الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التربية الوطنية
مديرية التعليم الثانوي العام والتكنولوجي
المديرية الفرعية للبرامج التعليمية

المناهج التعليمية
لأقسام السنة الثالثة ثانوي

في مادة علوم الطبيعة والحياة

شعبة علوم تجريبية

أوت 2012

الكفاءة القاعدية 1

المجال التعلمي1: التخصص الوظيفي للبروتينات.

الهدف التعلمي1: يحدد آليات تركيب البروتين.

الوحدات التعلمية	النشاطات المقترحة	المعارف المبنية
آليات تركيب البروتين	* يذكر بالمكتسبات القبلية للسنة الثانية ثانوي حول: °التعبير المورثي. ° تموضع الـــADN . ° دعامة العوامل الوراثية.	– يُترجم التعبير المورثي على المستوى الجزيئي، بتركيب بروتين مصدر النمط الظاهري للفرد على مختلف المستويات : العضوية ، الخلية و الجزيئي . – يتموضع الحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين (ADN) في النواة. – يعتبر الـــADN دعامة الصفات الوراثية. – تكون الصفات الوراثية على شكل مورثات في جزيئة الـــADN . – المورثة عبارة عن تتالي محدد من النيكليوتيدات .
ــ مقر تركيب البروتين	◄ **يطرح إشكالية مقر تركيب البروتين.** * يحلل صور مأخوذة عن المجهر و معالجة بتقنية التصوير الإشعاعي الذاتي لخلايا مزروعة في وسط يحتوي أحماض أمينية موسومة.	– يتم تركيب البروتين عند حقيقيات النوى في هيولى الخلايا انطلاقا من الأحماض الأمينية الناتجة عن الهضم.
	◄ **يطرح إشكالية إنتقال المعلومة الوراثية من النواة إلى مقر تركيب البروتين.** * يقترح فرضية وجود وسيط جزيئي ناقل في شكل ARN. * يتحقق من صحة الفرضية انطلاقا من:	– يؤمن انتقال المعلومة الوراثية من النواة إلي مواقع تركيب البروتينات، نمط آخر من الأحماض النووية يدعى الحمض الريبي النووي الرسول (ARN_m).

	°تفسير نتائج حضن خلايا بيضية لحيوان برمائي في وسط يحوي مواد طلائعية مشعة للهيموغلوبين و محقونة بـــ ARN_m مستخلص من متعدد الريبوزوم لخلايا أصلية للكريات الدموية الحمراء °تفسير صور مأخوذة عن المجهر و معالجة بتقنية التصوير الإشعاعي الذاتي لخلايا مزروعة في وسط يحتوي اليوراسيل المشع (قاعدة آزوتية مميزة للـــ ARN). * يحدد التركيب الكيمـــيائي لجزيـــئة الـــ ARN انطلاقا من نتائج الإماهة الجزئية والإماهة الكلية للجزيئة .	– الحمض ألريبي النووي عبارة عن جزيئة قصيرة، تتكون من خيط مفرد واحد، متشكل من تتالى نيكليوتيدات ريبية تختلف عن بعضها حسب القواعد الآزوتية الداخلة في تركيبها (الأدنين، الغوانين، السيتوزين، اليوراسيل). – النكليوتيد ألريبي هو النيكليوتيد الذي يدخل في بناءه الريبوز:سكر خماسي الكربون. – اليوراسيل قاعدة آزوتية مميزة للأحماض الريبية النووية.
ـــ استنساخ المعلومة الوراثية	◄ **يطرح إشكالية استنساخ المعلومة الوراثية الموجودة في الـــADN .** * يقارن بين بنية جزيئتى الـــ ADN والـــARN . * يحلل صور مأخوذة عن المجهر الإلكتروني تظهر ظاهرة الإستنساخ. * يظهر تدخل أنزيم: ARN بوليمراز باستعمال مثبطات نوعية. * يُنمذج اصطناع جزيئة الـــ ARN_m انطلاقا من المعارف المتعلقة بـــ: ° بنية جزيئتا الـــADN وARN . ° تضاعف الـــADN. ° تكامل القواعد الآزوتية .	– يتم التعبير عن المعلومة الوراثية التي توجد في الـــADN على مرحلتين: ▪ مرحلة الإستنساخ :تتم في النواة ويتم خلالها التصنيع الحيوي لجزيئة الـــARN_m انطلاقا من احدى سلسلتى الـــADN (السلسلةالناسخة) في وجود أنزيم الـــ ARN بوليمراز ،و تخضع لتكامل النكليوتيدات بين سلسلةالـــARNm و السلسلة الناسخة .

ــ الترجمة الشفرة الوراثية	◄ **يطرح إشكالية حل شفرة المعلومة الممثلة بتتالي نيكليوتيدات الـــ ARN_m :** كيف تترجم اللغة النووية(أبجدية بأربعة أحرف) إلى لغة بروتينية (أبجـــديـــة بعشرين حرف) ؟ * يضع مختلف الإحتمالات الممكنة بين اللغتين. * يناقش الحل الأكثر وجاهة. * يقوم بتحليل مقارن لقطعة متتالية نيكليوتيدات ARN_m مع متتالية أحماض أمينية موافقة لها في البيبتيد لأربعة مورثات مختلفة بالاعتماد على مبرمج محاكاة (مثل: "logiciel "anagène). ◄ **يطرح إشكالية مقر تركيب البروتين في الهيولى وتحديد شروط التركيب .** * يحلل صور مأخوذة عن المجهر و معالجة بتقنية التصوير الإشعاعي الذاتي لخلايا مزروعة في وسط به أحماض أمينية موسومة توضح تكاثف الأحماض الأمينية في مستوى متعدد الريبوزوم(Polysomes) * يظهر وجود معقد متعدد الريبوزوم/ ARNm انطلاقا من تحليل نتائج معالجة المعقد بأنزيم ريبونوكلياز . * يظهر مختلف أنماط الأحماض الريبية النووية في الهيولى المتدخلة في اصطناع البروتين انطلاقا من:	▪ مرحلة الترجمة: توافق التعبير عن المعلومة الوراثية التي يحملها الـــ ARN_m إلى متتالية أحماض أمينية في الهيولى الخلوية. – تُنسخ المعلومة الوراثية بشفرة خاصة: تدعى الشفرة الوراثية. – إن وحدة الشفرة الوراثية هي ثلاثية من القواعد تدعي الرامزة تُشفر لحمض أميني معين في البروتين . – تُشفر عادة لنفس الحمض الأميني عدة رامزات ماعدا الرامزات التالية: UAA ; UAG; UGA التي لا تُشفر لأي حمض أميني وتمثل رامزات توقف القراءة. – تُشفر الرامزة AUG لحمض أميني واحد هو الميثونين. – تُشفر الرامزة UGG لحمض أميني واحد هو التربتوفان. – يتم ربط الأحماض الأمينية في متتالية محددة على مستوى ريبوزومات متجمعة في وحدة متمايزة تدعى متعدد الريبوزوم. – تسمح القراءة المتزامنة للـــ ARN_m نفسه من طرف عدد من الريبوزومات بزيادة كمية البروتينات المصنعة. – تتطلب مرحلة الترجمة : ° جزيئات الحمض الريبي النووي الناقل (ARNt) المتخصص في تثبيت ،نقل وتقديم الأحماض الأمينية الموافقة. الريبوزومات عضيات متكونة من تجمع
ــ مراحل الترجمة		

	° تحليل منحنيات تطور نسب ARNالخلوي أثناء اصطناع البروتين. °نتائج الرحلان الكهربائي للـــARN الهيولي لخلايا حيوانية أثناء اصطناع البروتين . * يصف بنية الريبوزوم انطلاقا من نموذج جزيئي ثلاثي الأبعاد . * يدرس نتائج اصطناع البروتين(في وسط زجاجي)في أوساط تحتوي قطع خلوية (مأخوذة من مستخلص كبدي) وأحماض أمينية موسومة. * ينمذج مرحلة الترجمة انطلاقا من المعارف المبنية. * ينجز رسما تخطيطيا تحصيليا لتصنيع البروتينات انطلاقا من المعارف المبنية.	بروتينات وحمض ريبي نووي ريبوزومي (ARNr) وتتشكل من تحت وحدتين : تحت وحدة صغيرة ،تحمل موقع قراءة الـــARN_m وتحت وحدة كبيرة تحمل موقعين تحفيزيين. ـــ يتعرف كل ARNt على الرامزة الموافقة على ARN_m عن طريق ثلاثة نيكليوتيدات تشكل الرامزة المضادة و المكملة لها. ° أنزيمات تنشيط الأحماض الأمينية وجزيئات الـــATP التي تحرر الطاقة الضرورية لهذا التنشيط. – تبدأ الترجمة دائما في مستوى الرامزة AUG للـــ ARN_m تدعى الرامزة البادئة للتركيب بوضع أول حمض أميني هو الميثيونين يحمله ARNt خاص بهذه الرامزة حيث يتثبت على الريبوزوم إنها بداية الترجمة. – يتنقل الريبوزوم بعد ذلك من رامزة إلى أخرى، وهكذا تتشكل تدريجيا سلسلة بيبتيدية بتكوين رابطة بيبتيدية بين الحمض الأميني المحمول على ARNt الخاص به في موقع القراءة وآخر حمض أميني في السلسلة المتموضعة في الموقع المحفز . إن ترتيب الأحماض الأمينية في السلسلة يفرضه تتالى رامزات الـــ ARN_m : إنها مرحلة الإستطالة. تنتهي الترجمة بوصول موقع القراءة للريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف – ينفصل ARNt لآخر حمض أميني ليصبح عديد الببتيد المتشكل حر :إنها نهاية الترجمة. – يكتسب متعدد البيبتيد المتشكل تلقائيا بنية ثلاثية الأبعاد ليعطي بروتينا وظيفيا.

المجال التعلمي1 : التخصص الوظيفي للبروتينات.

الهدف التعلمي 2 : يجد العلاقة بين البنية والتخصص الوظيفي للبروتين.

الوحدات التعلمية	النشاطات المقترحة	المعارف المبنية
العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين	◄ **يطرح إشكالية التخصص الوظيفي للبروتينات.** * يقارن بين البنيات الفراغية لبعض البروتينات الوظيفية (أنزيمات ، هرمونات ،....)باستعمال مبرمج محاكاة مثل . رازمول (rasmol). ° يتساءل عن من يتحكم في تحديد البنية ثلاثية الأبعاد . ° يقترح فرضية تدخل الأحماض الأمينية المشكلة للبروتينات المعنية،بترتيبها وطبيعتها في اكتساب هذه البنية الفراغية النوعية. * يُعين انطلاقا من الصيغ المفصلة للأحماض الأمينية العشرون،الوظائف المميزة والمشتركة بين الأحماض الأمينية: $NH_2 - C(H) - COOH$ | R	– تظهر البروتينات ببُنيات فراغية مختلفة، محددة بعدد و طبيعة وتتالي الأحماض الأمينية التي تدخل في بنائها. – تتكون جزيئات الأحماض الأمينية من وظيفة أمينية **($-NH_2$)** ووظيفة حمضية كربوكسيلية**(- COOH)** مرتبطتان بـــالكربون α وهما مصدرا الخاصية الأمفوتيرية . – يوجد عشرون حمضا أمينيا أساسيا تختلف فيما بينها في السلسلة الجانبية **(الجذر R).** – تصنف الأحماض الأمينية حسب السلسلة الجانبية إلى: ° أحماض أمينية قاعدية (ليزين،ارجنين...) ° أحماض أمينية حمضية(حمض

	والجزء المتغير:الجذر R	الجلوتاميك، حمض الأسبارتيك ....) ° أحماض أمينية متعادلة (سيرين ،الغليسين..) .
	* يستخرج الخاصية الأمفوتيرية للأحماض الأمينية من تحليل نتائج الرحلان الكهربائي للأحماض الأمينية في وجود محلول معدل قاعدي وفي محلول معدل حمضي	– تسلك الأحماض الأمينية سلوك الأحماض (تعطي بروتونات)وسلوك القواعد (تكتسب بروتونات) وذلك تبعا لدرجة حموضة الوسط لذلك تسمى بالمركبات الأمفوتيرية (الحمقلية). – ترتبط الأحماض الأمينية المتتالية في سلسلة بيبتيدية بروابط تكافؤية تدعى الرابطة البيبتيدية (–CO --NH–) .
	* يستخرج كيفية تشكيل الرابطةالبيتيدية بين حمضين أمينيين متتاليين انطلاقا من قطعة سلسلة بيبتيدية ومعارفه حول الرابطة التكافؤية.	
	* يستخرج انطلاقا من تحليل نتائج تجربة Anfinsen العلاقة بين البنية ثلاثية الأبعاد والتخصص الوظيفي للبروتينات .	– تختلف البيبتيدات عن بعضها بالقدرة على التفكك ألشاردي لسلاسلها الجانبية التي تحدد طبيعتها الأمفوتيرية وخصائصها الكهربائية. – تتوقف البنية الفراغية وبالتالي التخصص الوظيفي للبروتين، على الروابط التي تنشأ بين أحماض أمينية محددة (ثنائية الكبريت، شاردية،....) ، ومتموضعة بطريقة دقيقة في السلسلة البيبتيدية حسب الرسالة الوراثية,

االمجال التعلمي1 : التخصص الوظيفي للبروتينات.

الهدف التعلمي3:يظهر التخصص الوظيفي للبروتينات في التحفيز الأنزيمي.

الوحدات التعلمية	**النشاطات القترحة**	**المعارف المبنية**
النشاط الأنزيمي ــ تعريف الأنزيم ــ العلاقة بين بنية و وظيفة البروتين ــ تأثير درجة الحموضة (PH)	* يذكر بالمكتسبات القبلية للسنة الرابعة متوسط حول الأنزيمات الهاضمة. * يحلل وثائق توضح عواقب غياب أنزيم على النشاطات الأيضية في الخلية (التركيب الحيوي،....) ◄ **يطرح إشكالية العلاقة بين بنية البروتين و تخصصه الوظيفي:** * يستنتج التخصص الوظيفي للوسائط الحيوية انطلاقا من تحليل منحنيات استهلاك الأوكسجين المحصل عليه بالتجريب المدعم بالحاسوب (ExAO) في حالة أكسدة الغلوكوز المحفز بأنزيم غلوكوز أوكسيداز في حالتي: ° تغيرات السرعة الابتدائية للتفاعل الأنزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل. ° تغيرات الحركية الأنزيمية بدلالة طبيعة مادة التفاعل. * يستنتج التكامل البنيوي بين شكل الموقع الفعال للأنزيم وجزء من مادة التفاعل، انطلاقا من نماذج جزيئية (استخدام مبرمجات خاصة) * يستنتج تأثير درجة الحموضة على نشاط الأنزيمات انطلاقا من تحليل منحنيات استهلاك الأوكسجين المحصل	– الأنزيمات وسائط حيوية،تتميز بتأثيرها النوعي اتجاه مادة التفاعل (ركيزة) معينة في شروط درجة حرارة ملائمة للحياة. يرتكز التأثير النوعي للأنزيم و مادة التفاعل على تشكل معقد أنزيم ــ مادة التفاعل ،ينشأ أثناء حدوثه رابطة انتقالية بين جزء من مادة التفاعل ومنطقة خاصة من الأنزيم تدعى الموقع الفعال. يحدث التكامل بين الموقع الفعال للأنزيم ومادة التفاعل عند اقتراب هذه الأخيرة التي تحفز الأنزيم لتغيير شكله الفراغي فيصبح مكملا لشكل مادة التفاعل:إنه التكامل المحفز. إن تغير شكل الأنزيم يسمح بحدوث التفاعل لأن المجموعات الكيميائية الضرورية لحدوثه تصبح في الموقع المناسب للتأثير على مادة التفاعل. – تؤثر درجة حموضة الوسط على الحالة الكهربائية للوظائف الجانبية الحرة للأحماض الأمينية في السلاسل البيبتيدية وبالخصوص

	عليها بطريقة التجريب المدعم بالحاسوب: ° تغيرات سرعة التفاعلات الأنزيمية بدلالة درجة الحموضة pH .(حالة أكسدة الغلوكوز بواسطة أنزيم غلوكوزأوكسيداز)	تلك الموجودة على مستوى الموقع الفعال بحيث: ° في الوسط الحمضي تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية موجبة. ° في الوسط القاعدي تصبح الشحنة الكهربائية الإجمالية سالبة. – يفقد الموقع الفعال شكله المميز،بتغير حالته الأيونية وهذا يعيق تثبيت مادة التفاعل وبالتالي يمنع حدوث التفاعل. – لكل أنزيم درجة حموضة مثلى، يكون نشاطه عندها أعظميا.
ــ تأثير درجة الحرارة	* يستنتج تأثير درجة الحرارة على نشاط الأنزيمات انطلاقا من تحليل منحنيات استهلاك الأوكسجين المحصل عليها بطريقة التجريب المدعم بالحاسوب : ° تغيرات سرعة التفاعلات الأنزيمية بدلالة درجة الحرارة. (حالة أكسدة الغلوكوز بواسطة أنزيم غلوكوزأوكسيداز) * يُنمذج عن طريق رسم إجمالي تأثير درجة الحموضة و تأثير درجة الحرارة على المحفزات الحيوية الأنزيمية والعواقب المترتبة على ذلك، بالاعتماد على المعارف المبنية المتعلقة بالتخصص الوظيفي للبروتينات.	ــ يتم النشاط الأنزيمي ضمن مجال محدد من درجة الحرارة بحيث : ° تقل حركة الجزيئات بشكل كبير في درجات الحرارة المنخفضة ، ويصبح الأنزيم غير نشط . ° تتخرب البروتينات في درجات الحرارة المرتفعة(أكبر من 40 °م) ، و تفقد نهائيا بنيتها الفراغية المميزة وبالتالي تفقد وظيفة التحفيز. – يبلغ التفاعل الأنزيمي سرعة أعظمية عند درجة حرارة مثلى، هي درجة حرارة الوسط الخلوي (37°م عند الإنسان).

المجال ألتعلمي1 : التخصص الوظيفي للبروتينات.

الهدف التعلمي 4: يظهر التخصص الوظيفي للبروتينات في الدفاع عن ألذات.

الوحدات التعلمية	النشاطات المقترحة	المعارف المبنية
دور البروتينات في الدفاع عن ألذات . ـــ الذات و اللاذات	– يذكر بمكتسبات السنة الرابعة متوسط ° يلخص في نص علمي أسباب رفض الطعم و مختلف مراحل الإستجابة الالتهابية انطلاقا من تحليل وثائق: ◄ **يطرح إشكالية التمييز بين الذات و اللاذات.** * – يستخرج تدخل الغشاء الهيولي في التعرف عن اللاذات انطلاقا من تحليل تجربة الوسم المناعي. *– يستخرج بنية الغشاء الهيولي وتركيبه الكيميائي انطلاقا من تحليل: – نموذج ثلاثي الأبعاد يوضح التنظيم الجزيئي – جدول للمكونات الكيميائية التي تدخل في تركيب الغشاء الهيولي . *– يبحث عن العوامل الكيميائية للتعرف: يعرف معقد التوافق النسيجي الرئيسي (CMH) انطلاقا من: – نص علمي ورسومات. – تقنيات الوسم المناعي (لتحديد موضع جزيئات معقد التوافق النسيجي الرئيسي) *– يضع علاقة بين رفض الطعوم وملمح معقد التوافق النسيجي الرئيسي للمانح والمستقبل(حالتي طعم ذاتي وطعم	– تستطيع العضوية التمييز بين المكونات الخاصة بالذات والمكونات الغريبة عنها:اللاذات. – تعرف الذات بمجموعة من الجزيئات الخاصة بالفرد و المحمولة على أغشية خلايا الجسم. – يتكون الغشاء الهيولي من طبقتين فوسفوليبيديتين،تتخللهما بروتينات مختلفة الأحجام ومتباينة الأوضاع. معظم العناصر المكونة للغشاء ليست مستقرة فهي قادرة على التنقل على جانبي الغشاءالهيولي. – تتحدد جزيئات ألذات وراثيا وهي تمثل

	غير ذاتي) *–يشرح قدرة الخلايا في التعرف على عديد مؤشرات اللاذات انطلاقا من تحليل وثائق تترجم أصل تغيرية المعقد التوافق النسيجي الرئيسي . *– يتعرف على مؤشرات الزمر الدموية انطلاقا من: ° تحليل نتائج اختبار تحديد الزمر الدموية. ° دراسة مقارنة للمستقبلات الغشائية الموجودة على سطح أغشية الكريات الحمراء، لثلاثة أفراد تختلف زمر دم بعضهم عن بعض، انطلاقا من تحليل وثائق. * يستخرج حالات التوافق، بين مانح ومستقبل أثناء نقل الدم، اعتمادا على نتائج النشاطين السابقين. *– يستخرج التحديد الوراثي للزمر الدموية انطلاقا من المعارف المتعلقة بالعلاقة بين المورثة والنمط الظاهري و بالتعبير المورثي . *– يُعرِف مفهوم اللاذات انطلاقا من النشاطات السابقة.	مؤشرات الهوية البيولوجيـــــة وتعرف باسم: أ ــ نظام معقد التوافق النسيجي الرئيسي Complexe Majeur d'histocompatibilité CMH ب ــ نظاما ألــABO و الريزوس Rh – تصنف جزيئات ألــ CMH إلى قسمين:– الصنفI: يوجد على سطح جميع خلايا العضوية ما عدا الكريات الحمراء. الصنفII: يوجد بشكل أساسي على سطح بعض الخلايا المناعية (الخلايا العارضة للمستضد، الخلايا البائية) – يملك كل فرد تركيبة خاصة لــCMH مرتبطة بالتعدد الصنو للمورثات المشفرة لهذه البروتينات. – تتمثل اللاذات في مجموع الجزيئات الغريبة عن العضوية والقادرة على إثارة استجابة مناعية والتفاعل نوعيا مع ناتج الاستجابة قصد القضاء عليه.
ــ طرق التعرف على محددات المستضد .	◄ **يطرح إشكالية مظاهر التعرف على اللاذات .** الحالة الأولى: *– يستخرج تدخل الأجسام المضادة و تشكل الارتباط النوعي بين الجسم المضاد والمستضد. انطلاقا من: ° تحليل حالة سريرية (مثل الكزاز)	– يسبب دخول جزيئات غريبة في بعض الحالات إلى العضوية (المستضد) إنتاج مكثف لجزيئات تختص بالدفاع عن ألذات تدعى الأجسام المضادة. – ترتبط الأجسام المضادة نوعيا مع المستضدات التي حرضت إنتاجها.

ــ المعقد المناعي	° نتائج تطبيق اختبار Ouchterlony. *– يستنتج انطلاقا من نتائج الرحلان الكهربائي تجرى على مصلي شخصين أحداهما سليم و الآخر مريض، زيادة خاصة لصنف مميز من جزيئات :الغلوبيلينات المناعية، عند الشخص المريض. *– يظهر الطبيعة البروتينية للغلوبيلينات المناعية انطلاقا من تحليل نتائج تجريبية. *– يمثل بواسطة رسم تخطيطي البنية الفراغية للغلوبيلين المناعي انطلاقا من نموذج جزيئي ثلاثـــــي الأبعاد. *– يستخرج كيفية تشكل المعقد المناعي و دوره انطلاقا من تحليل: °صور بالمجهر الإلكتروني لمصل يظهر تفاعل الجسم المضاد بالمستضد °نموذج جزيئي ثلاثي الأبعاد. *– يفسر بالاعتماد على المعارف المكتسبة نتائج الارتصاص الملاحظة خلال إجراء بعض اختبارات تحديد الزمر الدموية.	– الأجسام المضادة جزيئات ذات طبيعة بروتينية تنتمي إلى مجموعة الغلوبيلينات المناعية. – يتكون الجسم المضاد من أربعة سلاسل ببتيدية، سلسلتين خفيفتين وسلسلتين ثقيلتين.تتصل السلاسل الثقيلة بالسلاسل الخفيفة عن طريق جسور ثنائية الكبريت،كما تتصل السلاسل الثقيلة فيما بينها بواسطة الجسور ثنائية الكبريت . – تحوي كل سلسلة من سلاسل الجسم المضاد على منطقة متغيرة (موقع تثبيت المستضد) ومنطقة ثابتة(مسئولة عن وظائف التنفيذ) – يملك الجسم المضاد موقعين لتثبيت المحددات المستضدية، تشكلاهما نهايات السلاسل الخفيفة والثقيلة للمناطق المتغيرة. – يرتبط المستضد بالجسم المضاد ارتباطا نوعيا في موقع التثبيت،ويشكلان معا معقد مستضد ــ جسم مضاد يدعى المعقد المناعي. – يؤدي تشكل المعقد المناعي إلى إبطال مفعول المستضد ،ليتم بعدها التخلص من المعقد المناعي المتشكل، عن طريق ظاهرة البلعمة. – تتم عملية بلعمة المعقد المناعي على مراحل : ° يتثبت المعقد المناعي على المستقبلات الغشائية النوعية للبلعميات الكبيرة بفضل التكامل البنيوي بين هذه المستقبلات وبين موقع تثبيت خاص يوجد في مستوى الجزء الثابت للجسم المضاد.

	▪ يطرح إشكالية التخلص من المعقد المناعي *- يستخرج انطلاقا من تحليل وثائق مثل : ° صور بالمجهر الإلكتروني . °رسومات تفسيرية. طرق التخلص من المعقد المناعي بواسطة البلاعم التي تعمل على بلعمته.	° يحاط المعقد المناعي بثنية غشائية (أرجل كاذبة) °يتشكل حويصل إقتناص يحوي المعقد المناعي. ° يخرب المعقد المناعي بالأنزيمات الحالة التي تصبها الليزوزومات في حويصلات الإقتناص .
ــ مصدر الأجسام المضادة .	▪ يطرح إشكالية مصدر الأجسام المضادة. *- يوضع علاقة بين زيادة كمية الأجسام المضادة في المصل وزيادة عدد الخلايا البائية في العقد اللمفاوية و زيادة عدد الخلايا البلازمية في نخاع العظام انطلاقا من حالة سريرية أو من نتائج حقن فئران بسم الكزاز. *- يتعرف على آليات الانتقاء النسيلي للمفاويات البائية انطلاقا من نتائج تجربة حقن الكريات الحمراء للخروف أو الدجاج لفأر. -الحالة الثانية : *- يستخرج تدخل نوع ثاني من الخلايا و هي اللمفويات التائية في الدفاع عن العضوية أنطلاقا من نتائج : ° حقن فرد مصاب بالسل بمصل فرد	- تنتج الأجسام المضادة من طرف الخلايا البلازمية التي تتميز بحجم كبير و هيولي كثيفة وجهاز كولجي متطور. -تتشكل الخلايا اللمفاوية البائية في نخاع العظام وتكتسب كفاءتها المناعية هناك بتركيب مستقبلات غشائية تتمثل في جزيئات الأجسام المضادة. - يؤدي تعرف الخلايا اللمفاوية البائية على المستضد إلى انتخاب لُمّة من الخلايا اللمفاوية بائية تمتلك مستقبلات غشائية متكاملة بنيويا مع محددات المستضد: انه الانتخاب اللمي. - يطرأ على الخلايا اللمفاوية المنتخبة والمنشطة انقسامات تتبع بتمايز هذه الأخيرة إلى خلايا منفذة (خلايا بلازمية). - يتم التخلص من المستضد أثناء الاستجابة المناعية التي تتوسطها الخلايا بصنف ثان من الخلايا اللمفاوية هي الخلايا اللمفاوية التائية السامة(LTC).

	محصن ضد السل. ° حقن فرد مصاب بالسل بالخلايا اللمفاوية لفرد محصن.	تتعرف الخلايا اللمفوية السمية على المستضد النوعي بواسطة مستقبلات غشائية مكملة لمحددات المستضد
ــ طرق تأثير اللمفويات التائية	▪ يطرح إشكالية طريقة تأثير الخلايا اللمفاوية التائية. *– يستخرج التأثير السمي للخلايا التائية انطلاقا من نتائج إصابة خلايا سليمة بفيروس. *– يستخرج طرق التعرف والقضاء على الخلايا المصابة بواسطة البرفورين و أنزيمات إماهة البروتينات انطلاقا من : ° صور بالمجهر الإلكتروني. °رسوم تخطيطية تفسيرية.	– يثير تماس الخلايا اللمفوية التائية السامة مع المستضد إفراز بروتين : البرفورين مع بعض الأنزيمات الحالة . – يُخرب البرفورين غشاء الخلايا المصابة بتشكيل ثقوب مؤديا إلى انحلالها.
ــ مصدر اللمفويات التائية	▪ يطرح إشكالية مصدر الخلايا اللمفوية التائية السامة. *– يحدد مصدر الخلايا اللمفوية التائية السامة انطلاقا من تحليل منحنى يعبر عن تطور بعض الظواهر الخلوية التي تطرأ على الخلايا التائية مع الزمن (تركيب الـــ ARN ، تركيب البروتينات ،تمايز خلوي ، تركيب الـــ ADN ،انقسامات ، اكتساب السمية) .	–تنتج الخلايا اللمفاوية السامة من تمايز صنف من الخلايا اللمفاوية:الخلايا التائية (LT_8) الحاملة لمؤشر CD_8 . – تتشكل الخلايا اللمفاوية التائية (LT_8) في نخاع العظام وتكتسب كفاءتها المناعية بتركيب مستقبلات غشائية نوعية في الغدة التيموسية.
	▪ يطرح إشكالية آلية تحفيز الخلايا البائية والتائية . *– يستخرج انطلاقا من تجارب منجزة في غرفة ماربروك(Marbrook) دورالأنترلوكينات (IL_2) المفرزة من طرف نمط معين من اللمفاويات التائية($LT_4=LT_h$) في تحفيز الخلايا البائية والتائية المختصة بمولد الضد المتدخل .	– يتم انتخاب الخلايا اللمفاوية المتخصصة ضد ببتيد مستضدي عند تماس هذه الأخيرة مع الخلايا المقدمة له. – تتكاثر الخلايا اللمفاوية المنتخبة وتشكل لمّة من الخلايا اللمفاوية التائية السامة تمتلك نفس المستقبل الغشائي التائي. – تتم مراقبة تكاثر و تمايز الخلايا التائية والبائية ذات الكفاءة المناعية عن طريق مبلغات كيميائية:هي الأنترلوكينات،التي

		يفرزها صنف آخر من الخلايا اللمفاوية التائية المساعد ة (Th) الناتجة عن تمايز الخلايا التائية(LT_4) المتخصصة التي يكون تنشيطها مُحرضا بالتعرف على المستضد . – لا تؤثر الأنترلوكينات إلا على اللمفاويات المنشطة أي اللمفاويات الحاملة للمستقبلات الغشائية الخاصة بهذه الأنترلوكينات والتي تظهر بعد الاتصال بالمستضد. – تحمل أغشية الخلايا التي تقوم بتقديم محددات المستضد وتنشيط الخلايا اللمفاوية، كالبلعميات الكبيرة محددات ألذات من الصنف(I) والصنف (II) والتي تقوم بعد التعرف على المستضد باقتناصه وهدم بروتيناته جزئيا،ثم تعرض بعض بيبتيداته على سطح أغشيتها مرتبطا بالـــ CMH. – يكون انتقاء نسائل من الخلايا البائية أو التائية(وبالتالي نمط الاستجابة المناعية مرتبطا بمحدد المستضد) بحيث : ° البيبتيدات الناتجة عن البروتينات داخلية المنشأ (بروتينات فيروسية ،بروتينات الخلايا السرطانية..) تقدم على سطح أغشية الخلايا العارضة مرتبطا بجزيئات الـCMH من الصنف (I) إلى الخلايا التائية التي تحمل مؤشرات الخلايا التائية القاتلة CD_8. ▪ يكون تنشيط هذه الخلايا مضاعف : ـــ تنشط أولا من طرف الخلايا العارضة عن طريق الأنترلوكين 1 (IL1)
	◄ يطرح إشكالية اختيار نمط الاستجابة المناعية المناسبة. *– يستنتج تدخل البلعميات الكبيرة في تنشيط الخلايا البائية والتائية انطلاقا من سلسلة تجارب منجزة في وسط زجاجي (*in vitro*) باستعمال مكورات رئوية ميتة ، مصل ، لمفاويات (B, T) و بلعميات فأر غير محصن ضد المكورات الرئوية . *– يستخرج المعلومات المتعلقة بتحديد	

	نمط الاستجابة المناعية انطلاقا من نص علمي. *– ينظم المعلومات المستخرجة في شكل رسم تخطيطي يبرز فيه دور: °جزيئات (CMH_I , CMH_{II}) الموجودة على الأغشية الهيولية للخلايا المقدمة العارضة للمستضد (بلعميات ،خلايا بائية ...) ° المستقبلات النوعية CD_4، CD_8 الموجودة على التوالي على الأغشية الهيولية للخلايا التائية(LT_8) والخلايا التائية المساعدة(LT_4) . ° الأنترلوكين (IL_1، IL_2) . ° ينجز رسم تخطيطي يترجم التخصص الوظيفي للبروتينات في الدفاع عن الذت. ◄ **يطرح إشكالية عجز الجهاز المناعي على التصدي لفيروس** VIH * يستخرج سبب فقدان المناعة المكتسبة انطلاقا من : ° فحص صور مأخوذة عن المجهر الإلكتروني توضح الخلايا اللمفاوية المصابة بفيروس الـــVIH ° تحليل منحنيات تطور شحنة الفيروس من جهة و تطور مجموع الخلايا اللمفاوية المساعدة الحاملة للمستقبل الغشائي(CD4) ليستنتج نمط الخلايا المستهدفة من طرف فيروس الـــVIH	ــ تنشط في مرحلة ثانية من طرف الخلايا التائية المساعدةTh (النوعية لهذا المستضد) عن طريق الأنترلوكين2(IL2) ° البيبتيدات الناتجة عن البروتينات المُستدخلة (خارجية المنشأ) تُقدم مرتبطة أساسا بجزيئات الـCMH من الصنف(II) إلى الخلايا المساعدة التي تحمل مؤشرات من النوع CD4 . – الخلايا التائية المساعدة المُنشطة عن طريق الأنترلوكين I (ILI)، تُنشِط بدورها الخلايا البائية النوعية لنفس المستضد . – الأنترلوكينات عبارة عن بروتينات سكرية. – يهاجم فيروس فقدان المناعة البشري (VIH) الخلايا اللمفاوية المساعدة(TCD4) و البلعميات الكبيرة و بلعميات الأنسجة و هي خلايا أساسية في التعرف و تقديم المستضد إلى جانب تنشيط الاستجابات المناعية ، لذا يتناقص عدد الخلايا المساعدة (TCD4) في مرحلة المرض إلى أقل من 200 خلية /الملم^3. – تبدو أغشية الخلايا المساعدة غير مستوية عليها تبرعمات عديدة و هو مظهر نمطي للخلايا المصابة بالفيروسات
سبب فقدان المناعة المكتسبة		

المجال التعلمي1: التخصص الوظيفي للبروتينات.

الهدف التعلمي5: يظهر التخصص الوظيفي للبروتينات في الاتصال العصبي .

الوحدة التعلمية	النشاطات المقترحة	المعارف المستهدفة

دورالبروتينات فـــي الاتصـــال العصبي ـــ آليات النقـــل المشبكي	يمثل تخطيطيا نقل المعلومة العصبية على مستوى المشابك ودور المراكز العصبية في الإدماج العصبي انطلاقا من المعارف المكتسبة في السنوات الأولى والثانية (ثانوي) . **◄يطرح إشكالية آلية النقل المشبكي بواسطة المبلغات العصبية.** * يستنتج انطلاقا من تحليل نتائج تجريبية(تقنية patch-clamp) بأن نبضات التيارات المسجلة مرتبطة بالتدفق الأيوني على جانبي غشاء العصبون بعد مشبكي. * يستنتج وجود مستقبلات بروتينية للأستيل كولين على غشاء العصبون بعد مشبكي والتي تراقب تدفق شوا رد الصوديوم(Na^+) الداخلة. انطلاقا من تحليل نتائج تجريبية تتمثل في: ° حقن α بنغاروتوكسين في الشق المشبكي. ° الفلورة المناعية. * يمثل برسم تخطيطي بعد تحليل صور تركيبية ثلاثية الأبعاد ميزة المستقبلات الغشائية للأستيل كولين كقنوات أيونية(الإينوفور)،في حالة المنعكس العضلي.	– تؤمن المبلغات العصبية(وسائط عصبية) انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك وتتمثل في مواد كيميائية تحررها النهايات قبل مشبكية وتؤدي إلى تغير الكمون الغشائي للعصبون بعد مشبكي. – تتحول الرسالة العصبية المُشفرة بتواتر كمونات العمل في الغشاء قبل مشبكي إلى رسالة مُشفرة بتركيز المُبلغ العصبي على مستوى المشبك. يؤمن النشاط الإدماجي للعصبون معالجة الرسائل العصبية التي تجتاز المراكز العصبي. – إن كمون العمل المتولد عن تنبيه فعال للعصبون ما هو إلا نتيجة للتغيرات السريعة للنفاذية الغشائية مسببة تدفق أيوني على جانبي غشاء العصبون. – يمتلك الغشاء بعد مشبكي مستقبلات من طبيعة بروتينية للأستيل كولين، تراقب تدفق شوا رد الصوديومNa^+ الداخلة.
◄ كمون الراحة	*يبحث عن الآليات الأيونية المسؤولة عن زوال استقطاب الغشاء بعد المشبكي اثر تنبيه الغشاء	– يكون غشاء العصبون أثناء الراحة مستقطبا إنه كمون الراحة.

	قبل مشبكي وكذلك المسؤولة عن الاستقطاب قبل التنبيه. يستنسخ مصدر الكمون الغشائي انطلاقا من تحليل: • جداول توضح التركيب الأيوني لشوارد(k^+, Na^+) لوسطين الخارج و الداخل خلوي. • منحنيات ناقلية k^+ وNa^+ عبر غشاء العصبون. • يترجم المعارف المبنية على شكل رسم تخطيطي وظيفي.	– ينتج الكمون الغشائي للعصبون أثناء الراحة عن: ▪ ثبات التوزع غير المتساوي لـــ K^+/Na^+ بين الوسط الداخلي للخلية والوسط الخارجي. ▪ ناقلية شوارد البوتاسيوم K^+ أكبر من ناقلية شوارد الصوديوم Na^+ كون عدد قنوات K^+ المفتوحة في وحدة المساحة تكون أكبرمن عدد قنوات Na^+. – تؤمن مضخات K^+/Na^+ ثبات الكمون الغشائي خلال الراحة (-70mv) المستهلكة للطاقة بطرد Na^+ نحو الخارج عكس تدرج التركيز والتي تميل إلى الدخول بالانتشار،وإدخال شوارد البوتاسيوم K^+ التى تميل إلى الخروج كذلك بالإنتشار. تُستمد الطاقة الضرورية لنقل الشوارد عكس تدرج تركيزها من إماهة الـــ ATP.
❖ كمون العمل	*يحلل منحنيات تمثل تغيرات الكمون الغشائي وتغيرات ناقلية Na^+ وK^+ نتيجة تنبيه العصبون قبل مشبكي .	– يؤدي تنبيه العصبون قبل مشبكي إلى تغيرات الكمون الغشائي مصدر كمون العمل. – تتمثل تغيرات الكمون الغشائي الناتج عن التنبيه في: ▪ زوال استقطاب سريع للغشاء مرتبط بتدفق داخلي لـــ Na^+ نتيجة انفتاح قنوات Na^+ المرتبطة بالفولطية. ▪ عودة الاستقطاب ناتجة عن تدفق خارجي لـــ K^+ نتيجة انفتاح قنوات K^+ المرتبطة بالفولطية. – تؤمن مضخة K^+/Na^+ المستهلكة

	* يترجم المعارف المبنية في حالة النقل المشبكي على شكل رسم تخطيطي وظيفي يبرز عمل القنوات النوعية المرتبطة بالكيمياء بعد تثبت المبلغ العصبي على مستقبل الغشاء بعد المشبكي.	للطاقة (ATP) عودة التراكيز الأيونية للحالة الأصلية. – انفتاح القنوات المرتبطة بالفولطية بمعنى توليد كمون عمل تتطلب عتبة زوال استقطاب. – يعود زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي في مستوى المشبك إلى إنفتاح قنوات Na^+ المرتبطة بالكيمياء نتيجة تثبت المبلغ العصبي (الأستيل كولين) على المستقبلات الخاصة به في الغشاء بعد مشبكي (مستقبلات قنوية). – تتوقف سعة زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي على عدد القنوات المستقبلة المفتوحة خلال زمن معين .
	* يستنتج انطلاقا من تحليل نتائج تجريبية أن وقف إشارة التنبيه ناتج عن اماهة انزيمية المبلغ العصبي (الأستيل كولين).	ــ يفقد المبلغ العصبي (الأستيل كولين) نشاطه (فعاليته) نتيجة الإماهة الإنزيمية . – يسمح انغلاق قنوات Na^+ المرتبطة بالكيمياء بالعودة إلى كمون الراحة .
	◄يطرح إشكالية ترجمة الرسالة العصبية قبل مشبكية في مستوى الشق المشبكي. * يستنتج تغير شفرة الرسالة العصبية في مستوى الشق المشبكي انطلاقا من تحليل : ° منحنيات ممثلة لتغيرات كمية Ca^{2+} في الزر المشبكي بدلالة تواتر كمونات العمل في العصبون قبل مشبكي . ° صور مأخوذة بالمجهر الإلكتروني للأزرار المشبكية وحويصلاتها الإطراحية ،قبل وبعد تنبيه العصبون قبل المشبك. °منحنيات تمثل تغيرات تركيز الأستيل كولين في الشق المشبكي بدلالة تواتر تنبيهات	ــ تؤدي الرسائل العصبية المُشفرة في مستوى المشبك بتغير تواتر كمونات العمل إلى تغير في كمية المبلغ العصبي الذي يتسبب في توليد رسائل عصبية بعد مشبكية مشفرة بتواتر كمونات العمل . – يُحرر المبلغ العصبي في الشق المشبكي . ــ يتسبب وصول كمون العمل في مستوى نهاية العصبون قبل مشبكي في انفتاح قنوات Ca^{2+} المرتبطة بالفولطية.

ــ آليات الإدماج العصبي	العصبون قبل مشبكي أن *يُكمل الرسم المعبر عن النقل المشبكي بالاستعانة بالمعارف المبنية فيما يخص آلية تشفير الرسالة الكيميائية . ◄ **يطرح الإشكالية العامة حول آلية الإدماج العصبي .** **▪ يطرح إشكالية تحديد تنبيه أو تثبيط المشابك في مستوى نفس العصبون المحرك :** ***تذكير بالمكتسبات:** يستخرج وجود مشابك تنبيهية أو تثبيطية انطلاقا من تحليل صور بالمجهر الإلكتروني المحصل عليها بعد تنبيه عصبونات قبل مشبكية تتمفصل مع نفس العصبون المحرك . **النشاط :** * يستنتج انطلاقا من تحليل : ° صور بالمجهر الإلكتروني المحصل عليها بعد حقن GABA في الشق المشبكي . ° منحنيات تعبر عن تغيرات تدفق داخلي لـــ Cl^- عبر غشاء العصبون المحرك . أن ميزة تثبيط بعض المشابك يرجع إلى فرط استقطاب غشاء العصبون المحرك نتيجة تدفق داخلي لـــ Cl^- و المُحدد بنمط من المبلغات العصبية (GABA).	ــ يتسبب دخول Ca^{2+} في العنصر قبل مشبكي في تحرير المبلغ الأستيل كولين عن طريق الإطراح الخلوي . – يمكن أن يترجم تأثير المبلغ العصبي على الغشاء بعد مشبكي بـــ : ▪ زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي الذي يتسبب في ظهور كمون بعد مشبكي تنبيهي (PPSE) ــ مشبك تنبيهي . ▪ فرط في استقطاب الغشاء بعد مشبكي الذي يتسبب في ظهور كمون بعد مشبكي تثبيطي (PPSI) ــ مشبك تثبيطي . – إن وجود مشابك تنبيهية أو تثبيطية مرتبط بانفتاح قنوات مختلفة على الغشاء بعد مشبكي : ▪ مستقبلات قنوية لـــ Na^+ لها وظيفة تنبيهية . ▪ مستقبلات قنوية التي تُنشط بالـــ GABA لها وظيفة تثبيطية : – يسمح انفتاح هذه المستقبلات القنوية بدخول Cl^- للخلية بعد مشبكية مُحدِثة فرطا في استقطاب الغشاء . – يُدمج العصبون بعد مشبكي مختلف الكمونات بعد مشبكية و ذلك بعملية تجميع قد يكون: ▪ إما تجميع فضائي ، إذا كانت كمونات قبل مشبكية مصدرها مجموعة من النهايات العصبية و التي تصل في

❖ تأثير المخدرات	**▪ يطرح إشكالية آلية إدماج المعلومة العصبية.** * يستخرج آلية إدماج المعلومة العصبية على مستوى العصبون بعد مشبكي انطلاقا من تحليل صور بالمجهر الإلكتروني محصل عليها بعد تنبيه متزامن لـــ : ° مشابك ذات ميزة تنبيهية (الوضعية الأولى) ° مشابك ذات ميزة تثبيطية (الوضعية الثانية) . ° مشابك ذات ميزة تنبيهية و تثبيطية (الوضعية الثالثة). * ينجز مخطط تحصيلي للمنعكس العضلي على المستوى الجزيئي و الشاردي . **◄ يطرح إشكالية تأثير المخدرات في مستوى المشابك** * يستخرج التكامل البنيوي بين موقع تثبيت المستقبل على الغشاء بعد المشبكي و المادة المخدرة انطلاقا من تحليل: ° تسجيلات تمثل تردد موجات كمون العمل على مستوى عصبونات القرن الأمامي للنخاع الشوكي إثر تنبيه المنطقة الجلدية الموافقة في حالة: -غياب المورفين. -إضافة المورفين. ° صور تركيبية تمثل الشكل الفراغي لكل من جزيئات المورفين و جزيئات الأنكيفالين.	الوقت نفسه لمشبك العصبون بعد مشبكي . ▪ إما تجميع زمني : إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة من نفس الليف قبل مشبكي . ـــ نتحصل على زوال استقطاب الغشاء بعد مشبكي بمعنى تولد كمون عمل في العنصر بعد مشبكي إذا بلغ مجمل الكمونات التنبيهية و التثبيطية عتبة توليد كمون العمل و على عكس ذلك يبقى العصبون في حالة راحة. - يمكن للنقل المشبكي أن يختل بتدخل العديد من الجزيئات المستعملة بكثرة في الوقت الحالي إما لأغراض طبية أو في حالة الإدمان ، إنها المخدرات.

الكفاء القاعدية 02

المجال التعلمي2: تحويل الطاقة على المستوى ما فوق البنية الخلوية.

الهدف التعلمي1:يُعرف آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كامنة في الجزيئات العضوية.

الوحدات التعلمية	النشاطات المقترحة	المعارف المبنية
آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة. ـــ ما فوق البنية الخلوية للصانعة الخضراء	**التذكير بالمكتسبات القبلية :** يرسم مخططا يلخص مجموع الظواهر والشروط المؤدية لتركيب النشاء وطرح ثاني الأوكسجين انطلاقا من ثاني أوكسيد الكربون و الماء وذلك بربط علاقة بين العناصر التالية : ° معارف السنة أولي ثانوي . ° نتائج تجارب تحدد شروط تركيب النشاء بواسطة أوراق مبرقشة لنباتات كاملة . ° صور مأخوذة عن المجهر الإلكتروني لبلاستيدات خضراء عُرِضت للضوء. ◄ **يطرح إشكالية آليات تحويل الطاقة الضوئية إلي طاقة كيميائية كامنة في شكل جزيئات عضوية.** * يستخرج البنية الحجيرية للصانعات الخضراء انطلاقا من تحليل: ° صور مأخوذة عن المجهر الإلكتروني للصانعات الخضراء. ° معطيات كميوحيوية لتموضع الأصبغة اليخضورية وكذلك الأنزيمات المتدخلة في تفاعلات التركيب الضوئي. ° المعادلة العامة للتركيب الضوئي التي تلخص ظواهر الأكسدة الإرجاعية المرتقب حدوثها . * يستخرج من التركيب الكيموحيوي النوعي لكل من التلاكوئيد والحشوة إن كلاهما يقوم بوظيفة خاصة في	– التركيب الضوئي،آلية تؤدي إلى تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية تخزن في شكل جزيئات عضوية،كالنشاء . اليخضور $n\ (H_2O) + n\ (CO_2) \rightarrow$ الضوء $-(C_6H_{10}O_5)_n + n\ O_2 + n\ H_2O$ – تتم مجموع التفاعلات الكيميائية للتركيب الضوئي داخل الصانعات الخضراء. – للصانعة الخضراء بنية حجيرية منظمة كالتالي : ° تراكيب غشائية داخلية تشكل أكياس مسطحة: التيلاكوئيد. ° تجويف داخلي : الحشوة ،محددة بغشاء بلاستيدي داخلي . – يضاعف الغشاء البلاستيدي الداخلي بغشاء خارجي .يفصل الغشاءين البلاستيديين فضوة بين غشاءين. – تحوي الأغشية التيلاكوئيدية أصبغة التركيب الضوئي(اليخضور ،أصبغة أشباه الجزرين) وجهاز أنزيمي بما في ذلك الـــ ATP سينتاز. – تحوي الحشوة مواد الأيض الوسيطة لتركيب المواد العضوية كـــنواقل البروتونات($NADPH - H^+$) ، الـــ ADP والـــATP وكذلك عدد من الأنزيمات

المرحلة الكيميوالضوئية	سيرورة عملية التركيب الضوئي. * يستنتج انطلاقا من تحليل : ° نتائج محصل عليها بواسطة التجريب المدعم بالحاسوب(ExAO) حول شروط عمل التيلاكوئيدات المعزولة (في وجود و غياب الضوء، مستقبل اصطناعي للإلكترونات: فيروسيانور البوتاسيوم ذو كمون أكسدة وإرجاع = +0,3 فولط ،في وجود وغياب ألـــ CO_2 ، والماء ذو كمون أكسدة وإرجاع = + 0,8 فولط). ° محنيات طيف الإمتصاص التفاضلي للضوء من طرف معلقين من الصانعات الخضراء، أحدهما معرض للضوء والأخر محجوب عن الضوء في وجود أوكسلات بوتاسيوم الحديد الثلاثي Fe^{3+} (تجربة كوك KOK). ° نتائج تجربة حقن الـــ ADP و Pi في معلق صانعات خضراء معزولة كاملة أو تيلاكوئيدات. أنه على مستوى التيلاكوئيد : ▪ تؤدي الأكسدة الضوئية لليخضور إلى تكوين ناقل للـــ H^+ ،تسمح أكسدة الماء الـــى عودة اليخضور إلى الحالةالمرجعة وبالتالي عودة قابلية تنبيهه . تصاحب أكسدة الماء بتحرير H^+ و انطلاق الـــ O_2. ▪ يؤدي نقل الـــ H^+ و الـــ e^- في وجود الضوء إلى تركيب الـــATP . ▪ لا يتم دمج الـــ CO_2 في المادة العضوية في المرحلة الكيميوضوئية التي تتم في	كالريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز. – تتأكسد جزيئة اليخضور لمركز التفاعل تحت تأثير الفوتونات المقتنصة ،متخلية عن الكترون. – تسترجع جزيئة اليخضور المؤكسدة ضوئيا شكلها المرجع ،وبالتالي قابلية التنبه انطلاقا من الإلكترونات الناتجة عن التحلل الضوئي للماء. – تنتقل الإلكترونات الناتجة عن مركز التفاعل في سلسلة من النواقل متزايدة كمون الأكسدة والإٍجاع. – إن المستقبل الأخير للإلكترونات الناتجة عبارة عن ناقل للبروتونات والإلكترونات يدعىالنيكوتين أميد ثنائي نكليوتيد فوسفات $NADP^+$ الذي يُرجع إلى $NADPH,H^+$ بواسطة أنزيم NADP ريدوكتاز حسب التفاعل العام : $2(NADP^+) + 2H_20 \longrightarrow 2(NADPH,H^+) + 0_2$ – يصاحب نقل الإلكترونات على طول سلسلة الأكسدة الإرجاعية، تراكم البروتونات الناتجة عن التحلل الضوئي للماء وتلك المنقولة من الحشوة بإتجاه تجويف التيلاكوئيد. – إن تدرج تركيز البروتونات المتولد بين تجويف التيلاكوئيد وحشوة الصانعة الخضراء ، ينتشر على شكل سيل من

	التيلاكوئيد. * يضع رسما تخطيطيا للظواهر الفزيولوجية التي تحدث على مستوى التيلاكوئيد.	البروتونات الخارجة عبر ATP سينتاز . – تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات الخارجة بفسفرة الـ ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي(Pi) :إنها الفسفرة الضوئية .
المرحلة الكيميوحيوية	* يستخرج: ـ آليات إرجاع CO_2 و مقرها. ـ التسلسل الزمني للأجسام الكيميائية المتشكلة في هذه المرحلة ، انطلاقا من تحليل نتائج التسجيل اللوني (تجربة كالفن). * يستخرج المستقبل الأول لـ CO_2 (Rudip) انطلاقا من منحنى يعبر عن تغيرات كمية حمض الفوسفوالغليسيريك (APG) والريبولوز ثنائي الفوسفات (Rudip) بدلالة كمية الـ CO_2 . * يستنتج انطلاقا من تحليل منحنى تغيرات كميات APG و Rudip في وجود الضوء وفي غيابه: ▪ تكوين سكريات ثلاثية مفسفرة انطلاقا من Rudip مرتبط بنواتج المرحلة الكيميوضوئية:ATP و $NADPH,H^+$ ▪ التجديد الدوري للريبولوز ثنائي الفوسفات Rudip. * يضع رسما تخطيطيا للظواهر الكيميوحيوية التي تحدث على مستوى الحشوة.	– يُثبت الـ CO_2 على جزيئة خماسية الكربون : الريبولوز ثنائي الفوسفات (Rudip) مشكلا مركب سداسي الكربون الذي ينشطرسريعا إلى جزيئتين بثلاث ذرات كربون هو حمض الفوسفو غيليسريك (APG). – يراقب دمج الـ CO_2 بأنزيم الريبولوز ثنائي الفوسفات كربوكسيلاز. – ينشط حمض الفوسفوغيليسريك المؤكسد ثم يُرجع بواسطة الATP و $NADPH,H^+$ الناتجين عن المرحلة الكيميوضوئية. – يستخدم جزء من السكريات الثلاثية المرجعة في تجديد الـRudip أثناء خلال تفاعلات حلقة كالفن وبنسون. – يستخدم الجزء الآخر من السكريات المرجعة في تركيب السكريات سداسية الكربون ، الأحماض الأمينية ،والدسم .

	* يربط علاقة بين الظواهر الكيميوضوئية التي تتم في التيلاكوئيد والظواهر الكيميوحيوية التي تتم في الحشوة بتجسيد الإزدواج بين تفاعلات تحويل الطاقة وتثبيت ال CO_2 على الرسمين السابقين(مستوى التيلاكوئيد /مستوى الحشوة).	– أثناء التركيب الضوئي يتم على مستوى الصانعات الخضراء الجمع بين: ° تفاعلات كيميوضوئية يكون مقرها التيلاكوئيد أين يتم تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية. ° تفاعلات كيميوحيوية يكون مقرها الحشوة أين يتم إرجاع ال CO_2 إلى كربون عضوي بإيتعمال الطاقة الكيميائية (ATPو $NADPH,H^+$) الناتجة من المرحلة السابقة.

المجال التعلمي2 : تحويل الطاقة على المستوى ما فوق البنية الخلوية

الهدف التعلمي02 : يحدد آليات تحويل الطاقة الكامنة في الجزيئات العضوية إلى طاقة قابلة للاستعمال(ATP) .

الوحدات التعلمية	النشاطات المقترحة	المعارف المبنية
ـ آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة 1 ـ في الوسط الهوائي	* تذكير بمكتسبات السنة الأولى ثانوي : يرسم مخططا يلخص مجموع ظواهر هدم (تفكيك) الغلوكوز على المستوى الخلوي في وجود الأكسجين إلى:CO_2 و H_2O مع إنتاج طاقة. جزءا منها على شكل حرارة و الجزء الآخر على شكل ATP قابل للاستعمال من طرف الخلية لمختلف نشاطاتها.	ـ التنفس ظاهرة حيوية تُهدم خلالها الركيزة (مادة التفاعل) العضوية كليا في وجود الأكسجين و يتم خلالها تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة للركيزة (مادة التفاعل) إلى مادة أيضية وسطية :ATP التي تمثل شكل الطاقة القابلة للاستعمال من طرف الخلية لمختلف نشاطاتها . ـ يحدث هدم الركيزة العضوية حسب المعادلة الإجمالية: $C_6H_{12}O_6 + O_2 + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2O + E$
	◄ يطرح إشكالية آليات تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في المواد العضوية إلى طاقة على شكل ATP .	
ـ بنية الميتوكوندري	* يستنتج مقر آليات الأكسدة التنفسية انطلاقا من : ° الفحص المجهري لخلايا الخميرة المعالجة بأخضر الجانوس مزروعة في وسطين بهما الغلوكوز أحدهما هوائي و الآخر لا هوائي . ° تحليل صور مأخوذة بالمجهر الإلكتروني لخلايا الخميرة المزروعة في الوسط الهوائي و في الوسط اللاهوائي. *يستخرج البنية الحجيرية للميتوكوندري انطلاقا من تحليل: ° صور مأخوذة بالمجهر الإلكتروني للميتوكوندري. ° معطيات كيموحيوية لتموضع المجموعة	– يتم هدم الركيزة العضوية داخل الميتوكوندري.. – تبدي الميتوكوندريات بنية مجزأة يحيط بها غلاف مزدوج يتألف من غشاءين بلازميين ، يرسل الداخلي منهما نتوءات تدعى الأعراف الميتوكوندرية التي يرتبط عددها بالشروط الهوائية للوسط. – يشغل تجويف الميتوكوندري مادة أساسية. ـ يتميز الغشاء الداخلي للميتوكوندري بوجود , نواقل البروتونات و/ أو الإلكترونات التي تشكل سلاسل الأكسدة و الإرجاع و وجود الـــATP سنتيتاز . ـ تحتوي المادة الأساسية على عدة أنزيمات من نوع نازعات ثاني أكسيد الكربون ، نازعات الهيدروجين , التي تستعمل عوامل

	الأنزيمية, نواقل البروتونات و/ أو الإلكترونات و ATP سنتيتاز . ° المعادلة الإجمالية للتنفس التي تلخص ظواهر الأكسدة الإرجاعية المرتقب حدوثها . * يستنتج من التركيب الكيموحيوي النوعي لكل من الغشاء الداخلي و المادة الأساسية إن كلاهما يقوم بوظيفة خاصة في سيرورة عملية التنفس .	مساعدة مُؤكسدة (NAD^+ و FAD) ، و الـــATP
ــ التحـــــلل السكـــري	*ــ يستنتج مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندري إنطلاقا من تحليل منحنيات(محصل عليها بالتجريب المُدعم بالحاسوب ExA0) تترجم تغير استهلاك الأكسجين من طرف معلق من الخلايا أو الميتوكوندريات بوجود الغلوكوز أو حمض البيروفيك . * ــ يستخرج انطلاقا من مخطط هدم الغلوكوز في الهيولي المراحل المميزة للتحلل السكري: [*انتقال من C_6 الطاقة الكامنة E_g (الغلوكوز) إلى $2C_3$ الطاقة الكامنة E_p (حمض البيروفيك) مع E_g أكبر من E_p بعملية الأكسدة التي تتطلب مؤكسد ' (NAD^+) 'R الذي يختزل إلى ($NADH,H^+$) $R'H_2$ وإنتاج الـــ ATP*]	ــ يستعمل الغلوكوز من طرف الخلية على شكل مفسفر (C_6-P) **ــ على مستوى الهيولى:** يُهَدم الغلوكوزــ فوسفات إلى جزيئتين من حمض البيروفيك (C_3) خلال ظاهرة كيموحيوية: التحلل السكري (الغلكزة) – يرافق التحلل السكري بـــ: ▪ أكسدة مادة التفاعل بأنزيمات نازعات الهيدروجين التي تسمح إرجاع نواقل الهيدروجين : إنها تفاعلات الأكسدة و الإرجاع . ▪ فسفرة الـــ ADP إلى الـــ ATP يمكن تلخيص حصيلة التحلل السكري كما يلي : $C_6H_{12}O_6 + 2\ NAD + 2\ ADP \rightarrow$ $2\ C_3H_4O_3 + 2\ ATP + 2\ NADH,H^+$
حلقة كريبس	* ــ يستخرج مراحل تفكك حمض البيروفيك في الميتوكوندري انطلاقا من: ° تحليل منحنيات هدم حمض البيروفيك من طرف معلق من ميتوكوندريات	**ــ على مستوى المادة الأساسية :** – يهدم حمض البيروفيك إلى مادة أيضية وسطية: أستيل مرافق الإنزيم–أ– و هذا بـــ : ▪ نزع ثاني أكسيد الكربون، تحت تأثير

	(محصل عليها بالتجريب المدعم بالحاسوب ExAO) . °مخطط هدم حمض البيروفيك في المادة الأساسية للميتوكوندري.	أنزيمات نازعات ثاني أكسيد الكربون مؤديا إلى تحرير CO2 (E. CO_2= 0) ▪ نزع الهيدروجين ، تحت تأثير أنزيمات نازعات الهيدروجين مع إرجاع نواقل الهيدروجين ($NADH,H^{+=}$ ← NAD) – يرتبط جذر الأستيل مرافق الأنزيم ــ أ ــ مع مستقبل رباعي الكربون C_4 ليعطي مركبا سداسي الكربون (C_6) يطرأ على المركب C_6 سلسلة من العمليات يتم فيها نزع ثاني أكسيد الكربون (مؤدية إلى تمعدن الركيزة (مادة التفاعل) العضوية إلى CO_2) وسلسلة من العمليات يتم فيها نزع الهيدروجين مؤدية إلى إرجاع نواقل الهيدروجين . تشكل مجموع هذه التفاعلات حلقة كريبس يتم خلالها تجديد المركب C_4 و فسفرة الــADP إلى ATP في وجود الفوسفور اللاعضوي(Pi). ــ ينتج عن كل حلقة (حلقة كربس) - جزيئتان من CO_2 - جزيئة واحدة من ATP – جزيئة واحدة من $FADH_2$ – ثلاث جزيئات من $NADH,H^+$
ــ الفسفرة التأكسدية	*ــ يستخرج انطلاقا من تحليل: –° نتائج تجارب أنجزت على معلق ميتوكوندريات في وسط يحتوي على $(NADH,H^+)$، ADP, Pi, T' H_2 و O_2 – ° مخطط التفاعلات الكيموحيوية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري، أن تركيب الــATP بفسفرة الــADP في	***على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري** – تعطي النواقل المُرجعة ($NADH,H^+$) و ($FADH_2$) الإلكترونات لسلسلة الأكسدة و الإرجاع ،التي تكون فيها مختلف النواقل مرتبة حسب كمون الأكسدة و الإرجاع متزايد إنها السلسلة التنفسية. – يكون ثاني الأكسجين (O_2) المستقبل النهائي للإلكترونات في السلسلة التنفسية.

	وجود Pi , على مستوى الـــATP سنتيتاز ناتج عن تشتت تدفق البروتونات المولدة في الفراغ بين الغشائي بتسلسل تفاعلات الأكسدة و الإرجاع المرتبطة بنشاط سلاسل نقل الإلكترونات بين T' H2 ($NADH,H^+$)(– 0.32 فولط) أو FADH2) (0,06) و O_2 (+ 0.80 فولط)	يرتبط ثاني الأكسجين المرجع مع البروتونات الموجودة في المادة الأساسية لتشكيل الماء : $O_2 + 4é + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$ – تسمح تفاعلات الأكسدة و الإرجاع التي تتم على طول السلسلة التنفسية بضخ البروتونات من المادة الأساسية نحو الفراغ بين الغشائين مولدا بذلك تدرجا للبروتونات في هذا المستوى. – يتم تشتت هذا التدرج الإلكتروكيميائي (البروتونات المتراكمة في الفراغ بين الغشائين) بسيل (تدفق) عائد من البروتونات نحو المادة الأساسية بالانتشار عبر الـــ ATP سنتيتاز . – تسمح الطاقة المتحررة من سيل البروتونات بفسفرة ADP إلى ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi) في مستوى الكرات المذنبة إنها الفسفرة التأكسدية.
2 ــ في وسط اللاهوائي .	* يضع رسما تخطيطيا يمثل فيه مجموع ظواهر عملية التنفس الخلوي في حالة أن مادة التفاعل هي الغلوكوز **◄ يطرح إشكالية آلية تحويل الطاقة الكامنة في الجزيئات العضوية للغلوكوز إلى الـــATP في غياب الأكسجين .** * يستنتج الهدم الجزئي للغلوكوز في غياب الأكسجين انطلاقا من تحليل النواتج التي تظهر مع مرور الزمن في معلق خميرة مزروعة في وسط يفتقر للأكسجين و يحوي الغلوكوز .	يطرأ على مادة التفاعل العضوية في غياب الأكسجين هدم جزئي و ينتج عن ذلك تحويل جزئي للطاقة الكيميائية الكامنة الموجودة في الجزيئة الاصلية . و بالتالي تكون الطاقة الناتجة المحصل عليها ضئيلة مقارنة بالطاقة التي نتحصل عليها في وجود الأكسجين (تقريبا أقل من 20 مرة) ــ يؤدي دخول الغلوكوز في عملية التحلل السكري مماثلة للتنفس إلى تشكيل :

	* يستنتج وجود مرحلة مشتركة لكل من التنفس و التخمر و المتمثلة في التحلل السكري انطلاقا من تحليل: ° صور مأخوذة بالمجهر الإلكتروني لخلايا الخمائر معزولة من وسط لاهوائي ° مخططات الحصيلة الطاقوية المتعلقة بهدم الغلوكوز في وجود الأكسجين و في غياب الأكسجين . * يستخرج كيفية إعادة تجديد نواقل الهيدروجين ' T (NAD^+) و الذي يحافظ على استمرار التحلل السكري و تركيب الـــ ATP انطلاقا من نتائج تجريبية . * يضع رسما تخطيطيا يمثل فيه مجموع ظواهر عملية التخمر الخلوي في حالة أن مادة التفاعل هي الغلوكوز	▪ جزيئتان من حمض البيروفيك ▪ جزيئتان من الـــ ATP ▪ ناقلان مرجعان للبروتونات : $NADH,H^+$ – يحدث لجزيئات حمض البيروفيك في الشروط اللاهوائية تخمرا كحوليا (في حالة الخمائر) . ـــ إن استمرار التحلل السكري وبالتالي تركيب الـــATP يمر بإعادة تجديد نواقل الهيدروجين ($NADH,H^+$ إلى NAD) الناتجة عن إرجاع مادة أيضية وسطية (مركب C_2) الناجمة عن نزع ثاني أكسيد الكربون من حمض البيروفيك.

المجال التعلمي2: تحويل الطاقة على المستوى ما فوق البنية الخلوية

الهدف التعلمي03 : ينشىء مخطط تحصيلي للتحولات الطاقوية على المستوى الخلوي .

الوحدة التعلمية	النشاطات المقترحة	المعارف المستهدفة

حوصلة التحولات الطاقوية على المستوى الخلوي	* يبني على المستوى الخلوي حصيلة المواد التي تدخل و المواد التي تخرج التي تصاحب التحولات الطاقوية .	ــ تحدث داخل الخلية حقيقية النواة المجزأة (الهيولى، الصانعات الخضراء، الميتوكوندري) تفاعلات أيضية تحفيزها أنزيمات نوعية . ــ تصاحب هذه التفاعلات الأيضية تحولات طاقوية .

لكفاءة القاعدية 03

المجال التعلمي3 : التكتونية العامة

الهدف التعلمي: يقترح تفسيرًا للنشاط التكتوني للصفائح.

الوحدة التعلمية	النشاطات المقترحة	المعارف المستهدفة
الحركات التكتونية ــ تحديد الصفائح التكتونية.	* يعرف مفهوم الصفيحة التكتونية من خلال استغلال وثائق متعلقة بـــ: ▪ التوزع العالمي لكل من الزلازل و البراكين (خرائط أو مبرمج إعلامي). ▪ تضاريس قاع المحيطات (خنادق و ظهرات) و تضاريس قارية (السلاسل الجبلية). * يعاين على خريطة الصفائح التكتونية المختلفة و المشكلة للقشرة الأرضية مع رسم حدودها.	– ينقسم االغلاف الصخري (الليتوسفير) إلى عدة صفائح صلبة. – الصفيحة التكتونية منطقة غير نشطة،يمكن أن تكون محيطية،قارية أو مختلطة. – تُفصل الصفيحة التكتونية عن الصفائح المجاورة بمناطق نشطة تميزها حركات زلزالية و بركنة قوية و تضاريس خاصة مثل : سلسلة جبلية لقيعان البحار (ظهرات) خندق محيطي، سلسلة جبلية قارية...
ــ حركات الصفائح التيكتونية. › حركة التباعد	* يعاين زحزحة القارات من خلال استغلال وثائق (مثل افريقيا/أمريكا الجنوبية). * يُبرِز مغناطيسية مغماتيت البازلت باستعمال بوصلة و يستنتج مفهوم الحقل	– يمكن للصفائح أن تتباعد أو أن تتقارب. – يمكن تبرير حركات التباعد من خلال : زحزحة القارات والتوسع المحيطي .

	المغناطيسي الأرضي. * يحلل وثائق (خرائط، منحنيات...) خاصة بالاختلالات المغناطيسية على مستوى المحيطات. * يحلل وثائق (خرائط ...) متعلقة بعمر الصخور الرسوبية التي تغطي اللوح المحيطي. يستنتج عمر قاع المحيطات مع إبراز زيادته كلما ابتعدنا عن محور الظهرة (على الجانبين) .	– يحدد عمر قاع المحيطات اعتمادا على الاختلالات المغنطيسية أو التوضعات الرسوبية التي تغطي اللوح المحيطي. – يزداد عمر اللوح المحيطي بشكل تناظري على جانبي الظهرة و هذا ما يدل على تباعد الصفائح التيكتونية عن بضعها البعض.
❖ حركات التقارب.	◄ **يطرح إشكالية عواقب التوسع المحيطي على مستوى الكرة الأرضية،علما أن الصفيحة تتوسع من جانب. فكيف نفسر عدم زيادة حجم الكرة الأرضية؟** * يقترح فرضيات، استجابة للإشكالية المطروحة مع النمذجة. * يدرس مخطط بنيوف لاستخراج فكرة غوص الصفيحة ومنه ظاهرة الغوص. * ينجز مخطط تحصيلي حول حركات الصفائح.	– تتجلى حركات التقارب على مستوى الحدود المقابلة لمناطق التباعد بغطس صفيحة ما تحت صفيحة أخرى ويدعى هذا بالغوص (مثل غوص الصفيحة الإفريقية تحت الصفيحة الأوربية). – ينقسم الغلاف الصخري(الليتوسفير) الى عدة صفائح متحركة عن بعضها البعض. و هذا ما يدعى بنظرية تكتونية الصفائح.
ــ الطاقة الداخلية للكرة الأرضية: محرك لحركات الصفائح التيكتونية	◄ **يطرح الإشكالية العامة التالية :** **ــ على ماذا ترتكز الصفائح وتتحرك ؟** **ــ ما هو المحرك الدافع لزحزحة الصفائح ؟** * يحلل معطيات خاصة بمظاهر تسرب الطاقة الداخلية للأرض(البركنة ،المياه الساخنة،التدرج الحراري...) وبمصدر هذه الطاقة .	– تعد الطاقة الداخلية للأرض محركا أساسيا لتنقل الصفائح الليتوسفيرية ،ويعود مصدرها أساسا لتفكك العناصر المشعة.

	* نمذجة ظاهرة الحمل باستعمال زيتين مختلفي اللون والكثافة . * يُظهر تجريبيا سوء ناقلية الصخر للحرارة من جهة مقارنة مع قطعة حديد و اختزانه المطول للحرارة من جهة أخرى	– تتسرب الطاقة الداخلية للأرض ببطء بواسطة ظاهرة الحمل (نقل الحرارة بفضل حركة المادة) وهذا لكون الصخور ناقل سيئ. وعليه فإن حركات الحمل هي المحرك الأساسي للصفائح التكتونية: تيارات صاعدة ساخنة على مستوى الظهرات المحيطية. تيارات نازلة باردة على مستوى مناطق الغوص . –يعود تباعد الصفائح لصعود مادة ساخنة في حالة صلبة على مستوى مناطق التباعد –يغوص الليتوسفير المحيطي تحت الليتوسفير المقابل وذلك لكونه بارد ا وكثيفا وذلك على مستوى مناطق الغوص.