جدول (١-١)

مقارنة بين أنواع المخاليط المختلفة

	محلول	نظام غرواني	معلقات ومستحلبات
١	الدقائق المذابة بحالة أيونية أو جزيئية	الدقائق المنتشرة بحالة تجمعات جزيئية. والدقيقة الغروانية عبارة عن مئات أو آلاف من الجزيئات	الدقائق كبيرة أو قطرات غير ممتزجة
٢	لايمكن رؤيتها بأية واسطة للرؤيا (مجهر ضوئي أو الكتروني)	يمكن رؤيتها بالمجهر الالكتروني أو المجهر الدقيق Ultramicroscope	يمكن رؤيتها بسهولة بالمجهر الضوئي
٣	قطر الدقائق أقل من ١ نانومتر	قطر الدقائق يتراوح بين ١ - ١٠٠٠ نانومتر	قطر الدقائق والقطرات أكبر من ١٠٠٠ نانومتر
٤	تنفذ الأيونات والجزيئات خلال ورق الترشيح أو المرشح الدقيق أو خلال الأغشية شبه المنفذة	لاتنفذ الدقائق الغروانية خلال المرشح الدقيق ويكون انتشارها ببطء خلال الأغشية شبه المنفذة	لاتنفذ الدقائق أو القطرات من خلال أي نوع من المرشحات
٥	لاتتميز الدقائق المنتشرة بظاهرة الحركة البراونية وتندال	تتميز الدقائق الغروانية بظاهرة الحركة البراونية وتندال	لاتتميز الدقائق والقطرات بظاهرة الحركة البراونية وتندال

النظام الغرواني Colloidal System

إن لدراسة المحاليل أو الأنظمة الغروانية وخصائصها أهمية كبيرة في فهم طبيعة وخصائص الوسط الحي في الخلية. وكما هو معروف بأن البروتوبلازم يوصف بأنه ذو خصائص غروانية وبالتالي فإن دراسة هذا النظام يعد مدخلاً مهماً لفهم خصائص البروتوبلازم. وكما هو معروف بأن أعداد كبيرة من التفاعلات الحيوية تجري في آن واحد في الخلية الصغيرة الحجم ذلك أن الخصائص الغروانية التي يمتاز بها البروتوبلازم إنما تجعله ذو أسطح كثيرة وفعالة، وأن قطر الدقيقة الغروانية يتراوح بين ١ - ١٠٠٠ نانومتر وهذا من شأنه أن يجعل المساحة السطحية الداخلية للخلية كبيرة جداً من أجل تسهيل حدوث أعداد كبيرة من التفاعلات الحيوية في الوقت نفسه. ومن الجدير ذكره أن نظام الخلية الداخلي ماهو إلا نظام غشائي ذلك أن العضيات الخلوية البروتوبلازمية في حقيقتها عبارة عن أنظمة غشائية تحدث عليها أو بين طياتها تلك التفاعلات الحيوية. ولأجل توضيح كيفية زيادة المساحة السطحية الداخلية بوجود النظام الغرواني فيمكن التصور أن مكعباً طول ضلعه ١ سم تكون مساحته السطحية ٦ سم٢ وحجمه ١ سم٣، وإذا ما قُطع هذا المكعب إلى أجزاء صغيرة تقترب من أبعاد الدقائق الغروانية فإن الحجم يبقى ثابتاً لكن المساحة السطحية تزداد لدرجة كبيرة. فإذا كان قطر تلك الدقائق ١٠ نانومتر فإن المساحة السطحية تصبح ٦٠٠م٢. وبالتالي يمكن للمرء أن يتخيل كِبَرْ المساحة السطحية الداخلية للخلايا بما يوفره النظام الغرواني الذي يمتاز به البروتوبلازم. وأن كلمة غرواني (شبه غروي Colloid) قد اشتقت من قبل توماس جراهام Thomas Graham (١٨٦١) وهي مأخوذة من أصل يوناني، فكلمة Kolla تعني غراء بينما كلمة Eidos تعني شبيه. وفي الطبيعة يمكن ملاحظة حالات غروانية متباينة يختلف فيها الوسط المنتشر ووسط الانتشار. ويوضح الجدول (١-٢) الأنواع المختلفة للحالات الغروانية.

جدول (١-٢)

الأنواع المختلفة من الأنظمة الغروانية

المثال	الوسط المنتشر	وسط الانتشار
مسحوق الفحم	غاز	صلب
المشروبات الغازية	غاز	سائل
الضباب	سائل	غاز
مستحلب الحليب	سائل (حبيبات الدهن)	سائل (اللبن)
الجلاتين	سائل	صلب
الدخان	صلب	غاز
الطين في الماء	صلب	سائل
السايتوبلازم	صلب	سائل
السبائك	صلب	صلب

ويمكن تقسيم الغروانيات حسب علاقة الدقائق الغروانية بوسط الانتشار إلى نوعين:

١ - نظام غرواني محب لوسط الانتشار Lyophilic System

وفي هذا النظام يوجد نوع من الألفة أو نوع من التجاذب بين الوسط المنتشر ووسط الانتشار. وتحاط الدقائق الغروانية بأغشية سائلة إضافة إلى أنها مشحونة بشحنات سالبة أو موجبة (شكل ١-٢أ). وإذا كان وسط الانتشار ماءً فإن النظام الغرواني في هذه الحالة يسمى نظام غرواني محب للماء Hydrophilic colloids. ومن أحسن الأمثلة لهذا النوع من الأنظمة هو محلول النشا أو الجلاتين في الماء. ومن الخصائص التي تمتاز بها بعض الغروانيات المحبة لوسط الانتشار تحت درجات الحرارة المنخفضة هو تحولها إلى الشكل الهلامي (كثير اللزوجة) شبيه بالحالة الصلبة وتدعى هذه العملية Gelation، حيث تشكل الدقائق الغروانية مع بعضها خيوط وسلاسل متشابكة ويشغل الطور السائل (وسط الانتشار) المسافات البينية إضافة إلى أن قسم منه يشكل طبقات حول الدقائق الغروانية. أما عند التسخين فإن الماء يتحرر من المسافات البينية ومن الطبقات المحيطة بالدقائق الغروانية ويتحول المحلول إلى حالة السيولة وتدعى هذه العملية Solation. إن تغير السول Sol إلى جل Gel وبالعكس من

الظواهر التي يمكن ملاحظتها في حالات كثيرة مثل تغير الجلاتين Gelatine أو الجلي المُصَنَّعْ من حالة السيولة Sol إلى حالة الصلابة Gel بالتبريد حيثُ يصبح النظام متماسكاً، وبرفع درجة الحرارة يعود نظام الجل إلى سول وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة انعكاس الأطوار Thixotrophy (شكل ١-٣). ويمكن استعمال ظروف غير درجة الحرارة لغرض انعكاس الأطوار. غير أن الأنظمة الغروانية الحية يمكن أن تتغير خصائصها الفيزيائية والكيميائية بتغير درجة الحرارة، وعلى سبيل المثال فإن تعرض البيض إلى درجة حرارة عالية تجعل البروتين متغير الخصائص Denaturated والذي لايمكن أن يعود إلى حالته الطبيعية بالتبريد. لكن من الجدير بالذكر في هذا المجال بأن تكوين الأقدام الكاذبة في الأميبا إنما يعود أساساً إلى تغير الجل إلى سول للبروتوبلازم وذلك بتكسير خيوط الأكتين Actin filaments ، وبعد تكوين القدم الكاذب تعود حالة السول إلى جل ثانية ... وهكذا.

٢- نظام غرواني كاره لوسط الانتشار Lyophobic System

وفيه يكون الطوران غير متجاذبين بل يدفع أحدهما الآخر أي لاتوجد أُلفة بين الوسط المنتشر ووسط الانتشار. ومن الأمثلة على هذا النوع من الأنظمة هو محلول هيدروكسيد الحديديك الناتج من غلي كلوريد الحديديك والماء (شكل ١-٢ب).

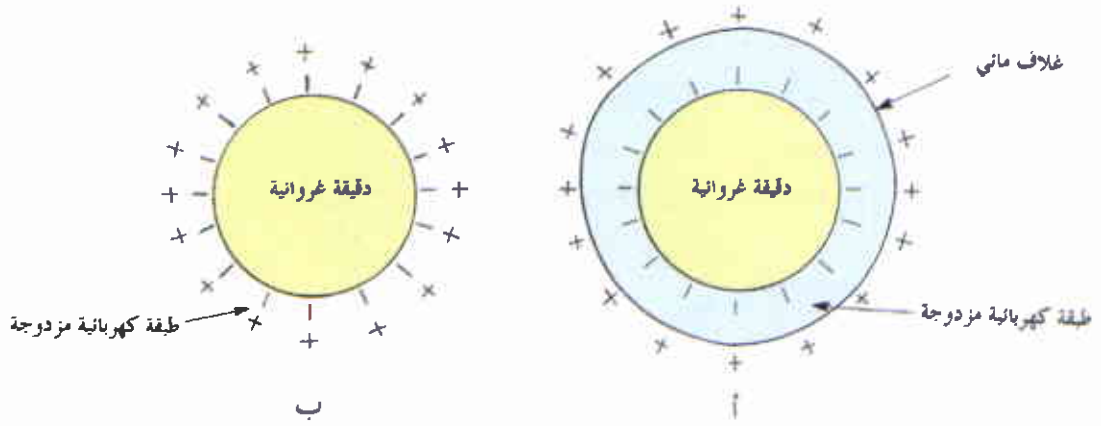
$$FeCl_3 + 3H_2O \xrightarrow{\text{غلي}} Fe(OH)_3 + 3HCl$$

خصائص النظام الغرواني Properties of Colloidal System

هناك مجموعة من الخصائص التي تمتاز بها الدقائق الغروانية وكما يلي:

١- ظاهرة تندال Tyndall Phenomenon

وهي ظاهرة ضوئية تمتاز بها الدقائق الغروانية وسميت باسم مكتشفها جون تندال John Tyndall، حيث عندما يمرر شعاع ضوئي في نظام غرواني فإنه يُلاحظ مسار الأشعة الضوئية عندما يُنظر إلى هذا المحلول من الجهة الجانبية أو عمودياً على اتجاه الأشعة الضوئية. ويُلاحظ النظام الغرواني بشكل غائم وهذا ناتج عن تشتت الضوء بوساطة الدقائق الغروانية (شكل ١-٤). ويمكن رؤية مسار الضوء كأنه مخروط ذو لون أزرق باهت ويتغير اللون بناءً على حجم الحبيبات وتختفي هذه الظاهرة إذا تشابه معاملا الانكسار Reflection coefficient للدقائق المنتشرة ودقائق وسط الانتشار.

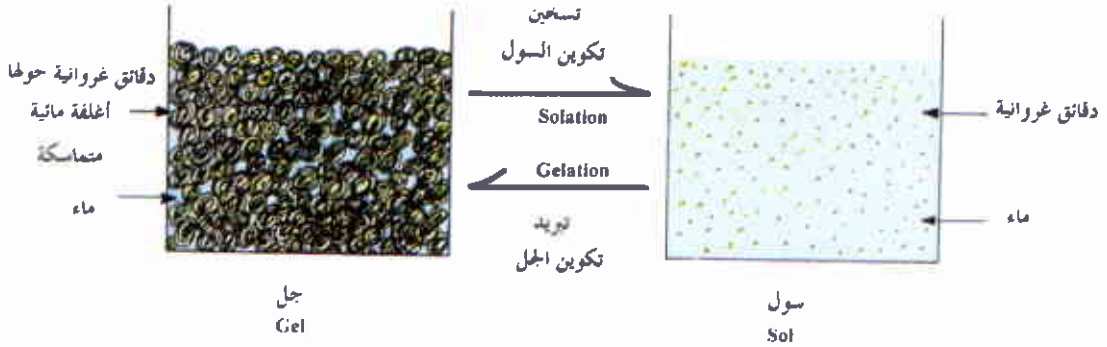


شكل (١-٢)

أنواع الدقائق الغروانية حسب علاقتها بوسط الانتشار:

(أ) دقيقة غروانية محبة لوسط الانتشار

(ب) دقيقة غروانية كارهة لوسط الانتشار



شكل (١-٣)

ظاهرة انعكاس الأطوار في الأنظمة الغروانية المحبة لوسط الانتشار