

## 2- الصفات الفيزيائية للمياه الطبقية :

تكون المياه الطبقية دوماً ملازمة للنفط ، حيث تتوضع بنفس الطبقة الذي يتوضع فيها النفط وتشغل القسم السفلي منها ، كذلك من الممكن وجودها في طبقات مائية مستقلة .

لدى سير عمليات استثمار النفط فإن المياه الطبقية تعبّر إلى المكمن النفطي مزحة النفط فيه ، ولذلك ونتيجة لأهميتها من الضروري معرفة كيفية توضّع هذه المياه في المقطع الطبقي .

تنصف مياه الحقول النفطية بالنسبة إلى موقع الطبقات النفطية والمائية ( انظر إلى الشكل رقم (27) إلى :

أولاً : المياه الطبقية : 1 - جانبية ، 2 - تماضية ، 3 - متوسطة .

ثانياً : المياه الغربية : 1) علوية بالنسبة للطبقة النفطية .

2) سفلية بالنسبة للطبقة النفطية المعنية سابقاً .

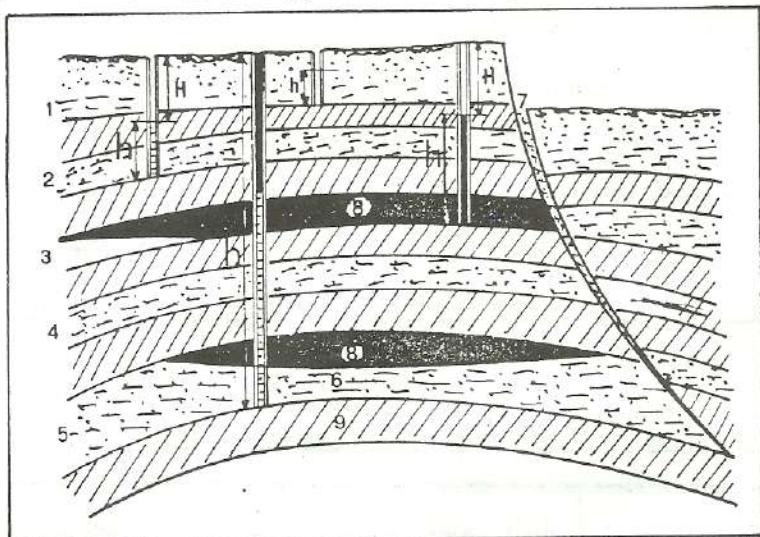
3) محقونة اصطناعياً في الطبقة .

المياه الجانبية هي المياه التي تتوضع في القسم السفلي للطبقة النفطية ، أما وجود المياه في حالة تماص مع النفط ، بحيث يكون خط التقاء النفط بالماء أعلى من الغطاء السفلي للطبقة فتسمى بالمياه التماضية لطول المجال النفطي .

أما المياه المتوسطة فهي التي تشغّل الطبقة الوسطى الواقعة بين طبقتين نفطيتين .

المياه العلوية هي التي تشغّل طبقة أعلى من الطبقة النفطية ، أما المياه السفلية فهي التي تشغّل طبقة أخفض من الطبقة النفطية ، المياه التكتونية هي التي تشغّل

الشق المحاذى للفالق ، أما المياه الاصطناعية فهي التي تحقن في الطبقة للمحافظة على الضغط الطبيعي بطريقة الحقن خلف منطقة التماس والحقن الداخلي ، كذلك تتسرب المياه التي عبرت إلى الطبقة في أثناء الحفر وإصلاح الآبار إلى المياه الاصطناعية .



شكل رقم (27) توضع المياه الطبقية بالنسبة للطبقات النفطية :

- 1 - مياه ذات سطح حر (مياه غير دفعية ) ، 2 - المياه العلوية بالنسبة للطبقة النفطية (مياه علوية دفعية ) ، 3 - مياه جانبية ، 4 - مياه سفلية بالنسبة للطبقة النفطية المعنية سابقاً (مياه سفلية دفعية ) ، 5 - مياه جانبية ، 6 - مياه تماضية ، 7 - مياه تكتونية ، 8 - نفط ، 9 - غضار  $H$  - مستوى السائل ،  $P$  - مقدار الدفع ..

تعتبر المياه الطبقية المادة الأساسية لإزاحة النفط من الطبقة وبالتالي فإن خواصها لها التأثير الفعال على كمية النفط المزاحاة ، حيث أن هناك مياه تزيح النفط بأفضلية ، بينما البعض فيشكل أسوأ ولذلك فمن الضروري معرفة صفاتها الكيميائية والفيزيائية.

## ٢ - ١ - التركيب الكيميائي للمياه الطبقية :

تحتوي المياه الطبقية على أملاح منحلة فيها ، كالصوديوم والمغنيزيوم والكلاسيوم والبوتاسيوم وغيرها ، حيث تتراوح كمية الأملاح من عدة مئات غ / م<sup>٣</sup> في المياه العذبة إلى 300 كغ / م<sup>٣</sup> في المحاليل المركزة . كذلك تحتوي أغلب المياه الطبقية على اليود والبروم ، حيث يعتبر وجودها دليلاً على وجود النفط في أشلاء الحفر الاستكشافي ، لأن مثل هذه المياه تكون في أغلب الأحيان ملازمة للنفط . كذلك تحتوي المياه الطبقية على غازات المياه الهيدروكربيونية وأحياناً على كميات كبيرة من كبريت الهيدروجين .

يتعلق التركيب الكيميائي للمياه الطبقية بتركيب الصخور المكممية وبالحرارة الطبقية والضغط الطبقي .

جدول رقم (١) مقارنة التركيب الملحي للمياه الطبقية والمياه البحرية

الشوارد	التركيز الملحي للمياه الطبقية ملغم / لتر	التركيز الملحي للمياه البحرية ملغم / لتر
$Ca^{++}$	13260	420
$Mg^{++}$	1940	1300
$Na^+$	3950	(10710)
$K^+$	650	-
$SO_4^{--}$	730	2700
$Cl^-$	77340	19410
$Br^-$	320	-

بمقارنة المياه البحرية بالمياه الطبقية نرى أن الأخيرة تحتوي على نسب أكبر من الأملاح منها في المياه البحرية (انظر الجدول رقم 1) ، الذي يوضح المقارنة المذكورة لمياه طبقية استخرجت من بئر في الولايات المتحدة مع المياه البحرية .

## 2 - كثافة المياه الطبقية :

ترداد كثافة المياه الطبقية بزيادة نسبة الأملاح فيها ، وبما أن نسبة الأملاح تتغير ضمن مجال واسع ، لذلك فالكثافة ستكون ذات قيم مختلفة . تصل كثافة المياه الطبقية إلى  $1450 \text{ كغ} / \text{م}^3$  عند التركيز  $642,8 \text{ كغ} / \text{م}^3$  من الأملاح فيها . العلاقة التقريبية بين كثافة المياه الطبقية ونسبة الأملاح فيها يوضحها الجدول رقم (2) .

جدول رقم (2) كثافة مياه الحقول النفطية

كثافة المياه الطبقية عند 15,5 درجة مئوية ( $\text{كغ} / \text{م}^3$ )	كمية الأملاح المنحلة ( $\text{كغ} / \text{م}^3$ )
1000	لا يوجد
1020	27,5
1040	55,4
1060	83,7
1080	113,2
1100	143,5
1120	175,8
1140	210

## 2 - التمدد الحراري للماء :

يعين معامل التمدد الحراري الممثل بالمعادلة التالية :

$$E = \frac{\Delta V}{V \Delta T} \quad (20-1)$$

$\uparrow T, \downarrow P \rightarrow E$

حيث أن :

-  $\Delta V$  - تغير حجم الماء لدى تغير درجة الحرارة لقيمة  $\Delta T$ .

-  $V$  - حجم الماء في الشروط الطبيعية .  $(18-90) 10^5$   ${}^{\circ}\text{C}$

من المعادلة (1 - 20) يتبيّن أن معامل التمدد الحراري  $E$  للماء يوضح تغيير وحدة حجم الماء لدى تغير حرارته لدرجة واحدة . ( اعتماداً على النتائج المخبرية فإن قيمة في الشروط الطبيعية تتراوح من  $10^{-5} \times 18$  وإلى  $10^{-5} \times 90$  ( 1 / درجة مئوية ) ويزداد بزيادة درجة الحرارة وينقص بزيادة الضغط الطبيعي .

## 2 - 4 - معامل انضغاط المياه الطبيعية :

يعين معامل انضغاط المياه الطبيعية بالمعادلة التالية :

$$C_w = -\frac{\Delta V}{V \Delta P} \quad (21-1)$$

حيث أن :

-  $\Delta V$  - تغير حجم الماء لدى تغير الضغط لقيمة  $\Delta P$ .

-  $V$  - حجم الماء عند شروط التجربة .  $3$

المعادلة رقم ( 4 - 20 ) توضح تغير وحدة حجم الماء لدى تغير ضغطه لوحدة ضغط . تتراوح قيمة معامل انضغاط الماء في الشروط الطبيعية من

$$\underline{\underline{5 - 3,7 \times 10^{-5} \frac{1}{at}}}$$

$$\uparrow R_s \rightarrow \downarrow C_w$$

يزداد معامل انضغاط المياه لدى وجود غاز مذاب فيه ويمكن تعينه بالمعادلة  
القريبة التالية :

$$C_{wg} = C_w (1 + 0,05 \cdot r) \quad (22-1)$$

حيث أن :

$C_{wg}$  - معامل انضغاط الماء الحاوي على غاز مذاب فيه .

$C_w$  - معامل انضغاط الماء بدون الأخذ بعين الاعتبار كمية الغاز المذاب .

$r$  - كمية الغاز المذاب في الماء .

## 2 - 5 - كمية ذوبان الغاز في المياه الطبقية :

عينت كمية ذوبان الغازات الطبيعية في المياه الطبقية كتاب للحرارة والضغط من قبل دودسون وستيندينغ ( Dodson and Standing ) انظر الشكل رقم (28) يوضح المنحني العلوي كمية ذوبان الغاز في المياه المقطرة ، أما المنحني السفلي فيوضح القيم التصححية الضرورية لأخذ بعين الاعتبار انخفاض كمية ذوبان الغاز بزيادة نسبة الأملاح في الماء .

نتيجة للأبحاث المخبرية تم التوصل إلى الاستنتاجات التالية :

1 - كمية ذوبان الغاز الطبيعي في المياه الطبقية غير كبيرة بالمقارنة مع كمية الذوبان بالنفط عند قيم متساوية من الحرارة والضغط .

من الشكل رقم (28) يتبين أن كمية ذوبان الغاز بالماء عند الضغط 1000  $S.C.F$  تساوي 12 في كل برميل . أما عند نفس الضغط فإن كمية ذوبان الغاز بالنفط ذو الوزن النوعي 50  $API$  تساوي 900 في كل برميل ( انظر الشكل رقم 7 ) .

شكل (7) ذوبان الغاز

$R_s(0^{\circ}\text{C}) \gg R_s(\text{water})$