

الحالة الغروية وخواص البرتوبلازم

تنقسم المحاليل عموماً إلى ثلاثة أنواع وذلك بالنسبة للمواد المنتشرة فيها:

* المحاليل الحقيقية True solutions

وفيها تكون المادة المنتشرة متجزئة إلى مستوى الجزيئات أو الأيونات ويبلغ حجم الجزيئات هذه الدرجة من الصغر حيث لا يمكن رؤيتها بأى وسيلة من وسائل الإبصار المعروفة ويمكن التحقق من وجودها فقط بالكشف عن خواصها الطبيعية والكيماوية ويبلغ قطر معظمها إلى 1/ مليون من المليمتر أى 1 ملليمكرون أو أصغر من ذلك. وهذه الجزيئات تظل منتشرة فى المحلول بصورة متجانسة بين جزيئات المذيب (الطور الناشر) وتكسب المذيب صفات مميزة. ومن أمثلتها محلول سكر القصب أو محلول كلوريد الصوديوم والأخير تتأين جزيئاته إلى دقائق أصغر هى الأيونات. وتجدر الإشارة هنا إلى دقائق أصغر هى الأيونات. وتجدر الإشارة هنا إلى أن المادة المذابة قد تكون مادة صلبة (وهى التى تهمننا فى هذا المجال) أو سائلة أو غازية.

* المعلقات Suspensions

ويطلق هذا اللفظ على الأنظمة التى تكون فيها المادة المنتشرة صلبة والمادة الناثرة (ماء) وفى هذا النظام لا تتأثر المادة بالسائل الموجود فيه مثل وضع الرمل فى الماء أو يحدث أن تتجزأ المادة ولكن وحدات التجزؤ هنا تكون عبارة عن تجمعات كبيرة جداً من الجزيئات وتعرف بأنها دقائق المادة المنتثرة. ونظراً لكبر حجم هذه الدقائق فإنها لا تلبث أن ترسب وتنفصل عن السائل الموجود فيه وهذه الدقائق يمكن رؤيتها بفحصها ميكروسكوبياً أو بالعين المجردة ويقدر قطرها بأكثر من 100 ملليمكرون، وإذا كانت المادة المنتثرة سائلة ينتج نظام يسمى بالمستحلب المؤقت Emulsion.

* المحاليل الغروية Colloidal solution

وفى هذا النظام من المحاليل تتجزأ المادة المنتثرة إلى دقائق أو حبيبات غاية فى الصغر كل منها تتكون من المئات وأحياناً الآلاف من الجزيئات ويقع حجم هذه الدقائق وسطاً بين حجم دقائق المحاليل الحقيقية

والمعلقات أى أقل من ١٠٠ ملليمكرون. وأكثر من ١ ملليمكرون (وفى بعض المراجع يتراوح بين ١ – ٢٠٠ ملليمكرون).

وعلى ذلك فإن خواص هذا النوع من المحاليل يكون وسطاً بين خواص المحاليل الحقيقية والمعلقات أى أنها تكون تجمعات أكبر من الجزيء الواحد فى صورة دقائق وهذه الدقائق أصغر من دقائق المعلقات بدرجة لا تسمح برسوبها ولذا تظل منتثرة فى السائل الموجود فيه وتسمى السائل وسط الإنتشار والمادة الصلبة (الغروية فى هذه الحالة) تسمى المادة المنتثرة **Dispersion medium & Dispersel phase** إلا أنه يمكن مشاهدة خواصها الضوئية ومشاهدتها فى الحركة البراونية. والمادة المنتثرة فى المحاليل الغروية قد تكون:

- سائلة: وتسمى محاليلها مستحلب دائم مثل مستحلب الزيت فى الكحول (بعد الرج).
- صلبة: وتسمى محاليلها غروية مثل محلول غروى الكبريت ويحضر بإضافة محلول الكبريت فى الكحول إلى كمية كبيرة من الماء.
- ونظراً لأن البرتوبلازم مادة غروية فسوف نتكلم عنها بشيء من التفصيل فيما بعد.

تحضير الغرويات:

من الناحية النظرية هناك طريقتين للوصول بحجم دقائق المادة إلى المستوى الغروى.

– طريقة التجمع وهى تجميع الجزيئات فى وحدات أكبر إلى أن تصل إلى مستوى دقائق الغرويات وتسمى هذه الطريقة بالتكثيف **Condensation** ومثلها صب محلول كلوريد الحديد فى ماء مغلى.

– الطريقة الثانية وهى تكسير الدقائق الكبيرة إلى دقائق أصغر تقع فى مستوى حجم دقائق الغرويات وتسمى هذه الطريقة بطريقة التجزئة **Dispersion** ومثلها إضافة الكحول إلى مستحلب الزيت والماء لتكوين مستحلب دائم وكذلك طحن الدقائق الكبيرة بواسطة أجهزة خاصة أو استخدام الإنزيمات.

خواص الغرويات:

للمحاليل الغروية ميزه هامة جداً وخاصة فيما يتعلق بدراسة البروتوبلازم والأنظمة الحيوية ونذكر أهم الخواص فيما يلي:

١. الغرويات المحبة والكارهة لوسط الإنتثار:

المحاليل الغروية عادة إحدى نوعين بالنسبة لدرجة تجاذب دقائقها الغروية مع وسط الإنتثار وهي:

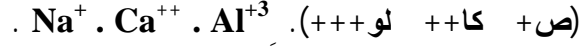
- أ – محبة لوسط الإنتثار **Lyophobic colloids** أى دقائقها الغروية تحيط نفسها بأغلفة (أغشية) من وسط الإنتثار. وإذا كان وسط الإنتثار هو الماء تسمى **Hydrophilic colloids** مثل محلول الجيلاتين الغروي وزلال البيض والبروتوبلازم ولترسيب المحلول الغروي فى هذه الحالة لابد من إزالة الغلاف المائى أولاً قبل معادلة الشحنات كما سيأتى فيما بعد.
- ب – كارهة لوسط الإنتثار **Lyophobic colloids** أى أن دقائقها لا تحتفظ بأغشية مثل وسط الإنتثار حولها وإذا كان وسط الإنتثار هو الماء تسمى **Hydrophobic** مثل محلول أيدروكسيد الحديد الغروي.

٢. الشحنات الكهربائية للدقائق الغروية:

من خواص الغرويات أن دقائقها تحتفظ حولها بشحنات كهربائية من نوع واحد وهذه الشحنات قد تكون موجبة (كما فى حالة محلول أيدروكسيد الحديد الغروي) أو سالبة (كما فى محلول الجيلاتين الغروي وأحمر الكونجو والبروتوبلازم الخلوى) ووجود هذه الشحنات من نوع واحد حول كل دقيقة غروية يعمل على تنافر هذه الدقائق من بعضها وهذا يعمل على عدم تجمعها وترسيبها. ولو تمكنا من معادلة هذه الشحنات بأى وسيلة فإن النظام الغروي لا يلبث أن يرسب حيث تتجمع الدقائق الصغيرة فى دقائق أكبر فأكبر كما يحدث فى حالة إضافة محلول مخفف من كبريتات الأمونيوم إلى محلول أيدروكسيد الحديد الغروي. وكلما زاد تكافؤ الأيون المستخدم فى الترسيب أى زادت الشحنات المضادة عليه كلما زادت كفاءته فى الترسيب بالنسبة للنظام الغروي.

أمثلة: يرسب محلول غروي من كبريتور الزرنخ أو الطين الغروي بواسطة كاتيون الصوديوم والكالسيوم

والألومنيوم وتكون كفاءة الترسيب قليلة في الحالة الأولى وتتزايد تدريجياً حسب الترتيب السابق



ولترسيب المحاليل الغروية المحبة لوسط الإنتثار (مثل الجلاتين) تواجهنا عمليتين:

أولاً: نزع الغلاف المائي الموجود حول الدقائق.

ثانياً: معادلة الشحنات الكهربائية:

ويتم ذلك عادة بإضافة كميات كبيرة من ملح صلب مثل كبريتات الأمونيوم التي تعمل على نزع الغلاف

المائي ومعادلة الشحنات في نفس الوقت.

٣. انعكاس الأطوار:

تتميز المحاليل الغروية المحبة لوسط الإنتثار كما سبق القول بأنها تحتفظ بأغلفة من وسط الإنتثار حولها

ويتوقف سمك هذه الأغلفة على درجة حرارة المحلول فالتبريد يزيد من سمك هذه الأغلفة المائية.

والغلاف المائي عبارة عن كمية من الماء المرتبط المحيط بالدقيقة الغروية. وبإنخفاض درجة حرارة

المحلول إلى حد يتحول معه جميع الماء الحر إلى ماء مرتبط تصل إلى حالة صلبة يتصلب عندها جميع

المحلول وهذه الحالة تسمى Gel. وإذا أعيد تدفئة المحلول مرة أخرى يتحول ثانية إلى حالة السيولة Sol

نتيجة لنقص حجم الأغلفة المائية وتحول كمية كبيرة من الماء من الحالة المرتبطة إلى الحالة الحرة. وهذه

الظاهرة تسمى انعكاس الأطوار (وأحياناً انعكاس الأطوار الكامل).

٤. النفاذية:

المحاليل الغروية لا تنفذ دقائقها الغروية خلال الأغشية الشبه منفذه مثل أغشية السيلوفان والكلوديون

وغيرها بينما بعض المحاليل الحقيقية يمكن لدقائقها النفاذية خلال مثل هذه الأغشية وتسمى تلك الظاهرة

"الفصل الغشائي Dialysis".

٥. ظاهرة تندال Tendall phenomenon

عند إمرار شعاع ضوئي خلال محلول حقيقي فإنه لا يمكن رؤية مسار الشعاع الضوئي في المحلول، أما في المحاليل الغروية فإنه يمكن رؤية مسار الشعاع خلال المحلول وذلك نتيجة انعكاس الأشعة على أسطح الدقائق الغروية (أكبر حجماً من جزيئات وأيونات المحلول الحقيقي) بدرجة تسمح بتمييزها بالعين المجردة.

٦. الحركة البراونية Brownian movement

عند فحص المحاليل الغروية بواسطة الأتراك ميكروسكوب يمكن مشاهدة حركة دقائق المحاليل الغروية حركة اهتزازية ترددية غير مقصودة تسمى الحركة البراونية نسبة إلى مكتشفها ومصدر هذه الحركة هو الطاقة الذاتية في الجزيئات.

٧. التجمع السطحي Adsorption

عند تفتيت أي مادة إلى وحدات متناهية في الصغر يزداد مجموع مساحات أسطح دقائقها الناتجة بالنسبة لوحدة الوزن المأخوذة من هذه المادة حتى تصل هذه الزيادة إلى حد معين تكتسب عنده أسطح هذه الدقائق شحنات كهربائية من نوع واحد وكذلك تكتسب خاصية جذب مواد أخرى على أسطح هذه الدقائق وتسمى الحالة الأخيرة بالإدماص أو التجمع السطحي وبما أن المحاليل الغروية تصل فيها أقطار الدقائق الغروية إلى حد تكوين شحنات كهربائية من نوع واحد على أسطحها لذا فهي تبتدى خاصية التجمع السطحي. مثال: عند إضافة أزرق الميثيلين إلى الطين الغروي والترشيح يصبح الراشح شفافاً لإدماص أزرق الميثيلين (+) على أسطح الطين الغروي (-) وعند إضافة قليل من الكحول على ورقة الترشيح يعود اللون مرة أخرى.

٨. اللزوجة

تعرف اللزوجة بأنها مقاومة المادة للإسياب. فمثلاً الجلوسرين أكثر مقاومة للإسياب من الماء ولذلك فهو أكثر لزوجة. والمحاليل الغروية المحبة لوسط الإنتثار عادة تكون لزوجتها عالية بعكس الغرويات الكارهة لوسط الإنتثار ويعزى ذلك إلى وجود كمية من الماء في صورة مرتبطة مكونة أغلفة مائية حول الدقائق الغروية. وتتأثر اللزوجة بدرجة الحرارة. فعند ارتفاع الحرارة تنقص اللزوجة والعكس صحيح.

٩. الخواص الإمفوتيرية:

لمحاليل البروتينات الغروية فى البرتوبلازم خواص أمفوتيرية أى أنها تسلك سلوك القواعد أو الأحماض حسب درجة تركيز أيون الأيدوجين للوسط الموجود فيه وذلك يعزى إلى وجود مجاميع (NH_2) القاعدية جنباً إلى جنب مع مجاميع (COOH) الحامضية.

خواص البرتوبلازم:

يعتبر البرتوبلازم نظام غروى معقد يشمل الغرويات المحبة لوسط الإنتثار والكارهة له والمستحلب الدائم والمؤقت. إلا أن الغرويات المحبة لوسط الإنتثار **Hydrophilic colloids** هى الغالبة فى هذا النظام. ولذلك فإن البرتوبلازم الخلوى يتميز بأنه يبدى جميع الخواص العامة للمحاليل الغروية والتي سبق ذكرها. وتتغير الشحنات الكهربائية على دقائق البرتوبلازم "كبقية الغرويات" بإضافة أحماض أو قلويات أى بتغيير رقم الحموضة فى المحلول (الخواص الإمفتورية) وعند تركيز معين لأيونات الأيدروجين (أى رقم pH معين) تتعادل الشحنات على الدقيقة الغروية وتصبح متعادلة وهذه الدرجة من رقم الحموضة (pH) تسمى نقطة التعادل الكهربائية (**Isoelectric point (pi)**) وعندما يحدث ذلك فإن الدقائق الغروية تكون فى أقل درجات الثبات ولا تلبث أن تترسب نتيجة تجميعها مع بعضها.