



التحليل المكاني لخصائص المياه الجوفية في محافظة القادسية

م.م عباس فاضل
جامعة واسط/كلية التربية

أ.م.د اياد علي فارس
الجامعة المستنصرية/كلية التربية

Abstract

Groundwater is one of the important sources for human use and for irrigation, industry, and contamination by human and industrial activities requires serious attention, especially in areas where water is a major source of groundwater where. Hence this study was to estimate the groundwater characteristics, and determined the study area between latitudes (31 17 18) and (32 24 24) to the north, and longitudes (44 24 24) and (45 49 6) to the east, and is characterized by the study area there is a fluctuation in the groundwater levels, especially in the dry season (summer), and the dryness of many groundwater wells. , And water samples were collected during the first two seasons was in the month of April and the second in the month of September, to determine the amount of change and trends in groundwater characteristics and causes during the two seasons. Laboratory analyzes included all of the physical and chemical characteristics of the groundwater. To determine the characteristics of the water used forms and charts using specialized programs, such as statistical analysis was performed using the program Statistica V.10)) for factor analysis (Factor analysis) and to the reduction of the data and determine the concentration areas. The spatial analysis of the characteristics of the water, it was conducted using a spatial analysis of GIS program using information technology (ArcGIS v.10.2). The study used both CBS scheme (Gibbs, 1970) was used to classify the water and understand the phenomena hydrogeochemical groundwater and the mechanism that controls the chemical composition of the groundwater, and the results show that most of the properties of water samples in both months, with continued evaporative. Most Aniat showed Ancodea distribution in both months, and this shows the convergence of Sahnadtha mineral properties. The results of the factor analysis Factor analysis)) of water samples in the month of April, it has shown a link to the properties of water in seven factors, as distributed in the month of September on five factors. Spatially presence in a number of sites has been focused in both months came concentration in



tune with the characteristics of the rocks and soils and mineral composition, as well as the presence of agricultural activities in the study area

المستخلص.

تُعد المياه الجوفية أحد المصادر المهمة للاستخدام البشري وأغراض الري والصناعة ، وأن تلوثها بفعل النشاطات البشرية والصناعية يستوجب اهتماماً جدياً، لاسيّما في المناطق التي تكون المياه الجوفية مصدراً رئيساً فيها. من هنا جاءت هذه الدراسة لتخمين خصائص المياه الجوفية، وتحدد منطقة الدراسة بين دائرتي عرض (١٨° ١٧' ٣١°) و (٢٤° ٢٤' ٣٢°) شمالاً، وخطي طول (٢٤° ٢٤' ٤٤°) و (٢٦° ٤٩' ٤٥°) شرقاً، وتتصف منطقة الدراسة بوجود تذبذب في مناسيب المياه الجوفية، ولاسيماً في مواسم الجفاف (الصيف)، وجفاف العديد من آبار المياه الجوفية. ، وجمعت عينات المياه خلال موسمين الاول كان في شهر نيسان والثاني في شهر ايلول، للوقوف على مقدار واتجاهات التغير في خصائص المياه الجوفية ومسبباتها خلال الموسمين. شملت التحليلات المخبرية كل من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه الجوفية. ولتحديد خصائص المياه استخدمت اشكال ومخططات بيانية بالاستعانة ببرامج متخصصة مثل التحليل الاحصائي فقد أنجزَ بالاستعانة ببرنامج (Statistica V.10) لاجراء التحليل العاملي (Factor analysis) وذلك لاختزال البيانات وتحديد مناطق تركزها. أما التحليلات المكانية لخصائص المياه، فقد اجريت باستخدام تقنيات التحليل المكاني لنظم المعلومات الجغرافية باستخدام برنامج (ArcGIS v.10.2). استخدمت الدراسة كلاً من مخطط كبس (Gibbs,1970) فقد استخدم لتصنيف المياه وفهم الظواهر الهيدروجيوكيميائية للمياه الجوفية والالية التي تتحكم بالتركيبية الكيميائية للمياه الجوفية ، وتبين من النتائج ان معظم خصائص عينات المياه في كلا الشهرين ذات اصل تبخيري. اذ اظهرت معظم العينات توزيعاً عقودياً في كلا الشهرين، وهذا يدل على تقارب في خصائص سحناتها المعدنية. أما نتائج التحليل العاملي (Factor analysis) لعينات المياه في شهر نيسان، فقد اظهرت ارتباطاً لخصائص المياه في سبعة عوامل، فيما توزعت في شهر ايلول على خمسة عوامل. وقد تركز تواجدها مكانياً في عدد من المواقع في كلا الشهرين وجاء التركيز متناغماً مع خصائص الصخور والترب وتركيبها المعدني، فضلاً عن وجود النشاطات الزراعية في منطقة الدراسة.



. مشكلة البحث

تكمن مشكلة البحث في عدم كفاية موارد المياه السطحية لتلبية الاحتياجات المختلفة في منطقة الدراسة، مما استوجب الاعتماد على المياه الجوفية في العديد من مناطق محافظة القادسية. وتبين من الاستطلاع الاولي للمنطقة، وجود تذبذب في مناسيب المياه الجوفية وخصوصاً في مواسم الجفاف (الصيف). وانخفاضاً كبيراً في مناسيب المياه وجفاف العديد من آبار المياه الجوفية. ووجود تباين في تراكيز الاملاح والعناصر الكيميائية قبل الموسم المطري وبعده. وأشار السكان المحليين الى أنّ قسماً من الحيوانات التي تم ارواؤها من آبار معينة في منطقة الدراسة قد اصببت بالعمى، وهذه تعد مشكلة كبيرة تستوجب الدراسة والتحليل، لما تشكله من مخاطر على صحة الانسان والحيوان على حدّ سواء في تلك المناطق.

. فرضية البحث

للتحقق من مشكلة الدراسة والوقوف على مسبباتها، وُضِعَت الافتراضات الآتية:

- تأثر سكان المحافظة بملوثات المياه الجوفية، لاسيّما البعيدة عن مراكز المدن، وذلك لاعتمادهم عليها بشكل رئيسي.
- تأثر المياه الجوفية بالملوثات الصرف الزراعي بصورة رئيسة.
- اختلاف تراكيز الملوثات في الابار مع اختلاف مناسيبها تبعاً للظروف المناخية .

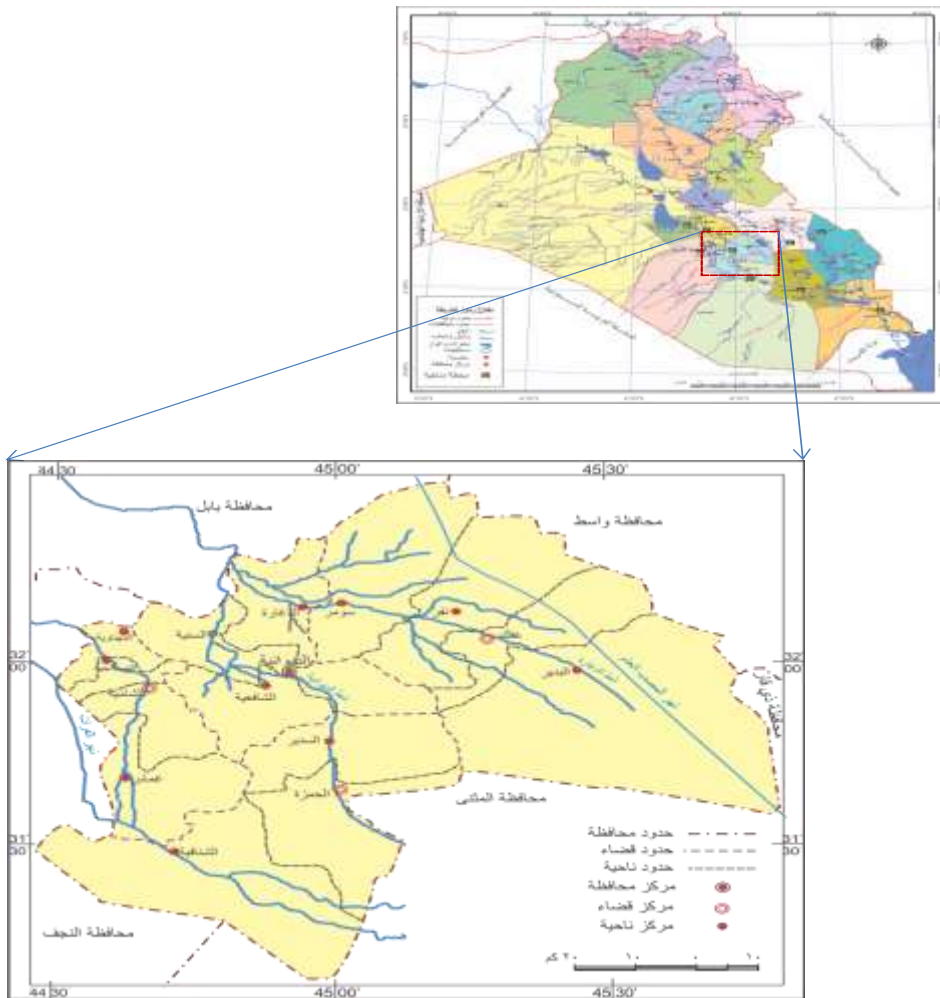
. اهداف البحث

تسعى هذه الدراسة الى انشاء قاعدة بيانات جغرافية ،وانتاج خرائط التوزيع المكاني لمناطق تركيز العناصر الكيميائية، وخرائط التوزيعات للابار باستخدام برنامج ArcGIS v.10.2 . وعدد من البرمجيات ذات العلاقة. واعتماد عدد من المخططات والاشكال والمؤشرات الهيدروكيميائية، وذلك باستخدام برمجيات متخصصة، مثل Statistica v. 10

. موقع منطقة الدراسة

تقع محافظة القادسية بين دائرتي عرض (١٨° ١٧' ٣١) و (٢٤° ٢٤' ٣٢) شمالاً، وخطي طول (٢٤° ٢٤' ٤٤) و (٦° ٤٩' ٤٥) شرقاً، (خريطة ١). اما جغرافياً فإن محافظة القادسية تقع في الجزء الشمالي من جنوب العراق ،وتبلغ مساحة محافظة القادسية الكلية (٨٥٢٤) كيلو متراً مربعاً، وهي بذلك تشكل ما نسبته (١,٩%) من مساحة العراق الكلية.

خريطة ١: موقع محافظة القادسية بالنسبة للعراق



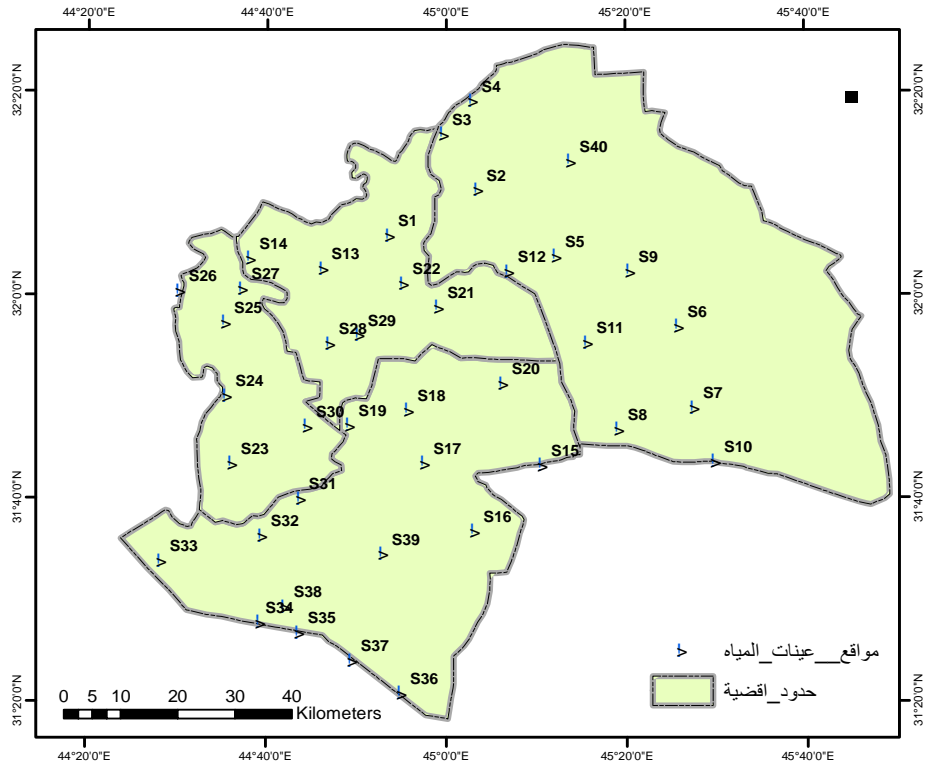


. الدراسة الميدانية

تعد الدراسة الميدانية من المراحل المهمة في مرحلة الدراسة، فقد تم اختيار (٤٠) بئراً لجمع عينات المياه، تتوزع جغرافياً على حدود منطقة الدراسة، وان تحديد مواقع الابار تم باستخدام جهاز (GPS) لتحديد على الخريطة وفق احداثيات (UTM-WGS84) (خريطة ٢).

وتم جمع عينات المياه بتاريخين مختلفين الاول قبل الموسم المطري والثاني بعد الموسم المطري للوقوف على مقادير التغير في خصائص المياه ومسبباتها.

خريطة ٢: مواقع الابار الخاصة بجمع عينات المياه الجوفية في محافظة القادسية



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على جهاز (GPS) .



. التحليلات الفيزيائية والكيميائية لعينات المياه الجوفية

بعد اكمال الدراسة الميدانية وجمع عينات المياه الجوفية، اجريت التحاليل المختبرية للعينات في المختبر الخدمي في جامعة بغداد ومختبر اعادة تدوير المياه في وزارة العلوم والتكنولوجيا للفترتين ما قبل الموسم المطري وبعده لغرض الوقوف على التباين في التراكيز ومسبباتها، وشملت التحليلات كلاً من الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية .

. قياس خطأ التوازن ودقة التحاليل الكيميائية

قبل البدء بتفسير نتائج التحليل للمياه الجوفية لابد من التحقق من دقة البيانات التي تم تحليلها ودقة طرائق التحليل المستخدمة بعد تحويل تراكيز العناصر الأساسية الى (ملليمكافى/لتر). أنَّ احد الخصائص الأساسية للماء هي أنَّ مجموع الأيونات الموجبة والسالبة للأنواع الذائبة يجب ان يساوي صفراً على افتراض حالة التوازن الكيميائي. تحسب النسبة المئوية لخطأ التوازن بواسطة المعادلة الآتية:-

$$\text{Balance error (\%)} = \frac{\sum \text{cations} - \sum \text{Anion}}{\sum \text{cations} + \sum \text{Anion}} \times 100$$

إذ يكون مجموع التراكيز (meq/l)

وتكون النتائج التحليلية مقبولة عندما يكون الفرق النسبي اقل من (5%) وهذا يعني ان الصحة عالية، وفي حالة كون الفرق النسبي من (5-10%)، فإنَّ النتائج فيها احتماليات ممكن أن تكون مهمة وفي هذه الحالة فهي ضمن المدى المقبول ولكنها تدل على عملية التبادل في الأيونات والتفاعلات الكيميائية لاتزال مستمرة بسبب الاستخدام المتواصل للأسمدة واستمرار تسرب العناصر الكيميائية إلى المياه الجوفية (النايف، ٢٠٠٧ ص ٥٠ ; Faris, 2009). ومن خلال ذلك نلاحظ في الجدولين (١ و ٢)، أنَّ القيم المحسوبة لخطأ التوازن لعينات المياه الجوفية في شهر نيسان غالبيتها تقع ما بين (٥ _ ١٠ %) باستثناء عينات الآبار للمواقع (S13, S12, S4) ذات القيم (١٠٠.٤ - ١١.٦٦ - ١٠.٣٢) على التوالي. أما في شهر ايلول فللمواقع (S8-S10-S11-S13-S22-) ذات القيم (10.1-13.9-10.8-13.3-11.4-15.3-15.2) و (S26-S32-S38-S40) ذات القيم



10.9-18.9) على التوالي، وأن أغلب العينات تميزت بتركيزات عالية للعناصر في شهر ايلول بالمقارنة مع شهر نيسان والسبب هو انخفاض منسوب المياه الجوفية مما يؤدي إلى زيادة تركيز العناصر في المياه لعدم تساقط الأمطار وزيادة نسبة التبخر في منطقة الدراسة باعتبارها منطقة جافة. اذ ان عدد من الآبار تصبح جافة خلال موسم الصيف كما هو الحال في الآبار (S4-S7-S12-S15-S21-S23-S27-S30-S31).

جدول ١: تراكيز الايونات الرئيسية (مليمكافى/لتر) مع نسبة خطأ التوازن لعينات شهر نيسان ٢٠١٣

رقم العينة	تركيز العناصر مقاسة بـ (مليمكافى/لتر)										نسبة خطأ التوازن (%)
	Na+	Ca+2	Mg+2	K+	SO4-2	CL-	NO3-	HCO3-	CO3-2	PO4-3	
S1	4.22	25.95	43.60	1.30	33.183	24.836	0.090	3.239	0.333	0.474	9.41
S2	3.48	19.96	63.75	1.28	32.013	35.150	0.173	4.959	0.200	0.284	9.73
S3	4.13	24.95	59.23	1.64	48.669	20.430	0.060	4.679	0.117	0.379	9.50
S4	14.79	44.66	166.99	1.64	58.371	119.774	0.177	5.879	0.333	0.862	10.32
S5	4.26	27.94	78.15	1.38	66.509	21.163	0.105	4.039	0.217	0.385	9.46
S6	4.09	8.98	26.32	1.30	15.413	12.051	0.052	5.758	0.103	0.227	9.55
S7	7.22	4.99	25.50	1.66	12.440	16.486	0.078	3.399	0.213	0.172	9.12
S8	5.18	5.49	13.16	1.13	8.124	6.627	0.036	5.078	0.137	0.517	9.75
S9	4.79	8.98	33.73	1.53	20.539	13.391	0.089	6.318	0.170	0.231	9.24
S10	57.42	17.96	155.88	0.80	163.179	35.452	0.038	5.748	0.107	1.782	5.88
S11	4.35	28.44	28.79	0.54	26.129	19.270	0.064	5.646	0.240	0.234	9.27
S12	6.53	27.94	53.47	0.67	48.440	14.669	0.130	4.959	0.180	1.725	11.66
S13	17.66	20.46	93.78	0.64	91.102	10.649	0.077	6.159	0.207	0.152	10.04
S14	10.22	6.49	18.10	0.87	10.841	10.649	0.078	5.039	0.273	2.818	9.15
S15	4.79	16.97	32.90	0.31	20.726	18.427	0.085	5.239	0.177	0.332	9.98
S16	6.18	10.48	31.26	0.27	14.543	19.462	0.104	5.398	0.183	0.080	9.56
S17	4.00	10.98	44.42	0.10	25.155	18.116	0.118	5.730	0.170	0.123	9.27
S18	4.13	15.97	46.07	0.08	26.912	22.500	0.310	4.695	0.240	0.287	9.33
S19	9.57	6.49	51.00	0.50	23.456	27.347	0.134	5.239	0.143	0.272	8.84
S20	5.13	23.95	32.90	0.16	28.802	16.712	0.119	5.451	0.177	0.265	9.35
S21	5.22	9.98	28.79	0.24	19.433	12.869	0.090	4.279	0.000	0.172	9.11
S22	12.18	51.90	64.16	0.43	37.742	63.893	0.078	3.599	0.503	0.287	9.61
S23	3.92	16.97	41.13	0.64	29.650	15.583	0.259	5.451	0.193	0.275	9.86
S24	3.92	9.98	46.07	0.31	22.771	20.325	0.200	5.998	0.260	0.080	9.67
S25	8.53	19.46	59.23	0.46	31.803	28.876	0.154	6.119	0.000	4.888	9.93
S26	8.22	37.67	34.55	0.07	36.470	25.372	0.112	4.843	0.273	0.430	8.79
S27	5.66	4.99	35.37	0.86	12.990	19.095	0.052	6.319	0.000	0.402	9.35



S28	11.75	5.49	25.50	0.61	10.393	8.192	0.121	6.402	0.377	10.293	9.56
S29	4.79	7.49	42.78	0.59	21.501	17.659	0.030	5.599	0.150	0.727	9.84
S30	3.92	4.74	21.80	1.64	10.227	8.407	0.028	4.959	0.000	2.932	9.44
S31	4.79	17.96	55.11	2.05	25.952	34.301	0.160	5.958	0.000	0.231	9.08
S32	19.66	55.89	176.86	2.56	20.639	181.464	1.308	5.199	0.000	0.651	9.85
S33	7.61	32.44	41.95	1.79	37.799	25.223	0.305	5.439	0.190	0.136	9.62
S34	4.65	45.41	36.19	2.30	40.418	29.460	0.609	4.370	0.123	0.297	8.11
S35	5.31	43.41	75.68	2.05	60.018	37.889	1.428	4.855	0.213	0.117	9.49
S36	27.06	83.33	92.13	2.56	119.607	31.846	10.710	5.439	0.213	1.667	9.50
S37	4.87	41.92	41.95	1.61	37.060	33.635	1.220	2.800	0.283	0.747	8.79
S38	6.09	49.40	80.61	2.07	57.147	50.073	1.203	5.319	0.217	1.207	9.08
S39	4.26	37.43	39.48	1.61	33.597	28.075	1.418	4.879	0.107	0.205	9.60
S40	14.40	7.24	57.58	2.05	28.070	30.645	1.630	6.119	0.207	1.150	9.02

المصدر: بالاعتماد على: المختبر الخدمي، قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة بغداد. ومختبر اعادة تدوير المياه، دائرة البيئة والمياه في وزارة العلوم والتكنولوجيا.

جدول ٢: تراكيز الايونات الرئيسة (مليمكافى/لتر) مع نسبة خطأ التوازن لعينات شهر ايلول ٢٠١٣.

رقم العينة	تركيز العناصر مقاسة ب (مليمكافى/لتر)										نسبة خطأ التوازن (%)
	Na+	Ca+2	Mg+2	K+	SO4-2	CL-	NO3-	HCO3-	CO3-2	PO4-3	
S1	10.875	18.463	39.6493 2	0.10995 1	28.5234	24.1477 6	0.08548 9	3.98277	0	0.0665 9	9.762463694
S2	23.403	18.463	12.5857 8	0.08949 5	30.5013	15.5719 2	0.05645 5	7.85081	0.06999 3	0.019	0.434392532
S3	13.485	20.459	37.9218 6	0.08182 4	30.3972	22.3705 3	0.14355 7	5.78567	0.10665 6	0.1307 7	9.942768554
S4											
S5	22.62	25.698 5	55.3609 8	0.10228	47.7819	33.2878	0.12420 1	4.06472	0	0.1127 7	9.733049068
S6	6.9165	6.8363	7.15662	0.07671	9.80622	7.6167	0.01774 3	3.01576	0	0.032	1.200029811
S7											
S8	25.621 5	33.932	55.1964 6	0.09972 3	50.4885	39.2401 1	0.15807 4	3.37634	0.06999 3	0.2601 8	10.19775106
S9	6.4815	6.0878	6.25176	0.02045 6	6.07944	7.24997 5	0.01935 6	2.93381	0	0.011 6	7.251838134
S10	66.12	60.379	94.599	0.48583	72.0372	88.7204 5	0.21775 5	6.32654	0	0.1763 6	13.90665401
S11	22.185	25.598 7	62.3530 8	0.09716 6	47.9068 2	36.6447 9	0.11774 9	3.9336	0	0.016	10.86983718
S12											
S13	37.236 9	38.472 9	66.2193	0.17899	55.9641 6	46.5465	0.24356 3	5.42509	0.10665 6	0.3614 9	13.34361342
S14	16.747 5	22.205 5	25.0893	0.15853 4	18.6963 6	25.3043 7	0.23388 5	8.17861	0.07665 9	0.1683 6	9.877358437
S15											
S16	20.532	25.498 9	38.0041 2	0.21734 5	32.1669	30.5232 2	0.24678 9	5.98235	0	0.026	9.991738514
S17	4.872	5.4391	6.82758	0.03324 1	5.5173	6.91145	0.01935 6	2.06514	0	0.051	8.216729512
S18	4.785	5.6886	8.226	0.02812 7	6.20436	7.53207	0.03871 2	1.49149	0	0.119	9.797027024
S19	15.225	11.976	37.017	0.09205	21.1323	27.4201	0.15162	3.68775	0.14331	0.2065	9.883154797



				2		2	2		9	4	
S20	4.698	4.99	8.55504	0.03068 4	6.0378	7.02429	0.11936 2	1.78651	0	0.12	9.549163672
S21											
S22	35.67	43.712 4	63.7515	0.22501 6	48.927	54.6145 6	0.13710 5	9.55537	0.43662 3	0.2867 7	11.42620307
S23											
S24	11.31	8.2335	17.1923 4	0.13807 8	11.5342 8	13.7664 8	0.08871 5	4.83505	0	0.1167 7	9.718964961
S25	7.83	10.978	18.0972	0.11506 5	12.0964 2	13.5408	0.13871 8	4.19584	0	0.517	9.674980876
S26	37.801 5	40.369 1	68.9338 8	0.22245 9	53.9238	49.4239 2	0.11613 6	4.47447	0.10665 6	0.1423 6	15.31796847
S27											
S28	13.485	11.177 6	38.6622	0.09716 6	20.3619 6	26.4327 7	0.20162 5	4.4253	0.29997	0.2	9.970507161
S29	8.7435	15.069 8	18.5907 6	0.15342	14.0535	16.8695 8	0.13387 9	4.11389	0.04666 2	0.039	9.382591622
S30											
S31											
S32	53.157	48.403 4	70.2500 4	0.07159 6	60.2114 4	56.0250 6	0.07581 1	9.40786	0.10665 6	0.474	15.28621386
S33	9.3525	15.069 8	19.0843 2	0.20200 3	13.9910 4	13.9357 4	0.08548 9	7.89998	0	0.1117 7	9.637964838
S34	14.224 5	22.355 2	22.5392 4	0.16109 1	18.4673 4	22.1448 5	0.11936 2	8.16222	0	0.1673 6	9.432148149
S35	15.312	21.956 2	21.9634 2	0.09205 2	18.5714 4	22.3705 3	0.10161 9	7.81803 5	0.08332 5	0.1453 6	9.438992329
S36	20.445	22.355 2	28.8732 6	0.10483 7	20.7159	27.6458	0.09678	10.4568 2	0	0.1699 5	9.699452056
S37	22.185	19.96 8	22.0456 8	0.13296 4	21.9442 8	22.5115 8	0.09194 1	8.14583	0.10332 3	0.0771 8	9.769391703
S38	27.405	40.019 8	19.2488 4	0.06903 9	32.0211 6	27.8996 9	0.11129 7	10.6535	0.10665 6	0.0891 8	10.06266793
S39	23.925	14.97 2	34.3024 2	0.09972 3	22.6938	28.0689 5	0.15646 1	9.65371	0	0.0901 8	9.431187659
S40	53.548 5	70.608 5	89.9924 4	0.14063 5	59.7742 2	70.1018 5	0.15000 9	15.8655 2	0.06999 3	0.1853 6	18.90569445

المصدر: بالاعتماد على: المختبر الخدمي، قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة بغداد. ومختبر إعادة تدوير المياه، دائرة البيئة والمياه في وزارة العلوم والتكنولوجيا.

الخصائص الفيزيائية لعينات المياه الجوفية

إن الخصائص الفيزيائية للمياه الجوفية والمتمثلة (اللون والطعم والرائحة والعكورة ودرجة الحرارة) تم قياسها في أثناء جمع العينات، وتبين أن درجة الحرارة في شهر نيسان تتحصر ما بين ($19-28^{\circ}\text{C}$)، وفي شهر أيلول تتحصر ما بين ($17-20^{\circ}\text{C}$). أما العكورة فبعض الآبار سجلت في شهر نيسان قيمة تتحصر ما بين ($14-320$) ملغرام/لتر. أما في شهر أيلول فإن غالبية المواقع سجلت قيمة ما بين ($10.2-290$) ملغرام/لتر. أما بشأن الملوحة فإن جميع عينات الآبار في شهر نيسان ذات طعماً مالحاً تتحصر قيمه ما بين ($862-8940$) ملغرام/لتر. أما في شهر أيلول تتحصر قيمة ما بين ($7106-720$) ملغرام/لتر.

. الخصائص الكيميائية للمياه الجوفية

هناك تقنيات وطرائق عديدة تستخدم في تحديد الاختلاف في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمياه.

فقد استخدمت الدراسة مخطط كَبس (Gibbs, 1970) لفهم الظواهر الهيدروجوكيميائية للمياه الجوفية.

. آلية التحكم في كيميائية المياه الجوفية

لقد ناقش بعض الباحثين الآليات المتنوعة التي تنظم التركيبة الكيميائية للمياه وعلاقتها بالصخور الحاوية لها. فقد اقترح كَبس (Gibbs, 1970) ثلاث مراحل لتفاعل الماء قبل أن يصل إلى حوض الأرض المرحلة الأولى التفاعل مع التساقط والمرحلة الثانية التفاعل مع الصخور والمرحلة الثالثة التفاعل مع التبخر.

. مخطط كَبس (Gibbs)

اقترح كَبس (Gibbs) مخططاً قائماً على أساس نسب كَبس بصفتها إحدى وظائف وقياس تحليل مجموعة المواد الصلبة الذائبة (T.D.S)، ويستخدم على نطاق واسع لدراسة العلاقة بين تكوين المياه الجوفية والخصائص الصخرية، ويشير إلى أن هناك ثلاثة مصادر للمكونات الكيميائية الذائبة هي سيادة هطول الأمطار، وسيادة التبخر، وسيادة تفاعل الصخور (Xing et al., 2013; AL-Ahmadi, 2013). ومن العناصر الأساسية من الأيونات السالبة والأيونات الموجبة، وقد اقترح كَبس (Gibbs) نسبتين باستخدام المعادلة الآتية: - (Faris, 2009).

$$1 - \text{Gibb 's Ratio} - 1 = \frac{CL}{(CL + HCO_3)} \text{ for anions}$$

$$2 - \text{Gibb 's Ratio} - 11 = \frac{Na + K}{Na + K + Ca} \text{ for cations}$$



إذ يعبر عن كافة الأيونات بـ (ملليمكافى/لتر).

وطبقاً لمخطط كَبس (Gibbs) يكون التركيز الكيميائي للمياه الجوفية في منطقة الدراسة ضمن سيادة التبخر والصخور. جدول (٣) وشكل (١. أ و ب).

ونلاحظ أنَّ سيادة الصخور قليلة مقارنة بالتبخر ولكلتا الفترتين نيسان وأيلول، إذ بلغت في شهر نيسان وللأيونات السالبة ما نسبتهـا (13%) مقارنة مع التبخر التي بلغت نسبتهـا (87%)، وفي شهر ايلول بلغت نسبتهـا (13%) مقارنة مع التبخر التي بلغت نسبتهـا (87%) ايضاً، أما بالنسبة للأيونات الموجبة أيضاً نلاحظ سيادة التبخر ولكلا الفترتين.

ومن خلال ذلك تبين أنَّ غالبية التراكيز الموجودة في المياه الجوفية هي نتيجة التبخر الذي يعد من أهم العمليات التي تساعد في تركيزها وذلك بسبب قلة الأمطار ونقص الرطوبة في الصيف يؤدي إلى تراكم الاملاح المذابة في الفصل الجاف ومن هذه الأملاح الصوديوم والبيكاربونات والكالسيوم من المياه السطحية التي تتسرب في النهاية إلى داخل التربة، إذ يؤثر الكالسيوم والمغنسيوم الموجود في الماء على عسرة المياه.

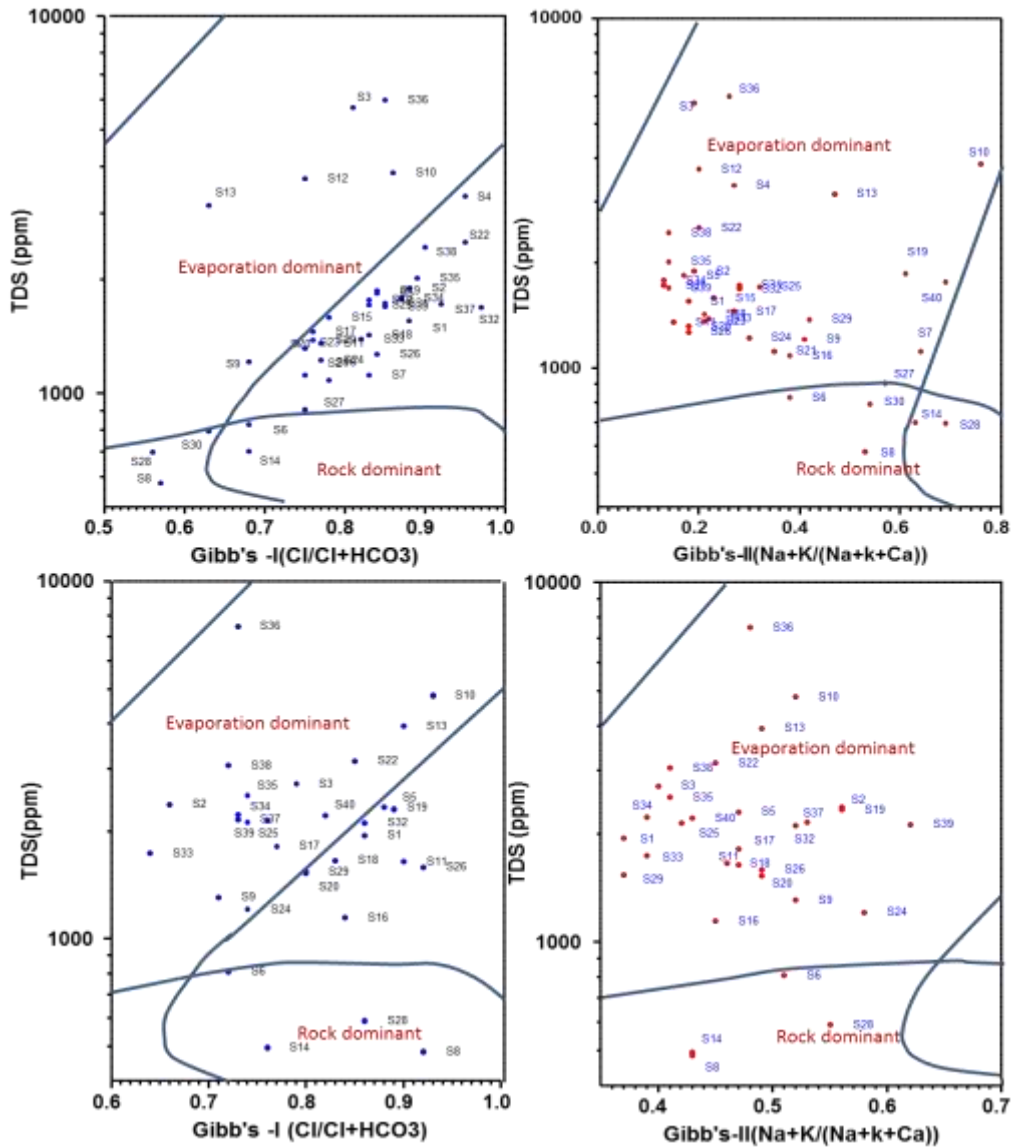
جدول ٣: عينات المياه وفق تصنيف كَبس (Gibbs) .

النسبة (%) المئوية		النسبة Ratio	الفترة Period
سيادة الصخور Rock Dominance	سيادة التبخر Evaporation		
13	87	نسبة الأيونات السالبة	نيسان April
13	87	Anion ratio	ايلول September
15	85	نسبة الأيون الموجب	نيسان April
13	87	Cation ratio	ايلول September

المصدر : بالاعتماد على شكل (١)



(أ). شهر نيسان



(ب). شهر ايلول

شكل ١: مخطط كبس لتصنيف المياه حسب مصدر تركيز العناصر الكيميائية فيها.



. التحليل العاملي (Factor analysis) لخصائص للمياه الجوفية

إن استخدام أساليب إحصائية متعددة المتغيرات لتقييم وتصنيف مجموعة بيانات كبيرة من برامج الرصد البيئي تتيح الحد من أبعاد البيانات واستخراج المعلومات بشكل عوامل من شأنها أن تكون مفيدة لتقييم نوعية المياه وإدارتها، إذ إنها تستخدم على نطاق واسع وشامل لتحديد الفروق أو التشابه في المجالات البيئية من حيث نوعية المياه ومؤشراتها (Tanriverdi et al., 2010).

وهناك عدد من المؤشرات، يتوجب الوقوف عندها وفهما قبل إجراء التحليل العاملي وهي كل من تدوير فاري ماكس Varimax rotation ، وعامل التحميل Factor loading ، والقيمة الذاتية Eigenvalue ، ورصيد العامل Factor Score .

وأن أي عامل مع قيمة ذاتية Eigenvalue أكبر من الوحدة الواحدة (القيمة الذاتية > 1) يعد مهماً للقياس وفقاً لمعايير كاتل وباسبرز (1967). وتعد العوامل التي تظهر المتغيرات ارتباطاً أكبر من (0.75) حمولة عوامل قوية، والتي تظهر ارتباطاً يتراوح بين (0.75 – 0.50) حمولة عوامل معتدلة، والتي لها ارتباط بين (0.50 – 0.30) حمولة عوامل ضعيفة (Juahir et al., 2011; Liu et al., 2003).

وتمثل قيمة رصيد العامل (Factor Score) أهمية عامل معين في الموقع الجغرافية للعينة. إذ إن كل قيمة رصيد عامل أكبر من ("1") تشير إلى أهمية شديدة من العملية في منطقة محددة، بينما القيمة السالبة أقل من ("1-") يعني المنطقة التي يقوم بها هذا العامل ليست ذات أهمية مكانية، على حين أن اقترابه من القيمة الصفرية ، يشير إلى أن المنطقة متأثرة بدرجة قليلة بذلك العامل (Tripathi, 1979; Lawrence and Upchurch, 1982). ورصيد العامل يسقط باستخدام طرائق الحشر المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية لانتاج خرائط تبين التوزيع المكاني لتركز المتغيرات أو العناصر الكيميائية المدروسة في مناطق محددة من منطقة الدراسة، والتي توضح علاقة التركيب الكيميائي للمياه الجوفية بالتربة والصخور والنشاطات الزراعية والبشرية الأخرى في منطقة الدراسة. من بين أهم مخرجات تحليل العوامل هي جداول تعزيز العوامل المرتبطة بالتوزيع المرجح لعناصر جيوكيميائية مختلفة على العوامل الناتجة وباستخدام تحليل (ArcGIS spatial analyst) تم اعداد العوامل الموزعة مكانياً من خرائط تساوي الرصيد (iso-score) لكل العينات التي جمعت



في شهري نيسان وإيلول لمعرفة موقع التغذية، واتجاه مسار تدفق المياه الجوفية والتلوث وتقسيم المياه الجوفية في المنطقة (Faris,2009).

. التحليل العاملي (Factor analysis) لعينات المياه في شهر نيسان ٢٠١٣

إنَّ ارتباط المتغيرات وقيم حمولة العوامل لعينات مياه الآبار التي جمعت تتمثل بسبعة عوامل او مركبات، تفسر ما يقارب (86.6%) من مجموع القيم الكيميائية المدخلة في العوامل السبعة كلها بقيم (Eignvalue) التي تكون اكبر من واحد، جدول (4).

جدول 4: القيمة الذاتية (Eigenvalues) لحساب عدد العوامل المعتمدة لعينات شهر نيسان، ٢٠١٣

Eigenvalues (final-chemical analysis)				
Factor	Extraction: Principal components			
رقم العامل	Eigenvalue	% Total	Cumulative	Cumulative
	القيمة الذاتية	Variance	Eigenvalue	%
1	6.645442	27.68934	6.64544	27.68934
2	5.122132	21.34222	11.76757	49.03156
3	2.474663	10.3111	14.24224	59.34265
4	2.241141	9.33809	16.48338	68.68074
5	1.683382	7.01409	18.16676	75.69484
6	1.349588	5.62328	19.51635	81.31812
7	1.054204	4.39252	20.57055	85.71064

المصدر: نتائج التحليل العاملي باستخدام برنامج (Statistica v. 10)



ولتفسير نتائج تحليل المركبات الأساسية لشهر نيسان وفقاً لقيم ارتباط مجموعة العوامل جدول (5) ، وقيم رصيد العامل (جدول 6) وذلك بتحديد العناصر التي اعطت ارتباطاً بالعامل على وفق قيم حمولة العامل وتوزيعها المكاني بحسب تراكيزها في مواقع معينة لقيم رصد العامل المكافئ لها (خريطة 3) .

العامل F₁ :

يغطي (27.6%) من مجموع القيم المدخلة، ويضمن ذلك الكميات المدخلة ذات التشبع الموجب العالي والمتوسط فقد اظهرت العناصر (Tss – TDS – Ec – Na – SO₄ – TH –) علاقة ارتباط قوية وقيم (0.92 – 0.54 – 0.72 – 0.88 – 0.88 – 0.83) (Mg – NO₃) على التوالي. وأنّ التوزيع المكاني للعناصر الكيماوية التي شملها العامل F₁ تم توضيحها باستخدام خريطة iso-score (a 3) والتي تبين تركيز متغيرات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب للعامل (F₁) بالقرب من مواقع العينات (S36 ، S10،S3) . إنّ تركيز الكبريتات والمغنسيوم والصوديوم يعني أنّ صخور وترب المنطقة هي تربة جبسية وملحية، أما بشأن النتترات، فإنّ للنشاطات الزراعية والأسمدة الكيماوية دوراً كبيراً في أنّ مياه آبار المنطقة غنية بالنتترات.

العامل F₂ :

يغطي (21.3%) من مجموع القيم المدخلة، ويضمن تلك الكميات المدخلة ذات التشبع الموجب، فقد اظهر العنصر (pH) علاقة ارتباط طردية ومتوسطة وقيمة (0.61). وإنّ التوزيع المكاني لكميات القيم المدخلة للعامل (F₂) والتي تعرض على هيئة خريطة is-score (b 3) وسيادة متغيرات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب للعامل (F₁) بالقرب من مواقع العينات (S1 – S2) .

العامل F₃ :

يغطي (10.3%) من مجموع القيم الداخلة ذات التشبع الموجب العالي والمتوسط ، فقد اظهرت العناصر (Fe – Mn – B) علاقة ارتباط قوية ومتوسطة وقيم (0.80 – 0.77 – 0.69) على التوالي. إنّ التوزيع المكاني لكميات القيم المدخلة للعامل (f₃) والتي تعرض على هيئة خريطة iso-score (c 3) والتي تبين سيادة متغيرات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب للعامل (f₃)



بالقرب من مواقع العينات ($S_8 - S_{10} - S_{32} - S_{40}$). وهذا يعني أنَّ ترب وصخور هذه المنطقة تتركز فيها العناصر الثانوية أكثر من بقية المناطق في محافظة القادسية.

العامل F_4 :

ويغطي (9.3%) من مجموع القيم المدخلة ذات التشبع الموجب العالي، فقد اظهرت العناصر ($NTU - PO_4$) علاقة ارتباط قوية وقيم (0.93 - 0.86) على التوالي. إنَّ التوزيع المكاني لكميات القيم المدخلة للعامل (F_4) والتي تم عرضها مكانياً باستخدام خريطة iso-score (3 d) وفيها تظهر متغيرات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب للعامل (F_4) بالقرب من مواقع العينات ($S_{25} - S_{28}$). أما زيادة تركيز الفوسفات يعود ايضاً الى المبيدات الزراعية والاسمدة التي تستخدم في الزراعة. أما زيادة العكورة تعود الى أنَّ خزانات المياه الجوفية توجد في نسجة ترب طينية وسلتية بنسبة عالية.

العامل F_5 :

يغطي (7%) من مجموع كميات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب حين أظهر العنصر (CO_3) علاقة ارتباط موجبة وقيمة (0.79)، وأنَّ التوزيع المكاني لكميات القيم المدخل للعامل (F_5) وهذا العنصر الذي تركز في العامل الخامس توزع مكانياً بالقرب من مواقع عينات ($S_{22} - S_{37}$)، خريطة iso-score (3 e). إنَّ تركيز الكربونات يعود الى طبيعة الصخور والترب الكلسية في المنطقة.

العامل F_6 :

يغطي (5.6%) من مجموع كميات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب، حين اظهرت العناصر ($K-NO_3$) علاقة ارتباط موجبة وقيم (0.76 - 0.66) على التوالي، وإنَّ التوزيع المكاني لكميات القيم المدخلة للعامل (F_6) موضعاً في الخريطة iso-score (3 f) والتي تبين سيادة متغيرات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب للعامل (f_6) بالقرب من موقع عينات ($S_{36} - S_{40}$). ان اصل العنصر الكيمائية يعود للاسمدة الكيمائية والمبيدات المستخدمة في الزراعة التي تؤدي الى تركيز النترات والبوتاسيوم في المياه بعد ترشحها من خلال التربة ووصولها الى المياه الجوفية.

العامل F_7 :

يغطي (4.3%) من مجموع كميات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب فقد اظهرت العناصر (TH-Mg-Cl-Ca) علاقة ارتباط موجبة وقيم (0.54 - 0.92 - 0.74 - 0.75) على التوالي ، وأنَّ التوزيع المكاني لكميات القيم المدخلة للعامل (F_7) والتي تعرض على هيئة خارطة is-score (3 g) سيادة متغيرات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب للعامل (F_7) بالقرب من مواقع عينات ($S_4 - S_{22} - S_{32}$). يعود تركيز هذه العناصر الى كون ترب وصخور هذه المنطقة غنية بالمواد الكلسية مثل كربونات الكالسيوم والمغنسيوم، وهي التي تؤدي الى زيادة عسرة المياه كما هو واضح من تركيز قيم العسرة في هذه العينات.

جدول 5: نتائج حساب حمولة العامل (Factor loading) بعد تدوير (Varimax rotation)

لعينات شهر نيسان ٢٠١٣

Variable المتغير	Factor Loadings (Varimax raw) (final-chemical analysis) Extraction: Principal components (Marked loadings are >.700000)						
	Factor	Factor	Factor	Factor	Factor	Factor	Factor
	1	2	3	4	5	6	7
NTU	-0.10185	-0.02438	0.042919	0.868098	0.110455	-0.2027	0.003845
Ph	-0.14887	0.617454	0.099075	0.244845	-0.41609	0.309403	-0.1751
Tss	0.83696	0.005633	0.043322	0.097629	0.021411	0.275621	0.34041
TDS	0.881542	0.024186	-0.11508	-0.07807	0.104917	0.158808	0.137626
Ec	0.881542	0.024186	-0.11508	-0.07807	0.104917	0.158808	0.137626
TH	0.54381	-0.03613	0.081192	-0.07748	0.268036	0.100392	0.751372
Na	0.729102	0.020844	0.475413	0.175895	-0.26052	-0.20964	0.124327
Ca	0.498969	0.031471	-0.08033	-0.10582	0.376301	0.420609	0.540447
Mg	0.518164	-0.00699	0.256463	0.005549	-0.19335	-0.05231	0.749251
K	0.189096	-0.09862	0.204884	-0.22285	-0.12481	0.767299	0.293365
SO4	0.925209	-0.03858	0.130218	-0.05051	-0.04354	-0.08213	0.082943
Cl	0.063125	0.031149	0.251328	-0.03032	-0.04275	0.111906	0.92705
NO3	0.608135	0.048231	-0.0553	0.062279	0.053378	0.66408	-0.01029



HCO ₃	0.020704	0.273089	-0.04174	0.388029	-0.70737	0.000154	0.034591
CO ₃	0.074554	-0.15388	0.034265	0.314634	0.79132	-0.06082	0.024063
PO ₄	0.052806	0.037881	0.032763	0.932175	-0.07385	0.045761	-0.07709
Fe	0.072588	0.133541	0.80318	0.159194	0.084743	-0.23108	0.350732
B	0.047683	-0.05825	0.699451	-0.14707	-0.04343	0.392321	0.038779
Mn	-0.04033	0.149186	0.773509	0.016837	0.027181	0.257335	0.263631
Zn	0.166287	-0.89888	0.011565	-0.02063	-0.16555	-0.07495	-0.09823
Cu	-0.04383	-0.93979	-0.09051	0.006111	0.031324	0.182225	-0.0978
Cr	-0.05794	-0.96043	-0.00418	0.018257	0.123238	-0.01246	0.069859
Pb	-0.07609	-0.93506	-0.08066	0.026568	0.09568	-0.00665	0.077203
Cd	-0.02927	-0.90569	0.0031	-0.04462	0.144847	-0.00129	-0.04244

المصدر: نتائج التحليل العاملي باستخدام برنامج (Statistica v. 10)

جدول 6: نتائج حساب رصيد العامل (Factor Score) بعد تدوير (Varimax) لعينات المياه

لشهر نيسان ٢٠١٣

Well no.	Factor Scores (final-chemical analysis)						
	Rotation: Varimax raw						
	Extraction: Principal components						
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7
S1	-0.2327	- 5.01503	0.02466	- 0.36383	0.73885	0.01803	- 0.24864
S2	-0.37072	- 2.15897	- 0.80132	0.6989	- 0.02173	- 0.14109	0.84541
S3	1.342112	0.0828	- 0.73236	- 1.02859	0.20572	0.00664	- 0.50701
S4	0.595152	0.41323	- 1.29677	0.29807	- 0.26557	- 0.27227	2.72199
S5	0.242753	- 0.03182	0.4298	- 0.68297	0.90398	- 0.47415	0.0242



S6	-0.692	0.21278	-	-	-	-	-
			0.99876	0.37955	0.95323	0.07971	0.37379
S7	-0.62986	0.08006	0.75219	-	0.68137	0.65391	-
				0.40483			1.36177
S8	-0.8994	0.28702	1.08017	-	-	0.1172	-
				0.42332	0.25616		1.13794
S9	-0.54396	0.04002	-	-	-	0.46404	-
			0.28989	0.21409	1.05214		0.59452
S10	3.254249	-	2.24427	0.09724	-	-	-
		0.27006			1.73128	2.86362	0.38411
S11	-0.39382	0.39265	0.12477	-	0.65234	-	-
				0.01175		0.47982	0.24248
S12	0.926122	0.34316	-	0.48973	0.87363	-	0.0014
			0.61419			0.53938	
S15	-0.27648	0.3017	-0.4485	-	0.1637	-0.6315	-
				0.31596			0.35027
S16	-0.65814	0.45574	0.18101	0.05976	0.18936	-	-
						0.71941	0.37795
S17	-0.25381	0.28903	-	-	-	-	-
			0.83363	0.20345	0.13447	1.04711	0.14686
S18	-0.26615	0.36355	-0.5672	0.21891	0.73535	-	-
						0.98322	0.19663
S19	-0.21638	0.37616	0.92926	-	-	-	-
				0.11906	0.15905	0.13319	0.82599
S21	-0.4671	0.40736	-	-0.817	-	-	-
			0.62114		0.45783	0.74476	0.55983
S22	0.277206	0.6496	0.39042	0.08695	3.20311	-	1.20976
						1.45769	
S25	-0.08683	0.11699	-	1.34787	-	-	0.29432
			1.29434		1.44241	0.35887	
S26	-0.10314	-	-0.2316	-	0.68558	-0.8478	-0.046
		0.02124		0.07683			

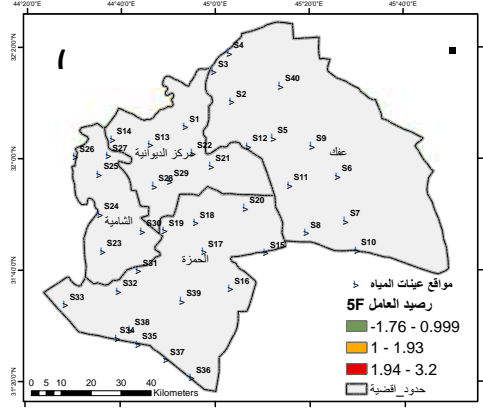
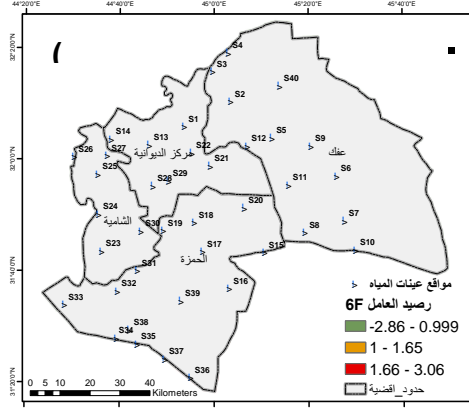
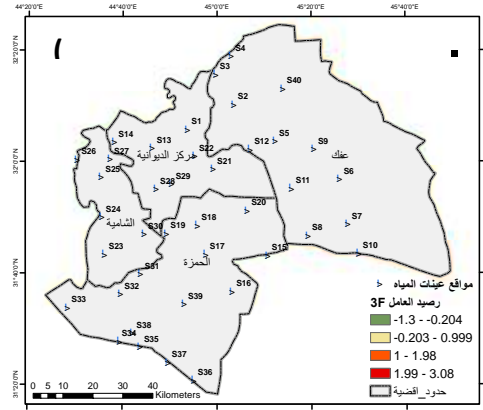
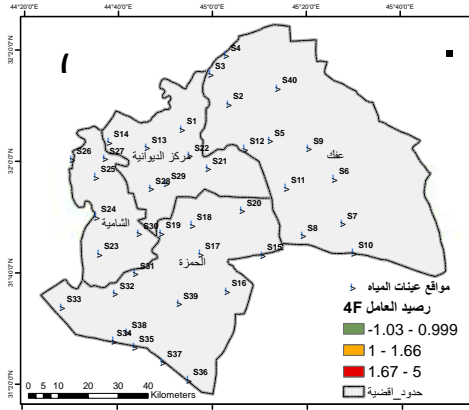
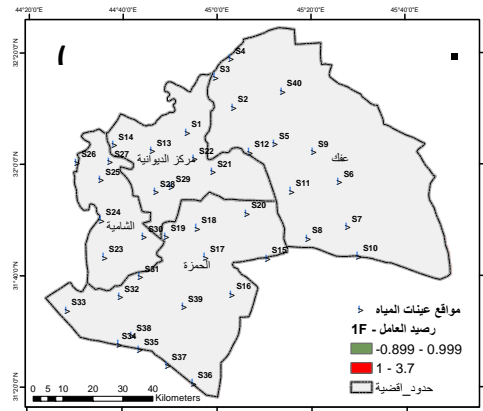
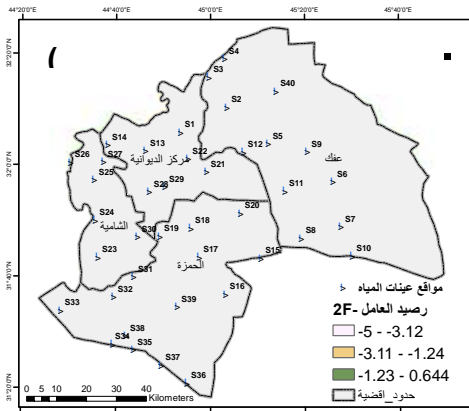


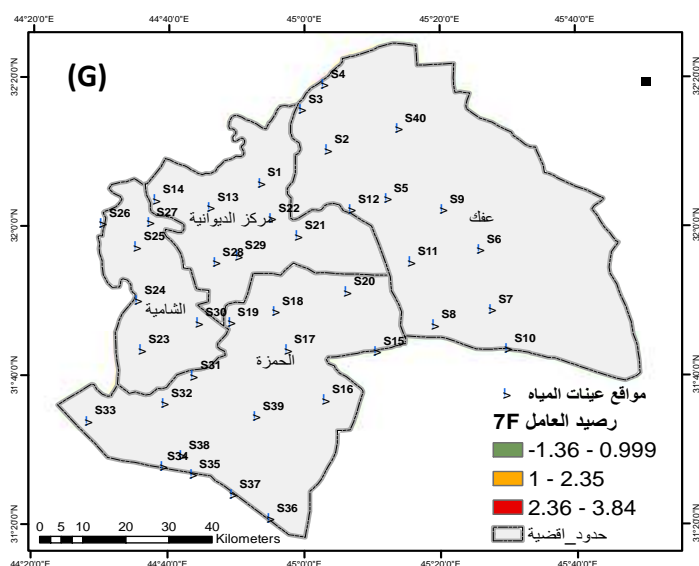
S27	-0.71955	0.1231	-	-	-	-	-
			0.63696	0.25232	1.76176	0.18328	0.25335
S28	-0.74596	0.14976	0.40143	4.99665	0.29407	0.2853	-
							0.74826
S29	-0.4137	0.45548	-	-	-	-	-0.4323
			0.53367	0.07068	0.78458	0.31061	
S31	-0.37513	-	-	-	-	0.5123	0.28346
		0.08669	0.90345	0.52031	1.69064		
S32	-0.65872	0.00962	2.27362	-0.0542	-	0.84164	3.84412
					1.00201		
S33	-0.26136	-	0.12453	-	-	0.45554	-
		0.19678		0.45316	0.31185		0.22392
S34	-0.24406	0.18837	0.21874	-	0.28103	0.96702	-
				0.78444			0.10864
S35	0.108941	0.31161	-	-	0.37276	0.68364	0.54253
			0.30019	0.55075			
S36	3.696652	0.04661	-	0.57066	0.16001	3.05701	-
			0.92518				0.55384
S37	-0.25005	0.54813	-	-	1.68536	0.8802	-0.2433
			0.14608	0.55469			
S38	0.100702	0.54103	-	-0.1115	0.4186	1.00631	0.8893
			0.00111				
S39	-0.40144	0.491	-	-	0.08532	0.87764	0.0659
			0.07364	0.44675			
S40	-0.38344	0.10401	3.0751	-	-	1.44109	-
				0.02472	0.30543		0.80501

المصدر: نتائج التحليل العاملي باستخدام برنامج (Statistica v. 10)



خريطة ٣: التوزيع المكاني لارصدّة العوامل تبين اهم مواقع تركّز العناصر الكيميائية خلال شهر نيسان لعام ٢٠١٣.





المصدر: بالاعتماد على جدول(6)، وباستخدام برنامج (ArcGIS v. 10.2)

. التحليل العاملي (Factor analysis) لعينات المياه في شهر ايلول 2013

أما في شهر ايلول فقد طبق التحليل العاملي على وفق المقاييس المتمثلة بحساب القيم الذاتية (Eigenvalue) الأكبر من واحد في جدول (٨) ، وكذلك تم تحديد عدد العوامل التي يتم الاعتماد عليها في التحليل وكانت في هذه الحالة خمسة عوامل ممثلة حوالي (84.7%) من مجموع متغيرات خصائص المياه الجوفية. وبصورة عامة أظهرت نتائج تحليل العوامل اختلافاً في تراكيز المتغيرات في كل عامل وكذلك اختلاف التوزيع المكاني لتركز العناصر في شهر ايلول الذي يمثل خصائص المياه قبل الموسم المطري ، وهذا يعود الى حركة المياه الجوفية ، وقلة او انعدام التغذية للمياه الجوفية خلال الصيف ، فضلاً عن استخراج المياه لأغراض الزراعة الصيفية ، وكذلك زيادة نسبة التبخر، وهذه كلها عوامل تساعد في تغير خصائص المياه الجوفية عند مقارنة فحوصات العينات قبل الموسم المطري وبعده .



جدول 7 : قيم (Eigenvalues) لحساب عدد المركبات الاساس المعتمدة لعينات لشهر

ايلول (٢٠١٣)

Factor	Eigenvalues (final–chemical analysis)			
Extraction: Principal components				
رقم العامل	Eigenvalue	% Total	Cumulative	Cumulative
	القيمة الذاتية	Variance	Eigenvalue	%
1	13.39975	55.83228	13.39975	55.83228
2	2.46803	10.28346	15.86778	66.11574
3	1.95639	8.15162	17.82417	74.26736
4	1.49725	6.23855	19.32142	80.5059
5	1.07122	4.46343	20.39264	84.96933

المصدر : نتائج التحليل العاملي باستخدام برنامج (Statistica v. 10)

ولتفسير نتائج تحليل المركبات او العوامل الاساسية وفقاً لقيم ارتباط حمولة العامل جدول(8) وقيمة رصيد العامل جدول (9) الذي يشترط قيمة رصيد العامل اكبر من واحد، وتحديد العناصر التي اعطت ارتباط بالعامل على وفق قيم حمولة العامل وتوزيعها المكاني بحسب تراكيزها في مواقع معينة لقيم رصد العامل المكافئ لها (خريطة ٤) .

**العامل F₁ :**

ويغطي (55.8%) من مجموع القيم المدخلة ، ويضمن ذلك لكميات المدخلة ذات التشبع الموجب، فقد اظهرت العناصر - Zn - B - Fe - Cl - SO₄ - Mg - Ca - Na - TSS (Pb - K - Mn - Cu - Cr - Cd) علاقة ارتباط طردية قوية وبقيم -

٠.٧٤-0.82 - 0.89 - 0.73 - 0.91-0.94-0.93-0.87 - ٠.٨٧ - ٠.٨٦) .
(0.63 - 0.52 - 0.58 - 0.6٨-0.60 - على التوالي، وأن التوزيع المكاني لكميات القيم المدخلة للعامل (f₁) والتي تعرض على هيئة خريطة iso-score (a) ٤) سيادة متغيرات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب للعامل (f₁) بالقرب من مواقع عينات (S₈ - S₁₀ - S₁₃ - S₂₆ - S₄₀ - S₃₂ - S₇). ان تركيز الكبريتات والمغنسيوم والصوديوم يعني ان صخور وترب المنطقة هي تربة جبسية وملحية، اما بقية العناصر فإن السبب يعود الى عدم التساقط المطري في شهر ايلول وارتفاع درجات الحرارة، ومن ثم يؤدي الى زيادة كمية التبخر فبذلك تقل كمية المياه الجوفية مما يؤدي الى زيادة تركيزها.

العامل F₂ :

يغطي (10.2%) من مجموع القيم المدخلة ذات التشبع الموجب ، فقد اظهرت العناصر (TDS-Ec-TH) علاقة ارتباط قوية موجبة وبقيم (0.93 - 0.93 - 0.78) على التوالي . أما التوزيع المكاني لكميات القيم المدخلة للعامل (f₂) والتي تعرض على هيئة خارطة is-score (b) 4 (سيادة متغيرات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب للعامل (f₂) بالقرب من مواقع عينات (S₁₃ - S₃₆). وذلك يعني ان صخور وترب المنطقة هي تربة ملحية، وفيما يتعلق بتركيز المواد العالقة وذلك فلقرب الموقعين من المناطق الزراعية والتي توجد فيها الحيوانات مما يؤدي الى زيادة المخلفات العضوية التي تزيد من تركيزها في المياه.

**العامل F₃ :**

يغطي (8.1%) من مجموع القيم المدخلة ذات التشبع الموجب ، فقد اظهرت العناصر (pH-K-NO₃) علاقة ارتباط قوية ومتوسطة وقيم (0.64 - 0.53 - 0.84) على التوالي ، وأنّ التوزيع المكاني لكميات القيم المدخلة للعامل (f₃) والتي تعرض على هيئة خارطة is-score (4 c) سيادة متغيرات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب للعامل (f₃) بالقرب من مواقع عينات (S₁₀ - S₁₃ - S₁₄ - S₂₅ - S₂₇ - S₂₈) . إنّ الاسمدة الكيماوية والمبيدات المستخدمة في الزراعة التي المسبب الرئيس الى تركيز النترات والبوتاسيوم في المياه بعد ترشحها من خلال التربة ووصولها الى المياه الجوفية.

العامل F₄ :

يغطي (6.2%) من مجموع القيم المدخلة ذات التشبع الموجب، فقد اظهرت العناصر (NTU-CO₃-PO₄) علاقة ارتباط عالية ومتوسطة موجبة وقيم (0.63 - 0.75 - 0.80) على التوالي، وأنّ التوزيع المكاني لكميات القيم المدخلة للعامل (f₄) والتي تعرض على هيئة خريطة is-score (4 d) سيادة متغيرات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب للعامل (f₄) بالقرب من مواقع عينات (S₈ - S₁₃ - S₁₉ - S₂₂ - S₂₅ - S₂₈) . اما زيادة تركيز الفوسفات يعود ايضا الى المبيدات الزراعية والاسمدة التي تستخدم في الزراعة. وأنّ زيادة العكورة فتعود الى أنّ خزانات المياه الجوفية توجد في نسجة ترب طينية وملتية بنسبة عالية.

العامل F₅ :

يغطي (4.4%) من مجموع القيم المدخلة ذات التشبع الموجب، فقد اظهرت العناصر (HCO₃ - Cu - Cr - Fe - Mn - Cd) علاقة ارتباط طردية متوسطة وقيم (0.52 - 0.64 - 0.56 - 0.72 -) على التوالي ، وأنّ التوزيع المكاني لكميات القيم المدخلة للعامل (f₅) والتي تعرض على هيئة خريطة is-score (4 e) سيادة متغيرات القيم المدخلة ذات التشبع الموجب للعامل (f₅) بالقرب من عينات (S₁₆ - S₂₂ - S₃₇ - S₃₈ - S₄₀). وايضاً فإنّ هذا يعني ان ترب وصخور هذه المنطقة تتركز فيها العناصر الثانوية اكثر من بقية المناطق في محافظة القادسية.



جدول 8: نتائج حساب حمولة العامل (Factor loading) بعد تدوير (Varimax rotation)

(لعينات شهر ايلول ٢٠١٣)

Variable المتغير	Factor Loadings (Varimax raw) (final-chemical analysis) Extraction: Principal components (Marked loadings are >.700000)				
	Factor	Factor	Factor	Factor	Factor
	1	2	3	4	5
NTU	0.272482	-0.16773	-0.26348	0.802086	-0.0755
Ph	-0.11844	0.192269	0.848613	-0.07499	-0.26242
Tss	0.86921	0.196426	0.185691	0.204119	0.055598
TDS	0.181148	0.932494	0.085936	-0.04915	0.078931
Ec	0.181148	0.932494	0.085936	-0.04915	0.078931
TH	0.335609	0.780621	-0.06736	0.141714	0.287885
Na	0.872983	0.253327	0.11115	0.050862	0.292706
Ca	0.875678	0.201798	-0.0212	0.065487	0.351253
Mg	0.937584	0.087473	0.110165	0.144993	0.099381
K	0.60271	0.090224	0.539748	-0.13374	0.181445
SO4	0.941777	0.149899	0.05382	0.105954	0.069392
Cl	0.917854	0.174113	0.150756	0.115927	0.26574
NO3	0.422975	-0.16953	0.644604	0.142521	0.219717
HCO3	0.262444	0.356476	-0.05221	-0.12772	0.741387
CO3	0.09014	0.010449	0.078898	0.754248	0.382971
PO4	0.259991	0.236299	0.293055	0.634236	0.043681
Fe	0.733176	0.083503	-0.0072	0.239937	0.566208
B	0.891156	0.135653	-0.14616	0.053296	0.32213
Mn	0.688008	0.065006	-0.03675	0.038924	0.648008
Zn	0.820315	0.168109	-0.04238	0.112382	0.419847



Cu	0.58521	0.163131	-0.0861	0.175027	0.728636
Cr	0.520249	0.097537	0.046048	0.183369	0.720702
Pb	0.74802	0.036934	-0.1207	0.076765	0.450883
Cd	0.639883	0.23591	-0.11112	0.101081	0.521276

المصدر: نتائج التحليل العاملي باستخدام برنامج (Statistica v. 10)

جدول 9: نتائج حساب رصيد العامل (Factor Score) بعد تدوير

(Varimax) لعينات المياه لشهر ايلول ٢٠١٣

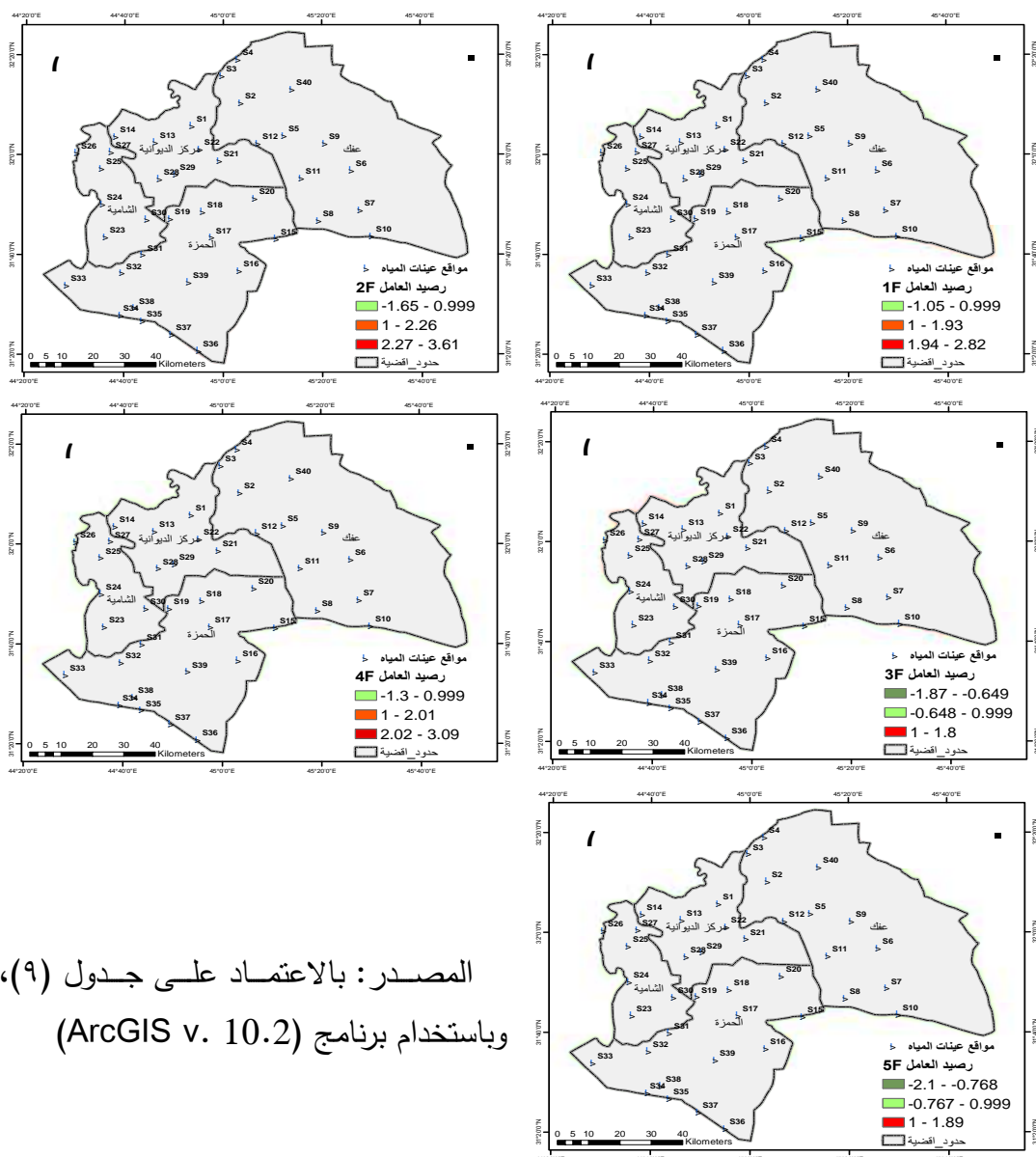
Well no.	Factor Scores (final-chemical analysis)				
	Rotation: Varimax raw				
	Extraction: Principal components				
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
S1	0.04993	-0.012	-0.8436	-0.405	-1.391
S2	-0.5288	0.67682	-0.4335	-0.7192	-0.4148
S3	-0.225	0.4686	-0.4544	0.29869	-0.6003
S5	0.8925	0.17386	-0.6342	-0.7463	-0.6421
S6	-0.7807	-0.6322	-0.6869	-0.3656	-0.8367
S8	1.28342	-1.6521	-1.0456	1.26578	-0.5508
S9	-1.0048	-0.372	-0.6438	-0.7628	-0.2712
S10	2.82402	0.93782	1.76625	-0.9751	0.24129
S11	0.94761	-0.548	-0.5081	-1.0754	-1.1688
S13	1.05326	1.18912	1.76506	1.00691	-2.0966
S14	-0.2882	-1.5826	1.3017	-0.3076	0.94979
S16	0.33257	-1.494	0.83295	-1.3046	1.10715
S17	-0.7805	-0.0894	-1.3191	-0.227	-0.8576



S18	-0.6546	-0.275	-1.4517	0.81761	-1.1007
S19	-0.4931	-0.112	0.81181	1.12097	-0.1701
S20	-0.7369	-0.5224	-0.8574	0.89643	-0.6894
S22	0.42125	0.70679	-0.7263	3.09055	1.71883
S24	-0.7528	-0.5648	0.33092	-0.7325	-0.2152
S25	-1.0488	0.51084	1.79548	1.14035	-0.6048
S26	1.46093	-0.2199	0.75863	0.18476	-1.4976
S28	-0.7129	-1.3169	1.41655	1.78338	0.8539
S29	-0.6561	-0.6638	0.72092	-0.5701	0.32114
S32	1.28946	0.61359	-0.6366	0.88137	0.82854
S33	-0.5737	-0.135	0.18726	-0.9895	0.38795
S34	-0.3817	0.02566	0.40659	-0.5757	0.27734
S35	-0.6231	0.70862	-0.3809	-0.2908	0.67748
S36	-0.7029	3.60666	-0.2718	-0.6215	0.45801
S37	-0.729	0.13218	0.39467	-0.4523	1.1698
S38	-0.4097	0.91427	-0.536	-0.015	1.43198
S39	-0.6145	0.03894	0.81179	-0.8387	0.79573
S40	2.14263	-0.5118	-1.8708	-0.5123	1.88881

المصدر: نتائج التحليل العاملي باستخدام برنامج (Statistica v. 10)

خريطة ٤: التوزيع المكاني لارصدّة العوامل تبين اهم مواقع تركّز العناصر الكيميائيّة خلال شهر ايلول لعام ٢٠١٣.



المصدر: بالاعتماد على جدول (٩)،
وباستخدام برنامج (ArcGIS v. 10.2)



الاستنتاجات والتوصيات

- بعد إجراء التحليل المكاني لها توصلت الدراسة الى جملة استنتاجات وهي :-
1. أظهرت النتائج طبقاً لمخطط كُبس (Gibbs) أنَّ التركيز الكيميائي للمياه الجوفية في منطقة الدراسة يقع ضمن سيادة التبخر والصخور، فنلاحظ أنَّ سيادة الصخور قليلة مقارنة بالتبخر ولشهرَي نيسان وأيلول، ففي شهر نيسان وللايونات السالبة بلغت نسبتها (13%) مقارنة مع التبخر بلغت نسبتها (87%)، وفي شهر ايلول بلغت نسبتها (13%) مقارنة مع التبخر بلغت نسبتها (87%) ايضاً، أما بالنسبة للأيونات الموجبة أيضاً نلاحظ سيادة التبخر ولكلا الشهرين.
 2. أظهرت النتائج التحليل العاملي (Factor analysis) اختزال العناصر الكيميائية لعينات المياه لشهر نيسان في سبعة عوامل وشملت حوالي ٨٦.٦% من المعلومات الاصلية وتركز تواجدتها في مواقع العينات (S3 ، S10 ، S36 ، S1 ، S2 ، S32 ، S8 ، S40 ، S25 ، S28 ، S22 ، S37 ، S38 ، S4) . أما في شهر ايلول فقد جاء تمثيل العناصر الكيميائية بنسبة ٨٤.٧% واختزلت في خمسة عوامل، تركز وجودها في مواقع العينات (S8 ، S10 ، S26 ، S32 ، S40 ، S7 ، S13 ، S36 ، S14 ، S27 ، S13 ، S19 ، S25 ، S28 ، S16 ، S22 ، S37 ، S38) .

- التوصيات

- بناءً على النتائج التي توصلت لها الدراسة، تم تسجيل مجموعة من التوصيات وهي:-
1. إجراء تحاليل دورية لمياه الآبار المحفورة في محافظة القادسية لغرض معرفة مقدار التغير في التركيب الكيميائي لهذه المياه بمرور الزمن، ولاسيماً تلك الآبار التي تقع في المناطق السكنية كونها معرضة للتلوث البكتيري.
 2. وضمن الامكانيات التحليلية التي توفرت للباحث لم تتوصل الدراسة الى التحديد الدقيق للعناصر الكيميائية التي تتواجد في مواقع العينات S40-S36، والتي سببت أضراراً بالحيوانات، ولغرض الوقوف الدقيق على اسباب ذلك، توصي الدراسة اجراء تحليلات كيميائية تفصيلية لكل العناصر الثانوية والنادرة والسامة لمياه الآبار الواقعة في تلك المنطقة.



٣. عدم استخدام مياه الآبار التي تتركز فيها بعض العناصر النادرة لأغراض ارواء الحيوانات او الزراعة، والتي بالامكان انتقالها الى الانسان عبر السلسلة الغذائية.



المصادر

المصادر العربية

١- الناف، ايسر عبد العزيز سعيد (٢٠٠٧). تقييم تأثير مشروع ري الجزيرة الشمالي في منطقة ربيعة على نظام المياه الجوفية، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية العلوم، جامعة بغداد.

المصادر الاجنبية:

1. AL-Ahmadi, M.E., (2013). Hydrochemical characteristic and evaluation of groundwater quality in Wadi As Saban, western Saudi Arabia, International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 4, Issue 1.
2. Faris,A.A.,(2009). Application Of Remote Sensing And Gis Techniques For The Assessment Of Groundwater In Kandukuru Vagu Basin, Nalgonda District, A.P. Ph.D. Thesis (Unpublished), Osmania University, Hyderabad, India.
3. Juahir, H., Zain, S. M., Yusoff, M. KHanidza, ., T. I., Armi, A. S., Toriman, M. E., and Mokhtar, M., (2011). Spatial water quality assessment of Langat River Basin (Malaysia) using environmetric techniques: Environ Monit Assess, v. 173.
4. Gibbs, (1970). Mechanisms controlling world water chemistry, Science, 170, 1088.
5. Liu CW, Lin KH, Kuo YM (2003) Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a Blackfoot disease area in Taiwan. Sci Total Environ 313:77–89
6. Kontis,E.E., and Gaganis.P., (2012), Hydrochemical Characteristics and Groundwater Quality In The Island Of Lesvos, Greece, Global NEST Journal, Vol 14, Printed in Greece.
7. Lawrence, F. W. and Sam B. Upchurch, 1982. Identification of Recharge Areas Using Geochemical Factor Analysis, Groundwater, Vol. 20, No. 6, Nov -Dec.
8. Prasanna,M.V., Chidambaram,S., Hameed, A.S and Srini vas amoorthy,K., (2011). Hydrogeochemical Analysis and Evaluation Of Ground Water Quality In The Gadilam River Basin, Tamil Nadu, India. Earth Syst.Sci.120, No1.
9. Tripathi, V. S., 1979. Factor Analysis in Geochemical Exploration, J. of Geochemical exploration, 11.
10. Tanriverdi, C., A. Alp, A. R. Demirkiran, and F. Uckardes, 2010, Assessment of surface water quality of the Ceyhan River basin, Turkey: Environ Monit Assess, v. 167..
11. Xing,L., Guo, H., and Zhan, Y., (2013)ground water hydrochemical characteristics and processes along flow paths in the North China Plain. Journal of Asian Earth Sciences .