

## **٢-كيف يمترج الماء المالح بالنفط الخام ؟**

أن الماء المالح ينتشر في النفط الخام كما ذكرنا بشكلين:

- أ. الماء الحر Free Water:** حيث ينتشر الماء على شكل جزيئات كبيرة من الماء داخل النفط الخام ، وينفصل عن الماء بسهولة وذلك بمجرد استقرار المزيج لفترة مناسبة.
- ب. الماء المستحلب Emulsified water:** حيث ينتشر الماء داخل النفط على شكل قطرات محاطة بغشاء قوي بفعل عوامل الاستحلاب ، ولا يمكن فصل هذا النوع من الماء بسهولة.

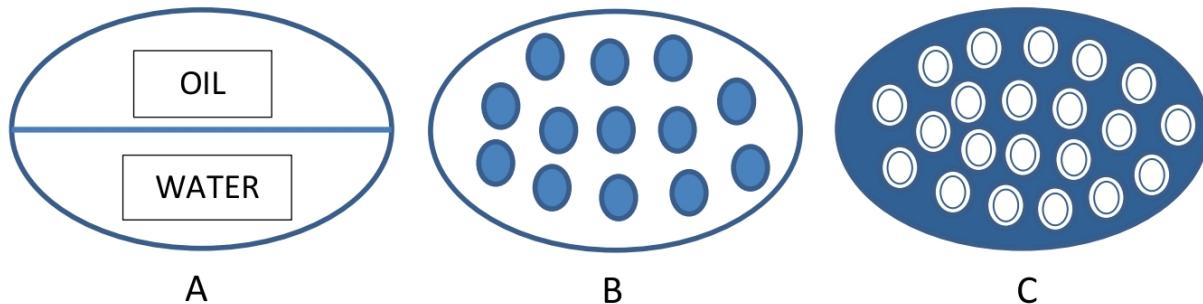
## **٣- ما هو الاستحلاب Emulsification وما هي المستحلبات ؟**

هو وجود سائلين لا يذوبان في بعضهما ، بل يتشتت أحدهما في الآخر ، ودرجة استقرارية المستحلب تعتمد على طبيعة الخلط وعلى طبيعة السائلين من حيث التركيب الكيميائي واللزوجة ، كما أن درجة الحرارة تأثير على استقرارية المستحلبات ولكي يتكون مستحلب يجب توافر سائلين لا يمترج أحدهما مع الآخر ، ووجود عوامل الاستحلاب ومدة الخلط الكافية لانتشار الطور غير المستمر في الطور المستمر ، وفي الصناعة النفطية فإن النفط والماء سائلان لا يمترج أحدهما مع الآخر ، ويكون عامل الاستحلاب هو الجزيئات الصلبة ،

المواد البارافينية Paraffins ، المواد الأسفلتينية Asphaltens ، المركبات الراتنجية Resinous substances الصلبة المنتشرة في النفط مثل الرمل ، الكاربون ، الكالسيوم ، السليكا ، الحديد ، الزنك ، سلفات الألومنيوم . في حين يحصل المزج في الآبار والأنابيب وفي الصمامات الخانقة . Choke valves

يختلف سمك ومكونات طبقة المستحلب تبعاً لعدة عوامل وهي :

- ١- كمية المواد المسببة لحدوث الاستحلاب الموجودة في النفط الخام.
- ٢- الشوائب الصلبة الموجودة في النفط الخام أو الماء.
- ٣- درجة استحلاب الماء في النفط الخام.
- ٤- المكونات الشمعية في النفط الخام Waxy Components



الشكل (١٥) / أنواع المستحلبات

الشكل (١٥) يبيّن أنواع المستحلبات : وهي كالتالي : A مزيج نفط وماء غير منتشر - B مستحلب نفط / ماء - C مستحلب ماء / نفط .

أن مدى صعوبة فصل الماء المستحلب تعتمد على استقرارية هذا المستحلب . وتعتمد استقرارية المستحلب على العوامل التالية:

- ١- فرق الكثافة بين الماء والنفط
- ٢- حجم جزيئات الماء .
- ٣- اللزوجة Viscosity
- ٤- الشد السطحي Interfacial Tension .
- ٥- وجود عوامل الاستحلاب .

أن فرق الكثافة يعتبر من أهم العوامل التي تحدد سرعة نزول قطرات الماء من الطور المستمر للنفط . حيث كلما زاد الفرق بين الكثافتين ستزيد سرعة نزول وأستقرار قطرات الماء .

## ٥- ما هي عوامل الاستحلاب :Emulsifiers

هي مواد نشطة سطحياً Active Surfactant ولها ميل للذوبان في أحد الطورين السائلين مما يؤدي إلى زيادة تركيز الحد الفاصل ، وهناك العديد من الطرق التي يغير بها عامل الاستحلاب من نوعية الانتشار في المستحلب ، ويمكن تصور فعل عامل الاستحلاب بوحد أو أكثر من الأمور التالية:

- ١- يزيد من الشد السطحي ل قطرة الماء ، مما يؤدي إلى تكون قطرات صغيرة تأخذ وقتاً أطول في الاندماج أو في تكوين قطرات كبيرة يسهل فصلها
- ٢- يكون غطاءً لرجأً على قطرات مما يؤدي إلى منعها من الاندماج مع بعضها وبالتالي زيادة زمن استقرارها
- ٣- قد تكون المستحلبات جزيئات مستقطبة مما يجعلها ترقص نفسها بطريقة تؤدي إلى تكون شحنة كهربائية على سطح قطرات ، وكلما انخفضت هذه الشحنة فان كل قطرتين ستتجمعان بقوة مناسبة وكافية للتغلب على التناحر قبل حصول الاندماج.

## ٦- كاسرات الاستحلاب :Demulsifiers

نظرأً للأضرار والمشاكل التي تحدث بسبب الماء والأملام في النفط الخام ، لذا أصبح من الضروري التخلص منه ، وهذا يتطلب إزالة كل المعوقات التي يمكن أن تمنع أو تحول دون ترسب أو فصل الماء من النفط الخام . ومن هذه الامور هو الغشاء الغريني المسمى ( الفلم ) والذي يحيط بقطرات الماء المستحلب والذي يمنع اندماج قطرات بعضها مع البعض الآخر ولهذا يجب إزالة هذا الغشاء او كسره ، ويستخدم لذلك كاسرات الاستحلاب ، وهي مواد كيمياوية ذات طبيعة ايونية او متعادلة تضاف الى النفط الخام بنسب معينة بحيث تؤدي الى كسر الغشاء وبالتالي سهولة دمج قطرات .

وهي على ثلاثة أنواع :

١. كاسرات استحلاب ذو طبيعة ايونية موجبة Anionic
٢. كاسرات استحلاب ذو طبيعة ايونية سالبة Cationic
٣. كاسرات استحلاب ذو طبيعة متعادلة Nonionic

ان هذا التنوع في كاسرات الاستحلاب يعود الى التنوع في التركيب الكيمياوي للغشاء المحيط بقطرات الماء ولهذا يجب اجراء فحوصات مختبرية لتحديد الطبيعة الايونية للغشاء حتى تضاف اليه مواد ذات طبيعة ايونية مضادة .

وتضاف هذه المواد بتراكير قليلة جداً وعلى الالغالب عند رأس البئر في الحقول النفطية او عند منطقة قريبة من الخزان الرئيسي في المصافي لضمان الخلط المتجانس للمادة وإطالة زمن الخلط لزيادة كفاءة الفصل.

تكون عملية معالجة المستحلبات على ثلاثة مراحل وهي:

- ١- كسر المستحلب : تتضمن تمزيق وتكسير الغشاء المحيط ب قطرة الماء ، وتحتاج هذه العملية الى تعزيز بواسطة الحرارة وكاسرات الاستحلاب.
- ٢- اندماج قطرات : ويتضمن اتحاد قطرات الماء والتي تصبح حرة بعد كسر المستحلب ، مكونة قطرات كبيرة والاندماج دالة قوية للزمن حيث كلما زاد الزمن زاد الاندماج و يتم

تعزيز هذه العملية بمجال الكتروستاتيكي electrostatic field وعملية الغسل بالماء water washing .  
 ٣- الترسب بفعل الجاذبية: أن القطرات الكبيرة الناتجة من عملية الاندماج سوف تبدأ بالترسب بفعل الجاذبية وتتجمع في الأسفل.

يجب أن تكون هذه الخطوات بالترتيب والخطوة المحددة للعملية هي التي تعتمد بشكل أساسى على الزمن (الأبطأ) ، وهي خطوة الاندماج ويجب علينا أدرك أن كلاً من المعالجة الكيمياوية ( كاسر الاستحلاب ) والطريقة الحرارية ( التسخين ) تعمل على كسر المستحلب فقط ، في حين تقوم الطريقة الكهربائية بتسريع اندماج القطرات ومن ثم ترسيبها . وبتعبير آخر فان الطريقة الكهربائية لا تقوم بكسر المستحلب لوحدها ، وكما أستنتجنا فيما سبق أن خطوة الاندماج هي الخطوة الحاكمة وانها دالة الزمن لذا فإنه عند تصميم عازلات النفط الربط يراعي وضع بعض الوسائل التي من شأنها أن تؤدي إلى زيادة زمن الاندماج من خلال وضع تراكيب تسهل العملية ، كما أن زيادة زمن المكوث residence time يؤدي إلى كبر حجم قطرات الماء ، لكن إلى حد معين فقط ، حيث بعدها لن يفيد زيادة زمن المكوث بشيء ، أن التجارب العملية أثبتت أن زمن المكوث المثالي هو ( ٣٠-١٠ ) دقيقة في حين يجب زيادة هذا الزمن بالنسبة للنفوط الثقيلة.

## ٦- قانون ستوك للترسيب Stock's Law

$$V = k \frac{D^2 (\rho_w - \rho_o)}{\eta_o}$$

حيث ان :-

$V$  = سرعة الترسيب

$k$  = ثابت الترسيب

$D$  = قطر قطرة الماء المستحلب

$\rho_w, \rho_o$  = كثافة النفط والماء

$\eta_o$  = لزوجة النفط

ونلاحظ ان القانون ينص على ان سرعة الترسيب تتناسب طردياً مع مربع القطرات وعكسياً مع لزوجة النفط الخام ، ومنه نلاحظ ان اهم طرق الترسيب ترتكز على هذين العاملين للحصول على كفاءة عالية حيث ان زيادة حجم القطرة اي زيادة وزنها وبالتالي زيادة تأثير الجاذبية والمتمثلة بالقوة نحو الاسفل اما اللزوجة فهي بمثابة المقاومة التي تعمل على اعاقة نزول القطرة وبالتالي زيادة القوة (حجم القطرة) ونقصان المقاومة (اللزوجة) يجعل المحصلة اكبر بتجاه عملية ترسيب سريعة وكفوءة.

### اما اهم طرق الترسيب المتبعة فهي :-

١. الاستقرار بفعل الجاذبية
٢. التسخين
٣. طرق الاندماج
٤. الغسل بالماء

### الاستقرار بفعل الجاذبية Setting By Gravity

ان الجاذبية هي العامل الاساسي في عملية فصل الماء من النفط الخام بالترسيب ، ومن ملاحظة قانون ستوك للترسيب نجد ان عملية الترسيب تعمل على زيادة وزن القطرة من خلال زيادة حجمها لكي يكون تأثير الجاذبية اكبر عليها وبالتالي الحصول على سرعة عالية في الفصل وكفاءة عالية في فصل القطرات الصغيرة جداً . ولهذا فان عمليات الفصل تكون اكثر صعوبة عندما يكون الاختلاف بين كثافة الماء والنفط الخام قليل .

### التسخين Heating

تسخين النفط هو احد اهم الطرق المساعدة في زيادة سرعة الترسيب من خلال تقليل اللزوجة حيث عند زيادة درجة الحرارة تتحفظ اللزوجة وبالتالي تزداد سرعة الترسيب ( اي انه برفع درجة الحرارة تزداد سرعة الترسيب ) وخصوصاً عندما يكون النفط الخام عالي اللزوجة . ان رفع درجة الحرارة يجب ان يكون ضمن حدود معينة بحيث لا يتسبب بفقدان المركبات الخفيفة والثمينة من النفط الخام ، ولهذا يستخدم مبادل حراري قبل دخول النفط الخام الى وحدة عزل الماء والاملاح لغرض الحصول عزل جيد .

### الاندماج Coalescence

ان حجم او كثافة قطرات الماء المستحلب لها دور كبير في عملية فصل الماء عن النفط الخام بالترسيب ، حيث نجد في قانون ستوك للترسيب ان سرعة الترسيب تتناسب طردياً مع مربع قطر القطرة ، اي عند مضاعفة قطر القطرة فان السرعة تتضاعف اربع مرات وبالتالي فأن تأثير الجاذبية سوف يكون اكبر في عملية الترسيب .

توجد هناك عدة طرق للاندماج

١. الميكانيكية Mechanical Coalescence
٢. الكيميائية Chemical Coalescence
٣. الكهربائية Electrical Coalescence

و هذه الطرق تكون ذات فعالية اكبر مع درجات الحرارة المرتفع حيث اللزوجة تصبح اقل مما يسهل عملية الخلط والدمج .