المرحلة الرابعة/ الفسلجة الحيوانية (العملي)

المختبر/1 : العلاقات الأزموزية (التناضحية) Osmotic Relations

- تحاط الخلايا الحية بغشاء رقيق جدا يفصل الخلية عن محيطها الخارجي يدعى الغشاء البلازمي Plasma membrane يبلغ سمكه 75 -100 A (انكستروم= A = Angstrom = 10^{-10} m)
- يتألف الغشاء البلازمي بصورة رئيسة من الدهون والبروتينات والبروتينات السكرية .
- يسمح الغشاء البلازمي بمرور دقائق عدد من المواد من خلاله ويمنع مرور دقائق مواد اخرى لذلك يطلق عليه مصطلح اختياري النفاذية Selectively permeable. (الدقائق قد تكون جزيئات أو آيونات)
- تختلف نفاذية الغشاء لدقائق المواد المختلفة فهو شديد النفاذية للماء والكليسرول وقليل النفاذية للكلوكوز، وعديم النفاذية للآيونات كآيونات الصوديوم والبوتاسيوم والكلوريد.

تخترق دقائق المواد المختلفة غشاء الخلية بآليات مختلفة منها :

الأنتشار Diffusion: انتقال جزيئات المواد من المنطقة التي يكون فيها تركيز المادة أعلى الى تلك التي يكون فيها تركيزها أوطأ أي يكون الأنتقال مع تدرج التركيز لذلك لايحتاج الى طاقة.

النقل الفعال Active Transport: انتقال دقائق المادة عكس تدرج التركيز ولذلك تحتاج هذه الآلية الى طاقة.

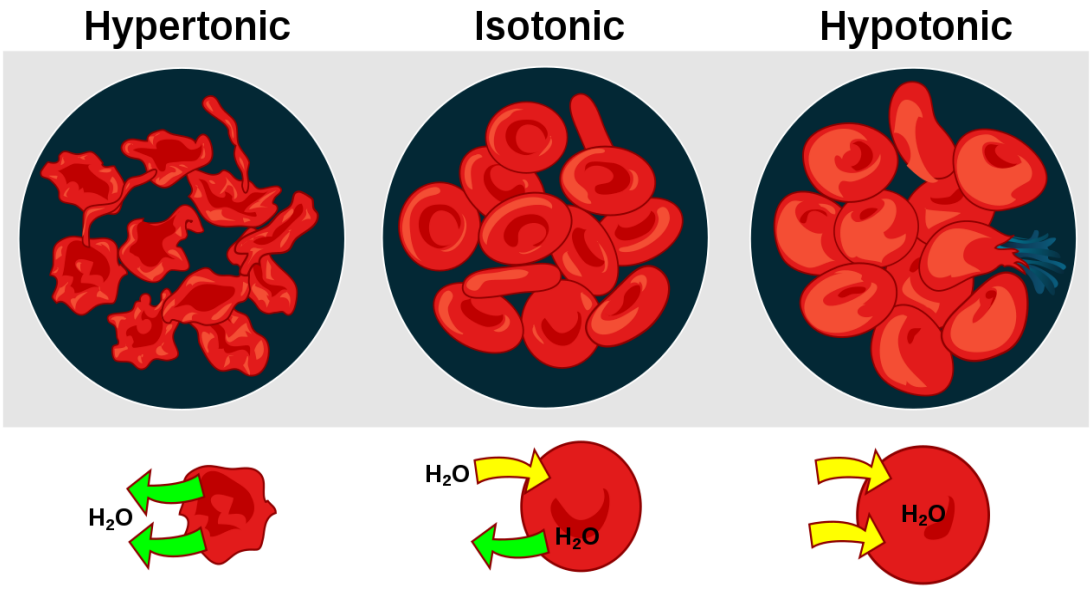
- **النضوحية Osmosis** تتعلق بأنتقال جزيئات المذيب (وليس المذاب) عبر غشاء الخلية ويكون الأنتقال من الجانب الذي يكون فيه تركيز المذاب واطئا (أي تكون كمية الماء اكبر) الى الجانب الذي يكون فيه تركيز المذاب أعلى (أي كمية الماء أقل). وبهذا تكون النضوحية نوع خاص من أنواع الأنتشار لكونها خاصة بأنتقال جزيئات المذيب (وليس المذاب) مع تدرج التركيز.
- يعتمد الضغط التناضحي للمحلول على عدد الدقائق (الجزيئات أو الآيونات) الذائبة في المحلول ولا يعتمد على حجمها.

أنواع المحاليل بالنسبة الى تراكيزها وتأثيرها فى الخلايا الحمر

1- **المحلول واطئ التوتر (التركيز) Hypotonic Solution** : عند تعريض الخلايا الحمر الى محلول مخفف أو الى الماء المقطر فأنها تنتفخ ثم تعاني من تحلل دموي Hemolysis وذلك بسبب دخول جزيئات الماء الى داخل هذه الخلايا ويدعى المحلول هنا بالمحلول واطيء التوتر.

2- **المحلول متساوي التوتر (التركيز) Isotonic Solution:** عند تعريض الخلايا الحمر الى محلول متساوي التركيز مع تركيز محتوياتها فأنها تحافظ على شكلها وحجمها لأن كمية الماء الداخلة الى الخلية مساوية لكمية الماء الخارجة منها ويدعى المحلول بالمحلول متساوي التوتر.

3- **المحلول عالي التوتر (التركيز) Hypertonic Solution :** عند تعريض الخلايا الحمر الى محلول ذو تركيز عال فأنها تفقد مقدارا من الماء فتصاب بالأنكماش Crenation ويدعى هذا المحلول بالمحلول عالي التوتر.



لتحديد نوع المحلول يتم الأعتماد على :

1- شفافية المحلول علما بأن الشفافية هنا تعني امكانية رؤية الأشياء بوضوح كبير عبر المحلول ولاتعني درجة غمق لون المحلول فقد يكون المحلول غامقا ولكنه شفاف وقد يكون فاتحا وهو عكر.

- ان وجود الخلايا الحمر في قطرة الدم يعطي مظهرا عكرا للمحلول نتيجة تأثير هذه الخلايا في الضوء المار عبر المحلول وعند تعرض هذه الخلايا الى التحلل الدموي تترسب بقاياها في قعر الأنبوبة و يصبح المحلول شفافا .

2- الفحص المجهري لملاحظة شكل وحجم الخلايا الحمر.

الجانب العملي

حضر 3 أنابيب اختبار كالآتي:

1- ضع في الأنبوبة الأولى مقدار 5 مل من الماء المقطر.
2- ضع في الأنبوبة الثانية 5 مل من محلول كلوريد الصوديوم بتركيز 0.9%.
3- ضع في الأنبوبة الثالثة 5 مل من محلول كلوريد الصوديوم بتركيز 5% .

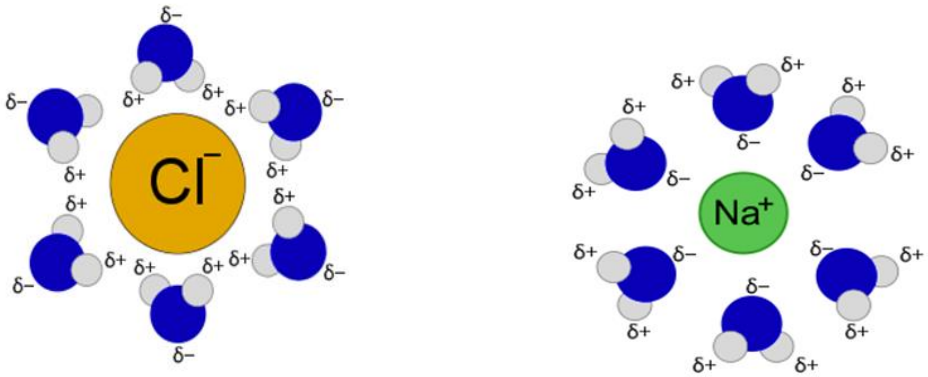
أضف قطرة من الدم لكل من الأنابيب الثلاثة وحركها جيدا.

- سجل ملاحظاتك حول الشفافية في كل من الأنابيب الثلاثة.
- ضع قطرة من كل محلول على شريحة زجاجية وافحصها تحت المجهر لملاحظة حجم واشكال الخلايا الحمر في كل من المحاليل الثلاثة .وسجل نتائج الفحص المجهري.

النتائج بالنسبة للشفافية يلاحظ اكتساب المحلول في الأنبوبة الأولى لها نتيجة تحلل الخلايا الحمر وترسب بقاياها في قعر الأنبوبة بينما يبقى المحلول عكرا في كل من الأنبوبتين الثانية والثالثة لوجود خلايا الدم الحمر في كل من المحلولين . أما نتيجة الفحص المجهري فتظهر اختفاء الخلايا الحمر في انبوبة الماء المقطر نتيجة لتحللها ، اما الخلايا في المحلول الثاني فتظهر بنفس اشكالها واحجامها الطبيعيين ، بينما تعاني الخلايا في الأنبوبة الثالثة انكماشا واضحا للأسباب المذكورة سابقا.

لدراسة انواع المحاليل يفضل استخدام محلول مادة يكون الغشاء غير منفذ لدقائقها ، لذلك تم في هذه التجربة استخدام محلول كلوريد الصوديوم ،فعند اذابة كلوريد الصوديوم في الماء تتأين هذه المادة الى ايونات الصوديوم ذات الشحنة الموجبة Na^+ وايونات الكلوريد ذات الشحنة السالبة Cl^-.

بما أن الماء مذيب قطبي اذ تمتلك جزيئة الماء ذرتي هيدروجين موجبة الشحنة وذرة اوكسجين سالبة الشحنة فأن الشحنة التي يحملها الآيون تعمل على جذب جزيئات الماء المجاورة وتجعلها تترتب حول الآيون (الجزء الهيدروجيني موجب الشحنة لجزيئة الماء ينجذب نحو ايون الكلوريد بينما الجزء الأوكسجيني سالب الشحنة ينجذب نحو ايون الصوديوم) مما يؤدي الى تكوين كرة مائية Hydration Sphere تحيط بكل ايون وتدعى ايضا بالقشرة المائية Hydration shell كما في الشكل ادناه. وهذا يفسر عدم قدرة هذه الأيونات على عبور الغشاء البلازمي للخلايا.



Hydration Spheres

دراسة نفاذية غشاء الخلايا الحمر للكلوكوز وتحديد تركيز المحلول متساوي التركيز مع محتويات الخلية الحمراء

عند اذابة الكلوكوز في الماء المقطر يبقى بهيئة جزيئات لاتمتلك شحنة، علما بأن الغشاء قليل النفاذية لهذه الجزيئات بسبب كبر حجمها اذ لايمكنها عبور الغشاء عن طريق الأنتشار البسيط وانما تخترقه عن طريق الأنتشار الميسر Facilitated Diffusion الذي يتم بمساعدة بروتينات حاملة أو عبرقنوات بروتينية في غشاء الخلية.

الجانب العملي

حضر 4 انابيب اختبار كالآتي:

1- ضع في الأنبوبة الأولى مقدار 5 مل من محلول الكلوكوز بتركيز 1%.

2- ضع في الأنبوبة الثانية 5 مل من محلول الكلوكوز بتركيز 2.5%.

3- ضع في الأنبوبة الثالثة 5 مل من محلول الكلوكوز بتركيز 5%.

4- ضع في الأنبوبة الرابعة 5 مل من محلول الكلوكوز بتركيز 10%.

أضف قطرة من الدم لكل من الأنابيب الثلاثة وحركها جيدا.

- سجل ملاحظاتك حول الشفافية في كل من الأنابيب الثلاثة.
- ضع قطرة من كل محلول على شريحة زجاجية وافحصها تحت المجهر لملاحظة حجم واشكال الخلايا الحمر في كل من المحاليل الأربعة .وسجل نتائج الفحص المجهري.

النتائج: بالنسبة للشفافية يلاحظ اكتساب المحلول الأول لها بعد وضع قطرة الدم مباشرة ثم يعقبها اكتساب هذه الشفافية في المحلول الثاني بينما تزول العكورة في الأنبوبتين الثالثة والرابعة بعد فترة من الزمن ويصبح المحلول شفافا في كلتيهما أيضا .

ان كلا من المحلولين في الأنبوبتين الأولى والثانية يمتلكان تركيزا واطئا من الكلوكوز اي ان كليهما واطيء التوتر وهذا يؤدي الى دخول جزيئات الماء وانتفاخ الخلايا ثم تحللها . اما الأنبوبة الثالثة فتحوي المحلول متساوي التركيز مع محتويات الخلايا الحمر والذي يحافظ على اشكال وحجوم الخلايا بينما تحوي الأنبوبة الرابعة محلولا عالي التركيز يؤدي الى انكماش الخلايا . ماهو سبب اكتساب المحاليل في الأنبوبتين الثالثة والرابعة للشفافية مع مرور الوقت ؟

بما ان الغشاء منفذ لجزيئات الكلوكوز ولو بدرجة ضئيلة فأن هذه الجزيئات تبدأ بالدخول عبر الغشاء الى ان يتساوى تركيز الكلوكوز في الداخل مع التركيز في الخارج فتصبح الخلية تحت تأثير المحصلة الكلية لمحتوياتها فتعاني ماتعانيه الخلايا عند وضعها في محلول واطيء التركيز أي انها تنتفخ نتيجة دخول جزيئات الماء اليها ثم تتحلل.

ملاحظة: نفس النتيجة السابقة تتحقق عند استخدام كلا من اليوريا والكليسرول والكحول الأثيلي ولكن بسرعة أكبر لأن الغشاء منفذ لجزيئات هذه المواد بدرجة كبيرة.

العوامل المؤثرة في نفوذية الغشاء للمواد المختلفة

1- **حجم الدقائق Size of Particles**: كلما كان حجم دقائق المادة أصغر كلما كان الغشاء اكثر نفاذية لها ومثال ذلك جزيئات اليوريا التي تخترق الغشاء بسهولة بينما يكون الغشاء منفذا بدرجة ضئيلة لجزيئات الكلوكوز التي تمتاز بكونها قطبية و ذات حجم كبير نسبيا.

2- **معامل التوزيع (التجزء) Partition Coefficient**: وهو نسبة ذوبان المادة في الدهون الى نسبة ذوبانها في الماء وكلما كان معامل التوزيع لمادة معينة كبيرا كلما كانت نفاذية الغشاء لها كبيرة ومثال ذلك الكليسرول وهو كحول ثلاثي مجاميع الهيدروكسيل يمتلك معامل توزيع عال لذلك تخترق جزيئاته غشاء الخلية بسهولة وذلك لأحتواء الغشاء في تركيبه على طبقتين من الدهون Lipid bilayer.

- لجزيئات الأيثانول (الكحول الأثيلي) القدرة على اذابة الدهون الداخلة في تركيب الغشاء الخلوي وذلك يمكنها من اختراقه بسهولة .

3- **الشحنة Charge:** يكون الغشاء الخلوي اكثر نفاذية لدقائق المواد التي لاتمتلك شحنة بينما لايسمح بعبور الآيونات المشحونة كآيونات الصوديوم وآيونات الكلوريد كما هو موضح في فقرة سابقة .

4- **درجة الحرارة Temperature** : العلاقة بين درجة الحرارة ونفاذية الغشاء للمواد علاقة طردية . وعند تجاوز درجة الحرارة 45 درجة مئوية فأنها تعمل على تمسخ Denaturation البروتينات الداخلة في تركيب الغشاء الخلوي والسماح بمرور دقائق المواد عبره بسهولة.