

دراسة بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه نهر السن في حوض الساحل السوري

طاهر شيخو⁽¹⁾ ومحمود حاج عيسى⁽²⁾ وهادي ديوب*⁽¹⁾

(1). قسم الحراج والبيئة، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(2). قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

(* للمراسلة: م. هادي ديوب. البريد الإلكتروني: hadi.dayob.sy@gmail.com).

تاريخ القبول: 2018/09/29

تاريخ الاستلام: 2018/04/10

الملخص

أجريت هذه الدراسة لتقييم نوعية مياه نهر السن في حوض الساحل السوري لأغراض الشرب والري. تم أخذ عينات المياه من أربعة مواقع على طول مجرى النهر خلال الفترة من تشرين الأول 2013 ولغاية أيلول 2014، بمعدل عينة واحدة شهرياً، وتحليل بعض العناصر الفيزيائية والكيميائية كدرجة الحرارة، والرقم الهيدروجيني، والناقلية الكهربائية، والعسرة الكلية، والكالسيوم، والمغنيزيوم، والصوديوم، والبوتاسيوم، والبيكربونات، والكلور، والكبريتات، والنترات، والنترت والفوسفات والمتطلب الحيوي للأوكسجين. أظهرت الدراسة أن تراكيز جميع العناصر الفيزيوكيميائية المدروسة تقع ضمن الحدود المسموح بها للاستهلاك البشري، وذلك وفقاً للمعايير السورية ومنظمة الصحة العالمية المعتمدة. وكذلك ارتباطها مباشرة مع الخصائص البيئية والجيولوجية لحوض نهر السن، حيث تشغل الصخور الكلسية والدولوميت جزءاً كبيراً من مساحة الحوض. وصنفت جميع عينات المياه بحسب دليل مختبر الملوحة الأمريكي لماء الري ضمن الصف (C2-S1)، ومثل هذه المياه يمكن استخدامها للري في معظم الترب، مع ملاحظة ظهور مستويات قليلة من الصوديوم الضارة، وإذا كان هناك غسيل للتربة على نحو معتدل. وأظهر التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية بين نقاط الاعتيان في معدلات الناقلية الكهربائية، والصوديوم، والبوتاسيوم، والكبريتات، والنترات، والنترت والفوسفات. وأظهر تحليل المكونات الأساسية للبيانات الفيزيوكيميائية أن الارتباطات مع العاملين الأول والثاني (F1-F2) تكشف ظواهر انحلال التكوينات الكربوناتية من الكلس والدولوميت.

الكلمات المفتاحية: نهر السن، نوعية المياه، مياه الشرب، مياه الري.

المقدمة:

تلعب الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحيوية للماء دوراً أساسياً في تحديد نوعيته، وبالتالي فهي تحدد إمكانية استخدامه للشرب أو لأغراض أخرى كالري، والصناعة، والثروة السمكية، وغير ذلك (NRCS, 2003). وتتأثر نوعية المياه بالعديد من العوامل بما في ذلك كيمياء الغلاف الجوي، والجيولوجيا، والغطاء النباتي والنشاط البشري (Yidana et al., 2008). كما ترتبط بشكل وثيق بالظواهر

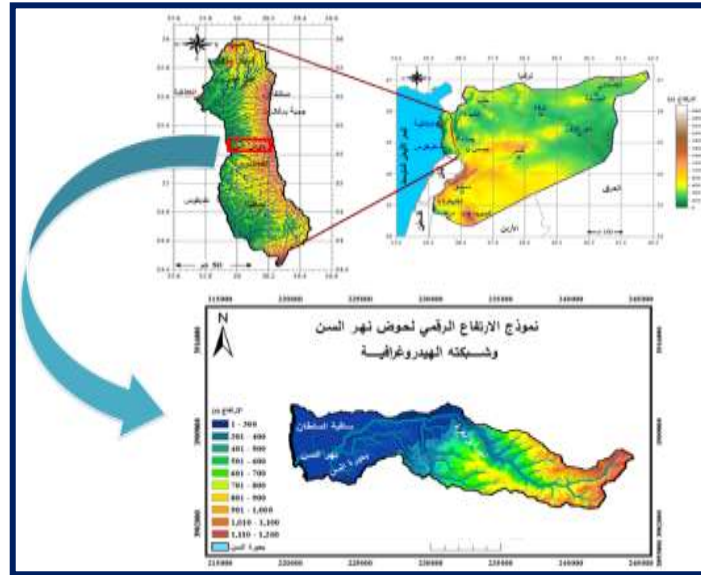
الميتيورولوجية والمناخية المختلفة التي تميز أحواض التصريف التي تغذي المجاري المائية، وكذلك بحجوم الجريان الموسمي ومناسيب الماء (Trivedy, 1990). كذلك فإن تغيرات المناخ سيكون لها تأثيرات كبيرة في توفر الموارد المائية والخصائص الهيدرولوجية والبيوكيميائية للأوساط المائية. إذ إن التراجع في تصريف مياه الجداول والأنهار، وانخفاض مناسيب المياه في الأحواض والسدود (Milly *et al.*, 2005)، سيتسبب في زيادة التلوث مما سينعكس سلباً على النظم البيئية للأوساط المائية (Vorosmarty *et al.*, 2010; Woodward *et al.*, 2010).

تتعرض موارد المياه العذبة المتجددة (مياه الآبار والبحيرات والأنهار) التي يستخدمها الإنسان، والتي تشكل نسبة أقل من 1% من مجموع مياه الأرض البالغة 1.36 مليار كم³، للتلوث جراء الأنشطة البشرية المختلفة وخاصة الزراعية والصناعية والسياحية، الأمر الذي يؤدي إلى تردي نوعيتها ويحد من قابلية استخدامها في المجالات المختلفة (Wheal, 1991; Maheshwari and Sharma, 2011). تدهورت نوعية المياه السطحية في سورية، من بحيرات قطينة، والبحيرات التخزينية، وأنهار العاصي، والفرات، وبردى، والكبير الشمالي، وغيرها، التي أخذت تعاني من تزايد نسبة تلوثها منذ منتصف ستينيات القرن العشرين، وذلك لازدياد شبكات الصرف الصحي التي تنتهي فيها وتصريف الغالبية من مياه المعامل والمصانع فيها أيضاً، وحوض نهر السن الذي يشكل أحد المصادر الرئيسية لتزويد المياه في المنطقة الساحلية، وتستخدم مياهه حالياً لأغراض الشرب والري وتربية الأسماك والصناعة (عمار، 2006)، ليس بمنأى عن مصادر التلوث. فقد أشارت الهيئة العامة للاستشعار عن بعد بالتعاون مع الهيئة العامة للموارد المائية (2008) إلى أن معاصر الزيتون، ونفايات خطوط الصرف الصحي، ومكبات القمامة، والمغاسل، ومحطات الوقود، والمعامل، والمصانع، هي أكثر مصادر التلوث انتشاراً في المنطقة الوسطى من حوض الساحل السوري حيث يقع حوض السن. وبين نابلسي وآخرون (2000) تلوث مياه بحيرة السن في العامين 1998 و1999 بالفضلات السائلة البشرية والحيوانية، إضافة للمبيدات والأسمدة الكيميائية. كما لاحظت شريف (2000) وجود تلوث جرثومي يزيد 40-50 مرة عن القيمة المسموح بها في مياه بعض الآبار القريبة من حفر فنية لتصريف مياه المجاري والواقعة في قرى قريبة من بحيرة السن. ووجد سلمان (2015) أن بعض مصادر مياه الشرب المستجرة من نبع السن تحتوي على تراكيز منخفضة من عنصر النيكل والكاديوم وشاردتي النتريت والنتريت، وكذلك وجد أن مياه الشرب المعبأة من هذا النبع تحتوي على معدني الرصاص والنيكل بتراكيز أعلى مما هي عليه في ينابيع الدريكيش، وبقين والفيجة.

من هنا جاءت أهمية البحث الذي يهدف بشكل رئيس إلى رصد التغيرات الزمنية والمكانية لتراكيز بعض البارامترات الفيزيوكيميائية في مياه نهر السن خلال الفترة (تشرين الأول 2013- أيلول 2014)، والتعرف على نوعية المياه، وتصنيفها، والتحقق من صلاحية استخدامها للاستهلاك البشري والري الزراعي.

مواد البحث وطرائقه:

منطقة الدراسة:



الشكل 1. الموقع الجغرافي لحوض نهر السن

يقع الحوض الهيدرولوجي لنهر السن في الجزء الغربي من سورية (الشكل 1). ويمتد الحوض بين دائرتي عرض $35^{\circ}15'53''$ و $35^{\circ}19'48''$ شمالاً وبين خطي طول $35^{\circ}55'30''$ و $36^{\circ}14'02''$ شرقاً، وتبلغ مساحته 99.4 كم² بحسب نموذج الارتفاعات الرقمي (DEM) المتوفر لدينا. يحده من الشرق خط تقسيم المياه المار بذرى الجبال الساحلية، ومن الجنوب حوض نهر حريصون، ومن الشمال حوض نهر السخابية ومن الغرب البحر المتوسط.

يتشكل نهر السن بشكل أساسي من نبع السن وعلى بعد 6 كم من البحر باتجاه الشرق، ويلتقي النهر أثناء جريانه نحو الغرب وعلى بعد 2.3 كم من المنبع بوادي أبو بكرة الذي يتشكل على ارتفاعات 1200 م، ويتابع بعدها ليصب في البحر المتوسط قرب قرية عرب الملك (الأسعد وعمار، 2004). تسود الصخور الكلسية والكلسية الدولوميتية العائدة للجوراسي في القسم الشرقي من الحوض مشكلة قمم الجبال، والصخور الكلسية العائدة للكريتاسي بكافة تشكيلاته في الجزء الواقع بين المرتفعات الجبلية في الشرق والسهل الساحلي في الغرب. وتنتشر توضعات كل من المارل والحجر الكلسي الحواري العائدة للبايوجين شمال شرق نبع السن، والمارل والحجر السلي والكونغولوميرا العائدة للنيوجين شمال غرب نبع السن بشكل محدود جداً. وتتألف توضعات الرباعي في منطقة السهل الساحلي بشكل رئيسي من كونغولوميرات وحصى إضافة إلى الرمال والحجر الرملي (الأزكي والعبده، 2013).

يسود حوض نهر السن المناخ المتوسطي المعتدل الذي يتميز بشتاء ماطر ودافئ وصيف حار ورطب ينذر حدوث الأمطار فيه. بلغ المتوسط السنوي لكميات الهطولات خلال الفترة 2002-2014 نحو 947.5 ملم في الأجزاء المنخفضة من الحوض (محطة السن)، و1065.5 ملم في الأجزاء المرتفعة منه (محطة بيت عانا). وتميزت المعدلات السنوية لدرجة حرارة الهواء بالاعتدال والعذوبة وبلغت خلال الفترة 2009-2014 نحو 20.5 م° في محطة السن و 14.9 م° في محطة بيت عانا. وبلغ المتوسط السنوي لكميات التبخر -

نتح الكامن (ETP) خلال الفترة (2009/10-2015/2014) بحسب معادلة بلاني- كريدل نحو 1787.5 ملم في محطة السن، و1513.0 ملم في محطة بيت عانا.

جمع عينات المياه وتحليلها:



الشكل 2. صورة فضائية تبين نقاط الاعتيان على طول مجرى نهر السن.

تم جمع 48 عينة من الماء من أربعة مواقع مختارة على طول مجرى نهر السن (الشكل 2)، وبواقع عينة واحدة شهرياً خلال الفترة (تشرين الأول 2013 - أيلول 2014)، الأمر الذي يسمح بتتبع تغيرات نوعية المياه على مدار العام وخلال فترة الفيضان (كانون الثاني وحتى آذار - نيسان) وفترة التحريك (فترة الشح في أيلول - تشرين الأول).

وتم قطف عينات المياه من منتصف سرير النهر على عمق 20 سم ويعكس اتجاه التيار، باستخدام عبوات بعد غسلها جيداً ثلاث مرات بماء العينة وملئها بالكامل وإغلاقها بإحكام ووضعها في حاوية مبردة حتى نهاية الجولة الحقلية لتتقل بعد ذلك إلى المختبر من أجل إجراء التحاليل المختلفة المطلوبة. وقد تم تحديد مواقع أخذ عينات المياه بشكل يغطي كامل طول مجرى النهر، ويعبر عن تأثير الأنشطة البشرية المختلفة (الزراعة، والصناعة والسياحة) في نوعية مياه الحوض، وهي:

- الموقع الأول (S₁): نقطة خروج المياه من بحيرة السن.
- الموقع الثاني (S₂): نهر السن قبل التقائه بمجرى أبو بكرة.
- الموقع الثالث (S₃): نهر السن بعد التقائه بمجرى أبو بكرة.
- الموقع الرابع (S₄): قرب مصب نهر السن في البحر.

تم تحليل عينات المياه باستخدام الطرائق المعتمدة في مختبرات قسم علوم التربة والمياه في كلية الزراعة بجامعة تشرين ومختبرات مديرية الموارد المائية في مدينتي اللاذقية وطرطوس، كما هو موضح في الجدول (1).

الجدول 1. بارامترات تحديد نوعية المياه، الأجهزة وطرائق التقدير المستخدمة في الدراسة.

البارامتر	الوحدة	طريقة التقدير/ طريقة الحساب/ الجهاز المستخدم
درجة الحرارة (T)	درجة مئوية	ميزان حرارة زئبقي (0-100 م°، الدقة 0.1 م°)
الرقم الهيدروجيني (pH)	-	pH-Meter (MP120، الدقة 0.01)، محاليل منظمة ذات pH 4، (10، 7)
الناقلية الكهربائية (E.C)	مايكرو سيمنس/سم	E.C-Meter (MP120، الدقة 0.01)، وتم تصحيح القيم E.C المقاسة إلى القيمة المكافئة عند درجة الحرارة 25 م° باستخدام المعادلة (Simler, 2013): $EC(25^{\circ}C) = EC(T^{\circ}C) \times (1 + 0.023 \times (25 - T^{\circ}C))$
الكالسيوم (Ca+2) والمغنيزيوم (Mg+2)	ملغ/ل	المعايرة بالفيرسينات (EDTA)
الصوديوم (Na+) والبوتاسيوم (K+)	ملغ/ل	جهاز اللهب (Flame photo-meter)
البكربونات (HCO ₃ -)	ملغ/ل	المعايرة بحمض الكبريتيك 0.01 عياري بوجود دليل الفينول نفتالين وبرتقالي الميثيل
الكلوريد (Cl-)	ملغ/ل	المعايرة بنترات الزئبق
النترات (NO ₃ -) (NO ₃ ⁻)، والنترت (NO ₂)، والفوسفات (PO ₄ -3) والكبريتات (SO ₄ -2)	ملغ/ل	جهاز المطياف الضوئي (HACH DR Spectrophotometer) (5000)
المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD ₅)	ملغ/ل	قياس كمية الأوكسجين الذائب قبل وبعد خمسة أيام من التحضين عند درجة 20 م°

التمثيل البياني لنتائج التحاليل الكيميائية:

لتصنيف مياه نهر السن وتحديد سحنتها الكيميائية (Hydrochemical Facies) استخدم مخططي Piper و Schoëller- Berkloff في برنامج 6.0 Diagrammes (Simler, 2013).

التحليل الإحصائي:

أجري التحليل الإحصائي لنتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه باستخدام البرنامج SPSS 17.0 وبرنامج Excel، وشمل تطبيق اختباري تحليل التباين في اتجاه واحد (One-Way ANOVA) باعتماد المستوى (5%) لتحديد معنوية الفروق بين مقادير وتراكيز العناصر الفيزيائية والكيميائية في نقاط الاعتيان، وتحليل المكونات الأساسية (PCA: Principal Component Analysis) (Abdi and Williams, 2010).

تصنيف نوعية المياه لأغراض الري:

يسبب استخدام مياه ري منخفضة الجودة العديد من الأضرار للتربة أهمها: تراكم الأملاح الذائبة وأيضاً أيونات الصوديوم. بهدف تصنيف نوعية مياه نهر السن لأغراض الري، تم الاعتماد على تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي (Hem, 1985)، الذي يعتمد على المعيارين التاليين:

1- التركيز الكلي للأملاح الذي تنشأ عنه أخطار الملوحة (Salinity hazard)، ويعبر عنه بقيمة الناقلية الكهربائية (E.C)، ويوضح الجدول (2) أصناف الماء حسب قيم E.C.

الجدول 2. تصنيف ماء الري على أساس الناقلية الكهربائية (Hem, 1985).

الصف	E. C عند 25 م [°] (μS/cm)	الضرر الناتج عن الأملاح	ملاحظات
C1	0 < C < 250	منخفض	- تمعدن منخفض للماء. - يمكن استعماله لجميع المحاصيل والترب.
C2	250 < C < 750	متوسط	- متوسط التمعدن. - يستخدم على تربة مغسولة على نحو معتدل ونباتات متوسطة التحمل للملوحة.
C3	750 < C < 2250	مرتفع	- ماء مالح. - يستخدم على تربة ذات صرف جيد ونباتات متحملة للملوحة. - ضرورة مراقبة تغيرات الملوحة.
C4	2250 < C < 5000	شديد جداً	- تمعدن قوي. - غير ملائم للأغراض الزراعية.

2- تركيز أيون الصوديوم بالنسبة إلى تركيز أيوني الكالسيوم والمغنيزيوم أو ما يسمى نسبة ادمصاص الصوديوم (SAR: Sodium Adsorption Ratio)، والذي تنشأ عنه أخطار الصوديوم (Sodium hazard). يعد الصوديوم من أخطر العناصر الموجودة في مياه الري، حيث يؤثر في الخواص الفيزيائية للتربة عن طريق تفتيت حبيباتها، مما يحولها إلى تربة ذات نفاذية ضعيفة، ويؤدي إلى نمو سيء للنباتات. تحسب SAR وفق المعادلة التالية (Hem, 1985):

$$SAR = Na^+ / ((Ca^{+2} + Mg^{+2})/2)^{0.5}$$

يعبر عن تركيز Ca^{+2} و Mg^{+2} بوحدة (meq/l). وتصنف مياه الري حسب قيم SAR إلى أربعة أنماط (الجدول 3).

الجدول 3. تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي لماء الري على أساس قيم SAR (Hem, 1985).

الصف	SAR (%)	الضرر الناتج عن القلوية	مدى ملائمة الماء
S1	10-0	منخفض	الماء ملائم لري معظم المحاصيل ومعظم الترب تقريباً عدا المحاصيل الحساسة جداً للصدويوم.
S2	18-10	متوسط	الماء ملائم للترب ذات النفاذية الجيدة وغير ملائم للترب الناعمة.
S3	26-18	مرتفع	الماء ضار لأغلب المحاصيل والترب ويتطلب صرف وغسل جيد مع استخدام الجبس.
S4	26 <	شديد جداً	الماء غير صالح لأغراض الري.

النتائج والمناقشة:

يتضمن الجدول (4) معدلات تراكيز المتغيرات الفيزيوكيميائية لعينات المياه المأخوذة من مواقع الدراسة على طول مجرى نهر السن خلال الفترة (تشرين الأول 2013 - أيلول 2014). نلاحظ أن جميع هذه النتائج التجريبية تقع ضمن الحدود المسموح بها في المواصفة القياسية السورية لمياه الشرب رقم /45/ لعام 2007 (م.ق.س) ومواصفة منظمة الصحة العالمية (WHO) لعام 2011. كما تبين أن النسبة المئوية للميزان الأيوني في جميع نقاط الاعتيان هي أصغر من (5%)، مما يؤكد صحة هذه النتائج وبالتالي إمكانية الاعتماد عليها في التفسيرات الهيدروكيميائية.

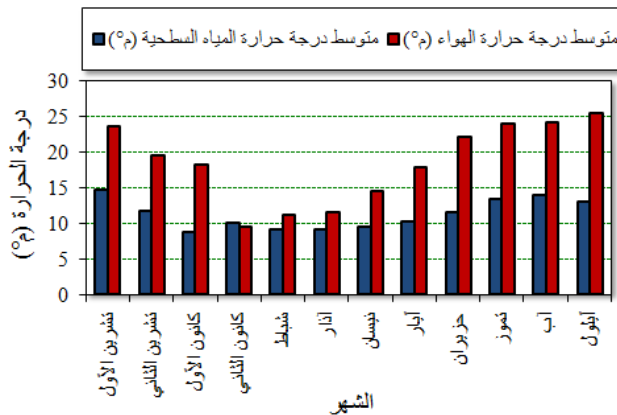
الجدول 4. معدلات وتراكيز العناصر الفيزيوكيميائية لمياه مواقع الدراسة.

الموقع	T (C°)	pH	E.C (µS/cm)	Ca+2	Mg+2	Na+	K+	HC03-	Cl-	SO4-2	NO3-	NO2-	PO4-
ملغ/ل													
S1	9.8	7.57	637.1	57.0	25.9	23.8	1.20	292.8	21.2	11.5	3.0	0.02	0.01
S2	11.4	7.77	628.6	56.0	27.6	25.2	1.30	283.7	23.0	12.7	4.0	0.06	0.07
S3	611.	7.78	641.1	59.2	23.3	26.3	1.32	308.1	22.3	16.8	4.5	0.07	0.08
S4	12.3	7.62	647.7	59.3	25.3	26.9	1.36	317.2	23.6	16.8	5.6	0.09	0.06
الحوض	11.3	7.69	638.6	57.9	25.5	25.5	1.29	294.8	22.5	14.5	4.3	0.06	0.05
م.ق.س	-	-9 6.5	1500	-	-	200	-	-	250	250	50	0.2	0.5
WHO	<25	-9.5 6.5	> 400	≤ 100	≤ 50	≤ 150	≤ 12		≤ 200	≤ 250	≤ 50	≤ 0.1	≤ 6.7

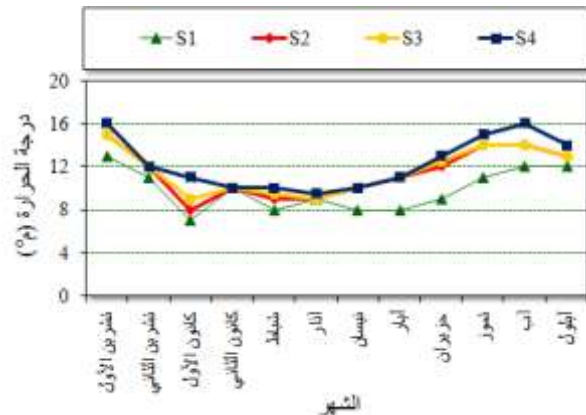
درجة الحرارة:

تعد درجة حرارة البيئة المائية عاملاً مهماً في التوازن البيئي والأيوني القائم ضمنها، فهي تؤثر في مجمل خواص الماء كالكتافة، واللزوجة، ومعدل انحلال الغازات، وسرعة التفاعلات الكيميائية والحيوية، والتي تؤثر بمجموعها في عملية التنقية الذاتية والحياة المائية (Nemoraw, 1985؛ كيبو وآخرون، 2002). تزداد درجة حرارة مياه نهر السن بشكل مضطرب من الموقع S1 باتجاه الموقع S4، وبمتوسط سنوي 9.8 م° في الموقع S1، و 11.4 و 11.6 م° في الموقعين S2 و S3 على التوالي، و 12.3 م° في الموقع S4. وأظهرت درجة الحرارة تغيرات فصلية واضحة (الشكل 3)، إذ سجلت أعلى قيمة لها 16 م° في شهر آب في الموقع S4. في حين سجلت أدنى القيم في فصل الشتاء في شهر كانون الأول في المواقع S1، S2 و S3 وبلغت 7، 8 و 9 م° على التوالي، وفي الربيع في شهر آذار في الموقع S4 وبلغت 9.5 م°. ولم تظهر نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في درجة حرارة المياه بين المواقع المدروسة (p-value = 6.5%). ويتضح من الشكل (4) أن درجة حرارة مياه نهر السن تتبع منطقياً نفس مسار درجة حرارة الهواء فهي ترتفع

صيفاً وتنخفض شتاءً، وقد بلغ معامل الارتباط الخطي بينهما 0.84. وتكون درجة حرارة المياه أكثر قريباً من درجة حرارة الهواء خلال فصلي الشتاء والربيع، ويزداد الفرق بينهما في فصلي الصيف والخريف.



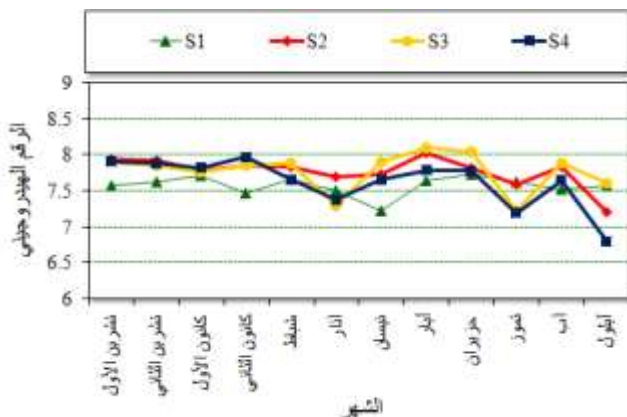
الشكل 4. تغيرات درجتي حرارة الهواء والماء في حوض نهر السن (°م).



الشكل 3. التغيرات الشهرية لدرجة حرارة مياه نهر السن (°م).

الرقم الهيدروجيني (pH):

يعد الرقم الهيدروجيني (pH) واحداً من أهم المعايير العملية لنوعية الماء (Weiss & Stadler, 2006; WHO, 2007). تراوحت قيم pH مياه نهر السن كما يتضح من الشكل (5) بين 6.8 في شهر أيلول في الموقع S4 و 8.09 في شهر أيار في الموقع S3 وبمعدل بلغ 7.69، ما يعكس الطبيعة القاعدية الخفيفة لمياه حوض التصريف والذي يمكن أن يعزى إلى سيادة أيونات الكربونات والبيكربونات (APHA, 1998).

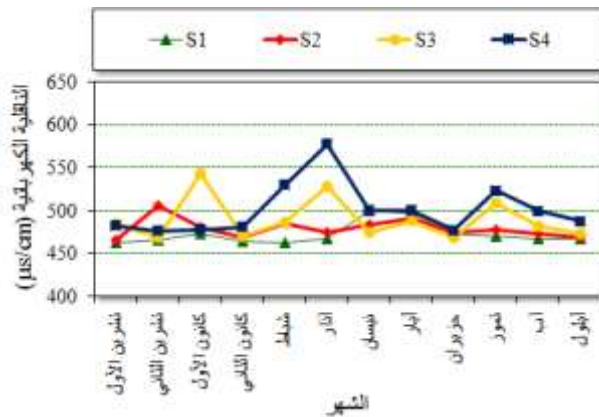


الشكل 5. التغيرات الشهرية لقيم pH مياه مواقع الدراسة.

وبلغ معدلها في موسمي الفيضان وشح المياه 7.6 و 7.7 على التوالي، ويعود هذا التباين الطفيف جداً في معدلات الـ pH إلى الاختلافات البسيطة في درجة الحرارة التي تتحكم مع تركيز ثاني أكسيد الكربون المذاب في قيمها من جهة، وإلى طبيعة التكتشفات الصخرية التي تجتازها مياه الجريان السطحي والتي هي أساساً كربوناتية من جهة أخرى. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في قيم pH المياه بين المواقع المدروسة (p-value = 12.8%).

الناقلية الكهربائية (E.C):

تستخدم قيمة E.C غالباً كقياس غير مباشر للملوحة والمواد الصلبة الذائبة الكلية (TDS) (Aull, 2005). تراوحت قيم E.C₂₅ كما يتضح من الشكل (6) بين 572.0 مايكروسيمنس/سم في تشرين الأول في الموقع S2 و 782.7 مايكروسيمنس/سم في شهر آذار في الموقع S4، وبمعدل 638.6 مايكروسيمنس/سم. واختلفت قيم E.C بين موسمي الفيضان وشح المياه بشكل واضح، وبلغ معدلها 666.3 و 594.8 مايكروسيمنس/سم على التوالي.

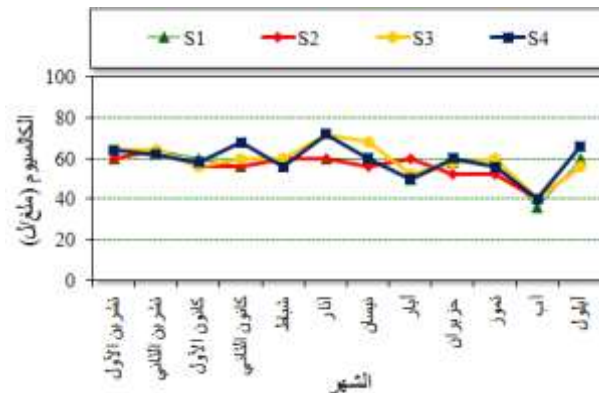


الشكل 6. التغيرات الشهرية لـ EC25° (مايكروسيمنس/سم).

إن تركيز الأمطار خلال موسمي الشتاء والربيع في منطقة الدراسة تعمل على تحفيز عمليات انحلال الصخور الكربوناتية وجرف التربة نحو مياه النهر. وبمقارنة قيم نتائج E.C مع تراكيز الكاتيونات نجد أن الزيادة في قيم E.C قد ترافقت بارتفاع في تركيز أيون الكالسيوم. وبينت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في قيم الناقلية الكهربائية بين نقاط الاعتيان (p-value = 72.7%).

الكالسيوم (Ca²⁺):

يعد الكالسيوم من المكونات الرئيسية للصخور الرسوبية والكاتيون الأكثر سيادة في الماء، وبالرغم من أنه يعد المسبب الرئيس لعسر الماء، إلا أن بعض كربونات الكالسيوم مرغوبة لإمدادات المياه المحلية لأنها تحمي الأنابيب من التآكل (Bartram and Ballance, 1996).



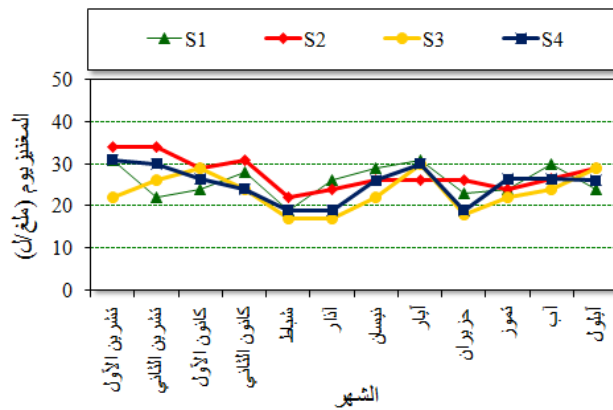
الشكل 7. التغيرات الشهرية لتركيز الكالسيوم (ملغ/ل).

ويؤدي إلى تحسين نفاذية التربة وتقليل التأثير الضار للصدويم. تراوح تركيز الكالسيوم بين 36 ملغ/ل في الموقع S1 في شهر آب و 72 ملغ/ل في الموقعين S3 و S4 في شهر آذار (الشكل 7). وتباين تركيزه بين موسمي الفيضان وشح المياه بشكل طفيف، وبلغ معدله 61.5 و 60.8 ملغ/ل على التوالي. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في تركيز الكالسيوم بين المواقع المدروسة (p-value = 64.5%).

المغنيزيوم (Mg²⁺):

المغنيزيوم هو أحد العناصر القلوية الأرضية واسعة الانتشار في الطبيعة، ويأتي في المرتبة الثانية من بين الكاتيونات الأكثر وفرة في مياه اليابسة في المناطق المعتدلة (Cole, 1983).

تراوح تركيز المغنيزيوم بين 17 ملغ/ل في الموقع S3 في شهري شباط وآذار و 34 ملغ/ل في الموقع S2 في شهري تشرين الأول وتشرين الثاني (الشكل 8).

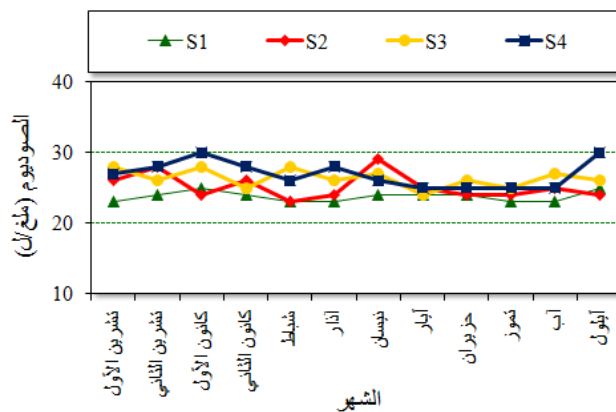


الشكل 8. التغيرات الشهرية لتركيز المغنيزيوم (ملغ/ل).

وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في تركيز المغنيزيوم بين المواقع المدروسة ($p\text{-value} = 10.5\%$).

الصوديوم (Na^+):

يعد الصوديوم من أكثر الفلزات القلوية وجوداً في الطبيعة، وتتصف أملاحه ومركباته بأنها عالية الذوبان في الماء، لذلك يوجد في جميع أنواع المياه السطحية والجوفية وتحتوي مياه الصرف الصحي والصناعي والزراعي على كميات كبيرة منه (الحايك، 1989).

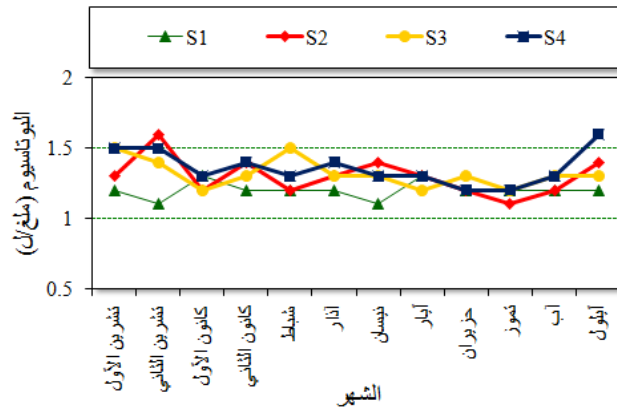


الشكل 9. التغيرات الشهرية لتركيز الصوديوم (ملغ/ل).

سجل التركيز الأدنى لأيون الصوديوم 23 ملغ/ل في الموقعين S1 و S2، في حين سجل التركيز الأعلى 30 ملغ/ل في الموقع S4 (الشكل 9). وتباين تركيزه بين موسمي الفيضان وشح المياه بشكل محدود، وبلغ معدله 25.6 و 26.1 ملغ/ل على التوالي. وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في تركيز الصوديوم بين نقاط الاعتيان ($p\text{-value} = 0.003\%$)، وبحسب اختبار L.S.D كان الاختلاف معنوياً بين الموقع S1 والمواقع الثلاثة الأخرى، وبين الموقع S2 والموقع S4.

البوتاسيوم (K^+):

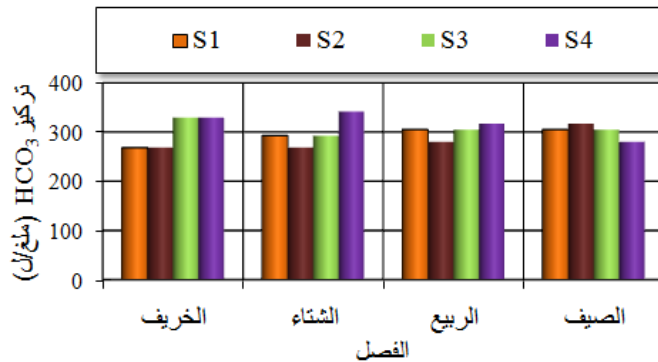
ينتقل البوتاسيوم إلى المياه السطحية نتيجة استخدام الأسمدة الزراعية (EPA, 2001). ويصادف بنسبة أقل من الصوديوم، ويعود ذلك إلى ندرة انتشار فلزاته وانخفاض ذوبانها في الماء وتثبيت فلزات التربة له بشكل غير عكوس (الحايك، 1989). تراوح تركيز البوتاسيوم بين 1.1 ملغ/ل في الموقعين S1 و S2، و 1.6 ملغ/ل في الموقعين S2 و S4 (الشكل 10). وبلغ معدله في موسمي الفيضان وشح المياه 1.3 و 1.4 ملغ/ل على التوالي.



الشكل 10. التغيرات الشهرية لتركيز البوتاسيوم (ملغ/ل).

البكربونات (HCO_3^-):

تعد البكربونات (HCO_3^-) الأيون الرئيس الموجود في المياه الطبيعية، وهي مؤشر رئيس على قاعدية المياه. ويعد ذوبان الصخور الكلسية في المياه الحاوية على غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) المذاب وبوجود أيون الهيدروجين الناتج من تفكك حمض الكربونيك، المصدر الرئيس لأيونات البكربونات والكربونات في المياه (Davis and Dewiest, 1966).

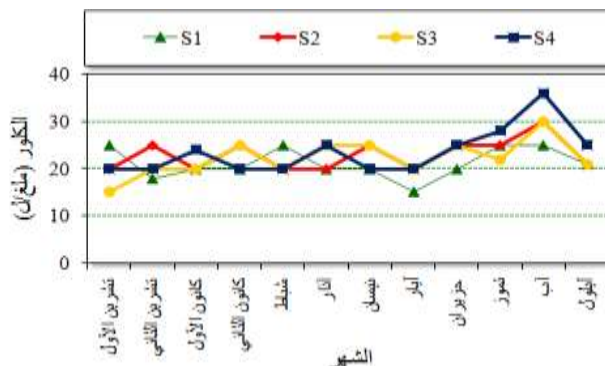


الشكل 11. التغيرات الفصلية لتركيز البكربونات (ملغ/ل).

تصريف نهر السن والتراب الغنية بالكربونات المصدر الرئيس لأيونات البكربونات والكربونات. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في تركيز البكربونات بين المواقع المدروسة (p-value = 23.4%).

الكلوريد (Cl^-):

يوجد الكلوريد في جميع المياه الطبيعية، وتشكل الصخور الرسوبية كالمبخرات مثل الهاليت والسلفينايت (KCl)، ومعادن الصخور النارية مثل الأباتيت المصادر الرئيسة له (Hem, 1985). وتؤدي الفضلات الصناعية ومياه الري والأسمدة ومعالجة المياه بالكلوريد إلى زيادة تركيز الكلوريد في المياه (WHO, 1996).

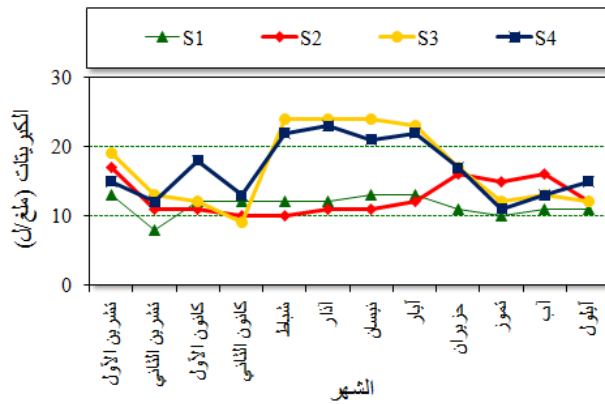


الشكل 12. التغيرات الشهرية لتركيز الكلوريد (ملغ/ل).

سجلت أعلى قيمة لأيون الكلوريد 36.0 ملغ/ل في شهر آب في الموقع S4، وأصغر قيمة 15.0 ملغ/ل في شهري أيار وتشيرين الأول في الموقعين S1 و S3 على التوالي، كما هو موضح في الشكل (12). وبلغ معدل تركيز الكلوريد في موسمي الفيضان وشح المياه 22.2 و 21.0 ملغ/ل على التوالي. وأظهرت نتائج التحليل الإحصائي عدم وجود فروق معنوية في تركيز الكلوريد بين المواقع المدروسة (p-value = 46.4%).

الكبريتات (SO_4^{-2}):

توجد الكبريتات في جميع المياه الطبيعية تقريباً، وهي من العناصر المغذية للنباتات كما أن بعض البكتيريا اللاهوائية تعيش عليها حيث تستهلك الأوكسجين الموجود في الكبريتات في بيئة مختزلة وبوجود المواد العضوية (Manahan, 2000).



الشكل 13. التغيرات الشهرية لتركيز الكبريتات (ملغ/ل).

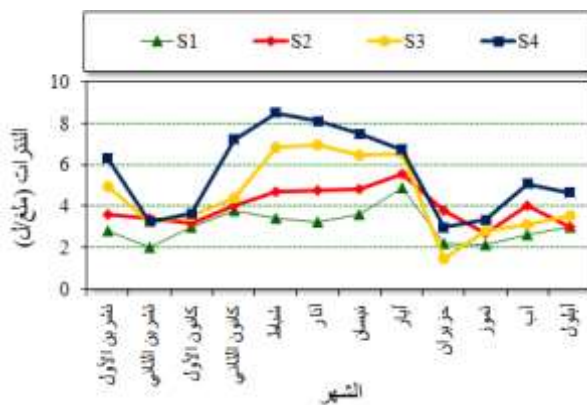
تركزت القيم الصغرى للكبريتات 8.0 ملغ/ل في شهر تشرين الثاني في الموقع S1، والقيم العليا 24.0 ملغ/ل في أشهر شباط

وأذار ونيسان في الموقع S3، كما هو موضح في الشكل (13). وبلغ معدل تركيزها في موسمي الفيضان وشح المياه 15.7 و 14.3 ملغ/ل على التوالي. وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في تركيز الكبريتات بين نقاط الاعتيان (p-value = 0.1%).

وبحسب اختبار L.S.D كان الاختلاف معنوياً بين الموقع S1 والموقعين S3 و S4، وبين الموقع S2 والموقعين S3 و S4.

النترات (NO_3^-) والنترت (NO_2^-):

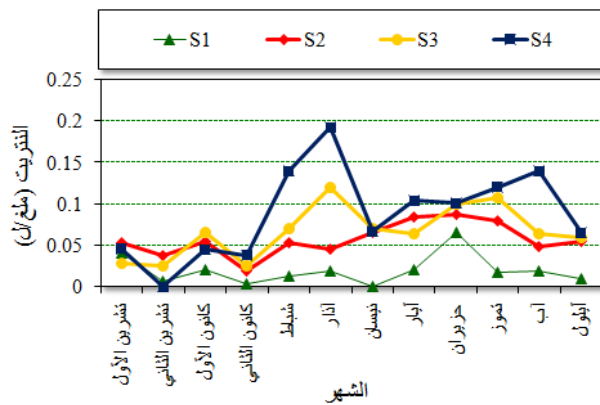
تعد النترات بشكل عام أكثر وفرة من النترت في الأجسام المائية، حيث يتأكسد النترت بسهولة إلى نترات ولذلك يعد وجود النترت في المياه مؤشراً على وجود تلوث حديث. كما يمكن أن يصبح النترت أكثر وفرة من النترات في المياه ذات الإثراء الغذائي (Eutrophication) نتيجة لعمليات التحلل التي تستنزف الأوكسجين وتطلق الأشكال المختزلة للنترتوجين من المواد العضوية (Holm, 2004).



الشكل 14. التغيرات الشهرية لتركيز النترات (ملغ/ل).

تركزت القيم العظمى للنترات في الفترة الباردة من السنة وبلغت أعلى قيمة لها 8.49 ملغ/ل في شهر شباط في الموقع S4، في حين سجلت القيم الصغرى في فصل الصيف وبلغت أدنى قيمة لها 1.48 ملغ/ل في شهر حزيران في الموقع S3 (الشكل 14). وبلغ معدل تركيز النترات في موسمي الفيضان وشح المياه 5.5 و 4.0 ملغ/ل على التوالي. ويمكن أن يعزى انخفاض تركيز النترات في أشهر الصيف إلى النمو السريع للطحالب التي تستهلك النترات كركيزة لها وتستنفذها في الفصول الحارة (Wu and Zhou, 2008). وارتفاع

تركيزها في أشهر الشتاء والربيع إلى استخدام السماد الأزوتي بكميات كبيرة في الحقول الزراعية المجاورة لمجرى النهر، إضافة إلى تساقط الأمطار خلال هذه الفترة من السنة والتي تؤدي إلى غسل وجرف أملاح النتريت من الأراضي الزراعية إلى النهر. وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في تركيز النتريت بين نقاط الاعتيان ($p\text{-value} = 0.1\%$)، وبحسب اختبار L.S.D كان الاختلاف معنوياً بين الموقع S1 والموقعين S3 و S4، وبين الموقع S2 والموقع S4.



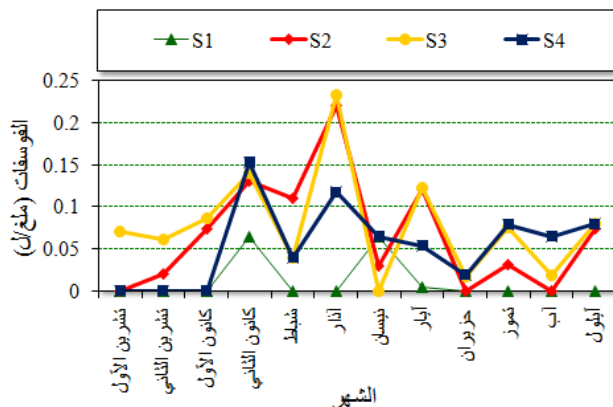
الشكل 15. التغيرات الشهرية لتركيز النتريت (ملغ/ل).

سجلت أعلى قيم لأيون النتريت في الموقع S4 وذلك في جميع أشهر السنة باستثناء أشهر فصل الخريف، وبلغت ذروتها 0.192 ملغ/ل في شهر آذار، في حين سجلت القيم المنخفضة في الموقع S1 مقارنة ببقية المواقع (الشكل 15). وبلغ معدل تركيزه في موسمي الفيضان وشح المياه 0.06 و 0.04 ملغ/ل على التوالي، وكان أدنى بكثير من الحدود المسموح بها الواردة في م.ق.س رقم 45/ لمياه الشرب (2007). وهذا يتوافق مع سلمان (2015) الذي وجد أن تركيز شاردة النتريت في مياه بحيرة السن كان منخفضاً ولم

يتجاوز 0.1 ملغ/ل. ويمكن أن يعزى هذا المحتوى المنخفض من أيون النتريت إلى أن قيم pH المياه المدروسة تحفز تفاعل النتريفة (Nitrification) والذي يصل إلى حده الأمثل عند قيمة pH تتراوح بين 7 و 8 (Shaher et al., 1993). وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في تركيز النتريت بين نقاط الاعتيان ($p\text{-value} = 0.01\%$)، وبحسب اختبار L.S.D كان الاختلاف معنوياً بين الموقع S1 والمواقع الثلاثة الأخرى، وبين الموقع S2 والموقع S4.

الفوسفات (PO_4^{-3}):

يعد تركيز أيون الفوسفات العامل المحدد لقدرة الكامنة للمياه العذبة على الإنتاج الحيوي الأولي (إنتاج وحيدات الخلية)، وبالتالي تحديد الكتلة الحيوية والنشاط الإحيائي فيها (وزارة الدولة لشؤون البيئة، 2014). ولا تعد التراكيز العالية من الفوسفور سامة للبشر والأحياء المائية ولكن وجوده يحفز نمو الطحالب في البحيرات وجداول الماء (Brabets and Riehle, 2003). أظهرت نتائج التحليل انخفاض تركيز الفوسفات في مياه نهر السن، وسجلت أعلى القيم في شهر آذار 0.220 و 0.234 ملغ/ل في الموقعين S2 و S3 على التوالي (الشكل 16).



الشكل 16. التغيرات الشهرية لتركيز الفوسفات (ملغ/ل).

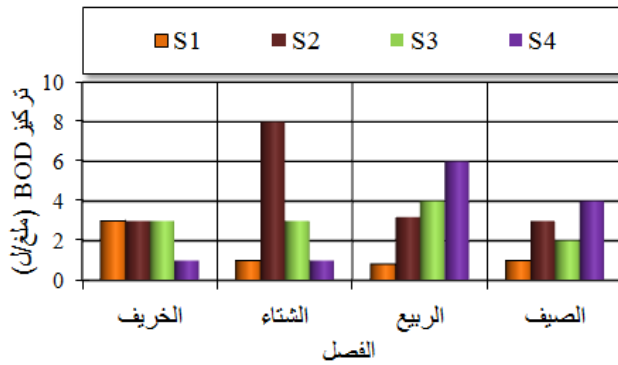
وبلغ معدل تركيز الفوسفات في موسمي الفيضان وشح المياه 0.09 و 0.04 ملغ/ل على التوالي، وكان أدنى بكثير من الحدود المسموح بها الواردة في م.ق.س رقم /45/ لمياه الشرب (2007). ويمكن أن يعزى ارتفاع تركيز الفوسفات في موسم الفيضان إلى استعمال الأسمدة الفوسفاتية في الأراضي الزراعية المحيطة بالنهر. وبينت نتائج التحليل الإحصائي وجود فروق معنوية في تركيز الفوسفات بين نقاط الاعتيان ($p\text{-value} = 2.1\%$)، وبحسب اختبار L.S.D كان الاختلاف معنوياً بين الموقع S1 والمواقع الثلاثة الأخرى.

المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD_5):

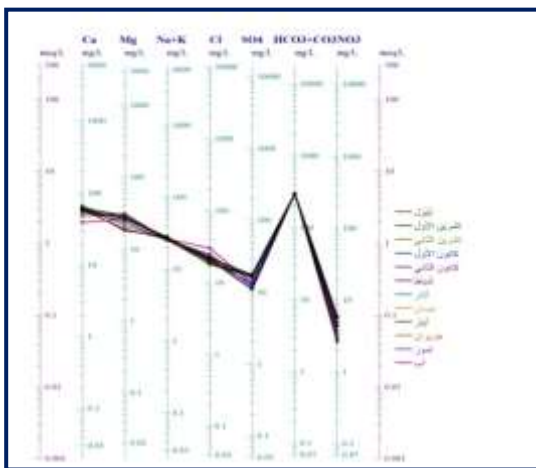
بلغ معدل تركيز BOD_5 نحو 2.94 ملغ/ل وهو يقع ضمن الحدود المقبولة للمياه الطبيعية أو غير الملوثة والتي تقل عن 5 ملغ/ل (Campbell & Wildberger, 1992). وتظهر النتائج ارتفاع قيم BOD_5 لفصل الربيع مقارنة بباقي فصول السنة (الشكل 17)، ويمكن أن يعزى ذلك إلى جرف المواد العضوية من الأراضي الزراعية إلى النهر وانخفاض في تركيز الأوكسجين الذائب الأمر الذي ساعد على وجود الأحياء الدقيقة المحللة للمواد العضوية التي تستهلك الأوكسجين الذائب في أثناء عملية التحلل.

السحنة الكيميائية لمياه نهر السن:

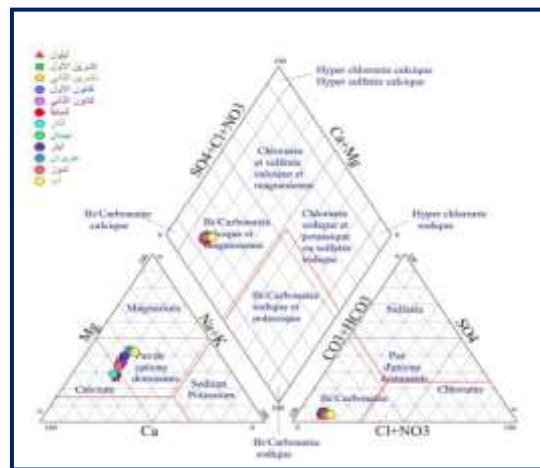
يظهر مخطط Piper (الشكل 18)، التجانس الكبير لنوعية مياه نهر السن وانتمائها بشكل أساسي إلى العائلة: بيكربوناتية كلسية ومغنيزية، مع التتابع التالي للشوارد: $SO_4 < Cl < HCO_3$ و $Na^+ K < Mg < Ca$ كما يوضحه مخطط Schöeller-Berkaloff (الشكل 19). وهذا النوع من المياه هو انعكاس لطبيعة الصخور الكلسية والدولوميت التي تنتشر في أراضي الحوض والتي تؤثر في كيمياء المياه السطحية. وهذا يتوافق مع النتائج التي توصل إليها شريدة (2007) عند تطبيقه لتقنية النظائر البيئية والهيدروكيمياء في دراسة خصائص الينابيع تحت البحرية في الساحل السوري اللبناني، حيث وجد أن معظم المياه الجوفية ذات سحنة بيكربوناتية كلسية ومغنيزية.



الشكل 17. التركيز الفصلي لـ BOD_5 (ملغ/ل).



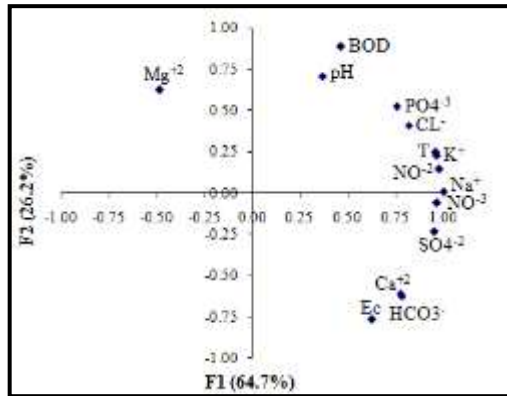
الشكل 19. مخطط Schöeller-Berkaloff للتحاليل الكيميائية الشهرية لمياه نهر السن.



الشكل 18. مخطط Piper للتحاليل الكيميائية الشهرية لمياه نهر السن.

تحليل المكونات الأساسية لنتائج المتغيرات الفيزيوكيميائية لمياه نهر السن:

أظهرت نتائج تحليل المكونات الأساسية (PCA) على مصفوفة البيانات المكونة من (4) أفراد تمثل نقاط الاعتيان و (13) متغير تمثل البارامترات الفيزيوكيميائية الرئيسية المقاسة، أن المكونان الرئيسيان الأول والثاني يفسران 64.7%، و 26.2% من التباين الكلي على التوالي، وتفسر مجتمعة 90.9% من التباين الكلي للمتغيرات.



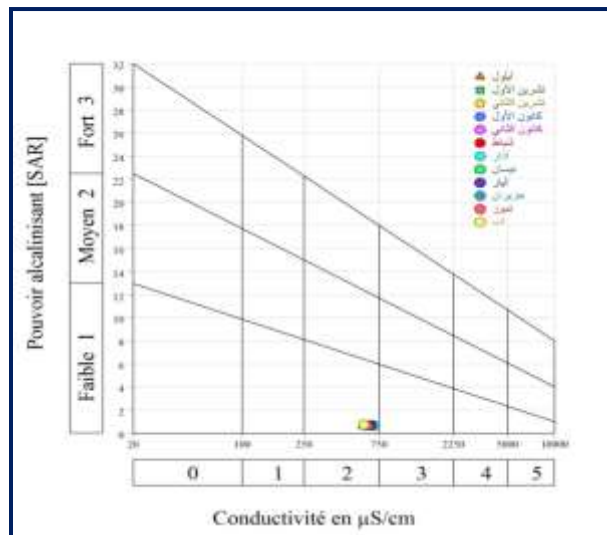
الشكل 20. إسقاط المتغيرات في المستوي العامل (F1 - F2) لمياه نهر السن.

نلاحظ من إسقاط المتغيرات على المستوى العامل الأول والثاني (F1-F2)، كما هو موضح في الشكل (20)، أن العامل الأول (F1) يرتبط جيداً مع جميع المتغيرات المدروسة باستثناء pH، و Mg^{2+} و BOD_5 . الأمر الذي يدعونا للقول أن هذا العامل هو عامل التمعدن الطبيعي (Mineralization factor) الذي يقابل فيه المغنيزيوم بقية العناصر الفيزيوكيميائية. في حين أن العامل الثاني (F2) يرتبط جيداً مع BOD_5 و E.C، و pH، و Mg^{2+} ، و Ca^{2+} ، و HCO_3^- و PO_4^{3-} .

تظهر هذه الارتباطات ظواهر انحلال التكوينات الكربوناتية من الكلس والدولوميت.

صلاحية وتصنيف جودة مياه نهر السن للري:

تراوحت قيم E.C المصححة لعينات المياه بين 602.5 في الموقع S2 في الصيف و 705.4 ($\mu S/cm$) في الموقع S4 في الربيع، وبمتوسط سنوي 638.7 ($\mu S/cm$)، ونسبة SAR بين 0.60 و 0.77 في الخريف في الموقعين S1 و S3 على التوالي، وبمتوسط سنوي 0.69. بحسب تصنيف مختبر الملوحة الأمريكي فإن جميع عينات المياه السطحية لحوض نهر السن تقع في الصف (C2-S1)، كما هو موضح في مخطط Riverside (الشكل 21)، وهي بذلك مياه متوسطة الملوحة وقليلة الصوديوم، وهذا النوع من المياه صالح لإرواء معظم المحاصيل في أغلب الترب عدا الحساسة جداً للصوديوم.



الشكل 21. مخطط Riverside لتصنيف مياه نهر السن للري.

الاستنتاجات والتوصيات:

اعتماداً على النتائج التي توصل إليها البحث يمكن استنتاج الآتي:

- 1- من الناحية الفيزيائية والكيميائية، وبغض النظر عن حالة العناصر الثقيلة التي لم يجري تحليلها، تميزت مياه نهر السن بأنها مطابقة للمواصفة القياسية السورية لمياه الشرب والري.
 - 2- التجانس الكبير لنوعية مياه نهر السن، وانتمائها بشكل أساسي إلى العائلة: بيكربوناتية كلسية ومغنيزية، التي تعكس طبيعة الصخور الكلسية والدولوميت التي تنتشر في أراضي الحوض.
 - 3- عدم وجود فروق كبيرة بين تراكيز العناصر الفيزيائية والكيميائية في موسمي الفيضان والتحريك، ويمكن أن تعزى الفروق البسيطة بين نتائج التحاليل خلال هذين الموسمين إلى عامل التخفيف بمياه الأمطار.
 - 4- انخفاض تراكيز النترات، والنترت والفوسفات في مياه نهر السن يشير إلى بعدها عن مصادر التلوث المباشر.
- على ضوء النتائج التي توصل إليها البحث يمكن التوصية بما يلي:

- 1- استكمال البحث وذلك من خلال التحقق من سلامة مياه نهر السن من حيث محتواها من المعادن الثقيلة والجراثيم الممرضة.
- 2- ضرورة دراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة، ونوع المحاصيل المزروعة ومدى تحملها للملوحة عند تحديد صلاحية المياه للري.

المراجع:

- الأسعد، علي وغطفان عمار (2004). مشروع تنظيم مجرى نهر السن من المنبع إلى المصب، الدراسة الهيدرولوجية. جامعة تشرين، كلية الهندسة المدنية، الوحدة الهندسية الاستشارية لمنشآت الري وأتمنتها. 11 صفحة.
- الحايك، نصر (1989). تلوث المياه وتنقيتها. ديوان المطبوعات الجامعية جامعة قسطنطينة، الجزائر. 173 صفحة.
- الأزكي، فواز وعبد الكريم العبدالله (2013). معطيات هيدروجيولوجية جديدة لتحديد الحامل المائي الرئيس لنبع السن بمساعدة طرائق التنقيب الجيوكهربائية. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الأساسية. 35(3): 95-109.
- سلمان، فؤاد علي (2015). مقارنة تركيزات بعض الملوثات في مياه الشرب المستجرة من نبع السن والمياه المعبأة. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية. 37(2): 59-71.
- شريدة، عبد الرحمن (2007). تطبيق تقنية النظائر البيئية والهيدروكيميا في دراسة خصائص الينابيع تحت البحرية في الساحل السوري اللبناني. ه ط ذ س - ج / ت ن ب ع 386، قسم الجيولوجيا، دمشق، سورية. 50 صفحة.
- شريف، نعمى (2000). تحديد مخطط الجودة لمياه نبع السن بالعلاقة مع الظروف الهيدرولوجية ومجالات استخدامها. رسالة ماجستير في البيئة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية. 146 صفحة.
- عمار، غطفان (2006). دراسة الفيضان في نهر السن. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية، سلسلة العلوم الهندسية. 28(2).
- كبيبو، عيسى وإبراهيم صقر وشفيقة عجيب (2002). رصد النوعية الكيميائية لمياه نهر الكبير الشمالي وسد بلوران. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. 18(1): 83-115.

- نابلسي، محمد سعيد وثناء أبا زيد وعبير ناعسة (2000). تلوث الماء في سورية وأثره الاقتصادي، مثال: نهر السن. مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية، سلسلة العلوم الاقتصادية. 22(2): 197-214.
- الهيئة العامة للاستشعار عن بعد بالتعاون مع الموارد المائية (2008). دراسة استشعارية – هيدروجيولوجية لحماية نبع السن من التلوث. التقرير الأولي، دمشق، 92 ص.
- هيئة المواصفات والمقاييس العربية السورية (2007). المواصفة القياسية رقم (45) لمياه الشرب. المراجعة الثانية، وزارة الصناعة، دمشق، 22 صفحة.
- Abdi, H.; and L.J. Williams (2010). Principal component analysis. *WIREs Comp Stat* 2010. 2: 433-459. doi: 10.1002/wics.101.
- Alkali, S.C. (2015). Groundwater chemistry from Bama and Konduga local government areas, Northeastern Nigeria. *Glo. Adv. Res. J. Phys. Appl. Sci.*, 4 (1): 072-079.
- APHA (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*, 17th Edition. American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. Published by the American Public Health Association, Washington DC, USA.
- Aull, M.E. (2005). Water quality indicators in watershed sub basin with multiples land Uses, published MSC Thesis, Worcester Polytechnic Institute.
- Bartram, J.; and R. Ballance (1996). Water quality monitoring – A practical guide to the design and implementation of freshwater quality standers and monitoring programs. UNEP/WHO. ISBN0419223207 (CH6K) 0419217304 (Pbk).
- Brabets, T.P.; and J.R. Riehle (2003). Geochemistry of the Johnson River, Lake Clark National Park and Preserve, Alaska. Water Resources Investigations. Anchorage, Alaska. Report 03-4252. 32p.
- Campbell, G.; and S. Wildberger (1992). *The Monitor's Handbook*. LaMotte Company, Chestertown, MD. 71 pp.
- Cole, G.A. (1983). *Textbook of limnology*. 3rd ed. C.V. Mosby Co., st. Louis, 401p.
- Davis, S.N.; and R.J.M. Dewiest (1966). *Hydrogeology*. John Wiley and Sons Inc. New York, 463p.
- EPA (Environmental Protection Agency), (2001). *Parameters of Water Quality: Interpretation and Standards*. Environmental Protection Agency, Wexford.
- Hem, J.D. (1985). Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. USGS Water Supp. Paper, 2254, 263p.
- Holm, J.K. (2004). The water quality of the Wood river and the effects of land use. published MSC Thesis, College of Graduate Studies and Research, University of Saskatchewan, 91p.
- Maheshwari, A.; M. Sharma; and D. Sharma (2011). Hydro chemical analysis of surface and ground water quality of Yamuna River at Agra, India. *J. Mater. Environ. Sci.*, 2 (4): 373-378.
- Manahan, S. (2000). *Environmental science, technology, and chemistry*. Environmental Chemistry, Boca Raton: CRC Press LLC.
- Milly, P.; K. Dunne; and A. Vecchia (2005). Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*. 438: 347–350. doi:10.1038/nature04312.
- Natural Resources Conservation Service (NRCS) (2003). *National water quality handbook*. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC. 368 pp.

- Nemoraw, N.L. (1985). Stream, lake, Estuary and ocean pollution. Van Nostrand Reinhold company. 450 pp.
- Shaher, D.; K. Malka; and A. Et Yoram (1993). Nitrification pattern in a fluctuating anaerobic – aerobic pond environment. *Wat. Res.*, 27(9): 1469-1475.
- Simler, R. (2013). Manuel pour DIAGRAMMES- Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon. 40p.
- Trivedy, R.K. (1990). Physio-chemical characteristics and phytoplankton of the River Panchganga near Kolhapur, River Pollution in India, Ashish PUBLISHING House, New Delhi, 159.
- Vörösmarty, C.J.; P.B. McIntyre; M.O. Gessner; D. Dudgeon; A. Prusevich; and P.A. Green (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*. 467: 555–561. doi: 10.1038/nature 09440.
- Weisse, T.H.; and P. Stadler (2006). Effect of pH on growth, cell volume and production of freshwater ciliates, and implications for their distribution. *Institute for Limnology of the Austrian Academy of Sciences, Limnol. Oceanogr.*, 51(4): 1708–1715.
- Wheal, C. (1991). Fresh water pollution. Nairobi. United Nations Environment Programme. UNEP/GEMS Environment Library No 6, Montréal, Canada, 36 p.
- WHO, World Health Organization (1996). Guide Lines for Drinking Water Quality 2nd Ed Vol.1-2 Health Criteria and other Supporting Information Geneva.
- WHO, World Health Organization (2007). PH In Drinking-Water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva, World Health Organization (WHO/SDE/WSH/07.01/1).
- WHO, World Health Organization (2011). Guidelines for drinking water quality. Fourth Edition. WHO Library Cataloguing –in-Publication Data. Geneva.
- Woodward, G.; , J.P. Benstead; O.S. Beveridge; J. Blanchard; T. Brey; L. Brown; W.F. Cross; N. Friberg; T.C. Ings; U. Jacob; S. Jennings; and M.E. Ledger (2010). Ecological networks in a changing climate. *Adv. Ecol. Res.*, 42: 71–138.
- Wu, G.; and X. Zhou (2008). Distribution and characterization of nitrogen-utilizing bacteria in a eutrophic shallow lake in eastern China. *Int. J. Environment and Pollution*. 32 (1): 90 – 103.
- Yidana S.M.; D. Ophori; and B.B. Yakubo (2008). A multivariate statistical analysis of surface water chemistry data, The Ankobra Basin, Ghana. *Environmental Management*. 86 :80–87.

Study of Some Physical and Chemical Properties of El-Sen River Waters in Syrian Coastal Basin

Taher Cheikho⁽¹⁾ Mahmoud Haj Issa⁽²⁾ and Hadi Dayoub^{*(1)}

(1). Department of Forestry and Environment, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria.

(2). Soil and Water Sciences Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Latakia, Syria.

(*Corresponding author: Eng. Hadi Dayoub. E-mail: hadi.dayob.sy@gmail.com)

Received: 10/04/2018

Accepted: 29/09/2018

Abstract

This study was conducted to assess the water quality of El-Sen River in the Syrian coastal basin for drinking and irrigation purposes. Water samples from four sites along the river bed were collected monthly during October 2013 to September 2014, and were analyzed for some important physical and chemical parameters. The study revealed that all of the studied parameters concentrations were found within the permissible limits for human consumption according to the Syrian and World Health Organization Standards. As well as these ions concentrations were found to be directly related to environmental and geologic features of the river basin, where limestone and dolomite formations occupy a large part of its surface. Piper and Schöeller-Berkaloff diagrams revealed that the water is of HCO₃-Ca-Mg type. According to U.S. Salinity Laboratory classification of irrigation water, all samples were under water type (C2-S1). Such water can be used for irrigation on almost all soils with little danger of the development of harmful levels of exchangeable sodium, and if a moderate amount of leaching occurs. Statistical analysis showed significant differences between the means of electrical conductivity, sodium, potassium, sulfates, nitrates, nitrite and phosphates of sampling points. Application of Principal Components Analysis to physio-chemical data showed that the correlations with the first and the second factors (F1-F2) revealed the dissolution phenomenon of carbonate formations of limestone and dolomite.

Key words: El-Sen river, Water quality, Drinking water, Irrigation water.