# القسم 2

## تمهيد للقراءة

### الأسئلة المهمة

- كيف يعمل الغشاء البلازمي للخلية؟
- ما الدور الذي تؤديه كل من البروتينات والكربوهيدرات والكوليسترول في الغشاء البلازمي؟

### مفردات للمراجعة

**الأيون ion:** ذرّة أو مجموعة من الذرّات ذات شحنة كهربائية موجبة أو سالبة

### مفردات جديدة

النفاذية الاختيارية
selective permeability

طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة
phospholipid bilayer

البروتين الناقل
transport protein

النموذج الفسيفسائي المائع
fluid mosaic model

# الغشاء البلازمي

الفكرة الأساسية **يساعد الغشاء البلازمي في المحافظة على الاتزان الداخلي للخلية.**

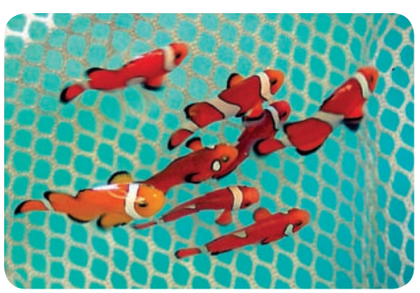
**روابط من القراءة بالحياة اليومية** عند الدخول إلى مدرستك، تمرّ عبر بوابة متصلة بسور يُحيط بالمبنى، يمنع الأشخاص غير المعنيين من دخوله، فيما يُسمَح بدخول الطلاب والعاملين وأولياء الأمور. وكذلك الأمر بالنسبة لكل من الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة المزوّدة بتراكيب تحافظ على التحكم في بيئاتها الداخليّة.

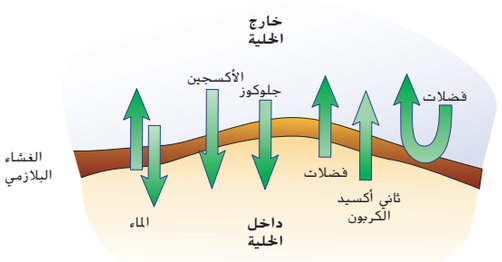
## وظيفة الغشاء البلازمي

تذكَّر أن عملية المحافظة على اتزان البيئة الداخلية للكائنات الحية تُسمى الاتزان الداخلي (homeostasis)، وهي ضرورية لبقاء الخلية. ويُعدّ الغشاء البلازمي إحدى التركيبات المسؤولة بشكل أساسي عن عملية الاتزان الداخلي؛ فهو حاجز رقيق ومرن يفصل بين الخلية وبيئتها ويسمح بدخول المواد المغذية إليها وخروج الفضلات والمواد الأخرى منها. إنّ لكلّ الخلايا بدائية النواة والخلايا حقيقية النواة غشاءً بلازميًا يفصلها عن البيئات السائلة التي تتواجد فيها.

تُعدّ خاصية **النفاذية الاختيارية** إحدى الخصائص الأساسية للغشاء البلازمي. فهي تسمح بمرور بعض المواد عبر غشاء الخلية وتمنع مرور أخرى وذلك بناء على حجمها. اعتبر أنّ شبكة الصيد تمثّل تشبيهًا للنفاذية الاختيارية. تحوي الشبكة المبيّنة في **الشكل 5** ثقوبًا تسمح بمرور الماء والمواد الأخرى عبرها، ولكن تمنع مرور الأسماك. وبناءً على حجم الثقوب التي في الشبكة، فقد تمرّ بعض أنواع الأسماك عبرها، في حين لا تمرّ أنواع أخرى. ويوضّح المخطط الموجود في **الشكل 5** خاصيّة النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي. كما تبيّن الأسهم أنّ المواد تدخل إلى الخلية وتخرج منها عن طريق هذا الغشاء. إنّ تركيب الغشاء يتحكّم في كميّة المواد التي تدخل إلى الخلية وتخرج منها، بالإضافة إلى توقيت دخول وخروج هذه المواد، والطريقة التي يتم بها ذلك.

**التأكد من فهم النص** عرِّف مصطلح النفاذية الاختيارية.






**الشكل 5**
**يسار:** تحتجز شبكة الصيد الأسماك داخلها بحسب حجمها بينما تسمح بمرور الماء والبقايا الأخرى عبرها.
**يمين:** يحدد الغشاء البلازمي، بالطريقة نفسها، المواد التي تدخل إلى الخلية وتخرج منها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



# القسم 2

الفكرة الأساسية

د م ض م ف م

**الغشاء البلازمي** اعرض على الطلاب مرشحًا لوعاء قهوة. ضع البُن المطحون أو الرمل أو مواد أخرى في المرشح ثم اسكب الماء ليمرّ عبر المرشح في وعاء. واشرح أنّ المرشح يسمح للماء بالمرور من خلاله لكنه يحتجز الجسيمات غير المرغوب فيها ويمنعها من دخول الوعاء. اربط هذا المثال بغشاء الخلية النفاذ الذي يسمح لبعض المواد بالمرور خلاله ويُبعد مواد أخرى عن المادة الخلوية داخل الخلية.

## ح تطوير المفاهيم

د م ض م

**توضيح مفهوم خاطئ**

**اسأل الطلاب: ما نوع المواد التي يمكنها الخروج من الخلايا؟**

قد لا يُدرك الطلاب أنّ المواد تخرج أيضًا من الخلية. لذا اشرح أنّ مواد معيّنة مثل الماء والأكسجين والجلوكوز تدخل عبر الغشاء النفاذ بطريقة اختيارية، بينما يخرج ثاني أكسيد الكربون وفضلات أخرى عبر الغشاء.

## ك دعم الكتابة

ض م ف م التعلّم التعاوني

**كتابة سردية** اطلب من الطلاب كتابة تشبيه خاص بهم للنفاذية الاختيارية لخلية ما. واطلب منهم تبادل الورق مع زملائهم ليقيّم كلٌّ منهم نقاط القوة والضعف في تشبيهات الآخر.

**التأكد من فهم النص** النفاذية الاختيارية خاصية تسمح لبعض المواد بالمرور عبر الغشاء في حين تمنع مرور مواد أخرى.

## عرض توضيحي

د م ض م ف م **الغشاء البلازمي** ضع حقيبة شطائر قابلة للغلق ممتلئة بكرات زجاجية في حوض سمك ممتلئ بالماء.

**اسأل الطلاب: كيف تمثّل حقيبة الشطائر الخلية؟** قد تتضمن الإجابات أنّ الخلايا كيانات منفصلة عن البيئات التي تعيش فيها ويتواجد معظمها في بيئة مائية. وتعمل كل من حقيبة الشطائر والغشاء البلازمي على احتواء المحتويات في الداخل. وضّح أنّ الغشاء البلازمي وحقيبة الشطائر يمثلان خاصية النفاذية الاختيارية، فيسمحان لبعض المواد بالمرور ويمنعان مرور مواد أخرى. الوقت المقدّر: 5 min

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

القسم 2 • الغشاء البلازمي 243

Advance_Science_Grade12 TE_CH09.indb 243 1/3/2017 3:10:38 PM

## م تدريب المهارات

د م ض م **الثقافة المرئية**

راجع التركيب المزدوج للغشاء كما هو مُبيّن في الشكل 6. واشرح أنّ هذا التركيب مهم وذلك لأنه يؤثّر مباشرةً في الاتزان الداخلي للخلية. وأكّد على طريقة عمل الخصائص الكارهة والمُحبة للماء معًا في الطبقتين.

## ن التفكير الناقد

ض م ف م **توقّع** إنّ الفيتامين C (حمض الأسكوربيك) هو جزيء مشحون.

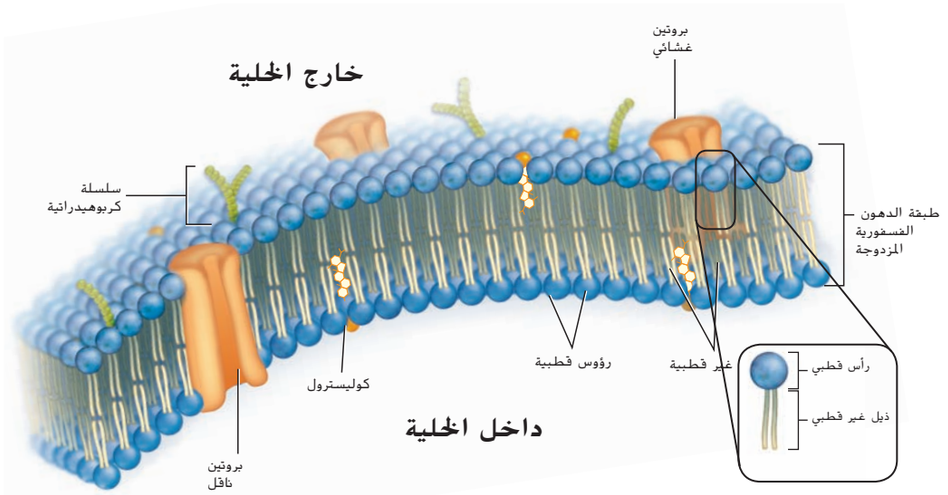
**اسأل الطلاب: في رأيك، هل يتمكن فيتامين C من دخول الخلايا؟** لا. على الرغم من أنّ الفيتامين C قابل للذوبان في الماء، إلا أنه لا يستطيع الانتشار عبر الغشاء البلازمي وذلك لأنه جزيء قطبي مشحون.

## ح تطوير المفاهيم

د م ض م ف م التعلّم التعاوني

**استخدام نموذج** وفّر مواد، مثل أكياس فول سوداني بأحجام مختلفة أو خيوط صوف ملونة أو ورق ملون، يمكن استخدامها في إنشاء نموذج للغشاء البلازمي. كلّف الطلاب العمل في مجموعات ثنائية أو ثلاثية لبناء نماذجهم. يجب أن تتضمن النماذج الدهون الفسفورية والبروتينات والكوليسترول في الغشاء. ثم اطلب من كل مجموعة وصف نموذجها للصف.

■ **سؤال حول الشكل 6** يجب أن تنتقل عبر الغشاء البلازمي عن طريق البروتينات الناقلة.




■ **الشكل 6** تبدو طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة مثل الشطيرة، حيث يكون اتجاه الرؤوس القطبية نحو الخارج والذيول غير القطبية نحو الداخل.

**استدلّ على طريقة عبور المواد الكارهة للماء الغشاء البلازمي.**

## تركيب الغشاء البلازمي

الربط بالكيمياء تتكوّن معظم جزيئات الغشاء البلازمي من الدهون. والدهون هي عبارة عن جزيئات كبيرة مكوّنة من الجليسرول وثلاثة أحماض دهنية. إذا حلّت مجموعة فوسفات محل أحد الأحماض الدهنية، تتكوّن دهون فسفورية. إن جزيء الدهن الفوسفوري مكوّن من سلسلة أساسية من الجليسرول وسلسلتين من الأحماض الدهنية ومجموعة فوسفات. ويتكوّن الغشاء البلازمي من **طبقة دهون فوسفورية مزدوجة** التي تترتب فيها طبقتان من الدهون الفسفورية ذيلًا مقابل ذيل، كما هو موضّح في **الشكل 6**. في الغشاء البلازمي، تُرتب الدهون الفسفورية نفسها بطريقة تسمح للغشاء بالتواجد في البيئة السائلة.

**طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة** لاحظ في **الشكل 6** أنّ كل جزيء من الدهون الفسفورية ممثَّل على صورة رأس له ذيلان. إنّ مجموعة الفوسفات في كل طبقة من الدهون الفسفورية تجعل الرأس قطبيًا. وينجذب هذا الرأس القطبي إلى الماء لأن هذا الأخير قطبي أيضًا. أما ذيلا الأحماض الدهنية، فهما غير قطبيين ويتنافران مع الماء.

إن طبقتَي جزيئات الدهون الفسفورية تشبهان شطيرة، تشكّل ذيول الأحماض الدهنية فيها الجزء الداخلي من الغشاء البلازمي، بينما تكون رؤوس الدهون الفسفورية مواجهة للبيئة السائلة داخل الخلية وخارجها كما هو مبيّن في **الشكل 6**. وتعدّ هذه البنية المزدوجة ضرورية في تكوين الغشاء البلازمي وأدائه لوظيفته. تترتب الدهون الفسفورية بطريقة تجعل الرؤوس القطبية أكثر قربًا من جزيئات الماء والذيول غير القطبية أكثر بعدًا عنها.

عندما يتجمّع العديد من جزيئات الدهون الفسفورية بهذا الشكل، ينشأ حاجز قطبي عند السطوح وغير قطبي في الوسط. لذلك، فإنّ المواد الذائبة في الماء لن تمرّ بسهولة عبر الغشاء البلازمي لأن وسط الغشاء غير القطبي سيعيق حركتها. وهكذا، يستطيع الغشاء البلازمي فصل البيئة الداخلية للخلية عن بيئتها الخارجية.

**المفردات**

**الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام**

**قطبي polar**

**الاستخدام العلمي:** التوزيع غير المتساوي للشحنات يجذب الطرف الموجب لجزيء قطبي الطرف السالب لجزيء قطبي آخر.

**الاستخدام العام:** مرتبط بالقطب الجغرافي أو المنطقة الجغرافية يبلغ متوسط سمك الغطاء الجليدي القطبي في جرينلاند *1.6 km*.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

## عرض توضيحي

**غشاء الدهون الفسفورية** املأ حوضًا سعته 5 أو 10 جالونات بالماء حتّى نصفه وأضف كرات طافية تكفي لتغطية الجزء العلوي من سطح الماء. احرص على أن تكون الكرات كلها باللون نفسه. وتمثّل الكرات الدهون الفسفورية في الغشاء. أضف كرةً أو اثنتين مختلفتي اللون لتُمثلا البروتينات السابحة في الغشاء. استخدم عصا أو مسطرة لتحريك الكرات مختلفة الألوان واطلب من الطلاب مراقبة حركة كرات أخرى. ووضّح أنّ البروتينات تطفو في بحر من الدهون الفسفورية. تأكد من أنّ الطلاب يفهمون أنّ الغشاء الحقيقي يتكوّن من صفين من الدهون الفسفورية. الوقت المقدّر: 5 min



Advance_Science_Grade12 TE_CH09.indb 244 1/3/2017 3:10:39 PM

**المكوّنات الأخرى للغشاء البلازمي** إلى جانب الدهون الفوسفورية ينتقل في الغشاء البلازمي كل من الكوليسترول والبروتينات والكربوهيدرات. وترسل البروتينات، التي تُعرف بالمستقبِلات، حين تتواجد على السطح الخارجي للغشاء البلازمي، إشارات إلى داخل الخلية. إضافةً إلى ذلك، تربط البروتينات، الموجودة على السطح الداخلي، الغشاء البلازمي بتركيب الدعم الخلوي الداخلي، مما يعطي الخلية شكلها الخاص. كما تخترق بروتينات أخرى الغشاء كله وتكوّن قنوات تدخل من خلالها بعض المواد إلى الخلية وتخرج منها. تنقل **البروتينات الناقلة** هذه المواد اللازمة أو الفضلات عبر الغشاء البلازمي وتساهم بذلك في النفاذية الاختيارية للغشاء البلازمي.

**التأكد من فهم النص** **صِف** فائدة التركيب المزدوج للغشاء البلازمي.

حدّد موقع جزيئات الكوليسترول في **الشكل 6**. يتنافر الكوليسترول غير القطبي مع الماء ولذلك فهو موجود بين جزيئات الدهون الفسفورية. ويساعد الكوليسترول على منع التصاق ذيول الأحماض الدهنية في طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة بعضها مع بعض، مما يسهم في ميوعة الغشاء البلازمي. على الرغم من أنه يُنصح بتجنب المواد الغذائية الغنية بالكوليسترول، إلا أنّ الكوليسترول يؤدي دورًا مهمًا في تركيب الغشاء البلازمي ويُعدّ مادة مهمة أيضًا للحفاظ على الاتزان الداخلي للخلية.

ثمة مواد أخرى في الغشاء البلازمي، مثل الكربوهيدرات المرتبطة بالبروتينات، تبرز من الغشاء البلازمي لتحديد خصائص الخلية ومساعدة الخلايا في تحديد الإشارات الكيميائية. على سبيل المثال، قد تساعد الكربوهيدرات الموجودة في الغشاء البلازمي الخلايا المقاومة للمرض في التعرّف على الخلية الضارة ومهاجمتها.

### اقتراح لدراسة

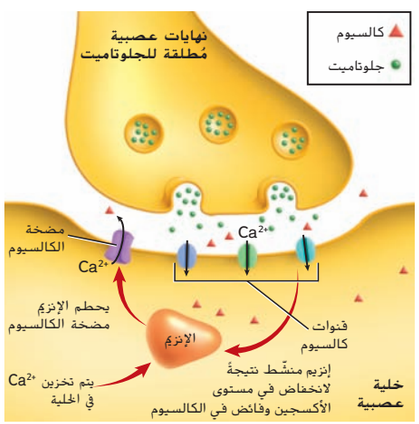
**جلسة تبادل الأسئلة** اعمل مع زميل لك وتبادلا طرح الأسئلة عن الغشاء البلازمي. ثم ناقشا إجاباتكما. واطرحا أكبر عدد ممكن من الأسئلة التي تتبادر إلى ذهنيكما أثناء تبادل الأدوار.

## مساحة لتحليل البيانات 1

**استنادًا إلى دراسات***

### تفسير المخطط

**البيانات والملاحظات**




**كيف تسهم قنوات البروتين في موت الخلايا العصبية بعد السكتة الدماغية؟** تحدث السكتة الدماغية عندما تمنع خثرة دم تدفّق الدم المحمّل بالأكسجين كليًا في جزء من الدماغ. ونظرًا إلى أنّ الخلايا العصبية التي تطلق الجلوتاميت في الدماغ حساسة تجاه نقص الأكسجين، فإنها تطلق كمية كبيرة من هذه المادّة عند انخفاض مستوى الأكسجين. بالتالي، تُدمَّر مضخة الكالسيوم أثناء التدفق الكبير للجلوتاميت ما يؤثّر في حركة دخول أيونات الكالسيوم الى الخلايا العصبية والخروج منها. من ناحية أخرى، والجدير بالذكر أنه عندما تحتوي الخلايا على فائض من الكالسيوم، يحدث خلل في الاتزان الداخلي.

### فكّر بشكل ناقد

1. **فسّر** الطريقة التي يتسبّب بها تدفق الجلوتاميت في تدمير مضخة الكالسيوم.
2. **توقّع** ما الذي قد يحدث في حال انخفضت مستويات الكالسيوم ($Ca^{2+}$) في الخلايا العصبية أثناء السكتة الدماغية.

*أُخذت البيانات من: Choi, D.W. 2005. Neurodegeneration, cellular defences destroyed. *Nature* 433, 696-698.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education



**التأكد من فهم النص** تتيح الطبقتان وجود حاجز أكثر فعالية.

## ن التفكير الناقد

ض م ف م **حلّل** اطلب من الطلاب تقييم العبارة الجدلية التالية: تؤدي المستويات العالية من الكوليسترول إلى انخفاض تدفق الدم. بالتالي، يُمثِّل الكوليسترول خطورة على الصحة بشكل عام. على الرغم من أنّ ارتفاع مستويات الكوليسترول قد يؤدي إلى انخفاض تدفق الدم، إلا أنّ الجسم يحتاج إلى بعض الكوليسترول لأنه يؤدي دورًا مهمًا في ثبات الغشاء البلازمي.

## مساحة لتحليل البيانات 1

### توضيحات عن الموضوع

- يُعدّ تركيز الكالسيوم مهمًا للغاية في الاتزان الداخلي وفي عمل الخلايا العصبية بشكل صحيح. وتتركز قنوات الكالسيوم في نهاية (محور) الخلايا العصبية. عندما يصل التنبيه إلى محور الخلية العصبية، يتسبب في فتح قنوات الكالسيوم، مما يؤدي في النهاية إلى تحرير النواقل العصبية.
- راجع أيضًا Bano, et al. 2005. Cleavage of the Plasma Membrane $Na^+/Ca^{2+}$ Exchanger in Excitotoxicity. Cell 120:275–285. Kiedrowski, et al. 2004. Differential Contribution of Plasmalemmal $Na^+/Ca^{2+}$ Exchange Isoforms to Sodium–Dependent Calcium Influx and NMDA Excitotoxicity in Depolarized Neurons. Journal of Neurochemistry 90(1):117–118.

### فكّر بشكل ناقد

1. يتسبب في تدفق الكالسيوم الزائد إلى الخلية، مما يحفّز إفراز إنزيم يدمر مضخة الكالسيوم
2. يؤدي انخفاض مستويات الكالسيوم في الخلية عند حدوث السكتة الدماغية إلى منع تراكم الكالسيوم الزائد في الخلية مما يمنع موتها.

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف



Advance_Science_Grade12 TE_CH09.indb 245 1/3/2017 3:10:40 PM

## استراتيجية القراءة

**د م ض م تكوين المفردات**

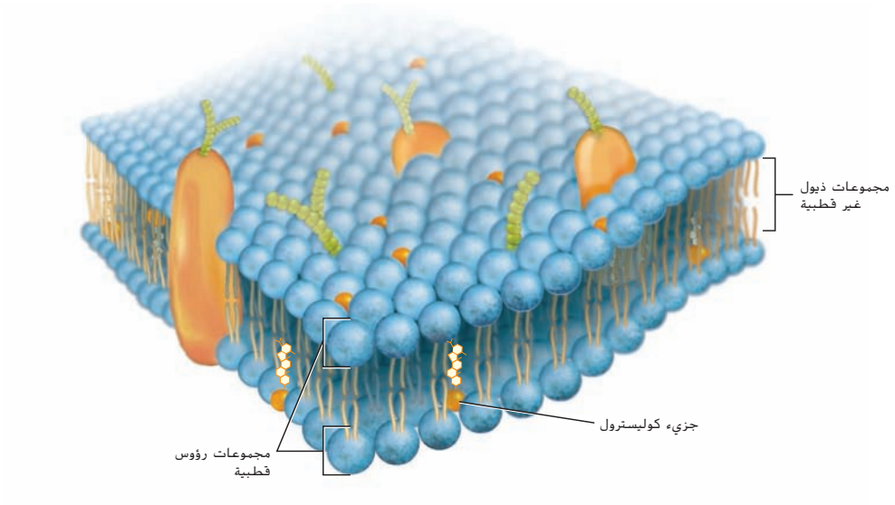
اشرح المصطلحين مائع وفسيفسائي.

- تتكوّن الموائع من جسيمات يمكن أن تُغيّر موقعها من دون أن تنفصل. اطلب من الطلاب تقديم أمثلة على الموائع.
- إنّ الفسيفساء عبارة عن صورة أو نمط يتكون من قطع صغيرة ذات ألوان وأشكال مختلفة. اعرض للطلاب صورًا للفسيفسائيات الموجودة في الكتب الفنية.

## التقويم التكويني

**التقييم** كلّف الطلاب رسم مخطط لتركيب الغشاء البلازمي يوضّح وجود طبقة مزدوجة من الدهون الفسفوريّة مع البروتينات والكالسيوم. كلّف الطلاب بمقارنة مخططهم مع الشكل 7.

**المعالجة** كلّف الطلاب وضع خريطة مفاهيم باستخدام المصطلحات التالية: الغشاء البلازمي والدهون الفسفورية والطبقة المزدوجة وقطبي وغير قطبي والكوليسترول والبروتينات. واطلب منهم عرض خرائط المفاهيم الخاصة بهم وشرحها للصف.




■ **الشكل 7** يمثّل النموذج الفسيفسائي المائع غشاءً بلازميًا ينطوي على مواد تستطيع التنقل في داخله.

تكوّن طبقتا الدهون الفسفورية مجتمعتين "بحرًا" يمكن لجزيئات أخرى أن تطفو فيه، مثل التفاح الذي يطفو على سطح برميل من الماء. إنّ مفهوم "البحر" هذا هو أساس **النموذج الفسيفسائي المائع** للغشاء البلازمي. قد تتحرك الدهون الفسفورية على الجانبين داخل الغشاء، تمامًا مثلما يتنقل التفاح في الماء. في الوقت نفسه، تتحرك مكوّنات أخرى في الغشاء، مثل البروتينات، إلى جانب الدهون الفسفورية. ونظرًا إلى وجود مواد مختلفة في الغشاء البلازمي، يتكوّن شكل أو نمط فسيفسائي على السطح. يمكنك الاطلاع على هذا النمط في **الشكل 7**. تكون مكوّنات الغشاء البلازمي في حالة حركة دائمة، وتنزلق الواحدة بمحاذاة الأخرى.

## القسم 2 التقويم

### ملخص القسم

- تُعتبر النفاذية الاختيارية إحدى خصائص الغشاء البلازمي التي تتيح له التحكم بما يدخل إلى الخلية ويخرج منها.
- يتكوّن الغشاء البلازمي من طبقتين من جزيئات الدهون الفسفورية.
- يسهم الكوليسترول والبروتينات الناقلة في أداء الغشاء البلازمي لوظيفته.
- يمثّل النموذج الفسيفسائي المائع الغشاء البلازمي.

### فهم الأفكار الأساسية

1. الفكرة الأساسية **صِف** الطريقة التي يساعد بها الغشاء البلازمي في الحفاظ على الاتزان الداخلي للخلية.
2. **اشرح** طريقة بقاء الجزء الداخلي من الخلية منفصلًا عن بيئته المحيطة.
3. **ارسم** مخططًا للغشاء البلازمي واذكر اسم كل مكوّن.
4. **حدّد** الجزيئات التي تمنح الخلية التركيب الأساسي لغشائها البلازمي وميوعته، وتحدد هوية الخلية.

### فكّر بشكل ناقد

5. **اشرح** تأثير وجود كميات كبيرة من الكوليسترول في الغشاء البلازمي.

الكتابة في علم الأحياء

6. باستخدام ما تعرفه عن مصطلح فسيفساء، اكتب فقرة تصف فيها تركيبًا حيويًا فسيفسائيًا آخر.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

## القسم 2 التقويم

1. يتحكّم بالمواد التي تدخل إلى الخلية وتخرج منها.
2. توفّر طبقة الدهون الفسفورية المزدوجة التي تكوّن الغشاء البلازمي حاجزًا يفصل الخلية عن البيئة المحيطة بها.
3. يجب أن تتضمن المخططات الاتجاه الصحيح للدهون الفسفورية والبروتينات والكربوهيدرات والكوليسترول في الغشاء.
4. التركيب الأساسي للغشاء: الدهون الفسفورية؛ هويّة الخلية: البروتينات والكربوهيدرات؛ ميوعة الغشاء: الكوليسترول
5. إن ازدياد مستوى الكوليسترول في الغشاء يجعله أكثر ميوعة.
6. اقبل بكل الإجابات المعقولة. وقد تتضمن الإجابات الأوراق المتساقطة في الخريف أو مجموعة متنوعة من الأصداف على الشاطئ.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

246 الوحدة 9 • تركيب الخلية ووظائفها

Advance_Science_Grade12 TE_CH09.indb 246 1/3/2017 3:10:41 PM