3 .البحيرات
43	1.3.3.3 .قرعة المغسل
43	2.3.3.3 .قرعة عنق الجمل
43	3.3.3.3 .بحيرة بولهيلات
43	4. التركيبية الجيولوجية لمواقع اخذ العينات
46	5. الخصائص السكانية
46	1.5. الموقع الدراسي الأول: مدينة أم البواقي
47	2.5.الموقع الدراسي الثاني: مدينة سوق نعمان
47	3.5.الموقع الدراسي الثالث: مدينة بوغرارة السعودي
48	6. تحديد أهم مصادر التلوث بمنطقة الدراسة
50	7. الدراسة المناخية
51	8. العوامل المناخية
51	1.8.دراسة التساقطات
53	1.1.8 .النظام الموسمي (Régime saisonnier)
54	2.8.درجة الحرارة
55	3.8.الرطوبة
57	4.8.الرياح
57	9. منحنى الحراري المطري Diagramme ombrothermique de Gaussen
59	10. مؤشر الجفاف Indice d'aridité de De Martonne
62	11. النطاقات المناخية

الفصل الرابع: الوسائل و طريقة العمل

- 65 1. مقدمة
- 66 2. تحليل المعادن الثقيلة
- 66 3. التحاليل الفيزيوكيميائية
- 67 4. الدراسة الإحصائية
- 68 5. دراسة الارتباط

الفصل الخامس: النتائج و المناقشة

- 70 1. النتائج و المناقشة
- 70 1.1. درجة الحموضة pH
- 71 2.1. الناقلية الكهربائية
- 72 3.1. العكورة
- 74 4.1. الصلابة
- 75 5.1. القلوية TAC
- 76 6.1. الكالسيوم
- 77 7.1. شوارد المغنيزيوم
- 78 8.1. شوارد الكلور
- 79 9.1. شوارد الكبريتات
- 80 10.1. الكربونات الحامضية HCO^3
- 81 11.1. شوارد النترات
- 83 12.1. شوارد النتريت
- 83 13.1. الألمنيوم
- 85 14.1. النحاس
- 86 15.1. الحديد
- 87 16.1. المنغنيز

88	الزنك .17.1
90	18.1 .دراسة بعض التأثيرات لهذه المعادن على تقاوم مرض السرطان في منطقة الدراسة
93	2. الدراسة الاحصائية
93	1.2. الدراسة الاحصائية للمعايير الفيزيوكيميائية والمعادن ثقيلة
99	1.1.2. تحليل التباين ANOVA
100	2.1.2. تحليل العنصر الرئيسي (ACP) Analyse en composant principale
103	3. دراسة الارتباط
103	1.3. تخطيط بايبر Diagramme de Piper
104	2.3. الرسم البياني Schöeller–Berkaloff
105	3.3. الرسم البياني Stiff
106	4.3. الرسم البياني Stabler
109	5.3. مؤشر جودة المياه الجوفية GWQI
110	6.3. حساب مؤشر المعادن الثقيلة (MI)
	الفصل السادس: الحلول المقترحة
113	1. الطرق الكيميائية
115	2. الطرق الفيزيائية
116	3. الطرق البيولوجية
139	الخاتمة
142	المراجع
149	الملحق

قائمة الأشكال و الخرائط

- 9 الخريطة. 1. مستجمعات المياه في الجزائر
- 10 الخريطة. 2. مستجمعات المياه في شمال الجزائر وموقع المستجمع الذي تنتمي إليه منطقة الدراسة
- 35 الخريطة. 3. خريطة طبوغرافية لمستجمع المياه الذي تنتمي إليه منطقة الدراسة
- 36 الخريطة. 4. خريطة توضح موقع منطقة الدراسة
- 40 الخريطة. 5. توزيع الانقباب بمنطقة الدراسة
- 47 الشكل. 1. عدد السكان عبر مختلف الإحصائيات لمدينة أم البواقي
- 47 الشكل. 2. عدد السكان عبر مختلف الإحصائيات لمدينة سوق نعمان
- 48 الشكل. 3. عدد السكان لمختلف بلديات بوغرة السعوي
- 51 الخريطة. 6. متوسط التساقطات السنوية للشرق الجزائري
- 52 الشكل. 4. التغير الشهري للتساقطات (2016/1983)
- 53 الشكل. 5. التغير الشهري للتساقطات خلال ثلاث فترات (2016/1983)
- 54 الشكل. 6. يوضح النظام الموسمي
- 55 الشكل. 7. التغير الشهري لدرجة الحرارة خلال فترة (2016/1983)
- 55 الشكل. 8. التغير الشهري لدرجة الحرارة خلال ثلاث فترات
- 56 الشكل. 9. التغير الشهري لمعدل الرطوبة النسبية سنة (2016/1983)
- 56 الشكل. 10. التغير الشهري لمعدل الرطوبة النسبية خلال ثلاث فترات
- 57 الخريطة. 7. متوسط التبخر السنوية للشرق الجزائري
- 58 الشكل. 11. المنحنى الحراري المطري لمنطقة الدراسة (2016/2006)
- 59 الشكل. 12. المنحنى الحراري المطري لمنطقة الدراسة ل 7 محطات في الشرق الجزائري

- 61 الشكل.13. شدة الجفاف لمنطقة الدراسة (2016/1983)
- 61 الخريطة.8. خريطة مبسطة النطاقات المناخية للشرق الجزائري
- 63 الشكل.14. المنحنى المناخي لمنطقة الدراسة (2016/1983)
- 71 الشكل.15. التغير في قيم pH في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 72 الشكل.16. التغير في قيم الناقلية الكهربائية في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 73 الشكل.17. التغير في العكورة في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 74 الشكل.18. التغير في الصلابة في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 75 الشكل.19. التغير في القلوية في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 76 الشكل.20. التغير في الكالسيوم في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 77 الشكل.21. التغير في قيم المغنيزيوم في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 79 الشكل.22. التغير في قيم الكلور في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 80 الشكل.23. التغير في قيم الكبريتات في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 81 الشكل.24. التغير في قيم الحامضية في الأنقلاب للفترة الممتدة الكربونات بين 1998-
2018
- 83 الشكل.25. التغير في قيم النترات في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 84 الشكل.26. التغير في قيم النتريت في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 85 الشكل.27. التغير في قيم الأمونيوم في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 86 الشكل.28. التغير في قيم النحاس في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-1998
- 87 الشكل.29. التغير في قيم الحديد في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-2015
- 88 الشكل.30. التغير في قيم المنغنيز في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-2015
- 90 الشكل.31. التغير في قيم الزنك في الأنقلاب للفترة الممتدة بين 2018-2015
- 104 الشكل.32. تخطيط بايير
- 105 الشكل.33. الرسم البياني Schoeller-Berkaloff
- 106 الشكل.34. الرسم البياني Stiff

قائمة الجداول

- 13 الجدول.1. التركيب الكيميائي لبعض معادن التربة المعروفة
- 37 الجدول.2. الأنقب المستعملة للشرب بمدينة أم البواقي
- 38 الجدول.3. الانقب المستعملة للشرب بمدينة سوق نعمان
- 39 الجدول.4. الانقب المستعملة للشرب لمدينة بوغرة السعدي
- 43 الجدول.5. التركيب الجيولوجية لمواقع اخذ العينات للموقع الدراسي الأول
- 44 الجدول.5. التركيب الجيولوجية لمواقع اخذ العينات للموقع الدراسي الثاني
- 44 الجدول.6.3. التركيب الجيولوجية لمواقع اخذ العينات للموقع الدراسي الثالث
- 48 الجدول.7.3. مصادر التلوث في منطقه أم البواقي
- 49 الجدول.8.3. مصادر التلوث التي نصادفها
- 49 الجدول.9.3. مصادر التلوث التي نصادفها في بلدية بوغرة السعدي
- 52 الجدول.10.3. متوسط التساقطات الشهرية و السنوية خلال فترة 1983-2016
- 52 الجدول.11.3. متوسط التساقطات الشهرية و السنوية خلال ثلاث فترات
- 54 الجدول.12.3. يوضح النظام الموسمي
- 54 الجدول.13.3. متوسط درجة الحرارة خلال فترة 2016/1983
- 56 الجدول.14.3. الرطوبة خلال فترة 2016-1983
- 60 الجدول.15.3. مؤشر الجفاف لمنطقة الدراسة
- 66 الجدول.1.4. يمثل الطريقة و الأدوات
- 70 الجدول.1.5. قيم الرقم لهيدروجيني pH للمواقع في الفترة الممتدة بين 1998-2018
- 72 الجدول.2.5. قيم الناقلية الكهربائية للأنقب في الفترة الممتدة بين 1998-2018

- 73 الجدول.3.5. قيم العكورة في الأنقباء للفترة الممتدة بين 1998-2018
- 74 الجدول.4.5. قيم الصلابة في الأنقباء في الفترة الممتدة بين 1998-2018
- 75 الجدول.5.5. قيم القلوية في الأنقباء في الفترة الممتدة بين 1998-2018
- 76 الجدول.6.5. قيم الكالسيوم في الأنقباء في الفترة الممتدة بين 1998-2018
- 77 الجدول.7.5. قيم المغنيزيوم في الأنقباء في الفترة الممتدة بين 1998-2018
- 78 الجدول.8.5. قيم الكلور في الأنقباء في الفترة الممتدة بين 1998-2018
- 80 الجدول.9.5. قيم الكبريتات في الأنقباء في الفترة الممتدة بين 1998-2018
- 81 الجدول.10.5. قيم الكربونات الحامضية في الأنقباء في الفترة الممتدة بين 1998-2018
- 82 الجدول.11.5. قيم النترات في الأنقباء في الفترة الممتدة بين 1998-2018
- 83 الجدول.12.5. التغير في قيم النتريت في الأنقباء للفترة الممتدة بين 1998-2018
- 84 الجدول.13.5. التغير في قيم الأمونيوم في الأنقباء للفترة الممتدة بين 1998-2018
- 86 الجدول.14.5. التغير في قيم النحاس في الأنقباء للفترة الممتدة بين 1998-2018
- 87 الجدول.15.5. التغير في قيم الحديد في الأنقباء للفترة الممتدة بين 2015-2018
- 88 الجدول.16.5. التغير في قيم المنغنيز في الأنقباء للفترة الممتدة بين 2015-2018
- 89 الجدول.17.5. التغير في قيم الزنك في الأنقباء للفترة الممتدة بين 2015-2018
- 91 الجدول.18.5. النتائج الإحصائية لمرضى السرطان (2014-2017) لمدينة أم البواقي
- 92 الجدول.19.5. النتائج الإحصائية لمرضى السرطان (2014-2017) لمدينة سوق نعمان
- 93 الجدول.20.5. إحصائيات السرطان خلال الفترة (2014-2018) في منطقه بوغراه
السعودي
- 93 الجدول.21.5. النتائج المحتملة المسببة لمرض السرطان
- 94 الجدول.22.5. مقاييس النزعة المركزية و مقاييس التشتت و شكل التوزيع
للمعايير الفيزيوكيميائية للمواقع للفترة (1993-2018)
- 97 الجدول.23.5. مقاييس النزعة المركزية و مقاييس التشتت و شكل التوزيع للمعادن الثقيلة
للمواقع للفترة (2015-2016-2017-2018)
- 100 الجدول.24.5. نتائج تحليل التباين

- 101 الجدول.25.5. معامل الارتباط
- 108 الجدول.26.5. يمثل أوزان و التراكيز المسموح بها من طرف OMS لبعض المعايير الفيزيائية و الكيميائية
- 109 الجدول.27.5. يمثل قيم Qi و Si لمواقع الدراسة
- 110 الجدول.28.5. تصنيف نوعية المياه
- 110 الجدول.29.5. يبين نوعية مياه الشرب للمواقع حسب مؤشر جودة المياه الجوفية
- 111 الجدول.30.5. يبين $C_i/(MAC)_i$ للمواقع
- 112 الجدول.31.5. يبين $C_i/(MAC)_i$ $\sum_{i=1}^n$ للمواقع
- 112 الجدول.32.5. يبين نوعية مياه الشرب للمواقع حسب MI

مقدمة عامة

مقدمة عامة

الماء مركب كيميائي ينتج عن تفاعل غاز الأوكسجين مع غاز الهيدروجين صيغته الجزيئية H_2O وهذا التركيب أكتشف من طرف Meusnier et Lavoisier في سنة 1783 (الرفاعي 2009). تتفرد الأرض بأنها الكوكب الوحيد من كواكب المجموعة الشمسية الذي يحوي الماء السائل بهذه الكميات الكبيرة التي نعرفها (الحوري 2004). تغطي المياه حوالي 71% من سطح كوكب الأرض، و تعد من أكبر النظم البيئية على الإطلاق (الفرحان 2002، علي 1998). ويتم ربط أجزاء المياه مع بعضها البعض من خلال التيارات المائية التي تحدث بفعل الرياح، واختلاف كثافة المياه بسبب تفاوت درجات الحرارة و تركيز الأملاح في المياه (الفرحان 2002). تشكل مياه البحار و المحيطات ما نسبته 98% من مجموع المياه الموجودة على سطح الأرض بينما تتوزع 2% الباقية على شكل ثلوج الموجودة عند القطبين المتجمدين و بخار الماء الموجود في الجو و السحب و مياه الأنهار و البحار و المياه الجوفية (الكايد 2010، عبيدات 2003، علي 1998).

بالرغم من أهمية الماء للحياة سواء للشرب أو الري أو للصناعة للاستعمال الواسع في كثير من المجالات الأخرى نجد أن الإنسان يقوم بتلويثها و جعلها غير صالحة للاستخدام و يؤكد ذلك برمي النفايات في البيئة دون معالجة ناهيك عن الزيادة السكانية و التوسع العمراني و النمو الاقتصادي و الصناعي التي تسبب ازدياد كميات الماء المستخدمة في البيوت و الصناعة و الزراعة ، لقد أسهمت كل هذه العوامل في زيادة الضغوط على بيئتنا المائية الطبيعية كما و كيفا ، و يزيد الأمر خطورة طرح كميات كبيرة من مياه الصرف المختلفة في مواقع قريبة من مصادر المياه النظيفة مما يؤدي إلى تلوثها بالمبيدات و الملوثات المعدنية المختلفة، فأصبح

التلوث المعدني شائعاً و يشكل مشكلة خطيرة بسبب تلوث البيئة يعد تلوث المياه الجوفية واحدة من أكبر المشاكل البيئية التي تواجه الإنسان في هذا العصر، فأصبحت هذه المياه أقل صلاحية بسبب تغير خصائصها الفيزيائية والكيميائية.

يعرف التلوث في المياه أنه زيادة الخواص الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية بتركيز أو بصفة تجعل من الماء ضارا بالإنسان أو الأحياء المائية أو بالمتلكات، وهناك تعريف آخر هو أن الماء يعد ملوثاً عندما لا يكون بنوعية عالية المواصفات بما يتلاءم مع أعلى المتطلبات لمعيشة الإنسان خاصة للشرب والاستخدامات الأخرى(السعدي 2006)

المصادر الرئيسية للتلوث في الجداول والأنهار والمياه الجوفية تنشأ من الأنشطة البشرية التي سببها العادة المعيشية السيئة وعدم ثقافة الإنسان فضلا عن ممارسات غير صحية من المصانع والصناعات(Akpoveta et al. 2011) ، الأمر الذي اثر على الوضع الصحي والاقتصادي للسكان(Jafari et al. 2008).

يحتوي الكون على 92 عنصرا طبيعيا بخلاف العناصر المصنعة بالتفاعلات النووية، تختلف تركيزاتها و كيفية وجودها تبعا لأماكن تواجدها سواء في التربة الأرضية أو في الغلاف الجوي أو في أجسام الكائنات الحية أو في المحتوى المائي من محيطات و أنهار و مياه جوفية (السيد 2000).

يقصد بالمعادن الثقيلة تلك المعادن التي أرقامها الذرية أعلى من الرقم الذري للحديد (59)، أو تلك التي تحتوي على كثافة أكثر من 5غ/مل، و من وجهة نظر تلوثها إلى البيئة قسمها العلماء إلى 3 مجموعات تبعا إلى سميتها و جاهزيتها (Knight et al. 1997, السعدي 2006):

✓ عناصر غير خطيرة و تضم:

Ka , K , Mg , Ca , H, O, C, P, Fe, S, Cl, Br, F, Li, Rb, Sr, ■

AL, Si, N.

✓ عناصر سامة لكن ليست ذائبة أو ذائبة بشكل قليل جدا و تضم:

Ti, Zr, Nb, Re, Ga, Os, Ir, Ba, Hf, W, Ta, La, Rh, Ru. ■

✓ عناصر سامة جدا و سهلة المنال نسبيا:

Be, Se, Tl, Zn, Cd, As, Hg, Cu, Ag, Bi, Au, Ni, Pd, Sb, Pt, ■

Co, Te, Pb, Sn, Mn. (السعدي 2006).

المعادن الثقيلة عبارة عن عناصر ناتجة عن تفتت الصخور و الأنشطة البشرية (Kim

et al. 2010, Ünlü et al. 2008). و تأكل التربة أو ذوبان الأملاح في الماء (Salati

and Moore 2010). و كذلك المخلفات الصناعية، الصخور البركانية و

الانفجارات (Ochieng et al. 2009, Ünlü et al. 2008).

في المناطق الساحلية و مصبات الأنهار، غالبا ما تتميز بالمنشآت الصناعية الكبرى،

أدى صرف النفايات السائلة إلى تراكم الملوثات مثل المعادن الثقيلة و الملوثات العضوية الفلزية

و العضوية الثابتة (Ünlü et al. 2008).

تتراكم هذه المعادن في التربة، المياه و كذا الرواسب، و في الوقت الحالي وجدت في

السلاسل الغذائية، حيث أصبح من الضروري مراقبة بانتظام أي تلوث محتمل للبيئة و أثرها

على السلاسل الغذائية، ذلك لضمان جودة و سلامة الأغذية و مياه الشرب، واعتبرت الأسماك

مؤشر للتلوث بهذه المعادن في الأوساط البيئية المائية كونها المركبات النهائية في السلسلة

الغذائية (Jabeen and Chaudhry 2010).

تكون المعادن الثقيلة كيميائية على حسب الشروط أو الظروف الجيوكيميائية و نتيجة لذلك تكون وفرتها و سميتها و قدرتها على تلويث المحيط متعلقة بالصيغة الكيميائية أكثر من تركيزها في الأوساط المائية، تسمح المعلومات المتحصل عليها من الصيغ الكيميائية و المصادر المختلفة بتقدير سمية المعادن و الحد من المخاطر البيئية (Kim et al. 2010).

ترتبط المعادن الثقيلة بالأحماض الآمنية و المجموعة SH من البروتينات و يمكن أيضا أن ترتبط بالإنزيمات، تتراكم في الأعضاء من الكبد، الطحال و الغدد التناسلية لذلك من الضروري فحص توزيع هذه المعادن في جسم الكائن الحي لفهم الفسيولوجية و السمية و آثارها، حيث هذه المعادن سامة في التراكيز العالية و مسرطنة في التراكيز المنخفضة (Jabeen and Chaudhry 2010).

لذلك منافي هذا الدراسة بإجراء التحاليل الفيزيوكيميائية والمعادن الثقيلة لمياه بعض الأنقاب لولاية أم البواقي بهدف معرفة تركيز المعادن الثقيلة (Cu,Fe,Mn,Zn) والمعايير الفيزيوكيميائية في بعض مصادر الشرب محاولة لتحديد أهم مصادرها و كذلك جمع معطيات عن الخصائص الفيزيوكيميائية للأنقاب وبالإضافة إلى تحديد العلاقة بين المعادن الثقيلة (Cu,Fe,Mn,Zn) والأمراض السرطانية للمنطقة من اجل اقتراح الحلول اللازمة للتقليل من ظاهرة التلوث , لذا حاولنا في موضوعنا هذا دراسة تأثير تركيز المعادن الثقيلة في مياه الشرب و تقاوم مرض السرطان.

وفي هذا المضمون تطرقنا إلى:

- الجزء النظري: يتضمن فصلين.
- الفصل الأول: الأنظمة البيئية المائية.
- الفصل الثاني: المعادن الثقيلة.
- الجزء التطبيقي: يتضمن أربعة فصول.

– الفصل الثالث:التعريف بمنطقة الدراسة.

– الفصل الرابع:الوسائل وطريقة العمل.

– الفصل الخامس: النتائج والمناقشة.

– الفصل السادس:الحلول المقترحة.

• الخاتمة

• المراجع

الجزء النظري

الفصل الأول:
الأنظمة البيئية
المائية

1. مقدمة

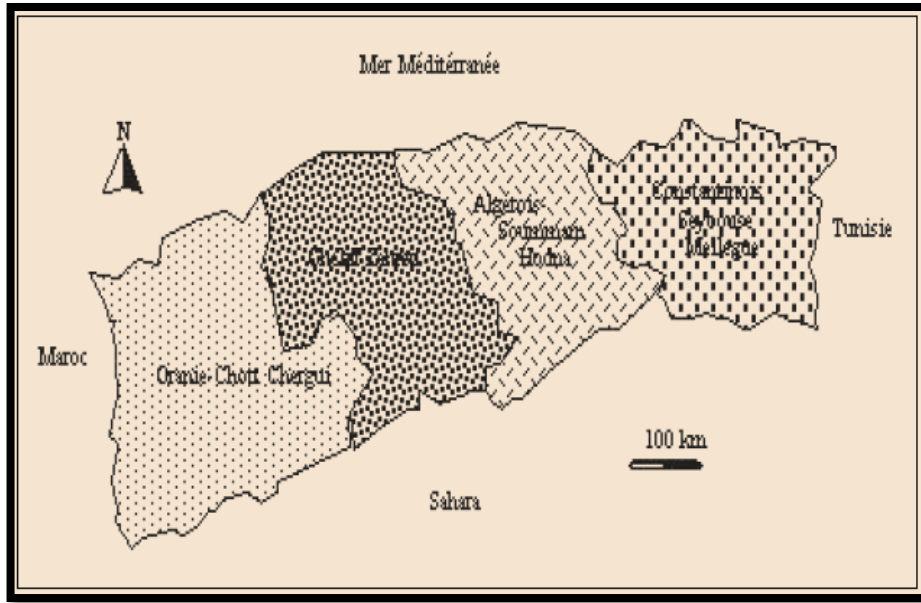
الماء ركن أساسي من الأركان التي تهيئ الظروف الملائمة للحياة واستمرارها (Akpan-Idiok et al. 2012, Daghrah 2010, Václavíková et al. 2009). فهو عبارة عن مركب كيميائي يتميز بخواص فيزيائية وكيميائية تجعله من أهم المصادر الطبيعية المنتشرة على سطح الكرة الأرضية وفي باطنها وفي الغلاف الغازي (Awuah et al. 2014). تحتوي المحيطات والبحار على 97,5% من ماء كوكب الأرض بينما لا تتجاوز حصة اليابسة 2,4% والتي تكون عادة على شكل أنهار وبحيرات وبرك ومياه جوفية ورطوبة تربة (الكايد 2010).

تمتاز المياه بحركتها المستمرة في الطبيعة وذلك بفعل الطاقة الشمسية إذ تتحول من شكل الى آخر مكونة بذلك دورة المياه الغازية في الطبيعة

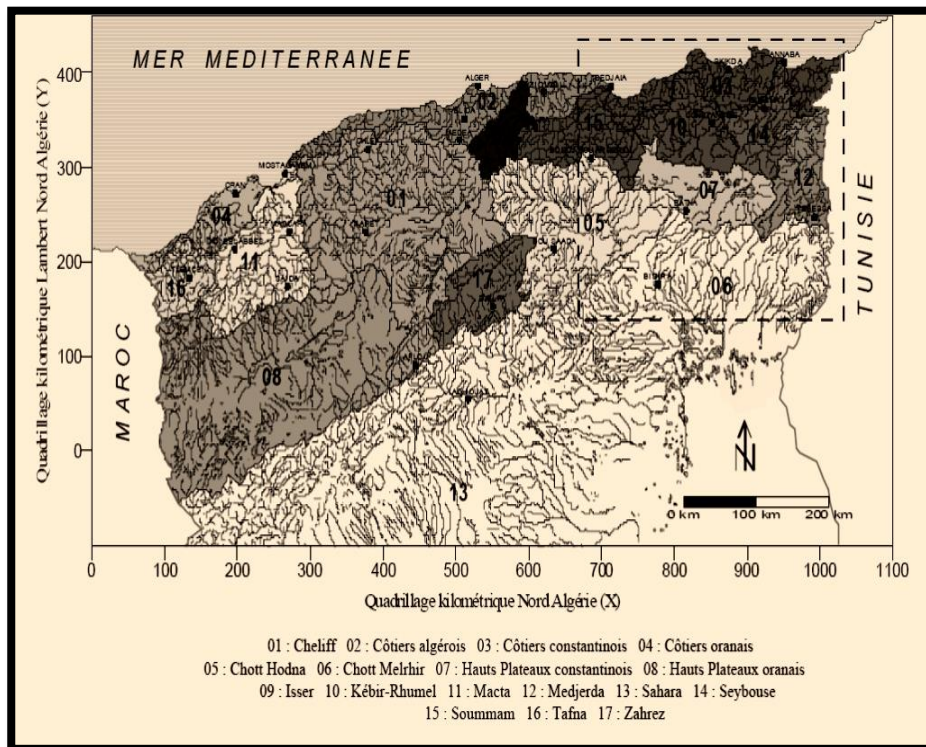
الموارد المائية في الجزائر

إن موارد المياه في الجزائر منخفضة وغير نظامية، وتقع في الشريط الساحلي، يقدر مجموع الهطول المطري سنويا حوالي 100 متر مكعب، بحيث الجريان السطحي للمياه يقدر ب 12,4 مليار متر مكعب، و فقط 6 مليارات متر مكعب تعبأ مع الأخذ في الاعتبار مواقع مناسبة (الهيدرولوجيا، الطبوغرافيا والجيولوجيا)، أما المياه الجوفية فهي تقدر ب 8.1 مليار متر مكعب في الجزء الشمالي من الجزائر، بينما في الجزء الجنوبي، فهي تقدر بالمليارات، وبالإضافة إلى مياه الصرف الصحي بحوالي 600 مليون متر مكعب.

تحتوي الجزائر على خمسة أحواض هيدروغرافية خمسة موزعة في جميع أنحاء البلاد كما هو مبين في الخريطة. 1. و الخريطة. 2.



الخريطة. 1. مستجمعات المياه في الجزائر



الخريطة. 2. مستجمعات المياه في شمال الجزائر وموقع المستجمع الذي تنتمي اليه منطقة

الدراسة (MEBARKI 2005)

2. المياه الجوفية

هي المياه الموجودة في باطن الأرض وهي مياه عذبة موجودة في الفراغات ما بين حبيبات التربة والصخور وأيضا هي المياه الموجودة في الأحواض المتواجدة أسفل الأرض (الكايد 2010). المياه الجوفية هي مصدر هام للمياه العذبة والزراعة والشرب والصناعة والاستخدامات المنزلية الأخرى (Islam et al. 2003, Mitra et al. 2007).

1.3. خصائص عامة للمياه الجوفية

التركيب الكيميائي للمياه الجوفية يعتمد على أنواع الصخور الجيولوجية لطبقة المياه الجوفية وتفاعل المياه مع الصخور والمعادن القابلة للذوبان (A.AL-Nallm 2013). الحالة الطبيعية للمياه الجوفية عموما ذات نوعية ممتازة (Mitra et al. 2007) تعتبر المياه المتنتقلة تحت الترب الرملية أو الغرانيتية قاعدية قليلة التمعناً المياه المتنتقلة تحت الترب الكلسية فهي عبارة عن بركونات كلسيه، تتميز بمايلي:

- تعكر ضعيف.
- درجة حرارة وتكوين كيميائي ثابتين
- الغياب العام للأكسجين
- غالبا ذات نقاوة بكتريولوجية عالية (جعفر 2005).

2.3. المياه الجوفية في الجزائر

1.2.3. الأطلس التلي

تتميز بارتفاعاتها الكبيرة والتي قد تصل الى 3308 مترا فوق سطح البحر في جبل جرجرة بمنطقة القبائل الكبرى. ويسود هذه المنطقة مناخ متوسط وتهطل على هذه الجبال كميات

كبيرة من الأمطار تصل إلى 800ملم/سنة قسمها الغربي وتتراوح ما بين 400 و600 ملم سنويا في المناطق الأخرى. تمتد بين أطلس التل والبحر الأبيض المتوسط مجموعة من السهول الضيقة أكثرها اتساعا سهل وهران ومتيجة وعنابة في الشرق وبسبب طبيعة الصخور غير المنفذة وعمليات الطي الشديدة التي تعرضت لها سلسلة جبال أطلس التل فأن المياه الجوفية فيها محدودة بخلاف السهول الساحلية والتي توجد فيها خزانات مياه جوفية متجددة كثيرة ، مثل سهل القيروان والتي تغذيها مياه الأمطار والسيول المتدفقة من قمم الجبال (عائشة 2011).

2.2.3. الهضاب العليا

تتخصر مجموعة الهضاب العليا بين سلسلة جبال أطلس التل في الشمال وسلسلة جبال الأطلس الصحراوي في الجنوب، وهي عبارة عن مجموعة هضاب تمتد من واد الملوية في المغرب وحتى تونس عبر الجزائر وهي هضاب مرتفعة ، يسيطر على هذه الهضاب المناخ المتوسطي الشمالي بصفة عامة، وتتركز الأمطار في أواخر الخريف وأوائل الربيع ويبلغ متوسط الأمطار من 200 إلى 400 ملم سنويا تلعب سلسلة جبال الأطلس التلي والأطلس الصحراوي في شمال منطقة الهضاب العليا دورا هاما في الوضع المائي للمنطقة ،حيث تستقبل تلك الجبال كميات كبيرة من الأمطار وتشكل بالتالي مورد تغذية، بالإضافة إلى الأمطار التي تسقط على الهضاب ، لخزانات المياه الجوفية في منطقة الهضاب العليا، ولهذا تعد هذه المنطقة من أغنى مناطق الجزائر في موارد المياه المتجددة(عائشة 2011).

3.2.3. الأطلس الصحراوي

يتراوح معدل الهطول المطري على هذه السلسلة من الكتل الجبلية الرملية ما بين 100 و300 ملم سنويا، وتلعب الأمطار دورا رئيسيا في تغذية مياه الطبقات العميقة الممتدة عبر

الصحراء الكبرى، وتتجمع تلك المياه في عدد من الوديان، وتساهم تلك المياه في تغذية الخزانات الجوفية الضحلة والعميقة في المنطقة (عائشة 2011).

3. تلوث المياه الجوفية

تعد المياه الجوفية اقل حساسية للتلوثات الطارئة، لذلك كان تعبيرها سابقا مرادفا لتعبير المياه النظيفة، حيث تكون الطبقة الحرة المغذاة بواسطة سطح التربة موجود فوقها اكثر حساسية للتلوث من الطبقة الحبيسة عندما تتلوث طبقة جوفية فاءن من الصعب تنقيتها ويكون مصدر التلوث.

✓ اما مائيا

✓ واما يكون مرشحا وممتصا من سطح الصخور (جعفر 2005).

✓ اما تعريف Miller (1980) الذي يقول: "تلوث المياه الجوفية هو تدهور الجودة

الطبيعية للمياه الجوفية نتيجة لفعاليات الانسان" (جاري 2009).

الجدول. 1. التركيب الكيميائي لبعض معادن التربة المعروفة (جاري 2009)

المعدن	التركيب الكيميائي
معادن الطمي والرمل	
1- الكوارتز او السليكا	SiO ₂
2- الفلسبار	K ₂ Al ₃ ;Si ₄ O ₁₆
- الارثوكلاز	Na AlSi ₂ O ₈
- البلاجيوكلاز	Ca Al ₂ Si ₂ O ₈
- فلسبار الكالسيوم	K(OH) ₂ Al ₂ (Al ₃)O ₁₆
3- الميكا	
- ماسكوفاييت	(Mg ;Fe) ;SiO ₂
4. بيروكسين	(Mg ;Fe) ₇ (Si ₄ O ₁₁) ₂ (OH) ₂
5. -امفوبيل	(Mg ;Fe) ₂ SiO ₄

CaCO ₃ ;MgCO ₃ +Ca	6-اوليفان وسيربنتاين
CO ₃ ;MgCO ₂	7. -كالست,ماجيسايت,دولمايت
Fe ₂ O ₃	8. - اكاسيد الحديد
Fe ₂ O ₄	- هيماتيت
FeO(OX);XH ₂ O	- ماجنتيت
	- ليمونايت
Al ₂ O ₃ .2SiO ₂ .2H ₂ O	• معادن الطين:
(Ca;MgO)	- كاولين
Al ₂ O ₃ .5SiO ₂ .5H ₂ O	- مونتوريلونايت

1.4. التلوث الكيميائي و الفيزيائي

تلوث المياه هو أي تغير في الخصائص الفيزيائية و الكيميائية للمياه، حيث تجعله غير صالح للاستخدامات المعروفة أو لمعيشة الأحياء المائية حيث يعد ملوثا(السعدي 2006، الكايد 2010). و يمكن تصنيف الملوثات حسب أنواعها إلى ملوثات فيزيائية و ملوثات كيميائية:

1.1.4. الملوثات الكيميائية

وهي المبيدات بأنواعها و الأسمدة الزراعية الكيميائية إذا لم يُحسن استخدامها و الغازات المتصاعدة من المصانع و السيارات و الطائرات و الحرائق و البراكين و الزيوت و البترول و مشتقاته، والعناصر المشعة الناتجة عن التفجيرات النووية واستخدام الذرة في إنتاج الطاقة و غير ذلك، و كذلك الجسيمات الدقيقة الناتجة عن مصانع الإسمنت و الأمانيت(الشواورة 2012).

2.1.4. الملوثات الفيزيائية

يحدث التلوث الفيزيائي نتيجة للمواد العضوية و الغير العضوية العالقة في الماء و التي تؤدي إلى تغيير في حالة الماء،ومن أهم صور التلوث الفيزيائي هو المفاعلات النووية في

المسطحات المائية و الذي يعرف بالتلوث الحراري حيث يؤدي إلى نقص الأكسجين (O_2) المذاب في الماء مما ينتج عنه فناء أعداد كثيرة من الكائنات المائية، كما و يعد ارتفاع درجة حرارة الماء نتيجة لصب مياه تبريد المصانع أبرز عوامل التلوث الفيزيائي (الهروط 2003).

2.4. تأثير التلوث الكيميائي و الفيزيائي

يختلف تأثير المركبات المختلفة و الملوثة للبيئة حسب نوعية المادة الملوثة و تركيزاتها و زمن التعريض لها، و عموماً فإن أثر الملوثات الكيميائية و الفيزيائية كثيرة منها التسمم المعدي، والإضرار بالجهاز الهضمي، الجهاز العصبي و الجهاز التنفسي، الكبد، الكلى، حساسية الجلد ومنها الإصابة بالأمراض السرطانية الخ.

الفصل الثاني: المعادن الثقيلة

1. مقدمة

تؤثر بشكل سلبي و مدمر على البيئة المائية و التربة و النباتات هذا في التراكيز المرتفعةو ذلك من خلال تشكيل مجتمعات مع المركبات العضوية هذا التأثير السام للمعادن يمكن أن يتغير اعتمادا على خصائص المعدن. و تكون بعض العناصر كالنحاس، الحديد، المنغنيز و الزنك ضرورية لوظائف الجسم الطبيعية و هذا في التراكيز المعتدلة (Akbulut and Tuncer 2011).

تراكم المعادن يعتمد على بعض العوامل البيئية كالملوحة و درجة الحموضة و الصلابة و درجة الحرارة. ذوبان المعادن الثقيلة في الأوساط المائية تعتمد على الرقم الهيدروجيني، الأكسجين الذائب، الصلابة، والزيادة في درجة حموضة الأوساط المائية تزيد عموما من ذوبان هذه المعادن الثقيلة السامة.

2. النحاس

1.2. الخصائص

يعتبر النحاس عنصر أساسي في صحتنا (Lemos et al. 2007). حيث يستخدم على نطاق واسع في حياتنا اليومية و للعمل بشكل طبيعي من النباتات و الحيوانات و الكائنات الحية (Qian et al. 2007) الحد الأقصى المسموح به في مياه الشرب 1.0 ملغ/لتر (العروسي 1999).

يتأثر النحاس بوجود الأكسجين المنحل، حيث في وجود أيونات النحاس يتم امتصاص الأكسجين من طرف بعض أنواع الأسماك. فهو ضروري لعملية تركيب الهيموغلوبين في كريات الدم الحمراء و بعض العمليات البيولوجية، يعتبر مكون أساسي يدخل في تركيب 30 إنزيم و

بروتين سكري، و يعزز امتصاص الحديد من الجهاز الهضمي و يشارك في نقله من الأنسجة في البلازما ، و يساعد على الحفاظ على المايلين في الجهاز العصبي، و يدخل في تركيب أنسجة العظام و الدماغ (Amin 2009, Shrivas 2010).

نشاط أيونات النحاس في المياه الطبيعية تكون في الأوساط القلوية و تكون جد سامة في المياه العذبة مقارنة مع المياه الصلبة.

نسبة أو كمية أيونات النحاس الذائبة في الماء تكون مرتبطة و ذات صلة مع خصائص الماء، الصلابة، القلوية و المواد الصلبة الذائبة.

سمية النحاس على الكائنات الحية تختلف بشكل كبير مع المواد الكيميائية و نوع المعدن و الخصائص الفيزيائية و الكيميائية مثل درجة الحرارة، درجة الحموضة، العكارة، الصلابة و القلوية.

يكون النحاس أكثر سمية عند انخفاض الأس الهيدروجيني (pH) (Lopez and Lee 1977).

وتقدر الكمية المميتة للإنسان 10 غ (الهروط 2003).

من الصعب التنبؤ بالسلوك الكيميائي للنحاس في المياه الطبيعية و ذلك لعدم وجود بيانات مقنعة للتحلل المائي المتوازن للنحاس.

2.2. الاستخدامات

يستخدم في التقنيات الكهربائية لتصنيع الأسلاك الموصلة و الناقلات ، صنع الخلائط و السبائك المختلفة (الهروط 2003). و كذلك يستخدم في توليد الطاقة و التعدين (Kosalwat and Knight 1987).

تستعمل كبريتات النحاس كمؤشر للقضاء على الطحالب السامة في خزانات مياه الشرب و السيطرة على الطحالب الكريهة. وكذلك استخدم كمطهر منذ عصور قديمة (Sharan et al. 2010).

يستعمل كمؤشر في الاختبار الحيوي للتلوث البيولوجي حيث اعتبر كمبيد بيولوجي بسبب سميته العالية.

3.2. تأثير النحاس

1.3.2. تأثير النحاس على المحيط

يؤثر على المياه الجوفية و الطبيعية. التراكيز العالية تؤثر على بقاء و نمو و تكاثر الأسماك و ذلك من خلال اختلال وظائف الخياشيم التي تعتبر مركز تركيز أيونات النحاس ما يؤدي إلى اضطرابات في الجهاز التنفسي للأسماك (Brown 1977). التراكيز العالية للنحاس تؤثر على النباتات المائية فمثلا تؤثر إلى حد كبير على نمو الطحالب الخضراء مما يؤدي إلى اختلال الشبكات الغذائية. يؤثر على الأجنة و اليرقات في الأوساط المائية.

2.3.2. تأثير النحاس على الصحة

النحاس مثل أي معدن ثقيل آخر ، فمن المحتمل أن يكون سام لجميع الكائنات الحية هذا في التراكيز الغير طبيعية حيث يؤثر على المعدة ، الأمعاء و على الكبد (الفشل الكلوي) و هذا يتوقف على وقت التعرض و كمية النحاس المستهلك (Qian et al. 2007) حيث الجرعات المتزايدة تؤدي إلى تلف الكبد و الكلى. و يؤدي الاستخدام الواسع للنحاس إلى التسمم بهذا الفلز.

تعتبر أملاح النحاس ضارة و مؤذية للمعدة إذ تؤدي إلى التهاب أغشية المعدة و التهاب الأمعاء و آلاما حادة في الجولون، حيث تؤدي ملامسة أملاح النحاس إلى التهاب القرنية مما يسبب الأذى الشديد للعين، و تلحق مساحيق النحاس الضرر للأسنان و الشعر و تضر بالبشرة (عطورةالهاروط 2003).

كذلك يسبب النحاس ارتفاع ضغط الدم، تسمم بولي ، غيبوبة ، حمى متقطعة (سليمان 1999). ارتفاع نسبة النحاس تؤدي إلى تهيج الأنف و الحنجرة، الغثيان، تقيؤ و الإسهال. يسبب مرض عصبي يعرف بمرض ويلسون.

حدوث تسمم و الوفاة نتيجة صداً الأواني المستخدمة (عطورةالهاروط 2003).

4.2. مصدر النحاس

مياه الشرب الملوثة ، تآكل أنابيب النحاس (Lemos et al. 2007). وكذلك مخلفات المصانع (السعدي 2006).

إنفجار مناجم الفحم، و انفجار الألغام.

أثناء معالجة خامات النحاس بالمعالجات بالتحديد الحراري، و أثناء عملية تفتت و طحن الخامات.

أثناء تكتيل نواتج الحرق (جعلها على شكل قوالب) و صهر النحاس

أثناء عملية تكرير النحاس النقي حرارياً و كهربائياً(عطورةالهاروط 2003).

5.2. حالات تواجد النحاس

يتواجد على شكل أيونات معدنية في مياه الصرف الصحي (Sandhu et al.)

(1975).

يتواجد على شكل مركب أساسي في بعض البروتينات و الإنزيمات و الهرمونات. يتواجد في الغذاء و أكباد الحيوانات و بعض النباتات (يوسف 2000).

يتواجد النحاس على شكل أيونات النحاس الثنائي في البحيرات و الأنهار بتركيز يقدر (2-4) ميكروغرام (Qian et al. 2007).

3. الحديد

1.3. الخصائص

يسبب الحديد تغير لون الماء إلى أشبه بالصدأ و لا يسبب ضرراً إلا إذا كان بكمية كبيرة. و يدل اللون الأحمر البني على وجود الحديد الثلاثي (III) في المياه. حيث الحديد الثلاثي (III) يعجل من تشكيل أكسيد الحديد و هيدروكسيد التي تمتص آثار المعادن الأخرى (Andac et al. 2009).

الحديد هو الأكثر وفرة من المعادن الانتقالية في الغلاف الجوي، ويمكن أن يلعب دور السحب في كيمياء المياه حيث الاستجابة مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بين الحديد الثنائي (II) و الحديد الثلاثي (III) ، و هو الأكثر وفرة من المعادن التي تمر بمرحلة انتقالية في عينات الغلاف الجوي الصلبة و المائية ، حيث يقدر تركيز الحديد المذاب في المراحل المائية الانتقالية في الغلاف الجوي ما بين 0.5 و 4.0% وزن/وزن الحديد الهباء الجوي، هذا التركيز أقل بكثير من تركيز الهباء الجوي من القشرة الأرضية.

حضور الحديد في المياه العكرة يعتمد أساساً على حل أو ذوبان جسيمات الهباء الجوي. عادة ما يتم عرض جسيمات الحديد في الغلاف الجوي من غبار التربة ، الرماد المتطاير من محطات الطاقة و عادم محركات الاحتراق و من العمليات الصناعية (Parazols et al. 2006).

تركيزات الحديد تتواجد في الطبقات الجوفية اللاهوائية (Langwaldt and Puhakka 2005, Maloney et al. 2002). حيث الحديد الثنائي (II) يتواجد بتركيز قليلة في مياه الأنهار (Andac et al. 2009).

تركيز الحديد المنحل أقل من 0.5 ملغ/لتر في المياه الجوفية (Weng et al. 2007).

تركيز الحديد و تركيزه الفسيولوجي في الجسم يتأثر وفقا للحالة الصحية، نوعية الغذاء، العمر و الجنس.

أكسدة الحديد في المياه الجوفية تؤدي إلى نقص الأكسجين الذائب في الأوساط (Langwaldt and Puhakka 2002). بسبب الطعم الغير مرغوب فيه و اللون الأصفر للماء صنف الحديد في قائمة المركبات التي تؤدي إلى تلويث مياه الشرب، حيث وفقا لمعايير الصحة الدولية تركيز الحديد في مياه الحنفية لا ينبغي أن يتجاوز 0.3 مغ/دم³ لأنه معدن ثقيل و يعتبر من المواد السمية و المستدامة للمياه.

2.3. الاستخدامات

الحديد ضروري لحياة الإنسان والحيوان كونه يدخل في تركيب خضاب الدم، وكذلك لحياة النباتات كونه أحد العناصر الضرورية لتكوين الكلوروفيل، ويدخل في كل شيء تقريباً. تسمح ظروف الغلاف الجوي بزوبان كمية معتبرة أو مرتفعة من الحديد، حيث يشارك الحديد في العديد من التفاعلات في الغلاف الجوي كما يدخل مثلا في إنتاج جذور Hydroperoxy و بيروكسيد الهيدروجين، و كذلك يدخل في التفاعلات الضوئية.

يُستخدم الحديد كمؤشر لدراسة تلوث المياه و التربة. كما يُستخدم في معالجة المياه و مياه الصرف الصحي، كما أنه كان يُستخدم في تجلط الدم و مكثف الأكسدة، محفز في العلاج لسنوات عديدة. فهو مهم في الدراسات البيولوجية و الغذائية.

الحديد الثنائي له تأثير محفز على الأكسدة (Khan et al. 2007). يستخدم كبريتات الحديد الثنائي لاختزال أملاح الكرومات في صناعة الاسمنت، كما يستخدم لعلاج افتقار الدم لعنصر الحديد، أما كبريتات الحديد الثلاثي فيستخدم في ترسيب الجسيمات الدقيقة في مياه الصحاريح، بينما يستخدم كلوريد الحديد الثنائي كعامل مختزل في بعض الصناعات العضوية.

3.3. تأثير الحديد

1.3.3. تأثير الحديد على المحيط

يؤثر وجود أيون الحديد المذاب في المياه تأثيرا كبيرا على إمكانية استعمالها و يعتبر وجود الحديد الذائب بتركيز أكبر من 0.3 جزء من المليون غير مرغوب في كثير من الصناعات و الاستعمالات المنزلية حيث يتركز تأثيره على الملابس و أدوات و أجهزة المطابخ إضافة إلى إعطاء المياه رائحة غير محببة، و في حال وجود أيون الحديد في المياه الجوفية فإنه يُؤثر على كفاءة و مدى خدمة البئر.

الحديدك (Fe^{+3}) قليل الذوبان حيث يترسب على شكل هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_3$ و هذا يشجع البكتيريا الحديد (و مثالها Crenothrix) على النمو في مجموعات غروية مع أكاسيد الحديد مما يؤدي إلى إغلاق مصافي الآبار و يقلل من نفاذيتها و إنتاجية الآبار (عابد 2004).

ظهر مشاكل خطيرة في نظام المياه الساخنة، الغذاء، المبادلات الحرارية، مشعات، الأنابيب، و الصمامات خلطات و هذا عند تركيز 0.5 مغ/دم³.

التراكيز العالية تؤثر على التربة و النباتات و على النظام الغذائي (Khan et al. 2007). نقص الحديد يعتبر عامل محدد يؤثر على مردود المحاصيل الزراعية في العديد من مناطق العالم حيث نقصان الحديد يؤدي إلى تدهور المحاصيل الزراعية (Hansen et al. 2006).

2.3.3. تأثير الحديد على الصحة

ارتفاع نسبة الحديد في الماء يؤثر سلبا على صحة الإنسان حيث تتراكم هذه التركيبات في الكبد ، تدمر الخلايا ، تسبب الحساسية و قد تتسبب في أمراض الدم (فقر الدم) (Hansen et al. 2006).

زيادة الحديد يؤدي إلى عسر الهضم عند الإنسان و يختلط مع مياه الشرب من الأنابيب المعدنية (الرفاعي 2009).

تركيز الحديد من 2-3 ملغ/لتر في مياه الشرب يمكن أن يسبب مشكل للأفراد الذين يعانون من مرض تخزين الحديد و يسمى داء ترسيب الأصبغة الدموية (Weng et al. 2007).

التركيز المنخفض للحديد يؤدي إلى تشوهات خلقية بينما التركيز العالي يؤدي إلى التسمم (Khan et al. 2007).

4.3. مصدر الحديد

نحو 1 من كل 20 حجر نيزكي تتكون من معادن غنية بالحديد والنيكل وبالرغم من ندرتها، إلا أن نيازك الحديد هي المصدر الرئيس للحديد على سطح الأرض.

المصادر الرئيسية لظهور مركبات الحديد في المياه الطبيعية هي عمليات التجوية و تآكل التربة و تفكك الصخور الجبلية، كميات كبيرة من الحديد تدخل مع المياه الجوفية مع مياه الصرف الصحي من المشاريع الصناعية و الأراضي الزراعية و تآكل أنابيب المياه. مصدر الحديد في المياه السطحية و المياه الجوفية هي الأمطار الحمضية. تعتبر انبعاثات حرق النفط وانبعاثات محرك البنزين من مصادر الحديد.

5.3. حالات تواجد الحديد

يتواجد الحديد في حالته كعنصر (Fe) على سطح الأرض لأنه يميل إلى التأكسد. الحديد مهم لجميع وظائف الجسم حيث يوجد في المركبات العضوية و الإنزيمات و البروتينات على شكل مركبات. (Khan et al. 2007, خليل 2003).

تتواجد مركبات الحديد في المياه الطبيعية في حالة ذائبة و غروية و على شكل أيونات متكافئة، و كذلك في شكل مركبات كيميائية مختلفة.

يوجد الحديد عادة على شكل الحديد الثنائي Fe^{+2} (الحديدوز). و يتواجد عادة في المياه في حالة ذائبة (أيونات). و على شكل الحديد الثلاثي Fe^{+3} (الحديديك) (عبد القادر، 2004). في المياه ذات pH منخفضة جدا (الأوساط الحامضية) (عابد 2004).

يتواجد على شكل مركبات عضوية في المياه الطبيعية هذه المركبات العضوية الحديدية يمكن أن تكون قابلة للذوبان أو يمكن أن تكون لها هيكل غروي يصعب إزالته.

النموذج الرئيسي للحديد في المياه السطحية هو حديد ثلاثي مركب مع مركبات غير عضوية ذائبة و مركبات عضوية دبالية، لذلك لوحظ زيادة تركيز الحديد في المستنقعات المائية، و مع ذلك فإن أكبر تركيز للحديد تم تسجيله في المياه الجوفية و ذلك في انخفاض تركيز الرقم

الهيدروجيني و الأكسجين المذاب. و في الطبقات الجوفية العميقة يوجد الحديد في شكل الحديد الثلاثي ذائب.

يتواجد الحديد في الغلاف الجوي على شكل جسيمات هباء جوي، وأهم مركبات الحديد في جزيئات الهباء الجوي هي الهيماتيت Fe_2O_3 ، المغنيتيت Fe_3O_4 ، الجيوثايت، والحديد الثنائي و الحديد الثلاثي مرتبطة مع السيليكات، إضافة إلى كبريتات الحديد الثنائي و كبريتات الحديد الثلاثي.

4. المنغنيز

1.4. خصائص المنغنيز

المنغنيز عنصر أساسي لجميع الكائنات الحية يتواجد في التربة و المياه و النباتات (Genc et al. 2009). يعتبر من المغذيات الدقيقة الأساسية للحيوانات و النباتات و البشر (Ji et al. 2009). و مكون طبيعي لبعض أنواع التربة (Kaya et al. 2005).

المنغنيز مكون أساسي في جسم الإنسان ويلعب دورا كبيرا في بناء العظام و عمليات التمثيل الغذائي (عبيدات 2003). و كذلك عامل مساعد لنشاط الإنزيمات (السيد 2000). وتعتبر الجرعة الآمنة و الكافية للأطفال من عمر السنة حتى البلوغ من 1-5مجم/يوميا (عبيدات 2003).

المياه التي تحتوي على تراكيز عالية من المنغنيز غير مناسبة للاستخدام مثل مياه الشرب دون العلاج المناسب (Kaya et al. 2005). حيث التركيز المسموح به في مياه الشرب يجب أن يكون أقل من 0.05 ملغ/لتر لتجنب مشاكل التلوين الجمالية (Weng et al. 2007). حيث ظهور اللون البني المسود على الغسيل و الأطباق و الأواني الزجاجية هذا دليل على وجود المنغنيز بتراكيز عالية (Kaya et al. 2005).

يتواجد الحديد- منغنيز بتراكيز منخفضة في المياه السطحية بسبب الجو الغني بالأكسجين الذي يسمح بترسيب المنغنيز وامتصاصه من طرف الجسيمات العالقة.

الحديد- منغنيز ضروري للنباتات و أشكال الحياة الحيوانية، حيث ظهور البقع الحمراء و السوداء دليل على وجوده.

أكسدة المنغنيز مع الهواء في المياه تتغير تبعاً لدرجة الحموضة، كمية المنغنيز و الأكسجين المذاب (Weng et al. 2007). يوجد المنغنيز من 0.4 إلى 10 ميكروغرام/لتر في مياه البحر (عبيدات 2003).

الحدود المسموح فيها بالهواء من ملوثات الكوبالت هي 0.5 م³/ج م (عطورة الهاروط 2003).

2.4. استخدامات المنغنيز

يستخدم في صناعة الصلب و الزجاج، البطاريات الجافة و المواد الكيميائية (عطورة الهاروط 2003).

تعتبر البرمنغنات مؤكسدة تستخدم في التحاليل و الطب (Genc et al. 2009)

استخدام مساحيق المنغنيز-الحديد لتصنيع أجزاء البناء و منغنية الغاز.

صناعة الأسمدة و الملوثات ، و كذلك تحضير السبائك (عطورة الهاروط 2003).

3.4. تأثير المنغنيز

1.3.4. تأثير المنغنيز على المحيط

المنغنيز عادة لا يشكل خطراً على الصحة و إمدادات مياه الشرب ولكن قد يؤثر على النكهة و لون الماء (Kaya et al. 2005). يؤثر على مياه الشرب وذلك بإعطائه الطعم المعدني المر و مشاكل التلوين في الغسيل وهذا في التراكيز العالية (Potgieter et al. 2005). التراكيز

العالية للمغنيز تؤدي إلى تركيز أكاسيد المغنيز التي يمكن أن تسبب انسداد في توزيع المياه (Genc et al. 2009)

يشبه المغنيز إلى حد كبير ايون الحديد إذ تتحول بيكربونات إلى هيدروكسيد المغنيز القليل الذوبان مما يشجع تواجد بعض أنواع البكتيريا اللزجة والتي تعمل على إغلاق مسامات مصافي الآبار (عابد 2004).

يحدث تلوث الهواء نتيجة استخدام هذا العنصر في العديد من الصناعات ويتم التسمم أثناء استخراجها من باطن الأرض وانتشاره بكمية كبيرة في الماء و الهواء و الأغذية و المشروبات على شكل جزيئات قابلة للانحلال (عطورةالهاروط 2003). فالتلوث بالمغنيز يمكن أن يؤثر على الكائنات الحية الأرضية.

2.3.4. تأثير المغنيز على الصحة

بعض مركبات الكوبالت سامة وتظهر أعراضه بانخفاض الوزن وتبدل مظهر الشعر والجلد واضطرابات عصبية وارتفاع في ضغط الدم والتهابات في الجهاز الهضمي والتنفسي والحدود المسموح فيها بالهواء من ملوثات الكوبالت هي 0.5 م³/ج م (عطورةالهاروط 2003).

التركيزات العالية للمغنيز في مياه الشرب خطرة على صحة الإنسان على المدى الطويل (Weng et al. 2007). حيث التعرض لمستويات عالية من المغنيز يرتبط بزيادة قصور المستوى الفكري ويقلل الذكاء الفكري للأطفال في سن الدراسة.

الاستهلاك المفرط للمغنيز أو استنشاقه أو بلعه يمكن أن يدمر الجهاز العصبي المركزي مما يسبب ضررا في الدماغ و كذلك يسبب مرض شلل الرعاش خاصة لكبار السن (Zhu et al. 2009). التهاب حاد في الرئة بعد الاستنشاق الحاد للغبار الذي يحتوي على نسبة عالية من ثاني و رابع أكسيد المغنيز (خليل 2003).

نقص معدن المنغنيز في الجسم يؤدي إلى تشوهات في العظام و الغضاريف ويهدم الصفائح الدموية (Khajeh and Sanchooli 2011). وكذلك الإحساس بالخمول و النعاس (Zhu et al. 2009).

4.4. مصدر المنغنيز

مصادر بشرية كالتعدين، الصهر، الهندسة، حركة المرور و الزراعة. يتواجد في معظم صخور الحديد- المنغنيسيومي (Genc et al. 2009). يتركز في الماء عند ملامسة الصخور و المعادن و التربة (Kaya et al. 2005, Zhu et al. 2009).

5.4. حالات تواجد المنغنيز

يتواجد على شكل منغنيز ثنائي (Mn^{2+}) في الحياة الطبيعية (Khajeh and Sanchooli 2011). توجد 11 حالة لأكسدة المنغنيز من بينها المنغنيز ثنائي التكافؤ (Mn^{2+}) وهي الحالة التي يكون فيها أكثر ثباتا. النترات، أملاح الكبريتات وكلوريد المنغنيز هي قابلة للذوبان في الماء، في حين أن أكاسيد و الكربونات ($MnCO_3$) الفوسفات [$Mn_3(PO_4)_2$] كبريتيد و هيدوكسيدات هي أقل قابلية للذوبان .

يرتبط المنغنيز مع الأكسجين لتشكيل معادن ثانوية : Hausmanite (Mn_3O_4)، Pyrolusite (MnO_2)، Manganite ($MnOOH$)، وتعتبر Pyrolusite و Manganite هي المركبات الأكثر وفرة (Genc et al. 2009).

5. الزنك

1.5. خصائص الزنك

يعتبر الزنك من المعادن المفيدة للإنسان فهو يقاوم نزلات البرد و مرض الألزهايمر (فقدان الذاكرة) ، كما يقوي النشاط الجنسي إذا ما أخذت منه الجرعات الطبيعية المناسبة (طحلاوى 2007). الزنك عنصر هام للنباتات و الحيوانات ، و ضروري لتصحيح وظائف الإنزيمات المختلفة ، كما أنه ضروري لوظائف الطبيعية للبنكرياس و الكريات الدموية البيضاء و الكبد (يوسف 2000). مكون للكثير من الإنزيمات و مساعد على الإخصاب (السيد 2000).

معدن للتشكيل عند تسخينه (الفرحان 2002). حيث يتفاعل مع الأكسجين و مع بخار الماء إذا سخن لدرجة الإحمرار و مع الأحماض (عفيفي 2000).

يقدر مدخول الزنك الغذائي الموصى به حسب العمر و الجنس بين 4-15 ملغ في اليوم و تحتاج الحوامل إلى 16 ملغ في اليوم (خليل 2003).

الحد الأقصى المسموح به في مياه الشرب 5.0 ملغ/لتر (الفرحان 2002, خليل 2003).

تركيز الزنك في ماء الصنبور (الحنفية) أعلى بشكل واضح عن تركيزه في المصادر العذبة السطحية بسبب تآكل الزنك من المواسير المجلفنة في الشبكة و النحاس الأصفر و الذي يتكون من 30% زنك و 70% نحاس (خليل 2003).

2.5. الاستخدامات

يستخدم الزنك في تركيب بعض السبائك مثل البرونز، كما يدخل في جلفنة الحديد و في صناعة الفيوزات الكهربائية، كما يدخل في تركيب بعض الأدوية و بعض المبيدات

الفطرية(الفرحان 2002). يستخدم في العديد من المجالات الطبية و الصناعية (عطورةالهاروط 2003).

يستخدم لتغليف الحديد و الفولاذ لمنع تكوين الصدأ و الحماية المهبطية، يستعمل أكسيد الزنك في الكريمات الواقية من تهيج الجلد كالطفح الجلدي، كما يستخدم في صناعة البطاريات (عفيفي 2000). يستخدم كطلاء للمعادن لما يتميز من مقاومة عالية للتآكل (طحلاوى 2007).

3.5. تأثير الزنك

1.3.5.التأثير على المحيط

يؤدي الزنك إلى تلوث الماء و الهواء و التربة و الأغذية (عطورةالهاروط 2003). أملاح الخارصين (الزنك) تسبب مذاقا غير مساغ للماء وأيضا تظهر الماء حليبي اللون و بالغلجان تكون سطح دهني رغوي في الماء (خليل 2003, راضى 2010).

2.3.5.التأثير على الصحة

زيادة تركيز الزنك في أجسام الكائنات الحية تؤدي إلى التسمم بهذا الفلز(راضى 2010, عطورةالهاروط 2003).

تظهر أعراض التلوث بالزنك في التهابات حادة في الجهاز الهضمي مع تبدل في تركيب الدم و التهاب الجهاز التنفسي و نظرا لخطورة زيادة تركيزه في الهواء فقد حددت منظمة الصحة العالمية الحدود القصوى المسموح بها في الهواء $10 \text{ م}^3/\text{مغ}$ (عطورةالهاروط 2003).

تشمل أعراض التسمم بالزنك في الإنسان القيء و الجفاف وآلام البطن و الغثيان و الإفتقار إلى التوازن العضلي العصبي، وقد أبلغ عن فشل كلوي حاد سببه كلوريد الزنك (خليل 2003, سليمان 1999).

تقدم بعض جرعات الزنك العالية بعض الحماية إزاء التأثيرات السامة للكاديوم
 لوحظ وجود علاقة بين نقص الزنك بين الشباب في مصر و بطئ النمو و العلامات
 الأخرى لعدم النضج بالإضافة إلى فقر الدم و ربما يكون السبب في ذلك انخفاض الامتصاص
 المعوي للزنك (خليل 2003).

4.5. مصدر الزنك

يستخلص الزنك بتحميص الخام و تكوين أكسيد الزنك ثم يتم اختزاله بتسخينه مع فحم
 الكوك (عفيفي 2000).
 يتواجد بنسب مرتفعة في فضلات الصناعات الدوائية و المبيدات الحشرية (راضى
 2010).

5.5. تواجد الزنك

توجد أهم خامات الزنك (Zn) في الطبيعة على هيئة كبريتيد (سفاليريت Sphalerite) و
 أكسيد سميثسونيت (Smithsonite) .
 يتواجد على شكل سليكات الزنك المائية كـ $ZnCO_3$ () و أنسايت (ZnO) (راضى
 2010).

يوجد الزنك في خامات الرصاص و الفلزات الأخرى إضافة إلى وجوده في التربة و
 النباتات و الحيوانات و في الفحم المستخرج من الأرض (عطورةالهاروط 2003).
 يتواجد بنسب مرتفعة في فضلات الصناعات الدوائية و المبيدات الحشرية (راضى
 2010). يتواجد على شكل أيونات معدنية في مياه الصرف الصحي (Sandhu et al.)
 (1975).

الجزء التّطبيقي

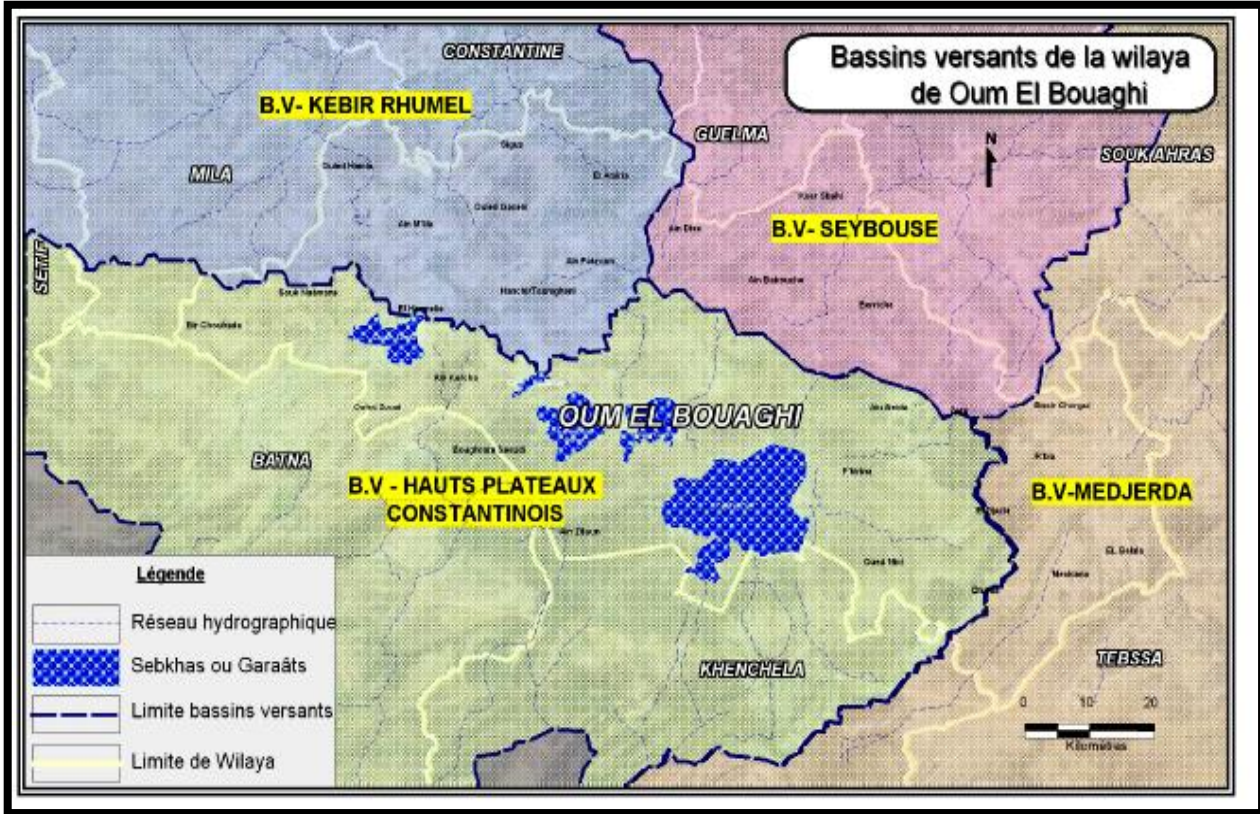
الفصل الثالث: منطقة الدراسة

1. تعريف المستجمع المائي الذي تنتمي إليه منطقة الدراسة

تنتمي منطقة الدراسة إلى المستجمع المائي (Constantinois-Sybousse-)

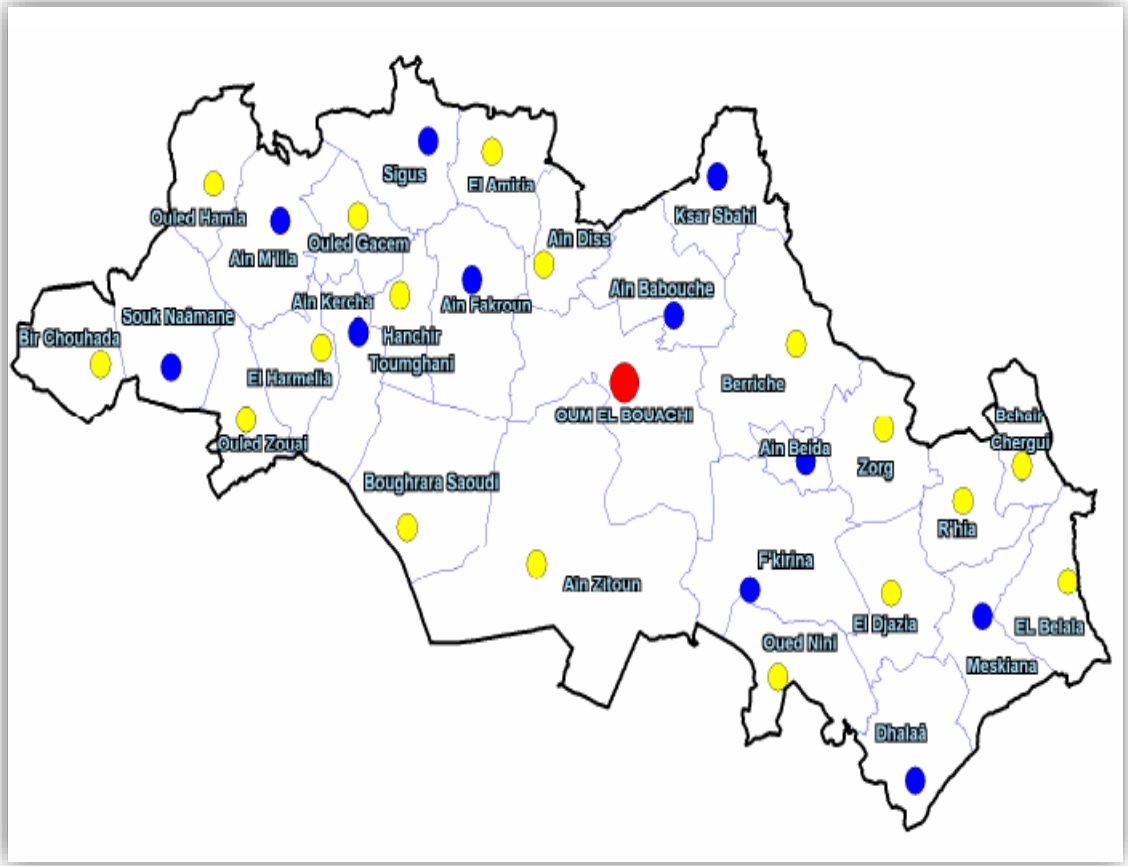
(Mellegue) يغطي مساحة قدرها 6450 كم² يمتد على طول 160 كم . الخريطة. 3.

(MEBARKI 2005).



الخريطة. 3. خريطة لمستجمع المياه الذي تنتمي إليه منطقة الدراسة

2. موقع منطقة الدراسة



الخريطة 4. خريطة توضح موقع منطقة الدراسة

قسمت منطقة الدراسة الي ثلاث مواقع دراسية هي:

1.2. الموقع الدراسي الأول (مدينة أم البواقي)

تقع المدينة أم البواقي في وسط ولاية أم البواقي، تتربع على مساحة قدرها 432.31 كم²،

يبلغ عدد سكانها حوالي 70 ألف، وتضم المركز و أربع تجمعات ثانوية (توزلين، سيدي رغييس،

بئر خشبة و فيد لسوار) وتحدها البلديات التالية: (مديرية التعمير و الهندسة)

- عين الديس و عين ببوش من الشمال
- بريس و فكيرينة من الشرق
- عين الزيتون من الجنوب
- عين فكرون و بوغرارة السعودي من الجنوب (مديرية التعمير و الهندسة).

الجدول 2. الأنخاب المستعملة للشرب بمدينة أم البواقي (مديرية الموارد المائية، ام البواقي)

التدفق	مناطق التمويل	المنطقة	النقب
50 لتر/ثا .	بلدية أم البواقي	بئر الجديدة تبعد عن أم البواقي ب 3 كم .	BDJ1
17 لتر/ثا .	بلدية أم البواقي	بئر الجديدة تبعد عن أم البواقي ب 3 كم .	BDJ2
14 لتر/ثا .	بلدية أم البواقي	بئر الجديدة تبعد عن أم البواقي ب 5 كم .	BDJ4

2.2. الموقع الدراسي الثاني (سوق نعمان)

سوق نعمان هي بلدية تابعة لولاية أم البواقي، و تقع في أقصى غرب الولاية، تبعد ب 90 كم عن أم البواقي مركز، و 54 عن مدينة باتنة و66 كلم عن مدينة قسنطينة، تقدر مساحتها الاجمالية ب230متر مربع، يحدها:

- شمالا: بلدي اولاد حملة وبلديتي التلاغمة والمشيرة.
- غربا: بلدية بئر الشهداء .
- شرقا: بلديتي اولاد زواي وعين مليلة.
- جنوبا بلدية عين الياقوت(ولاية باتنة).

الجدول 3. الانخاب المستعملة للشرب بمدينة سوق نعمان (بلدية سوق نعمان)

التدفق	مناطق التمويل	المنطقة	النقب
18ل/ثا	سوق نعمان الكواد رية	بلدية بئر الشهداء يبعد عن مدينة سوق نعمان ب10كلم	E08
20ل/ثا	سوق نعمان	يبعد حوالي 3 كلم	K18
5ل/ثا	سوق نعمان	وسط المدينة	F5Bis

منطقة ولاد

6ل/ثا

ملول
حي شاكري
خليفة

حيشاكري خليفة

FT2Bis

3.2. الموقع الدراسي الثالث (بوغرارة السعودي)

بوغرارة السعودي لفجوج بلدية تابعة لدائرة عين فكرون ولاية أم البواقي، تعتبر ثاني أكبر

بلدية من حيث المساحة بعد بلدية عين الزيتون وتبلغ مساحتها 313 كلم².

سميت بلدية بوغرارة السعودي الفجوج نسبة إلى الشهيد بوغرارة السعودي أما كلمة لفجوج

فهي نسبة إلى سلسلة الجبال المحيطة بالبلدية.

تنقسم بلدية بوغرارة السعودي إلى عدة مشاتي وهي:

- مشتة صفان
- مشتةلحوادسة
- مشتةبنحنيح
- مشتة عين الكرمة
- مشتة قرن القرن
- مشتة فم العنبة
- مشتة فم المزابي

تشارك بلدية بوغرارة السعودي في حدودها مع البلديات التالية:

- في الشمال مع عين فكرون و هنشيرتومغني.
- في الشرق مع بلدية عين الزيتون.
- في الجنوب مع ولاية باتنة.

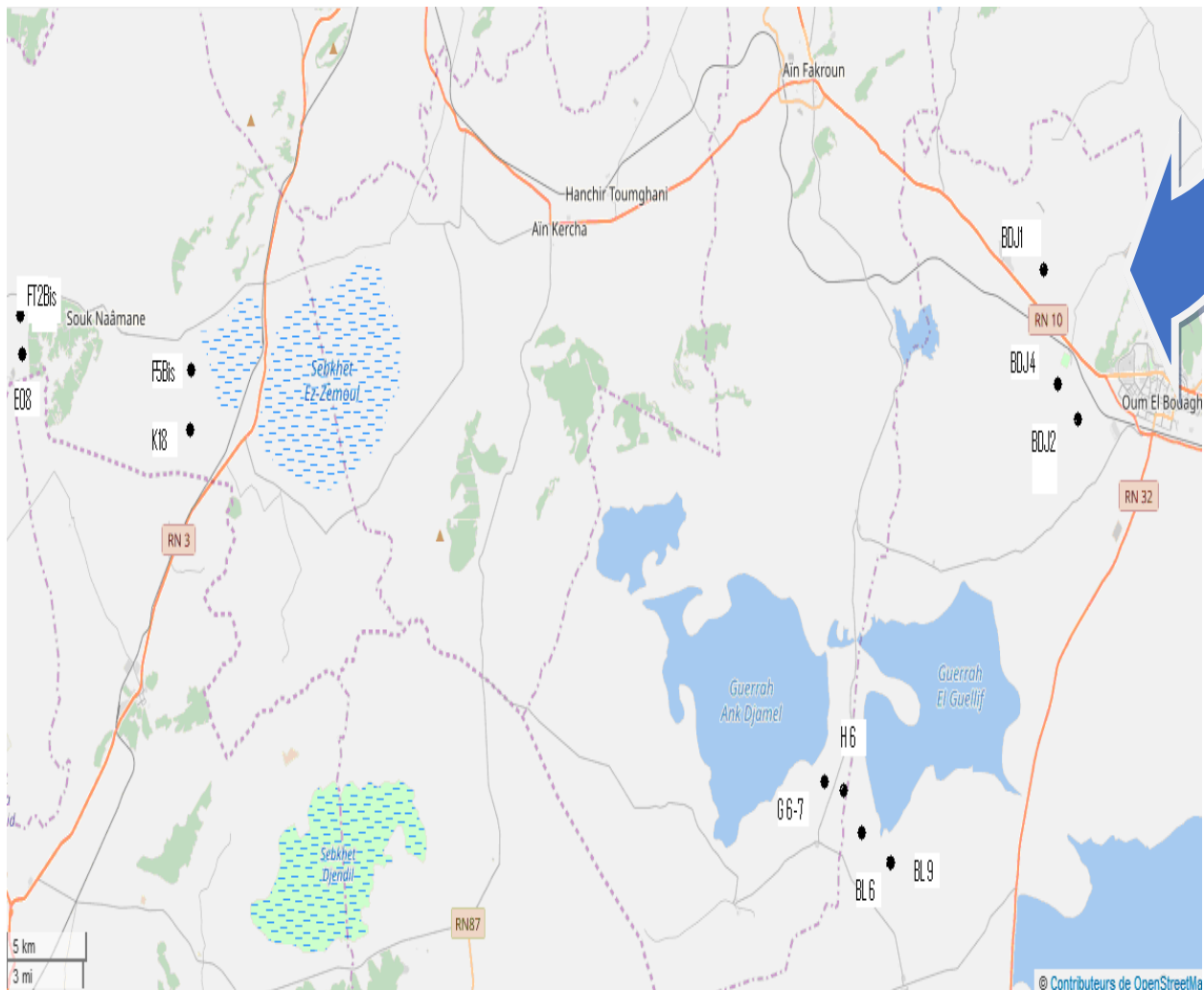
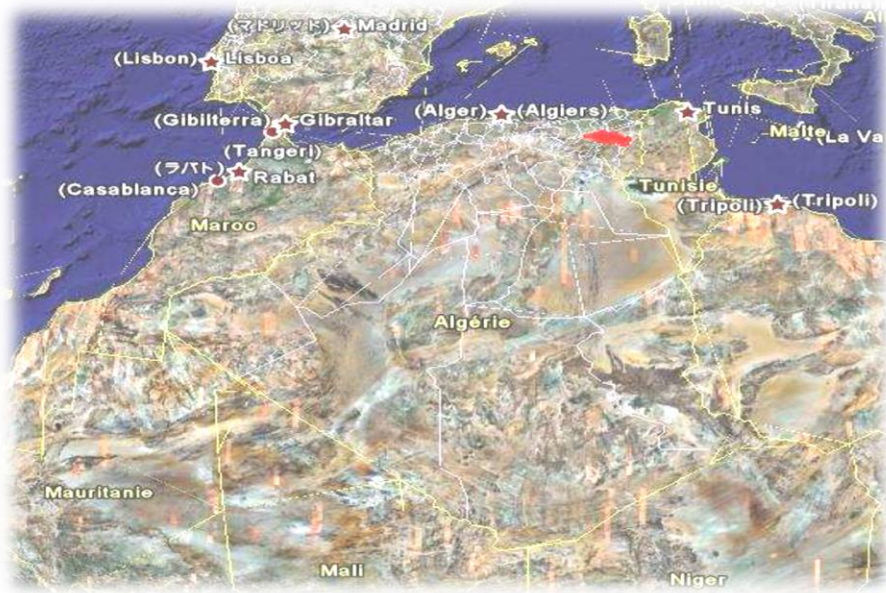
– في الغرب مع دائرة عين كرشة.

التجمع الرئيسي للبلدية يقع على ارتفاع 900 م على مستوى سطح البحر.

الجدول.4. الانقَاب المستعملة للشرب لمدينة بوغرارة السعودي (مديرية التعمير والبناء – أم البواقي و

مديرية الري بعين فكرون)

النقْب	مناطق التمويل	التدفق
BL 6	بوغرارة مركز	8ل/ثا
H 6	بوغرارة مركز	12ل/ثا
BL 9	مشتة فم العنبة	3ل/ثا
G 6-7	هبيير	4ل/ثا



الخريطة 5. توزيع الانقلاب بمنطقة الدراسة

3. التضاريس

1.3. الموقع الدراسي الأول

تضم منطقة الدراسة التضاريس التالية:

1.1.3. الجبال

تقع بلدية أم البواقي في منطقة السهول العالية القسنطينية بين جبال منطقة قالمة (شمالا) و الأوراس (جنوبا)، البلدية بصفة عامة تمتد من الشمال إلى الجنوب، حيث يزيد ارتفاعها عن 1600م (جبل سيدي رغييس) شمالا و 800م (قرعة طارف) جنوبا (مديرية التعمير و الهندسة).

و تتكون من 3 تضاريس منعزلة:

– جبل سيدي رغييس في الشمال و التي ترتفع إلى 1635م

– جبل قليف في الجنوب الغربي على ارتفاع 1161م

– جبل الطارف في الجنوب على ارتفاع 1434م (مديرية التعمير و الهندسة).

2.1.3. السهول

حول هذه التضاريس الجبلية المعزولة تتكون مناطق مسطحة (السهول) على ارتفاع متوسط

870 م تتميز بميل ضعيف ما بين (0%-3%) (مديرية التعمير و الهندسة).

2.3. الموقع الدراسي الثاني

تضم منطقة الدراسة التضاريس التالية:

1.2.3. الجبال

وتمثل 15% من المساحة الاجمالية للمنطقة يتراوح ارتفاعها بين 950 و 1350م وأهم هذه

الجبال هي:

- جبل بكيكية:يقع في الجهة الشمالية يبلغ ارتفاعه 1357م.

- جبل عنودة: يقع في الجهة الشرقية يبلغ ارتفاعه 1246م.
- جبل نيف النسر: يقع في الجهة الشمالية الشرقية يبلغ ارتفاعه 1226م.
- جبل قدامان: يقع في الجهة الجنوبية الغربية ارتفاعه 1154م.

2.2.3. السهول

وهي تمثل اغلبية مساحة مجال الدراسة وهي تتوسط الجبال وتتميز بميل خفيف خاصة في المنطقة الواقعة جنوب الطريق الولائي رقم 48.

3.2.3. منطقة الشط

تقع في الجهة الغربية للمنطقة مساحتها 142.76 هكتار وارتفاعها 7786م وهي اخفض نقطة في البلدية (بلدية سوق نعمان).

3.3. الموقع الدراسي الثالث

يتكون مجال الدراسة من التضاريس التالية:

1.3.3. المنطقة الجبلية

جبل الفجوج في الجنوب على ارتفاع 1248م

قمة سفان على ارتفاع 1247م

جبل عنق الجمل في الشمال على ارتفاع 1099م

2.3.3. المنطقة السهلية

معظم مساحة البلدية عبارة عن سهول وهي تتميز بميل خفيف.

3.3.3. البحيرات

تتوفر بلدية بوغرارة السعودي على 3 مناطق رطبة صنّفت منها 2 سنة 2004 ضمن

قائمة « رمسار » كمناطق محمية وهي :

1.3.3.3. قرعة المغسل

تتواجد على بعد 6 كلم من مقر البلدية تتربع على مساحة 1000 هكتار، تستعمل هذه

البحيرة من أجل استخراج ملح المائدة نظرا لجفافها من المياه وصعود الأملاح إلى السطح.

2.3.3.3. قرعة عنق الجمل

وهي تقع على بعد 5 كلم² من مقر البلدية، تتربع على مساحة 18.140 هكتار، وهي

تأوي أنواع مختلفة من الطيور منها النحام الوردي.

وصنفت واحدة سنة 2009 م وهي:

3.3.3.3. بحيرة بولهيات

وهي تتربع على مساحة 570 هكتار.

4. التركيبة الجيولوجية لمواقع اخذ العينات

الجدول 5. التركيبة الجيولوجية لمواقع اخذ العينات للموقع الدراسي الأول (مديرية الموارد المائية بأم البواقي)

النقبة	البنية الجيولوجية	التركيب الجيولوجي
	0-18m طين اصفر و رمادي و ازرق و قليل من مارن (طين+جير)	
	m18-m37.85 حجر جيرى m37.85-m52 الحجر الجيرى و الصخر الرملى	$Al_2O_3, SiO_2, CaCO_3$
BDJ1	m52-m 64.55 حجر جيرى ا m64.55-m125 الحجر الجيرى و الصخر الرملى m125-m139 حجر جيرى رمادي و قليل من مارن m139m-148.30m حجر جيرى رمادي	$NaAlSi_3O_8$ - $CaAl_2Si_2O_8$
	m5.4-0 الأراضى الصالحة و حجر جيرى و طين 5.4- 9.25 م حجر الجيرى 16.25-9.25 م مارن اصفر و احمر 20.05-16.25 م طين احمر 22.25-20.05 م حجر جيرى صلب. 148.25-22.25 م حجر جيرى	$Al_2O_3, SiO_2, CaCO_3$
BDJ2		

الجدول 6. التركيبة الجيولوجية لمواقع اخذ العينات للموقع الدراسي الثاني (مديرية الري بسوق نعمان)

النقبة	البنية الجيولوجية	التركيب الجيولوجي
E08	0-10 م طين احمر وقليل من الحصى	$SO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, SO_3$
	10-14 م حصى	
K18	14-35 م الحجر الجيري الابيض	CaO, SiO_2, Al_2O_3
	35-43 م الحجر الجيري الصلب والابيض الرمادي	
FT2BiS	0-39 م حجر جيري رمادي	$CaCO_3, Fe_2O_3, Al_2O_3, SiO_2$
	39-44 م حجر جيري ابيض	
	0-98 م الحجر الجيري مع اسمنت والطين	
	98-100 م مارن اصفر (طين+جير)	

الجدول 7. التركيبة الجيولوجية لمواقع اخذ العينات للموقع الدراسي الثالث (مديرية الموارد المائية بأم البواقي)

النقبة	البنية الجيولوجية	التركيب الجيولوجي
BL 6	0-10 م: طين بني.	$CaCO_3$
	10-26 م: الحجر الجيري البلوري الرمادي والأزرق إلى المورتروبينو و حجر من الحجر الجيري.	
	26-28 م: حجر كلسي من الصلصال.	
	28-38 م: طين بني.	
	38-40 م: مارل.	
	40-62 م: طين بني.	
	62-74 م: مارل.	
	74-106 م: حجر كلس من الصلصال (مكريت)	
H 6	0-4 م: طين أسمر مع نسبة منخفضة من الرمل الناعم.	$CaCO_3$ Al_2O_3, SiO_2
	4-13 م: طين رملي بني.	
	13-23 متر: رمل طيني بني مع كثافات بيولوجية.	
	23-52 م: الحجر الجيري لـ Aptian	
BL 9	0-3 م: الأراضي الصالحة للزراعة	Al_2O_3, SiO_2 $CaCO_3$
	3-50 م: الكراك الحجر الجيري الأصفر الصعبة.	
	50-70 م: حجر جيري أبيض صلب.	
	70-90 م: الحجر الجيري الرمادي	

الفتاح من الصعب جدا الكراك.
100-90 م: الحجر الجيري الأسود
الكراك الصعبة جدا.

19-0 م: طين بني مع حصى قليل
من الحجر الجيري.

27-19 م: الطين البلاستيك براون
مع الحصى الحجر الجيري.

40-27 م: الحجر الجيري البيج
والرمادي.

44-40 م: الحجر الجيري الرمادي
المارلي.

$CaCO_3$

54-44 م: الحجر الجيري الوردي
والبيج من الحجر الجيري.

Al_2O_3, SiO

66-54 م: حجر جيري رمادي
شديد الصلابة.

72-66 م: الحجر الجيري الرمادي
المارلي.

m75-72: مارل أصفر وأحمر.

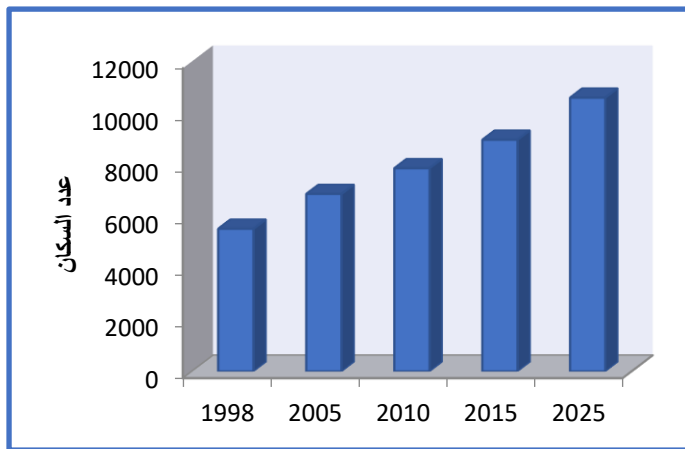
93-75 م: حجر جيري صعب جدا.
100-93 م: الحجر الجيري الرمادي
والأسود.

G 6_7

5. الخصائص السكانية

1.5. الموقع الدراسي الأول: مدينة أم البواقي

المجال السكاني لمنطقة الدراسة في تطور سكاني ملحوظ نلاحظه من خلال الشكل 1.

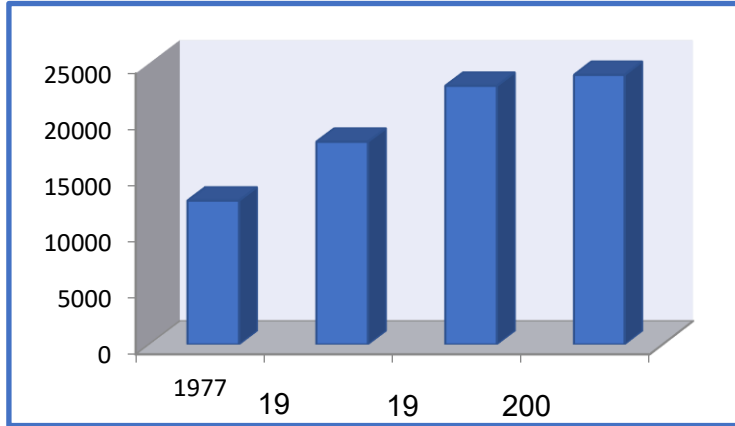


الشكل 1. عدد السكان عبر مختلف الإحصائيات لمدينة أم البواقي (مديرية البناء و التعمير)

2.5. الموقع الدراسي الثاني: مدينة سوق نعمان

التطور السكاني لمجال الدراسة عرف زيادة سكانية خاصة بين إحصائي 1977 و1987

نلاحظه من خلال الشكل.2.



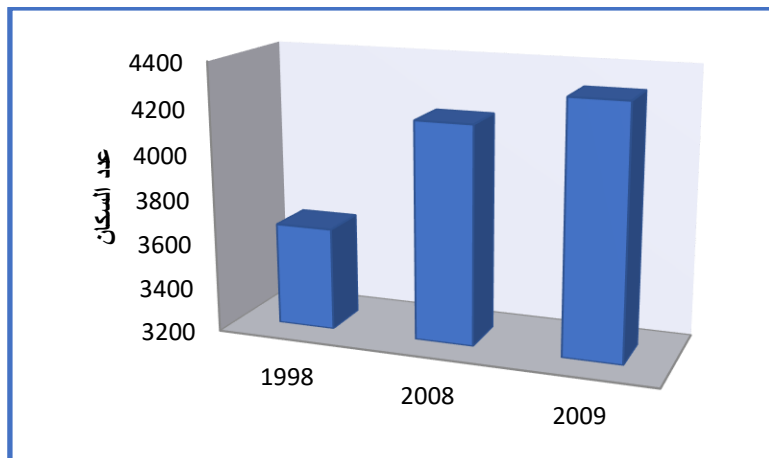
الشكل.2. عدد السكان عبر مختلف الإحصائيات لمدينة سوق نعمان (بلدية سوق نعمان)

3.5. الموقع الدراسي الثالث: مدينة بوغرة السعودي

التطور السكاني لمجال الدراسة عرف تزايد مستمر وسريع خاصة في السنوات الأخيرة.

يبلغ عدد سكان المنطقة 4169 نسمة حسب إحصائيات 2008 م بكثافة سكانية تقدر ب

32. 13 نسمة / كلم². (الشكل.3).



الشكل.3. عدد السكان لمختلف بلديات بوغرة السعودي

6. تحديد أهم مصادر التلوث بمنطقة الدراسة

يعاني مجال الدراسة من عدة مشاكل متعلقة بالتلوث ومصادره مما يؤثر بشكل مباشر

أوغير مباشر على صحة السكان ويؤدي الى تدهور مستمر للموارد الطبيعية وعلى نظافة الإطار

العام للحياة. (جدول 8. - جدول 9. - جدول 10.)

الجدول 8. مصادر التلوث في منطقه ام البواقي

نوع الملوث	مصدر التلوث
	النشاط الزراعي الأسمدة :
	UREE CO : (NH ₂) ₂ AZOFERAT : (21%NH ₄ . 60%SO ₃) SULFAMMO :23P(23%N ,Cao1%,MgO 0.5% , آثار بعض العناصر +SO ₃ 45%) SULFAZOTE :26%N,65%NH ₄ ,16.5%SO ₃ , 3.5(Cu,Mn,Fe)
	المبيدات : مبيدات حشرية : من العائلتين
	Sulfonylurees : - C ₂ H ₃ N ₃ SO ₃ - C ₇ H ₁₆ Cl ₂ N ₆ SO ₃ - C ₃ H ₇ N ₄ SO ₃
	AryloscyPhenoscy-Propionates : - C ₁₆ H ₁₄ Cl ₂ O ₄ - C ₁₂ H ₂₀ F ₃ NO ₄ - C ₁₉ H ₁₇ ClN ₂ O ₄
تترات ، كائنات حية برازية ، مقدار ضئيل من الهيدروكربونات الصناعية،كائنات حية برازية.	تصريف المجاري في موقعها الأصلي
أمونيوم ، ملحوة ، بعض الهيدروكربونات الهالوجينية ، معادن ثقيلة .	التخلص من النفايات الصلبة
Fe,Ca,Mg,Si ,Al	تلوث طبيعي : معادن الطين - كاولين Al ₂ O ₃ ,2SiO ₂ ,2H ₂ O - مونتريلونايت (Ca,MgO)Al ₂ O ₃ ,2SiO ₂ ,2H ₂ O - الطين + لون بأكاسيد الحديد - هيماتيت Fe ₂ O ₃ - ماجنيتيت Fe ₂ O ₄ - ليومونايت FeO(OX),XH ₂ O

الجدول 9. مصادر التلوث التي نصادفها (القسم الفرعي للفلاحة بدائرة سوق نعمان)

نوع الملوث	مصدر التلوث
نترات أمونيوم $C_{12}H_{21}W_2O_3PS$	النشاط الزراعي: -مبيدات حشرية: - (ديازينون10 -بريكال) (مبيد حشري محبب دقيق لمعالجة التربة) - الأسمدة: -السماد السولفازوتي -بولي فوس -أكوافيد
-الازوت +18,9% ازوت النترات+0,4 (Fe) - فسفور متاح(ازوت كلي، NH_2) - بوتاسيوم، الحديد، النحاس، الزنك، المنغنيز	-الازوت +12% كبريت +7,1% ازوت النترات+0,4 (Fe) - فسفور متاح(ازوت كلي، NH_2) - بوتاسيوم، الحديد، النحاس، الزنك، المنغنيز
نترات، كائنات حية برازية	تصريف المجاري في موقعها الأصلي
أمونيوم، ملوحة، كبريتات، كلور	التخلص من النفايات الصلبة
أمونيوم ملوحة، نترات	رمي المياه القذرة في شط تانسلت
ملوثات عضوية وغير عضوية	الحفر الأرضية
كبريت، المنيوم، حديد كبريتات، كالسيوم	التلوث الطبيعي طين أحمر(طين + أكاسيد الحديد) حجر الجيري

الجدول.10. مصادر التلوث التي نصادفها في بلدية بوغرارة السعودي

نوع التلوث	مصدر التلوث
نترات أمونيوم	النشاط الزراعي -مبيدات حشرية: - (ديازينون10) -بريكال (مبيد حشري محبب دقيق لمعالجة التربة) -الاسمدة : -السماد السولفازوتي -بولي فوس -أكوافيد
-الازوت (+18% ازوت النترات+0.4-fe) -فسفور متاح (ازوت كلي، NH_2) -بوتاسيوم، الحديد، النحاس، الزنك، المنغنيز	-الازوت +12% كبريت +7.1% ازوت النترات+0.4-fe) -فسفور متاح (ازوت كلي، NH_2) -بوتاسيوم، الحديد، النحاس، الزنك، المنغنيز
كبريت أمونيوم، الحديد، كبريتات، كالسيوم	التلوث الطبيعي طين احمر حجر جيري
	عدم احترام المقاييس في بناء النقب

7. الدراسة المناخية

إن الظروف الطبيعية و الطاقة و الظروف الكيماوية و البيولوجية هي التي تشكل البيئة أو الوسط الذي يعيش فيه الكائن الحي.

و تضم العوامل الطبيعية العوامل المناخية و منها عناصر الضوء و الحرارة و رطوبة الهواء و الغازات الموجودة في الجو و رطوبة التربة و الرياح و الأمطار و الثلوج.

شرق الجزائر هي المنطقة الأكثر تنوعا في البلاد من حيث المناخ. أيضا، يتأثر التوازن الهيدرولوجي بشكل مباشر بالفروق الدقيقة في المناخ، لاسيما عن طريق اثنين من العوامل المناخية: (الهطولات-التبخر).

ينتمي مجال الدراسة إلى المناخ القاري شبه جاف بارد و ممطر شتاءً، جاف و حار صيفا.

يركز عملنا على دراسة مقارنة لبيانات الفترات (1983-1993) و (1994-2003) و (2004-2016) و مراقبة تطور مناخ المنطقة.

8. العوامل المناخية

العديد من المؤشرات البيومناخية تم اقتراحها من قبل الجغرافيين (Lang ، de Martonne) وبواسطة علماء النبات (Emberger ،Gaussen) لوصف المناخ. معظم هذه القرائن البيومناخية تجمع قيم الهطولات (Pr) ودرجات الحرارة (T).

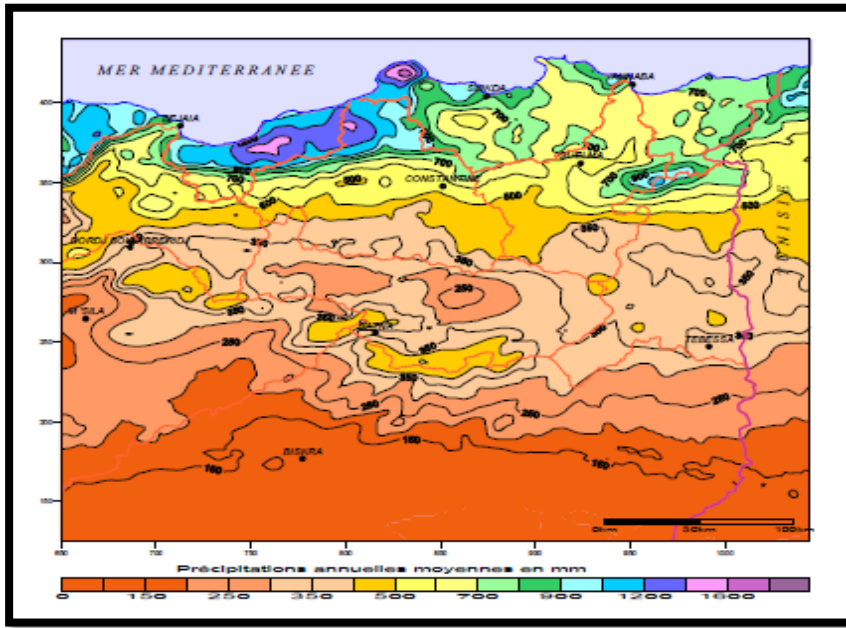
1.8. دراسة التساقطات

هطول الأمطار هو العامل الأكثر أهمية في تحديد نوع المناخ، وهو كل ماء أو ثلج يسقط

من السماء.

الارتفاع، الطول والعرض هما التدرجان الرئيسيان اللذان يحددان التباين في هطول الأمطار. في الواقع ، تقل كمية المطر من الشمال إلى الجنوب ، من الشرق إلى الغرب ، وتصبح مهمة على مستوى الجبل (Chaabane 1993).

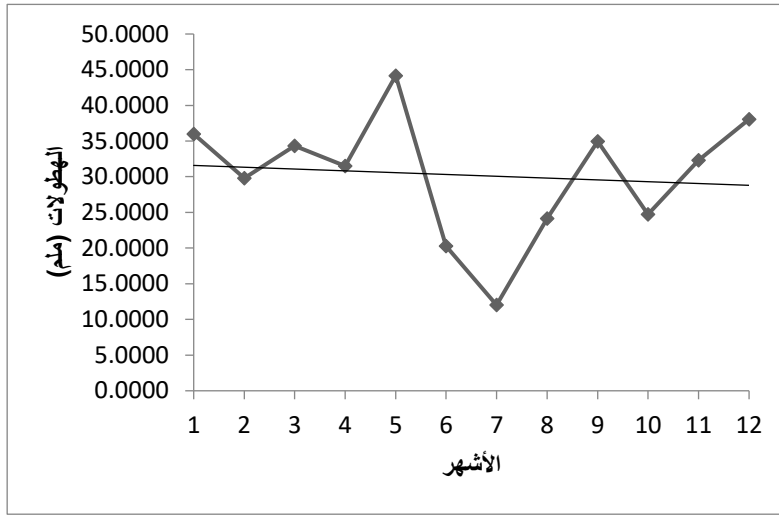
تعتبر المناطق التي تستقبل أكثر من 400 مم شبه قاحلة أو شبه رطبة أو رطبة (Emberger 1930) اعتمادًا على كمية الهطول (خريطة.6).



الخريطة.6..متوسط التساقطات السنوية للشرق الجزائري (MEBARKI 2005)

الجدول.11. متوسط التساقطات الشهرية و السنوية خلال فترة 1983-2016 (محطة الأرصاد الجوية - ام البواقي)

السنوية	الفصلية				متوسط التساقطات الشهرية												التساقطات الاشهر (مم)
	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
362,285 9	103,849 2	109,973 5	56,4455	92,0177	38,0606	32,3265	24,7206	34,9706	24,1382	12,0161	20,2912	44,1676	31,4971	34,3088	29,8121	35,9765	-1983 2016



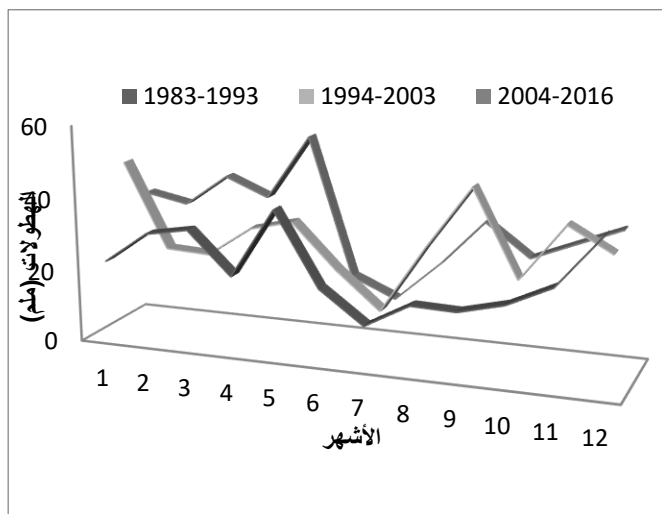
الشكل 4. التغير الشهري للتساقطات (2016/1983)

نلاحظ من خلال المنحنى البياني تغيرات في كمية التساقطات من شهر لآخر حيث تم تسجيل

أكبر كمية للتساقط في شهر ماي و تسجيل ادنى كمية في شهر جويلية.

الجدول 12. متوسط التساقطات الشهرية والسنوية خلال ثلاث فترات (محطة الأرصاد الجوية - ام البواقي)

السنوية	متوسط التساقطات الشهرية												التساقطات الشهرية (مم)				
	الفصلية	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12			
	الربيع	الصيف	الخريف	الشتاء	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
1983-1993	95,3091	50,698	66,209	94,6691	41,4455	26,9727	21,1636	18,0727	18,4636	11,6889	20,5455	40,7	21,4818	33,1273	30,96	22,2636	306,8852
1994-2003	89,4546	465,3909	112,3364	104,8273	33,4000	40,0455	24,4000	47,8909	30,7909	12,2000	22,4000	34,5182	31,6091	23,3273	23,9182	47,5091	372,0092
2004-2016	135,9924	52,493	94,8538	107,0956	36,8417	31,9538	27,0077	35,8923	23,0385	12,1083	17,3462	55,5231	37,7462	42,7231	33,9385	36,3154	390,4348



الشكل 5. التغير الشهري للتساقطات خلال ثلاث فترات (2016/1983)

1.1.8. النظام الموسمي (Régime saisonnier)

لتسهيل معالجة البيانات المناخية، من الضروري وجود تقسيم موسمي للأمطار السنوية.

وحسب Musset (1993) Chaabane). الذي هو أول من حدد هذه الفكرة. ويتكون من

حساب مجموع التساقطات حسب الموسم وتصنيف المحطات من أجل خفض قيم الهطولات بتعيين

كل موسم بالأحرف الأولى P و H و E و A، مع تحديد الربيع والشتاء والصيف على التوالي

والخريف

$$Crs = (Ps \times 4) Pa$$

حيث:

Ps: الهطولات الموسمية

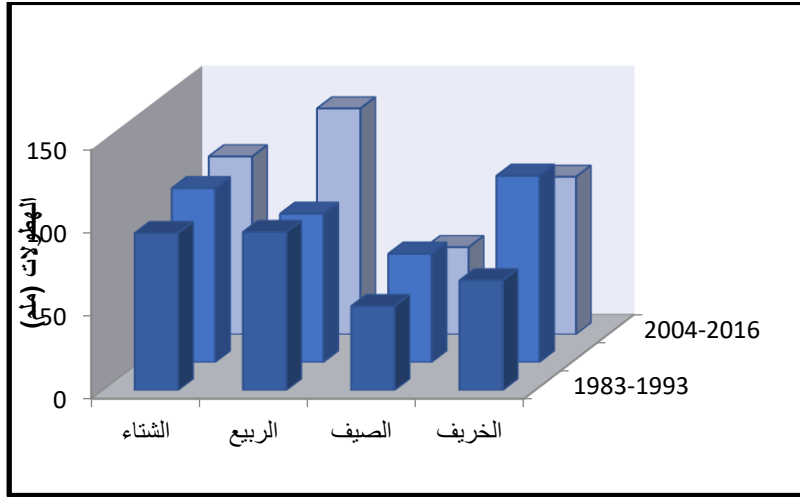
Pa: الهطولات السنوية

Crs: معامل نسبي موسمي Musset coefficient relatif saisonnier de

النتائج في الجدول التالي والشكل 6.

الجدول 13. يوضح النظام الموسمي

السنوية	الفصلية								التساقطات الأشهر (مم)
	الخريف		الصيف		الربيع		الشتاء		
	Crs	mm)Ps)	Crs	mm)Ps)	Crs	mm)Ps)	Crs	mm)Ps)	
1993-1983	0.862	66.209	0.66	50.698	1.242	95.3091	1.23	94.6691	
2003-1994	1.207	112.3364	0.7	65.3909	0.96	89.4546	1.127	104.8273	
2016-2004	0.971	94.8538	0.537	52.493	1.393	135.9924	1.097	107.0956	



الشكل 6. يوضح النظام الموسمي

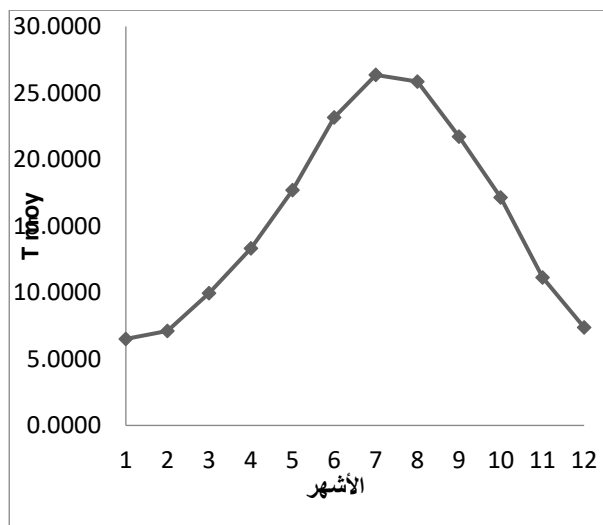
2.8. درجة الحرارة

درجة الحرارة هي الوسيلة المستعملة أو المستخدمة لقياس كمية الطاقة في الجسم أو كمية

الحرارة.

الجدول 14. متوسط درجة الحرارة خلال فترة 2016/1983 (محطة الأرصاد الجوية-ام البواقي)

الأشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T moy	7.37	8.11	11.17	16.13	21.71	25.86	26.35	25.92	23.15	17.69	11.31	7.37

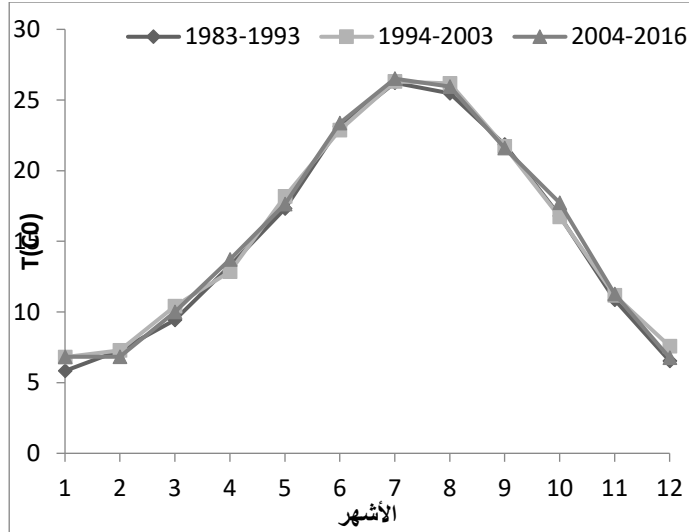


الشكل 7. التغير الشهري لدرجة الحرارة خلال فترة (2016/1983)

نلاحظ من خلال المنحنى البياني تغيرات في درجة الحرارة و ذلك مع اختلاف فصول

السنة، حيث تم تسجيل اعلى درجة في شهر جويلية و أدناها في شهر ديسمبر، و من خلال هذا

تبين أن مجال الدراسة يميزه مناخ مضطرب.



الشكل 8. التغير الشهري لدرجة الحرارة خلال ثلاث فترات

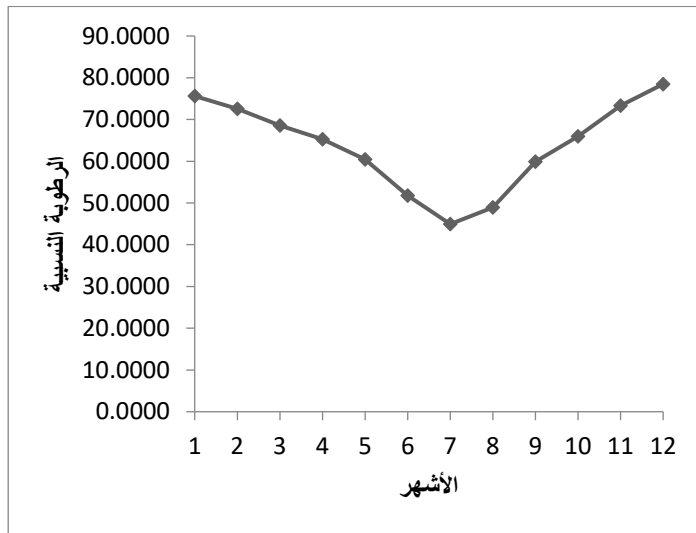
3.8. الرطوبة

من العناصر الجوية المهمة هي الرطوبة الجوية، و منها تتكون عدد من المظاهر الطبيعية،

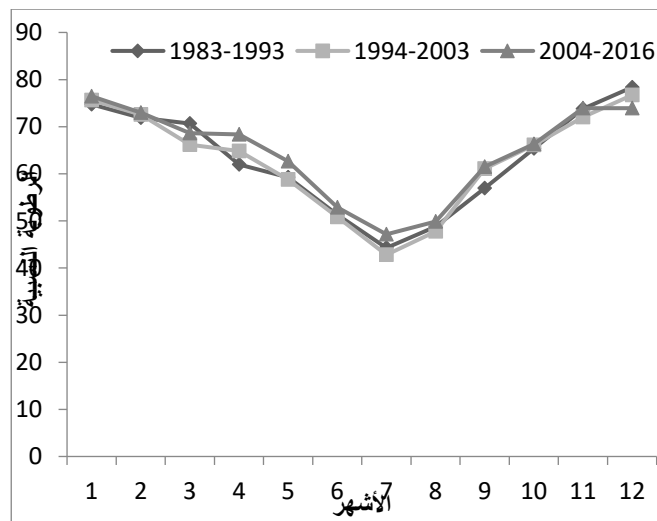
فالرطوبة الجوية تعني بخار الماء في الهواء.

الجدول 15. الرطوبة خلال فترة 1983-2016 (محطة الأرصاد الجوية- أم البواقي)

الأشهر	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
الرطوبة النسبية	75.6471	72.5294	68.5588	65.2647	60.4118	51.7353	44.9412	48.9118	59.8824	65.9412	73.3235	78.4848



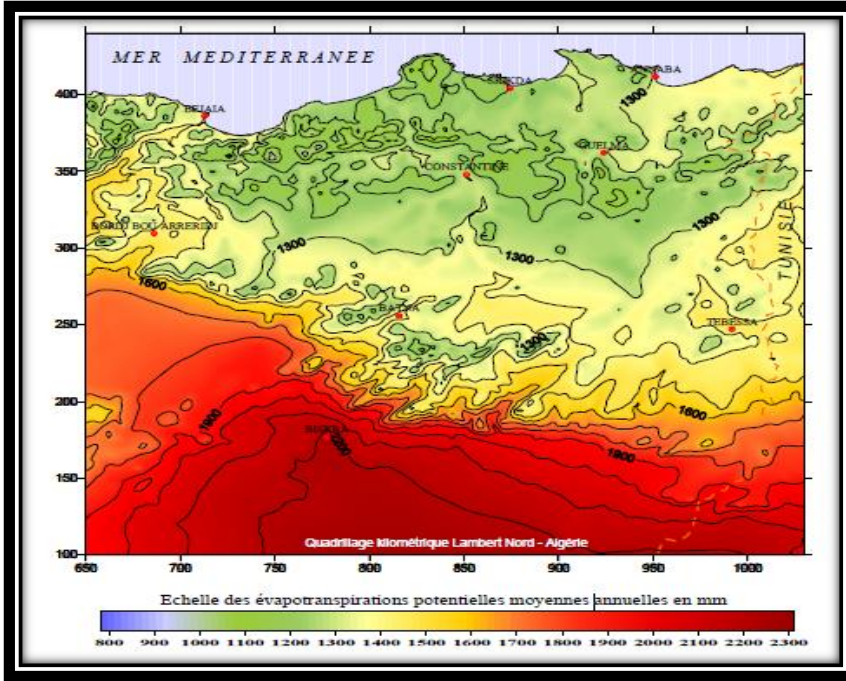
الشكل 9. التغير الشهري لمعدل الرطوبة النسبية سنة (2016/1983)



الشكل 10. التغير الشهري لمعدل الرطوبة النسبية خلال ثلاث فترات

من خلال منحنى التغير الشهري لمعدل الرطوبة تم تسجيل أعلى معدل في شهر ديسمبر و

أدنى معدل في شهر جويلية.



الخريطة 7. متوسط التبخر السنوية للشرق الجزائري (MEBARKI 2005)

4.8. الرياح

هي الحركة الأفقية للهواء.

الرياح السائدة في منطقة الدراسة هي الرياح الغربية و الشمالية الغربية حيث تبلغ سرعة

الرياح 3م/ثا. (مديرية التعمير و البناء).

9. منحنى الحراري المطري Diagramme ombrothermique de

Gausson

عرف Gausson الشهر الجاف بأنه الشهر الذي يكون متوسط مجموع الهطول الشهري

يساوي ضعف متوسط درجة الحرارة لنفس الشهر اي:

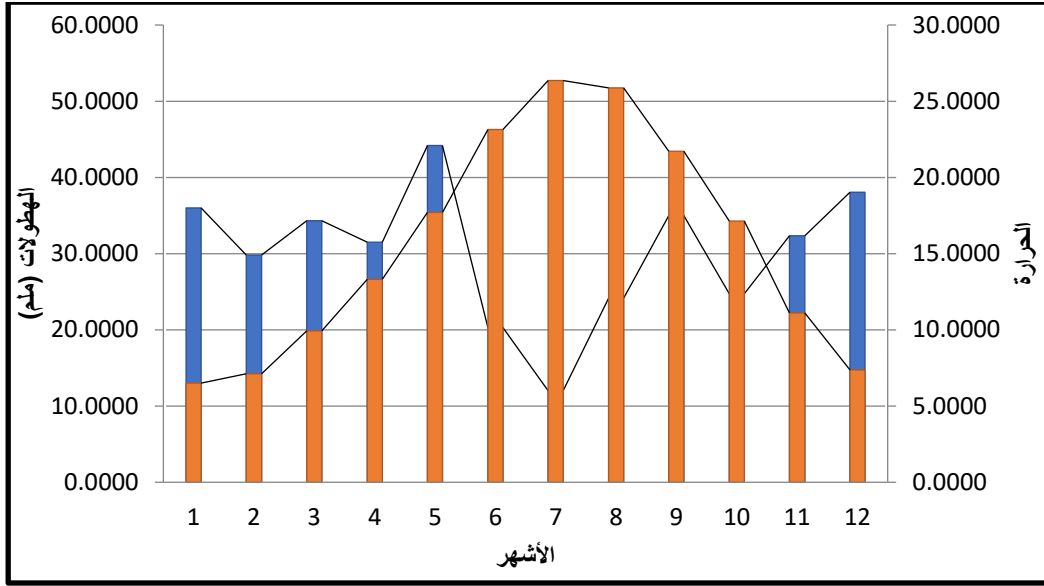
$$P=2T$$

سمحت هذه العلاقة برسم مخططات تظهر فيها توزيع فترات الجفاف و الرطوبة على مدار

العام و تعرف طول فترة الجفاف بطول المسافة المحصورة بين نقطتي تقاطع منحنى الحرارة و

الأمطار على محور السينات، بينما تعرف شدة فترة الجفاف بمساحة السطح المحصور بين منحنى

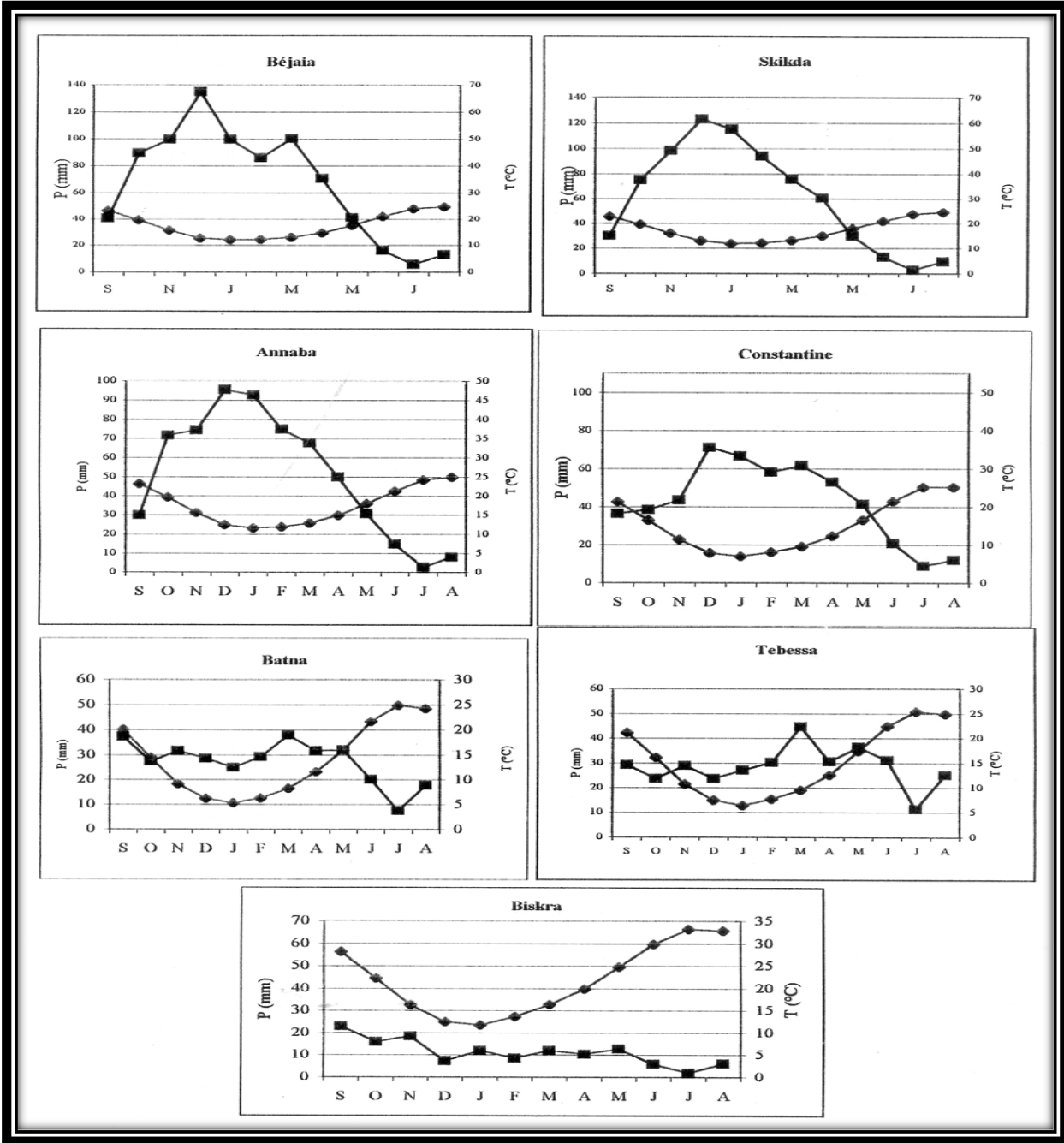
الحرارة و الأمطار، و عندما يعلو منحنى الحرارة تكون الفترة جافة، وعندما يعلو منحنى الأمطار تكون الفترة ممطرة.



الشكل 11. المنحنى الحراري المطري لمنطقة الدراسة (2016/2006)

من خلال المنحنى الحراري المطري نستنتج أن الفترة الجافة تمتد من منتصف شهر ماي

إلى شهر نوفمبر، بينما الفترة الممطرة تمتد من أواخر شهر نوفمبر إلى أوائل شهر ماي.



الشكل 12. المنحنى الحراري المطري لمنطقة الدراسة ل 7 محطات في الشرق الجزائري (MEBARKI 2005)

10. مؤشر الجفاف De Martonne

حدد 1926 DE MARTONNE مؤشر الجفاف وهو مفيد لتقييم شدة الجفاف الذي عبرت

عنه العلاقة التالية:

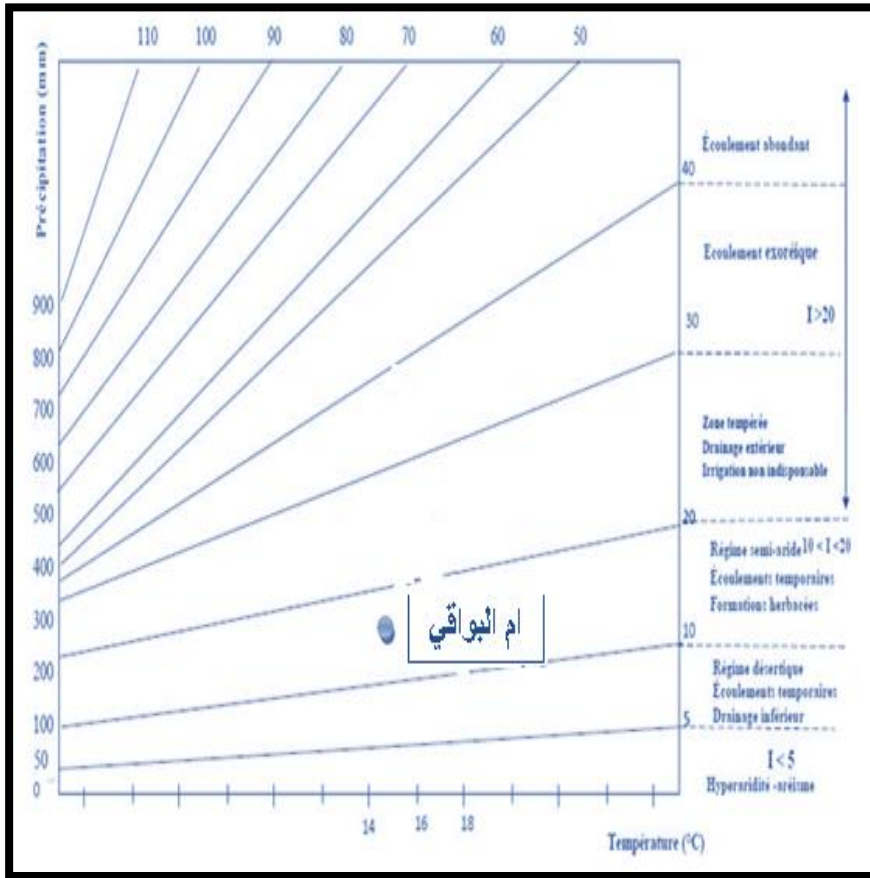
$$I = P/T + 10$$

مناخ جاف جدا	$I < 5$
مناخ صحراوي	$5 < I < 10$
مناخ شبه جاف	$10 < I < 20$
مناخ رطب	$I > 20$

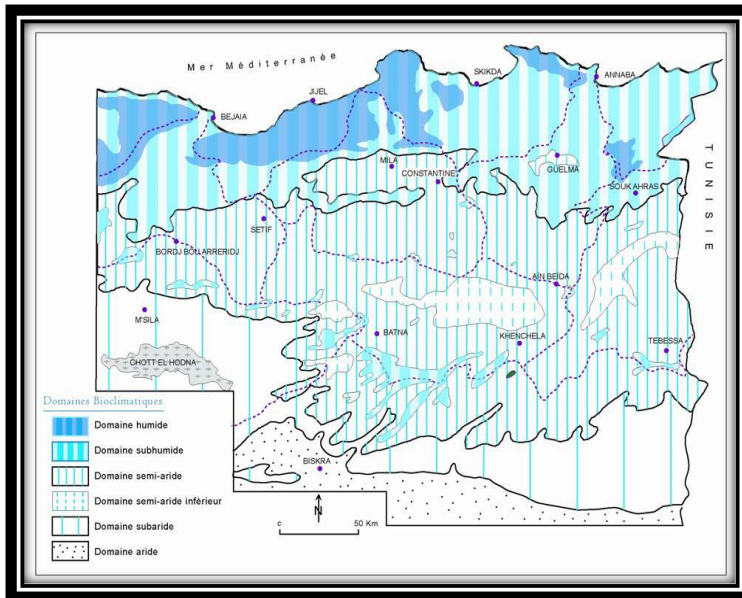
النتائج في الجدول.16. والشكل.13.

الجدول.16. مؤشر الجفاف لمنطقة الدراسة

المناخ	I (mm / °c)
مناخ شبه جاف	14.1482 1983-2016
مناخ شبه جاف	12.1124 1993-1983
مناخ شبه جاف	14.4896 2003-1994
مناخ شبه جاف	15.2015 2016-2004



الشكل 13. شدة الجفاف لمنطقة الدراسة (2016/1983)



الخريطة 8. خريطة مبسطة النطاقات المناخية للشرق الجزائري. (MEBARKI 2005)

11. النطاقات المناخية

منحني Emberger هو مؤشر يعتمد على نظام التساقط و الحرارة و يعبر عنه بالمعادلة

التالية:

$$Q2 = \frac{2000 * P}{M^2 - m^2}$$

حيث:

M : متوسط درجة الحرارة القصوى للشهر الأكثر حرارة (k°)

m :متوسط درجة الحرارة الدنيا للشهر الأقل حرارة (k°)

P:المجموع السنوي للتساقط ب ملم

$$P=362.2859 \text{ مم}$$

$$m=1.3529 \text{ °C}$$

$$M=34.6882 \text{ °C}$$

درجات الحرارة يعبر عنها بالدرجة القصوى T°K حيث:

$$T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273.2$$

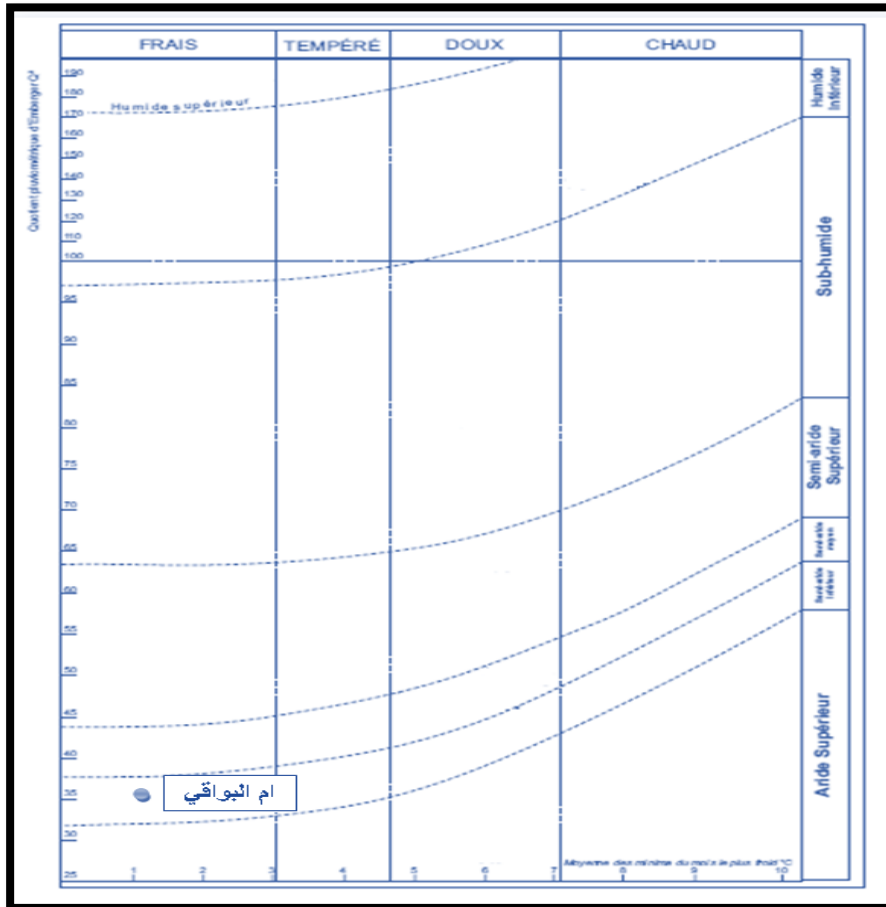
إذا:

$$309.23=M$$

$$m=274.55$$

إذا:

$$35.78=Q2$$



الشكل 14. المنحنى المناخي لمنطقة الدراسة (2016/1983)

الفصل الرابع:
الوسائل و طريقة
العمل

1. مقدمة

تهدف هذه الدراسة إلى:

- ✓ تقدير تركيز المعادن الثقيلة لأهم مصادر مياه الشرب لمدينة أم البواقي.
 - ✓ تقييم الخصائص الفيزيائية و الكيميائية لهذه المصادر.
 - ✓ العلاقة بين تركيز هذه المعادن و الخصائص الفيزيائية و الكيميائية.
 - ✓ دراسة بعض التأثيرات لهذه المعادن على تفاقم مرض السرطان في منطقة الدراسة.
 - ✓ مقارنة نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية بنتائج السنوات الماضية لمعرفة اتجاه التلوث.
 - ✓ إيجاد مصادر التلوث.
 - ✓ اقتراح حلول مناسبة لمعالجة هذه المياه.
- تناولت الدراسة إجراء تحليل تركيز لبعض المعادن الثقيلة. النحاس، الحديد، المنغنيز، الزنك. لبعض مصادر مياه الشرب لولاية أم البواقي

-E08-K18- FT2 Bis-F5BisBDJ1-BDJ2- BDJ4 - BL 6- H 6- BL

9- G 6 .7

خلال السنوات. 2015-2016-2017-2018. وإجراء تحاليل فيزيوكيميائية

NH_4^+ - NO_2^- - NO_3^- - HCO_3 SO_4^{2-} - Cl^- - Mg^{2+} - Ca^{2+} -TA-TAC-TUR-

Con-pH

لعينات المياه المأخوذة . كذلك جمع معطيات عن المعايير الفيزيوكيميائية للفترة الممتدة بين.

1998- 2018. و أيضا جمع إحصائيات عن حالات الإصابة بمرض السرطان في مناطق جمع

العينات للفترة الممتدة بين. 2014- 2017.

2. تحليل المعادن الثقيلة

تم إجراء تحليل المعادن الثقيلة في مخبر المعهد الوطني للأراضي و السقي و صرف المياه

Institut National des Sols de l'Irrigation et du Drainage

الجهاز المستعمل في قياس تركيز المعدن الثقيلة:

.Spectrophotometer AA400 perkenelmer. AdbsorptionAtomic

يقوم هذا الجهاز بتحليل المعادن مثل الصوديوم و الكالسيوم و المغنيزيوم و الرصاص و النحاس و الزئبق في العينات السائلة حيث يقوم بالتعرف على وجودها من عدمه بالإضافة إلى كميتها، و يعتمد هذا الجهاز على مبدأ الامتصاص الذري اللهب أي أن اللهب أساس في عمل هذا الجهاز، و من شروط التحليل لهذا الجهاز وجود محاليل قياسية تحتوي على هذه العناصر بكمية معروفة حتى يتسنى للجهاز تقدير نسبة العينة إضافة إلى مصادر ضوئية، لكل معدن مصدر ضوئي خاص به.

3. التحاليل الفيزيوكيميائية

تم إجراء التحاليل الفيزيوكيميائية في مخبر الموارد الطبيعية و تهيئة الأنظمة الحساسة بالاعتماد على المراجع المذكورة في الجدول 17.

وكذلك تم جمع معطيات عن المعايير الفيزيوكيميائية للمواقع من مديرية الموارد المائية بأم

البواقي

الجدول 17. يمثل الطريقة و الأدوات

المرجع	الطريقة	المعاير
(Rodier et al. 2009)	جهاز متعدد القياسا	pH درجة الحموضة
(Rodier et al. 2009)	جهاز متعدد القياسا	الناقلية الكهربائية
(Rodier et al. 2009).	جهاز متعدد القياسا	العكورة

(FRANCK 2002)	المعايرة EDTA'إبستخدم	الصلاية
(Rodier et al. 2009).	المعايرة	TACقلوية
(Rodier et al. 2009)	المعايرة EDTA'إبستخدم	الكالسيوم
(Rodier et al. 2009)	Mohr, spectrométrie	الكلور
(Rodier et al. 2009)	d'absorption moléculaire	الكبريتات
(Rodier et al. 2009)	spectrométrie	الحامضية
(Rodier et al. 2009)	d'absorption moléculaire	النترات
(FRANCK 2002)	spectrométrie d'absorption moléculaire	الأمنيوم

4. الدراسة الإحصائية

يبحث علم الإحصاء في طرائق جمع البيانات وتحليلها وتفسيرها من خلال مجموعة من الطرائق الرياضية أو البيانية. وتهدف هذه العملية إلى وصف متغير أو مجموعة من المتغيرات من خلال مجموعة من البيانات والتوصل بالتالي إلى قرارات مناسبة تعمم على المجتمع الذي أخذت منه هذه العينة.

قد نحتاج في كثير من الأحيان لتلخيص البيانات في جداول متقاطعة مكونة من صفوف وأعمدة

انزجت الدراسة الاحصائية للمعاير الفيزيوكيميائية لأربعة معادن ثقيلة. النحاس، الحديد، المنغنيز، الزنك. باستخدام مقاييس النزعة. المركزية و مقاييس التشتت و شكل التوزيع عن طريق برنامج SPSS.

وبهدف مقارنة متوسطات تم الاعتماد على تحليل التباين ANOVA عن طريق برنامج SPSS.

و لدراسة العلاقة بين متغيرين تم الاعتماد على تحليل العنصر الرئيسي. ACP. عن طريق برنامج SPSS.

5. دراسة الارتباط

لدراسة الارتباط للمعاير الفيزيوكيميائية تم الاعتماد على:

تخطيط باير هو تمثيل بياني في الكيمياء لعينة أو عينات ماء. حيث تنتشر الكاتيونات والأنيونات بشكل ثلاثي، حيث ترتبط كاتيونات الكالسيوم، المغنيسيوم والصوديوم إضافة إلى كاتيونات البوتاسيوم، والتجمعات الرئيسية لأنيونات السلفات، الكلوريد والكربونات إضافة إلى أنيون كربونات الهيدروجين لتكون قطعتين ثلاثيتين على الألماس.

و من خلال الرسم البياني Schöeller-Berkaloff و مخطط stiff و مخطط Stabler-Collins الذي يتم استخدامه لتحديد الفروق المختلفة بين المواقع (القلوية، أملاح الأحماض القوية)

كذلك لدراسة الارتباط للمعاير الفيزيوكيميائية تم الاعتماد على مقاييس جودة التالية:

مقياس جودة المياه الجوفية GWQI

مؤشر المعادن الثقيلة MI

الفصل الخامس: النتائج و المناقشة

1. النتائج و المناقشة

1.1. درجة الحموضة pH

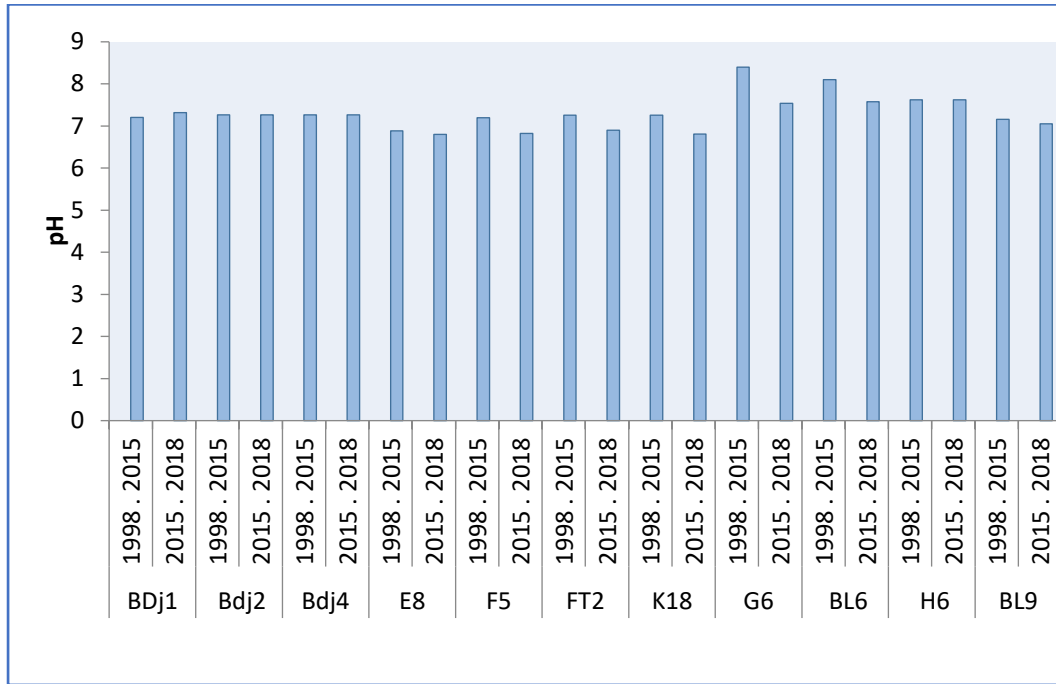
يعتبر تعيين pH الوسط قياسا لتركيز شوارد الهيدروجين في الماء ، وبالتالي فانه مهم جدا لكونه ناتج عن عدد كبير من التوازنات الكيميائية في الوسط المائي .(الحايك 1989).

درجة الحموضة هي اللوغاريتم العشري السالب لنشاط ايونات الهيدروجين في الماء ويعبر عنها بالأرقام من (0-14) حيث الأرقام الأقل من 7 تشير الى مياه حامضية والاكثـر من 7 تشير الى مياه قاعدية الرقم 7 فهو للمياه المتعادلة وهو درجة الحموضة الأمثل للمياه العذبة .والمياه الصالحة للاستهلاك البشري تتراوح درجة حموضتها ما بين 6,5 - 8,5 كما ورد في الخطوط الاسترشادية لمنظمة الصحة العالمية(الريماوي 2004).

تراوحت قيم الأس الهيدروجيني لمياه الأنقاب ما بين (6.86 – 7.96) حسب الجدول.18. و هذه النتائج تبين أن جميع القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها من طرف منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب (OMS) المقدر بـ (6.5-8.5) أما التغير في القيم الشكل.15. فهو ناتج من العديد من التوازنات الكيميائية و الفيزيائية في الوسط المائي. و ناتج عن كمية الأمطار المتساقطة حيث تتفاعل الأمطار مع ثاني أكسيد الكربون مما يؤدي الى إطلاق أيون البيكاربونات وزيادة القاعدية. كما تتعلق بالطبيعة الجيولوجية للأنقاب (الحايك 1989) .

الجدول.18. قيم الرقم لهيدروجيني pH للمواقع في الفترة الممتدة بين 1998-2018

BL9	H6	BL6	G6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
7,105	7,7122	7,7511	7,9683	7,132	7,148	7,128	6,868	7,06	7,235	7,2417	الوسط الحسابي
7,105	7,6866	7,67	7,9683	7,1	7,16	7,2	6,85	7,13	7,205	7,275	الوسيط
0,07778	0,10732	0,31625	0,61047	0,26527	0,16346	0,17239	0,07155	0,23345	0,10691	0,27375	الانحراف المعياري
7,05	7,62	7,48	7,54	6,81	6,9	6,82	6,8	6,83	7,17	6,95	أقل قيمة
7,16	7,83	8,1	8,4	7,55	7,36	7,22	6,99	7,38	7,45	7,68	أكبر قيمة
6.5 - 8.5											القيمة المعياري



الشكل 15. التغير في قيم pH في الأنخاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

2.1. الناقلية الكهربائية

تعرف الناقلية الكهربائية بأنها ناقلية عمود من الماء محصور بين قطبين مكونين من صفتين 1سم، ويعبر عنها بميكرو سيمنس /سم. تنتج الناقلية العالية عن إرتفاع نسبة الملوحة بسبب فعل طبيعي أو بفعل مياه الصرف المقذوفة بالوسط المائي (الحايك 1989).

قيمة التوصيل الكهربائي للمياه الطبيعية في المسطحات المائية المختلفة تزيد عن

الصفر (السعدي 2006a).

بينت النتائج في الجدول 19. أن قيم الناقلية الكهربائية في أغلب المواقع تجاوزت القيمة

المسموح بها (1500 us/cm) حسب منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب حيث تراوحت بين

($1354.44 \text{ us/cm} - 3147.00 \text{ us/cm}$) و يعود هذا الارتفاع إلى زيادة تركيز الأملاح

الذائبة وذلك لتماس الماء مع التربة (الكندي 2009). و يعود ذلك إلى العناصر العضوية الموجودة

في الماء و الأملاح المعدنية المنحلة (Belghiti et al. 2013)

ويفسر زيادة الناقلية الكهربائية بأنه كلما زادت درجة الحرارة وكمية الأملاح المذابة زادت

التوصيلة الكهربائية (حسين 2012).

ويعود تفاوت في تركيز الناقلية بين المواقع كما هو مبين في الشكل 16.. إلى مكان تواجد

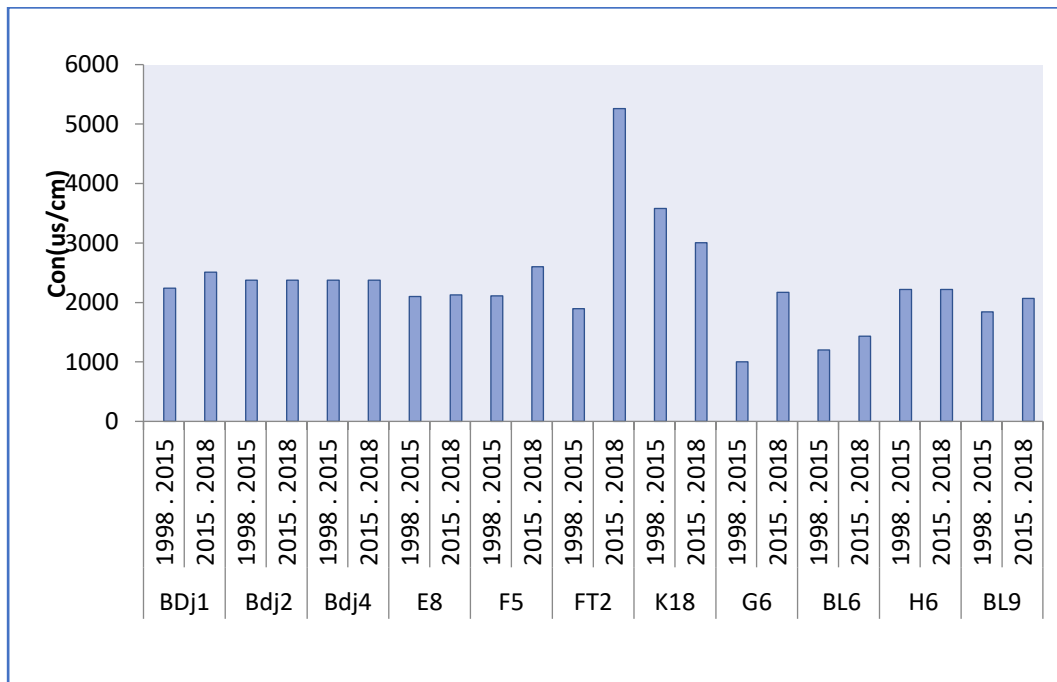
النقب

ويفسر الارتفاع الكبير للناقلية في بعض المواقع بأن pH هذه المواقع حامضي مما يؤدي

إلى ذوبان الأيونات.

الجدول 19. قيم الناقلية الكهربائية للأنخاب في الفترة الممتدة بين 1998-2018

BL9	H6	BL6	G6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
1953,335	2043,333 333	1354,443 333	1585	3147	2457,5	2658,833 333	2102,333 333	2262,4	2350,5	2328,833 333	الوسط الحسابي
1953,335	1990	1413,33	1585	3480	2060	2920	2300	2180	2295	2325	الوسط
160,2798 941	156,9500 982	135,0027 023	827,314 934	613,5011 002	1411,11 215	500,7476 077	404,9660 068	189,522 558	189,0119 044	256,7102 777	الانحراف المعياري
1840	1920	1200	1000	1956	1245	1670	1288	2070	2200	1900	أقل قيمة
2066,67	2220	1450	2170	3480	5260	2920	2300	2562	2723	2630	أكبر قيمة
1500us/cm											القيمة المعيار



الشكل 16. التغير في قيم الناقلية الكهربائية في الأنخاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

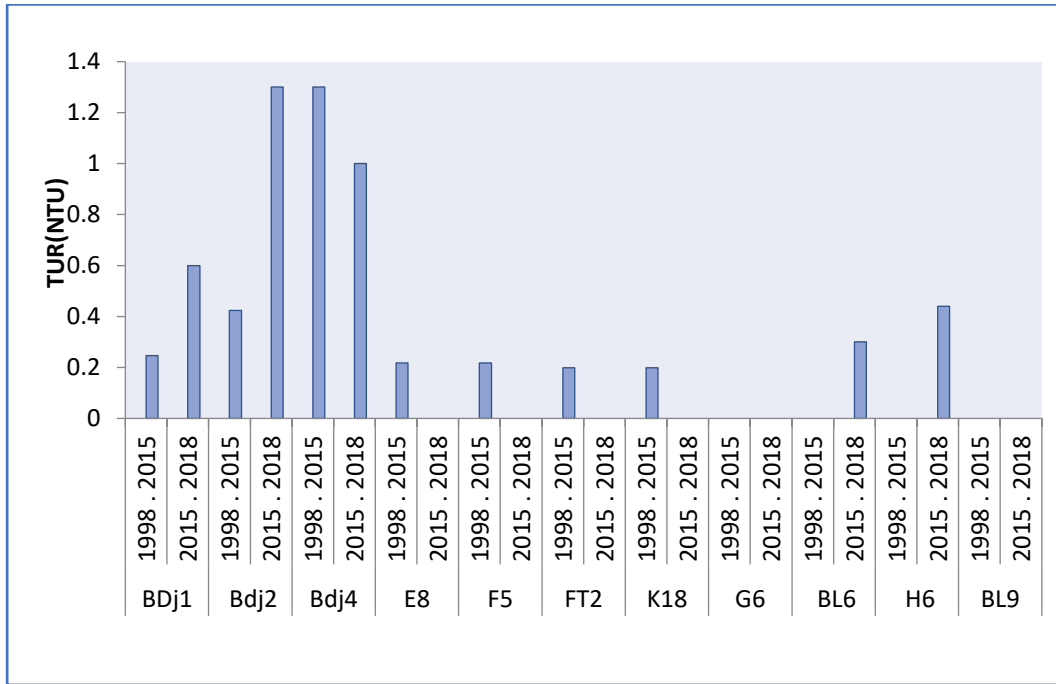
3.1. العكورة

تعبر العكورة بشكل عام عن قياس درجة الصفاء لعينة الماء، ويعتمد قياس العكورة على طول مسار الضوء خلال عينة الماء ووحدة قياسها هي (Néphélémétrie Turbidity Unit) وللعكورة أهمية كبيرة لتحديد مدى صلاحية المياه للشرب والاستعمالات المنزلية، وفي حالة وجود عكورة في المياه يكون احتمال وجود بعض الممرضات كبير حيث يمكن احتواء هذه الممرضات في الفراغات الدقيقة جدا في المواد الغروية او المعلقة. في حالة وصول عكوره المياه إلى خمس وحدات NTU فإنه لا يسمح باستخدامها للشرب (الريماوي 2004).

تراوحت قيم العكارة بين (NTU 0.199 – NTU 3)، كما هو مبين في الجدول 20. حيث أن هذه القيم في أغلب المواقع لم تتجاوز الحد الأقصى المسموح به من طرف منظمة الصحة العالمية OMS (1 NTU) ، ويعود هذا الانخفاض في نسبة العكارة إلى انخفاض نسبة المواد الغير مذابة (السعدي 2006b).

الجدول 20. قيم العكورة في الأنخاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

H6	BL6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
0,44	3	0,706	0,1992	0,3724	0,2172	0,66	1,775	0,335	الوسط الحسابي
0,44	3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,635	1,96	0,26	الوسيط
		0,9078436	0,0017889	0,1618913	0,2620672	0,4521799	1,0214206	0,180647	الانحراف المعياري
0,44	3	0,3	0,196	0,3	0,1	0,27	0,56	0,22	اقل قيمة
0,44	3	2,33	0,2	0,662	0,686	1,1	2,62	0,6	اكبر قيمة
1 NTU									القيمة المعياري



الشكل 17. التغير في العكورة في الأنقاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

4.1. الصلابة

الصلابة أو ما يعرف بالعسر المائي وهو ما تسببه كل من الكربونات وبكربونات الكالسيوم

والمغنيسيوم.

من خلال. و الجدول 21. تراوحت قيمة الصلابة لمياه الانقاب ما بين (58°F -

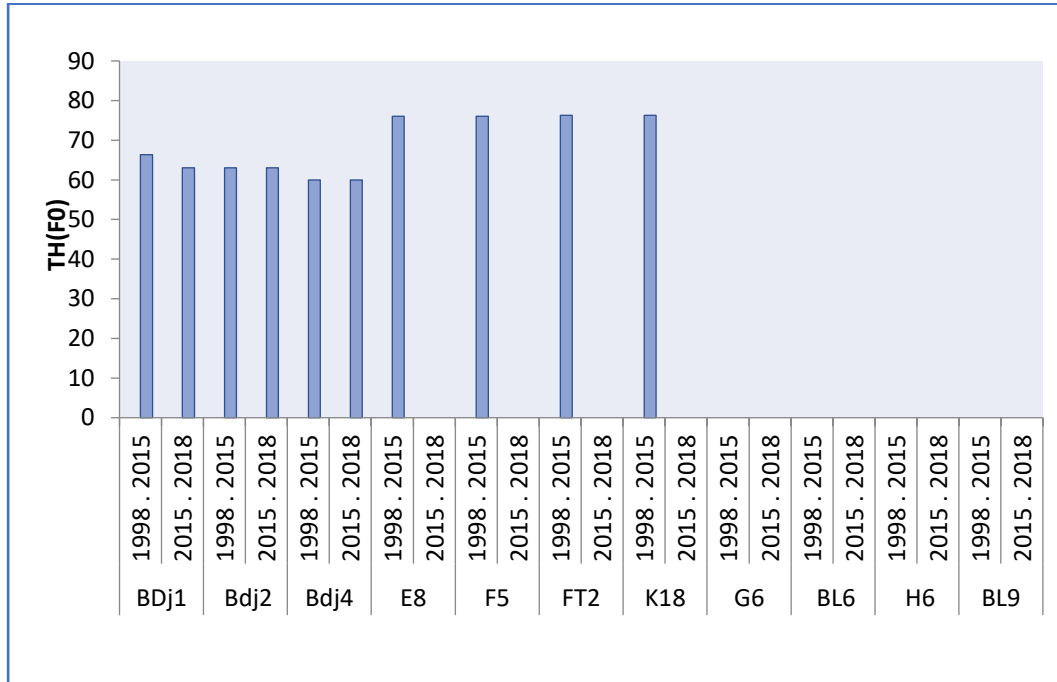
76.25°F) وهذه النتائج تبين ان جميع قيم الصلابة تجاوزت القيم المسموح بها (20°F - 30°F).

ويعود ارتفاع قيم الصلابة إلى ارتفاع نسبة الملوحة وترتبط كذلك مع تراكيز الكالسيوم

والمغنيزيوم.

الجدول 21. قيم الصلابة في الأنقاب في الفترة الممتدة بين 1998-2018

K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
73	76,25	72	76	58	58	65	الوسط الحسابي
73	76	72	76	58,5	59	64	الوسيط
0	0,5	0	0	2,4494897	4,3204938	6,595453	الانحراف المعياري
73	76	72	76	55	52	55	اقل قيمة
73	77	72	76	60	62	71	اكبر قيمة
F° 30-20 F°							القيمة المعياري



الشكل 18. التغير في الصلابة في الأنقاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

5.1 القلوية TAC

المركبات القلوية تساهم في التأثير على درجة حموضة المياه وتغييرها، والتلوث بها يؤدي

إلى تكون الأملاح مثل كربونات وبيكربونات وهيدروكسيدات والكلوريدات.

من خلال الجدول 22. تراوحت قيم القلوية لجميع الانقاب الشرب ما بين (30.40°F-

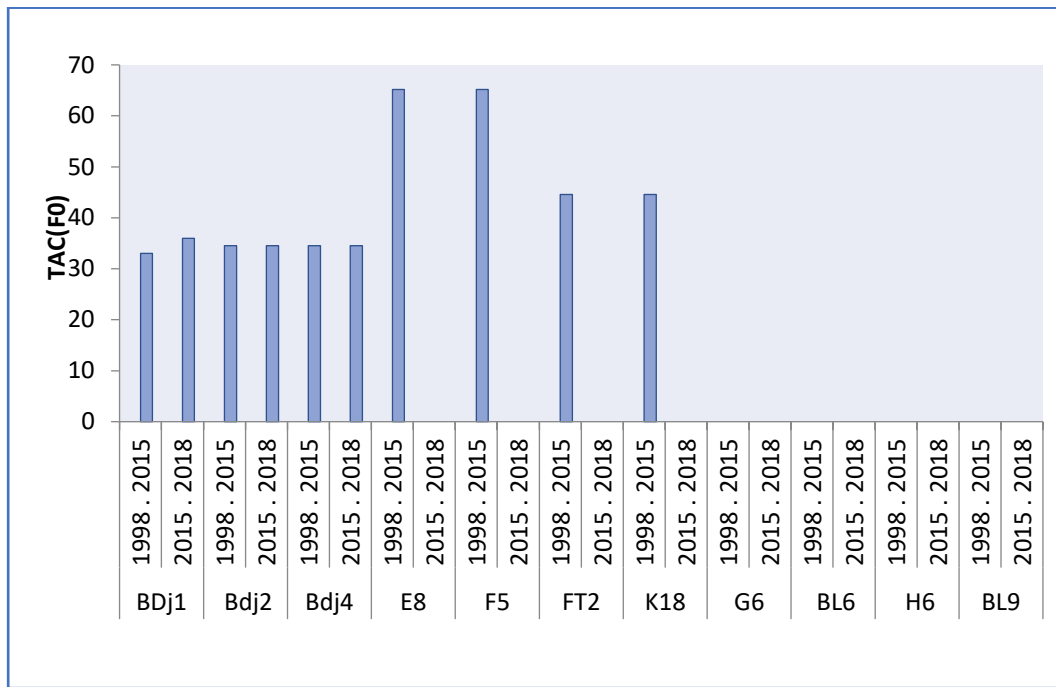
20.65°F) حيث نلاحظ ان هذه القيم في العديد من المواقع تجاوزت الحدود المسموح بها من

طرف منظمة الصحة العالمية (350مغ/ل) و هذا يعود إلى الطبيعة الكلسية و التركيبية

الجيولوجية (Rodier et al. 2009).

الجدول.22. قيم القلوية في الأنقاب في الفترة الممتدة بين 1998-2018

K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
54,2	44,6	45,2	65,2	34,56	30,4	34,2	الوسط الحسابي
38	26	32	52	35	25	33	الوسط
36,224301	41,590864	29,516097	29,516097	6,1047522	7,4027022	1,7888544	الانحراف المعياري
38	26	32	52	25	25	33	اقل قيمة
119	119	98	118	42	39	37	اكبر قيمة
350مغ/ل							القيمة المعياري



الشكل.19. التغير في القلوية في الأنقاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

6.1 الكالسيوم

يعد من الأيونات الموجبة الشحنة الموجودة في المياه الجوفية، فهو ذو أهمية كبيرة في المياه

بسبب اعتماد الصلابة الكلية على تركيزه

بينت النتائج في الجدول.23. أن قيم الكالسيوم تراوحت بين (مع/ل 91.45 -

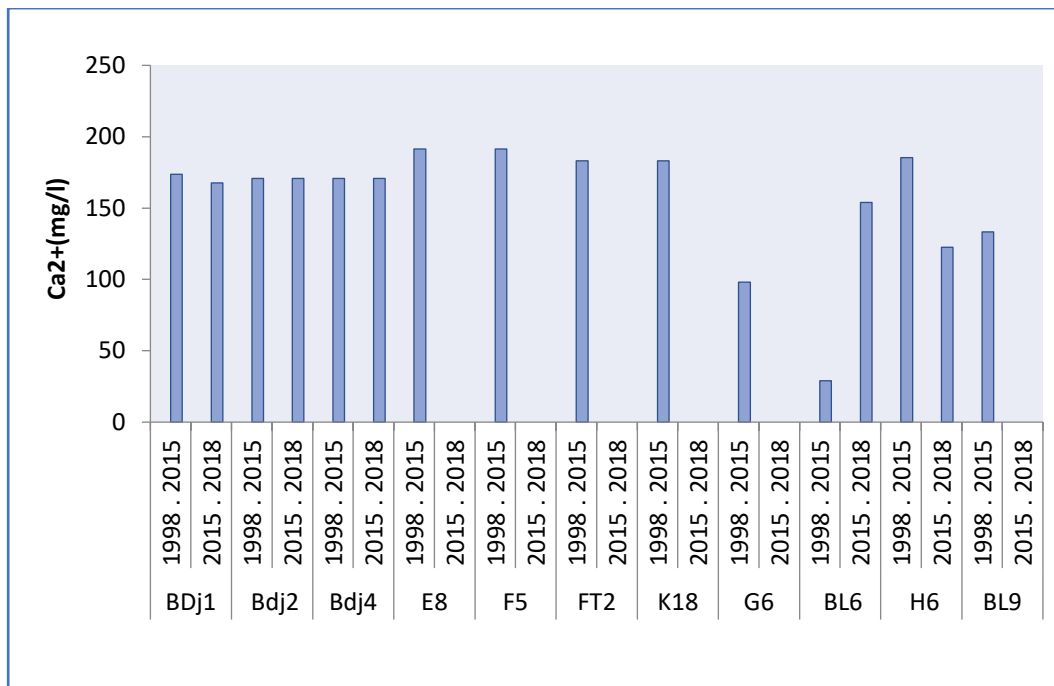
191.400مع/ل) و هذه القيم لم تتجاوز القيمة المسموح بها من طرف منظمة الصحة العالمية

(200 مع/ل) و يعود هذا الارتفاع القليل في قيم الكالسيوم إلى الطبيعة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

والمتمثلة في الصخور الكلسية و الجبسية (Rodier et al. 2009).

الجدول.23. قيم الكالسيوم في الأنخاب في الفترة الممتدة بين 1998-2018

BL9	H6	BL6	G6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
133,27	154,02	91,45	98	140,6	183,2	168,2	191,4	161	155,43333	171,73333	الوسط الحسابي
133,27	154,02	91,45	98	128	180	170	188	156	168	185	الوسيط
	44,378022	88,317637		28,174457	7,1554175	4,0249224	7,6026311	11,090537	35,17736	26,512387	الانحراف المعياري
133,27	122,64	29	98	128	180	161	188	152	84	126	اقل قيمة
133,27	185,4	153,9	98	191	196	170	205	177	176	193	اكبر قيمة
200 مع/ل											القيمة المعياري



الشكل.20. التغير في الكالسيوم في الأنخاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

7.1. شوارد المغنيزيوم

هو عنصر ضروري لتفاعلات الأيض عند الإنسان لا يؤثر سلبا على صحته، يساعد على

نمو البكتيريا و تكاثرها مما يحدث تغيير في المذاق وتعكر المياه الصالحة للشرب قيمة المتغير

يجب ألا تتعدى 0,01 غ/ل في ماء الشرب (خليل 2003a).

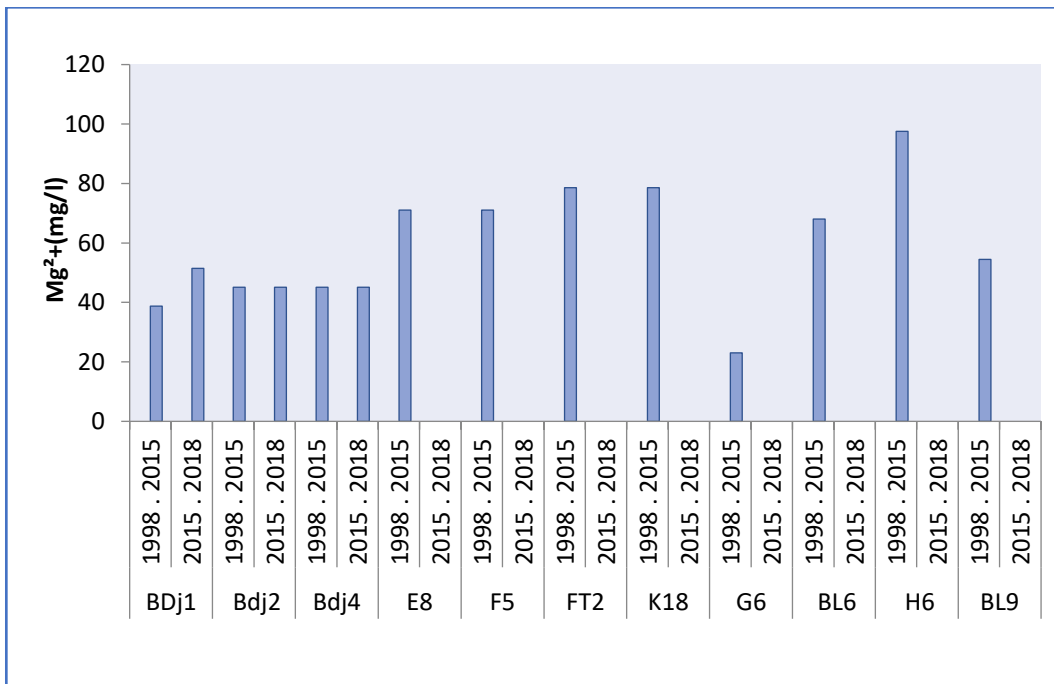
بينت النتائج في و الجدول.24. أن قيم الكالسيوم تراوحت بين (23مع/ل. - 97,56مغ/ل)

و هذه القيم لم تتجاوز القيمة المسموح بها من طرف منظمة الصحة العالمية (150 مع/ل) و يعود

هذا الارتفاع القليل في قيم المغنيزيوم إلى الطبيعة الجيولوجية لمنطقة الدراسة.

الجدول.24. قيم المغنيزيوم في الأنخاب في الفترة الممتدة بين 1998-2018

BL9	H6	BL6	G6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
54,48	97,56	68	23	87,8	78,6	70,2	71	49,25	46,131667	42,993333	الوسط الحسابي
54,48	97,56	68	23	98	77	72	69	52,8	39,395	40	الوسيط
				22,807893	3,5777088	4,0249224	4,472136	7,8649539	29,344369	14,834024	الانحراف المعياري
54,48	97,56	68	23	47	77	63	69	38,45	24	20	اقل قيمة
54,48	97,56	68	23	98	85	72	79	58	103	63	اكبر قيمة
150مغ/ل											القيمة المعياري



الشكل.21. التغير في قيم المغنيزيوم في الأنخاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

8.1. شوارد الكلور

وهو الايون الأكثر شيوعا وتركيزا في المياه الجوفية (Hem 1985) ويتفاوت تركيزه في

المياه من منطقة لأخرى اعتمادا على الوضع الجيولوجي والهيدرولوجي للخران الجوفي والصخور

التي تجري فوقها المياه السطحية. والتراكيز المرتفعة للكلوريد ما بين 250 و350 جزء من المليون تجعل المياه غير مستساغة للاستعمال المنزلي و الزراعي .(الريماوي 2004).

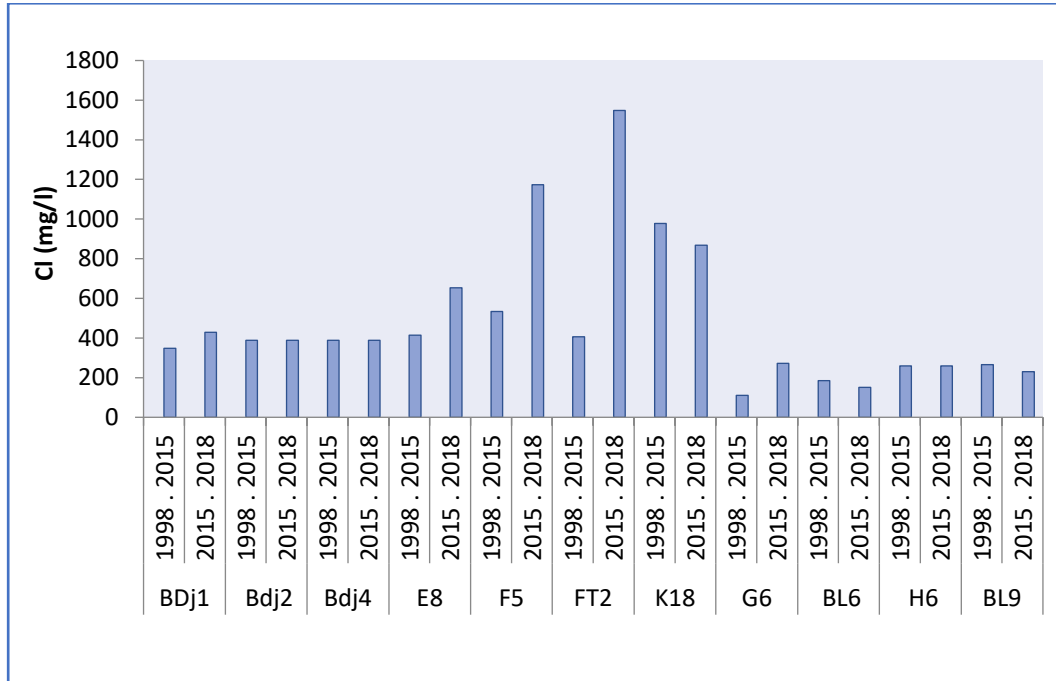
تراوحت قيم تركيز الكلور لمياه الأنقاب ما بين (162.25مغ/ل – 750.3433مغ/ل) كما هي مبينة في الشكل.8.5. و هذه النتائج تبين أن بعض القيم تجاوزت الحد المسموح به من طرف منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب و المقدرة بـ 250مغ/ل و هذا راجع إلى المبيدات الحشرية المستعملة في النشاط الزراعي باعتبار الأنقاب تقع في الأراضي الزراعية

من خلال الشكل.8.5. نلاحظ أن قيم الكلوريد كانت أكبر بكثير من القيمة المسموح بها من طرف الجريدة الجزائرية الرسمية (2015) (500مغ/ل) في بعض المواقع يوجد الكلور في معظم المصادر المائية تحت الظروف الطبيعية نتيجة لذوبان الصخور الرسوبية والنارية في الماء(جبيرالحياني 2009) ،كما نلاحظ ان هناك تغير في تركيز الكلور بين المواقع كما هو مبين في الجدول.25. ويعود هذا التفاوت إلى التركيب الجيولوجي للخزان الجوفي(الريماوي 2004).

الجدول.25. قيم الكلور في الأنقاب في الفترة الممتدة بين 1998-2018

BL9	H6	BL6	G6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
247,875	210,916 67	162,25	191,083 5	750,343 33	597,166 67	664,833 33	453,7	462,6	371	374,76667	الوسط الحسابي
247,875	195,25	159,75	191,083 5	712	390	540	421	402	368	368,5	الوسط
24,2184 07	43,4240 24	21,6087 367	114,669 39	65,4125 62	467,050 5	253,236 98	98,7897 77	106,8658	141,189 23	47,432549	الانحراف المعياري
230,75	177,5	142	110	710	390	540	385	370	175	326,6	اقل قيمة

265	260	185	272,167	868,56	1548	1173	653,2	579	579	430	اكبر قيمة
250مغ/ل											القيمة المعيار



الشكل.22. التغير في قيم الكلور في الأنخاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

9.1 شوارد الكبريتات

المصدر الطبيعي للكبريتات هو مياه الأمطار (Ghazali and Zaid 2013). إما مصدرها في المياه الجوفية أو السطحية نوبان طبقات الجبس من خلال مرور المياه فوق الطبقات الصخرية الحاوية على الجبس أو تأكسد الكبريتات مثال : كبريتيد الحديد (الريماوي 2004).

تحدد المنظمة العالمية للصحة نسبة الكبريتات في مياه الشرب بمقدار 400.200 مغ / ليتر (الحايك 1989)

تراوحت قيم السلفات بين (128.6666مغ/ل - 275.5110مغ/ل) كما هو مبين في. و الجدول.26. وهذه القيم تنتمي إلى المجال المسموح به من طرف منظمة الصحة العالمية (250 مغ/ل) ماعدى في موقع H6.

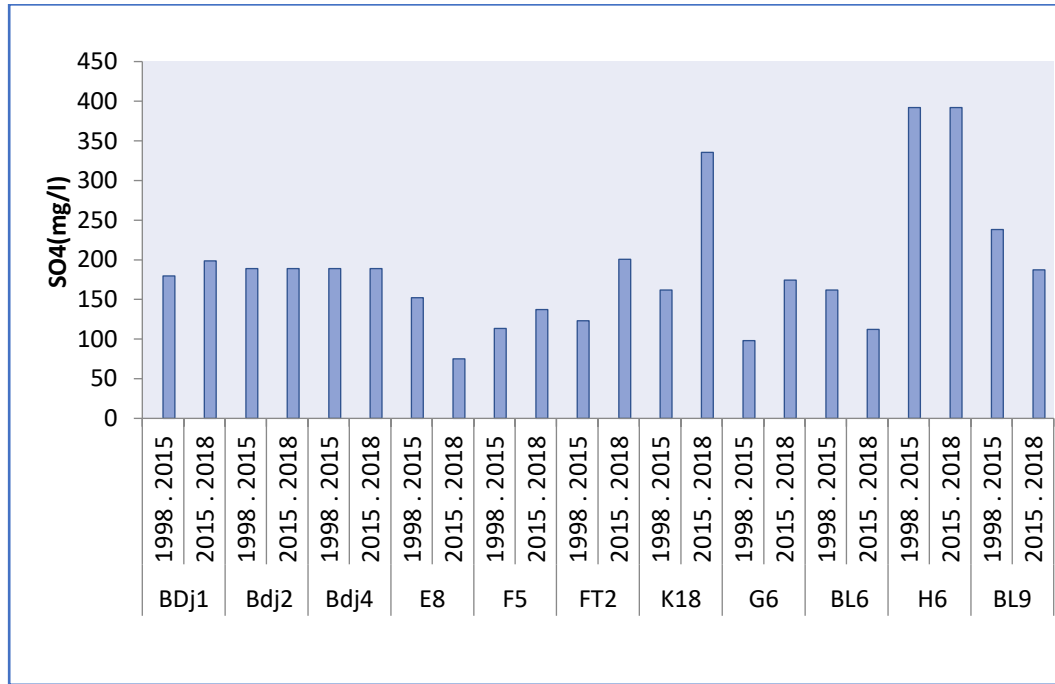
إن مصدر الكبريتات في منطقة الدراسة ناتج عن إذابة مكونات التربة الجبسية (محمود،

2008) وهذا راجع إلى التبادل الأيوني بين أيون الكبريتات الموجود في التربة وأيون الماء (الكندي

2009). و نتيجة لغسل التربة بمياه الأمطار المتساقطة على منطقة الدراسة (محمود 2009)

الجدول.26. قيم الكبريتاتفي الأنقباب في الفترة الممتدة بين 1998-2018

BL9	H6	BL6	G6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
384,3	298,9	244	336	400,2	282,6	335,8	436,2	421,18	390,43333	390,5	الوسط الحسابي
384,3	298,9	244	336	464	317	390	634	425	384,3	403	الوسط
				142,66114	76,920738	121,19488	270,87672	74,434616	93,905094	68,688019	الانحراف المعياري
384,3	298,9	244	336	145	145	119	134	305	305	256	أقل قيمة
384,3	298,9	244	336	464	317	390	634	512,4	488	451,4	أكبر قيمة
250 مغ/ل											القيمة المعياري



الشكل.23. التغير في قيم الكبريتات في الأنقباب للفترة الممتدة بين 1998-2018

10.1. الكربونات الحامضية HCO^3

تراوحت قيم الكربونات الحامضية لمياه الأنقاب ما بين (244.00مغ/ل - 436.200مغ/ل) كما هو مبين في و الجدول.27. و هذه النتائج تبين أن جميع القيم المتحصل عليها تقع ضمن الحدود المسموح

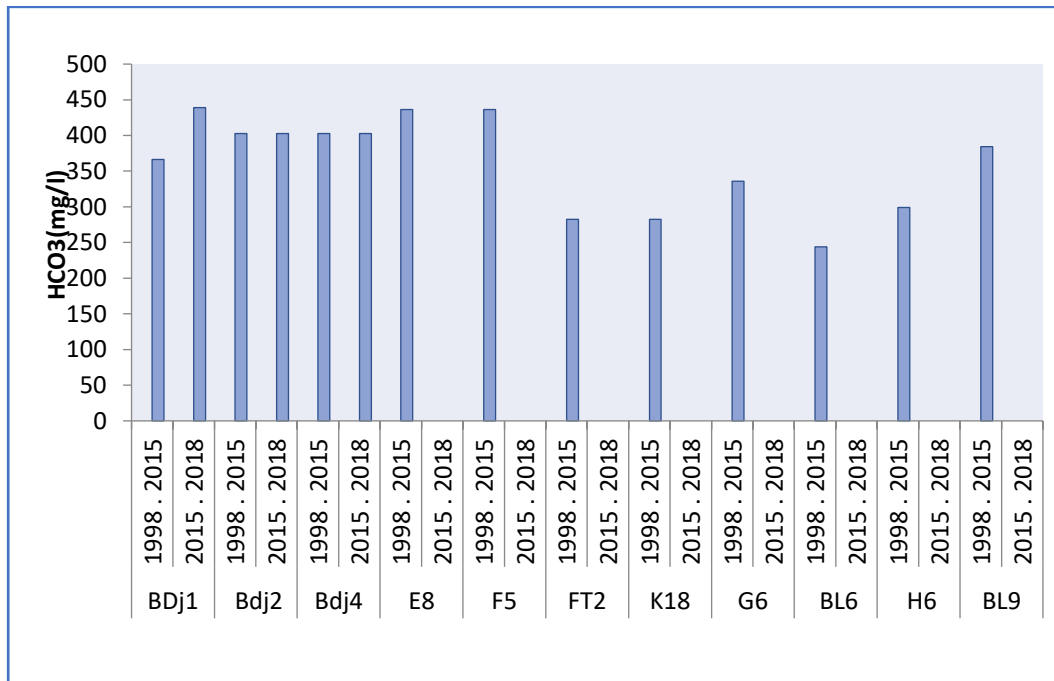
بها من طرف منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب (OMS) المقدرة 1000مغ/ل

(Rodier et al. 2009) يرجع التغير في القيم بين المواقع إلى تصريف المجاري في موقعها الأصلي

و التخلص من النفايات الصلبة.

الجدول.27. قيم الكربونات الحامضية في الأنقاب في الفترة الممتدة بين 1998-2018

BL9	H6	BL6	G6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
384,3	298,9	244	336	400,2	282,6	335,8	436,2	421,18	390,43333	390,5	الوسط الحسابي
384,3	298,9	244	336	464	317	390	634	425	384,3	403	الوسيط
				142,66114	76,920738	121,19488	270,87672	74,434616	93,905094	68,688019	الانحراف المعياري
384,3	298,9	244	336	145	145	119	134	305	305	256	اقل قيمة
384,3	298,9	244	336	464	317	390	634	512,4	488	451,4	اكبر قيمة
1000مغ/ل											القيمة المعياري



الشكل. 24. التغير في قيم الحامضية في الأنقاب للفترة الممتدة الكربونات بين 1998-2018

11.1. شوارد النترات

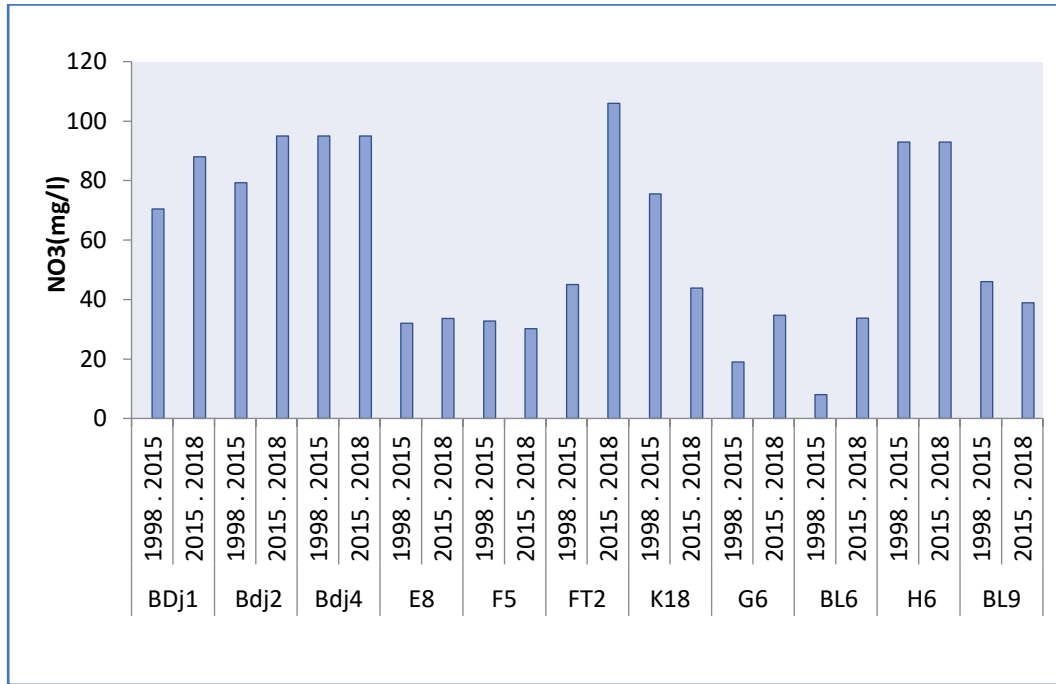
توجد في حالتها الطبيعية وذائبة في التربة ، النترات تخترق التربة والمياه الجوفية كما تصرف في المجاري المائية (Ghazali and Zaid 2013). فقد ظهر في الفترة الأخيرة اهتماما كبيرا بمشكلة تواجد النترات في المياه السطحية والجوفية على حد سواء ، وذلك بعد أن أثبتت الأبحاث الطبية مضار النترات على الصحة وخاصة الأطفال الرضع حيث أنها تسبب حالة اختناق نتيجة نقص الأكسجين في الدم بسبب تحول النترات إلى نترات داخل الجهاز الهضمي .(الحايك 1989)

. من خلال الجدول 28. نلاحظ تراوح قيم النترات بين (26.8508مغ/ل- 78.1666مغ/ل) وقد تجاوزت في بعض المواقع الحد المسموح به (50مغ/ل) من طرف منظمة الصحة العالمية

زيادة في تركيز النترات مع مرور السنوات وذلك يرجع لوجودها في مناطق زراعية حيث يقوم المزارعون برش الأسمدة الغير عضوية والحيوانية وبعد الري يمكن أن يرشح النتروجين ، فضلا عن استخدام سكان الريف كثيرا للحفر الفنية للتخلص من مياه صرفهم التي يمكن أن تكون مصدر للنترات التي تصل الى المياه الجوفية (السعدي 2006b)

الجدول 28. قيم النترات في الأنخاب في الفترة الممتدة بين 1998-2018

BL9	H6	BL6	G6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
42,4428	57,0877 67	25,1448	26,8508 5	38,48	59,6716 67	59,02333 3	38,9383 33	65,4	78,1666 67	76,3333 33	الوسط الحسابي
42,4428	39,87	31,9944	26,8508 5	33,44	45	63	32	65	79	83	الوسيط
5,030640 5	31,1096 7	14,9474 468	11,1027 79	19,6376 78	25,1480 18	14,60066	16,2099 6	6,50384 5	19,3743 82	21,4538 26	الانحراف المعياري
38,8856	38,3933	8	19	23	45	30,14	32	59	42	33	اقل قيمة
46	93	35,44	34,7017	72	106,03	72	72	72	95	91	اكبر قيمة
50مغ/ل										القيمة المعياري	



الشكل.25. التغير في قيم النترات في الأنخاب للفترة الممتدتين 2018-1998

12.1. شوارد النتريت

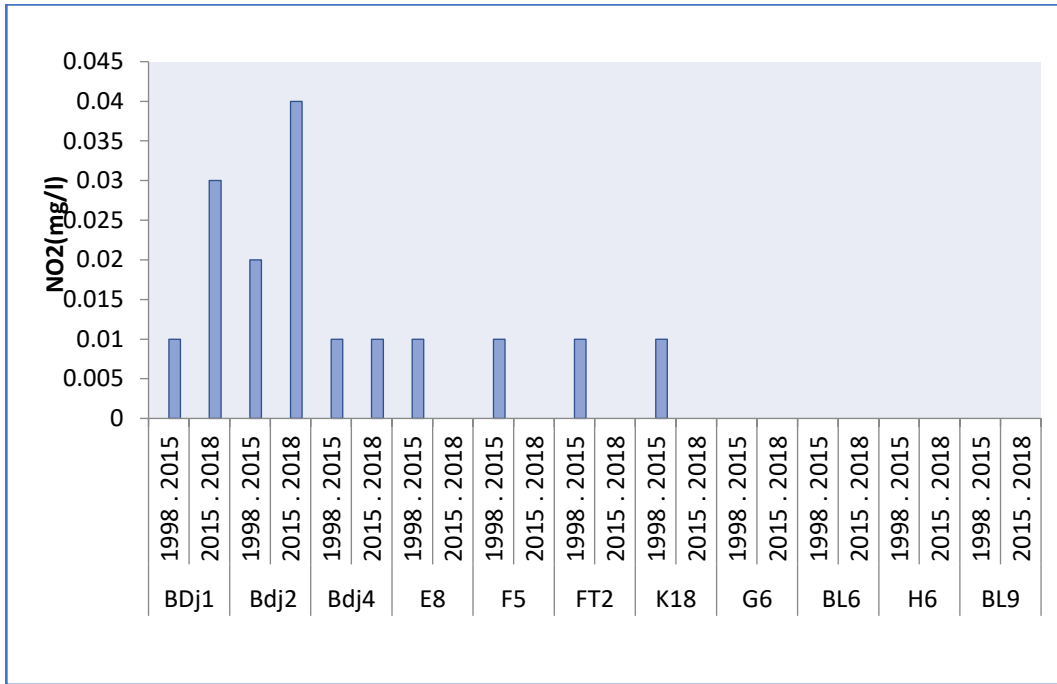
تمثل شوارد النتريت مرحلة انتقالية بين شوارد النترات وشوارد الأمونيوم ضمن عملية الأكسدة والإرجاع لهما، بسبب وجود كمية كبيرة من شوارد النتريت في الماء حالة انخفاض الضغط عند الكبار وحالة اختناق عند الرضع. (الحايك 1989).

من خلال الجدول.29. نلاحظ تراوح قيم النترات بين (0.01مغ/ل - 0.04مغ/ل) وهي لم

تتجاوز الحد المسموح به (0.1مغ/ل) من طرف منظمة الصحة العالمية

الجدول.29. التغير في قيم النتريت في الأنخاب للفترة الممتدتين 2018-1998

K18	FT2	Bdj2	BDj1	
0,01	0,01	0,04	0,03	الوسط الحسابي
0,01	0,01	0,04	0,03	الوسط
0,01	0,01	0,04	0,03	اقل قيمة
0,01	0,01	0,04	0,03	اكبر قيمة
0.1مغ/ل				القيمة المعيار



الشكل 26. التغير في قيم النترت في الأنقاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

13.1. الأنيوم

الأنيوم هو شاردة موجبة للتجمع الذي كتلته المولية تقدر ب 18.04 غ/ل و ينتج من

عملية إضافة بروتون للأمونيأك و يتميز بأنه قلوي له ثابت تشرذ حمضي مقداره 9.25.

تراوحت قيم الأنيوم لمياه جميع الأنقاب ما بين (0.0600مغ/ل-0.4172مغ/ل) كما هو

مبين في الجدول 30. و منه نلاحظ أنه جميع القيم تقع ضمن الحدود المسموح بها من طرف

الجريدة الرسمية الجزائرية 0.5مغ/ل و يعود تواجد الأنيوم بنسبة قليلة في الأنقاب إلى بقاء المياه

الجوفية على سطح غرويات التربة و عدم ترشيحها بسهولة (Rodier et al. 2009).

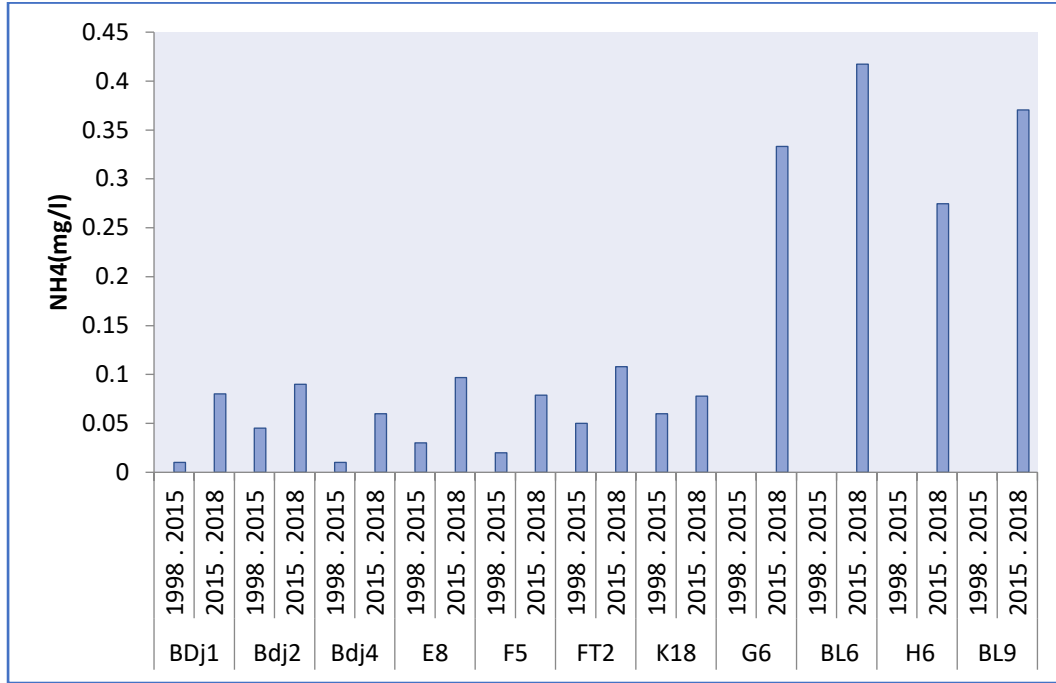
و نلاحظ زيادة نسبة تركيز الأنيوم في كل المواقع مع مرور السنوات لكنها لم تتجاوز

الحدود المسموح بها وهذا يدل على زيادة التلوث نتيجة لزيادة تسرب الملوثات.

الجدول 30. التغير في قيم الأنيوم في الأنقاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

BL9	H6	BL6	G6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
0,37037	0,2746	0,4172	0,3333	0,0576	0,0556	0,0398	0,0434	0,06	0,09	0,08	الوسط الحسابي
0,37037	0,2746	0,4172	0,3333	0,06	0,05	0,02	0,03	0,06	0,09	0,08	الوسط
	0,021778 9	0,038466 6		0,017285 8	0,032043 7	0,027932 1	0,029963 3				الانحراف المعياري

0,3704	0,2592	0,39	0,3333	0,03	0,02	0,02	0,03	0,06	0,09	0,08	اقل قيمة
0,3704	0,29	0,4444	0,3333	0,078	0,108	0,079	0,097	0,06	0,09	0,08	اكبر قيمة
0.5 ملغ/ل											القيمة المعيار



الشكل 27. التغير في قيم الأمونيوم في الأنخاب للفترة الممتدة بين 1998-2018

14.1. النحاس

يعتبر النحاس من أهم المعادن الثقيلة النحاس. (Cu) معدن قابل للطرق و التشكل موصل جيد للحرارة و الكهرباء، الرقم الذري للنحاس 29 و الوزن الذري 63.5 و الوزن النوعي 8.96 (العروسي 1999) .

من خلال الشكل 14.5. والذي يمثل منحنى تغير تركيز أيون النحاس نلاحظ تباين في قيم

التركيز (0.0140 ملغ/ل - 0.039 ملغ/ل)

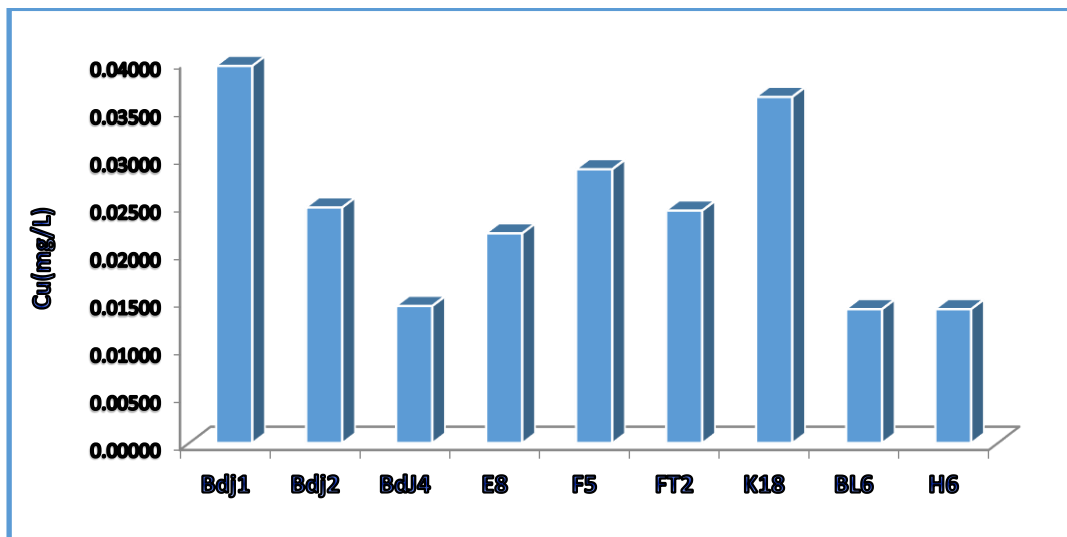
بمقارنة قيم التراكيز المتحصل عليها في جميع المواقع مع القيمة التي وضعتها منظمة الصحة العالمية (OMS) لمياه الشرب و المقدره بـ (2 ملغ/لتر) نلاحظ أن قيم تراكيز النحاس لم تتجاوز الحد المسموح به رغم ارتفاعها في بعض المواقع. وقد أوضحت النتائج في الجدول 14.5. أن هناك تباين في تركيز أيون النحاس بين المواقع.

يفسر هذا التباين إلى الموقع الجيولوجي للأنقباب واستخدام الأسمدة في النشاط الزراعي خاصة (SULFZOTE :26%N ,65%NH₄ ,16.5%SO₃ ,3.5(Cu ,Mn,Fe)). زيادة تركيز أيون النحاس للنماذج المائية عبر السنوات ناتج عن تراكم الأسمدة و هذا يشكل خطر على الصحة.

الجدول 31. التغير في قيم النحاس في الأنقباب للفترة الممتدة بين 2018-1998

H6	BL6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
0,01400	0,01400	0,03625	0,02433	0,02867	0,02195	0,01433	0,02467	0,03950	الوسط الحسابي
0,01400	0,01400	0,03800	0,03300	0,04000	0,01940	0,00900	0,02700	0,04150	الوسط
		0,027476	0,021362	0,022279	0,020730	0,016653	0,015631	0,023979	الانحراف المعياري
0,014	0,014	0,005	0,000	0,003	0,000	0,001	0,008	0,009	اقل قيمة
0,014	0,014	0,064	0,040	0,043	0,049	0,033	0,039	0,066	اكبر قيمة
									القيمة المعياري

2 ملغ/لتر



الشكل 28. التغير في قيم النحاس في الأنقباب للفترة الممتدة بين 2018-1998

15.1. الحديد

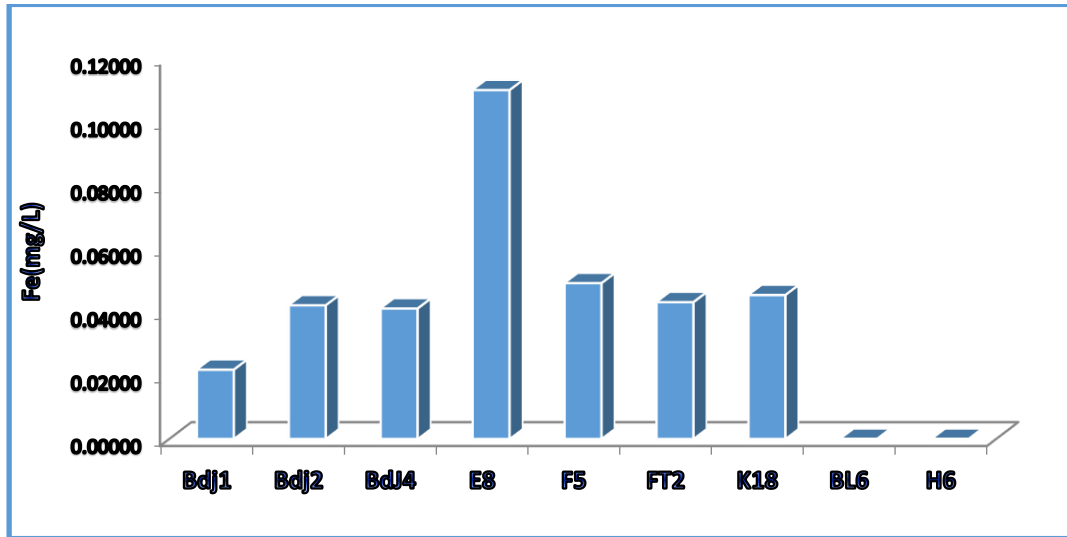
الحديد هو العنصر الرابع الأكثر وفرة في القشرة الأرضية (Andac et al. 2009). يعتبر من المغذيات الأساسية المطلوبة من قبل جميع الكائنات الحية. وهو معدن مهم موجود في كل خلية من الجسم (Khan et al. 2007). حيث يتواجد في جسم الإنسان أكبر من أي عنصر آخر. بمقارنة التراكيز المتحصل عليها في الشكل 15.5. في جميع المواقع مع القيمة التي وضعتها منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب (OMS) المقدرة بـ (0.3 ملغ/لتر) نلاحظ أن قيم تراكيز الحديد لم تتجاوز الحد المسموح به.

وقد أوضحت نتائج في الجدول 15.5. أن هناك تباين في تركيز أيون الحديد بين المواقع، و يفسر هذا التباين إلى تحلل المركبات الحديدية الموجودة في التربة نتيجة لتغلغل الأمطار فيها (الحايك 1989) و التركيبة الجيولوجية للمواقع واستعمال الأسمدة

(SULFZOTE :26%N ,65%NH₄ ,16.5%SO₃ ,3.5(Cu ,Mn,Fe).

الجدول 32. التغير في قيم الحديد في الأنخاب للفترة الممتدة بين 2015-2018

H6	BL6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
0,00000	0,00000	0,04525	0,04300	0,04900	0,11000	0,04100	0,04200	0,02175	الوسط الحسابي
0,00000	0,00000	0,03700	0,02600	0,04300	0,10950	0,01700	0,01100	0,00950	الوسيط
		0,044101	0,033867	0,048280	0,064596	0,046861	0,058966	0,031920	الانحراف المعياري
0,00000	0,00000	0,001	0,021	0,004	0,048	0,011	0,005	0,000	أقل قيمة
0,00000	0,00000	0,106	0,082	0,100	0,173	0,095	0,110	0,068	أكبر قيمة
0.3 ملغ/لتر									القيمة المعياري



الشكل.29. التغير في قيم الحديد في الأنقاب للفترة الممتدة بين 2015-2018

16.1. المنغنيز

المنغنيز عنصر كيميائي في الجدول الدوري، يعبر عنه بالرمز (Mn) رقمه الذري 25، يوجد في الطبيعة كعنصر حر و غالبا ما يكون مرتبط مع الحديد أو في العديد من المعادن (Weng et al. 2007, طحلاوي 2007). ويشكل حوالي 0.1% من صخور القشرة الأرضية (طحلاوي 2007).

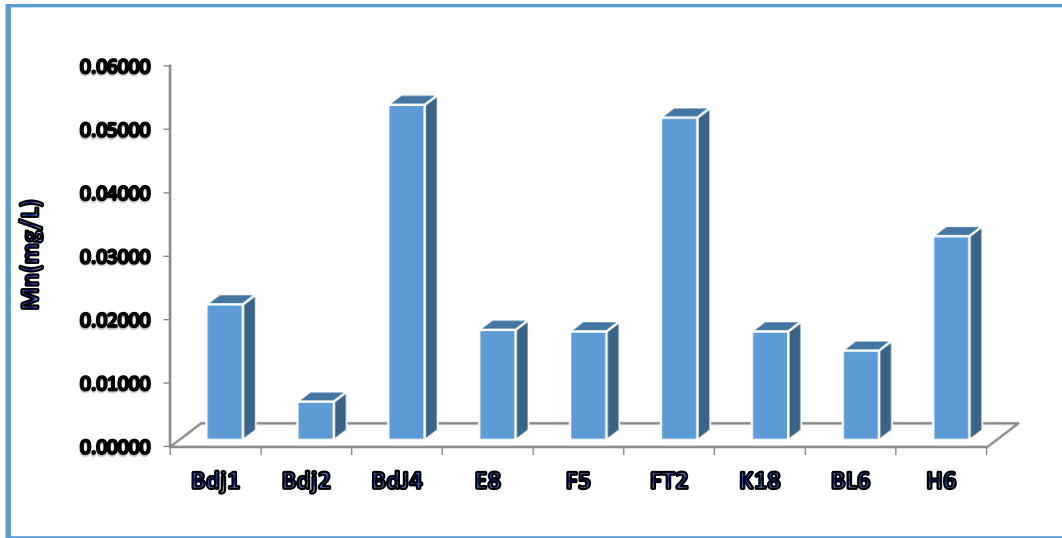
من خلال الشكل.16.5. و الذي يمثل منحنى تغير تركيز أيون المنغنيز (0.006مغ/ل- 0.05526مغ/ل) نلاحظ تباين في قيم التركيز بمقارنة قيم التراكيز المتحصل عليها في جميع المواقع مع القيمة التي وضعتها منظمة الصحة العالمية (OMS) الشرب و المقدرة بـ (0.4 ملغ/لتر) نلاحظ أن قيم تراكيز المنغنيز لم تتجاوز الحد المسموح به و قد أوضحت النتائج في الجدول.16.5. أن هناك تباين في تركيز أيون المنغنيز بين المواقع.

يفسر هذا التباين إلى الأمطار التي تؤدي إلى انحلال الصخور الطبيعية الحاوية على مركبات المنغنيز (الحايك 1989). و كذلك استعمال الأسمدة في النشاط الزراعي : SULFZOTE

26%N ,65%NH₄, 16.5%SO₃, 3.5(Cu,Mn,Fe)

الجدول.33. التغير في قيم المنغنيز في الأنقاب للفترة الممتدة بين 2015-2018

H6	BL6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
0,03200	0,01400	0,01700	0,05067	0,01700	0,01725	0,05267	0,00600	0,02125	الوسط الحسابي
0,03200	0,01400	0,01650	0,02000	0,01200	0,01750	0,01600	0,00600	0,02100	الوسط
		0,009416	0,060178	0,008660	0,004573	0,075956	0,006000	0,007136	الانحراف المعياري
0,032	0,014	0,006	0,012	0,012	0,012	0,002	0,000	0,013	أقل قيمة
0,032	0,014	0,029	0,120	0,027	0,022	0,140	0,012	0,030	أكبر قيمة
0.4 ملغ/لتر									القيمة المعياري



الشكل 30. التغير في قيم المنغنيز في الأنخاب للفترة الممتدة بين 2015-2018

17.1. الزنك

الزنك موجود في الطبيعة بوفرة و هو يشكل 0.04 غ في كل كيلو غرام من القشرة الأرضية(خليل 2003b). رقمه الذري 30 و وزنه الذري 65 و الوزن النوعي 7.13 (الفرحان 2002). وهو عنصر في الدورة الرابعة من الجدول الدوري ، فلز فضي اللون يفقد بريقه في الهواء ، فلز متفاعل بدرجة ملموسة في الطبيعة (عفيفي 2000).

من خلال الشكل 17.5. و الذي يمثل تغير تركيز أيون الزنك نلاحظ تباين في قيم

التركيز،

عند مقارنة قيم التراكيز المتحصل عليها في جميع المواقع مع القيمة التي وضعتها منظمة

الصحة العالمية لمياه الشرب OMS و المقدرة بـ (3 ملغ/لتر) نلاحظ أن قيم تراكيز أيون الزنك لم

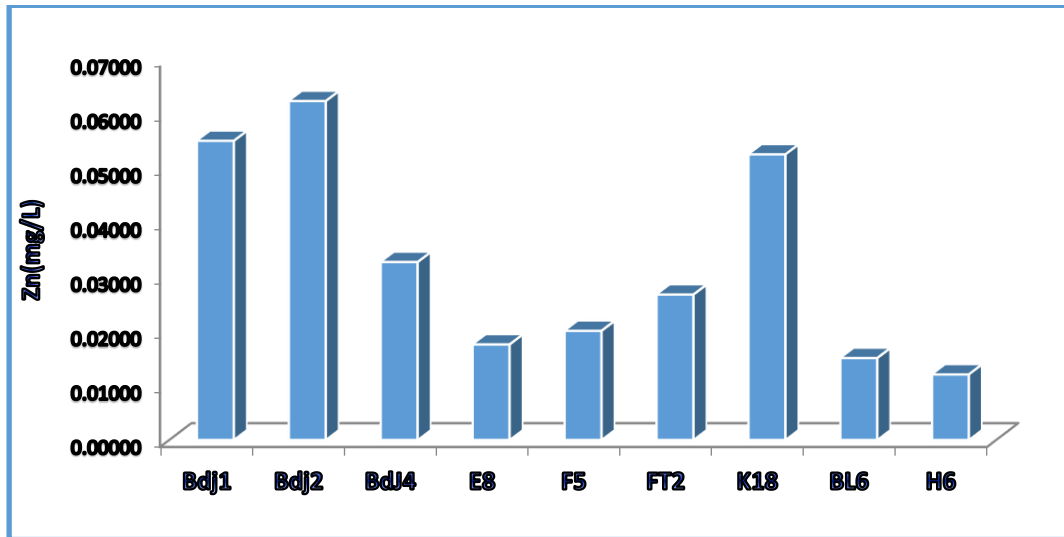
تتجاوز الحد المسموح به.

أوضحت نتائج في الجدول.17.5. أن هناك تباين في تركيز أيون الزنك بين المواقع.

و يفسر هذا التباين بالتخلص من النفايات الصلبة.

الجدول.34.التغير في قيم الزنك في الأنقاب للفترة الممتدة بين 2015-2018

H6	BL6	K18	FT2	F5	E8	Bdj4	Bdj2	BDj1	
0,01200	0,01500	0,05250	0,02667	0,02000	0,01750	0,03267	0,06233	0,05500	الوسط الحسابي
0,01200	0,01500	0,05500	0,03000	0,02000	0,01500	0,03200	0,05800	0,06550	الوسيط
		0,017078	0,015275	0,010000	0,009574	0,005033	0,008386	0,025521	الانحراف المعياري
0,01200	0,01500	0,030	0,010	0,010	0,010	0,028	0,057	0,017	أقل قيمة
0,01200	0,01500	0,070	0,040	0,030	0,030	0,038	0,072	0,072	أكبر قيمة
3 ملغ/لتر									القيمة المعياري



الشكل.31. التغير في قيم الزنك في الأنقاب للفترة الممتدة بين 2015-2018

18.1. دراسة بعض التأثيرات لهذه المعادن على تفاقم مرض السرطان في منطقة

الدراسة

ترتبط المعادن الثقيلة بالأحماض الامينية و المجموعة SH من البروتينات ويمكن أيضا أن

ترتبط بالإنزيمات ، تتراكم في الأعضاء من الكبد و الطحال و الغدد التناسلية لذلك من الضروري

فحص توزيع هذه المعادن في جسم الكائن الحي لفهم الفيسيولوجية و السمية و أثارها ، حيث هذه

المعادن سامة في التركيز العالية و مسرطنة في التراكيز المنخفضة (Jabeen and Chaudhry)

(2010).

و عُرف السرطان على أنه نمو غير منتظم للخلايا و يهاجم و يدمر الأنسجة و يمكن أن يصيب أي عضو في الجسم ، يتطور نتيجة لعوامل عدة بيئية ، غذائية ، سلوكية و وراثية (عابد 2004). حيث عملية تكون السرطان في جسم الإنسان تمر بمراحل معقدة أهمها:

- البدء أو البداية
 - الحض أو الحافز المشجع
 - التقدم
 - تصليح الحامض النووي الوراثي ADN.
- و لعل أخطر ما فيها يعود إلى قابلية بعضها إلى التراكم الحيوي في أنسجة و أعضاء الكائنات الحية سواء في النباتات و الحيوانات أم غيرها في البيئة المائية أو بيئة اليابسة. (skakoorchaudhry 2009Farhat Jabeen et abdul).

و من خلال الجزء النظري توصلنا إلى أن المعادن الثقيلة تؤثر على جسم الإنسان على

النحو التالي:

- النحاس: يؤثر على المعدة، الكبد، الطحال، الأمعاء و تهيج الحنجرة.
 - الزنك: جهاز هضمي، الرئة، الأعصاب.
 - الحديد: الكبد، جهاز هضمي.
 - المنغنيز: جهاز هضمي، جهاز تنفسي، خلايا الجلد، جهاز عصبي (دماغ)، الرئة.
- من خلال الربط بين الجزء النظري و النتائج الإحصائية لمرضى السرطان لمنطقة الدراسة توصلنا إلى احتمال أن المعادن الثقيلة مسببة لبعض الأنواع السرطانية كما هو موضح في الجداول التالية:

الجدول 35. النتائج الإحصائية لمرضى السرطان (2014- 2017) لمدينة أم البواقي (ابن سينا-أم البواقي)

60-90	30-60	1-30	60-90	30-60	1-30	60-90	30-60	1-30	60-90	30-60	1-30	الفئة نوع السرطان
						5			1	1		المبيض
						1			1			الجلد
	1		3	2	1	1	3		5	2		رئة
				1		1	5	1	3	6		Cavme
						4				2		بروستات
	2		3	10		4	9		2	12		الثدي
	1		4	1			3		4	3		المعدة
			1	2		1			3	1		القولون
	1	1	1	2		1	8			6	1	جهاز هضمي
1				2		1				3		بنكرياس
										1		الأذن
			2	2		2	2					الكبد
			1			1						اللسان
						1	2					الرحم
						1						المخ
			1	1		1						المثانة
							1					الخصية
				1								ورم منوي

الجدول 36. النتائج الإحصائية لمرضى السرطان (2014- 2017) لمدينة سوق نعمان (ابن سينا-أم

البواقي)

المرضى الفئة	الثدي	الخصية	الكبد	المبيض	القولون	الحنجرة
1-30						
30-60	6	1		1	1	

1			1		1	60-90
---	--	--	---	--	---	-------

الجدول 37. إحصائيات السرطان خلال الفترة (2014-2018) في منطقه بوغراه السعودي

المرض	الثدي	الرئة	الجلد	الأمعاء	الدم
العدد	03	01	01	01	01

الجدول 38. النتائج المحتملة المسببة لمرض السرطان

نوع السرطان	المصدر	المعدن
المعدة ، الكبد ، الجهاز الهضمي .	اصطناعي: الأسمدة ، التخلف من النفايات الصلبة .	النحاس
جهاز هضمي ، الرئة ، المخ .	اصطناعي	الزنك
الكبد ، الجهاز الهضمي .	طبيعي : التركيبية الجيولوجية .	الحديد
جهاز هضمي ، الرئة ، البشرة .	اصطناعي : الأسمدة .	المنغنيز

تشير الدراسات المعملية و الوبائية إلى أن حدوث السرطان في الإنسان يستلزم التعرض للمادة المسرطنة بتركيزات معينة على امتداد 15-20 سنة بينما تحدث الورمية و السرطانية خلال 6-12 شهر في الحيوانات، هذه الفترات تتفاوت تبعا لمتوسط عمر الإنسان أو الحيوان لأن عملية تحول الخلايا العادية إلى سرطانية تحدث ببطء شديد و على مراحل تحدث ببطء شديد أيضا و ليست مرحلة واحدة.

وهذا ما توصلنا إليه من خلال لدراسة الإحصائية لمعطيات مرض السرطان لمنطقة

الدراسة، حيث أن معظم حالات الإصابة تظهر في الفئة العمرية [30-60].

2. الدراسة الاحصائية

1.2. الدراسة الإحصائية للمعايير الفيزيوكيميائية والمعادن ثقيلة

الدراسة الإحصائية للمعايير الفيزيوكيميائية

NH₄⁺-NO₂⁻-NO₃⁻-HCO₃ SO₄²⁻-Cl⁻-Mg²⁺-Ca²⁺-TA-TAC-TUR-

Con-pH

لكل من المواقع

-E08-K18- FT2 Bis-F5BisBDJ1-BDJ2- BDJ4 - BL 6- H 6- BL

9- G 6 .7

مبينة في الجدول.22.5. بينما الجدول.23.5. يمثل الدراسة الإحصائية لأربعة معادن

ثقيلة (النحاس، الحديد، المنغنيز، الزنك)

الجدول.39.مقاييس النزعة المركزية و مقاييس التشتت و شكل التوزيع للمعايير الفيزيوكيميائية للمواقع للفترة (1998-

(2018

		pH	Con (uS/cm)	TUR (NTU)	TA (F°)	TAC (F°)	Ca2+ (mg/l)	Mg2+ (mg/l)	Cl- (mg/l)	SO4-2 (mg/l)	HCO3- (mg/l)	NO3- (mg/l)	NO2- (mg/l)	NH4+ (mg/l)
BDJ1	Moyenne	7,24 17	2328,83 3333	0,335 000	65,00 0000	34,20 0000	171,73 3333	42,99 3333	374,76 6667	185,83 3333	390,50 0000	76,333 333	0,03 0000	0,080 000
	Médiane	7,27 50	2325,00 0000	0,260 000	64,00 0000	33,00 0000	185,00 0000	40,00 0000	368,50 0000	189,00 0000	403,00 0000	83,000 000	0,03 0000	0,080 000
	Ecart type	0,27 375	256,710 2777	0,180 6470	6,595 4530	1,788 8544	26,512 3870	14,83 40240	47,432 5486	92,144 2709	68,688 0193	21,453 8264		
	Asymétrie	0,52 0	-0,771	1,756	- 0,828	1,258	-1,328	-0,230	0,240	0,315	-1,993	-2,330		
	Erreur standard d'asymétrie	0,84 5	0,845	1,014	0,913	0,913	0,845	0,845	0,845	0,845	0,845	0,845		
	Kurtosis	0,16 5	0,817	3,036	0,319	0,312	0,612	0,411	-2,333	-1,036	4,532	5,592		
	Erreur standard de Kurtosis	1,74 1	1,741	2,619	2,000	2,000	1,741	1,741	1,741	1,741	1,741	1,741		
	Minimum	6,95	1900,00 00	0,220 0	55,00 00	33,00 00	126,00 00	20,00 00	326,60 00	88,000 0	256,00 00	33,000 0	0,03 00	0,080 0
	Maximum	7,68	2630,00 00	0,600 0	71,00 00	37,00 00	193,00 00	63,00 00	430,00 00	322,00 00	451,40 00	91,000 0	0,03 00	0,080 0
	BDJ2	Moyenne	7,23 50	2350,50 0000	1,775 000	58,00 0000	30,40 0000	155,43 3333	46,13 1667	371,00 0000	163,83 3333	390,43 3333	78,166 667	0,04 0000
Médiane		7,20 50	2295,00 0000	1,960 000	59,00 0000	25,00 0000	168,00 0000	39,39 5000	368,00 0000	136,00 0000	384,30 0000	79,000 000	0,04 0000	0,090 000
Ecart type		0,10 691	189,011 9044	1,021 4206	4,320 4938	7,402 7022	35,177 3601	29,34 43694	141,18 92347	87,041 1780	93,905 0939	19,374 3817		

	Asymétrie	2,287	2,078	-0,434	-1,190	0,619	-2,392	1,919	0,139	0,751	0,028	-1,558	
	Erreur standard d'asymétrie	0,845	0,845	1,014	1,014	0,913	0,845	0,845	0,845	0,845	0,845	0,845	
	Kurtosis	5,402	4,665	-3,548	1,500	-3,273	5,789	4,081	-0,209	-1,084	-3,255	3,048	
	Erreur standard de Kurtosis	1,741	1,741	2,619	2,619	2,000	1,741	1,741	1,741	1,741	1,741	1,741	
	Minimum	7,17	2200,000	0,560	52,000	25,000	84,000	24,000	175,000	86,000	305,000	42,000	0,040
	Maximum	7,45	2723,000	2,620	62,000	39,000	176,000	103,000	579,000	298,000	488,000	95,000	0,040
Bd14	Moyenne	7,0600	2262,40000	0,66000	58,00000	34,56000	161,00000	49,25000	462,60000	138,80000	421,18000	65,40000	0,06000
	Médiane	7,1300	2180,00000	0,63500	58,50000	35,00000	156,00000	52,80000	402,00000	95,00000	425,00000	65,00000	0,06000
	Ecart type	0,23345	189,5225580	0,4521799	2,4494897	6,1047522	11,0905365	7,8649539	106,8658037	67,2733231	74,4346156	6,5038450	
	Variance	0,055	35918,800	0,204	6,000	37,268	123,000	61,858	11420,300	4525,700	5540,512	42,300	
	Asymétrie	0,299	1,153	0,042	-0,544	-0,840	0,872	-0,546	0,558	0,824	-0,812	0,077	
	Erreur standard d'asymétrie	0,913	0,913	1,014	1,014	0,913	0,913	0,913	0,913	0,913	0,913	0,913	
	Kurtosis	-1,212	1,234	-5,757	-2,944	2,279	-1,251	-1,276	-3,262	-2,016	2,242	-3,005	
	Erreur standard de Kurtosis	2,000	2,000	2,619	2,619	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	
	Minimum	6,83	2070,000	0,270	55,000	25,000	152,000	38,45000	370,000	86,000	305,000	59,000	0,060
	Maximum	7,38	2562,000	1,100	60,000	42,000	177,000	58,000	579,000	232,000	512,400	72,000	0,060
E8	Moyenne	6,8680	2102,33333	0,217200	76,00000	65,20000	191,40000	71,00000	453,70000	129,701667	436,20000	38,938333	0,043400
	Médiane	6,8500	2300,00000	0,10000	76,00000	52,00000	188,00000	69,00000	421,00000	152,00000	634,00000	32,00000	0,030000
	Ecart type	0,07155	404,966068	0,2620672	0,000000	29,5160973	7,6026311	4,4721360	98,7897768	35,1067232	270,8767247	16,2099604	0,0299633
	Asymétrie	1,688	-2,300	2,236		2,236	2,236	2,236	2,326	-1,104	-0,610	2,441	2,236
	Erreur standard d'asymétrie	0,913	0,845	0,913	1,014	0,913	0,913	0,913	0,845	0,845	0,913	0,845	0,913
	Kurtosis	3,598	5,354	5,000		5,000	5,000	5,000	5,589	-1,063	-3,328	5,966	5,000
	Erreur standard de Kurtosis	2,000	1,741	2,000	2,619	2,000	2,000	2,000	1,741	1,741	2,000	1,741	2,000
	Minimum	6,80	1288,000	0,100	76,000	52,000	188,000	69,000	385,000	75,210	134,000	32,000	0,030
	Maximum	6,99	2300,000	0,686	76,000	118,000	205,000	79,000	653,200	152,000	634,000	72,000	0,097
	E5	Moyenne	7,1280	2658,83333	0,372400	72,00000	45,20000	168,20000	70,20000	664,83333	242,048333	335,80000	59,023333
Médiane		7,20	2920,00	0,300	72,00	32,00	170,00	72,00	540,00	305,00	390,00	63,000	0,00

	ne	00	0000	000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	000	0000	000	
	Ecart type	0,17 239	500,747 6077	0,161 8913	0,000 0000	29,51 60973	4,0249 224	4,024 9224	253,23 69773	98,436 9545	121,19 48844	14,600 6598	0,027 9321	
	Asymétrie	- 2,22 2	-2,140	2,236		2,236	-2,236	-2,236	2,280	-1,048	-2,236	-2,088	0,864	
	Erreur standard d'asymétrie	0,91 3	0,845	0,913	1,014	0,913	0,913	0,913	0,845	0,845	0,913	0,845	0,913	
	Kurtosis	4,95 1	4,602	5,000		5,000	5,000	5,000	5,266	-1,398	5,000	4,922	-1,862	
	Erreur standard de Kurtosis	2,00 0	1,741	2,000	2,619	2,000	2,000	2,000	1,741	1,741	2,000	1,741	2,000	
	Minimum	6,82	1670,00 00	0,300 0	72,00 00	32,00 00	161,00 00	63,00 00	540,00 00	95,000 0	119,00 00	30,140 0	0,00 00	0,020 0
	Maximum	7,22	2920,00 00	0,662 0	72,00 00	98,00 00	170,00 00	72,00 00	1173,0 000	305,00 00	390,00 00	72,000 0	0,00 00	0,079 0
FT2	Moyenne	7,14 80	2457,50 0000	0,199 200	76,25 0000	44,60 0000	183,20 0000	78,60 0000	597,16 6667	131,25 3333	282,60 0000	59,671 667	0,01 0000	0,055 600
	Médiane	7,16 00	2060,00 0000	0,200 000	76,00 0000	26,00 0000	180,00 0000	77,00 0000	390,00 0000	123,00 0000	317,00 0000	45,000 000	0,01 0000	0,050 000
	Ecart type	0,16 346	1411,11 21500	0,001 7889	0,500 0000	41,59 08644	7,1554 175	3,577 7088	467,05 04969	35,734 1443	76,920 7384	25,148 0181	0,032 0437	
	Asymétrie	- 0,54 6	2,133	- 2,236	2,000	2,236	2,236	2,236	2,421	1,857	-2,236	1,676	1,244	
	Erreur standard d'asymétrie	0,91 3	0,845	0,913	1,014	0,913	0,913	0,913	0,845	0,845	0,913	0,845	0,913	
	Kurtosis	2,15 9	5,039	5,000	4,000	5,000	5,000	5,000	5,886	4,382	5,000	2,198	2,846	
	Erreur standard de Kurtosis	2,00 0	1,741	2,000	2,619	2,000	2,000	2,000	1,741	1,741	2,000	1,741	2,000	
	Minimum	6,90	1245,00 00	0,196 0	76,00 00	26,00 00	180,00 00	77,00 00	390,00 00	95,000 0	145,00 00	45,000 0	0,01 00	0,020 0
	Maximum	7,36	5260,00 00	0,200 0	77,00 00	119,0 000	196,00 00	85,00 00	1548,0 000	200,52 00	317,00 00	106,03 00	0,01 00	0,108 0
K18	Moyenne	7,13 20	3147,00 0000	0,706 000	73,00 0000	54,20 0000	140,60 0000	87,80 0000	750,34 3333	228,21 6667	400,20 0000	38,480 000	0,01 0000	0,057 600
	Médiane	7,10 00	3480,00 0000	0,300 000	73,00 0000	38,00 0000	128,00 0000	98,00 0000	712,00 0000	205,00 0000	464,00 0000	33,440 000	0,01 0000	0,060 000
	Ecart type	0,26 527	613,501 1002	0,907 8436	0,000 0000	36,22 43012	28,174 4565	22,80 78934	65,412 5620	89,448 3184	142,66 11370	19,637 6781	0,017 2858	
	Asymétrie	0,88 3	-2,007	2,236		2,236	2,236	-2,236	1,574	-0,124	-2,236	1,074	-1,008	
	Erreur standard d'asymétrie	0,91 3	0,845	0,913	1,014	0,913	0,913	0,913	0,845	0,845	0,913	0,845	0,913	
	Kurtosis	2,42 1	3,937	5,000		5,000	5,000	5,000	1,639	-0,438	5,000	0,522	2,550	
	Erreur standard de Kurtosis	2,00 0	1,741	2,000	2,619	2,000	2,000	2,000	1,741	1,741	2,000	1,741	2,000	
	Minimum	6,81	1956,00 00	0,300 0	73,00 00	38,00 00	128,00 00	47,00 00	710,00 00	95,000 0	145,00 00	23,000 0	0,01 00	0,030 0
	Maximum	7,55	3480,00 00	2,330 0	73,00 00	119,0 000	191,00 00	98,00 00	868,56 00	335,30 00	464,00 00	72,000 0	0,01 00	0,078 0

CG	Moyenne	7,96	1585,00		98,000	23,00	191,08	136,10	336,00	26,850	0,333
		83	0000		000	0000	3500	0000	0000	850	300
	Médiane	7,96	1585,00		98,000	23,00	191,08	136,10	336,00	26,850	0,333
		83	0000		000	0000	3500	0000	0000	850	300
	Ecart type	0,61	827,314				114,66	53,881		11,102	
	047	9340				93854	5367		7785		
Minimum	7,54	1000,00		98,000	23,00	110,00	98,000	336,00	19,000	0,333	
		00		0	00	00	0	00	0	3	
Maximum	8,40	2170,00		98,000	23,00	272,16	174,20	336,00	34,701	0,333	
		00		0	00	70	00	00	7	3	
BLG	Moyenne	7,75	1354,4	3,00	91,45	68,00	162,2	128,6	244,0	25,14	0,417
		11	43333	0000	0000	0000	50000	66667	00000	4800	200
	Médiane	7,67	1413,3	3,00	91,45	68,00	159,7	115,0	244,0	31,99	0,417
		00	30000	0000	0000	0000	50000	00000	00000	4400	200
	Ecart type	0,31	135,00		88,31		21,60	29,02		14,94	0,038
		625	27023		76370		87367	29794		74468	4666
	Asymétrie	1,07	-1,589				0,514	1,649		-1,629	
	8										
Erreur standard d'asymétrie	1,22	1,225				1,225	1,225		1,225		
	5										
Minimum	7,48	1200,0	3,00	29,00	68,00	142,0	109,0	244,0	8,000	0,390	
		000	00	00	00	000	000	000	0	0	
Maximum	8,10	1450,0	3,00	153,9	68,00	185,0	162,0	244,0	35,44	0,444	
		000	00	000	00	000	000	000	00	4	
HG	Moyenne	7,71	2043,33	0,440	154,02	97,56	210,91	275,51	298,90	57,087	0,274
		22	3333	000	0000	0000	6667	1000	0000	767	600
	Médiane	7,68	1990,00	0,440	154,02	97,56	195,25	242,00	298,90	39,870	0,274
		66	0000	000	0000	0000	0000	0000	0000	000	600
	Ecart type	0,10	156,950		44,378		43,424	103,87		31,109	0,021
		732	0982		0216		0237	01659		6695	7789
	Asymétrie	1,01	1,353				1,412	1,301		1,728	
	2										
Erreur standard d'asymétrie	1,22	1,225				1,225	1,225		1,225		
	5										
Minimum	7,62	1920,00	0,440	122,64	97,56	177,50	192,53	298,90	38,393	0,259	
		00	0	00	00	00	30	00	3	2	
Maximum	7,83	2220,00	0,440	185,40	97,56	260,00	392,00	298,90	93,000	0,290	
		00	0	00	00	00	00	00	0	0	
BLG	Moyenne	7,10	1953,33		133,27	54,48	247,87	212,63	384,30	42,442	0,370
		50	5000		0000	0000	5000	3500	0000	800	370
	Médiane	7,10	1953,33		133,27	54,48	247,87	212,63	384,30	42,442	0,370
		50	5000		0000	0000	5000	3500	0000	800	370
	Ecart type	0,07	160,279				24,218	35,873		5,0306	
		778	8941				4073	6483		405	
Minimum	7,05	1840,00		133,27	54,48	230,75	187,26	384,30	38,885	0,370	
		00		00	00	00	70	00	6	4	
Maximum	7,16	2066,67		133,27	54,48	265,00	238,00	384,30	46,000	0,370	
		00		00	00	00	00	00	0	4	

الجدول 40. مقاييس النزعة المركزية و مقاييس التشتت و شكل التوزيع للمعادن الثقيلة للمواقع للفترة (2015-2018-2016)

(2018-2017-2016)

المواقع		Cu(mg/L)	Fe(mg/L)	Mn(mg/L)	Zn(mg/L)
Bdj1	Moyenne	0,03950	0,02175	0,02125	0,05500
	Médiane	0,04150	0,00950	0,02100	0,06550
	Ecart type	0,023979	0,031920	0,007136	0,025521
	Asymétrie	-0,447	1,633	0,188	-1,910
	Erreur standard d'asymétrie	1,014	1,014	1,014	1,014

	Kurtosis	0,253	2,505	0,038	3,733
	Erreur standard de Kurtosis	2,619	2,619	2,619	2,619
	Minimum	0,009	0,000	0,013	0,017
	Maximum	0,066	0,068	0,030	0,072
Bdj2	Moyenne	0,02467	0,04200	0,00600	0,06233
	Médiane	0,02700	0,01100	0,00600	0,05800
	Ecart type	0,015631	0,058966	0,006000	0,008386
	Asymétrie	-0,657	1,712	0,000	1,704
	Erreur standard d'asymétrie	1,225	1,225	1,225	1,225
	Minimum	0,008	0,005	0,000	0,057
	Maximum	0,039	0,110	0,012	0,072
	Bdj4	Moyenne	0,01433	0,04100	0,05267
Médiane		0,00900	0,01700	0,01600	0,03200
Ecart type		0,016653	0,046861	0,075956	0,005033
Asymétrie		1,293	1,700	1,666	0,586
Erreur standard d'asymétrie		1,225	1,225	1,225	1,225
Minimum		0,001	0,011	0,002	0,028
Maximum		0,033	0,095	0,140	0,038
E8		Moyenne	0,02195	0,11000	0,01725
	Médiane	0,01940	0,10950	0,01750	0,01500
	Ecart type	0,020730	0,064596	0,004573	0,009574
	Asymétrie	0,651	0,012	-0,196	0,855
	Erreur standard d'asymétrie	1,014	1,014	1,014	1,014
	Kurtosis	0,434	-5,535	-3,202	-1,289
	Erreur standard de Kurtosis	2,619	2,619	2,619	2,619
	Minimum	0,000	0,048	0,012	0,010
	Maximum	0,049	0,173	0,022	0,030
	F5	Moyenne	0,02867	0,04900	0,01700
Médiane		0,04000	0,04300	0,01200	0,02000
Ecart type		0,022279	0,048280	0,008660	0,010000
Asymétrie		-1,697	0,551	1,732	0,000
Erreur standard d'asymétrie		1,225	1,225	1,225	1,225
Minimum		0,003	0,004	0,012	0,010
Maximum		0,043	0,100	0,027	0,030
FT2		Moyenne	0,02433	0,04300	0,05067
	Médiane	0,03300	0,02600	0,02000	0,03000
	Ecart type	0,021362	0,033867	0,060178	0,015275
	Asymétrie	-1,525	1,690	1,698	-0,935
	Erreur standard d'asymétrie	1,225	1,225	1,225	1,225
	Minimum	0,000	0,021	0,012	0,010
	Maximum	0,040	0,082	0,120	0,040
	K18	Moyenne	0,03625	0,04525	0,01700
Médiane		0,03800	0,03700	0,01650	0,05500
Ecart type		0,027476	0,044101	0,009416	0,017078
Asymétrie		-0,207	1,051	0,316	-0,753

	Erreur standard d'asymétrie	1,014	1,014	1,014	1,014
	Kurtosis	-3,632	1,908	1,500	0,343
	Erreur standard de Kurtosis	2,619	2,619	2,619	2,619
	Minimum	0,005	0,001	0,006	0,030
	Maximum	0,064	0,106	0,029	0,070
BL6	Moyenne	0,01400	0,00000	0,01400	0,01500
	Médiane	0,01400	0,00000	0,01400	0,01500
	Minimum	0,014	0,000	0,014	0,015
	Maximum	0,014	0,000	0,014	0,015
H6	Moyenne	0,01400	0,00000	0,03200	0,01200
	Médiane	0,01400	0,00000	0,03200	0,01200
	Minimum	0,014	0,000	0,032	0,012
	Maximum	0,014	0,000	0,032	0,012

تمى الدراسة الاحصائية المبينة في الجدول 22.5. و الجدول 23.5. بالاعتماد على:

مقاييس النزعة المركزية (الوسط الحسابي Moyenne, الوسيط Médiane) و مقاييس

التشتت (الانحراف المعياري Ecart type, اقل قيمة Minimum, اكبر قيمة Maximum)

من خلال مقياس الالتواء Asymétrie أعطى الالتواء فكرة عن تمركز قيم المتغيرات، حيث

نلاحظ أنه كانت قيم هذه المتغيرات تتركز باتجاه القيم الصغيرة أكثر من تمركزها باتجاه القيم

الكبيرة بالنسبة لبعض المعايير بالتالي توزيع هذه المتغيرات ملتو نحو اليمين ويسمى موجب الالتواء

وحيث قيمة الالتواء موجبة. كما نلاحظ العكس فان هذا الالتواء يكون سالبا أو ملتو نحو اليسار

وتكون قيمة الالتواء سالبة بالنسبة لبعض المعايير.

و حسب قيم التفلطح او التفرطح Kurtosis الذي يمثل تكرارات القيم على طرفي هذا

المتغير و هو يمثل أيضا درجة علو قمة التوزيع بالنسبة للتوزيع الطبيعي. نلاحظ أنه إذا كانت قيمة

التفرطح كبيرة كانت للتوزيع قمة منخفضة، ويسمى التوزيع كبير التفلطح، إما إذا كانت قيمة التفلطح

صغيرة فان للتوزيع قمة عالية ويسمى التوزيع مدببا أو قليل التفلطح.

1.1.2. تحليل التباين ANOVA

والهدف الأساسي من تحليل التباين هو مقارنة متوسطات متغير كمي يسمى المتغير التابع

في كل فئة من فئات المتغير العملي

الدراسة تحليل التباين ANOVA للمعايير الفيزيوكيميائية

NO_3^- - HCO_3^- SO_4^{2-} - Cl^- - Mg^{2+} - Ca^{2+} -TA-TAC-TUR-Con-pH

و المعادن ثقيلة (النحاس، الحديد، المنغنيز، الزنك) لكل المواقع

-E08-K18- FT2 Bis-F5BisBDJ1-BDJ2- BDJ4 - BL 6- H 6- BL

9- G 6 .7

مبينة في الجدول.24.5.

الجدول.41. نتائج تحليل التباين

Source	Somme des carrés	ddl	Carré moyen	F	Pr> F
المواقع					
pH	2.792	10	0.279	6.288	0.000
CON(uS/cm)	9845413.549	10	984541.355	18.147	<0.0001
Turb (NTU)	4.259	8	4.259	3.201	0.023
TA (F°)	1090.491	6	1090.491	11.439	0.000
TAC (F°)	1192.070	6	1192.070	11.536	0.000
Ca2+(mg/l)	24286.374	10	24286.374	3.690	0.010
Mg2+(mg/l)	13055.035	10	13055.035	32.701	<0.0001
Cl-(mg/l)	772649.805	10	772649.805	17.283	<0.0001
SO4-2 (mg/l)	107134.082	10	107134.082	3.631	0.008
HCO3-(mg/l)	114604.167	10	114604.167	0.929	0.532
NO3- (mg/l)	12980.524	10	12980.524	7.461	0.000
Cu(mg/L)	0.003	8	0.003	1.287	0.324
Fe(mg/L)	0.023	8	0.023	1.367	0.291
Mn(mg/L)	0.006	8	0.006	0.582	0.777
Zn(mg/L)	0.010	8	0.010	19.226	<0.0001

نلاحظ أن قيمة F كبيرة نسبيا حيث المساحة فوقها (مستوى دلالتها Sig) أقل من المستوى

المقبول لدينا (α) والتي غالبا تساوي 0.05 بالنسبة للمعايير (Mg^{2+} - Cl^- - SO_4^{2-} - NO_3^-)

(Ca²⁺-TA TAC-TUR-Con-pH-Zn) وبالتالي فان متوسطات المواقع غير متساوية، ونلاحظ قيمة Sig. أكبر من $\alpha=0.05$ بالنسبة للمعايير (HCO₃ Cu.Fe Mn) وبالتالي متوسطات المواقع متساوية.

2.1.2. تحليل العنصر الرئيسي (ACP) Analyse en composant

principale

يطلق الارتباط على العلاقة بين متغيرين، ويمكن استخدام معامل الارتباط بين

متغيرين بعدة طرق نذكر منها:

معامل بيرسون (Pearson): يستخدم إذا كان كلا المتغيرين مقاسا بمقياس كمي

تم استخدام PAC وتم تطبيقه على البيانات الهيدروكيميائية لمياه الأنقاب على 17 متغيراً

و 11 موقع

الجدول.42. معامل الارتباط

	pH	Con (uS/cm)	Turb (NTU)	TH (F°)	TAC (F°)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ⁻² (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Cu(mg/L)	Fe(mg/L)	Mn(mg/L)	Zn(mg/L)
pH	1																
Con (uS/cm)	-0,636*	1															
Turb (NTU)	0,591	-0,595	1														
TH (F°)	-0,430	0,291	-0,695	1													
TAC (F°)	-0,783*	0,168	-0,523	0,825*	1												
Ca ²⁺ (mg/l)	-0,768*	0,593	-0,876*	0,444	0,335	1											
Mg ²⁺ (mg/l)	-0,189	0,385	-0,202	0,847*	0,762*	0,306	1										

Cl- (mg/l)	- ,675*	,911*	- ,543	0,613	0,468	0,576	0,373	1									
SO4- 2 (mg/l)	0,008	0,424	- ,318	0,115	0,007	0,100	0,498	0,163	1								
HCO3 - (mg/l)	- ,661*	0,426	- ,425	- ,384	0,165	0,439	- ,276	0,321	- ,016	1							
NO3- (mg/l)	- ,405	0,458	- ,365	- ,741	- ,945*	,652*	- ,064	0,260	0,194	0,284	1						
NO2- (mg/l)	,948*	- ,586	0,691	- ,902*	- ,841	0,128	0,817	- ,893*	- ,466	0,537	0,746	1					
NH4+ (mg/l)	,726*	- ,802*	,727*	- ,714	0,740	- ,830*	- ,0162	- ,831*	0,005	- ,526	- ,600	,994*	1				
Cu(m g/L)	- ,417	,695*	- ,366	0,250	0,026	0,302	- ,0187	0,583	0,239	0,368	0,277	0,035	- ,563	1			
Fe(m g/L)	- ,879*	0,331	- ,448	0,489	,817*	0,653	- ,086	0,515	- ,329	0,662	- ,081	- ,575	- ,698*	0,192	1		
Mn(mg/L)	- ,0129	0,038	- ,441	0,000	- ,0153	0,322	0,109	0,126	- ,0187	- ,0095	0,193	- ,417	- ,0177	- ,0331	- ,0084	1	
Zn(m g/L)	- ,0299	0,518	0,022	- ,0572	- ,0561	0,080	- ,0540	0,275	- ,0022	0,512	0,541	0,843	- ,0441	0,666	0,019	- ,0275	1

*. La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

** . La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

ذوبان المعادن في الأوساط المائية تعتمد على الأس الهيدروجيني و الزيادة في درجة

الحموضة تزيد عموما من ذوبان هذه المعادن الثقيلة السامة.

من خلال التحاليل الفيزيوكيميائية المتحصل عليها في هذه الدراسة بالنسبة للأوساط المائية

توصلنا إلى أن الأوساط المائية المدروسة ذات أس هيدروجيني قاعدي و حسبمخطط -Stabler

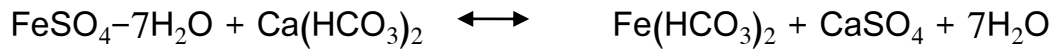
و Collins و مع ذلك سجلنا تراكيز معتبرة للنحاس، الزنك، الحديد و المنغنيز، و هذه التراكيز توجد

على شكل نصف ذائب و عالقة مع الماء أي تكون مرتبطة مع المجموعة الهيدروكسيدية الموجودة

في التراكيب او البنية الجيولوجية للأنقاب.

و منه نستخلص أن الأس الهيدروجيني له علاقة بذوبان المعادن الثقيلة أي كلما كان الوسط حامضي كلما كان ذوبان أيونات المعادن أكثر، و كلما كان الوسط قاعدي تكون المعادن مترسبة، و تكون المعادن نصف ذائبة أو نصف مترسبة في الوسط المائي المعتدل ما بين (7-8).

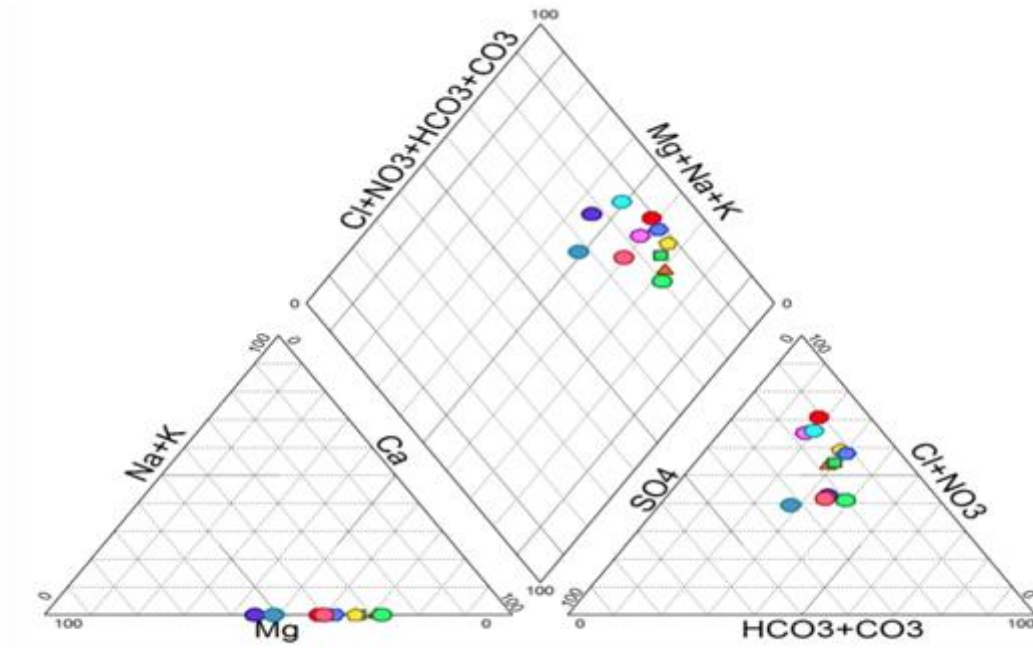
مثال: العلاقة بين تركيز pH و ذوبان و ترسب الحديد في الأوساط المائية



توصلنا في هذه الدراسة التحليلية إلى تواجد المعادن الثقيلة (Zn-Mn-Fe-Cu) بتراكيز معتبرة مع ارتفاع في نسب تراكيز الملوحة ، يتم تأكيدها من خلال الرسم البياني Schöeller-Berkaloff، و منه نستنتج أن هناك علاقة بين تركيز هذه العوامل و المعادن الثقيلة حيث تراكم (Zn-Mn-Fe-Cu) يعتمد على بعض العوامل الفيزيائية و الكيميائية (Akbulut and Akbulut 2010, Akbulut and Tuncer 2011)

3. دراسة الارتباط

1.3. تخطيط بايبر Diagramme de Piper



الشكل. 32. تخطيط بايبر

يبين فحص مخطط بايبر أن جميع المياه تحتوي على كلوريد، وكبريتات، وكالسيوم،

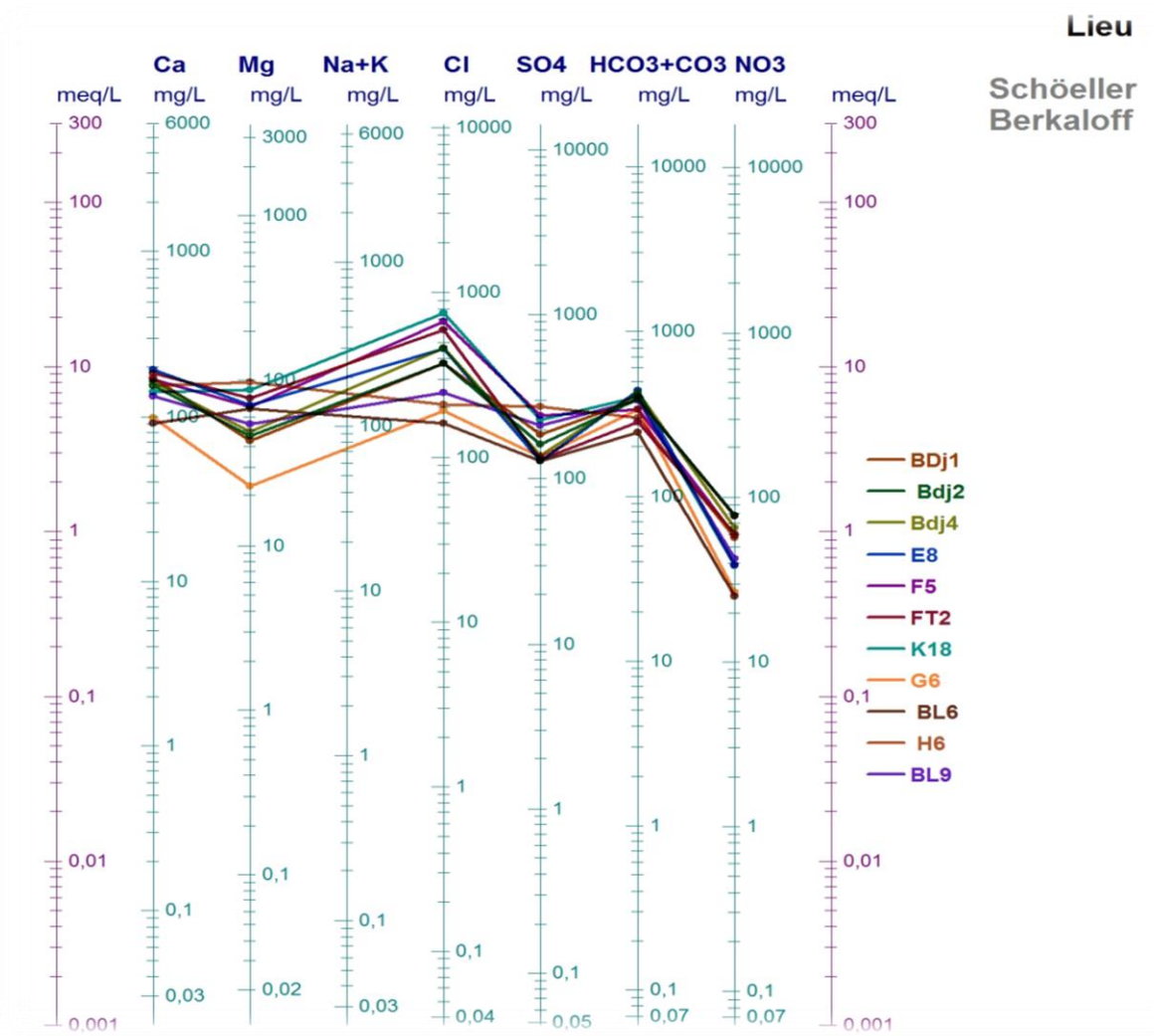
ومغنيسيوم الشكل. 18.5. و من هذا المخطط، يظهر نوعان من العينات السائدة:

- المغنيسيوم بالكالسيوم الكلور وكبريتيد

- كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم أو كبريتات الصوديوم.

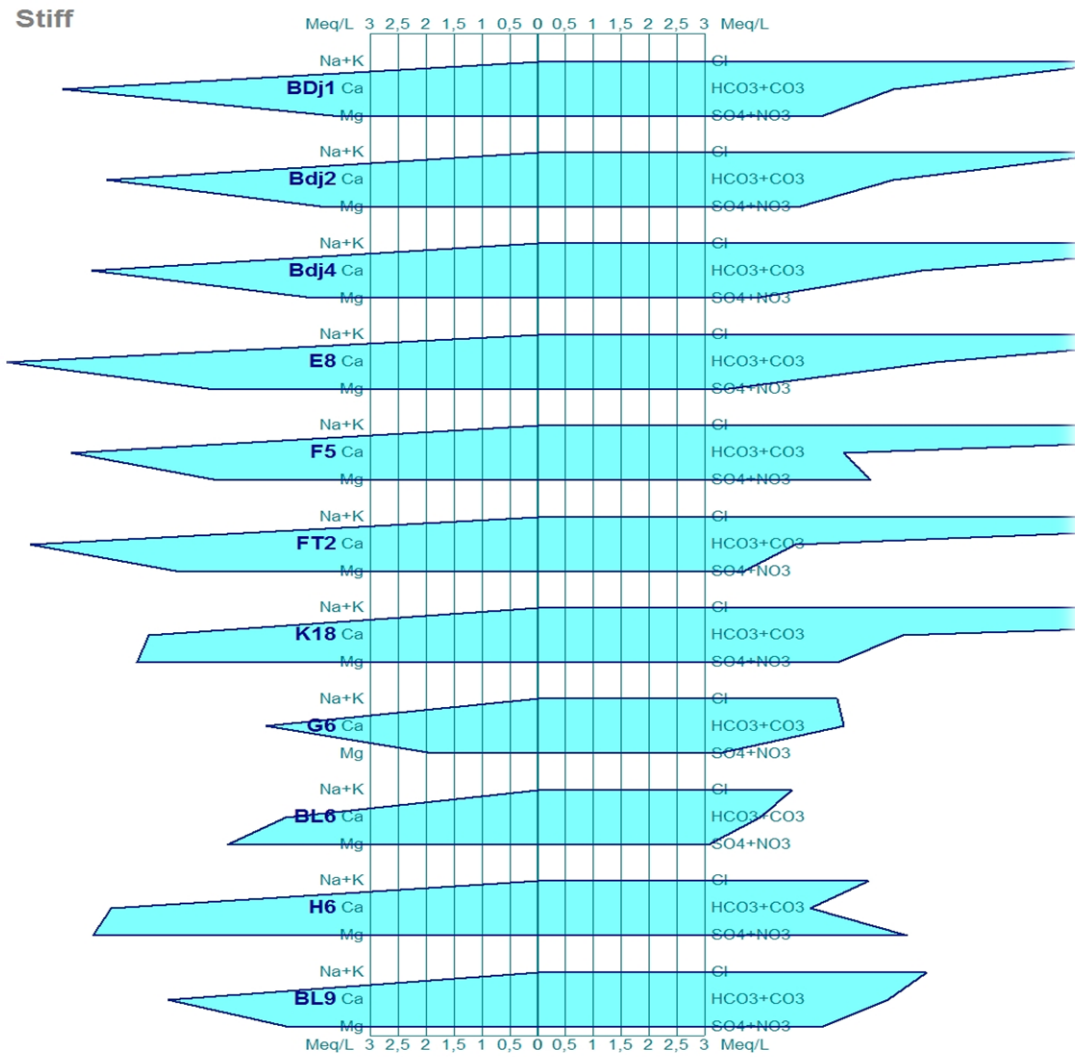
هذه، مشيراً إلى حالة الملوحة، يتم تأكيدها من خلال الرسم البياني Schöeller-Berkaloff

2.3. الرسم البياني Schöeller-Berkaloff



الشكل 33. الرسم البياني Schoeller-Berkaloff

3.3. لرسم البياني Stiff



الشكل 34. الرسم البياني Stiff

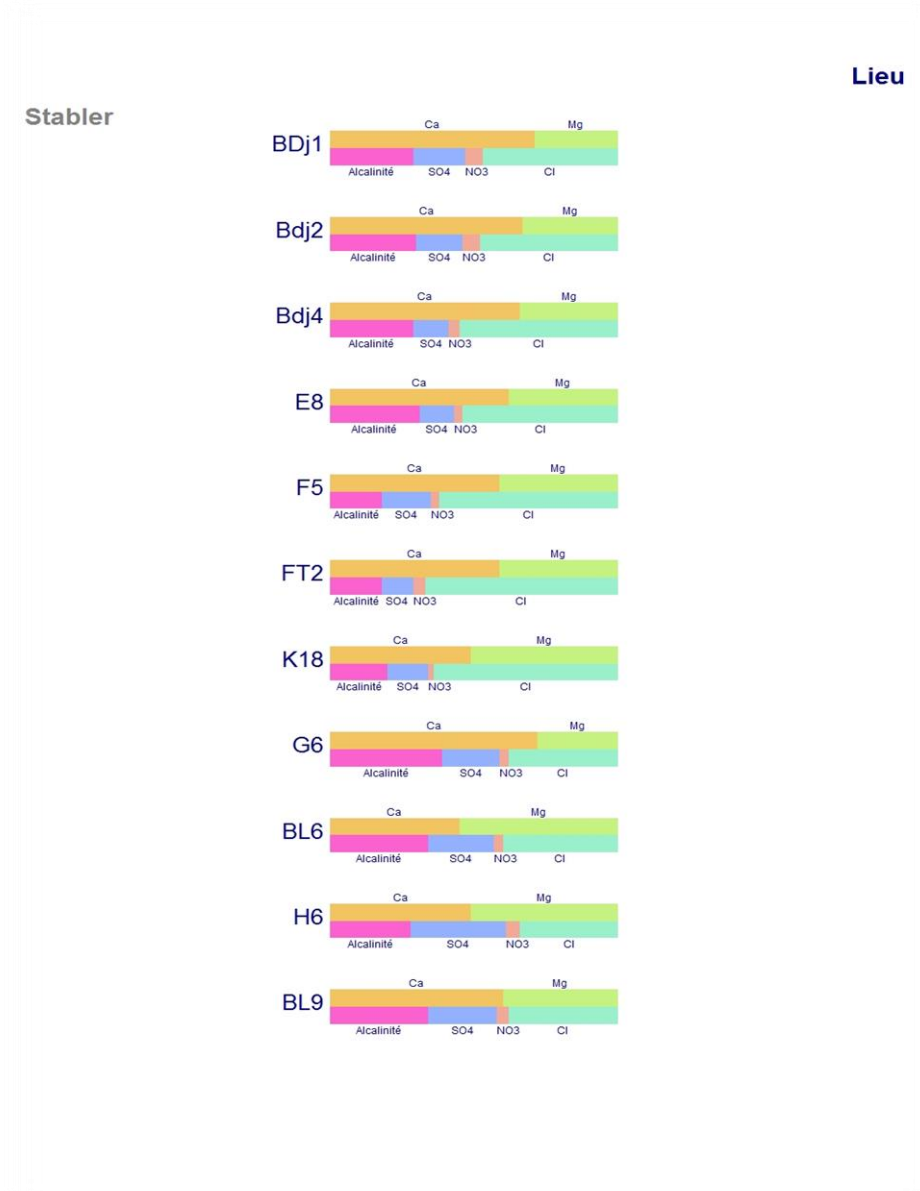
مخطط Stabler-Collins يتم استخدامه لتحديد الفروق المختلفة بين المواقع

(القلوية، أملاح الأحماض القوية)

توضح قراءة هذا الرسم البياني أن المواقع تحتوي على قياس قلوي منخفض

بالنسبة لجميع المصادر ويرجع ذلك أساساً إلى كلوريد والصوديوم والمغنيزيوم.

4.3. الرسم البياني Stabler



الشكل 35. الرسم البياني Stabler

7.3. مؤشر جودة المياه الجوفية GWQI

لحساب مقياس جودة المياه الجوفية يتم إتباع ثلاث خطوات:

تحديد وزن كل عنصر

حساب الوزن النسبي لكل عنصر وفقا للعلاقة التالية:

$$GWQI = \sum_{i=1}^n Si Wi$$

حيث:

W_i : الوزن النسبي

W_i : وزن كل عنصر

n : عدد العناصر

نقوم بحساب النوعية حسب العلاقة:

$$Qi = \left(\frac{Ci}{Si} \right) \times 100$$

Qi : النوعية

Ci : تركيز كل عنصر

Si : التركيز المسموح به من طرف المنظمة العالمية للصحة

الجدول 43. يمثل أوزان و التراكيز المسموح بها من طرف OMS لبعض المعايير الفيزيائية و الكيميائية

	الوزن النسبي	الوزن	تركيز OMS
pH	0,10526316	4	6,5-8,8
CON (uS/cm)	0,10526316	4	1500
TH(F)	0,10526316	2	30
Ca ²⁺ (mg/l)	0,05263158	2	200
Mg ²⁺ (mg/l)	0,05263158	2	150
Cl-(mg/l)	0,07894737	3	250
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	0,10526316	4	250
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	0,07894737	3	1000
NO ₃ ⁻ (mg/l)	0,13157895	5	50
Fe(mg/L)	0,13157895	5	0,3
Mn(mg/L)	0,10526316	4	0,4

حساب Si:

$$Si_i = W_i \times q_i$$

الجدول. 44. يمثل قيم Si و Qi لمواقع الدراسة

	pH		CON (uS/cm)		TH (F)		Ca2+(mg/l)		Mg2+(mg/l)		Cl-(mg/l)		SO4-2 (mg/l)		HCO3-(mg/l)		NO3-(mg/l)		Fe(mg/L)		Mn(mg/L)	
	qi	Si	qi	Si	qi	Si	qi	Si	qi	Si	qi	Si	qi	Si	qi	Si	qi	Si	qi	Si	qi	Si
BDj 1	82,	8,6	15	16,	21	22,	85,	4,5	28,	1,5	14	11,	74,	7,8	39,	3,0	15	20,	7,2	0,9	5,3	0,5
	29	62	5,2	34	6,6	80	86	19	66	08	9,9	83	33	24	05	82	2,6	08	5	53	12	59
	16	3	55	26	66	70	66	29	22	53	06	47	33	56	66	89	66	77	95	5	5	21
	66		55	90	66	18	66	8	22	8	66	37	33	1	5	66	19					
	7		6		7		7		2		7		3			7						
Bdj 2	82,	8,6	15	16,	19	20,	77,	4,0	30,	1,6	14	11,	65,	6,8	39,	3,0	15	20,	14	1,8	1,5	0,1
	21	54	6,7	49	3,3	35	71	90	75	18	8,4	71	53	98	04	82	6,3	57		42		57
	59	3		47	33	08	66	35	44	65		57	33	24	33	36	33	01	11			89
	09			37	33	77	66	1	44	5		89	33	6	33	8	33	75				
	1				3		7		4				3		3		3					
Bdj 4	80,	8,4	15	15,	19	20,	80,	4,2	32,	1,7	18	14,	55,	5,8	42,	3,3	13	17,	13,	1,7	13,	1,3
	22	45	0,8	87	3,3	35	5	36	83	28	5,0	60	52	44	11	25	0,8	21	66	98	16	85
	72	0	26	64	33	08		84	33	07	4	84		21	8	10	05	66	25	66	66	96
	72		66	91	33	77		2	33	0		21		1		5	26	66	66	66	66	66
	7		7		3			3									7		7		7	
E8	78,	8,2	14	14,	25	26,	95,	5,0	47,	2,4	18	14,	51,	5,4	43,	3,4	77,	10,	36,	4,8	4,3	0,4
	04	15	0,1	75	3,3	66	7	36	33	91	1,4	32	88	61	62	43	87	24	66	24	12	53
	54	3	55	32	33	66		84	33	22	8	73	06	12	68	66	69	66	56	5	5	95
	54		55	16	33	67		2	33	8		68	66	3	4	66	30	66				
	5		6		3			3					7			7		7				
F5	81	8,5	17	18,	24	25,	84,	4,4	46,	2,4	26	20,	96,	10,	33,	2,6	11	15,	16,	2,1	4,2	0,4
		26	7,2	65	0	26	1	26	8	63	5,9	99	81	19	58	51	8,0	53	33	49	5	47
		3	55	84		31		31		15	33	47	93	15		05	46	24	33	12		37
			55	80		58		6		8	33	37	33	09		3	66	56	33			
		6								3			3			7		3				
FT2	81,	8,5	16	22,	25	26,	91,	4,8	52,	2,7	23	18,	52,	5,5	28,	2,2	11	15,	14,	1,8	12,	1,3
	22	50	3,8	08	4,1	75	6	21	4	57	8,8	85	50	26	26	31	9,3	70	33	85	66	33
	72	2	33	42	66	43		05		89	66	78	13	45	05	43	30	33	96	66	66	33
	72		33	11	66	86		3		5	66	95	33	6		3	33	70	33	66	66	66
	7		3		7					7			3			3		3				7
K1 8	81,	8,5	20	22,	24	25,	70,	3,7	58,	3,0	30	23,	91,	9,6	40,	3,1	76,	10,	15,	1,9	4,2	0,4
	04	31	9,8	08	3,3	61	3	00	53	80	0,1	69	28	09	02	59	96	12	08	84	5	47
	54	1		42	33	40		00	33	70	37	50	66	12		47	63	33	65			37
	54			11	33	35		0	33	2	33	53	66	3		4	16	33				
	5				3				3		3		7				3		3			
G6	90,	9,5	10	11,			49	2,5	15,	0,8	76,	6,0	54,	5,7	33,	2,6	53,	7,0				
	54	31	5,6	12				78	33	07	43	34	44	30	6	52	70	66				
	92	5	66	28				94	33	01	34	21		52		63	17	01				
	61		66	07				7	33	8		6		6		2		3				
	4		7						3													
BL6	88,	9,2	90,	9,5			45,	2,4	45,	2,3	64,	5,1	51,	5,4	24,	1,9	50,	6,6	0	0,0	3,5	0,3
	08	71	29	04			72	06	33	85	9	23	46	17	4	26	28	17	00	00		68
	06	7	62	86			5	57	33	96		68	66	54		31	96	05	00			42
	81		22	5				9	33	5		4	66	4		6	3	3				
	8		2					3				7										
H6	87,	9,2	13	14,			77,	4,0	65,	3,4	84,	6,6	11	11,	29,	2,3	11	15,	0	0,0	8	0,8
	63	25	6,2	33			01	53	04	23	36	60	0,2	60	89	59	4,1	02	00	00		42
	86	1	22	91				15		15	66	52	04	04		73	75	30	00			11
	36		22	81				8		8	66	6	4	63		7	53	96				
	4		2							7							3					
BL9	80,	8,4	13	13,			66,	3,5	36,	1,9	99,	7,8	85,	8,9	38,	3,0	84,	11,				
	73	98	0,2	70			63	07	32	11	15	27	05	52	43	33	88	16				
	86	8	22	76			5	10		57		63	34	98		94	56	91				
	36		33	14				5		9		2		9		7		58				
	4		3																			

الجدول.45. تصنيف نوعية المياه

نوعية المياه	GWQI
ممتازة	25_0
جيدة	50-26
رديئة	75-51
جد رديئة	100-76
غير صالحة للشرب	>100

5.3. حساب مؤشر جودة المياه الجوفية GWQI

$$GWQI = \sum_{i=1}^n SI_i$$

الجدول.46. يبين نوعية مياه الشرب للمواقع حسب مؤشر جودة المياه الجوفية

نوعية المياه	المجال الذي ينتمي إليه	مؤشر جودة المياه الجوفية GWQI	المواقع
جد رديئة	100-76	98,1829	BDj1
جد رديئة	100-76	95,4755	Bdj2
جد رديئة	100-76	94,8097	Bdj4
جد رديئة	100-76	95,9209	E8
غير صالحة للشرب	>100	111,3037	F5
غير صالحة للشرب	>100	110,5056	FT2
غير صالحة للشرب	>100	112,0320	K18
جيدة	50-26	45,5237	G6
جيدة	50-26	43,0221	BL6
رديئة	75-51	67,5265	H6
رديئة	75-51	58,6088	BL9

من خلال حساب مؤشر جودة المياه الجوفية (GWQI) نستنتج أن نوعية المياه بالنسبة للأنقاب (E8-BDJ1-BDJ2-BDJ4) جد رديئة و هذا راجع إلى مكان تواجد الأنقاب في مناطق زراعية و قربها من مصادر التلوث (التخلص من النفايات الصلبة) هذا ما يجعلها أكثر عرضة للتلوث. كما

يعود السبب الى الطبيعة الجيولوجية للخزانات الجوفية

من خلال حساب مؤشر جودة المياه الجوفية (GWQI) نستنتج أن نوعية المياه بالنسبة للأنقاب (FT2-F5) - (K18) غير صالحة للشرب وهذا راجع الى تواجد معظم الأنقاب في مناطق زراعية مما يجعلها أكثر

عرضة للتلوث بسبب الاستخدام المفرط للأسمدة والمبيدات من طرف الفلاحين دون اللجوء الى مديرية الزراعة. كما يعود السبب الى الطبيعة الجيولوجية للخزانات الجوفية

بالإضافة الى تصريف مياه الصرف الصحي في شط تانسلت الذي يتواجد بالقرب من مدينة سوق

نعمان

من خلال حساب مؤشر جودة المياه الجوفية (GWQI) نستنتج أن نوعية المياه بالنسبة للأنقاب (G6 - BL6 - BL9 - H6) نستنتج أن نوعية مياه منطقة الدراسة لمدينة بوغرة السعدي تسير في طريق التحسن وهذا راجع إلى التقليل من استعمال الأسمدة والمبيدات من طرف الفلاحين وتخصيص مناطق خاصة بتصريف مياه الصرف الصحي بعيدا عن الانقاب.

6.3 حساب مؤشر المعادن الثقيلة (MI)

مؤشر المعادن الثقيلة عرف من طرف (Tamasi and Cini 2004) كما يلي:

$$MI = \sum_{i=1}^n Ci/(MAC)_i \quad (\text{Tchobanoglous et al. 2003})$$

2003)

حيث:

MI مؤشر المعادن الثقيلة

Ci متوسط تركيز كل معدن

MAC هو الحد الأقصى المسموح به التركيز

الجدول 47. يبين $Ci/(MAC)_i$ للمواقع

الموا قع	Cu(mg/L)			Fe(mg/L)			Mn(mg/L)			Zn(mg/L)		
	Moyen ne	(MAC) _i	MI	Moyen ne	(MAC) _i	MI	Moyen ne	(MAC) _i	MI	Moyen ne	(MAC) _i	MI
Bdj 1	0,0395 0	2,000 00	0,019 75	0,0217 5	0,300 00	0,072 50	0,0212 5	0,400 00	0,053 13	0,0550 0	3,000 00	0,01833 333
Bdj 2	0,0246 7	2,000 00	0,012 33	0,0420 0	0,300 00	0,140 00	0,0060 0	0,400 00	0,015 00	0,0623 3	3,000 00	0,02077 778
BdJ 4	0,0143 3	2,000 00	0,007 17	0,0410 0	0,300 00	0,136 67	0,0526 7	0,400 00	0,131 67	0,0326 7	3,000 00	0,01088 889

E8	0,0219 5	2,000 00	0,010 98	0,1100 0	0,300 00	0,366 67	0,0172 5	0,400 00	0,043 13	0,0175 0	3,000 00	0,00583 333
F5	0,0286 7	2,000 00	0,014 33	0,0490 0	0,300 00	0,163 33	0,0170 0	0,400 00	0,042 50	0,0200 0	3,000 00	0,00666 667
FT2	0,0243 3	2,000 00	0,012 17	0,0430 0	0,300 00	0,143 33	0,0506 7	0,400 00	0,126 67	0,0266 7	3,000 00	0,00888 889
K18	0,0362 5	2,000 00	0,018 13	0,0452 5	0,300 00	0,150 83	0,0170 0	0,400 00	0,042 50	0,0525 0	3,000 00	0,0175
BL6	0,0140 0	2,000 00	0,007 00	0,0000 0	0,300 00	0,000 00	0,0140 0	0,400 00	0,035 00	0,0150 0	3,000 00	0,005
H6	0,0140 0	2,000 00	0,007 00	0,0000 0	0,300 00	0,000 00	0,0320 0	0,400 00	0,080 00	0,0120 0	3,000 00	0,004

الجدول 48. يبين: $\sum_{i=1}^n C_i/(MAC)_i$ للمواقع

المواقع	MI				Σ MI
	Cu(mg/L)	Fe(mg/L)	Mn(mg/L)	Zn(mg/L)	
Bdj1	0,01975	0,0725	0,053125	0,01833333	0,16370833
Bdj2	0,01233333	0,14	0,015	0,02077778	0,18811111
Bdj4	0,00716667	0,13666667	0,13166667	0,01088889	0,28638889
E8	0,010975	0,36666667	0,043125	0,00583333	0,4266
F5	0,01433333	0,16333333	0,0425	0,00666667	0,22683333
FT2	0,01216667	0,14333333	0,12666667	0,00888889	0,29105556
K18	0,018125	0,15083333	0,0425	0,0175	0,22895833
BL6	0,007	0	0,035	0,005	0,047
H6	0,007	0	0,08	0,004	0,091

الجدول 49. يبين نوعية مياه الشرب للمواقع حسب MI. (Caeiro et al. 2005, Lyulko 2001).

MI	نوعية المياه
<0.3	نقي جدا
0.3 - 1.0	نقي
1.0 - 2.0	متأثر قليلا
2.0 - 4.0	متضرر قليلا
4.0 - 6.0	متضرر بشدة
>6.0 S	متضرر بشكل خطير

الفصل السادس: الحلول المقترحة

أصبح تلوث المياه بالمعادن الثقيلة يثير قلق حول تطور التكنولوجيات في العالم بأسره (Lim and Kim 2009). تبادل واستهلاك مياه الشرب التي تحتوي على المعادن الثقيلة على المدى الطويل يمكن أن تسبب أمراض قاتلة حيث تتراكم هذه المعادن في الأعضاء الداخلية لجسم الإنسان و بالتالي إزالة المعادن الثقيلة عن طريق علاجات مختلفة للمياه وذلك لتلبية معايير جودة المياه (Lim and Kim 2009).

بما أن أغلب مصادر التلوث بهذه المعادن هي التركيبية الجيولوجية للأنقاب التي تعتبر المصادر الرئيسية لتزويد مياه الشرب بالمنطقة نقتح انجاز محطات معالجة لمياه الشرب و ذلك باتباع طرق المعالجة.

وتقنيات المعالجة يمكن أن تجمع في ثلاث فئات تشمل مايلي:

1. الطرق الكيميائية

تشمل الطرق الكيميائية معاملة المياه الملوثة مع بعض المواد الكيميائية التي بدورها تتفاعل و تؤدي إلى ترسيب المواد المطلوبة إزالتها من المياه للتخلص منها أو تكسيرها إلى وحدات أو مواد أصغر أقل خطورة لتلوث المياه، أو استخدام بعض العمليات الكيماوية التي تساعد على فصل المواد غير المرغوبة و تجميعها للتخلص منها، وقد تستعمل في محطات تنقية و تصفية المياه لإزالة المواد العالقة باستعمال المواد المختلفة مثل مركبات الحديد.

ومن العمليات التي قد تعامل بها المياه الملوثة كيماويا لتنقيتها مايلي:

– التبلور Crystallization

– الفصل الكهربائي Electrolysis

– التحال الكهربائي Electro-dialysis

– تبادل الأيونات Ion exchange

– التكسير (التحلل) Degradation

– الأوكسدة Oxidation

– الطريقة الكيميائية الكهربائية (Tchobanoglous et al. 2003).

(al. 2003)

توجد العديد من الدراسات حول طرق و إمكانية تخفيض تركيز المعادن الثقيلة في المياه،

نذكر بعض المراجع لتي تبين طرق معالجة بعض المعادن كيميائيا:

– الحديد: (Tokalioglu 2007, Mamchenko et al. 2009, Bobb et al. 2009)

(et al. 2009, Valls and De Lorenzo 2002)

– المنغنيز: (Lim et al. 2005, Kaya et al. 2008, Jianwen et al. 2008)

(2009, Mamchenko et al. 2007)

– الزنك: (Lim et al. 2009, Diels et al. 2002)

– النحاس: (Tokalioglu et al. 2009, Lim et al. 2009, Diels et al. 2002)

(2009).

2. الطرق الفيزيائية

و يتم خلالها عزل الشوائب و المواد العالقة و المواد الكبيرة من المياه الملوثة و ذلك

باستخدام المناخل أو المصافي و المرشحات المعدة لهذا الغرض و يمكن فصل أكثر من 50% من

الشوائب و الرواسب العالقة من المياه الملوثة. و للحصول على نقاوة أكثر يتطلب استخدام عدة

عمليات أهمها:

– الترسيب Sedimentation

– الترشيح Filtration

– الإدمصاص Adsorption

– التبخر Evaporation

– التحال (الفصل الغشائي) Dialysis

– التعويم Flotation

– المصيدة (الحزام) Skimmingdevice

– الطرد المركزي Centrifugation

– التجميد Freezing

– الموجات فوق الصوتية Ultrasonicwaves

– المعالجات المغناطيسية Magnetictreatment

و قد تشترك أكثر من عملية للحصول على التنقية المطلوبة (Tchobanoglous et al.)

(2003)

توجد العديد من الدراسات حول طرق و امكانية تخفيض تركيز المعادن الثقيلة في المياه،

نذكر بعض المراجع لتي تبين طرق معالجة بعض المعادن فيزيائيا:

– الحديد: (Genc et al. 2009, Mamchenko et al. 2007).

– المنغنيز: (Genc et al. 2009, Lim et al. 2009, Mamchenko et al.)

(2007)

– الزنك: (Diels et al. 2002, Lim et al. 2009) . .

– النحاس: (Kim et al. 2010, Qian et al. 2007).

3. الطرق البيولوجية

و تشمل هذه الطرق قيام الكائنات الحية الدقيقة في تكسير و تحليل المواد الملوثة خاصة العضوية منها و تكون بنوعين إما طبيعيا (تنقية ذاتية) أو اصطناعيا (Tchobanoglous et al. 2003).

توجد العديد من الدراسات حول طرق و امكانية تخفيض تركيز المعادن الثقيلة في المياه. نذكر بعض المراجع لتي تبين طرق معالجة بعض المعادن بيولوجيا:

– الحديد: (Mamchenko et al. 2007, Valls and De Lorenzo 2002)

– المنغنيز: (Kaya et al. 2005, Valls and De Lorenzo 2002).

– الزنك: (Andrew and David , Bååth and Anderson 2003, Mrozik)

(et al. 2004, Valls and De Lorenzo 2002).

– النحاس: (Andrew and David , Bååth and Anderson 2003, Diels)

et al. 2002, Genc et al. 2009, Khajeh and Sanchooli 2011, Mrozik et al. 2004).

وقد تم التوصل إلى إمكانية تخفيض تركيز المعادن الثقيلة في المياه بالطريقة البيولوجية، في هذه الدراسة:

Reduction Remediation of Hexavalent Chromium by Indigenous Bacteria

(Zaidi et al. 2018)Houda Zaidi, Abdelkader Khiari

كما تم التوصل إلى إمكانية تخفيض تركيز المعادن الثقيلة في المياه بالطريقة الفيزيائية الكيميائية، في هذه الدراسة:

Reduction kinetics of Cr (VI) using limonite in aqueous solution

Houda Zaidi.1; Abdelkader Khiari.1; Nouredine Gherraf*2; Djemoui

Merzoug.1; Dounia

Dib.1; Hinda Hafid.1; Nouredine Meza.1; Lamia Bouhafs.1 and

(Zaidi et al. 2011)SouadBekhouche.

الخاتمة

الخاتمة

بهدف معرفة تركيز المعادن الثقيلة (Cu, Fe, Mn, Zn) والمعايير الفيزيوكيميائية في بعض مصادر الشرب

لولاية أم البواقي محاولة لتحديد أهم مصادر هاو كذلك جمع معطيات عن الخصائص الفيزيوكيميائية لبعض الأنقاب

لولاية أم البواقي وبالإضافة إلى تحديد العلاقة بين تركيز المعادن الثقيلة (Cu, Fe, Mn, Zn) والأمراض

السرطانية للمنطقة من أجل اقتراح الحلول اللازمة للتقليل من ظاهرة التلوث، و من خلال نتائج الدراسة نستنتج

مايلي:

✓ من خلال نتائج تركيز المعادن الثقيلة (الزنك، النحاس، المنغنيز، الحديد) لأهم

مصادر مياه الشرب لمدينة أم البواقي و تحليل تركيز الخصائص الفيزيائية و

الكيميائية، خلال الفترة الممتدة من 2015-2018 اتضح أن مياه المدينة تحتوي

على تراكيز قليلة من المعادن الثقيلة رغم أن الأوساط المائية أوساط تحتوي على

قياس قلوي منخفض بالنسبة لجميع المصادر ويرجع ذلك أساسا إلى كلوريد

والصوديوم والمغنزيوم.

✓ وبمقارنة بين نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية بنتائج السنوات الماضية نستنتج أن

معظم المعايير تزايدت مع مرور السنوات مما يدل على زيادة مصادر التلوث

الناجمة معظمها من الأنشطة البشرية المتمثلة في (الزراعة، سوء التخلص من مياه

الصرف الصحي والمخلفات الصلبة).

✓ و من خلال ربط نتائج تركيز المعادن الثقيلة مع تركيز الخصائص الفيزيائية و

الكيميائية نستنتج أن هناك علاقة بينهما.

✓ و من خلال نتائج حساب مؤشر جودة المياه الجوفية (GWQI) لأهم مصادر مياه

شرب اتضح أن مياه أغلب الأنقاب رديئة.

- ✓ و بربط هذه النتائج مع نتائج الدراسة الإحصائية لمرض السرطان في منطقة الدراسة و باعتبار الماء هو المصدر الوحيد الذي يشترك فيه سكان المنطقة يمكن افتراض أن هذه المعادن تعتبر من العوامل المساعدة على إصابة الإنسان بالأورام السرطانية كونها مسرطنة في التراكيز المنخفضة لتراكمها في أنسجة و خلايا الجسم مما تؤدي إلى تغير في تركيب الخلايا و هذا ينتج عنه تشكيل الأورام أو الطفرات، و السرطان عبارة عن طفرة. وهذا يشكل خطر على صحة سكان هذه المنطقة لذلك يجب أن تلتزم السلطات المعنية بمعالجة هذه المياه قبل أن تتصلب بالمستهلك.
- ✓ وقد تم التوصل إلى إمكانية تخفيض تركيز المعادن الثقيلة في المياه بالطريقة الفيزيائية الكيميائية و بالطريقة البيولوجية، في هذه الدراسة. (Houda Zaidi 2018, Zaidi et al. 2011).

المراجع

المراجع

المراجع باللغة العربية

- ✚ التماوي, د.محمد عبد الرزاق. 1998. "1998 التلوث البيئي و سبل مواجهته " الملتقى المصري للإيداع و التنمية 149.
- ✚ الحايك, نصر. 1989. تلوث المياه و تنقيتها (ديوان المطبوعات الجامعية الجزائر).
- ✚ الحوري, د.السيد زيد. 2004. أساسيات علم البيئة (دار وائل للطباعة و النشر).
- ✚ الرفاعي, د.سلطان. 2009. التلوث البيئي ، أسباب ، أخطار ، حلول (دار اسامة للنشر و التوزيع)
- ✚ السعدي, حسن علي ناصر. 2006. أساسيات علم البيئة و التلوث
- ✚ 2006b. ———. البيئة المائية
- ✚ السيد, جمال عويس. 2000. الملوثات الكيميائية للبيئة (دار الفجر للنشر و التوزيع).
- ✚ الشواورة, علي سالم. 2012. جغرافية علم المناخ و الطقس (دار المسيرة للنشر و التوزيع و الطباعة).
- ✚ الشويكة, ايمن سليمان مزاهرة ، د علي فاتح. 2011. البيئة و المجتمع (دار الشروق للنشر و التوزيع).
- ✚ العروسي, حسين. 1999. تلوث البيئة و ملوثاتها (مكتبة المعارف الحديثة حمادة غول).
- ✚ الفرخان, د.سامح العرايبة ، د.يحي. 2002. المدخل إلى العلوم البيئية (دار الشروق للنشر و التوزيع).
- ✚ الكايد, بيان محمد. 2010. ادارة مصادر المياه، النظام البيئي (دار الراية للنشر عمان).
- ✚ الكندي, غيداء، ياسين رشيد. 2009. 'مسح نوعي للمياه الجوفية و السطحية لمدينة الكاظمية', مجلة الهندسة و التكنولوجيا, المجلد 27 ص 540.
- ✚ الهروط, وائل، ابراهيم الفاعوري، محمد عطوة. 2003. البيئة حمايتها و صيانتها دار المناهج.
- ✚ جاري, بيرز. 2009. البيئة و علوم الارض و التفاعل مع الدورة الهيدرولوجية و الغلاف الجوي (دار الكتاب الحديث).
- ✚ جبيرالحيايبي, عبد الستار. 2009. 'تقييم المياه الجوفية لبعض آبار قرية الخفاجية في محافظة الأنبار', مجلة جامعة الانبار للعلوم السرفة, الثالثة.
- ✚ جعفر, نصرات. 2005. 'تلوث المياه الجوفية بآبار الصرف الصحي و أثره في انتشار حمى التيفوئيد في بلدية الرقبة'. 6-7.
- ✚ حسين, حذيفة حازمطه، محمد زيد. 2012. 'استخدام التحليل العنقودي لتصنيف نوعية المياه الجوفية في آبار منطقة بعشيقية في محافظة نينوى', المجلة العراقية للعلوم الإحصائية, 21: 224.

- ✚ خليل, محمد احمد السيد. 2003. إعداد المياه للشرب و الاستخدام المنزلى (المكتبة الاكاديمية للنشر و التوزيع).
- ✚ 2003b. ———. اعداد المياه للشرب والاستخدام المنزلي.
- ✚ راضى, د عايد. 2010. التلوث البيئي للهواء الماء الغذاء (دار اليازورى للطباعة و النشر).
- ✚ سليمان, د. محمد أمين عامر ، مصطفى محمود. 1999. تلوث البيئة مشكلة العصر (دار الكتاب الحديث).
- ✚ طحلاوى, محمد رجائى جودة. 2007. الصخور و المعادن الضارة بالبيئة
- ✚ عائشة, لشقر. 2011. 'دراسة تقييمية فيزيوكيميائية لبعض المياه الجوفية بأم البواقي.'
- ✚ عابد, أ.د عبد القادر. 2004. أساسيات علم البيئة (دار وائل للطباعة و النشر).
- ✚ عبيدات, أ.دولة أحمد. 2003. البيئة حمايتها و صيانتها (دار المناهج للنشر و التوزيع).
- ✚ عطورة الهاروط, د. وائل ابراهيم الفاعوري ، محمد. 2003. البيئة حمايتها و صيانتها (دار المناهج).
- ✚ عفيفي, أ.د. فتحي عبد العزيز. 2000. دورة السموم و الملوثات البيئية في مكونات النظام البيئي (دار الفجر للنشر و التوزيع).
- ✚ علي, د. سلمان شمسة ، د. عدنان جواد. 1998. البيئة و تلوثها بالأمطار الحامضية (، منشورات إجا للنشر و التوزيع).
- ✚ محمود, سليمان، مصطفى. 2009. مصادر المياه والحلول المستقبلية لحل مشكلة ندرة المياه (دار الكتاب الحديث).
- ✚ يوسف, د حسين. 2000. التلوث البيئي للغذاء و طرق الوقاية من الاصابة (دار المريخ للنشر و التوزيع).

المراجع الأجنبية

- ✚ A.AL-Nallm, A.H.a.a.A. (2013) Assessment of Groundwater quality of diamman aquifer on corrosion of well casing and other Equipments in Al-ahsa Oasis. trends in Applied science reserch 8(1), 1-13.
- ✚ Akbulut, A. and Akbulut, N.E. (2010) The study of heavy metal pollution and accumulation in water, sediment, and fish tissue in Kızılırmak River Basin in Turkey. Environmental monitoring and assessment 167(1-4), 521-526.

- ✚ Akbulut, N.E. and Tuncer, A.M. (2011) Accumulation of heavy metals with water quality parameters in Kızıllırmak River Basin (Delice River) in Turkey. *Environmental monitoring and assessment* 173(1-4), 387-395.
- ✚ Akpan-Idiok, A., Ibrahim, A. and Udo, I. (2012) Water quality assessment of Okpauku river for drinking and irrigation uses in Yala, Cross River State, Nigeria. *Res J Environ Sci* 6(6), 210-221.
- ✚ Akpoveta, O., Okoh, B. and Osakwe, S. (2011) Quality assessment of borehole water used in the vicinities of Benin, Edo State and Agbor, Delta State of Nigeria. *Current Research in Chemistry* 3(1), 62-69.
- ✚ Amin, A.S. (2009) Utilization of solid phase spectrophotometry for the determination of trace amounts of copper using 5-(2-benzothiazolylazo)-8-hydroxyquinoline. *Chemical Papers* 63(6), 625.
- ✚ Andac, M., Asan, A. and Isildak, I. (2009) A simple flow injection spectrophotometric determination method for iron (III) based on O-acetylsalicylhydroxamic acid complexation. *Chemical Papers* 63(3), 268-273.
- ✚ Andrew, L. and David, T. Waite.(2002). Kinetic Model for Fe (II) Oxidation in Seawater in the Absence and Presence of Natural Organic Matter. *Environ. Sci. Technol* 36, 433-444.
- ✚ Awuah, E., Gyasi, F., Anipa, H.K. and Adjei, A. (2014) Microbial Quality of Sachet and Bagged Drinking Water: A Case Study in Kumasi, Ghana. *Res J Microbiol* 9(4), 199-207.
- ✚ Bååth, E. and Anderson, T.-H. (2003) Comparison of soil fungal/bacterial ratios in a pH gradient using physiological and PLFA-based techniques. *Soil Biology and Biochemistry* 35(7), 955-963.
- ✚ Belghiti, M., CHAHLAOU, A., Bengoumi, D. and El Moustaine, R. (2013) Etude de la qualité physico -chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). *LARHYSS Journal* ISSN 1112-3680 (14).
- ✚ Bobb, D., Zhu, G., Mayy, M., Gavrilenko, A., Mead, P., Gavrilenko, V. and Noginov, M. (2009) Engineering of low-loss metal for nanoplasmonic and metamaterials applications. *Applied Physics Letters* 95(15), 151102.
- ✚ Brown, B.E. (1977) Effects of mine drainage on the river hayle, cornwall a) factors affecting concentrations of copper, zinc and iron in water, sediments and dominant invertebrate fauna. *Hydrobiologia* 52(2-3), 221-233.

- ✚ Caeiro, S., Costa, M.H., Ramos, T., Fernandes, F., Silveira, N., Coimbra, A., Medeiros, G. and Painho, M. (2005) Assessing heavy metal contamination in Sado Estuary sediment: an index analysis approach. *Ecological indicators* 5(2), 151-169.
- ✚ Chaabane, A. (1993) Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie: typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagement, Aix-Marseille 3.
- ✚ Daghrah, G.A. (2010) Water Quality Study of Wadi Al Qilt-West Bank-Palestine.
- ✚ De Martonne, E. (1926) L'indice d'aridité. *Bulletin de l'Association de géographes français* 3(9), 3-5.
- ✚ Diels, L., Van der Lelie, N. and Bastiaens, L. (2002) New developments in treatment of heavy metal contaminated soils. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology* 1(1), 75-82.
- ✚ Emberger, L. (1930) Sur une formule climatique applicable en géographie botanique.
- ✚ FRANCK, R. (2002) Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. Édition CRDP d'Aquitaine. France.
- ✚ Genc, A., Chase, G. and Foos, A. (2009) Electrokinetic removal of manganese from river sediment. *Water, Air, and Soil Pollution* 197(1-4), 131-141.
- ✚ Ghazali, D. and Zaid, A. (2013) Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de Meknès-Maroc). *LARHYSS Journal* ISSN 1112-3680 (12).
- ✚ Hansen, N.C., Hopkins, B.G., Ellsworth, J.W. and Jolley, V.D. (2006) Iron nutrition in plants and rhizospheric microorganisms, pp. 23-59, Springer.
- ✚ Hem, J.D. (1985) Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, Department of the Interior, US Geological Survey.
- ✚ Hindo, S.S., Mancino, A.M., Braymer, J.J., Liu, Y., Vivekanandan, S., Ramamoorthy, A. and Lim, M.H. (2009) Small molecule modulators of copper-induced A β aggregation. *Journal of the American Chemical Society* 131(46), 16663-16665.
- ✚ Houda Zaidi, A.K. (2018) Reduction Remediation of Hexavalent Chromium by Indigenous Bacteria. *World Journal of Environmental Biosciences* Volume7(Issue 3: 43-45).
- ✚ Islam, M., Uddin, S.M.H., Zaman, M., Mahmood, R. and Rahman, M. (2003) Toxicity assessment of ground water in different aquifers of Khagrachari in Bangladesh. *Asian Journal of Plant Sciences*.
- ✚ Jabeen, F. and Chaudhry, A.S. (2010) Monitoring trace metals in different tissues of *Cyprinus carpio* from the Indus River in Pakistan. *Environmental monitoring and assessment* 170(1-4), 645-656.

- Jafari, A., Mirhossaini, H., Kamareii, B. and Dehestani, S. (2008) Physicochemical analysis of drinking water in kohdasht city lorestan, Iran. *Asian Journal of Applied Sciences* 1(1), 87-92.
- Ji, H., Sha, Y., Xin, H. and Qi, Y. (2009) Measurement of trace manganese (II) by the catalytic kinetic spectrophotometric method. *Journal of Ocean University of China* 8(2), 127-132.
- Jianwen, Z., Lihong, Y. and Cuimei, F. (2008) Effects of different nitrogen levels on the growth of hydroponic brassica chinensis l. and its nitrate content. *Journal of Anhui Agricultural Sciences* 36(1), 16.
- Kaya, N., Karadurmus, E. and Alicilar, A. (2005) Catalytic air oxidation of manganese in synthetic waters. *Open Chemistry* 3(3), 511-519.
- Khajeh, M. and Sanchooli, E. (2011) Synthesis of ion-selective imprinted polymer for manganese removal from environmental water. *Polymer bulletin* 67(3), 413-425.
- Khajeh, M., Yamini, Y. and Hassan, J. (2006) Trace analysis of chlorobenzenes in water samples using headspace solvent microextraction and gas chromatography/electron capture detection. *Talanta* 69(5), 1088-1094.
- Khan, M.N., Siddiqui, Z. and Uddin, F. (2007) Surfactant-Mediated Catalytic Determination of Fe (II) in Herbal and Pharmaceutical Products. *Journal of Surfactants and Detergents* 10(4), 237-242.
- Kim, Y., Kim, B.-K. and Kim, K. (2010) Distribution and speciation of heavy metals and their sources in Kumho River sediment, Korea. *Environmental Earth Sciences* 60(5), 943-952.
- Knight, C., Kaiser, J., Lalor, G., Robotham, H. and Witter, J. (1997) Heavy metals in surface water and stream sediments in Jamaica. *Environmental Geochemistry and Health* 19(2), 63-66.
- Kosalwat, P. and Knight, A.W. (1987) Acute toxicity of aqueous and substrate-bound copper to the midge, *Chironomus decorus*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 16(3), 275-282.
- Langwaldt, J.H. and Puhakka, J.A. (2002) The oxidation, fate and effects of iron during on-site bioremediation of groundwater contaminated by a mixture of polychlorophenols. *Biodegradation* 13(5), 317-328.
- Lemos, V.A., Santos, M.S., dos Santos, M.J.S., Vieira, D.R. and Novaes, C.G. (2007) Determination of copper in water samples by atomic absorption spectrometry after cloud point extraction. *Microchimica Acta* 157(3-4), 215-222.

- ✚ Lim, M., Han, G.-C., Ahn, J.-W., You, K.-S. and Kim, H.-S. (2009) Leachability of arsenic and heavy metals from mine tailings of abandoned metal mines. *International journal of environmental research and public health* 6(11), 2865-2879.
- ✚ Lim, M. and Kim, M.-J. (2009) Removal of natural organic matter from river water using potassium ferrate (VI). *Water, Air, and Soil Pollution* 200(1-4), 181-189.
- ✚ Lopez, J.M. and Lee, G.F. (1977) Environmental chemistry of copper in Torch Lake, Michigan. *Water, Air, and Soil Pollution* 8(4), 373-385.
- ✚ Lyulko, I.B. (2001) P. and Skjelkvåle, BL (eds.) 2001. National presentations from the 16th meeting of the ICP Waters Programme task Force in Riga, Latvia, October 18-20, 2000. NIVA-report SNO 4411-2001. ICP Waters report 63(001).
- ✚ Maloney, K.O., Morris, D.P., Moses, C.O. and Osburn, C.L. (2005) The role of iron and dissolved organic carbon in the absorption of ultraviolet radiation in humic lake water. *Biogeochemistry* 75(3), 393-407.
- ✚ Mamchenko, V., Gerasimenko, N. and Deshko, I. (2007) Efficiency of aluminum-iron coagulants when purifying water of clayey and humic matter. *Journal of Water Chemistry and Technology* 29(5), 238-245.
- ✚ MEBARKI (2005) Hydrology of the Algerian East basins, Water resources, management and environment, Univ. de Mentouri de Constantine
- ✚ Mitra, B., Sasaki, C., Enari, K., Matsuyama, N. and Pongpattanasiri, S. (2007) Groundwater quality in sand dune area of northwest Honshu Island in Japan. *Journal of Agronomy*.
- ✚ Mrozik, A., Piotrowska-Seget, Z. and Labuzek, S. (2004) Cytoplasmatic Bacterial Membrane Responses to Environmental Perturbations. *Polish Journal of Environmental Studies* 13(5).
- ✚ Ochieng, E., Lalah, J. and Wandiga, S. (2009) Anthropogenic sources of heavy metals in the Indian Ocean coast of Kenya. *Bulletin of environmental contamination and toxicology* 83(4), 600-607.
- ✚ Parazols, M., Marinoni, A., Amato, P., Abida, O., Laj, P. and Mailhot, G. (2006) Speciation and role of iron in cloud droplets at the puy de Dôme station. *Journal of Atmospheric Chemistry* 54(3), 267-281.
- ✚ Potgieter, J., Potgieter-Vermaak, S., Modise, J. and Basson, N. (2005) Removal of iron and manganese from water with a high organic carbon loading. Part II: The effect of various adsorbents and nanofiltration membranes. *Water, Air, and Soil Pollution* 162(1-4), 61-70.

- ✚ Qian, S., Lin, H., Li, X., Xiao, M., Deng, H. and Xiang, L. (2007) Preconcentration and separation of trace copper in water samples with nanometer-size TiO₂ colloid and determination by FAAS. *Wuhan University Journal of Natural Sciences* 12(2), 349-352.
- ✚ Rodier, J., Legube, B., Merlet, N. and Brunet, R. (2009) *L'analyse de l'eau-9e éd.: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*, Dunod.
- ✚ Salati, S. and Moore, F. (2010) Assessment of heavy metal concentration in the Khoshk River water and sediment, Shiraz, Southwest Iran. *Environmental monitoring and assessment* 164(1-4), 677-689.
- ✚ Sandhu, S.S., Nelson, P. and Warren, W. (1975) Potable water quality in rural Georgetown county. *Bulletin of environmental contamination and toxicology* 14(4), 465-472.
- ✚ Sangregorio, J. (1988) 3.2. PATHWAYS OF TRACE METALS IN A FRESHWATER-ECOSYSTEM-CONCEPTS AND METHODS. Programme Progress Report, 84.
- ✚ Sharan, R., Chhibber, S., Attri, S. and Reed, R.H. (2010) Inactivation and injury of *Escherichia coli* in a copper water storage vessel: effects of temperature and pH. *Antonie Van Leeuwenhoek* 97(1), 91-97.
- ✚ Shrivastava, K. (2010) Monitoring of copper level in water and soil samples by using liquid-liquid extraction. *Environmental monitoring and assessment* 168(1-4), 315-319.
- ✚ Tamasi, G. and Cini, R. (2004) Heavy metals in drinking waters from Mount Amiata (Tuscany, Italy). Possible risks from arsenic for public health in the Province of Siena. *Science of the Total Environment* 327(1-3), 41-51.
- ✚ Tchobanoglous, G., Burton, F.L. and Stensel, H.D. (2003) *Metcalf & Eddy, Inc. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*.
- ✚ Tokalioğlu, Ş., Yılmaz, V., Kartal, Ş., Delibaş, A. and Soykan, C. (2009) Synthesis of a novel chelating resin and its use for selective separation and preconcentration of some trace metals in water samples. *Journal of hazardous materials* 169(1-3), 593-598.
- ✚ Tscherko, D. and Kandeler, E. (1999) Classification and monitoring of soil microbial biomass, N-mineralization and enzyme activities to indicate environmental changes. *Die Bodenkultur* 215(50), 4.
- ✚ Ünlü, S., Topçuoğlu, S., Alpar, B., Kırbaşoğlu, Ç. and Yılmaz, Y.Z. (2008) Heavy metal pollution in surface sediment and mussel samples in the Gulf of Gemlik. *Environmental monitoring and assessment* 144(1-3), 169.
- ✚ Václavíková, M., Vitale, K., Gallios, G.P. and Ivanicová, L. (2009) *Water treatment technologies for the removal of high-toxicity pollutants*, Springer.

- ✚ Valls, M. and De Lorenzo, V. (2002) Exploiting the genetic and biochemical capacities of bacteria for the remediation of heavy metal pollution. *FEMS microbiology Reviews* 26(4), 327-338.
- ✚ Weng, H.-X., Qin, Y.-C. and Chen, X.-H. (2007) Elevated iron and manganese concentrations in groundwater derived from the Holocene transgression in the Hang-Jia-Hu Plain, China. *Hydrogeology Journal* 15(4), 715-726.
- ✚ Xiao, Y., Ling, J., Qian, S., Lin, A., Zheng, W., Xu, W., Luo, Y. and Zhang, M. (2007) Preconcentration of trace arsenite and arsenate with titanium dioxide nanoparticles and subsequent determination by silver diethyldithiocarbamate spectrophotometric method. *Water Environment Research* 79(9), 1015-1022.
- ✚ Zaidi, H., Khiari, A., Gherraf, N., Merzoug, D., Dib, D., Hafid, H., Meza, N., Bouhafs, L. and Bekhouche, S. (2011) Reduction kinetics of Cr (VI) using limonite in aqueous solution. *Advances in Applied Science Research* 2((3): 30-36).
- ✚ Zhu, J.-w., Zhang, Z., Li, X.-m., Xu, X.-h. and Wang, D.-h. (2009) Manganese removal from the Qiantang River source water by pre-oxidation: A case study. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A* 10(3), 450-457.

الملحق

نتائج تحليل التباين لقيم شوارد الكلور

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	772649,805	77264,980	17,283	< 0,0001
Erreur	18	80470,766	4470,598		
Total corrigé	28	853120,571			
<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
K18	711,333	A			
F5	540,000		B		
BDj4	454,667		B		
BDj2	438,333		B		
BDj1	430,000		B		
E8	421,000		B		
FT2	390,000		B		
BL 9	247,875			C	
H6	210,917			C	
G6	191,084			C	
BL6	162,250			C	

نتائج تحليل التباين لقيم النحاس

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	8	0,003	0,000	1,287	0,324
Erreur	14	0,004	0,000		
Total corrigé	22	0,008			
<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
K18	0,059	A			
E8	0,029	A			
F5	0,029	A			
BDJ1	0,029	A			
BDJ2	0,025	A			
FT2	0,024	A			
BDJ4	0,014	A			
BL 6	0,014	A			
H 6	0,014	A			

نتائج تحليل التباين لقيم الكربونات الحامضية HCO_3

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	114604,167	11460,417	0,929	0,532
Erreur	16	197309,013	12331,813		
Total corrigé	26	311913,181			
<i>Calculé contre le modèle $Y=\text{Moyenne}(Y)$</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
E8	467,333	A			
K18	464,000	A			
BDj1	439,200	A			
F5	390,000	A			
BDj4	389,667	A			
BL 9	384,300	A			
BDj2	362,000	A			
G6	336,000	A			
FT2	317,000	A			
H6	298,900	A			
BL6	244,000	A			

نتائج تحليل التباين لقيم المنغنيز

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	8	0,006	0,001	0,582	0,777
Erreur	14	0,019	0,001		
Total corrigé	22	0,026			
<i>Calculé contre le modèle $Y=\text{Moyenne}(Y)$</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
BDJ4	0,053	A			
FT2	0,051	A			
H 6	0,032	A			
BDJ1	0,018	A			
K18	0,017	A			
F5	0,017	A			
BL 6	0,014	A			
E8	0,014	A			
BDJ2	0,006	A			

نتائج تحليل التباين لقيم العكورة

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	8	4,259	0,532	3,201	0,023
Erreur	16	2,661	0,166		
Total corrigé	24	6,920			
<i>Calculé contre le modèle $Y=Moyenne(Y)$</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
BDj2	1,493	A			
BDj4	0,790	A	B		
H6	0,440		B		
BDj1	0,410		B		
BL6	0,300		B		
F5	0,300		B		
K18	0,300		B		
FT2	0,200		B		
E8	0,100		B		

نتائج تحليل التباين لقيم شوارد الكبريتات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	107134,082	10713,408	3,631	0,008
Erreur	18	53113,995	2950,777		
Total corrigé	28	160248,077			
<i>Calculé contre le modèle $Y=Moyenne(Y)$</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
F5	305,000	A			
H6	275,511	A	B		
K18	244,667	A	B		
BL 9	212,634	A	B		
BDj2	203,000	A	B		
BDj1	198,500	A	B		
BDj4	169,000	A	B		
E8	152,000	A	B		
G6	136,100	A	B		
BL6	128,667		B		
FT2	123,000		B		

نتائج تحليل التباين لقيم الصلابة

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	1090,491	181,749	11,439	0,000
Erreur	12	190,667	15,889		
Total corrigé	18	1281,158			
<i>Calculé contre le modèle $Y=Moyenne(Y)$</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
FT2	76,333	A			
E8	76,000	A			
K18	73,000	A			
F5	72,000	A			
BDj1	63,000		B		
BDj4	59,000		B		
BDj2	58,000		B		

نتائج تحليل التباين لقيم الزنك

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	8	0,010	0,001	19,226	< 0,0001
Erreur	14	0,001	0,000		
Total corrigé	22	0,010			
<i>Calculé contre le modèle $Y=Moyenne(Y)$</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
BDJ1	0,069	A			
BDJ2	0,062	A			
K18	0,060	A			
FT2	0,035		B		
BDJ4	0,033		B		
F5	0,020		B		
E8	0,020		B		
BL 6	0,015		B		
H 6	0,012		B		

نتائج تحليل التباين لقيم القلوية TAC

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	6	1192,070	198,678	11,536	0,000

Erreur	12	206,667	17,222		
Total corrigé	18	1398,737			
<i>Calculé contre le modèle $Y=\text{Moyenne}(Y)$</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
E8	52,000	A			
K18	38,000		B		
BDj1	36,000		B		
BDj4	32,000		B		
F5	32,000		B		
BDj2	29,667		B		
FT2	26,000		B		

نتائج تحليل التباين لقيم درجة الحموضة pH

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	2,792	0,279	6,288	0,000
Erreur	18	0,799	0,044		
Total corrigé	28	3,591			
<i>Calculé contre le modèle $Y=\text{Moyenne}(Y)$</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
G6	7,968	A			
BL6	7,751	A	B		
H6	7,712	A	B		
BDj1	7,320		B	C	
BDj2	7,277		B	C	
F5	7,200		B	C	
FT2	7,160		B	C	
BDj4	7,113		B	C	
BL 9	7,105		B	C	
K18	7,100		B	C	
E8	6,850			C	

نتائج تحليل التباين لقيم شوارد النترات

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	12980,524	1298,052	7,461	0,000
Erreur	18	3131,747	173,986		
Total corrigé	28	16112,271			
<i>Calculé contre le modèle $Y=\text{Moyenne}(Y)$</i>					

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
BDj1	88,000	A	
BDj2	84,333	A	
BDj4	65,333	A	B
F5	63,000	A	B
H6	57,088	A	B
FT2	45,000		B
BL 9	38,886		B
E8	32,000		B
K18	30,667		B
G6	26,851		B
BL6	25,145		B

نتائج تحليل التباين لقيم شوارد المغنيزيوم

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	13055,035	1305,503	32,701	< 0,0001
Erreur	16	638,754	39,922		
Total corrigé	26	13693,789			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Modalité	Moyenne estimée	Groupes				
K18	98,000	A				
H6	97,560	A				
FT2	77,000		B			
F5	72,000		B			
E8	69,000		B	C		
BL6	68,000		B	C		
BL 9	54,480			C		
BDj4	51,667			C		
BDj1	51,480			C		
BDj2	36,667				D	
G6	23,000					E

نتائج تحليل التباين لقيم الحديد

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	8	0,023	0,003	1,367	0,291
Erreur	14	0,030	0,002		
Total corrigé	22	0,053			

Calculé contre le modèle $Y = \text{Moyenne}(Y)$

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
----------	-----------------	---------

E8	0,126	A
BDJ2	0,061	A
K18	0,060	A
F5	0,049	A
FT2	0,043	A
BDJ1	0,043	A
BDJ4	0,041	A
H 6	0,014	A
BL 6	0,014	A

نتائج تحليل التباين لقيم الناقلية الكهربائية

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	9845413,549	984541,355	18,147	< 0,0001
Erreur	18	976578,270	54254,348		
Total corrigé	28	10821991,819			
<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
K18	3480,000	A			
F5	2920,000		B		
BDj2	2526,500		B	C	
BDj1	2510,000		B	C	
BDj4	2354,000		B	C	
E8	2300,000		B	C	
FT2	2060,000			C	D
H6	2043,333			C	D
BL 9	1953,335			C	D
G6	1585,000				D E
BL6	1354,443				E

نتائج تحليل التباين لقيم الكالسيوم

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	10	24286,374	2428,637	3,690	0,010
Erreur	16	10531,727	658,233		
Total corrigé	26	34818,101			
<i>Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)</i>					
Modalité	Moyenne estimée	Groupes			
E8	188,000	A			

FT2	180,000	A	B	
BDj2	171,667	A	B	C
F5	170,000	A	B	C
BDj1	167,700	A	B	C
BDj4	165,667	A	B	C
H6	154,020	A	B	C
BL 9	133,270	A	B	C
K18	128,000	A	B	C
G6	98,000		B	C
BL6	91,450			C

The reduction kinetics of Cr (VI) with limonite

Houda Zaidi.1; Abdelkader Khiari.1; Nouredine Gherraf*2; Djemoui Merzoug.1; Dounia Dib.1; Hinda Hafid.1; Nouredine Meza.1; Lamia Bouhafs.1 and SouadBekhouche.

Abstract

Cr (VI) is a known human carcinogen. The aim of this research was to use limonite ($\text{FeO}(\text{OH})\cdot n\text{H}_2\text{O}$) particles for reduction remediation of Cr (VI) in the water. The results of the experiments are as follows: The removal efficiency increased with the increasing of ironstone addition, reduced with the increasing of initial Cr (VI) concentration. low pH value could accelerate the rate of Cr (VI) removal. The smaller the ironstone particles, the higher the surface area, the faster the reaction rate. This study has shown that the use of limonite ($\text{FeO}(\text{OH})\cdot n\text{H}_2\text{O}$) for the removal of Cr(VI) through reduction reaction is applicable to Cr(VI) contaminated solutions.

Key words: Cr (VI), Limonite, Reduction, Ferrous iron.

Introduction

Chromium has been recognized as one of the most serious pollutants among heavy metals in environment, thus remediation of chromium pollution receives much more concern (Xu *et al.*, 2005). It is well known that chromium exists mainly as two stable oxidation states, Cr(VI) and Cr(III), which have widely contrasting toxicity and transport characteristics (Xu *et al.*, 2005). Cr(VI) is mobile in the environment, subject to biological uptake and is highly toxic (Guha *et al.*, 2003). Furthermore, they are widely distributed as an anthropogenic pollutant (Vainshtein *et al.*, 2003). Trivalent chromium (Cr(III)) is less toxic than Cr(VI), and is less susceptible to biological uptake (Guha, 2004). While Cr(VI) contamination is generally associated with industrial activity, it can occur naturally.

Effective means in terms of cost and maintenance to clean up chromium contaminated groundwater are desirable (Olazabalet *et al.*, 1997).

In general, the treatment technologies for removing chromium from industrial waste include ion-exchange, Electrodepositing and chemical reduction with iron- and sulfur-containing solutions followed by precipitation. Cr(VI) can be reduced by biological means.

There have been several studies on the methods and possible mechanisms of reduction of Cr(VI) ([Stollenwerk and Grove, 1985.](#), Siegel and Clifford, 1988., Palmer and Wittbrodt, 1991., Anderson *et al.*, 1994., Deng and Stone, 1996., Wittbrodt and Palmer, 1996., Vitale, 1997., Beukes *et al.*, 1999., Pulset *et al.*, 1999., Ponder *et al.*, 2000., Wielinga *et al.*, 2001., Alowitz and Scherer, 2002., Daulton *et al.*, 2002., Hansel *et al.*, 2003., Lee *et al.*, 2003., Vainshtein *et al.*, 2003., Bojic *et al.*, 2004., Tor *et al.*, 2004., Xu *et al.*, 2005., Lee *et al.*, 2006., Lo *et al.*, 2006).

In Cr(VI)-polluted water and soil, reduction of Cr(VI) to Cr(III) is therefore desirable (Skovbjerg *et al.*, 2006). Over a wide range of conditions and especially in natural and engineered environments, effective reductants are zero-valent iron (Fe(0)), aqueous Fe²⁺ and structurally bound Fe(II) in minerals (Skovbjerg *et al.*, 2006).

Fe(II) is a commonly used reductant for Cr(VI) in waste water treatment. Cr(VI) reduction by Fe(II) is also of interest because Fe(II) is found in various types of soils and is a primary electron donor in subsurface environments (Hwang *et al.*, 2002).

Numerous observations indicate that ferrous iron [Fe(II)] could be an important of Cr(VI) in natural waters (Sedlak and Chan, 1997., Pettine *et al.*, 1998., Schlautman and Han, 2001., Hwang *et al.*, 2002., Nunez *et al.*, 2003., Tzouet *et al.*, 2003., Erdema and Tumen, 2004).

Hematite is a natural iron ore, with a stable colour up to 1000 °C (Ozel and Turan, 2003). Fewer studies have been carried out on aqueous Cr(VI) reduction by Fe(II) in hematite (Eary and Rai, 1989., Kendelewicz *et al.*, 1999).

Limonite ores are generally formed from the complex hematite (α -Fe₂O₃)-goethite (α -FeOOH) mixtures, and are somewhat soft with a proportion of goethite present (Kaneko *et al.*, 2002). Other elements found in limonites include aluminium, chromium, manganese and silicon (Rubisovet *et al.*, 2000). The colour of limonite is in the shades of yellow and brown (Ozel and Turan, 2003). When iron trioxide (Fe₂O₃) is especially present, a red colour is exposed, while in cases where hydrous ferric oxide (Fe₂O₃.H₂O or FeOOH) dominates, yellow is the colour that is revealed (Bikiaris *et al.*, 1999).

Goethite, a stable iron ox hydroxide, is considered an important mineral, which can also control the sorption capacity of soils for toxic metals (Lehmann *et al.*, 2001). It was also often used as a model colloid in relevant studies (Zouboulis *et al.*, 2003). Goethite has been extensively

used in Cr (VI) removal (Lazaridis *et al*, 2005). Scott and Fendorf (1995) demonstrated The Cr (VI) reduction by Fe (II) in goethite.

The aim of this research was to use limonite (FeO (OH).nH₂O) particles for reduction remediation of Cr (VI) in the water. The main objective of this work was to investigate the reaction mechanisms by emphasizing the role of ferrous Fe (II).

The results of grouping experiments are as following: The effect factors of Cr (VI) removal contain ironstone addition, initial Cr (VI) concentration, pH, the size of ironstone particles.

Experimental method

Batch kinetic experiments were performed to evaluate the removal rate of Cr (VI) in the presence of limonite particles.

A limonite particle was added to 1000-mL flasks filled with 500mL of K₂Cr₂O₇ solution. The solution was continuously stirred at constant temperature (25 ± 0.5°C). Oxygen was removed from the solution by continuous sparging with water-saturated nitrogen before and during the reactions. The samples were filtered through a 0.45 µm filter.

Aqueous concentrations of Cr (VI) were determined by a diphenylcarbazide procedure at 540nm using UV-VIS spectrophotometer (TU-1800PC, Beijing, China).

The morphology of the metal particles was observed under an XL30-ESEM.

Cr (VI) reduction by limonite experiment condition

The limonite used in this experiment was obtained from Hang Zhou weimin geologic sample factor. Limonite particle size range was separated and used in the experiments, having a mean particle size of around (D<100 mesh).The pH value was initially 5.5 (the pH value of deionized water) and not controlled during the experiment.

A series of batch experiments was used to study the reduction kinetics of Cr (VI) with limonite under conditions of (1) different limonite concentrations, (2) different initial Cr (VI) concentrations, (3) different pH values, (4) different size limonite particles.

Reaction kinetics model

The kinetic of Cr (VI) reduction by limonite can be represented by the following equation (Williams and Scherer, 2001., Alowitz and Scherer, 2002):

$$d [C]/ dt = -K_{obs}[C] \quad (1)$$

Where the rat is proportional to dissolved Cr (VI) concentration ($[C]$) and K_{obs} (s-1) is the observed first-order rate coefficient, integration of eq 1 results in

$$[C] = [C_0] e^{-K_{obs} t} \quad (2)$$

Where $[C_0]$ is the initial concentration of dissolved Cr (VI).

Observed first-order rate coefficients were calculated from liner plots of $\ln ([C])$ vs time with $[C_0]$ set equal to the measured concentration at $t=30$ min.

Effect of limonite concentration on first-order rate coefficients

The correlation between K_{obs} and limonite concentration is shown in Figure. 1. The first-order rate coefficient increases progressively with increasing of limonite concentration. This is due to the fact that at higher limonite there were more amounts of Fe (II) species produced, probably helping the Cr (VI) reduction. The result further evidence that limonite concentration is a critical factor for Cr (VI) reduction.

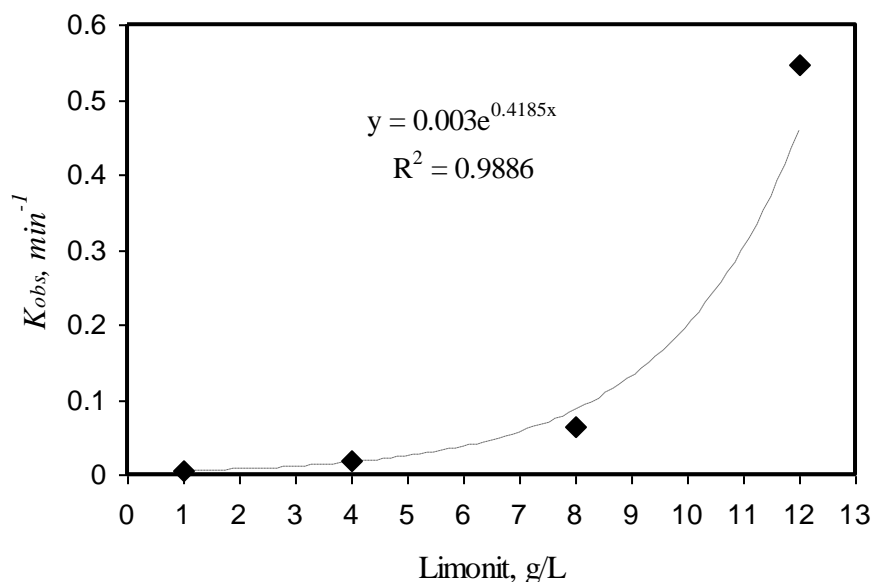


Fig . 1: Values of K_{obs} as a function of limonite concentration.

$$C_{Cr(VI)} = 10 \text{ mg/L, pH}=5.5, t=25 \text{ }^\circ\text{C, } \omega=500 \text{ r/min}$$

Effect of Initial Cr (VI) concentration on first-order rate coefficients

The effect of Initial Cr (VI) concentration on K_{obs} , the first-order rate coefficient is presented in Fig. 2. As the initial Cr (VI) concentrations increased, the first-order rate coefficient decreased,

therefore, it can be concluded that the values of initial Cr(VI) concentrations is a significant factor for Cr(VI) reduction.

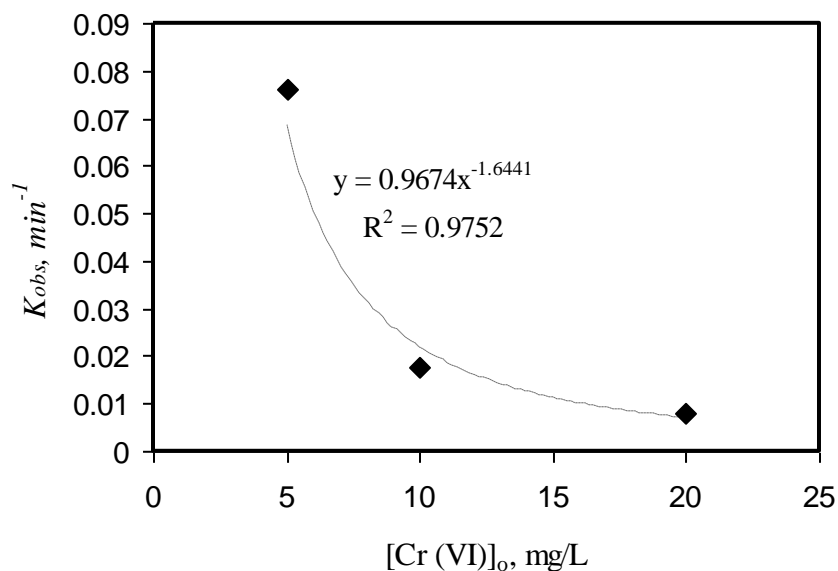


Fig. 2: Values of K_{obs} as a function of Initial Cr(VI) concentration.

$$C_{Fe} = 4 \text{ g/L}, \text{pH} = 5.5, t = 25 \text{ } ^\circ\text{C}, \omega = 500 \text{ r/min}$$

Effect of pH on first-order rate coefficients

The pH value of the aqueous system is one of the most important parameters affecting the reduction of Cr(VI). The effect of pH between 3 and 9 on the first-order rate coefficient is presented in Fig. 3. The first-order rate coefficient in general, is decrease as pH increases. The effect of pH on the observed first-order rate coefficients can be explained by considering how the amount of Fe(II) changes as a function of pH. The correlation between K_{obs} and pH obtained indicate that the pH is a very important factor that affects the Cr(VI) reduction.

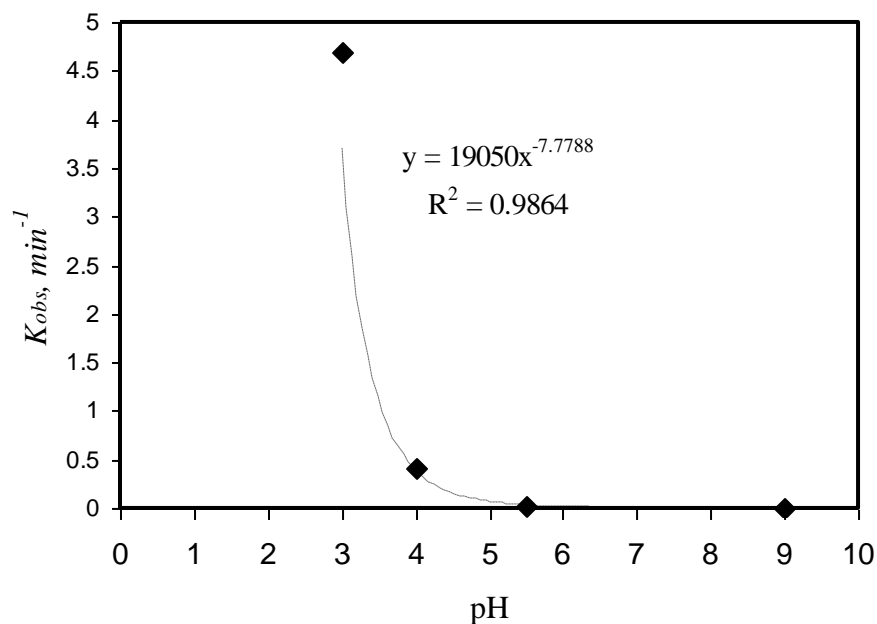


Fig. 3: Values of K_{obs} as a function of pH.

$C_{Fe}=4 \text{ g/L}$, $C_{Cr(VI)}=10 \text{ mg/L}$, $t=25 \text{ }^\circ\text{C}$, $\omega=500 \text{ r/min}$

Effect of different limonite particle type on first-order rate coefficients

Fig. 4 shows the correlation between the first-order rate coefficient and different limonite type. Limonite particle size has a significant effect on the Cr (VI) reduction rate due to the change of easily available reduction sites. The relatively higher reduction rates by smaller limonite particle yield a larger external surface area. There was a tendency that smaller particles needed shorter time to equilibrate.

The K_{obs} -limonite particle type relationship indicated that the limonite particle type was a significant factor throughout the reaction.

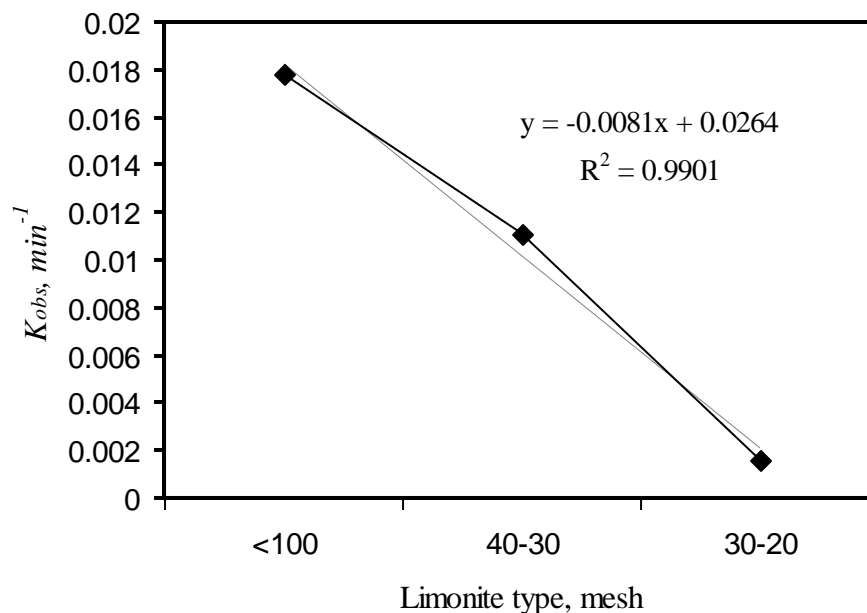


Fig. 4: Values of K_{obs} as a function of different limonite particle type

$$C_{Fe}=4 \text{ g/L}, C_{Cr(VI)}=10 \text{ mg/L}, t=25 \text{ }^\circ\text{C}, \text{pH}=5.5, \omega=500 \text{ r/min}$$

Conclusion

In this work, the observed first-order rate coefficient increased with increasing of limonite concentration. The first-order rate coefficient in general, is decrease as pH, Initial Cr (VI) concentrations increases. Results show that the first-order rate coefficient was affected by Limonite particle size.

The effective removal of Cr(VI) by limonite suggests that the use of limonite for the treatment of wastewater containing Cr(VI) is an innovative method that constitutes a simple, effective and economical means for wastewater treatment.

References

Alowitz, M.J., M.M, Scherer, 2002. Kinetics of Nitrate, Nitrite, and Cr(VI) Reduction by Iron Metal. Environ. Sci. Technol., 36: 299-306.

- Anderson, L. D., D. B, Kent ., J. A, Davis, 1994. Batch Experiments Characterizing the Reduction of Cr(VI) Using Suboxic Material from a Mildly Reducing Sand and Graver Aquifer. *Environ. Sci. Technol.*, 28:178-185.
- Beukes, J.P., J.J, Pienaar., G, Lachmann., E.W, Giesekke, 1999. The Reduction of Hexavalent Chromium by Sulphite in Wastewater. *Water SA.*, 25:363-370.
- Bikiaris, D.,S, Daniilia., S. Sotiropoulou., O. Katsimbiri., E. Pavlidou., A.P, Moutsatsou., Y. Chrysoulakis, 1999. Ochre-Differentiation through Micro-Raman and Micro-FTIR Spectroscopies: Application on wall Paintings at Meteora and Mount Athos, Greece. *Spectrochimica Acta.*, 56: 3-18.
- Bojic, A.L., M, Purenovic., D, Bojic, 2004. Removal of Chromium (VI) From Water by Micro-Alloyed Aluminium Composite (MAIC) Under Flow Conditions. *Water SA.*, 30: 353-360.
- Daulton, T.L., B.J., Little., J.W, Kim., S, Newell., K, Lowe., Y, Furukawa., J.J, Meehan., D.L, Lavoie, 2002. Quantitative Environmental Cell - Transmission Electron Microscopy: Studies of Microbial Cr(VI) and Fe(III) Reduction. *JEOL News.*,37: 6-13.
- Deng, B., A.T, Stone, 1996. Surface-Catalyzed Chromium (VI) Reduction: Reactivity Comparisons of Different Organic Reductants and Different Oxide Surfaces. *Environ. Sci. Technol.*, 30:2484-2494.
- Eary, L.E., D, Rai, 1989. Kinetics of Chromate Reduction by Ions Derived From Hematite and Biotite at 25oC. *American Journal of Science.*, 289: 180-213.
- Erdema, M., F, Tumen, 2004. Chromium Removal from Aqueous Solution by the Ferrite Process. *Journal of Hazardous Materials.*, 109:71–77.
- Guha, H, 2004. Biogeochemical Influence on Transport of Chromium in Manganese Sediments: Experimental and Modeling Approaches. *Journal of Contaminant Hydrology.*, 70:1– 36.
- Guha, H., K, Jayachandran., F, Maurrasse, 2003. Microbiological Reduction of Chromium (VI) in Presence of Pyrolusite-Coated Sand by *Shewanella alga* Simidu ATCC 55627 in Laboratory Column Experiments. *Chemosphere.*, 52:175–183.
- Hansel, C.M., B.W, Wielinga., S, Fendorf, 2003. Structural and Compositional Evolution of Cr/Fe Solids after Indirect Chromate Reduction by Dissimilatory Iron-Reducing Bacteria. *Geochimica et Cosmochimica Acta.*, 67: 401–412.

- Hwang, I., B. Batchelor., M.A. Schlautman., R. Wang, 2002. Effects of Ferrous Iron and Molecular Oxygen on Chromium (VI) Redox Kinetics in the Presence of Aquifer Solids. *Journal of Hazardous Materials.*, 92:143–159.
- Kaneko, T., S. Sugita., M. Tamura., K. Shimasaki., E. Makino., L.H. Silalahi, 2002. Highly Active Limonite Catalysts for Direct Coal Liquefaction. *Fuel.*, 81: 1541-1549.
- Kendelewicz, T., P. Liu., C.S. Doyle., G.E. Brown., Jr., E.J. Nelson., S.A. Chambers, 1999. X-ray Absorption and Photoemission Study of the Adsorption of Aqueous Cr(VI) on Single Crystal Hematite and Magnetite Surfaces. *Surface Science.*, 424: 219-231.
- Lazaridis, N.K., C. Charalambous, 2005. Sorptive Removal of Trivalent and Hexavalent Chromium from Binary Aqueous Solutions by Composite Alginate–Goethite Beads. *Water Research.*, 39: 4385-4396.
- Lee, S.E., J.U. Lee., J.S. Lee., H.T. Chon, 2006. Effects of Indigenous Bacteria on Cr(VI) Reduction in Cr-Contaminated Sediment with Industrial Wastes. *Journal of Geochemical Exploration.*, 88: 41–44.
- Lee, T., H. Lim., Y. Lee., J.W. Park, 2003. Use of Waste Iron Metal for Removal of Cr(VI) From Water. *Chemosphere.*, 53:479–485.
- Lehmann, M., A.I. Zouboulis., K.A. Matis, 2001. Modelling the Sorption of Metals from Aqueous Solutions on Goethite Fixed-Beds. *Environmental Pollution.*, 113 : 121-128.
- Lo, I.M.C., C.S.C. Lam., K.C.K. Lai, 2006. Hardness and Carbonate Effects on the Reactivity of Zero-Valent Iron for Cr(VI) Removal. *Water Research.*, 40:595 – 605.
- Nunez, F.U., P.D. Jimenez., C.B. Diaz., M.R. Romo., M.P. Pardave, 2003. Gamma Radiation-Induced Polymerization of Fe(II) and Fe(III) Methacrylates for Cr(VI) Removal from Wastewater. *Radiation Physics and Chemistry.*, 68:819–825.
- Olazabal, M.A., N.P. Nikolaidis., S.A. Suib., J.M. Madariaga, 1997. Precipitation Equilibria of the Chromium (VI)/iron (III) System and Spectroscopic Characterization of the Precipitates. *Environ. Sci. Technol.*, 31: 2898-2902.
- Ozel, E., S. Turan, 2003. Production and Characterisation of Iron-chromium Pigments and Their Interactions with Transparent Glazes. *Journal of the European Ceramic Society.*, 23: 2097-2104.

- Palmer, C.D., P.R, Wittbrodt, 1991. Processes Affecting the Remediation of Chromium-Contaminated Sites. *Environmental Health Perspectives.*, 92: 25-40.
- Pettine, M., L, D'Ottone., L, Campanella., F.J, Millero., R, Passino, 1998. The Reduction of Chromium (VI) by Iron (II) in Aqueous Solutions. *Geochimica et Cosmochimica Acta.*, 62: 1509–1519.
- Puls, R.W., C.J, Paul., R.M, Powell, 1999. The Application of in Situ Permeable Reactive (Zero-Valent Iron) Barrier Technology for the Remediation of Chromate- Contaminated Groundwater: a Field Test. *Applied Geochemistry.*, 14:989-1000.
- Ponder, S.M., J.G, Darab., T.E, Mallouk, 2000. Remediation of Cr(VI) and Pb(II) Aqueous Solutions Using Supported, Nanoscale Zero-valent Iron. *Environ. Sci. Technol.*, 34:2564-2569.
- Rubisov, D.H.,J.M.Krowinkel., V.G. Papangelakis, 2000. Sulphuric Acid Pressure Leaching of Laterites Universal Kinetics of Nickel Dissolution for Limonites and Limonitersaprolitic Blends. *Hydrometallurgy.*, 58: 1-11.
- Schlautman, M.A., I, Han, 2001. Effects of pH and Dissolved Oxygen on the Reduction of Hexavalent Chromium by Dissolved Ferrous Iron in Poorly Buffered Aqueous Systems. *Wat. Res.*, 35: 1534–1546.
- Scott, E., Fendorf, 1995. Surface Reactions of Chromium in Soils and Waters. *Geoderma.*, 67: 55-71.
- Sedlak, D.L., P.G, Chan, 1997. Reduction of Hexavalent Chromium by Ferrous Iron. *Geochimica et Cosmochimica Acta.*, 61: 2185-2192.
- Siegel, S.K., D.A, Clifford, 1988. Removal of Chromium from Ion Exchange Regenerant Solution. U.S.Government Printing Office.
- Skovbjerg, L.L.,S.L.S.Stipp., S. Utsunomiya., R.C. Ewing, 2006. The Mechanisms of Reduction of Hexavalent Chromium by Green Rust Sodium Sulphate: Formation of Cr-goethite. *Geochimica et Cosmochimica Acta.*, 70: 3582-3592.
- Stollenwerk, K.G., D.B, Grove, 1985. Reduction of Hexavalent Chromium in Water Samples Acidified for Preservation. *J.Enviro. Qual.*, 14: 396-399.

- Tor, A., T, Büyükerkek., Y, Çengeloglu., M, Ersöz, 2004. Simultaneous Recovery of Cr(III) and Cr(VI) From the Aqueous Phase with Ion-Exchange Membranes. *Desalination.*, 171: 233–241.
- Tzou, Y.M., M.K, Wang., R.H, Loeppert, 2003. Effect of N-hydroxyethyl Ethylenediamine-Triacetic Acid (HEDTA) on Cr(VI) Reduction by Fe(II). *Chemosphere.*, 51:993–1000.
- Vainshtein, M., P, Kusch., J. Mattusch., A. Vatsourina., A, Wiessner, 2003. Model Experiments on the Microbial Removal of Chromium from Contaminated Groundwater. *Water Research.*, 37: 1401–1405.
- Vitale, R.J., G.R, Mussoline., K.A, Rinehimer, 1997. Extraction of Sparingly Soluble Chromate from Soils: Evaluation of Methods and Eh-pH Effects. *Environ. Sci. Technol.*, 31:390-394.
- Wielinga, B., M.M, Mizuba., C.M, Hansel., S, Fendorf, 2001. Iron Promoted Reduction of Chromate by Dissimilatory Iron-Reducing Bacteria. *Environ. Sci. Technol.*, 35: 522-527.
- Williams, A.B., M.M, Scherer, 2001. Kinetic of Cr(VI) Reduction by Carbonate Green Rust. *Environ.Sci.Technol.*, 35: 3488-3494.
- Wittbrodt, P.R., C.D, Palmer, 1996. Effect of Temperature, Ionic Strength, Background Electrolytes, and Fe(III) on the Reduction of Hexavalent Chromium by Soil Humic Substances. *Environ. Sci. Technol.*, 30: 2470 -2477.
- Xu, W., Y, Liu., G, Zeng., X, Li., C, Tang., X, Yuan, 2005. Enhancing Effect of Iron on Chromate Reduction by *Cellulomonasflavigena*. *Journal of Hazardous Materials.*, 126: 17-22.
- Zouboulis, A.L., K.A, Matis., N.K, Lazaridis., P.N, Golyshin, 2003. The Use of Biosurfactants in Flotation: Application for the Removal of Metal Ions. *Minerals Engineering.*, 16: 1231-1236.

Reduction remediation of hexavalent chromium by indigenous bacteria

Houda Zaidi, Abdelkader Khiari

Abstract: Chromium (VI) contamination water is considered a major environmental concern. In this study, indigenous bacteria were investigated for their effects on the reduction of hexavalent chromium in water. From this sediment, Cr (VI) reduction rates were dependent on temperature. Cr (VI) reduction rates increased with decreasing initial Cr (VI) concentration. A result shows that pH significantly affects the rate of Cr (VI) reduction, with more rapid reduction occurring at pH 7.0. Higher concentrations of CH₃COONa decreased the Cr (VI) reduction. These strategies efficient for Cr (VI) removal from water owing to their very low cost.

Keywords: chromium (VI), reduction, bacteria.

INTRODUCTION

Chromium in waste water from modern industries, such as stainless steel manufacture, leather tanning, textile manufacture, electroplating and alloy preparation, is a toxic waste which may be consequently discharged into the environment (Pattanapitpaisalet *al.*, 2001). Chromium has been recognized as one of the most serious pollutants among heavy metals in environment, thus remediation of chromium pollution receives much more concern (Xu *et al.*, 2005). It is well known that chromium exists mainly as two stable oxidation states, Cr (VI) and Cr (III), which have widely contrasting toxicity and transport characteristics (Xu *et al.*, 2005). Cr (III) is generally only toxic to plants at very high concentrations and is less toxic or non toxic to animals (Anderson, 1997). Trace amounts of Cr (III) are essential for metabolism of carbohydrates in humans. Since Cr(VI) is considered as a common teratogenic, mutagenic, and carcinogenic chemicals, effective means in terms of cost and maintenance to clean up chromium contaminated groundwater are desirable (Olazabalet *al.*, 1997).

Various methods are used for the recovery of hexavalent chromium from wastewaters. Microbial reduction of toxic hexavalent chromium has practical importance, because biological

strategies provide green technology that's cost effective (Ganguli and Tripathi, 2002). Numerous studies have demonstrated a reduction of toxic Cr (VI) to non toxic Cr (III) by various types of bacteria under both aerobic and anaerobic conditions (Shen and Wang, 1994; Schmiemanet *al.*, 1998; Muhammad and Shahida, 2000; Guha *et al.*, 2001; Tyrone *et al.*, 2001; Camargo *et al.*, 2003; Vainshteinet *al.*, 2003; Leeaet *al.*, 2005).

This report establishes that the reduction of Cr (VI) can occur with indigenous bacteria.

MATERIALS AND METHODS

The microorganisms used in this study were derived from activated sludge from a local sewage treatment plant (Hangzhou Sibaowastewater treatment plant). To prepare the consortium as an inoculum for the experiments, in 5000 ml serum bottles in which 100 ml sediment slurry was mixed with 500 ml of basal medium. The basal medium for the pre-culturing had the following composition: $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 3000g; KH_2PO_4 1900g; NaNO_3 2000g; Na_2SO_3 0.140g; MgSO_4 0.200g; $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_8\text{Na}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.006g; and 20 ml of trace element solution per 2 L of distilled deionized water. Trace element solution is composed of CaCl_2 0.2g; MnSO_4 0.05g; NaMoO_4 0.01g; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.01g; per 1L. Cr (VI) stock solutions were prepared by dissolving a potassium dichromate $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ in distilled deionized water.

After 3 weeks incubation, the inoculum was used in the experiments to investigate microbial reduction of Cr (VI) with time and temperature.

The samples of 1g of the initial culture were transferred to flasks containing 100 ml of a basal medium to investigate microbial reduction of Cr (VI). The influences of pH, culture composition, and initial Cr (VI) concentrations on chromate reduction were researched. For the effect of pH, culture medium was adjusted to pH 4.0, 5.0, 6.0, 7.0 and 8.0, adjusted of pH was made by adding aliquots of either HCl or KOH. The effect of initial Cr (VI) concentration on chromate reduction was examined with four different initial Cr (VI) concentrations 5, 10, 15, and 20 mg/L. The effect of culture composition was examined with three different CH_3COONa concentrations 0.2, 1.0, and 2.0 mg/L. All experiments were incubated at temperature (30°C). Oxygen was removed from the solutions by sparging with nitrogen. All samples were filtered with 0, 45 μm syringe filter.

Analytic methods

Aqueous concentrations of Cr (VI) were determined by a diphenylcarbazide procedure at 540 nm using UV-VIS spectrophotometer (TU-1800PC, Beijing, China).

RESULTS AND DISCUSSION

An elevated Cr (VI) concentration was maintained by respiking the culture with $K_2Cr_2O_7$ after 75, 172, 267, 360, 459, 556, 645, 722, 815 and 888 hr (Fig 1).

Microbial reduction of Cr (VI) was dependent on temperature. The highest Cr (VI) reduction was observed in the culture (II) Fig. 1. Indicated that Temperature is an important selection factor for bacterial growth and will affect enzymatic reactions necessary for Cr (VI) reduction.

In the first hexavalent chromium concentration 0.58mg/l in the culture (II) and 0.68mg/l in the culture (I), after 69 hr a 56.89% reduction was observed under anaerobic condition in the culture (II) and 55.88% in the culture (I). To this point there is a significant drop in reduction rates, as observed in preliminary experiments, which leads to a long time required for total reduction. Thus, in order to accelerate startup and keep a high reduction rate the system was reloaded at this point. Nutrient were added again as well a hexavalent chromium this time to a concentration of 22.25mg/l in the culture (II) and 21.76 mg/l in the culture (I), A new series of operating cycles was performed, as in Fig 1, until a minimum period of 90 hr was needed for 69.07% reduction hexavalent chromium in the culture (II) and 37.72% in the culture (I). The hexavalent chromium reduction rates was the highest observed after about three weeks, 42.71 hr was needed for complete reduction (100% removal) of 19.95 mg/l hexavalent chromium in the culture (II) and 96.91% reduction of 20.75 mg/l hexavalent chromium were observed in the culture (I), and at this point we considered the startup period completed and the culture ready for full operation.

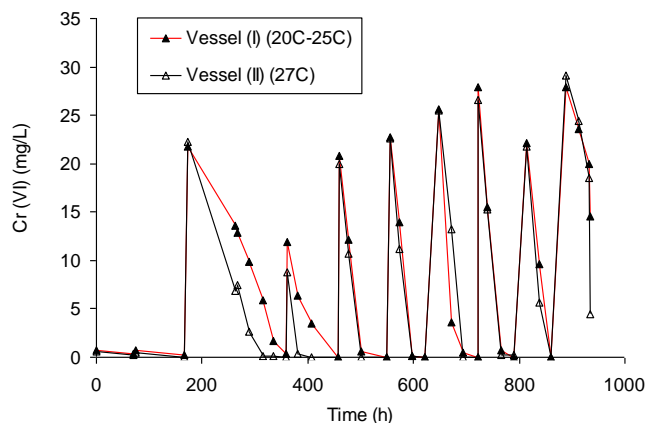


Fig.1. Operating cycles of the Cr (VI) reduction in enrichment culture under anaerobic condition with various temperatures.

Effect of initial Cr (VI) concentration

The effect of initial Cr (VI) concentration on the chromate reduction in Fig. 2. When Cr (VI) concentrations were less than 5 mg/l, all Cr (VI) were removed within 13 hr. however, the required reaction times for the complete removal of Cr (VI) increased substantially as initial Cr (VI) concentrations increased up to 20mg/L. Cr (VI) reduction rates decreased with increasing initial Cr (VI) concentration, This may be due to the toxicity of Cr (VI) to the cells (Xu *et al.*, 2005).

Total amount of dissolved Cr decreased simultaneously when Cr (VI) was reduced, this was likely due to precipitation of Cr (OH)₃ after microbial reduction of Cr (VI) to Cr (III).

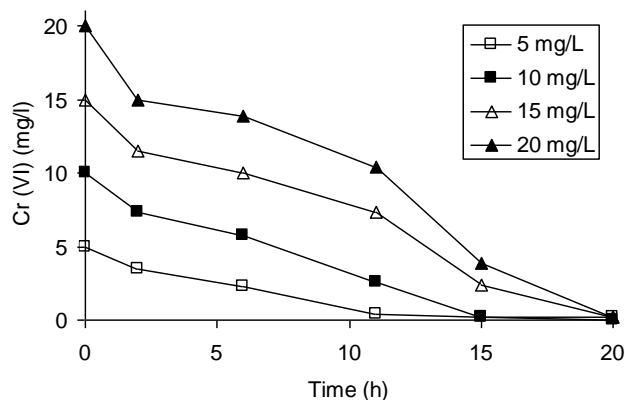


Fig.2 Effect of initial Cr (VI) concentration on anaerobic chromatereduction.

Effect of pH

The pH value is an important index reflecting the microbial activity (Xu *et al.*, 2005). The chromate reduction was found to depend on the pH of solution. Microbial reduction of toxic hexavalent chromium capacity was found to decrease with an increase in the pH (5, 6, 8), maximum reduction being observed at pH 7 (Fig. 3).

The factor that affected Cr (VI) reduction studied here (pH) is important environmental factors regulating remediation strategies for ecosystems polluted with natural or anthropogenic Cr (VI) (Camargo *et al.*, 2003).

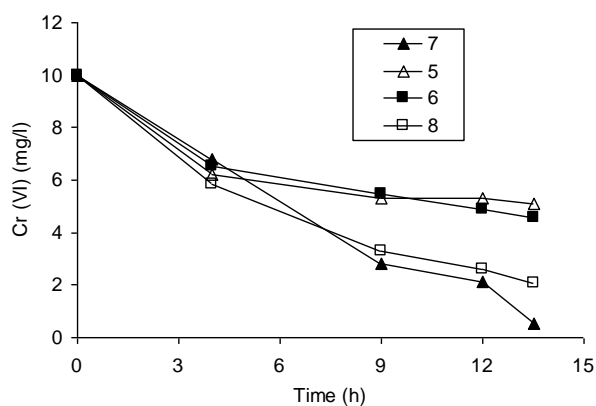


Fig.3 Anaerobic chromate reduction at four different pH.

Effect of culture composition

Effect of culture composition on Cr (VI) reduction was investigated under varying ratios of CH₃COONa (Figs 4). Cr (VI) reduction was affected by the composition of the an-aerobic consortium. Higher Cr (VI) reduction rates were observed in the presence of 2g/l CH₃COONa. But the microbial reduction of Cr (VI) was much slower in the higher CH₃COONa concentrations (10 g/l, 20 g/l). Indicated that smaller concentrations of CH₃COONa would accelerate microbial reduction of Cr (VI) and higher concentration of CH₃COONa might cause low Cr (VI) reduction.

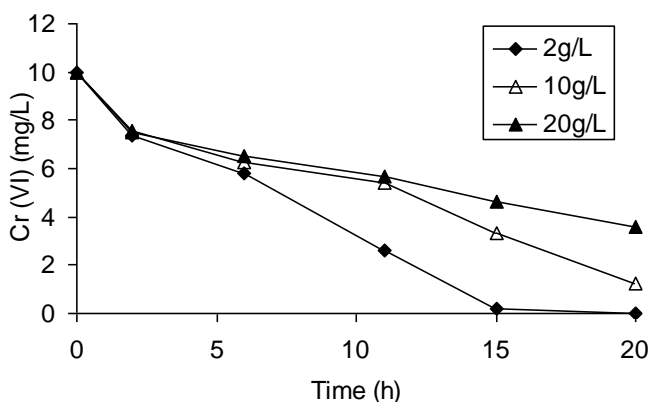


Fig.4 Anaerobic chromate reduction with three Different CH₃COONa concentrations.

CONCLUSION

Hexavalent Chromium (Chromium VI) has had wide spread, long-term use in industry for its ability to inhibit the formation of rust. Hexavalent chromium is a known human carcinogen. The indigenous bacteria are responsible for the reduction of Cr (VI) in contaminated sediments (Lee *et al.*, 2005). Therefore, the activities of indigenous bacteria probably lead to the natural attenuation of Cr (VI) toxicity and can be the key players in remediating chromium-contaminated sediments (Lee *et al.*, 2005). Biological reduction of the most toxic Cr (VI) to the less toxic Cr (III) allows considering of such microorganisms as biotechnological tool for remediation of chromate polluted wastewaters. Biological treatment could significantly reduce the costs for chemicals and energy compared with conventional physico-chemical treatment.

REFERENCES

- Anderson, R.A.1997. Chromium as an essential nutrient for humans. *Regul. Toxicol. Pharmacol*, 26(1): 35-41.
- Camargo, F.A.O., Bento, F.M., Okeke, B.C., Frankenberger, W.T., 2003. Chromate reduction by chromium-resistant Bacteria isolated from soils contaminated with dichromate *J. Environ*, 32:1228–1233.
- Ganguli, A., Tripathi, A.K., 2002. Bioremediation of toxic chromium from electroplating effluent by chromate-reducing *Pseudomonas aeruginosa* A2Chr in two bioreactors. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, 58: 412-420.
- Guha, H., Jayachandran, K., Maurrasse, F., 2001. Kinetics of chromium (VI) reduction by a type strain *Shewanella alga* under different growth conditions. *Environ. Pollut*, 115: 209–218.
- Leea, S.L., Leeb, J.U., Leea, J.S., Chona, H.T., 2005. Effects of indigenous bacteria on Cr (VI) reduction in Cr-contaminated sediment with industrial wastes. *Journal of Geochemical Exploration*, 88 41–44.
- Muhammad, F., Shahida, H., 2000. Microbial conversion of Cr (VI) in to Cr (III) in industrial Effluent. *African Journal of Biotechnology*, p. 610-617.
- Olazabal, M.A., Nikolaidis, N.P., Suib, S.A., Madariaga, J.M., 1997. Precipitation equilibria of the chromium (VI)/iron (III) system and spectroscopic characterization of the precipitates. *Environ. Sci. Technol*, 31: 2898-2902.
- Pattanapitpaisal, P., Brown, N.L., Macaskie, L.E, 2001. Chromate reduction by *Microbacterium liquefaciens* immobilised in polyvinyl alcohol. *Biotechnology*, 23: 61–65.
- Shen, H., Wang, Y., 1994. Biological reduction of chromium by *E. Coli*. *J. Environ. Eng*, 120: 560-572.
- Schmieman, E.A., Yonge, D.R., Rege, M.A., Petersen, J.N., Turick, C.E., Johnstone, D.L., Apel, W.A., 1998. Comparative kinetics of bacterial reduction of chromium. *J. Environ. Eng*, 120: 560–572.

-
- Tyrone, L., Daulton, J., Little, K., Joanne, J., 2001. Microbial reduction of chromium (VI): in_situ environmental cell transmission electron microscopy study using electron energy loss spectroscopy. *Microscopy and Microanalysis*.
- Vainshtein, M., Kusch, P., Mattusch, J., Vatsourina, A., Wiessner, A., 2003. Model experiments on the microbial removal of chromium from contaminated groundwater. *Water Research*, 37:1401–1405.
- Xu, W.H., Liu, Y.G., Zeng, G.M., Li, X., Tang, C.F., Yuan, X.Z., 2005. Enhancing effect of iron on chromate reduction by *Cellulomonasflavigena*. *Journal of Hazardous Materials*, B126: 17-22

قائمة المختصرات

متوسط درجة الحرارة القصوى للشهر الأكثر حرارة (k°)	M
متوسط درجة الحرارة الدنيا للشهر الأقل حرارة (k°)	m
المجموع السنوي للتساقط بـ ملم	P
مؤشر الجفاف	I
الهطولات الموسمية	Ps
الهطولات السنوية	Pa
معامل نسبي موسمي	Crs
الهطولات	Pr
ودرجات الحرارة	T
مقياس جودة المياه الجوفية	GWQI
مؤشر المعادن الثقيلة	MI
منظمة الصحة العالمية لمياه الشرب	OMS
تحليل التباين	ANOVA
تحليل العنصر الرئيسي	ACP
الوزن النسبي	Wi
وزن كل عنصر	Wi
عدد العناصر	n
النوعية	Qi
تركيز كل عنصر	Ci
التركيز المسموح به من طرف المنظمة العالمية للصحة	Si
مؤشر المعادن الثقيلة	MI
متوسط تركيز كل معدن	Ci
هو الحد الأقصى المسموح به التركيز	MAC