المياه الجوفية الساخنة فى شمال غرب الجماهيرية كمصدر من مصادر الطاقة

سليمان صالح البارونى *
عمر امحمد سالم *
الهادى سليمان هنشير *

مقدمة

تقع منطقة الدراسة فى شمال غرب الجماهيرية وتمتد من الحدود التونسية والجزائرية غرباً إلى غور (منخسف) هون شرقا ومن خط العرض 28 ش جنوباً إلى البحر المتوسط شمالا بمساحة تقدر بحوالى 258000 كيلو متر مربع . الشكل رقم (1) يبين خريطة الموقع .

تشمل المنطقة حوضى سهل الجفارة وسوف الجين ـ الحمادة الحمراء وهما من أهم الاحواض المائية من الناحية الاقتصادية حيث تستغل مياهها لتغطية اوجه التنمية المختلفة ولجميع الاغراض المنزلية ، والزراعية والصناعية نظراً للموقع الاستراتيجى للمنطقة بالاضافة إلى الكثافة السكانية وخاصة على طول امتداد الشريط الساحلى .

يحتوى هذان الحوضان على كميات هامة من المياه الساخنة موجودة بخزانات جوفية تقع على اعماق مختلفة ويمتد عمرها الجيولوجى من العصر الثلاثى (الترياسى) إلى العصر الثالث (الميوسينى) ، ودرجة حرارة مياهها تتراوح مابين 40 إلى 85 درجة مئوية ، علماً بأن اغلب هذه الخزانات وخاصة فى المواقع ذات الحرارة العالية تتميز بتدفق ذاتى للمياة الجوفية أو بقرب مناسيب المياه من سطح الارض وتعتبر من الناحية الاقتصادية مصدرا من مصادر الطاقة يمكن الاستفادة منها فى الصناعة والزراعة بالاضافة إلى الاستخدامات العلاجية .

أن الهدف الاساسى لهذه الدراسة هو التعرف على الخزانات الجوفية المتميزة بالخاصية الجيوحرارية وتحديد امتدادها الجغرافى وخواصها الهيدروليكية والطبيعية ومدى امكانية الاستفادة من مياهها من الناحية الاقتصادية والصحية .

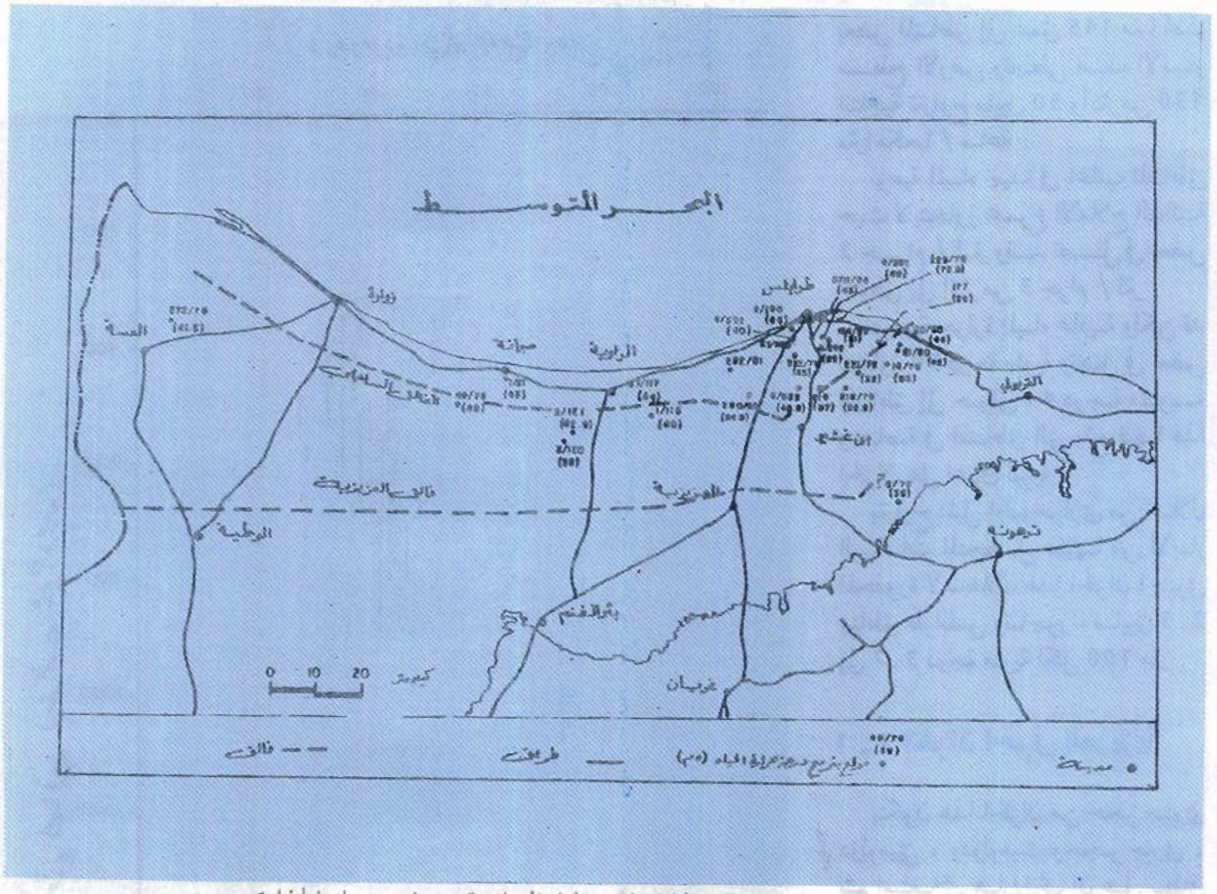
توزيع المياه الساخنة

تتميز بعض الاحواض المائية فى شمال غرب الجماهيرية بوجود خزانات جوفية ذات خاصية جيوحرارية حيث يمكن تلخيص الخواص الطبيعية والهيدروليكية لهذه الخزانات وتحديد اعماقها وامتدادها الجغرافى على النحو الآتى : ـ

1 ـ حوض سهل الجفارة

هناك عدد من الآبار المحفورة بمناطق متفرقة من سهل الجفارة تخترق خزانات جوفية ذات مياه ساخنة بياناتها مبينه بالجدول رقم 1 ومواقعها موضحة بالشكل رقم 2 .

* الهيئة العامة للمياه



شكل رقم (2) مواقع الآبار ذات المياه الساخنة بحوض سهل الجفارة

هذه البيانات تم اعدادها على هيئة رسم بيانى (الشكل رقم 3) لتوضيح علاقة درجة حرارة المياه المسجلة أثناء اجراء تجارب الضخ للآبار الانتاجية مع العمق المستغل والمتمثل فى مواقع المصافى لهذه الآبار .

فيما يلى نستعرض الخزانات الجوفية المتميزة بالخاصية الجيوحرارية :

1 . 1 الخزان الجوفى الميوسينى السفلى

يتكون هذا الخزان من تتابعات من الحجر الرملى ، الحجر الجيرى الرملى ، والحجر الجيرى مع تداخلات من الغرين والصلصال والطين والمارل وهو عبارة عن خزان جوفى حبيس (مضغوط) يمتد من فالق العزيزية جنوبا إلى ساحل البحر شمالا .

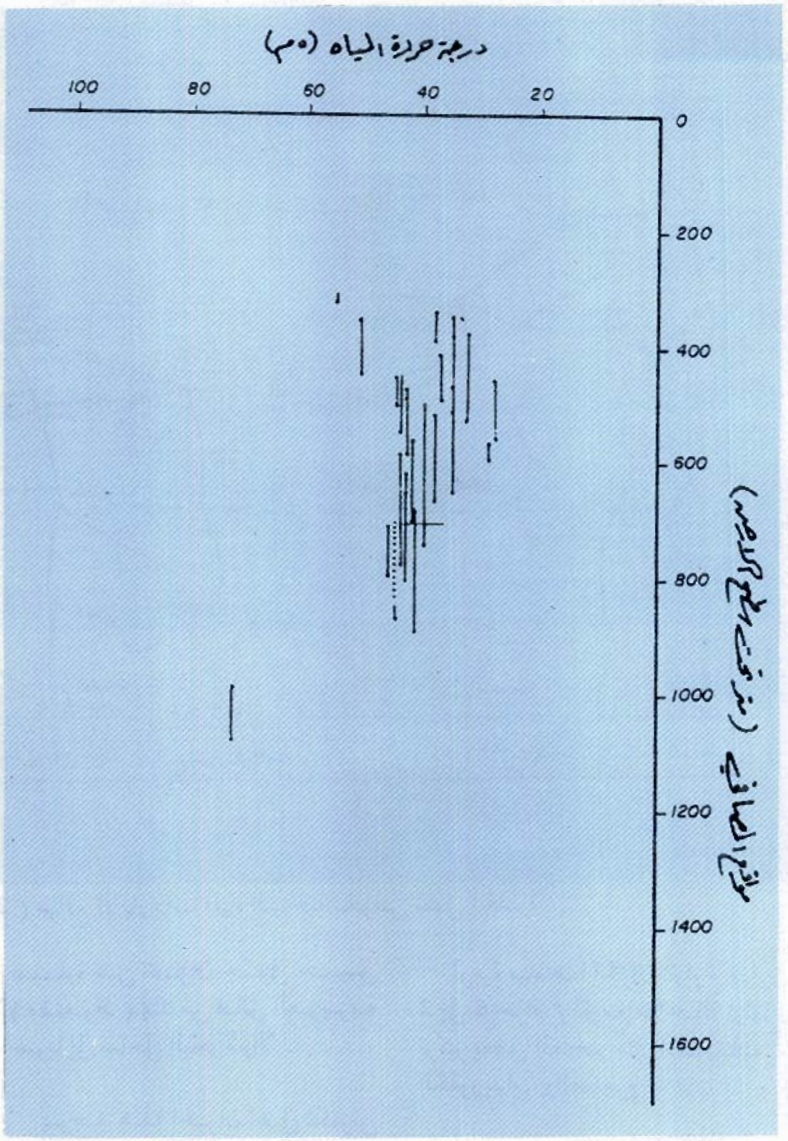
يوجد هذا الخزان اعلى تكوين العزيزية بالجزء الغربى من سهل الجفارة واعلى صخور أبى شيبة بالجزء الشرقى من سهل الجفارة .

يتراوح عمق الآبار التى تخترق هذا الخزان مابين 250 إلى أكثر من 500 متر تحت سطح الأرض ، وعمق منسوب المياه يتراوح مابين بضعة امتار اعلى سطح الأرض إلى حوالى 30 مترا تحت سطح الأرض وانتاجية هذه الآبار تتراوح مابين 50 إلى 100 متر مكعب / ساعة .

نوعية مياه هذا الخزان تتراوح مابين 2 إلى 6 جرام / لتر مع ملاحظة ارتفاع تركيز بعض العناصر مثل الكبرتيات ، الكلوريدات والصديوم .

يتميز هذا الخزان بالخاصية الجيوحرارية فى بعض المناطق حيث تتراوح درجة حرارة المياه مابين 40 إلى 65 درجة مئوية وخاصة فى المناطق الواقعة شمال الفالق الساحلى الممتد موازيا للشريط الساحلى .

يتراوح الميل الجيوحرارى للآبار المحفورة لاستغلال هذا الخزان بمناطق طرابلس والزاوية مابين 4 . 3 إلى 0 . 7 درجة مئوية لكل 100 متر وقد تصل إلى



شكل رقم (3) علاقة درجة حرارة المياه مع العمق (آبار سهل الجفارة)

حوالى 10 درجات مئوية لكل 100 متر فى بعض المناطق بتاجوراء .

1 ـ 2 الخزان الجوفى ابوشيبه

يتكـون هـذا الخـزان من طبقـات سميكه من الحجر الرملى مع تداخـلات من الصلصـال الاحمر والـطين والغرين يـرجع عمـرها الجيـولـوجى إلى العصر الثـلاثى (التريـاسى) ، ويقـع أسفـل صخـور الميوسـين بمنـاطق وسط وشرق حـوض سهـل الجفـارة شـمال فـالق العزيزية .

يـتراوح عـمق الآبـار المحفـورة لأستغلال هذا الخـزان ما بـين 350 إلى 750 مترا تحت سطح الأرض ، وعمق منسوب المياه يـتراوح مابـين 15 إلى 80 مـترا تحت سطح الأرض وقـد يصـل فى بعض المنـاطق إلى عمق 145 مترا تحت سـطح الأرض وتعـطى هـذه الآبـار انتاجية تتراوح مابين 50 وأكثر من 130 مترا مكعبا / ساعة .

نوعية الميـاه جيدة فى اغلب المنـاطق حيث لايتجاوز مجموع الاملاح الذائبـة 2 جـرام / لـتر وقـد تصـل فى بعض المناطق إلى أكثر من 3 جرام / لتر .

درجـة حرارة الميـاه عاديـة ولكن قد تتجاوز 30 درجة مئوية وتصل فى بعض المنـاطق إلى حـوالى 44 درجـة مئـويـة وخـاصة فى المنـاطق التى يقع فيهـا هذا الخزان على اعماق كبيرة .

يتراوح الميل الجيوحرارى من خـلال البيـانـات المتحصـل عليهـا من الآبـار المحفورة لأستغلال هذا الخزان الجـوفى بمناطق طرابلس وتـاجوراء مـابين 3 . 2 إلى 7 . 3 درجة مئوية لكل 100 متر .

1 ـ 3 الخزان الجوفى العزيزية

يتكون هذا الخزان من حجر جـيرى دولوميتى ، ودولوميت وحجـر جيرى ، يتم استغـلال هـذا الخـزان عـلى نـطاق واسع جنوب فالق العزيـزية ويقـع على اعماق تتراوح مابين 200 إلى 350 مـترا تحت سطح الارض .

أمـا فى المناطق الـواقعة شـمال فـالق العزيزية فان هذا الخزان يقع على اعماق كبـيرة جدا تـزداد فى اتجـاه الشـمال حتى تصـل إلى عمق يتراوح مـا بين 600 إلى 1200 متر تحت سطح الأرض .

تعـطى الآبـار المحفـورة لاستغـلال هذا الخزان بمناطق شمال فالق العزيـزية انتاجية تتراوح مابـين 50 إلى 140 مترا مكعبـا / ساعـة ونوعيـة الميـاه تتجـاوز 5 . 1 جرام / لتر وتصـل إلى أكثر من 3 جـرام / لتر فى شـمال وسط الحوض الى أكثر من 7 جرام / لـتر فى مناطق شـمال غرب سهل الجفارة .

يتميز هذا الخزان فى المناطق الـواقعة شـمال فالق العـزيزيـة بالميـاه السـاخنـة

حيث تتجاوز درجة حرارة المياه 40درجة مئوية بالمناطق شمال غرب سهل الجفارة وتصل إلى مابين 50 إلى 72 درجة مئوية بالمناطق شمال وسط الحوض ويتراوح الميل الجيوحرارى فى هذه المناطق مابين 4 . 2 إلى 8 . 4 درجة مئوية لكل 100 متر .

2 ـ حوض سوف الجين ـ الحمادة الحمراء

من خلال البيانات المائية المتاحة يتضح وجود خزانين جوفيين يتميزان بالخاصية الجيوحرارية هما : ـ

2 . 1 الخزان الجوفى الطباشيرى العلوى

يتكون هذا الخزان من تتابعات من الحجر الجيرى الدولوميتى ، والدولوميت والحجر الجيرى مع تداخلات من المارل والطين . وهو عبارة عن تكوين نالوت فى الجزء الغربى والشرقى من حوض الحمادة الحمراء وتكوين مزدة بمنطقة الجفرة غرب منخسف هون .

يوجد هذا الخزان على اعماق تتراوح مابين بضعة امتار إلى 540مترا تحت سطح الارض بمناطق الحمادة الحمراء وغدامس أما فى الاتجاه الشرقى والشمالى الشرقى فيصل إلى مابين 150 و 250 مترا بمنطقة منخسف هون ، ومابين 450 إلى 750 مترا بالمناطق الواقعة جنوب وشرق مصراته .

تعطى الآبار المحفورة لاستغلال هذا الخزان انتاجية عالية جدا بمنطقة سوكنة تصل إلى أكثر من 200 متر مكعب فى الساعة تقل تدريجيا فى الاتجاهات المختلفة وقد تنعدم الانتاجية فى بعض المناطق وذلك يعتمد على النفاذية الثانوية الناتجة عن وجود التشققات بصخور التكوين الحامل للمياه .

يتميز الخزان بالخاصية الارتوازية بمناطق غرب منخسف هون (سوكنة) وكذلك غدامس حيث تقع مناسيب المياه على اعماق تتراوح مابين بضعة امتار تحت سطح الأرض إلى حوالى 40 مترا اعلى سطح الأرض .

أما نوعية المياه فتتراوح مابين 2 إلى 5 جرام / لتر باستثناء بعض المناطق التى يقل فيها تركيز الاملاح الذائبة عن هذا الحد .

درجة حرارة المياه عادية فى أغلب مناطق الحوض ماعدا المناطق الواقعة بالقرب من النشاط الجيولوجى الحركى مثل منخسف هون ، الفوالق ، أو المناطق التى يوجد فيها الخزان الجوفى على اعماق كبيرة جدا .

الجدول رقم 2 يوضح بيانات بعض الآبار التى تستغل الخزان الجوفى الطباشيرى العلوى المتميز بالخاصية الجيوحرارية .

2 . 2 الخزان الجوفى ككلة

يتكون هذا الخزان الجوفى من طبقات سميكة من الحجر الرملى الناعم إلى خشن الحبيبات مع تداخلات من الغرين والطين والصلصال تتبع العصر الجوارسى إلى الطباشيرى السفلى .

يوجد هذا الخزان على اعماق كبيرة جدا قد تتجاوز 1500 متر تحت سطح الارض بمناطق شرق وشمال شرق الحوض تقل تدريجيا فى اتجاه الوسط والغرب والشمال حتى تصل إلى اعماق تتراوح مابين 700 إلى 950 مترا تحت سطح الارض بمنطقة غدامس إلى مابين 360 إلى 600 متر بمناطق الجبل الغربى .

تتميز الآبار المحفورة لأستغلال هذا الخزان بمناطق الشرق والشمال الشرقى والجنوب الغربى بتدفق ذاتى للمياه الجوفيه (مناسيب المياه تقع على ارتفاع يتراوح مابين بضعة امتار إلى حوالى 65 مترا اعلى سطح الارض) . أما باقى

جدول رقم (2)

بيانات الابار ذات المياه الساخنة بالخزان الجوفى الطباشيرى العلوى (حوض سوف الجين ـ الحمادة الحمراء)

رقم البئر	الموقع	العمق المستغل متر تحت سطح الارض	الانتاجية متر مكعب في الساعة	منسوب المياه متر من سطح الارض	درجة حرارة المياه درجة مئوية	مجموع الاملاح الذائبة مليجرام/لتر	الرقم الكلي مليجرام/لتر	الايونات الموجبة (مليجرام/لتر)				الايونات السالبة (مليجرام/لتر)		
								الكالسيوم	المغنيسيوم	الصوديوم	البوتاسيوم	البيكربونات	الكبريتات	الكلوريد
1185/2/5	قدامم	420 - 330	110	+ 11.00		2760	330	128	338			1360	1360	383
1285/3/10	قدامم	425 - 325		+ 11.45		3004	1410	328	141	439		247	1245	639
44/80	مصراتة	582 - 375	26.34	+ 13.77	40	6294	1360	421	269	1350	114	71	269	3012
64/81	جنوب مصراتة	648 - 440	75	+ 13.65	45	5200	1265	458	39	1045	86	164	438	1197
23/85	سوكنة	395 - 231	116	- 15.84	38.4	1095	365	70	46	235	22	305	230	305
27/82	الفرجان	207 - 161	275	- 18.28	36	1164	608	109	82	175	30	137	337	364

مناطق الحوض فيقع منسوب المياه فيها على اعماق مختلفه تحت سطح الارض تصل إلى حوالى 350 مترا بمناطق الجبل الغربى والحمادة الحمراء .

تعطى هذه الآبار انتاجية عالية تتجاوز 50 مترا مكعبا / ساعة فى اغلب مناطق الحوض ويصل اقصاها بمناطق شمال شرق الحوض حيث تتراوح مابين 170 إلى 360 مترا مكعبا / الساعة . المياه ذات نوعية جيدة حيث لايتجاوز مجموع الاملاح الذائبة فى أغلب المناطق 2 جرام / لتر . الجدول رقم 3 يوضح بيانات بعض الآبار المحفورة لأستغلال هذا الخزان .

جدول رقم (3) ،

بيانات الابار ذات المياه الساخنة بالخزان الجوفى ككله حوض سوف الجين - الحمادة

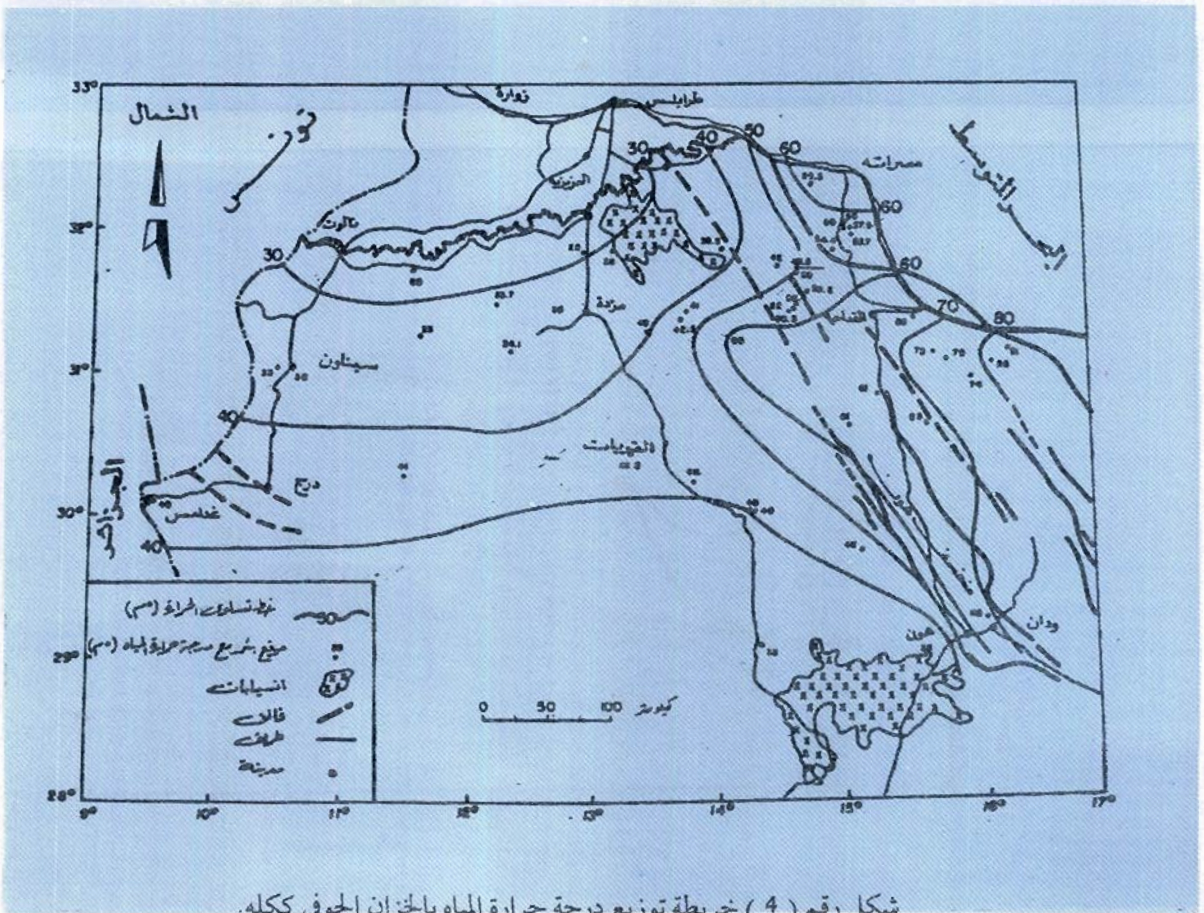
رقم البئر	الموقع	التصرف المستغل متر مكعب/ساعة	الاذابية مليجرام/لتر	منسوب المياه متر عن سطح الارض	درجة حرارة المياه درجة مئوية	مجموع الاملاح الذائبة مليجرام/لتر	العسر الكلى مليجرام/لتر	الايونات الدورية (مليجرام/لتر)			الايونات السالبة (مليجرام/لتر)	
								الكالسيوم	المغنيسيوم	الصوديوم	البيكربونات	الكلوريدات
WD/82	قدامم	950 - 770	30	+ 12.24	40.2	1100	350	70	45	230	238	270
217/76	قدامم	1018 - 770	212	+ 7.00		935	375	74	46	184	211	258
159/69	بضوء درع	725 - 605	83	-251.59	43	986	550	130	57	67	146	425
11/81	القريات	778 - 661	49	-283.00	41	1056	690	140	83	55	153	474
84/78	سبارد	801 - 725	100	-118.00	36	1132	450	90	55	222	177	259
66/82	زلم الطفل	935 - 785	203	- 47.60	40	1359	804	189	81	125	104	356
30/85	الصبيع	937 - 762	216	- 8.62	41.3	1650	800	200	71	176	200	330
22/87	ديبيناي	1052 - 885	194	- 21.86	42.3	1741	850	132	50	225	171	106
25/85	السويع	1648 - 1466	227	- 44.18	45.3	1225	613	176	44	107	200	264
36/84	نادرنا	6151 - 1325	274	+ 62.87	57.3	1900	560	153	43		219	940
3/83	وادى الغطط	1190 - 968	376	+ 89.45	50	1400	688	176	60	70	90	179
WK-7	وادىالسردم	1019 - 838	264	+ 36.77	43	1372	710	170	68	174	201	284
1/85	الصداد	1086 - 973	220	+ 5.11	52.4	1490	880	248	63	106	207	720
E-8	ربى الكبير	1348 - 1270	152	+ 47.90	61	1612	560	120	63	317	329	277
WB-2	ابو نعيم	1372 - 1167	144	+ 62.00	62	1738	625	100	91	350	317	295
SD-2	الرشا-سراج	1184 - 1000	56	+ 63.10	63	1628		130	60	255	366	281
52/80	سد وادى بارد	1513 - 1240	22	+ 48.80	41							
10/83	وادى الدوب	1363 - 1220	479	+ 78.00	72	1900	784	284	67	348	351	462
23-5.1	سرو	1437 - 1333	65	+ 48.83	85	3690	775	171	82	905	488	1205
65/77	ربى الكبير	1404 - 1211	280	+ 60.01	70	1525	630	156	75	230	183	284
1/84	وادى زمزم	1223 - 969	220	+ 48.55	59	1412	580	123	48	205	46	356
20/78	وادى زمزم	1065 - 915	176	+ 40.39	56.5	1430	535	130	50	283	336	298
1/80	الكويرة	688 - 483	109	- 67.54	38							
19/79	وادان	1394 - 1318	479	+ 80.06	72	1880	808	208	70	260	285	139
18/88	وادان	1500 - 1318	227	+ 65.30	65	2282	868	216	75	210	286	526
126/81	خزة	1461 - 1341	172	+ 75.80	73	1884	399	78	49	387	183	495
31/81	الكبير ابا	789 - 585	56	-265.23	33	1114	976	242	90	160	122	476
4/88	الكلب - السماد	530 - 391	41	-314.00	29	1740	925	200	102	220	275	408
25/87	بئر مرطان	712 - 575	23	-335.80	33.7	2172	1010	234	102	262	212	461
		684 - 606	58	-224.34	34.1	1257	650	64	53	417	122	531

أما درجة حرارة المياه فتتجاوز 40 درجة مئوية بمناطق جنوب غرب الحوض (غدامس) وتتجاوز 50 درجة مئوية بمناطق شرق وشمال شرق الحوض حتى تصل فى بعض المناطق الواقعة شرق منخسف هون إلى 85 درجة مئوية وهى المناطق التى يكون فيها الخزان الجوفى ككلة مع الخزان الجوفى الكمبروارودوفيشى خزانا جوفيا واحدا .

الشكل رقم 4 عبارة عن خريطة توضح توزيع درجة حرارة المياه بالخزان الجوفى ككلة بمنطقة حوض سوف الجين ـ الحمادة الحمراء والتى يتضح من خلالها بان المنطقة القريبة من منخسف هون تتميز بدرجات حرارة عالية تتجاوز 60 درجة مئوية وهذا يرجع إلى سببين رئيسيين هما الاعماق الكبيرة التى يقع عليها هذا الخزان بالاضافة الى تأثير النشاط الجيولوجى الحركى بالمنطقة .

الشكل رقم 5 يوضح علاقة العمق المستغل (موقع مصافى الآبار الانتاجية) مع درجات حرارة المياه المتحصل عليها أثناء اجراء تجارب الضخ أما الشكل رقم 6 فيوضح علاقة حرارة المياه المسجلة باستخدام السرود الحرارية مقابل العمق الكلى لبعض الآبار الواقعة فى مناطق مختلفة .

من خلال البيانات المتوفرة يمكن تقدير الميل الجيوحرارى للخزان الجوفى ككلة بمنطقة حوض سوف الجين ـ الحمادة الحمراء بانه يتراوح مابين 0 . 2 إلى 5 . 4 درجة مئوية لكل 100 متر علما بأن المعدل اليومى لدرجة حرارة الجو بمنطقة الدراسة تتراوح مابين 0 . 20 إلى 0 . 21 درجة مئوية وقدر أعلى ميل جيوحرارى شرق غور (منخسف) هون مابين 5 . 3 إلى 5 . 4 درجة مئوية لكل 100 متر . أما فى المنطقة الجنوبية لمنخسف هون (هون ـ سوكنه) فيتراوح الميل الجيوحرارى مابين 9 . 2 إلى 7 . 3 درجة مئوية لكل 100 متر ، يقل هذا الميل تدريجيا فى الاتجاهات المختلفة حتى يصل إلى أقل من 2 درجة مئوية لكل 100 مترفى بعض مناطق الجبل الغربى .



شكل رقم (4) خريطة توزيع درجة حرارة المياه بالخزان الجوفى ككله.

شكل رقم (5) علاقة درجة حرارة المياه مع العمق (الخزان الجوفي ككله)

شكل رقم (6) السدود الحرارية لبعض الآبار التي تنتمي بالخاصية الجيوحرارية

كيفية الاستفادة من المياه الساخنة

قام العديد من دول العالم بتجارب ودراسات وابحاث للأستفادة من المياه الساخنة كمصدر من مصادر الطاقة الحرارية واستغلالها فى المجالات التالية :

1 ـ الزراعة

اشتملت تجارب استغلال المياه الساخنة فى المجالات الزراعية على التطبيقات التاليه : ـ

* تدفئة التربه .
* زراعة الفطريات .
* زراعة الأسماك .
* تدفئة وتكييف البيوت الزجاجيه .
* تربية الدواجن .

2 ـ الصناعة

أما فى المجالات الصناعية فيمكن الاستفادة من المياه الساخنة فى التطبيقات التاليه : ـ

* تدفئة وتكييف البيوت والفنادق .
* غسيل وتجفيف الاصواف .
* تجفيف المواد العضوية .

3 ـ العلاج

تستخدم المياه الساخنة فى علاج بعض الامراض والاستفادة منها كحمامات ساخنة .

الاستنتاج

من خلال ماتم عرضه يتضح بان بعض الخزانات الجوفيه بالاحواض المائيه الواقعة شمال غرب الجماهرية تتميز بالخاصية الجيوحرارية وتحتوى على مياه ساخنة تتراوح درجات حرارة

مياهها مابين 40 إلى 85 درجة مئوية تتوزع بمناطق شمال حوض سهل الجفارة وكذلك شرق وشمال شرق وجنوب غرب حوض سوف الجين ـ الحمادة الحمراء ويرجع الارتفاع فى درجات الحرارة بهذه المواقع أما إلى العمق أو النشاط الجيولوجى الحركى حيث يتراوح معدل الميل الجيوحرارى مابين 0 . 2 إلى 8 . 4 درجة مئوية لكل 100 متر وقد يتجاوز هذا المعدل فى بعض المناطق .

التوصيات

1 ـ اجراء الدراسات التفصيلية الجيولوجية والهيدروجيولوجية للخزانات الجوفية المتميزة بالخاصية الجيوحرارية وتحديد مخزونها من المياه الجوفية الساخنة ودراسة مدى امكانية الاستفادة من هذه المياه واستغلالها كمصدر من مصادر الطاقة .

2 ـ اجراء الدراسات والمسوحات اللازمة لتحديد مصدر وسريان الحرارة .

3 ـ اجراء البحوث والتجارب التطبيقية لكيفية الاستفادة من المياه الساخنة فى المجالات المختلفة . ■