

النظائر المستقرة في المياه الجوفية للآبار الارتوازية في منطقتي الطيب وعلي الغربي، شمال شرق ميسان

جاسم جبار عجبل الصمعاني¹، عاجل صوين ياسين الحدادي^{2*}، علاء محسن عطية العبادي²

1- قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية، كلية الآداب/جامعة البصرة، العراق

2- قسم علم الارض، كلية العلوم، جامعة البصرة، العراق



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

<https://doi.org/10.54153/sjpas.2023.v5i2.548>

معلومات البحث:	الخلاصة:
تأريخ الاستلام: 2023/05/05	أثبتت دراسة النظائر المستقرة أن نظام الممكن المائي الارتوازي في منطقة الدراسة هو جزء من نظام الممكن المائي بأكمله وأن الوضعين الطبوغرافي والتركيب فقط يوديان دوراً رئيسياً في ظهور هذا النظام. كما بينت دراسة النظائر المستقرة ($\delta^{18}\text{O}$) و ($\delta^2\text{H}$) لعينات المياه الجوفية أن أغلب هذه العينات موزعة بشكل أقرب لخط مياه البحر المتوسط الجوي MMWL وبعيدة عن خط المياه الجوي العالمي GMWL الذي يشير إلى أن المياه الجوفية كانت أقل عرضة للتبخر، وأما العينات التي تقترب من خط مياه العمارة الجوي المحلي AMWL هي الأكثر عرضة للتبخر وتشير إلى الأصل الجوي لها، وأن التباعد بين هذه العينات يشير إلى مصادر مختلفة. وهذا يشير إلى أن تغذية هذه المياه ناتجة بشكل أساسي عن هطول الأمطار. أن الاختلاف في التركيب النظيري يشير إلى أن المياه الجوفية تتأثر بدرجات مختلفة من التبخر.
الكلمات المفتاحية:	
النظائر، المياه الجوفية، الآبار الارتوازية، ميسان	
معلومات المؤلف	
الايمليل: ajel.yassen@uobasrah.edu.iq	

المقدمة

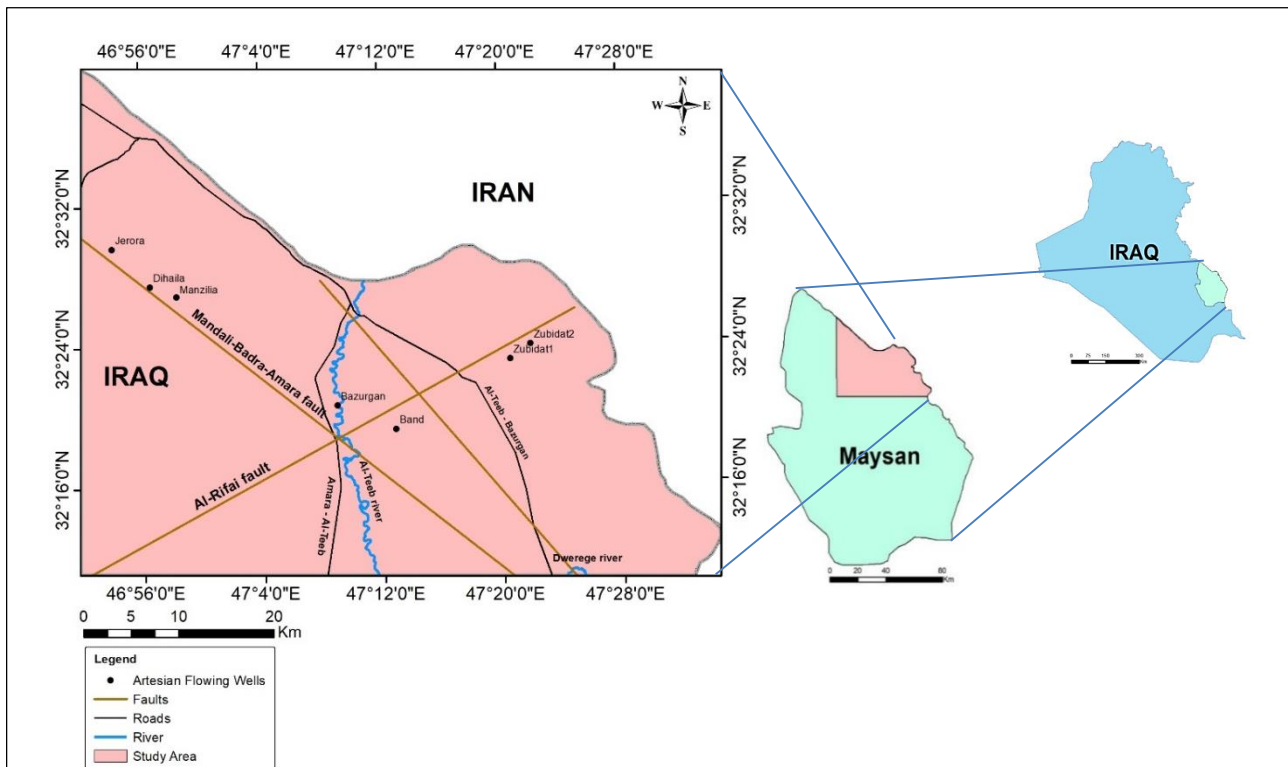
يعرّف مصطلح النظائر بأنها الأشكال المختلفة للعنصر الكيميائي، الذي يتميز بالعدد نفسه من البروتونات ولكن بأعداد مختلفة من النيوترونات في نواته. ويمكن تمييز نوعين من النظائر وهي النظائر المستقرة والنظائر غير المستقرة. تشترك النظائر في العدد الذري نفسه والموقع في الجدول الدوري، ولكن لها أوزان ذرية مميزة. النظائر المستقرة لعنصر واحد لها خصائص متطابقة تقريباً بسبب التكوين الإلكتروني والحجم الذري المتشابهين [1]. فالنظائر هي من العنصر نفسه لها خواص كيميائية متطابقة ولكن خواصها الفيزيائية مختلفة لأن كتلتها مختلفة.

إن النظائر المستقرة التي تشكل جزءاً من جزيء الماء، وهي الديوتيريوم ^2H أو D (نظير الهيدروجين) والأكسجين ^{18}O (نظير الأكسجين) لها قيمة كبيرة في فهم أصل ومصدر خلط المياه الجوفية.. إلخ. فحينما يغير الماء حالته إما بسبب التكثيف أو التبخر، تحدث عملية التجزئة النظيرية (isotopic fractionation) بسبب الاختلاف في ضغط البخار وسرعات الانتشار (diffusion velocities) للأنواع (HH^{16}O و HD^{16}O) و (HH^{18}O و HD^{18}O) خلال عمليتي التكثيف والتبخر يتم استنفاد أو نضوب طور البخار في نظير مستقر أثقل (^{18}O , D) وطور الماء يكون غنياً في ^{18}O و D المستقرة الأثقل على عكس عملية التكثيف، لا يحدث التبخر في ظل ظروف التوازن. في حالة التبخر تكون عوامل التجزئة الفعالة عالية وإن درجة تجزئة النظائر ترتبط عكسياً بدرجة الحرارة [2]. هناك أيضاً تغير موسمي في التركيب النظائري المستقر للتساقط (هطول الأمطار) في موقع معين، مع حدوث المزيد من قيم النضوب عند خطوط العرض العليا. هطول الأمطار المتساقطة على المرتفعات أكثر نضوباً من هطول الأمطار على المرتفعات المنخفضة. هطول الأمطار في الموقع القاري أكثر نضوباً من هطول الأمطار بالقرب من الساحل. لذلك تؤدي العمليات الهيدرولوجية المختلفة إلى تباين في المحتوى النظائري المستقر للماء في أجزاء مختلفة من الدورة الهيدرولوجية. يجب دراسة هذه الاختلافات النظرية من أجل كشف العمليات بطريقة نوعية وكمية [2].

يعتمد استخدام النظائر المستقرة في فك شفرة أصل المياه الجوفية على قدرة المياه الجوفية على "تذكر" التركيب النظيري للمياه في أثناء عملية إعادة التغذية، ومن ثم تبقى عملياً دون تغيير في المكنم المائي ما لم تتعرض المياه لدرجة حرارة (C 80 — 60)، ومن ثم يتم التحكم في التركيب النظيري للمياه الجوفية بشكل أساس بسبب عملية التغذية، وبدرجة أقل يتم تعديلها بالتفاعل مع الصخور أو الاختلاط بمياه أخرى. على سبيل المثال، في المناطق الجافة وشبه الجافة كما في منطقة الدراسة، يتم إثراء المياه المعاد شحنها بتكوين نظائر مستقرة مقارنة بتلك الموجودة في المناطق الغنية بالأمطار، نتيجة لذلك يتحول الخط النظيري للمياه الجوفية من خط المياه الجوي ويؤسس خط التبخر [2].

موقع منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة التي تشغل مساحة حدود (2286 km²) في الجزء الشمالي الشرقي من محافظة ميسان جنوب العراق والمحصورة بين دائرتي عرض (32° 39' 50.10" – 32° 10' 35.68" شمالاً وخطي طول (46° 56' 03.87" – 47° 28' 00.00" شرقاً، شكل (1)، يتراوح ارتفاع المنطقة بين (9 – 269 m)، ويكون سطح الأرض منبسطة نسبياً في الجزء الأوسط منها، تحده تلال حميرين من الشمال الشرقي وتلة البند من الشمال بالقرب من مدينة الطيب، وتنحدر منطقة الدراسة من الجزء الشمالي الشرقي باتجاه الجنوب الغربي. تمتاز منطقة الدراسة بتواجد طبقات مقعرة واسعة تحتوي على طبقات سميكة من موالس المايوسين – الرباعي وأخرى طولية محدبة ذات اتجاه شمال غرب – جنوب شرق تترافق معها فوالق طولية اعتيادية [3]، الفوالق الموجودة في منطقة الدراسة والمتمثلة بفالق (مندلي – بدره – عمارة) بالاتجاه شمال غرب – جنوب شرق موازي للحدود العراقية الإيرانية، وفالق الرفاعي الذي يكون بالاتجاه شمال شرق – جنوب غرب، شكل (1).



الشكل 1: موقع منطقة الدراسة.

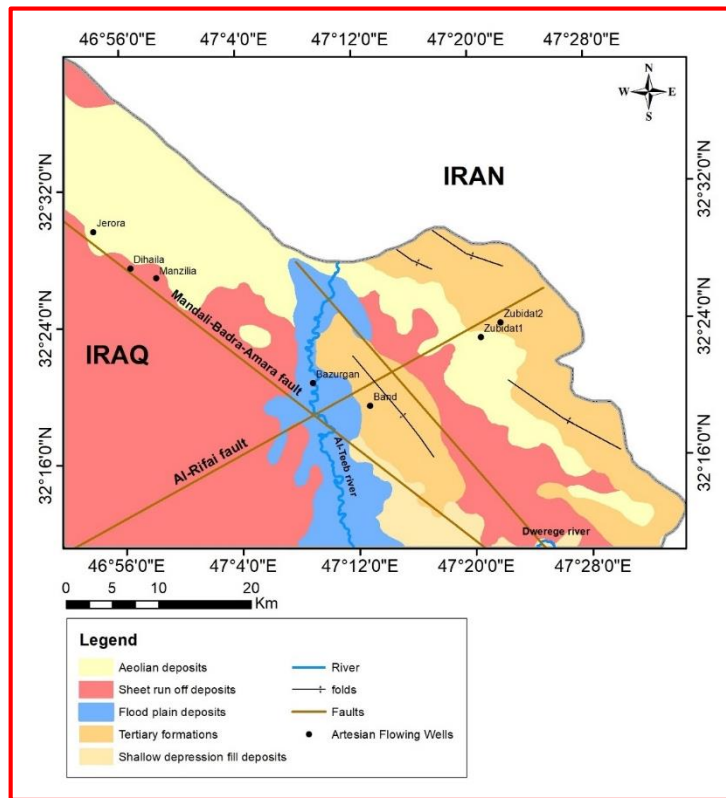
جيولوجية وهيدروجيولوجية منطقة الدراسة

تعود الصخور المنكشفة في منطقة الدراسة الى عمر المايوسين والمايوسين الأوسط والبالايوسين وهي تعود الى تكويني باي حسن والمقدادية غير المميزين [4]، وتشغل رواسب العصر الثلاثي مساحة تصل بحدود (20%)، وتغطي هذه الصخور برواسب العصر الرباعي (Quaternary sediments) التي تشغل بحدود (80%) من مساحة منطقة الدراسة، شكل (2)، وهي تمثل رواسب المراوح الفيضية ورواسب نهريّة وبحرية قديمة ورواسب ريحية حديثة، ويصل العمود الطبقي لها الى حوالي (120m) [5].

إنّ التتابع الطباقى في منطقة الدراسة يتألف من تكوين الفرات وتكوين الفتحة (الفارس الأسفل) وتكوين انجانة وتكوين المقدادية وباي حسن وترسبات العصر الرباعي.

ان الخواص الهيدروجيولوجية للمنطقة تم الاستدلال عليها من دراسة المقاطع الجيولوجية للآبار المحفورة ضمن مناطق السهل الرسوبي ومناطق المرتفعات، حيث ان الآبار المحفورة في السهل الرسوبي يمكن من خلالها معرفة طبيعة وهيدروجيولوجية الطبقات وتوزيعها على الاجزاء العليا من ترسبات العصر الرباعي، فيما تعكس مقاطع الآبار العميقة في المناطق المجاورة للسهل الرسوبي طبيعة الخزانات الجوفية وهيدروجيولوجيتها وتوزيعها وامتدادها ضمن ترسبات العصر الرباعي والترسبات الأقدم، وتعكس الآبار المحفورة ضمن مناطق المرتفعات على الشريط الحدودي مع ايران خصائص المكنن المائي وطبيعته في ترسبات المراوح الفيضية وترسبات تكويني باي حسن والمقدادية. إنّ تكويني باي حسن والمقدادية يشكلان الخزان الرئيس العلوي الموجود في المناطق الحدودية، في حين تشكل ترسبات العصر الرباعي الخزان الجوفي العلوي في منطقة الدراسة [6]. تقسم المكنن المائية في منطقة الدراسة الى ثلاثة انواع هي:

- 1- المكنن المائي غير المحصور الضحل Shallow unconfined aquifer.
 - 2- المكنن المائي الرئيس شبه المحصور Main aquifer (semi-confined).
 - 3- المكنن المائي العميق المحصور Deep aquifer (confined).
- تفصل بين هذه المكنن المائية طبقتان مائيتان (aquitards) قليلتا النفاذية.



الشكل 2: جيولوجية منطقة الدراسة محورة عن [7].

المواد وطرائق العمل

تمت عملية النمذجة في فترتين لشهري نيسان وايلول، الفترة الأولى بدأت بتاريخ 20/4/2018 والثانية بتاريخ 15/9/2018. تم اختيار (5) آبار ارتوازية من أصل (7) آبار وذلك لصعوبة الوصول الى البئرين الآخرين لنمذجتها من أجل التحاليل الهيدروكيميائية، هذه الآبار حفرت من قبل دائرة حفر الآبار المائية في محافظة ميسان في مناطق زبيدات والبند والمنزلية والدحيلة وتم أخذ احدثياتها بجهاز GPS نوع Garmin، (شكل 1). جمعت عينات المياه الجوفية لكل بئر من هذه الآبار خلال الفترتين في قناني زجاجية معتمدة سعة الواحدة (1000 ml)، بواقع قنيتين لكل عينة وتم ملء القناني تماماً للتخلص من الهواء الموجود فيها، لأنه يؤثر على قيمة الأس الهيدروجيني (pH) وثبات الكربونات والبيكاربونات، ومن ثم حفظت العينات بدرجة حرارة منخفضة في حافظة مبردة لضمان عدم التغير الذي قد يحصل في حجم العينة بسبب التبخر عند تعرضها لحرارة الجو ولمنع حدوث بعض التفاعلات في المياه بسبب ارتفاع حرارتها. قيس درجة الحرارة والتوصيلية الكهربائية EC وقيمة الأس

الهيدروجيني pH وتركيز المواد الصلبة الذائبة الكلية TDS للمياه في الموقع وباستخدام الأجهزة الحقلية، تم ترقيم كل قنينة وتثبيت احداثياتها ورقم البئر، جدول (1).

الجدول 1: مواقع الابار الارتوازية

Well	Coordinates (D.M.S)
زبيدات 1 (W2Z1)	32° 22' 22.663" 47° 18' 49.462"
زبيدات 2 (W3Z2)	32° 23' 21.518" 47° 20' 33.418"
البند (W1B)	32° 19' 13.324" 47° 13' 02.073"
المنزلية (W4M)	32° 24' 23.017" 47° 01' 03.422"
الدحيلة (W5D)	32° 27' 34.078" 47° 56' 35.873"

أجريت عملية تحليل النظائر المستقرة $\delta^{18}\text{O}$ و δD لعينات المياه الجوفية في المختبر المركزي التابع لجامعة امير كبير التكنولوجيا الواقعة في مدينة ماهشهر في اقليم خوزستان في جمهورية إيران الإسلامية.

تم إجراء قياسات النظائر المستقرة بواسطة مطياف الكتلة (mass spectrometer) High precision laser spectroscopy (LGR). من المفيد دراسة الاختلافات في محتويات النظائر المستقرة فيما يتعلق بالمعيار (standard) أكثر من القياسات المطلقة لوفرتها. يتم التعبير عن انحرافات الديوتيريوم والأكسجين ^{18}O عن المعيار كقيم دلتا:

$$\delta\text{‰} = [(\text{Rs} - \text{Rstd})/\text{Rstd}] \times 1000$$

حيث δ هو الانحراف عن المعيار ويتم التعبير عنه (thousand) per mil.

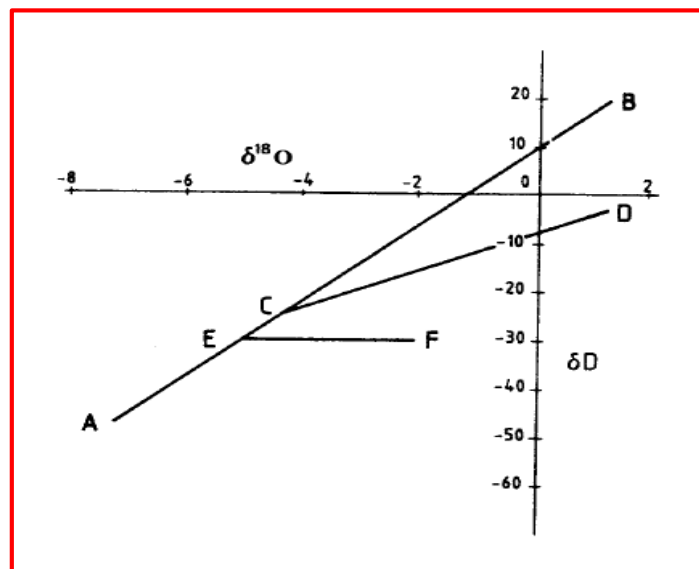
Rs هو النسبة النظرية (D/H أو $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) للعينة.

Rstd هو النسبة النظرية (D/H أو $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) للمعيار.

المعيار المعتمد للديوتيريوم والأكسجين ^{18}O هو (Standard Mean Ocean Water) SMOW (التركيب النظيري لمعيار مياه البحر هو $\delta^{18}\text{O} = \text{D} = 0\text{‰}$). يشير هذا إلى المعيار الذي تكون فيه نسب الهيدروجين والأكسجين فيه قريبة من متوسط النسبة النظرية لمياه المحيط. أدت القياسات العالمية للتساقط إلى وجود علاقة عامة بين δD و ^{18}O التي يتم التعبير عنها [8]:

$$\delta\text{D} = 8 \delta^{18}\text{O} + 10$$

يتم رسم العلاقة العامة بين ^{18}O و δD على مخطط $\delta\text{D}/\delta^{18}\text{O}$ (Payne, 1983)، الشكل (2). يوضح الرسم البياني أن عينات المياه التي لم تتعرض لتبخر كبير ستسقط على خط المياه الجوي العالمي (GMWL). من ناحية أخرى، لا تسقط المياه التي خضعت للتبخر على خط المياه الجوي (خط CD)، الذي يتراوح منحدره من 4 إلى 6. يمثل خط التبخر النموذجي، ويوضح الخط EF التباين في التركيب النظيري للمياه الحارة في الأنظمة الحرارية الأرضية (geothermal systems).



الشكل 3: مخطط اسقاط $\delta^{18}\text{O}$ - δD . الخط AB هو متوسط خط المياه الجوي العالمي (GMWL)، والخط CD هو خط التبخر النموذجي، والخط EF يوضح التباين في التركيب النظيري للمياه الحارة في الأنظمة الحرارية الأرضية.

النتائج والمناقشة

النظائر المستقرة في المياه الجوفية للآبار المتدفقة

تستند دراسة النظائر في علم المياه على المفهوم العام لتعقب الأثر (tracing)، ومعظم تطبيقات النظائر تستخدم التباين في النظائر في التساقط الجوي. ينتج هذا الاختلاف عن مجموعة متنوعة من العمليات الفيزيائية من التبخر والتكثيف [9]. تؤثر العديد من العوامل مثل التبخر والتكثيف والذوبان والتجميد والعمليات الكيميائية والبيولوجية في النظائر الثقيلة، بشكل عام، فإن إمدادات المياه العذبة في منطقة الدراسة محدودة بسبب ندرة هطول الأمطار وارتفاع نسبة التبخر والملوحة. يتطلب تقييم مورد المياه الجوفية في منطقة الدراسة تحديد أصل المياه الجوفية [10], [11].

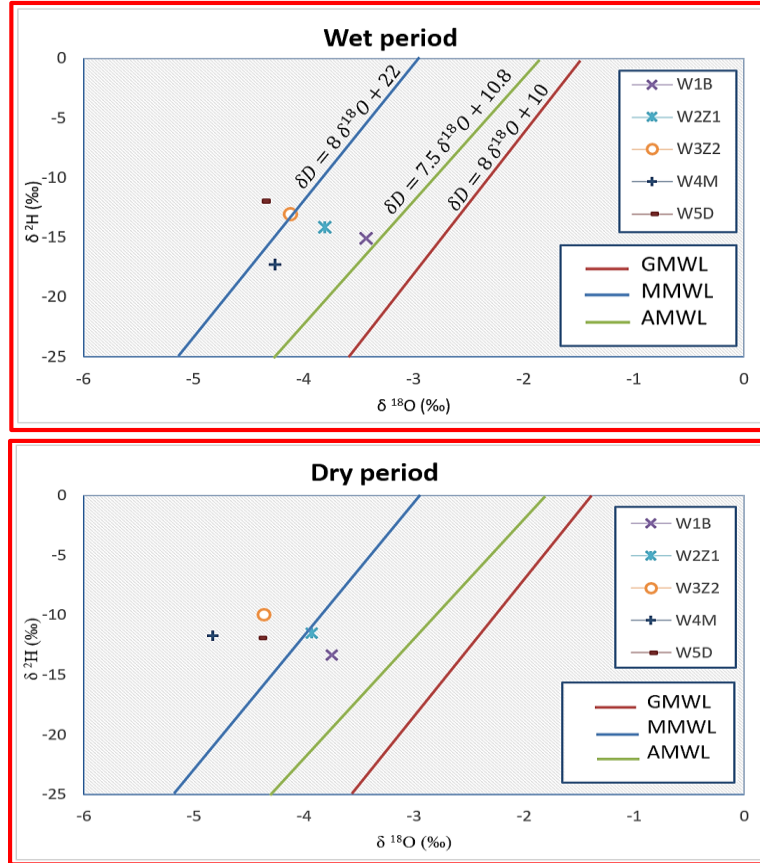
الجدول (2) يبين محتوى النظائر المستقرة في عينات المياه الجوفية للآبار المتدفقة في منطقة الدراسة، فتراوحت قيم الأوكسجين 18 من (-4.83‰) إلى (-3.75‰) بمعدل (-4.254‰) في الفترة الجافة، ومن (-4.37‰) إلى (-3.43‰) بمعدل (-3.998‰) في الفترة الرطبة. وتراوحت قيم الديوتيريوم من (-13.36‰) إلى (-10.01‰) بمعدل (-11.71‰) في الفترة الجافة، ومن (-17.25‰) إلى (-11.92‰) بمعدل (-14.28‰) في الفترة الرطبة.

الجدول 2: قيم النظائر المستقرة في المياه الجوفية للفترتين في منطقة الدراسة.

البئر	الفترة الجافة			الفترة الرطبة		
	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	d (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰)	d (‰)
W2Z1	-3.93	-11.51	19.93	-3.81	-14.11	16.37
W3Z2	-4.36	-10.01	24.87	-4.12	-13.06	19.9
W1B	-3.75	-13.36	16.64	-3.43	-15.06	12.38
W4M	-4.83	-11.74	26.9	-4.26	-17.25	16.83
W5D	-4.4	-11.93	23.27	-4.37	-11.92	23.04
المعدل	-4.254	-11.71	22.322	-3.998	-14.28	17.704

تم تمثيل النتائج في الجدول (2) للنظائر المستقرة ($\delta^{18}\text{O}$) و ($\delta^2\text{H}$) لمنطقة الدراسة على مخطط ($\delta^2\text{H} - \delta^{18}\text{O}$) الذي يحتوي على خط المياه الجوي المحلي للعمارة (AMWL) والمرسوم من قبل [12]، من أجل تحديد أصل المياه الجوفية في منطقة الدراسة، شكل (4). ويمكن الاستنتاج من المخطط أن أغلب العينات موزعة بشكل أقرب لخط مياه البحر المتوسط الجوي وبعيدة عن خط المياه الجوي العالمي تشير إلى أن المياه الجوفية كانت أقل عرضة للتبخر، وأما العينات التي تقترب من خط مياه العمارة الجوي هي الأكثر عرضة للتبخر وتشير إلى الأصل الجوي لها، وأن التباعد بين هذه العينات يشير إلى مصادر مختلفة، وقد يكون

لمياه المكن المائي مصدرين محتملين من مصادر هطول الأمطار (الحديثة وما قبل الحديثة). بشكل عام، من المعروف جيداً أن الماء الذي يحتوي على منشأ الماء نفسه.



الشكل 4: مخطط ($\delta^2\text{H} - \delta^{18}\text{O}$) لعينات المياه الجوفية للفترتين.

يقع توزيع عينات المياه الجوفية في منطقة الدراسة بين خطي AMWL (Amara Meteoric Water Line) و MMWL (Mediterranean Meteoric Water Line) وهذا يشير الى ان تغذية هذه المياه ناتج بشكل اساسي عن هطول الامطار التي تتسرب بسرعة عبر رواسب العصر الرباعي والرواسب عالية النفاذية في مناطق التغذية. يشير الاختلاف في التركيب النظيري الى ان المياه الجوفية تتأثر بدرجات مختلفة من التبخر، ومن المحتمل ان اعادة تغذية المياه الجوفية لرواسب العصر الرباعي تتم من هطول امطار البحر الابيض المتوسط والمياه القارية ذات الاصل الجوي.

قيم فائض الديوتيريوم (d-excess) للمياه الجوفية

قيم فائض الديوتيريوم في عينات المياه الجوفية الخمس، الجدول (3)، تظهر مدى من (16.64‰) إلى (26.9‰) بمعدل (22.322‰) للفترة الجافة، وتتراوح من (12.38‰) إلى (23.04‰) وبمعدل (17.704‰) للفترة الرطبة. بشكل عام، تكون قيم فائض الديوتيريوم في فترة الجفاف أعلى من الفترة الرطبة. تشير القيم العالية (>10‰) إلى الرطوبة المعاد تدويرها (recycled moisture). من اجل تحديد طبيعة العلاقة ما بين المكن المائي المحصور وغير المحصور، اجريت عملية مقارنة بين الآبار الارتوازية المتدفقة والآبار غير الارتوازية في منطقة الدراسة باستخدام التوقع النظيري لكلا النوعين من الآبار وباعتماد على نتائج الدراسة السابقة لـ [12].

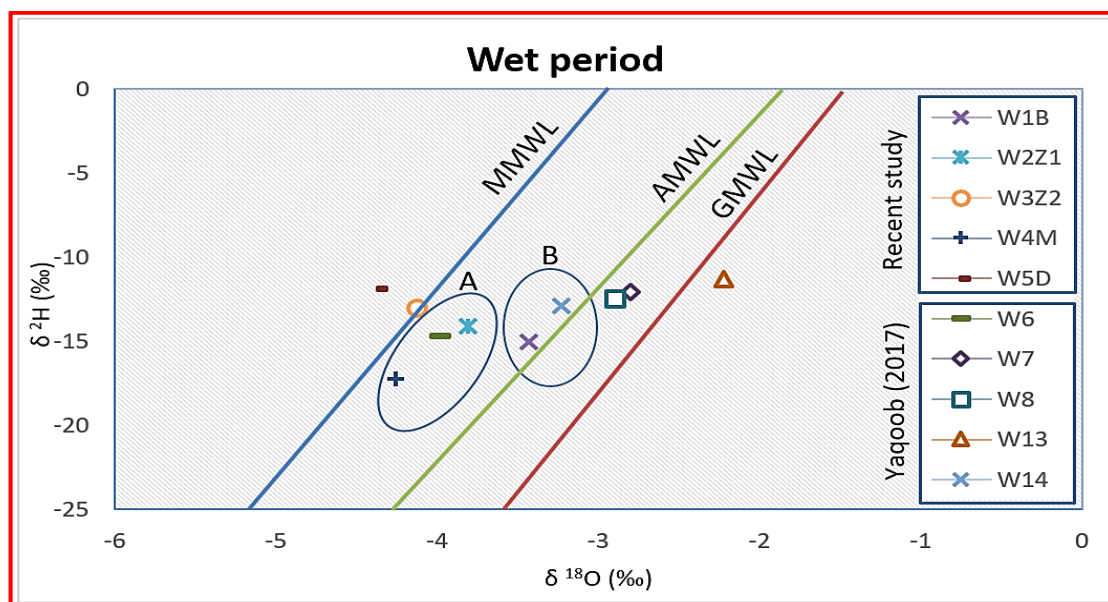
• التوقع النظيري

يبين الجدول (3) المحتوى النظيري للمياه الجوفية للدراستين، الدراسة الحالية ودراسة [13]، ولاجراء المقارنة تم اسقاط قيم النظائر على مخطط ($\delta^2\text{H} - \delta^{18}\text{O}$)، الشكل (5)، الذي من خلاله نلاحظ وجود تشابه نظيري في بعض الآبار والمحدد بالمجموعتين A و B الواقعتين بين خط المياه الجوي المحلي للعمارة AMWL وخط مياه البحر المتوسط الجوي MMWL حيث ان المجموعة A تضم الآبار الاقرب الى خط مياه البحر المتوسط الجوي والتي تكون المياه الجوفية لها هي الاقل عرضة للتبخر، اما المجموعة B فتضم الآبار الاقرب الى خط المياه الجوي المحلي للعمارة والتي تكون المياه الجوفية لها هي الاكثر عرضة للتبخر وتشير الى الاصل الجوي لها)، كما ان هناك آباراً غير متدفقة تقع باتجاه خط المياه الجوي العالمي GMWL وان هذا قد

يعطي دلالة على وجود أكثر من مصدر تغذية للمياه الجوفية وعلى وجود مزج أو خلط لهذه المياه بين أكثر من ممكن مائي بسبب وجود الفوالق في المنطقة، وبالتالي يمكن القول بوجود اتصال هيدروليكي بين الممكن المائي المحصور والممكن المائي غير المحصور.

الجدول 3: المحتوى النظيري للمياه الجوفية للدراسيتين.

الآبار المتدفقة				الآبار غير المتدفقة			
الدراسة الحالية				[12]			
$\delta^2\text{H}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	d (‰)	البئر	$\delta^2\text{H}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	d (‰)	البئر
-14.11	-3.81	16.37	W2Z1	-14.7	-3.98	17.14	W6
-13.06	-4.12	19.9	W3Z2	-12.1	-2.8	10.3	W7
-15.06	-3.43	12.38	W1B	-12.5	-2.89	10.62	W8
-17.25	-4.26	16.83	W4M	-11.3	-2.22	6.46	W13
-11.92	-4.37	23.04	W5D	-12.9	-3.23	12.94	W14
-14.28	-3.998	17.704	المعدل	-12.7	-3.02	11.4	المعدل



الشكل 5: مخطط اسقاط ($\delta^2\text{H} - \delta^{18}\text{O}$) لعينات المياه الجوفية للدراسيتين.

الاستنتاجات

من كل ما تقدم، يمكن القول بأن الممكن المائي المحصور والممكن المائي غير المحصور في منطقة الدراسة هو عبارة عن ممكن مائي واحد، لذا فإن أي زيادة في الضغط المسلط على الممكن المائي غير المحصور والمستثمر بشدة في منطقة الدراسة سوف يؤثر حتماً على مقدار خزين المياه الجوفية ويعمل على خفض منسوبه في الممكن المائي المحصور الأمر الذي يستدعي وضع خطط إدارة محكمة لتفادي نفاذ الخزين الجوفي في الممكن المائي المحصور الأمر الذي قد يؤدي إلى توقف الآبار الارتوازية في منطقة الدراسة وجفافها.

كما أظهرت دراسة التناثر المستقرة ^{18}O و ^2H أن المياه الجوفية أقل نضوباً بالنظائر المستقرة الثقيلة، وقد يكون لمياه الممكن المائي مصدران محتملان من مصادر هطول الأمطار (الحديثة وما قبل الحديثة)، وأن أصل هذه المياه جوي (مياه أمطار) للعينات القريبة إلى خط المياه الجوي المحلي للعمارة. وتشير القيم العالية لفائض الديوتيريوم ($>10\%$) إلى الرطوبة المعاد تدويرها (recycled moisture).

References

1. Busigny V., 2014, Stable Isotopes, Encyclopedia of Astrobiology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 5p.
2. Sukhija , B.S., Nagabhushanam, P., and Reddy, D.V, 2002, Use of Stable Isotopes in Groundwater Hydrology, Indian Journal of Geochemistry, 17:89-119;2002; ISSN 09709088.
3. Buday, T. and Jassim, S.Z., 1987. The Regional Geology of Iraq, Tectonism, Magmatism and Metamorphism, Vol.2, GEOSURV, Baghdad.
4. Barwary, A.M., 1993. The geology of Ali Al-Gharbi Quadrangle, Unpublished Rep., No.222, NL-38-16 (GM 28), State Establishment of Geological Survey and Mining (GEOSURV).
5. بشو، ضياء يعقوب، 2004، تحريات هيدروجيولوجية لمنطقة شرق ميسان، تقرير غير منشور، المديرية العامة لحفر الآبار المائية.
6. الجبوري، حاتم خضير صالح، 2005، دراسة هيدروجيولوجية وهيدروكيميائية لمنطقة علي الغربي، لوحة رقم (NI-38-16)، مقياس 1:25000، الشركة العامة للمسح الجيولوجي والتعدين.
7. Sissakian, V. K., "Geological Map of Iraq, Scale 1:1000000," 3rd Edition, GEOSURV, Baghdad, 2000.
8. Craig, H.: Isotopic variations in meteoric waters, Science, Vol.133, pp.1702-1703, doi:10.1126/science.133.3465.1702, 1961a.
9. Aggarwal P, Froehlich K, Gonfiantini R, Gat J. 2006b. Isotope hydrology: A historical perspective from the IAEA. In: Aggarwal PK, Gat JR, Froehlich KFO, editors. Isotopes in the Water Cycle. Heidelberg: Springer. p 3–8.
10. Povinec P.P., Bokuniewicz H.J., Burnett W.C., Cable J., Charette M., Comanducci J.F., Kontar E.A., Moore W.S., Oberdorfer J.A., de Oliveira J., Peterson R., Stieglitz T., Taniguchi M., 2008, Isotope tracing of submarine groundwater discharge offshore Ubatuba, Brazil: results of the IAEA– UNESCO SGD project. J. Environ Radioact 99:1596–1610.
11. Al-Paruany, K. B. N., 2013, "Hydrochemical and isotopic study of water resources between Haditha dam and site of Al-Baghdadi dam", Unpub. Ph.D. thesis, University of Baghdad, 198p.
12. Yaqoob, M.B., 2017, Hydrogeochemical Evolution and Recharge Sources of Groundwater in Ali Al-Gharbi, Missan Province. Unpublished master thesis. College of science, Basrah University, Basrah. 141p.
13. Yaqoob, M.B., 2017. Hydrogeochemical Evolution and Recharge Sources of Groundwater in Ali Al-Gharbi, Missan Province. Unpublished master thesis. College of science, Basrah University, Basrah. 141p.

Stable isotopes in the groundwater of artesian wells in the Al-Tayeb and Ali Al-Gharbi regions, northeast of Missan

Jassim J. Alsamaani¹, Ajel S. Y. AL-Hadadi*², and Alaa M. Al-Abadi²

1- Department of Geography, College of Art, University of Basrah, Iraq

2- Department of Geology, College of Science, University of Basrah, Iraq

Article Information

Received: 05/05/2023

Accepted: 00/00/2023

Keywords:

Isotopes, Ground water, artesian well, Missan

Corresponding Author

E-mail: [a](#)

Abstract

The study of stable isotopes proved that the artesian aquifer system in the study area is part of the entire aquifer system and that only the topographical and structural conditions play a major role in the emergence of this system. The study of the stable isotopes ($\delta^{18}O$ and δ^2H) of groundwater samples showed that most of these samples are distributed closer to the Mediterranean atmospheric water line MMWL and far from the global atmospheric water line GMWL, which indicates that the groundwater was less susceptible to evaporation. Those that approach the Ammarah local air water line (AMWL) are the most susceptible to evaporation and indicate their atmospheric origin, and the spacing between these samples indicates different sources. This indicates that the feeding of this water is mainly caused by rainfall. The difference in isotopic composition indicates that groundwater is affected by different degrees of evaporation.