



ISSN: 1994-4217 (Print) 2518-5586(online)

Journal of College of Education

Available online at: <https://eduj.uowasit.edu.iq>

Assis. Prof. Dr. Najla
A. Mohammed

University of
Mustansiriya / Faculty
of Education

Email:

najlaajeel@uomustansiriya.edu.iq

Keywords:

*DALMAJ Lake ,
Qadisiyah Governorate,
The Canadian water
quality index, Principal
component analysis*

Article info

Article history:

Received 1April.2022

Accepted 27.Apr.2022

Published 1. August.2022



Assessment of the water quality of DALMAJ Lake in Qadisiyah Governorate and its investment using the Canadian Water Quality Index (CCME-WQI)

A B S T R A C T

The study was conducted to assess the water quality (raw 'drinking ' and irrigation) of Dalmaj Lake in Qadisiyah Governorate using the Water Quality Index issued by the Canadian Council of Environment Ministers (CCME WQI). Total dissolved solids TSD 'acidity or basicity of liquid (PH) 'dissolved oxygen (DO) 'turbidity 'total hardness (TH) 'electrical conductivity (EC) and total alkalinity 'as well as calcium (Ca + 2) and magnesium (Mg + 2) and negative dissolved ions sulfates (So4-2) 'nitrates (No3-) and chlorides (Cl-) 'The results of the study showed that only the two indicators (acidity and nitrates) are within the permissible environmental standards 'and all the sites of water samples are in the poor category 'Where the CCME WQI value for raw water reached (22.13) 'drinking water (18.19) and irrigation water (19.06) 'the highest value was recorded in the month of June in particular. The validity of drinking water for livestock and poultry for the water of Dalmaj Lake has fluctuated 'as 60% of it cannot be used '22.86% ' and 14.28% is safe water 'while only 2.85% is acceptable. Correlation arrays and Principal Component Analysis (PCA) showed that the indices (TDS 'TH 'EC) have a very strong positive correlation coefficient with ion (So4-2) 'and a strong inverse correlation was recorded between turbidity and dissolved oxygen.

© 2022 EDUJ, College of Education for Human Science, Wasit University

DOI: <https://doi.org/10.31185/eduj.Vol48.Iss1.2948>

تقييم نوعية مياه بحيرة الدلمج في محافظة القادسية وسبل استثمارها

باستخدام دليل جودة المياه الكندي (CCME-WQI)

أ.م.د. نجله عجيل محمد

الجامعة المستنصرية / كلية التربية

المستخلص:

أجريت الدراسة لتقييم مياه (الخام ، الشرب ، والري) لبحيرة الدلمج بمحافظة القادسية باستخدام مؤشر جودة المياه الصادر عن مجلس وزراء البيئة الكندي (CCME WQI) وتناول البحث عينات المياه السطحية لخمس محطات لمدة سبعة أشهر خلال عام 2019 بتحليل 12 معيارًا، مجموع الاملاح الكلية الذائبة TDS، الدالة الحامضية (PH)، الأوكسجين المذاب (DO)، العكورة (turbidity)، العسرة الكلية (TH)، التوصيلية الكهربائية (EC) والقلوية الكلية (Total Alkalinity)

، وكذلك الأيونات الموجبة الكالسيوم (Ca^{+2}) والمغنيسيوم (Mg^{+2}) والايونات الذائبة السالبة الكبريتات (SO_4^{-2}) والنترات (NO_3^{-}) والكوريدات (Cl^{-}) ، وأظهرت نتائج الدراسة أن المؤشرين (الدالة الحامضية والنترات) فقط ضمن المعايير البيئية المسموح بها، وجميع مواقع عينات المياه ضمن فئة الرديئة، حيث بلغت قيمة CCME WQI للمياه الخام (22.13) ، مياه الشرب (18.19) ومياه الري (19.06)، وان أعلى قيمة سُجلت في شهر حزيران تحديداً. تذبذبت صلاحية مياه الشرب للماشية والدواجن لمياه بحيرة الدلمج، حيث لا يمكن استخدام 60% منها، ونسبة 22.86% يمكن استخدامها ، و 14.28% مياه آمنة ، في حين أن 2.85% فقط مقبولة. و أظهرت مصفوفات الارتباط وتحليل المكون الرئيسي (PCA) أن المؤشرات (EC ، TH ، TDS) لها معامل ارتباط إيجابي قوي جداً مع أيون (SO_4^{-2}) ، وارتباط عكسي قوي سُجلت بين العكورة و الأوكسجين المذاب .

الكلمات المفتاحية: (بحيرة الدلمج، محافظة القادسية، دليل جودة المياه الكندي، تحليل المكون الرئيسي) .

مُشكلة البحث: هل مياه بحيرة الدلمج في محافظة القادسية ضمن المحددات البيئية المسموح بها؟ وهل يُمكن استخدامها للاستعمالات المُختلفة؟

فرضية البحث: زيادة تراكيز الملوثات في مياه بحيرة الدلمج للسنوات الاخيرة، مما انعكس سلباً على مُختلف النشاطات التي يدخل الماء باستخدامها.

هدف البحث: تقييم مياه بحيرة الدلمج باستخدام مؤشر دليل جودة المياه الكندي (CCME-WQI)، وإمكانية استخدامها للأغراض المُختلفة.

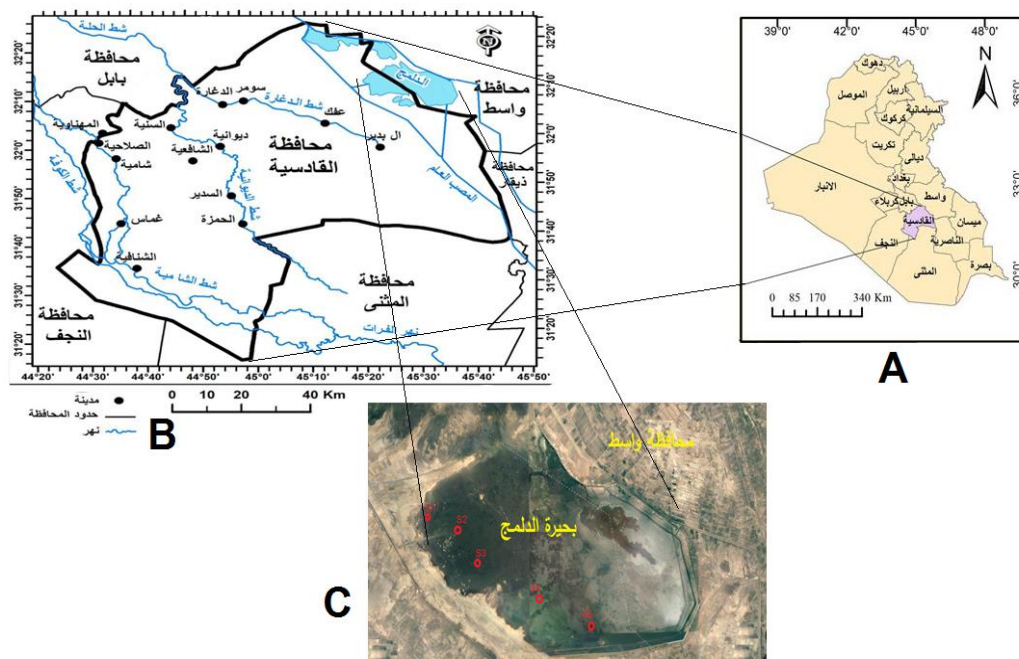
المقدمة :

تُعد الموارد المائية ثروة عظيمة لا يمكن الاستغناء عنها، لكونها مصدر الحياة لجميع الكائنات الحية، وان الانسان من خلال استخداماته المتعددة للأرض أصبح عاملاً مؤثراً ومهماً وبشكل سيء على النظام الايكولوجي لمياه الأنهار والبحيرات والمحيطات، إذ لا يقتصر الفقر المائي على كمية المياه المتاحة للفرد فحسب، وإنما ينصرف أيضاً إلى نوعية المياه ودرجة نقائها وتعرضها للتلوث، وما يرتبط بذلك من أبعاد صحية وبيئية وغذائية، وإن زيادة الطلب على المياه يتطلب وضع استراتيجيات عامه لتنظيم الطلب عليها في مختلف القطاعات (الزراعية - الصناعية - الاستخدامات المنزلية) وإيجاد إدارة مائية مثلى تضمن الاستخدام الأمثل والدائم للمياه، ويحد من الاستخدام العشوائي ويتخذ أي إجراء من شأنه أن يقلل من استهلاك كمية المياه العذبة وموارد المياه. ويُعد استخدام مؤشر جودة المياه الصادر عن مجلس الوزراء الكندي للمياه والبيئة (CCME WQI) نموذج فعال في تقييم نوعية المياه وتحويلها الى رقم مفرد يتراوح بين (0-100) ويمتاز بالمرونة في اختيار المتغيرات الفيزيائية والكيميائية المُقاسة لتحديد صلاحية المياه.

موقع منطقة الدراسة: منطقة الدراسة عبارة عن مسطح مائي طبيعي كبير ، يقع على بعد 153 كم جنوب غرب العاصمة بغداد، وامتداد اتجاهه شمال غربي - جنوبي شرقي ، وهو مشترك إدارياً بين محافظتي القادسية وواسط، ويغطي مساحة 100 كم²، بطول 50 كم وعرض 20 كم، و يقع 63% من مساحته في محافظة واسط ويبعد 50 كم جنوب غرب مدينة الكوت مركز المحافظة، ونسبة 37% من مساحة البحيرة تقع في محافظة القادسية، ويبعد 63 كم شرق مدينة الديوانية مركز المحافظة، (الساعدي، 2014 :23)، و تنحصر البحيرة بين دائرتي عرض (32° 06' 50.12" - 32° 23' 21.12") شمالاً وخطي طول (45° 14' 2.4" - 45° 38' 06.83") غرباً . خريطة 1.

خريطة 1. (A) موقع محافظة القادسية بالنسبة للعراق (B) محافظة القادسية (C)

مواقع محطات أخذ عينات المياه في بحيرة الدلمج



المصدر: خريطة (A+B) المديرية العامة للمساحة، خريطة الوحدات الإدارية لمحافظة القادسية، 2013.

Google earth : (C)

تُستخدم البحيرة كخزان تنظيمي بين المياه المحولة إليها من المصب العام من ناحية والمياه التي تتبخر منها وتنطلق منها مرة أخرى إلى المصب العام من ناحية أخرى. ويقدر معدل التبخر بـ 3000 ملم / سنة. (Al-Dabbas, 2016: 41). حيث تتغذى البحيرة من قناة التغذية على المصب العام بين نهري دجلة والفرات من الجانب الجنوبي الغربي للبحيرة في وقت ارتفاع المياه في الربيع، حيث يبلغ طولها (5.5 كم)، وفي وقت انخفاض منسوب المياه في الصيف تتغذى من قناة التغذية الموجودة في الجزء الغربي من البحيرة، وتقوم بتصريف المياه شديدة الملوحة من خلال المبازل الزراعية واستصلاحها من المزارع الواقعة شرق البحيرة. حيث يوجد ثلاثة مشاريع بزل هي (الحوار بطول 12.7 كم ، والمزك بطول 21.9 كم ، والحسينية بطول 23.6 كم)، كما توجد قناة تصريف في البحيرة بطول (20 كم) وظيفتها اخراج الماء الفائض من هور الدلمج واعادتها الى المصب العام في حال ارتفاع مناسيب المياه ولضمان المحافظة على الموازنة المائية للبحيرة. يتراوح منسوب المياه في بحيرة الدلمج ما بين 8 أمتار في القسم الشمالي ، وأدنى مستوى 4.5 متر في القسم الجنوبي الشرقي. تبلغ طاقتها التخزينية (700 مليون م³). مع معدل التصريف السنوي من قناة المصب العام وقناة التغذية (13.5 - 56 م³ / ثانية) على التوالي، تتميز البحيرة بجلب أعداد كبيرة من الطيور المهاجرة سنويًا من أوروبا وآسيا إليها ، وتوفر 879 طنًا من الأسماك وموئل 25000 رأس جاموس (Salman, 2018 :55).

أجريت الدراسة لتقييم مياه (الخام ، الشرب ، الري) لبحيرة الدلمج بمحافظة القادسية من خلال عينات المياه السطحية لخمس محطات لمدة سبعة أشهر خلال عام 2019، جدول (1)، ومقارنتها مع المحددات البيئية المسموح بها للمؤشرات مجموع الاملاح الكلية الذائبة TSD، الدالة الحامضية PH، الأوكسجين المذاب DO، العكورة (turbidity) ، العسرة الكلية TH، التوصيلية الكهربائية EC والقلوية الكلية (Total Alkalinity) ، وكذلك الأيونات الموجبة الكالسيوم

(2). فضلا عن ايجاد المعايير الاحصائية لعينات مياه بحيرة الدلمج جدول (3)، وتمثيلها بيانيا بالشكل (1).

جدول (1) الإحداثيات الجغرافية لعينات مياه بحيرة الدلمج

موقع العينات	خطوط الطول	دوائر العرض
S1	45° 22' 05" E	32° 12' 16" N
S2	45° 24' 03" E	32° 11' 26" N
S3	45° 26' 26" E	32° 10' 03" N
S4	45° 29' 56" E	32° 08' 34" N
S5	45° 33' 21" E	32° 07' 45" N

جدول (2) تقييم بعض المؤشرات الفيزيائية والكيميائية للمياه السطحية لعينات مياه بحيرة الدلمج،

ومعدل تصريف المياه الشهري م³/ثا

الاشهر	العينات	T.H	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	So ₄ ⁻²	T.D.S	DO	pH	NO ₃	EC	Turb	ALK	معدل تصريف المياه الشهري م ³ /ثا
كانون الثاني	S1	1940	235	336	1226	1412	4080	4.95	7.8	8.7	6190	25.5	260	22.79
	S2	1942	252	326	1228	1463	4190	4.6	7.8	10	6200	32.6	264	
	S3	7400	760	1342	1653	9389	21786	3.5	8	8.1	27600	6.3	180	
	S4	7240	784	1288	1744	9432	22204	3.4	8.2	8	27900	2.5	161	
	S5	7220	752	1302	2035	9110	21708	3.3	8.2	8.9	27890	4.3	164	
شباط	S1	2240	376	317	1109	1729	4044	4.5	7.8	12	4988	17	288	30.76
	S2	2509	423	354	1237	1472	5034	4.5	7.9	10.4	23400	22.3	269	
	S3	7007	880	1024	1511	6728	18530	3.2	8.2	9.4	23460	33.1	187	
	S4	6403	808	1215	1639	6707	18112	3.1	8.2	9.4	23332	6	164	
	S5	7111	816	1210	1988	6729	18714	3.1	8.2	9.3	7190	9.6	165	
نيسان	S1	2660	544	317	1562	1927	4977	4.5	8.2	4.2	7220	86.1	272	51.81
	S2	2480	432	342	1310	1922	4618	4.8	8.3	4.4	18920	63.4	246	
	S3	5200	840	756	1634	5892	14176	3.3	8.4	5.8	18910	1.3	152	
	S4	5320	616	922	1712	5956	14212	3.2	8.4	5.6	18800	2.2	154	
	S5	5302	712	859	2030	5559	14385	3.5	8.5	6.2	12300	7	164	
حزيران	S1	2640	328	444	2759	2719	8450	5.2	8.2	4.9	12770	199	181	23.45
	S2	2505	296	429	1780	2566	8538	5	8.2	4.8	10500	76	176	
	S3	2420	401	346	1771	2888	7134	4.1	8.7	3.7	10543	7.6	112	
	S4	2440	360	375	1869	2287	7312	3.9	8.7	3	10687	13.8	120	
	S5	2400	344	376	2136	3102	7496	4	8.7	3.4	10432	18.9	130	
تموز	S1	4200	623	683	2982	3446	9936	5.3	8.1	5.9	13850	235	196	16.27
	S2	3880	536	619	2720	3421	9666	5.1	8.3	5.6	13763	146	200	
	S3	4209	448	752	3026	3338	9700	4.1	8.3	5.7	13766	61.4	181	
	S4	4321	172	742	3115	3531	9646	4.3	8.2	5.7	13780	42.1	172	
	S5	4423	523	756	3026	3360	9580	4	8.3	5.9	13710	41	170	
اب	S1	5027	528	898	2982	4132	10406	5.1	8.4	6	14750	29.2	146	18.81
	S2	5422	600	952	2750	4647	10392	5.2	8.5	6.1	14710	30.6	154	
	S3	7000	744	1254	3853	6599	13774	4.4	8.7	5.5	18180	9.5	100	
	S4	6408	721	1122	2480	6857	13664	4.2	8.8	5.5	18220	14.9	121	
	S5	8798	1040	1519	3123	8230	13452	4.3	7.7	5.7	24400	1.6	155	
أيلول	S1	6323	443	1272	3112	3038	10972	5.1	7.9	1.6	14560	20.6	184	15.59
	S2	4940	408	956	3078	3703	10962	5.1	8.1	1.6	14538	54.4	177	
	S3	7221	1160	1054	3519	7908	22836	4.2	8.2	1.8	27386	4.9	151	
	S4	7327	1017	1161	3623	7007	22572	4.1	8.2	1.7	26500	4.9	152	
	S5	7345	976	1196	3724	8487	22836	4.1	8.2	1.8	26490	4.6	160	
محددات مياه الشرب WHO. (2003).	500	200	50	250	400	1000	>5	6.5-9	50	1500	10	150		
محددات مياه الري FAO:1985		400	150	1065	960	2000		6-8.5		3000				
محددات مياه الخام (UNESCO/WHO 1978)	500	200	150	50-250	400	1500	>5	6.5-8.5	15	1000		50		

المصدر: اعتمادا على وزارة التخطيط، الجهاز المركزي للإحصاء، الإحصاءات البيئية للعراق كمية

ونوعية المياه لسنة 2019.

جميع المؤشرات تُقاس بوحدة (ملغ/ لتر) عدا PH بدون وحدات، E.C بوحدة (مايكروسيمنز/سم)، العكورة (NTU)

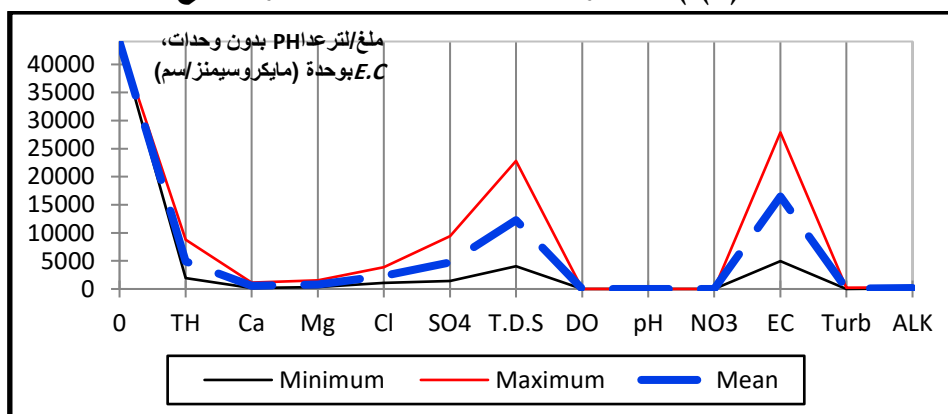
(Nephelometric Turbidity Units) حيث ان كل (1NUT=2 mg1)

جدول (3) المعايير الاحصائية لعينات مياه بحيرة الدلمج

(Variable) المؤشرات	Minimum الحدود الدنيا	Maximum الحدود العليا	Mean المعدل	Std. deviation الانحراف المعياري
TH	1940	8798	4892.086	2055.222
Ca ⁺²	172	1160	597.086	251.974
Mg ⁺²	317	1519	823.314	377.067
Cl ⁻	1109	3853	2315.6	819.534
So ₄ ⁻²	1412	9432	4762.657	2536.473
T.D.S	4044	22836	12288.4	6062.88
DO	3.1	5.3	4.236	0.693
pH	7.7	8.8	8.243	0.277
NO ₃ ⁻	1.6	12	5.894	2.724
EC	4988	27900	16509.571	7011.513
Turb	1.3	235	38.149	54.136
ALK	100	288	177.943	46.818

المصدر: بيانات جدول (2) وبرنامج SPSS

شكل (1) المعايير الاحصائية لعينات مياه بحيرة الدلمج



المصدر: بيانات جدول (2).

الذالة الحامضية pH: هو قياس لدرجة حامضية وقاعدية المياه، ويتراوح قيمته بين (1-14)، حيث تكون المياه قاعدية عندما تكون قيمة (pH > 7)، وحامضية في حال قيمته (pH < 7)، والحالة المثالية وهي الحالة المتعادلة (pH=7) (المنصوري، 2000: 113). من خلال نتائج البحث نلاحظ أن قيمة pH بين (7.7-8.8) وهي بذلك ضمن المعايير المسموح بها لأغراض (الشرب والري والمياه الخام)، وانها أتخذت الجانب القاعدي، وهي الصفة السائدة للمياه العراقية، وذلك بسبب سيادة التكوينات الجيولوجية الحاوية على المواد (الجيرية والكلسية) التي تمر بها انهار العراق.

العكورة Turbidity: هي مقياس لدرجة نقاوة المياه، وزيادتها تؤثر سلباً على نمو النباتات المائية، وذلك لقلة الضوء الذي يُستعمل في عملية التركيب الضوئي بسبب التصاق المواد العالقة على النباتات، فضلاً عن انها تُقلل من نفاذية الطبقة السطحية للتربة، (توما، 1988: 77). سبب العكورة وجود دقائق عالقة او ذائبة في مياه النهر، مثل (دقائق التربة والطين والرمل والمواد العضوية و اللاعضوية العالقة)، وكمية تلك المواد ودقة حبيباتها تُحدد نسبة العكورة، حيث تتناسب معها طردياً، وتوجد العكورة في المياه الجارية بشكل كبير نتيجة حركة الترسبات مع تيار المياه، وتزداد بزيادة منسوب المياه وبعد هطول الأمطار وفي حالة الفيضانات، إذ تجرف معها الأوحال والطين .

سجلت مياه الموقع الاول والثاني لبحيرة الدلمج قيمة أعلى من المسموح بها لغرض الشرب، وسجلت أعلى قيمة في شهر حزيران بسبب ارتفاع درجة الحرارة 235 ملغم / لتر. بينما أقل قيمة سجلت في الموقع الخامس في شهر آب 1.6 ملغم / لتر.

مجموع الاملاح الكلية الذائبة TDS: هو مقدار تحمل المحاصيل الزراعية للأملاح، و تعبر عن كمية المواد العضوية واللاعضوية التي يحتويها سائل سواء كانت مواد عالقة في صورة جزيئية أو أيونية، حيث إن المركبات العضوية تشمل على الفعاليات الناجمة عن الأنشطة البشرية والصناعية والزراعية، في حين المركبات غير العضوية ناجمة عن ذوبان الأملاح (كريم، 2020: 98).

جميع قيم TDS أعلى من المسموح بها لغرض (الشرب والري والمياه الخام)، وقيمتها تتذبذب بين اقل قيمة بمقدار 4044 ملغم/لتر في الموقع الاول من شهر شباط إلى 22836 ملغم/لتر في الموقع الخامس لشهر أيلول، هناك العديد من العوامل التي تؤثر على قيم TDS مثل هطول الأمطار، وكمية التصريف الشهري الذي يتناسب عكسياً مع TDS ، حيث وصل إلى أدنى مستوياته في شهر أيلول بمقدار 15.59 م³ / ثانية.

التوصيلية الكهربائية E.C : قابلية الماء على نقل التيار الكهربائي، وتعطى هذه القيمة او الدالة مؤشراً لتقدير مجموع الأملاح الذائبة. تذبذبت قيمة E.C بين (6190-27386) ميكروسيمنز/سم، وبذلك أعلى من الحدود المسموح بها للشرب والري والمياه الخام. حيث انها تتناسب طردياً مع درجة حرارة المياه وTDS.

الكالسيوم Ca²⁺ : يُعد أيون الكالسيوم الأكثر شيوعاً بين الأيونات الموجبة الذائبة في المياه العذبة، بسبب انتشاره الواسع في مصادر التربة والصخور الحاوية على معدن الكالسايت ، فضلاً عن المخلفات المنزلية الصناعية التي تؤدي إلى زيادة تراكيزه في الطبيعة، ويُعد أيون الكالسيوم احد المكونات الرئيسية المسببة للعسرة الكلية للمياه (Deshpande, 2012: 23) . فقط مياه الموقع الرابع لبحيرة الدلمج في شهر تموز ضمن الحدود المسموح بها (الشرب والري والمياه الخام)، و مياه الموقعين الاول والثاني من شهر كانون الثاني بالإضافة إلى مياه الموقع الاول من شهر شباط سجلت قيمة ضمن الحدود المسموح بها لغرض الري. بينما عينات المياه لبقية محطات الدراسة وللأشهر المتبقية أعلى من المسموح بها للأغراض المختلفة، بسبب ارتفاع درجات الحرارة وزيادة عملية التبخر من المياه السطحية.

المغنيسيوم Mg²⁺ : يتواجد أيون المغنيسيوم بصورة طبيعية نتيجة ذوبان الصخور الجيرية والميكا والأولفين والبايروكسين، او قد يكون بصورة غير طبيعية من مخلفات المياه الصناعية لمعادلة المياه ذات الطبيعة الحامضية، فضلاً عن الصناعات التي تستخدم المغنيسيوم او أحد مركباته في العملية الإنتاجية، كما أن المعادن الطينية هي الأخرى مصدر لأيون المغنيسيوم في المياه، ويشترك هذا الأيون مع أيون الكالسيوم في تكوين العسرة الكلية (معروف، 2008: 77).

تشترك قيمة الأيونات (المغنيسيوم والكلوريد والكبريتات) لمياه بحيرة الدلمج أن قيمتها أعلى من الحدود المسموح بها لأغراض الري والشرب والمياه الخام خلال فترة الدراسة ولجميع المواقع الخمسة، أدنى قيمة سُجلت في الموقعين الاول والثاني من شهر شباط ، بينما تم تسجيل أعلى قيمة في شهر آب. وذلك اعتماداً على كمية مُخلفات البزل للأنشطة الزراعية المطروحة في البحيرة والتي تستخدم الاسمدة الكبريتية فيها.

العسرة الكلية T.H: هي مجموع الأملاح الكلية لكربونات وكبريتات وبيكاربونات وكلوريدات وكربونات الكالسيوم والمغنيسيوم، ومن الفوائد الهيدروجيوكيميائية للعسرة أن وجودها في مياه الري يُقلل من نسبة أيون الصوديوم وبالتالي يُحسن من نوعية الإنتاج الزراعي .

يمكن تصنيف نوعية المياه للري اعتماداً على كمية العسرة الكلية، الفئة الأولى (0-75 ملغ/لتر) تمتاز بانها مياه عذبة، (75-150 ملغ/لتر) مياه متوسطة العسرة، الفئة الثالثة (150-300) مياه عسرة، اما الفئة الرابعة (300-500) فأنها مياه عسرة جداً، والاکثر من 500 ملغ/لتر تمثل مياه تحتاج الى معالجة. (Todd, 1980: 553).

تذبذبت قيمة T.H لمياه بحيرة الدلمج بين (1940-8798 ملغ/لتر) وهي بذلك أعلى الحدود المسموح باستخدامها للري والشرب وضمن فئة المياه التي تحتاج الى معالجة، وذلك لتأثرها بتركيز أيوني المغنيسيوم والكالسيوم في المياه، حيث انها تتناسب معها طردياً.

الأوكسجين المذاب DO : بُعد كمية الاوكسجين المذاب في الماء عاملاً محددًا لمعظم الاحياء المائية التي تعيش فيه، فمن المعروف ان الحياة السمكية تتأثر بشدة اذا كان تركيز الاوكسجين المذاب في الماء اقل من 5 ملغم/ لتر . ومصدره ما ينتج من عملية البناء الضوئي التي تقوم بها الطحالب والنباتات المائية، والمصدر الاخر عن طريق التنافذ والتبادل بين الغلاف الجوي والماء، وان تركيز الاوكسجين المذاب في الماء يتناسب عكسياً مع درجة الحرارة وتركيز الاملاح في المياه يؤدي إلى نقص الأوكسجين اللازم للبكتيريا الهوائية لتفكيك المادة العضوية . (الردايدة ، 2002: 88).

جميع قيم الأوكسجين المذاب في بحيرة الدلمج أعلى من الحدود المسموح بها للشرب والمياه الخام، باستثناء الموقعين الاول والثاني للأشهر (حزيران، تموز، آب، أيلول) ، حيث أن تركيز الاملاح في المياه يؤدي إلى نقص الأوكسجين اللازم للبكتيريا الهوائية لتفكيك المادة العضوية لزيادة تركيز الاملاح في المياه والذي يؤدي إلى نقص الأوكسجين اللازم للبكتيريا الهوائية لتفكيك المادة العضوية.

النترات NO_3^- : النترات متواجدة في كل مكان وأنها تشكل جزءاً من تركيب الأسمدة الزراعية العضوية وغير العضوية، فضلاً عن إنها من الايونات السريعة الذوبان بالمياه والتربة الرطبة وبالتالي فإنها تذوب في مياه سيول الأمطار ومياه السقي ثم تنتقل مذابة بالمياه السطحية هذه وتختلط بالمياه الجوفية عند نزولها للأسفل (درادكة، 2006: 184) .

تركيز النترات في المواقع الخمسة منخفض نسبياً وضمن الحدود المسموح بها للشرب ومياه الخام، وتراوحت قيمته بين (1.6-10.4 ملغ / لتر)، وسجلت أقل قيمة في الموقع الثاني لشهر شباط، بينما سجلت أعلى قيمة للموقعين الاول والثاني في شهر أيلول.

القلوية Alkalinity: يستخدم مصطلح القلوية على الخصوص في المجالات البيئية لوصف مقدرة التربة والصخور التي تحتوي على كربونات وبيكربونات ومركبات هيدروكسيد والماء في الطبيعة على الارتباط مع الأحماض. بالتالي تعتمد درجة القلوية على كمية الأيونات ذات التأثير القاعدي، وخاصة أيون الكربونات.

تراوحت قيمة القلوية بين (112-288) ملغ/ لتر وهي أعلى من الحدود المسموح بها لمياه الخام للمواقع الخمسة جميعاً، وكذلك الحال لغرض الشرب عدا الموقعين الرابع والخامس لشهري (حزيران، آب).

صلاحية مياه بحيرة الدلمج للاستهلاك الحيواني (المواشي والدواجن): تعتمد صلاحية المياه للاستهلاك الحيواني على بعض المؤشرات والتي تُحدد فئة الاستخدام بين الحيدة جداً الى غير مسموح باستخدامها، جدول (4)، و تذبذبت صلاحية المياه الشهرية للاستهلاك الحيواني بين مياه المحطات الخمسة لبحيرة الدلمج، جدول (5)، حيث بلغت النسبة المئوية للحد الاعلى للاستخدام (60%)، و نسبة المياه التي يُمكن استخدامها (23%)، أما المياه جيدة الاستخدام بلغت (14.26%)، في حين بلغت المياه المسموح باستخدامها (2.72%) فقط، شكل (2).

جدول (4) مواصفات المياه لغرض الاستهلاك الحيواني

الفئة	TDS	TSS	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Cl ⁻	So ₄ ⁻²	TH
جيدة جداً	3000	3000	800	350	150	900	1000	1500
جيدة	5000	5000	1500	700	350	2000	2500	3200
مسموح باستخدامها	7000	7000	2000	800	500	3000	3000	4000
يمكن استخدامها	10000	10000	2500	900	600	4000	4000	4700
الحد الأعلى للاستخدام	15000	15000	4000	1000	700	6000	6000	54000

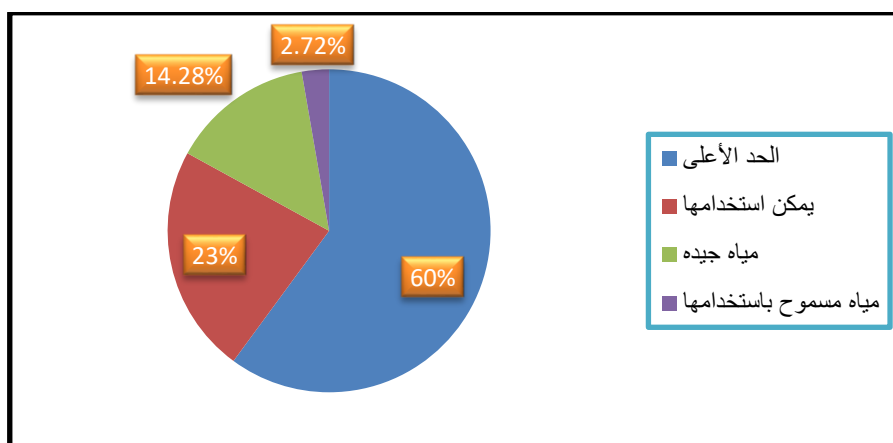
المصدر : (Altovisiki,1962: 614).

جدول(5) مواصفات المياه الشهرية لغرض الاستهلاك الحيواني لعينات مياه بُحيرة الدلمج

مواقع العينات المياه	كانون الثاني	شباط	نيسان	حزيران	تموز	أب	أيلول
S1	جيدة جداً	جيدة جداً	جيدة جداً	يمكن استخدامها	يمكن استخدامها	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام
S2	جيدة جداً	مسموح باستخدامها	جيدة جداً	يمكن استخدامها	يمكن استخدامها	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام
S3	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام	يمكن استخدامها	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام
S4	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام	يمكن استخدامها	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام
S5	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام	يمكن استخدامها	يمكن استخدامها	الحد الأعلى للاستخدام	الحد الأعلى للاستخدام

المصدر: بيانات الجدولين (4,2).

شكل (2) النسبة المئوية لصلاحية مياه بُحيرة الدلمج للاستهلاك الحيواني



المصدر: بيانات جدول (5).

استخدام مؤشر جودة المياه الصادر عن مجلس الوزراء الكندي للمياه والبيئة (CCME WQI): وهو نموذج فعال في تقييم نوعية المياه وتحويلها الى رقم مفرد يتراوح بين (0-100) ويمتاز بالمرونة في اختيار المتغيرات المُقاسة لتحديد الاهداف، فضلاً عن الدقة العالية، تناول البحث تطبيق 12 مؤشر لحساب CCME WQI لتقييم مياه (الخام ، الشرب ، والري) لبحيرة الدلمج من خلال ايجاد ثلاثة عوامل رئيسية وهي (The Canadian water Quality Guideline، 2001) :

العامل الاول: F1 (scope) المدى: يُمثل النسبة المئوية لعدد المتغيرات المتجاوزة للحدود القياسية مقارنة بالعدد الكلي للمتغيرات.

$$F1 = \left[\frac{\text{عدد المتغيرات المتجاوزة}}{\text{العدد الكلي للمتغيرات}} \right] \times 100 \quad \dots \dots \dots 1$$

العامل الثاني F2 (frequency) التردد: النسبة المئوية للفحوصات الفردية المتجاوزة للحدود القياسية مقارنة بالعدد الكلي للمتغيرات.

$$F2 = \left[\frac{\text{عدد الفحوصات المتجاوزة}}{\text{العدد الكلي للفحوصات}} \right] \times 100 \quad \dots \dots \dots 2$$

العامل الثاني F3 (Amplitude) السعة: يُمثل الاختبارات المتجاوزة ويُحب على مرحلتين:
1- **المرحلة الاولى:** عدد مرات تجاوز التراكيز الفردية للحدود القياسية، ويُطلق عليه الانحراف (Excursion) ويتم حسابه كما يلي:

$$\text{Excursion} = \left[\frac{\text{قيمة الفحص المتجاوز}}{\text{القيمة القياسية}} \right] - 1 \quad \dots \dots \dots 3a$$

2- **المرحلة الثانية:** مجموعة الاختبارات الفردية المتجاوزة ، ويتم حسابها بجمع الانحرافات الفردية وقسمتها على العدد الكلي للفحوصات (المتجاوزة وغير المتجاوزة) ويُطلق على هذا المتغير (مجموع الانحرافات المُعدلة) (Normalization of excursion) ويرمز له (nse) :

$$\text{nse} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{انحراف كل عنصر}}{\text{العدد الكلي للفحوصات}} \quad \dots \dots \dots 3 b$$

ويتم حساب F3 السعة من خلال المعادلة الآتية:

$$F3 = \left[\frac{\text{nse}}{0.01\text{nse} + 0.01} \right] \quad \dots \dots \dots 4$$

وبعد ايجاد العوامل الثلاثة يتم حساب الدليل الكندي من المعادلة الآتية:

$$(\text{CCME} - \text{WQI}) = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732} \quad \dots \dots \dots 5$$

الثابت (1.732) هو لتعديل نتيجة قيمة الدليل وجعله محصوراً بين (0-100)، وكما في المعادلة الآتية:

$$\sqrt{100^2 + 100^2 + 100^2} = \sqrt{30000} = 173.2 \quad \dots \dots \dots 6$$

ويتم معرفة نوعية المياه لبحيرة الدلمج من خلال مُقارنتها مع مقياس دليل المياه CCME WQI المكون من خمسة فئات، جدول (6).

جدول (6) مقياس دليل المياه CCME WQI

الوصف	قيمة الدليل CCME WQI	تصنيف الدليل	فئة الدليل
المياه محمية بشكل جيد وبعيدة عن التلوث وتقترب من المياه المثالية	100 - 96	ممتازة	الاول
المياه محمية بدرجة اقل ونادراً ما تبتعد مواصفاتها عن المواصفات المثالية	80 - 94	جيدة	الثاني
المياه محمية غالباً ولكن تتعرض للتلوث وهي مبتعدة عن الحالة المثالية في بعض الاحيان	65 - 79	متعادلة	الثالث
المياه تتعرض للتلوث بشكل متكرر وهي أغلب الاحيان مبتعدة عن المثالية	64 - 45	مشكوك بها	الرابع
المياه معرضة بشكل دائم للتلوث وهي بعيدة عن الحالة المثالية كل الاوقات	44 - 0	رديئة	الخامس

Canadian Council of Ministers of the Environment. (CCME) 2017. Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: CCME Water Quality Index, User's Manual 2017 Update. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg. Available at: https://www.ccme.ca/files/Resources/water/water_quality/WQI%20Manual%20EN.pdf

تم حساب مُعدل CCME WQI لاستخدامات المياه (الخام، الري، الشرب) للمواقع الخمسة في بُحيرة الدلمج، جدول (7)، أظهرت النتائج انها ضمن الفئة الخامسة وهي بذلك ضمن المياه الرديئة (0-44)، حيث انها مياه معرضة بشكل دائم للتلوث وهي بعيدة عن الحالة المثالية كل الاوقات، إذ بلغت قيمتها لمياه الخام (22.13)، ومياه الشرب (18.19)، أما مياه الري (19.06). شكل (3).

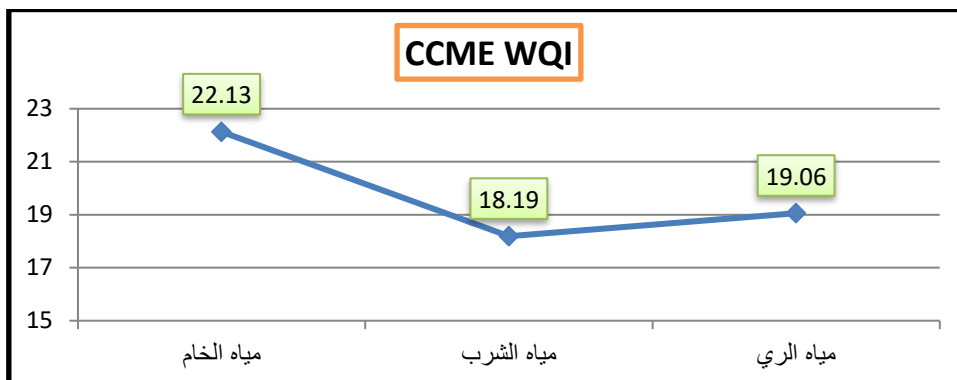
تذبذب قيم CCME WQI الشهرية، وسجل شهر حزيران أعلى قيمة لمياه (الخام، الشرب، الري)، وسجل (21.18، 22.32، 26.27) على التوالي. الجدول (8). بينما سُجلت أدنى قيمة في شهر كانون الثاني لمياه الخام (16.84) ومياه الشرب (17.31)، أما بالنسبة لمياه الري فقد سُجلت أقل قيمة في شهر آب (15.66). شكل (4).

جدول (7) مُعدل CCME WQI لاستخدامات المياه (الخام، الري، الشرب) في بُحيرة الدلمج

العوامل	مياه الخام	مياه الشرب	مياه الري
F1	81.81	80.33	85.71
F2	65.72	76.42	82.44
F3	84.45	85.27	73.9
CCME WQI	22.13	18.19	19.06

المصدر: جدول (2) وتطبيق المعادلات (5-1).

شكل (3) مُعدل CCME WQI لاستخدامات المياه (الخام، الري، الشرب) في بحيرة الدلمج



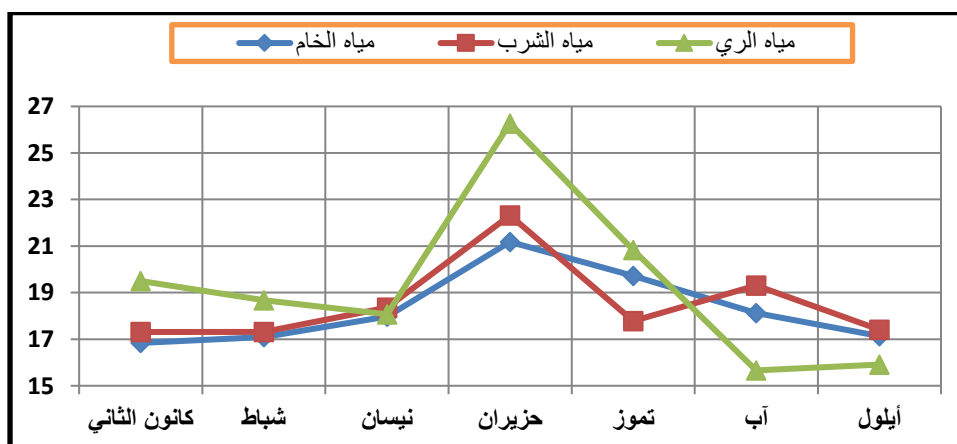
المصدر : بيانات جدول (7).

جدول (8) قيم CCME WQI الشهرية لاستخدامات المياه (الخام، الري، الشرب) في بحيرة الدلمج

الاشهر	CCME- WQI		
	مياه الخام	مياه الشرب	مياه الري
كانون الثاني	16.84	17.31	19.5
شباط	17.09	17.32	18.68
نيسان	17.98	18.36	18.07
حزيران	21.18	22.32	26.27
تموز	19.72	17.78	20.83
آب	18.12	19.31	15.66
أيلول	17.13	17.41	15.91

المصدر: جدول (2) وتطبيق المعادلات (5-1).

شكل (4) مُعدل CCME WQI لاستخدامات المياه (الخام، الري، الشرب) في بحيرة الدلمج



المصدر : بيانات جدول (8).

تحليل المكونات الرئيسية (PCA) : أن الهدف من استخدام الجغرافية للأساليب الإحصائية هو الوصول إلى أربعة أهداف هي، الوصف والاستنتاج وقياس الأهمية أو المعنوية والإسقاط أو التنبؤ بحدوث الظاهرة في المستقبل استناداً إلى ماضيها أو وضعها الال راهن وفي ظل ظروف محددة. (العاني، 2005: 119).

تحليل المكونات الرئيسية (PCA) Principal component analysis هو تطبيق إحصائي لتحليل العينة الواحدة ذات المتغيرات العديدة، ويطبق على بيانات غير مقسمة إلى مجموعات فرعية، وهو بذلك أحد الاختيارات ضمن نطاق مجموعة التطبيقات الإحصائية المعروفة بإسم (التحليل العاملي)، والذي يُعد الأنسب للتطبيقات الرياضية التي تتناول التوزيعات المكانية والتي هي في الحقيقة جوهر الدراسات الجغرافية، اخترع عالم الرياضيات الانكليزي كارل بيرسون تحليل المكون الرئيسي في سنة 1901، وتستخدم في النماذج التنبؤية وتحليل البيانات الاستكشافية انذاك. وهي الان تعتبر طريقة إحصائية مفيدة تستخدم في مجالات مثل ضغط الصور والتعرف على الوجه وعلم الأعصاب ورسومات الكمبيوتر، يركز تحليل المكون الرئيسي على الحد الأقصى لمقدار التباين مع أقل عدد من المكونات الرئيسية. التي تتمثل في تحويل عدد من المتغيرات المترابطة إلى عدد أقل من المتغيرات غير المترابطة، و المتغيرات الناتجة عن عملية التحويل تسمى بالمركبات (أو المكونات أو المحاور) الرئيسة، ويقتصر عليها تحليل وتفسير نتائج تطبيق التحليل. (الجرش، 2019: 374).

الارتباط هو وصف قوة العلاقة بين المتغيرات المتعددة في تفسير بعضها، لتحديد مدى تأثر هذه المتغيرات بعضها ببعض ليحدد بذلك أو ليصف العلاقة (الترابطية) بين المتغيرات.

لذا فالارتباط هو وصف درجة تأثر احد المتغيرين بالأخر وبيان مدى العلاقة الواقعة بين هذين المتغيرين. والمقياس الأساس لهذه العلاقة يدعى معامل الارتباط *Correlation Coefficient* وهو مقياس كمي لقياس قوة هذه العلاقة معامل ارتباط بيرسون الخطي البسيط (r) يقيس اتجاه وقوة العلاقة بين متغيرين فقط، وتتراوح قيمته بين (+1 & -1) للإشارة إلى العلاقة سواء كانت طردية أو عكسية بين المتغيرين، (الطائي، 2012: 186 - 187). المعادلة (7). جدول (9).

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2] - [\sum x]^2} \sqrt{[n\sum y^2] - [\sum y]^2}} \dots \dots \dots 7$$

جدول (9) العلاقة معامل ارتباط بيرسون الخطي البسيط

المعنى	قيمة معامل الارتباط
ارتباط طردي تام	+1
ارتباط طردي قوي جداً	(من 0.90 إلى 0.99)
ارتباط طردي قوي	(من 0.70 إلى 0.89)
ارتباط طردي متوسط	(من 0.50 إلى 0.69)
ارتباط طردي ضعيف	(من 0.30 إلى 0.49)
ارتباط طردي ضعيف جداً	(من 0.01 إلى 0.29)
لا يوجد ارتباط	0
ارتباط عكسي ضعيف جداً	(من -0.01 إلى -0.29)
ارتباط عكسي ضعيف	(من -0.30 إلى -0.49)
ارتباط عكسي متوسط	(من 0.50 إلى -0.69)
ارتباط عكسي قوي	(من -0.70 إلى -0.89)
ارتباط عكسي قوي جداً	(من -0.90 إلى -0.99)
ارتباط عكسي تام	-1

سجلت المؤشرات (TDS، TH، EC) معامل ارتباط إيجابي قوي جداً مع أيون (SO_4^{-2}) ، بالإضافة إلى المؤشر T.H مع أيون $Mg+2$ ($r \approx 0.90 - 0.99$)، في حين يوجد ارتباط عكسي قوي بين العكورة والذالة الحامضية ($r \approx -$)

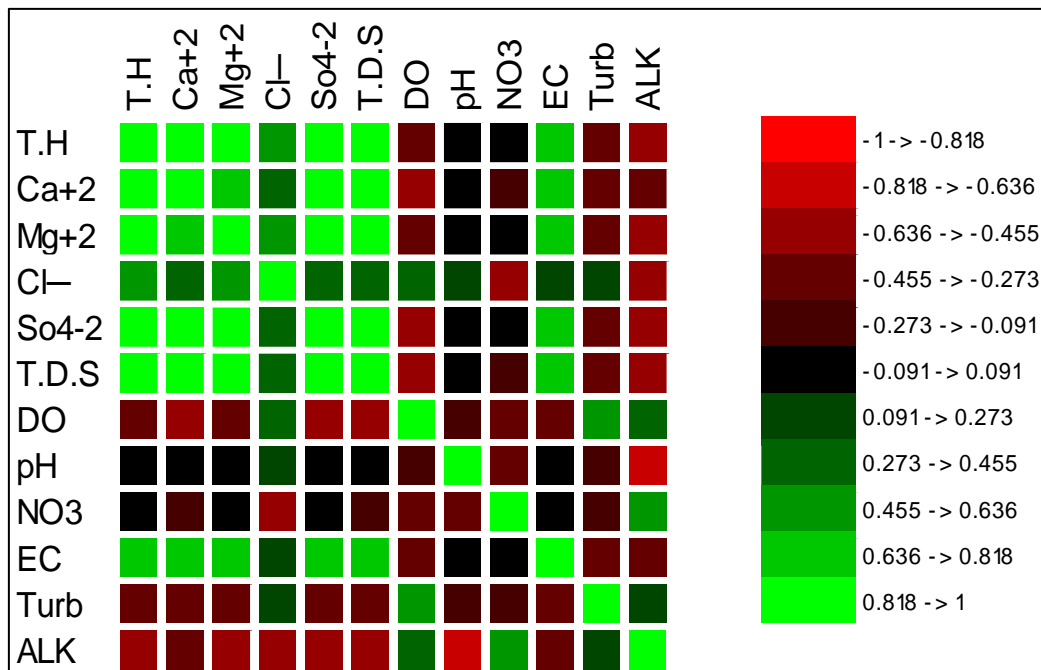
شکل (5). -0.89 – -0.70 . ولا توجد أي علاقة بين أيوني (SO_4^{-2} & NO_3^{-}) وذلك بسبب ($r \approx -0.005$). جدول (10).

جدول (10) معامل ارتباط بيرسون للمياه السطحية لعينات مياه بحيرة الدلمج

المؤشرات	EC	T.D.S	TH	Cl-	So ₄ ⁻²	Mg+2	Ca+2	Turb	ALK	pH	NO ₃ -	DO
EC	1											
T.D.S	0.776	1										
TH	0.732	0.885	1									
Cl-	0.263	0.343	0.475	1								
So ₄ ⁻²	0.785	0.942	0.921	0.294	1							
Mg+2	0.684	0.836	0.978	0.481	0.881	1						
Ca+2	0.725	0.840	0.854	0.337	0.850	0.750	1					
Turb	-0.302	-0.361	-0.388	0.134	-0.418	-0.378	-0.325	1				
ALK	-0.313	-0.491	-0.497	-0.521	-0.525	-0.506	-0.379	0.265	1			
pH	-0.048	0.057	-0.022	0.170	0.082	-0.043	0.028	-0.095	-0.702	1		
NO ₃ -	-0.089	-0.096	-0.086	-0.626	-0.005	-0.072	-0.103	-0.091	0.466	-0.371	1	
DO	-0.394	-0.592	-0.452	0.284	-0.605	-0.397	-0.489	0.586	0.310	-0.198	-0.290	1

المصدر/ بيانات جدول (2) ومعادلة (7).

شكل (5) معامل ارتباط بيرسون للمياه السطحية لعينات مياه بحيرة الدلمج



المصدر/ بيانات جدول (10) وبرنامج Xlstat .

معامل التحديد Determination Coefficient :

هو نسبة التباين في المتغير التابع الذي يمكن التنبؤ به من خلال المتغير (أو المتغيرات) المستقلة . يستخدم في النمذج الإحصائية التي يكون هدفها الرئيس التنبؤ بالنتائج المستقبلية، هو مقياس لتقدير دقة معامل الانحدار ويرمز له R^2 وذلك لأنه يساوي مربع معامل الارتباط البسيط ويأخذ هذا المعامل قيم بين (0 – 1)، وكلما اقتربت قيمة معامل التحديد من واحد فان ذلك يدل على قلة قيمة الخطأ العشوائي، مثال ذلك لو كانت قيمة معامل التحديد لمتغيرين تساوي 0.83 فهذا يفسر (يدل) على أن معادلة الانحدار تفسر 83% من التغير الحاصل في المتغير التابع y حدثت بسبب التغير الحاصل

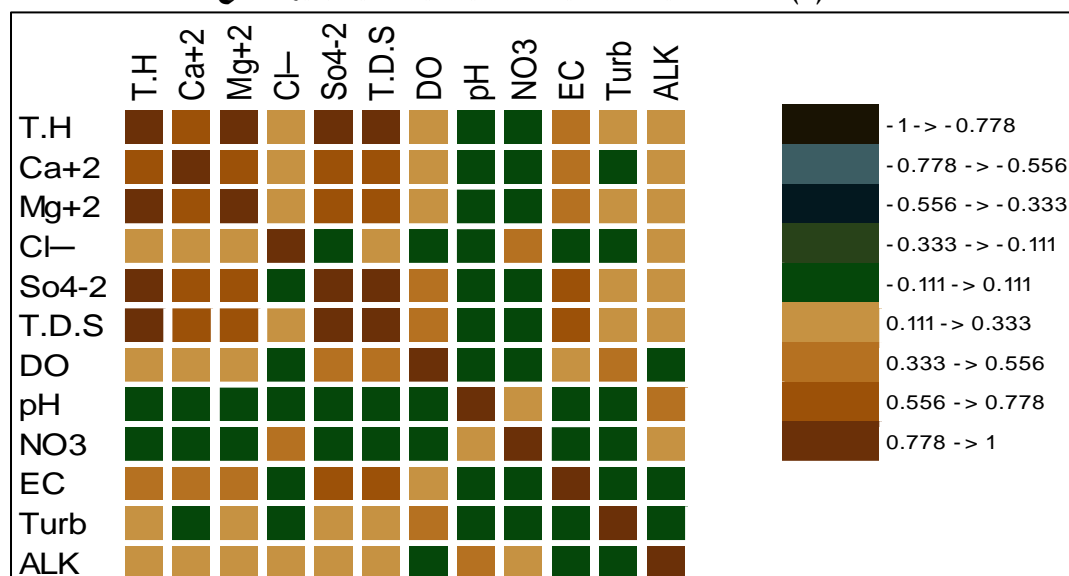
في المتغير المستقل X والباقي من التغير البالغ 17% حدث بسبب عوامل أخرى غير المتغير المستقل X . وفي حالة تعذر استخدام دالة غير خطية لتلائم البيانات (العناصر) عندئذ نحصل على قيم السالبة لمعامل التحديد (طعمة ، 2009 : 183). جدول (11). شكل (6). حيث نلاحظ ان قيمة معامل التحديد للدالة الحامضية pH محدودة جدا مع بقية العناصر عدا القلوية Alkalinity اذ ان (49.3 %) من التغير الحاصل في pH بسبب التغير الحاصل في القلوية والباقي من التغير البالغ 50.7 % حدث بسبب التغيير في العناصر الاخرى. أما ان قيمة معامل التحديد T.H تُشكل نسبة 96.7 % من التغير الحاصل في Mg^{+2} . وقيمة معامل التحديد للتوصيلية الكهربائية EC تُشكل نسبة 60.2 % من التغير الحاصل في T.D.S والباقي من التغير البالغ 39.8 % حدث بسبب التغيير في العناصر الأخرى.

جدول (11) معامل التحديد R2 للمياه السطحية لعينات مياه بحيرة الدلمج

Variables	T.H	Ca+2	Mg+2	Cl-	So4-2	T.D.S	DO	pH	NO3	EC	Turb	ALK
T.H	1											
Ca+2	0.73	1										
Mg+2	0.957	0.562	1									
Cl-	0.226	0.114	0.232	1								
So4-2	0.847	0.723	0.777	0.087	1							
T.D.S	0.783	0.705	0.698	0.118	0.888	1						
DO	0.205	0.239	0.158	0.081	0.366	0.351	1					
pH	0	0.001	0.002	0.029	0.007	0.003	0.039	1				
NO3	0.007	0.011	0.005	0.392	0	0.009	0.084	0.138	1			
EC	0.536	0.526	0.468	0.069	0.616	0.602	0.155	0.002	0.008	1		
Turb	0.151	0.106	0.143	0.018	0.175	0.13	0.344	0.009	0.008	0.091	1	
ALK	0.247	0.144	0.256	0.272	0.275	0.241	0.096	0.493	0.217	0.098	0.07	1

المصدر: بيانات جدول (2) وبرنامج Xistat .

شكل (6) معامل التحديد R2 للمياه السطحية لعينات مياه بحيرة الدلمج



المصدر/ بيانات جدول (11) وبرنامج Xistat .

لتطبيق تحليل المركبات الأساسية PCA لا بد من التعرف على أهم مخرجات التحليل العملي والتي عن طريقها يمكن تفسير المعلومات عن الظاهرة المدروسة ما يسمى بالاشتراكات (COMMUNLITIES) وهي عبارة عن مجموع إسهام

المتغيرات في العوامل المشتقة، وتعرف رياضياً بأنها مجموع مربعات تشعبات المتغيرات بالعامل المشتق، وتشير الى الجزء المفسر من التباين لكل واحد من المتغيرات بواسطة العوامل جميعها، بعبارة أخرى إن (الأشتركاكات) هي مقياس حجم التباين الذي تفسره العوامل مجتمعة في كل متغير من المتغيرات، فإذا كان حجم المشاركات لمتغير ما متدنياً فإن ذلك المتغير غير ضروري للنموذج ويمكن الاستغناء عن هذا المتغير، أما تشعبات العامل FACTOR LOADING فهي القيم التي تمثل مقادير الارتباطات بين المتغيرات الأصلية والعوامل المشتقة، وهي بهذا تمثل الأسس التي تحدد تبعية المتغير للعوامل المشتقة، فكلما كبرت قيمة التشعب كان ذلك بمثابة دلالة على قرب التصاق المتغير بعامله، وهناك أيضاً قيم الجذور الكامنة (EIGEN VALUES) وهي قيم مربعات تشعبات كل متغير على كل عامل على حدة، ورياضياً هو مجموع مربع معاملات الإرتباط بين العامل الواحد والمتغيرات ويتحدد عدد العوامل المشتقة على أساس قيم الجذور الكامنة والتي تزيد عن واحد صحيح والتي تسمى بنقطة التوقف (CUT POINT)، وأخيراً هناك درجات العامل وهي درجات معيارية تقيس مدى ارتباط الحالات المدروسة (المناطق) بالعوامل التابعة لها. (الجار الله، 1988: 281).

ومن شروط المتغيرات المفردة من قبل التحليل العاملي والتي يتم إستخدامها لاحقاً لمعرفة التباين المكاني أن تكون قيم الاشتراكات (Communalities) لها أكبر من (0.5)، وفي التحليل العاملي يجب أيضاً معرفة القيم المميزة أو الجذر الكامن Eigen Values، وبموجب ذلك فقد تم إستخلاص ثلاثة عوامل لها جذور كامنة أكبر من واحد، تم تحديد الخصائص المكانية لعناصر المياه في تحليل المكونات الرئيسية PCA على أساس القيم الذاتية الأكبر من واحد ($F_1 = 6.248$ ، $F_2 = 2.897$ ، $F_3 = 1.608$)، حيث تم إستبعاد العوامل الثمانية الأخيرة لأنها غير مستوفية لشرط التفسير الذي يجب أن يبلغ (5%) على الأقل من التباين الكلي مع الأخذ في الإعتبار أن يشتمل كل عامل من العوامل المشتقة على ثلاثة متغيرات كحد أدنى (John, 2011: 43). ومخطط سكري (Scree plot) يبين مقدار التباين الذي يمثله كل مكون رئيسي من البيانات، بالإضافة إلى قياس العلاقة بين العامل أو المتجه ونسبة الاشتراكات بالمتغيرات الكيميائية الأخرى. شكل (7). غير أنه تم إستبعاد العوامل التسعة الأخيرة لأنها غير مستوفية لشرط التفسير الذي يجب أن يبلغ (5%) على الأقل من التباين الكلي مع الأخذ في الإعتبار أن يشتمل كل عامل من العوامل المشتقة على ثلاثة متغيرات كحد أدنى، أن العوامل الثلاثة (F_1 , F_2 , F_3) المشتقة قد فسرت مجتمعة (82.72%) من التباين في المتغيرات الأصلية وهي نسبة عالية جداً توضح أن غالبية البيانات التي دخلت التحليل قد ضُمنت في عملية التفسير.

ويعد العامل الأول أهم العوامل المشتقة من حيث نسب التفسير إذ فسر نسبة (53.509%) من البيانات التي إشتملت عليها المتغيرات، أما العامل الثاني فقد فسر نسبة (23.816%)، في حين فسر العامل الثالث نسبة (13.311%)، وأخيراً العامل الرابع حيث فسر نسبة (9.364%).

1- يعد العامل الأول F_1 أهم العوامل المشتقة من حيث نسب التفسير إذ فسر نسبة تباين (48.061%) من البيانات التي إشتملت عليها المتغيرات، متضمناً قيمة العوامل الإيجابية التي لها تأثير قوي مثل Ca^{+2} ، Mg^{+2} ، Cl^- ، EC ، pH ، $T.D.S$ ، So_4^{-2} .

2- يغطي العامل الثاني F_2 نسبة تباين (22.288%) متضمنة قيمة العوامل الموجبة التي لها تأثير قوي مثل TH ، ALK ، EC ، NO_3^- ، So_4^{-2} ، Mg^{+2} ، Ca^{+2} ، TDS .

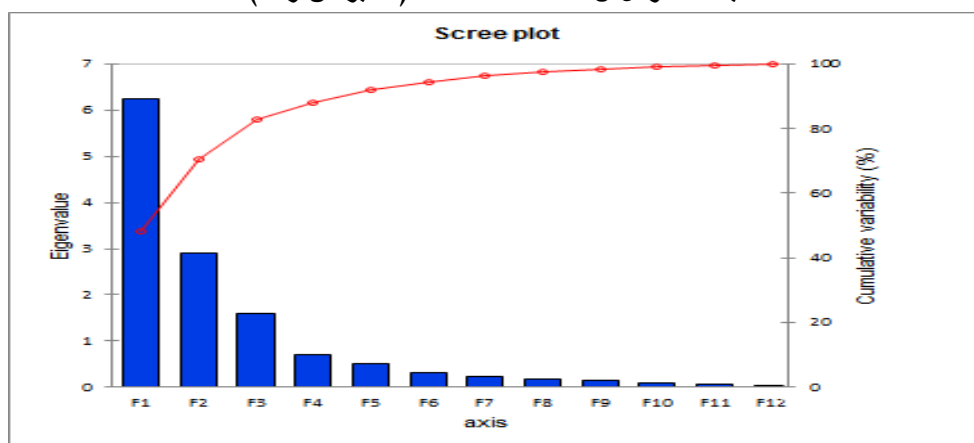
3- يتضمن العامل F_3 نسبة تباين (12.370%) متضمناً قيمة العوامل الموجبة كالأس الهيدروجيني pH فقط. جدول (12).

جدول (12) قيم الجذور الكامنة (EIGEN VALUES) و تشعبات العوامل Factor Loading (الأكبر من واحد)، وكذلك نسبة تباين والاشتراكات للمتغيرات.

The factor	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12
Eigenvalue	6.248	2.897	1.608	0.711	0.496	0.32	0.226	0.161	0.145	0.09	0.06	0.023
Variability (%)	48.06	22.28	12.3	5.471	3.817	2.46	1.742	1.238	1.113	0.74	0.47	0.178
Cumulative %	48.06	70.34	82.72	88.18	92.00	94.4	96.21	97.45	98.56	99.3	99.7	99.961

المصدر: بيانات جدول (2) وبرنامج *Xlstat* .

شكل (7) مخطط سكري (Scree plot) قياس العلاقة بين العامل أو المتجه ونسبة الاشتراكات بالمتغيرات الكيميائية الأخرى. تشبعت العوامل Factor Loading (الأكبر من واحد)،



المصدر: بيانات

جدول (2) وبرنامج *Xlstat* .

أما تشبعت العوامل Factor Loading فهي تعبير عن مدى إرتباط المتغيرات بالعوامل المشتقة وتتراوح قيمتها بين +1 و -1 وتمثل درجة إرتباط كل متغير من المتغيرات مع كل عامل من العوامل ويساعد ذلك في تسمية العوامل إذ أن تسمية العوامل تعتمد على مزايا المتغيرات المرتبطة مع العامل المحدد بمعاملات إرتباط قوية. جدول (13).

جدول (13) مدى إرتباط المتغيرات بالعوامل المشتقة

The factor	F1	F2	F3	F4	F5
TH	0.954	0.060	-0.192	-0.007	0.153
Ca ²⁺	0.869	0.146	-0.131	0.158	-0.163
Mg ²⁺	0.917	0.025	-0.206	-0.062	0.256
Cl ⁻	0.486	-0.770	-0.197	0.011	0.160
So ₄ ⁻²	0.953	0.190	-0.040	0.086	0.038
T.D.S	0.936	0.145	-0.068	0.123	-0.066
DO	-0.536	-0.645	-0.434	-0.031	0.044
pH	0.163	-0.336	0.861	0.230	0.015
NO ₃ ⁻	-0.210	0.816	-0.154	0.095	0.415
EC	0.797	0.131	-0.213	0.080	-0.370
Turb	-0.452	-0.377	-0.341	0.720	0.044
ALK	-0.643	0.410	-0.560	-0.061	-0.185

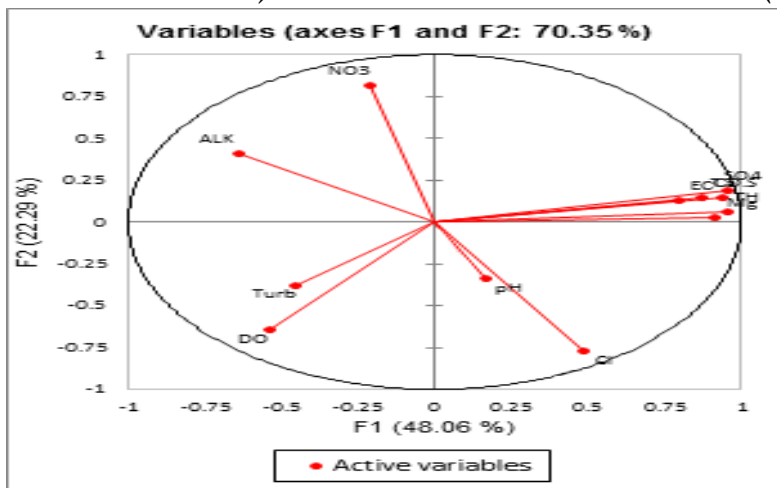
المصدر: بيانات جدول (2) وبرنامج *Xlstat* .

مخطط بايبلوت *biplot* يفسر الزوايا بين المتغيرات لأنها ترتبط ارتباطاً مباشراً بالارتباطات التي بين المتغيرات، و طول المتجه الذي ينتهي بسهم هو الجذر التربيعي لمجموع مساهمات العنصر، حيث يقترن المتغير من حافة الدائرة في الشكل،

وهذا دليل على أن له مساهمة وأهمية أكبر، وتمثل الزاوية بين المتغيرات يمثل قيمة معامل الارتباط بينهما كما ان المتغيرات التي يتم فصلها بزوايا حادة هي صفات يوجد بينها ارتباط طردي موجب والعكس بالعكس، والتي تعتمد على الزاوية بين المتجهات ($\cos \phi$)، (KASSAMBARA , 2017: 44).

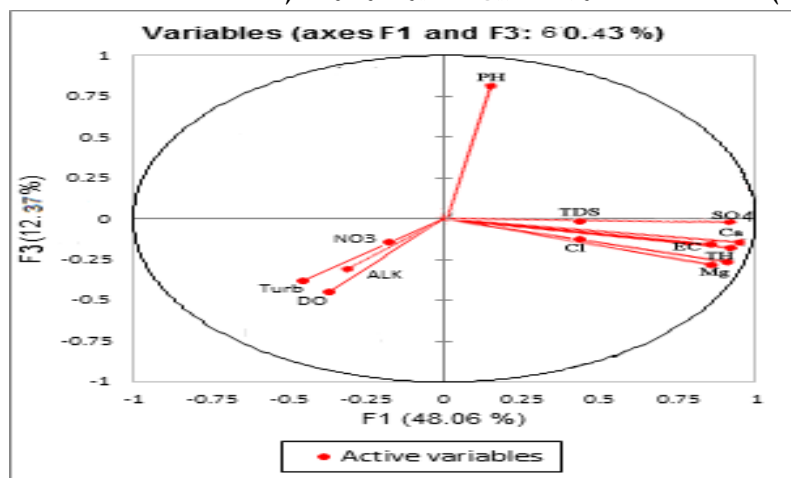
كما هو الحال بين المؤشرات (TSD و Ec و TH ، و SO_4^{-2}). في حين أن العناصر التي يفصل بينها أسهم متعامدة أو قريبة من العمودية (أي أن الزاوية بينهما قريبة من 90 درجة)، فإنها تشير إلى ان العناصر لا ترتبط ببعضها البعض، أما اذا كانت الزاوية منفرجة (أكبر من 90) فإنها تشير إلى أن الارتباط هو ارتباط عكسي يتمثل في العلاقة بين كل من (TSD ، Ec ، و TH ، و SO_4^{-2}) مع (ALK ، NO_3^- ، DO ، Cl^- ، والعكورة). شكل 8. في حين ان الدالة الحامضية PH لا يوجد مؤشر اخر معها ضمن المربع الاول (الزاوية اقل من 90) وذلك لان العامل $F3$ سجل تبايناً نسبته المئوية (12.37%) فقط مع بقية المؤشرات، و ان تشبعات العامل $FACTOR\ LOADING$ (الارتباطات بين المتغيرات والعوامل) في العامل $F3$ فقط قيمة الدالة الحامضية سجلت قيمة موجبة (0.861). شكل (9).

شكل (8) مخطط biplot الارتباطات بين المتغيرات والعوامل ($F1=48.06\%$ & $F2=22.29\%$)



المصدر: بيانات جدول (13) و $XLSTAT$ program .

شكل (9) مخطط biplot الارتباطات بين المتغيرات والعوامل ($F1=48.06\%$ & $F3=12.37\%$)

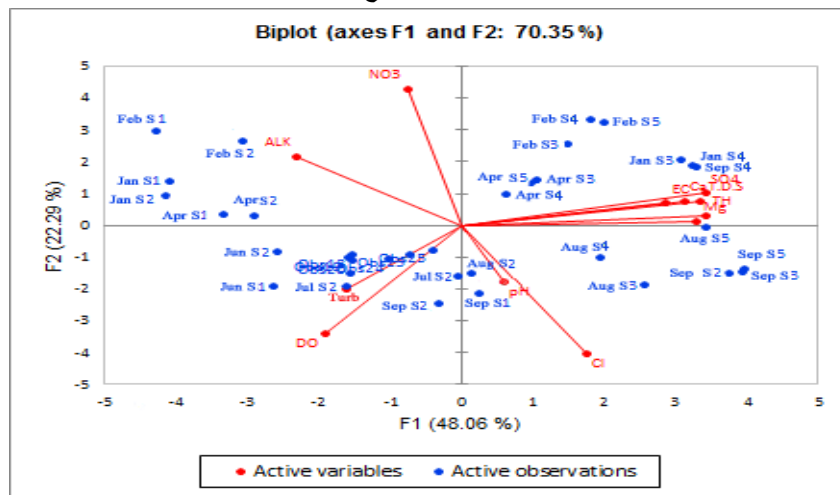


المصدر: بيانات جدول (13) و $XLSTAT$ program .

يُستخدم مخطط بايبلوت الثنائي لتحليل المركبات الأساسية PCA biplot لمعرفة التباين الشهري لعينات المياه المدروسة (المتمثلة بالنقاط الزرقاء اللون في المخطط) ومدى ارتباطها مع قيمة العناصر المدروسة (المتمثلة بالخطوط المستقيمة حمراء اللون في المخطط)، بحيث كلما ابتعدت هذه العناصر أي الخطوط المستقيمة حمراء اللون عن أحداثيات نقطة الاصل فهذا يعني ان تأثيرها اكبر من باقي العناصر المدروسة ضمن عينة المياه التي تم تحليلها. تشير الزاوية الصغيرة بين العناصر (الخطوط المستقيمة حمراء اللون) إلى ارتباط إيجابي، كما هو الحال بين المؤشرات (TSD و EC و TH ، SO_4^{-2})، وتشير الزاوية الكبيرة (أكبر من 90 درجة) إلى وجود ارتباط سلبي، وتشير الزاوية 90 درجة إلى عدم وجود علاقة بين العنصرين.

كما ان مواقع اخذ العينات الخمسة الشهري التي تقع على طول أو في اتجاه أحد الأسهم تعني أن هذا الموقع المقابل له قيمة تتجاوز متوسط قيمة العنصر ذات الصلة المرتبطة بالسهم الذي نقارنه (هو يزداد كلما تحركت النقطة أكثر فأكثر من مركز الأحداثيات نحو حافة المخطط الثنائي)، حيث يكون لعينات المياه أعلى قيمة ضمن القيمة الموجبة للعوامل ($F1$ و $F2$) ، متمثلة بمياه الموقع الثالث والرابع من شهر كانون الثاني، بالمقابل النقاط الموجودة في الاتجاه المعاكس لسهم الخاصية المدروسة خلف مركز الأحداثيات إلى أن هذا النموذج المعني بهذه النقطة له قيمة أقل من المعدل العام لهذه الخاصية مقارنة بجميع العناصر في عينة البيانات المدروسة، متمثلة بمياه الموقع الاول للأشهر (كانون الثاني، شباط، نيسان)، بالإضافة إلى عينة الموقع الثاني لشهر كانون الثاني. (الشكلين 10، 11).

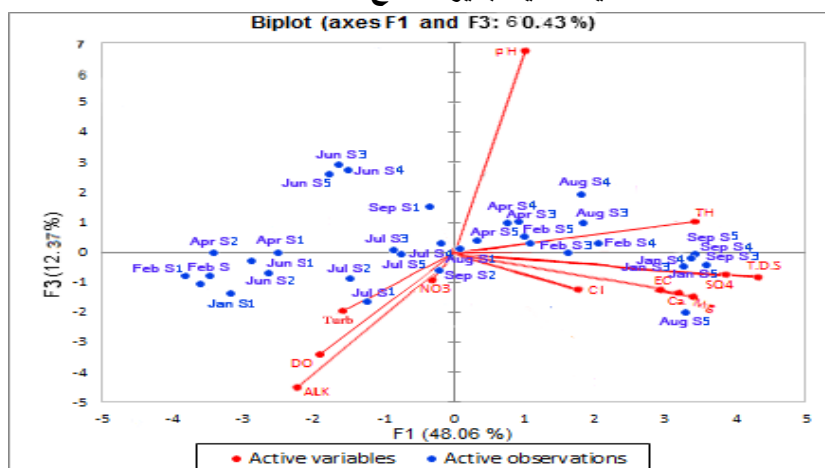
شكل (10) مخطط بايبلوت الثنائي لتحليل المركبات الأساسية PCA biplot ($F1=48.06\%$ & $F2= 22.29\%$) لعينات مياه بَحيرة الدلمج لسنة 2019



المصدر: بيانات الجدولين (2، 13) & XLSTAT program .

شكل (11) مخطط بايبلوت الثنائي لتحليل المركبات الأساسية PCA ($F1=48.06\%$ & $F3= 12.37\%$)

لعينات مياه بُحيرة الدلمج لسنة 2019



المصدر: بيانات الجدولين (2، 13) & *XLSTAT* program .

الاستنتاجات:

- 1- أن المؤشرين (الدالة الحامضية والنترات) فقط لمياه بُحيرة الدلمج ضمن المعايير البيئية المسموح بها.
- 2- جميع مواقع عينات المياه ضمن فئة الرديئة، حيث بلغت قيمة CCME WQI للمياه الخام (22.13) ، مياه الشرب (18.19) ومياه الري (19.06)، وان أعلى قيمة سُجلت في شهر حزيران تحديداً.
- 3- تذبذبت صلاحية مياه الشرب للماشية والدواجن لمياه بحيرة الدلمج، حيث لا يمكن استخدام 60% منها، ونسبة 22.86% يمكن استخدامها ، و 14.28% مياه آمنة ، في حين أن 2.85% فقط مقبولة.
- 4- المؤشرات (EC ، TH ، TDS) لها معامل ارتباط إيجابي قوي جدًا مع أيون (SO_4^{-2}) ، وارتباط عكسي قوي سُجلت بين العكورة و الأوكسجين المذاب .
- 5- قيمة معامل التحديد للدالة الحامضية pH محدودة جدا مع بقية العناصر عدا القلوية Alkalinity اذ ان (49.3%) من التغير الحاصل في pH بسبب التغير الحاصل في القلوية والباقي من التغير البالغ 50.7% حدث بسبب التغير في العناصر الأخرى.
- 6- ان قيمة معامل التحديد T.H تُشكل نسبة 96.7% من التغير الحاصل في أيون Mg^{+2} و قيمة معامل التحديد للتوصيلية الكهربائية EC تُشكل نسبة 60.2% من التغير الحاصل في T.D.S والباقي من التغير البالغ 39.8% حدث بسبب التغير في العناصر الأخرى.

التوصيات والمقترحات:

- 1- ضرورة زيادة التصاريح المائية الشهرية لبُحيرة الدلمج لتحسين نوعية المياه.
- 2- إنشاء عدة محطات ومختبرات لمراقبة ثابتة لتقييم نوعية المياه للبحيرة لقياس نوعية المياه بشكل دوري وإصدار نشرة دورية أسبوعية.
- 3- تنمية الجانب السياحي في البُحيرة من خلال توفير البنى التحتية لذلك.

المصادر:

- 1- توما، صباح، (1988) : علم المياه وإدارة أحواض الأنهر، مديرية دار الطباعة والنشر، جامعة الموصل.
- 2- الجار الله ، أحمد جار الله وعطية محمد الضيوف(1988): التباين الإقليمي في المملكة العربية السعودية (تحليل للبيئة العملية)، مجلة مركز الوثائق والدراسات الإنسانية، العدد العاشر، السنة العاشرة، جامعة قطر.
- 3- الجراش ، محمد بن عبدالله (2019): التطبيقات الاحصائية في الجغرافيا حاسوبياً، مكتبة الملك فهد الوطنية، ط1، الرياض، السعودية، 2019، ص 374.
- 4- درادكة، خليفة عبد الحافظ(2006): المياه السطحية وهيدرولوجية المياه الجوفية، دار حنين للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
- 5- الرديده، جمال احمد (2002) : كيمياء المياه ومعالجتها ، جامعة البلقاء التطبيقية - كلية الحصن الجامعية ، قسم الهندسة البيئية ، دار المستقبل للنشر والتوزيع، اربد، الاردن .
- 6- الساعدي، حسين كريم حمد (2014): هيدرولوجية أهوار الدلمج والشويجة والسعدية وبيئاتها الحيوية (دراسة مقارنة)، أطروحة دكتوراه، غير منشورة ، كلية الآداب، جامعة بغداد.
- 7- الطائي ، اياد عاشور ، سامي عزيز عباس(2012): الاحصاء والنمذجة في الجغرافية، مكتبة ومطبعة أكرم، بغداد .
- 8- طعمة ، حسن ياسين و ايمان حسين حنتوش (2009): أساليب الاحصاء التطبيقي ، ط1، دار صفاء لمنشر والتوزيع ، عمان.
- 9- العاني، محمد جاسم سفيان (2005): النماذج الرياضية واساليب التحليل الكمي في التخطيط الحضري والاقليمي، دار الصفا للطباعة والنشر والتوزيع، الاردن، عمان.
- 10- كريم، اسماعيل جمعة (2020): التقييم النوعي والكمي للتعبئة المائية لحوض وادي زراوة في السليمانية، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب ، الجامعة العراقية.
- 11- معروف ،بشار فؤاد عباس(2008): أثر النشاط البشري في التباين الزمني والمكاني لتلوث مياه شط الحلة ، رسالة ماجستير، غير منشورة ، كلية التربية ، جامعة بابل.
- 12- المنصوري، حسين بدر غالب (2000) : هيدروجيوكيميائية وتأثير عمليات الضخ على نوعية المياه الجوفية لمكمن الدبديبة في منطقة سفوان - الزبير (جنوب العراق)، جامعة البصرة - كلية العلوم ، أطروحة ماجستير (غير منشورة) .
- 13- المديرية العامة للمساحة، خريطة الوحدات الإدارية لمحافظة القادسية، 2013.

المصادر الاجنبية:

- 1- Al-Dabbas M. ، Jassim W. and Kadhim W. (2016) : **Hydro chemical evaluation of the main drain and hor Dalmaj. central Iraq .Iraqi Geological Journal ، 39(1).**
<https://www.researchgate.net/publication/305220238>
- 2- Altovisiki ، M. (1962): **Hand book of hydrogeology.** Geogolitzet ، Moscow ، USSR (In Russian).
- 3- Deshpande ، S. and Aher ، K. (2012): **Evaluation of Groundwater Quality and its Suitability for Drinking and Agriculture use in Parts of Vaijapur ، District Aurangabad ، MS ، India.** Vol. 2.
- 4- Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO). 1985 ،Rome ، Italia.
<http://www.fao.org/3/i7834e/i7834e.pdf>
- 5- Google earth
- 6- vJohn C. Gower ،Sugnet Gardner Lubb (2011):، **Understanding Biplots.** A john Welly And suns Ltd. Pulpation.
- 7- KASSAMBARA Alboukadel (2017): **Practical Guide To Principal Component Methods in R: PCA.**
- 8- Salman ، H. (2018): **Towards an Integrated Management of Water Resources in lake Al-Dalmaj، Wasit Governorate، Water Resources Management Program، Collage of Graduate Studies، Arabian Gulf University.** <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.27874.22725>
- 9- The Canadian water Quality Guideline- water Quality Index (CCME-WQI) **Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME).** 2001. 'Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: CCME Water Quality Index 1.0' ، Technical Report ، Canadian Council of Ministers of the environment Winnipeg ، MB ، Canada. Available at: <http://www.ccme.ca/sourcetotap/wqi.html>
- 10- Todd، D. K(1980): **Groundwater hydrology second edition,** Jhon Wiley and Sous، Inc.New York. .
- 11- UNESCO/WHO. (1978): **Water Quality Surveys. A Guide for the Collection and Interpretation of Water Quality Data.** Studies and Reports in Hydrology، No. 23، United Nations Educational Scientific and Cultural Organization، Paris. https://hydrologie.org/BIB/Publ_UNESCO/SR_023_1978.pdf
- 12- WHO. (2003): **Guidelines for Drinking Water Quality ، 2nd edition.** Vol. 2 ، Geneva ، Switzerland.