

# تحاليل المياه

## (Water Analysis)

### ١- جمع عينات المياه:

تجمع عينات المياه في عبوات مصنوعة من مادة البولي ايثيلين، تقسم العينة الى قسمين يضاف الى احدهما بضع قطرات من حامض النتريك المختبري المركز للجزء الذي سيأخذ الى المختبر لغرض قياس العناصر الثقيلة، اما الجزء الاخر و الذي سيتم تحليل محتواه من العناصر الرئيسية فلا يضاف له الحامض، بعد اخذ العينة يتم غلقها باحكام و حفظها بدرجة حرارة  $10^{\circ}\text{C}$  بعد اجراء القياسات الحقلية و التي تشمل ( قياس الدالة الهيدروجينية (pH)، التوصيلية الكهربائية (EC)، الاملاح الذائبة الكلية (TDS)، درجة الحرارة و البيكاربونات).

### ٢- القياسات الحقلية:

#### A- الدالة الهيدروجينية:

تعرف الدالة الهيدروجينية انها اللوغاريتم السالب لفعالية ايون الهيدروجين وهو مقياس للحامضية والقاعدية تحت الظروف الاعتيادية من ضغط ودرجة الحرارة، كما انها العامل المسيطر على معظم التفاعلات لانظمة غاز- ماء- صخر مثل التميؤ والبلمرة والامتزاز وتكوين المعقدات وتفاعلات الاكسدة والاختزال (Langmuir, 1997). ذكر (البيداري والبصام، ١٩٩٧) ان العوامل التي تؤثر في قيمة الدالة الهيدروجينية في المياه هي: درجة الحرارة، ووجود البيكاربونات، والكالسيوم، ووجود النباتات المائية، اذ ان عملية التركيب الضوئي تقلل كمية  $\text{CO}_2$  ثم تعمل على زيادة الدالة الهيدروجينية.

#### B- التوصيلية الكهربائية (E.C):

تعرف التوصيلة الكهربائية على انها قابلية مادة معينة على توصيل التيار الكهربائي، كما يمكن تعريفها على انها قابلية توصيل (١ سم<sup>٢</sup>) من الماء للتيار الكهربائي عند درجة حرارة  $25^{\circ}\text{C}$  وتقاس بوحدات مايكروموز/ سم او دابسيمنس/ م حسب نظام ST (Hem, 1989). تعتمد التوصيلة على درجة حرارة الماء حيث بزيادة درجة الحرارة درجة مئوية واحدة تسبب زيادة في التوصيلية ٢% (Hem, 1989).

مما سبق نستنتج ان التوصيلية الكهربائية تتناسب طردياً مع تراكيز الايونات الذائبة وهذه الحالة المثالية، وان تركيز الاملاح الذائبة بدورة يتناسب عكسياً مع معدلات التصريف ومنسوب المياه.



### C- الاملاح الذائبة الكلية (TDS):

تمثل الاملاح الذائبة الكلية مجموع البقايا الصلبة بوحدات الجزء بالمليون (ppm) عندما يتم تبخير وتجفيف النموذج المائي وتمثل مجموع المكونات الذائبة كافة وتعرف ايضا بالملوحة (Drever, 1997). كما عرفها (Davis and Dewiest, 1966) بانها جميعها المواد الصلبة الذائبة في المحلول سواء كانت متأينة ام غير متأينة ولا تتضمن المواد العالقة والغروية والغازات الذائبة وبوحدات الجزء بالمليون (ppm). تشكل الاملاح الذائبة الكلية املاحاً غير عضوية الكالسيوم ( $Ca^{2+}$ )، والمغنيسيوم ( $Mg^{2+}$ )، والبوتاسيوم ( $K^{1+}$ )، والصوديوم ( $Na^{1+}$ )، والبيكاربونات ( $HCO_3^{1-}$ )، الكلوريد ( $Cl^{1-}$ )، الكبريتات ( $SO_4^{2-}$ ) مع كميات قليلة من المواد العضوية التي تذوب في المياه. تأتي الاملاح الذائبة الكلية (TDS) في مياه الشرب من المصادر الطبيعية، مياه الصرف الصحي والمطروحات الصناعية. ان تركيز الاملاح الذائبة في المياه يختلف تبعاً لاختلاف المناطق الجيولوجية وبسبب الاختلافات في ذوبانية المعادن (WHO, 1993). كما اشار (Collins, 1975) الى ان هذه الاختلافات ناتجة فضلاً عن (العامل السابق) من البعد عن المكاشف الصخرية وحركية العناصر الكيميائية الذائبة والمواد في

الصخور المرافقة والعمليات التبادلية. تتراوح قيمة (TDS) في مياه الامطار بين (٤-١٠) ج.م.م. وللمياه السطحية (١٢٠) ج.م.م. (Langmuir, 1997).

يتم تقدير الاملاح الذائبة بطريقة التجفيف وكذلك عن طريق جمع الايونات وفي هذه الحالة تسمى (Total converted salts)، (Fetter, 1980). بعد ذلك يتم حساب نسبة الخطأ بين الطريقتين حسب المعادلة الاتية:

$$T\% = \frac{T_{DSM} - T_{DSC}}{T_{DSM}} \times 100$$

T% = النسبة المئوية للاختبار

T<sub>DSM</sub> = مجموع الاملاح الذائبة محسوبة بطريقة التجفيف

T<sub>DSC</sub> = مجموع الاملاح الذائبة محسوبة بطريقة جمع الايونات

فاذا تراوحت الفروقات النسبية بين (T<sub>DSM</sub>) و (T<sub>DSC</sub>) ما بين ٠-٥% يمكن استخدام النتائج في التفسيرات الجيوكيميائية، اما اذا تراوحت ما بين ٥-١٠% يمكن استخدامها بحذر واذا زادت عن ١٠% فلا يمكن الاعتماد على النتائج (Nordstrom *et al.*, 1989).

قد يلاحظ ان القيم المحسوبة من التبخر اعلى من تلك المحسوبة من جمع الايونات وذلك للاسباب الاتية (الهييتي، ١٩٨٥):

- ١- عدم تحليل المواد العضوية وعدم اشتراك العناصر النزرية.
- ٢- يحسب تركيز الكاربونيت والبيكاربونات بالطريقة الحسابية ولكن في اثناء التجفيف تتحول ايونات البيكاربونات مع انطلاق CO<sub>2</sub> وترسيب CaCO<sub>3</sub> مما يؤثر في التركيز بطريقة التبخير.

#### حساب الاملاح الذائبة الكلية (TDS):

- ١- نأخذ بيكر سعة (١٠٠ مل) نغسله بالماء المقطر ونضعه في الفرن لغرض التجفيف وبعد التجفيف نضعه جانباً حتى يبرد.
- ٢- نضع (١٠٠ مل) من العينة المراد حساب الاملاح الذائبة الكلية لها في البيكر المجفف ونضعه في الفرن حتى جفاف العينة تماماً.
- ٣- بعد تبريد البيكر نقوم بوزن البيكر مع العينة الجافة والفرق في الوزن بين الوزن البيكر وهو فارغ والبيكر مع العينة الجافة هو وزن الاملاح الذائبة الكلية بعد ضربها بالقيمة (١٠٠٠٠) لغرض تحويلها الى وحدات ملغم/ لتر.

كما يتم حساب الايونات الرئيسية بالطرق التالية:

- ١- تعيين ايوني  $Na^+$ ,  $K^+$  بوساطة (flame photometer).
- ٢-  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  بوساطة التسحيح باستعمال محلول (EDTA).
- ٣-  $Cl^-$  بوساطة التسحيح مع محلول نترات الفضة.
- ٤-  $HCO_3^-$  بالتسحيح مع حامض الكبريتيك والدليل صبغة المثل البرتقالية والفينونفتالين.
- ٥-  $SO_4^{2-}$  باستخدام الطريقة الوزنية وذلك بترسيبه على شكل كبريتات الباريوم باستعمال كلوريد الباريوم.

تصنيف المياه حسب نسبة الاملاح الذائبة الكلية (TDS)

Water class	Gorrel, 1958	Atovisk, 1962	Drever, 1997
Fresh water	0-1000	0-1000	<1000
Slightly brakisk	-	1000-3000	-
Brakish water	1000-10000	10000-100000	-
Saline water	-	-	35000
Brine water	>100000	>100000	>35000

الايونات الرئيسية:

الايونات الموجبة:

١- ايون البوتاسيوم  $K^+$ :

يعد البوتاسيوم من الفلزات اقل وفره من الصوديوم ومصدره التجوية الكيميائية للمعادن الحاوية على البوتاسيوم مثل معادن الفلدسبار (المايكروكلين والاورثوكليز)، وفي صخور المتبخرات مثل معدن السلفايت ويوجد بنسب اقل من الصوديوم (Hem, 1989). يصل تركيز البوتاسيوم في المياه السطحية الى (2.3) ج.م.م. (Langmuir, 1997).

2 - ايون المغنيسيوم  $Mg^{2+}$ :

المغنيسيوم من الفلزات القلوية الارضية، له حالة تأكسد واحدة في المياه (Hem, 1989), ( $Mg^{2+}$ ). يوجد المغنيسيوم في معدن الدولومايت الذي يعد ثاني اهم المعادن الكاربوناتية بعد الكالسايت ايضاً في الصخور النارية الفيرومغنيسية وفي معادن البايروكسين

والامفيبول والاوليفين، كما ان المعادن الطينية تعد مصدراً اخر لايون المغنيسيوم في المياه (Collins, 1975). يعد كلوريد وكبريتات المغنيسيوم من اكثر مركبات المغنيسيوم التي لها القابلية على الذوبان، وبالرغم من الذوبانية العالية للمغنيسيوم يبقى وجوده بتراكيز اقل من الكالسيوم في المياه الطبيعية، يعود ذلك الى بطئ ذوبان الدولومايت الحاوي على المغنيسيوم قياساً بوجود وفرة كبيرة للكالسيوم في القشرة الارضية، تحتوي المياه البحرية على تركيز من المغنيسيوم يعادل خمسة اضعاف تركيز الكالسيوم (Davis and Deviest, 1966).

### ٣- ايون الصوديوم $Na^{1+}$ :

يعد ايون الصوديوم من اكثر الفلزات القلوية وجوداً في الطبيعة وان الفلدسبار القلوي هو المصدر الاساسي لهذا العنصر ويوجد ايضاً في معادن المتبخرات. للصوديوم املاح عديدة مثل:  $NaHCO_3$  الذي يعد اقل ذوباناً. وملح  $Na_2CO_3$  الذي يتكون في الممالح، وملح  $NaCl$  الاكثر انتشاراً في الطبيعة (Hem, 1989). ان المعالجة الكيميائية للمياه باستخدام فلوريد الصوديوم او بيكاربونات الصوديوم تؤدي الى زيادة تركيز الصوديوم الى (٣٠) ج.م.م. في المياه (WHO, 2006). كما ان للفعاليات البشرية تاثير في زيادة الصوديوم في المياه مثل: استخدام الاملاح في الاحتياجات البيئية، واستعمال كبريتات الصوديوم في صناعة المنظفات، فضلاً عن استخدام مياه الفضلات في الري (Appelo, 1999 في المنمي، ٢٠٠٢) الذي يرفع تركيز الصوديوم في المياه السطحية الى (6.3) ج.م.م. (Langmuir, 1997). ان مصدر الصوديوم في المياه الطبيعية يأتي من تجوية بلاجيوكليز فلدسبار (Plagioclase feldspars) كما تحتوي المياه ذات الاملاح الذائبة الكلية (TDS) التي تتراوح ما بين (١٠٠٠-٥٠٠٠) ج.م.م. على صوديوم اعلى من (١٠٠) ج.م.م. (Davis and Dewiest, 1966).

### ٤- ايون الكالسيوم $Ca^{2+}$ :

يعد الكالسيوم من اكثر العناصر الفلزية القلوية الارضية شيوعاً وهو عنصر اساسي للنبات والحيوان ويأتي ايون الكالسيوم من التجوية الكيميائية للصخور والمعادن الحاوية على ايون الكالسيوم والمتمثلة في معادن الصخور النارية مثل: الامفيبول والفلدسبار، والبايروكسين. ومعادن الصخور الرسوبية مثل: الكالسايت، والدولومايت، والاراغونايت، والفلورايت (Hem, 1989). يصل تركيز الكالسيوم في مياه الانهار الى (١٥) ج.م.م.، كما تساهم الفعاليات البشرية في اطلاق ايون الكالسيوم وزيادته (Langmuir, 1997).

## الايونات السالبة:

### ١- ايون البيكربونات $\text{HCO}_3^-$ :

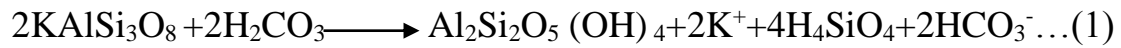
تعد البيكربونات مصدراً للقلوية اضافة الى الكربونات التي تسمى (Carbonate Alkalinity) وهي قابلية نموذج الماء للتفاعل مع ايونات  $\text{H}^+$  او قابلية المحلول لتعادل محلول حامضي (Faure, 1998 في التميمي، ٢٠٠٢).

ان المصادر الاساسية لايوني الكربونات والبيكربونات هي:

١- غاز  $\text{CO}_2$  الموجود في الجو الذي يذوب في المياه يعد من اهم مصادر الكربونات والبيكربونات كما ان عملية البناء الضوئي لها تأثير كبير في تكوينهما (Hem, 1985).

٢- اذابة المعادن الكربوناتيية عندما تكون الاذابة بحامض الكربونيك تساهم في قلوية المياه ضعف ما تكون عليه في تجوية المعادن السليكاتية (Langmuir, 1997).

٣- تجوية المعادن السليكاتية والكربوناتيية بواسطة حامض الكربونيك (Langmuir, 1997).



K-Feldspar

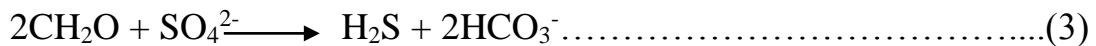
Kaolinite

Silicic acid

٤- عملية اختزال النترات والنترت بوساطة المواد العضوية بوجود البكتريا المختزلة للنترات وحسب المعادلة الاتية:



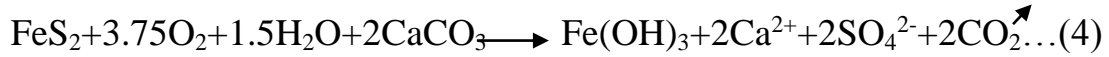
كذلك من اختزال الكبريتات:



٥- يتأثر تركيز ايون البيكربونات بتغير قيمة الدالة الهيدروجينية، حيث ان لو غار يتم فعالية  $\text{HCO}_3^-$  يزداد مرة واحدة بزيادة الدالة الهيدروجينية وحدة واحدة اما بالنسبة لايون  $(\text{CO}_3^{2-})$  فيزداد تركيزه مرتين بزيادة الدالة الهيدروجينية وحدة واحدة، من هذا نلاحظ ان حامض الكربونيك شائع في  $\text{pH} < 6.3$ ، و  $(\text{CO}_3^{2-})$  شائع في  $\text{pH} < 10.3$  كما نجد ان في  $\text{pH} < 8.3$ ، يكون ايون البيكربونات هو الشائع في المياه اذ ان قيمة الدالة الهيدروجينية (8.3) هي النقطة التي يتحول فيها جميع  $\text{H}_2\text{CO}_3$  الى  $\text{HCO}_3^-$  وتحت هذه القيمة يتحول جميع  $\text{CO}_3$  الى  $\text{HCO}_3^-$  (Appelo, 1999 في المنمي، ٢٠٠٢).

## ٢- ايون الكبريتات $\text{SO}_4^{2-}$ :

ياتي ايون الكبريتات من اذابة صخور المتبخرات مثل الانهيدرايت والجبسم وعملية المزج بين المياه العذبة ومياه البحر والمياه الحامضية ويأتي ايضاً من الاسمدة الكيميائية ومساحيق الغسيل والدباغة والمبيدات الحشرية ومن ثاني اوكسيد الكبريت ( $\text{SO}_2$ ) الموجود في الجو (WHO, 2006). ويمكن ان يأتي من البايرايت والتفاعل مع  $\text{CaCO}_3$  كما في المعادلة الاتية (Drever, 1997):



يعد ايون الكبريتات اقل تائراً بالعمليات الكيميائية ويزداد تركيزه عند تعرض المياه لترسيب حامضي (Drever, 1997). كما تعمل زيادة الكبريتات في المياه على تكوين كبريتيدات غير ذائبة تساعد على خفض حركية العناصر في البيئة (Hesterberg *et al.*, 1997).

## ٣- ايون الكلوريد $\text{Cl}^-$ :

المصدر الاساسي لايون الكلورايد هو صخور المتبخرات مثل: السلفايت، والهالايت، ومياه البحر، (Davis and Dewiest, 1966). وفي الصخور النارية مثل الاباتايت والسودولايت فلديسباتويد (Hem, 1989). يوجد ايضاً في مياه الري والفضلات الصناعية، كما ان معالجة المياه بالكلورايد يمكن ان تؤدي الى زيادة تركيز الكلورايد في المياه (WHO, 2006). يكون الكلورايد املاحاً سهلة الذوبان ولا تمتز بسهولة على المعادن الطينية، ويعد متحركاً جداً في الغلاف المائي. وبسبب ذوبانية املاح الكلورايد فلا يمكن ازالته بسهولة من المحاليل بعملية التجمد والتبخير والترشيح العالية وذلك عندما يترشح الماء من طبقات طينية (Collins, 1975). يستخدم الكلورايد دليلاً على التغيرات الكيميائية لانه يبقى بشكل حر ولا يميل الى تكوين الازواج الايونية في المحلول وهذا يعود الى ايون الكلور نفسه اذ يمتاز بكونه ايوناً محافظاً من الصعب ان يشترك في التفاعلات الكيميائية التي من الممكن ان تحدث بين اي جسمين مائيين مختلفين في الخواص، (المنصوري، ٢٠٠٠). يعد تركيز ايون الكلورايد مؤشراً لتركيز الاملاح في الانهار.

## الايونات الثانوية:

### ١- ايون النترات $\text{NO}_3^{1-}$ :

تعد النترات احد اشكال دورة النتروجين في الطبيعة حيث يعد النتروجين عنصراً مهماً في الدورة البايوجيوكيميائية ويوجد في المواد العضوية في التربة والفضلات الصناعية، وغاز  $\text{NO}_2$  في الجو والناتج من عوادم السيارات والاسمدة الكيماوية اذ ان الاخيرة تمثل المصدر الرئيس لهذا الايون (Drever, 1997). ان معدل النترات في مياه الشرب (٥٠) ج.م.م. وبزيادة تركيزها عن هذا الحد تسبب مشاكل صحية للانسان (WHO, 2006).

### ٢- ايون الفوسفات $\text{PO}_4^{3-}$ :

يوجد الفوسفات في القشرة الارضية بشكل فسفور بنسبة 0.12% وزناً والجزء الاعظم منه يدخل في تركيب مجموعة معادن الاباتايت، تحتوي صخور الحجر الرملي والكاربونات والسجيل على (١٧٠، ٤٠٠، ٧٠٠) ج.م.م. على التوالي (Collins, 1975). يعد الفسفور ذو ذوبانية قليلة في معظم مركباته اللاعضوية، ويكون عنصراً غذائياً مهماً للكائنات الحية (Hem, 1985). يوجد الفسفور بشكله الذائب والعالق في الماء على شكل (Poly phosphate, organic phosphate, orthophosphate) ينتج الاول بالدرجة الاولى من طرح فضلات المصانع والاسمدة ومياه الري التي وصلت الى المياه السطحية ومياه الامطار. في حين ينتج الـ poly phosphate من فضلات مساحيق الغسيل او من الفضلات المنزلية ويتحول هذا النوع الى orthophosphate. اما الـ organic phosphate فينتج من الفعاليات الحيوية للنباتات المائية حيث يحول الـ plankton الى orthophosphate الى مركبات فوسفاتية عضوية (Hem, 1985).

### العسرة الكلية (TH):

تعرف العسرة الكلية انها الخاصية التي تبطل عمل الصابون في المياه وتعمل على تكوين التكلس في جدران الانابيب والاعوية المستخدمة في التسخين، وذلك لاحتواء المياه على تراكيز عالية من الكالسيوم والمغنيسيوم (Hamil and Bell, 1986) تحسب العسرة الكلية من تراكيز ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم وبوحدات الجزء بالمليون (ppm) وحسب المعادلة الاتية (Todd, 1980):



$$TH = 2.497 Ca + 4.115 Mg$$

الدرجة المقبولة لعسرة المياه قد تختلف من مجتمع لآخر اعتماداً على الظروف المحلية على ان تكون نسبة ايون الكالسيوم ما بين (٣٠٠-١٠٠) ج.م.م. وايون المغنيسيوم اقل من ذلك. واعتماداً على تداخل العوامل الاخرى مثل الدالة الهيدروجينية، كما ان المياه ذات العسرة الاعلى من (٢٠٠) ج.م.م. تسبب زيادة في استهلاك الصابون ومن ثم صعوبة في عمل الرغوة، كما ان المياه العذبة ذات العسرة الاقل من (١٠٠) ج.م.م. من المحتمل ان تؤدي الى تآكل انابيب المياه. لا توجد قيمة محددة للعسرة الكلية في المياه يمكن من خلالها قياس التأثيرات الصحية الناجمة عن زيادة قيمة العسرة (WHO, 1993). لكن منظمة الصحة العالمية في عام (2006) اقترحت حداً اعلى للعسرة في المياه وهو (٥٠٠) ج.م.م.

### نسبة امتزاز الصوديوم (SAR):

يتم حساب نسبة امتزاز الصوديوم (Sodium Adsorbition Ratio) حسب المعادلة

الاتيية (Todd, 1980):

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{(Ca + Mg)/2}}$$

Water Class	SAR
Excellent	<10
Good	10-18
Fair	18-26
poor	>26

من تراكيز ايونات المغنيسيوم والكالسيوم والصوديوم وبوحدات (الملي مكافئ/ لتر

((epm))، وذلك لمعرفة مدى صلاحية مياه انهار مدينة البصرة لاغراض السقي.

### الصيغ الهيدروكيميائية:

بعدالحصول على النتائج (تركيز الايونات الرئيسية) بوحدات (ppm) يتم حساب تركيز الايونات

بوحدات (epm) و من ثم بوحدات (epm %) لغرض اجراء الحسابات اللاحقة، لحساب تركيز

الايونات بوحدات (epm) نطبق المعادلة التالية:

$$ppm = epm / \text{الوزن المكافئ} \leftarrow \text{الوزن الجزيئي} / \text{التكافؤ}$$

الاوزان المكافئة للايونات الرئيسية كالتالي:

No.	Ions	Equivalent Weight
١	Sodium (Na <sup>1+</sup> )	٢٣,٠٠
٢	Potassium (K <sup>1+</sup> )	٣٩,١٠
٣	Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	٢٠,٠٤
٤	Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	١٢,١٦
٥	Carbonate (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )	٣٠,٠٠
٦	Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> <sup>1-</sup> )	٦١,٠١
٧	Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	٤٨,٠٣
٨	Chloride (Cl <sup>1-</sup> )	٣٥,٤٦

يتم تحديد الصيغة الهيدروكيميائية بالاعتماد على معادلة (Korolove, 1955) في (Ivanov *et al.*, 1968)، يعبر عن الصيغ الهيدروكيميائية بالنسبة المئوية لوحدة الملي مكافئ/ لتر (epm%) للأيونات الموجبة والسالبة التي تزيد نسبتها عن (١٥%)، والملوحة بوحدات ملغم/لتر. والدالة الهيدروجينية وحسب نتائج تحليل الأيونات الرئيسية الموجبة والسالبة.

#### ١- الرباط (١):

$$TDS(2800mg/1) \frac{\begin{matrix} Cl^- & SO_4^{2-} & HCO_3^- \\ 50.6 & 27 & 19.6 \end{matrix}}{\begin{matrix} Mg^{2+} & Ca^{2+} & Na^+ & K^+ \\ 69.6 & 19.19 & 10.77 & 0.39 \end{matrix}} pH(7.9)$$

\* نوعية المياه هي: Ca- Mg- HCO<sub>3</sub> - SO<sub>4</sub>-Chloride

#### الاملاح الافتراضية:

لتحديد انواع الاملاح الافتراضية في عينات المياه يتم اعتماد الاسلوب المتبع في (Collins, 1975) والقاضي بارتباط الأيونات الرئيسية مع بعضها على وفق التتابع الترسيبي للاملاح بوحدات (epm%).

ان تكون الاملاح حسب (Collins, 1975) كما يلي:

(CaCO<sub>3</sub>, CaHCO<sub>3</sub>, CaSO<sub>4</sub>, MgCO<sub>3</sub>, MgSO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaCl, KCl) و تكونها وترسيبها بهذا الشكل اعتمادا على نظرية فوكوف في الارتباط الافتراضي والتي تنص على ان الملح الاقل ذوبانا يترسب اولاً و الملح الاكثر ذوبانا يترسب في النهاية اذ تكون مركبات الكالسيوم اقل ذوبانا لذلك تترسب في البداية و املاح البوتاسيوم و الكلوريدات تكون اكثر ذوبانا

لذلك تترسب في النهاية. لن يتكون الملح الاول ( $\text{CaCO}_3$ ) ذلك لعدم توفر ايونات الكربونيت ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ، نسبة الملح ( $\text{CaHCO}_3$ ) هي نسبة ايون البيكاربونات ( $\text{HCO}_3^-$ ) مع طرحه من نسبة ايون الكالسيوم ( $\text{Ca}^{2+}$ )، اما نسبة الملح ( $\text{CaSO}_4$ ) تمثل بقية الايونات ( $\text{Ca}^{2+}$ )، نسبة الملح ( $\text{MgCO}_3$ ) يمثل نسبة ايون الكربونيت ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) في بعض الاحيان لا يوجد تركيز لايون الكربونيت او يوجد بنسب ضئيلة فيضاف الى ايون البيكاربونات، ومن ثم سوف لن يتكون الملح ( $\text{MgCO}_3$ ). ان عدم تكون ايون الكربونيت يعود الى قيمة الدالة الهيدروجينية لعينات المياه حيث يبدأ تكون ايون الكربونيت بعد القيمة (8.3) للدالة الهيدروجينية اما تحت هذه القيمة فيتحول كل ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) الى ( $\text{HCO}_3^-$ ) (Appelo, 1999 في المنمي، ٢٠٠٢). بعد الملح ( $\text{MgCO}_3$ ) يتكون الملح ( $\text{MgSO}_4$ ) والذي يمثل بقية ( $\text{Mg}$ ) اذا كانت اقل من ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) او بقية ( $\text{SO}_4$ ) اذا كانت اقل من ( $\text{Mg}^{2+}$ ). بعد ذلك سيتكون الملح ( $\text{MgCl}_2$ ) والذي يمثل بقية ( $\text{Mg}^{2+}$ ).

بعد ذلك يتكون الملح ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) والذي يمثل بقية ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) وبما ان قيمة ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) استنفذت من المحلول عند تكوين الملح ( $\text{MgSO}_4$ ). اذن لن يتكون الملح ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). ثم يتكون الملح ( $\text{NaCl}$ ) والذي يمثل نسبة ( $\text{Na}$ ) مع ما تبقى من ايون الكلوريد ( $\text{Cl}^-$ ) بعد تكون الملح ( $\text{MgCl}_2$ )، ثم الملح ( $\text{KCl}$ ) الذي يمثل قيمة ( $\text{K}^+$ ) في المياه مع بقية ( $\text{Cl}^-$ ).

### صلاحية مياه الانهار المدروسة لشرب الانسان:

لتقويم صلاحية المياه لاغراض الشرب، يتم اعتماد مواصفات منظمة الصحة العالمية (WHO,2006) وقياسها مع النتائج المستحصلة.

حدود تراكيز الايونات الموجبة والسالبة لمياه الشرب حسب (WHO, 2006) بوحدات الجزء

بالمليون (ppm)

TDS	pH	$\text{NO}_3^1$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{K}^{1+}$	$\text{Na}^{1+}$	الايونات
١٠٠٠	-٦,٥ ٩,٥	٥٠	٢٥٠-٤٥	٢٥٠	١٢٥-٣٥٠	٧٥	١٠٠	١٠-١٢	200-250	WHO, 2006

## صلاحية مياه الانهار لشرب الحيوانات:

لغرض معرفة صلاحية مياه الانهار لاغراض تربية الحيوانات تم موازنة نتائج التحاليل للمياه مع المواصفات القياسية للخدمات البيطرية العامة في الولايات المتحدة الامريكية.

تصنيف المياه حسب الملوحة لشرب الحيوانات حسب المواصفات القياسية البيطرية في الولايات المتحدة (Crist and Lowery, 1972) في (التميمي، ٢٠٠٢)

الحيوانات	النوعية	الملوحة (ppm)
الدواجن/ الى حد ٢٨٦٠	جيدة	اقل من ١٠٠٠
	مقبولة	٣٠٠٠-١٠٠٠
الخيول/ الى حد ٧١٥٠	ضعيفة	٥٠٠٠-٣٠٠٠
	ضعيفة جداً	٧٠٠٠-٥٠٠٠
الابقار/ الى حد ١٠٠٠٠	غير مقبولة	اكثر من ٧٠٠٠
الاغنام/ الى حد ١٢٩٠٠		

## صلاحية مياه الانهار لاغراض الري:

اعتمدت المواصفات القياسية للمياه (Ayers and Westcot, 1985) في (التميمي، ٢٠٠٢) في اختبار صلاحية المياه لاستخدامها لاغراض الري.

المواصفات القياسية لمياه الري (Ayers and Westcot, 1985)

في (التميمي، ٢٠٠٢)

المدى الاعتيادي	الوحدة	المتغير	المجاميع
0-3	ds/m	E.C.	الملوحة Salinity
0-500	ppm	TDS	
0-20	epm	Mg	الايونات الموجبة Cations
0-40	epm	Ca	
0-0.01	epm	Na	
0-10	epm	CO <sub>3</sub>	الايونات السالبة anions
0-20	epm	HCO <sub>3</sub>	
0-30	epm	SO <sub>4</sub>	
0-2	epm	Cl	
0-2	epm	K	المغذيات Nutrients
0-5	ppm	PO <sub>4</sub> -P	
0-5	ppm	NH <sub>4</sub> -N	
0-10	ppm	NO <sub>3</sub> -N	
0-2	ppm	B	المؤثرات الاخرى Miscellaneous
6.0-8.5	1-14	PH	
0-15	-	SAR	

### References:

- 1- Langmuir, D., 1997: Aqueous environmental geochemistry, prentice Hall, USA, p600.
- 2- Hem, J. D., 1989: study and interpretation of the chemical characteristics of natural Water (2<sup>nd</sup> ed.), U. S. Water supply, Washington, p264.
- 3- Drever, J. I., 1997: The geochemistry of natural water, surface and ground water environments (3<sup>rd</sup> ed.), prentice Hall, USA, p436.

- 4- Davis, S. and Dewiest, R., 1966: Hydrogeology, John Wiley and Sons, p463.
- 5- WHO, 1993: Guidelines for drinking water Quality, (2<sup>nd</sup> ed.), Vol. 1, genera, p188.
- 6- Collins, A. G., 1975: Geochemistry of oil filed water, Amsterdam, Elsevier, p496.
- 7- Fetter, C. W., 1980: Applied hydrogeology. Carels Merrill Publ. Co.
- 8- Nordstrom, D.K.; Ball, J.W. ; Donehoe, R.J. and Whittemore, D., 1989: Groundwater chemistry and water-Rock interactions at Stripa, *Geochemica et Cosmochemica Acta* 53, pp. 1727-1740.
- 9- Gorrell, H.A., 1968: Classification of formation waters based on sodium chloride content, *AAPG Bull.* 42, p2513.
- 10- WHO, 2006: Guidelines for drinking-water Quality, (3<sup>rd</sup> ed.), Vol.1 Recommendations, Geneva, p515.
- 11- Appelo, C. A. and postma, D., 1999: *Geochemistry, Groundwater and pollution*, Rotterdam, A. A. Balkama, p536.
- 12- Faure, G., 1998: Principles and application of Geochemistry (2<sup>nd</sup> ed.), prentice Hall, USA, p600.
- 13- Hem, J. D., 1985: study and interpretation of the chemical characteristics of natural Water, U. S. Water supply, Washington, p263.
- 14- Hesterberg, D.; sayers, D. E.; Zhou, W.; plummer, G. M. and Robarge, W. P., 1997: X-ray Apsorption spectroscopy of Lead and Zinc speciation in a contaminated Ground water Aquifer, *Environ. Sci. Technol.* Vol. 31, pp. 2840-2846.
- 15- Hamil, L. and Bell, F. G., 1986: *Ground Water resource development*, Butter worths, London, p344.
- 16- Todd, D. K., 1980: *Ground water hydrology* (2<sup>nd</sup> ed.). John Wiley and sons, N. Y., USA, p535.
- 17- Ivanov, V.V.; Barvanov, L.N. and Plotnikiva, G.V., 1968: The Main genetic type of the earth crust mineral water and their distribution in the Ussr, *Inter. Geol. Cong, of 23<sup>rd</sup>, sessions Czechoslovakia*, Vol. 12, p33.

## المصادر العربية:

- ١- البيداري، أزهار والبصام، خلدون، ١٩٩٧: هيدروجيو كيمياء عينات من المياه الجوفية والسطحية في منطقة النجف-الرزازة. المؤتمر العلمي الأول للمياه الجوفية/ جامعة بابل، ١١-١٢/١١/١٩٩٧.
- ٢- الهيتي، بيان محي حسين، ١٩٨٥: دراسة نوعية المياه الجوفية في منطقة بغداد، اطروحة ماجستير(غير منشورة)، جامعة بغداد، كلية العلوم، ٢١٨ صفحة.
- ٣- المنمي، ديارى محمد، ٢٠٠٢: دراسة كيميائية وبيئية للمياه الجوفية في مدينة السليمانية وضواحيها، رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة بغداد -كلية العلوم- قسم علوم الارض، ١١٨ صفحة.
- ٤- التميمي، عمر صباح ابراهيم، ٢٠٠٢: تقييم واقع المياه الجوفية في حوض ديبكة شمال شرق العراق، اطروحة ماجستير، كلية العلوم- جامعة بغداد، ٩٥ صفحة.
- ٥- المنصوري، حسين بدر، ٢٠٠٠: هيدروجيو كيميائية وتأثير عمليات الضخ على نوعية المياه الجوفية لمكن الدببة في منطقة سفوان-الزبير (جنوب العراق)، أطروحة ماجستير، جامعة البصرة- كلية العلوم، ١٤٣ صفحة.