دراسة نسجية مقارنة لتركيب القرنية في عين ثلاثة أنواع من اسماك المياه العذبة العظمية*

علي اشكر عبد
قسم علوم الحياة / كلية التربية
جامعة الموصل

إخلاص خليفة حامد
قسم علوم الحياة / كلية التربية
جامعة الموصل

الاستلام ٢٠٠٨ / 05 / 28

القبول ٢٠٠٨ / ٠٧ / ٢٢

Abstract

The present study carried out to investigate the comparative histological structure of the eye cornea for three species of fresh water teleosts fishes at the level of light microscope. The three species belong to two different families .The species studied were *Garra lamta*, *Acanthobrama marmid* and *Mastacembelus simach*. These species live in different photic aquatic environments, as well as differ in feeding nature.

The results reveald that the cornea, of the three species, comprises two different structural regions: the peripheral and the central. Generally the histological structure of the cornea include a layer of non-keratinized stratified squamous epithelium. The epithelium was settled on a thin membrane called Bowman's membrane. Alternative to Bowman's membrane the corneal stroma, which differs in number, nature and thickness of the collagenous fibres among the three species and intraocularly.The stroma settled on a thin Descemet membrane which lining with a single layer of endothelium.

The peripheral cornea reveald wide different structural specializations among the three species and also differ in various ocular regions in the same species. The first specialization was the appearance of mucous (goblet) cells which presents in the corneal epithelium of *G. lamta* and *A. marmid* only .The second specialization was the annular ligament which appeared in the three species and differ in shape, thickness and stain among the three species as well as intraocularly. On the other hand, the annular ligament may be reduced or absent. The annular ligament of the *M. Simach* only comprise the blood capillaries.

The third specialization was the appearance of autochthonous layer in the cornea of *A. marmid* only, which differ in the thickness and stain in the different regions of the eye ball.

*البحث مستل من رسالة ماجستير للباحث الثاني وبإشراف الباحث الأول.

The stroma showed wide variations in it'sthickness and components among the three species and in the eye ball of the same species. The stroma of *G. lamta* was composed of dermal and scleral portions. The scleral one more dense in staining than the dermal. In the *A. Marmid* the stroma very thick and the scleral portion more lucident. The stroma of *A. marmid* showed atransverse sutures in the dermal and in some parts of scleral. In *M. simach*, there were wider variations in the inner layers of peripheral cornea. The dorsotemporal region was very thickness and consists of additional layers, in that the sclera composed of dermal portion and the scleral stoma was divided into posterior and anterior portions. In addition mucoid lucident layer and iridescent layer added in the dorsotemporal region as well as a melanophores (colour filter) and a muscle inserted in the iris root. One of the most important specializations were the presence of primary spectacles in *M. simach* and secondary spectacles in the *A. marmid* but not in *G. lamta*.

الملخص

تناولت الدراسة الحالية التركيب النسجي المقارن للقرنية، عند مستوى المجهر الضوئي، لعيون ثلاثة أنواع من اسماك المياه العذبة العظمية والتي تعود إلى عائلتين مختلفتين وهي كركور لامته *Garra lamta* والعرّاض *Acanthobrama marmid* والمرمريج *Mastacembelus simach* . تعيش هذه الأسماك في بيئات مائية تختلف في شدة الإضاءة من جانب وتختلف في طبيعة غذائها من جانب آخر.

أوضحت النتائج أن القرنية في الأنواع الثلاثة من الأسماك تتكون من منطقتين متباينتين في التركيب هما الجزء المحيطي والجزء المركزي . بصورة عامة، يشمل التركيب النسجي للقرنية طبقة من نسيج ظهاري مطبق حرشفي غير متقرن تستند على غشاء رقيق يدعى غشاء بومان . يلي غشاء بومان إلى الداخل سُداة (لحمة) القرنية التي تتكون من صفوف عدة من الألياف الغراوية. تختلف السُداة في سمكها وطبيعة وعدد صفوف الألياف الغراوية بين الأنواع الثلاثة وفي النوع الواحد في المناطق المختلفة من كرة العين . تستند السُداة على غشاء رقيق يدعى غشاء دسمت الذي يبطن بطبقة من نسيج ظهاري حرشفي بسيط (البطانة).

ظهرت تخصصات مختلفة في القرنية المحيطية للأنواع الثلاثة من الأسماك وفي المناطق المختلفة لكرة العين في النوع ال واحد. من هذه التخصصات وجود الخلايا المخاطية (الكاسية) في النسيج الظهاري للقرنية المحيطية لسمكتي كركور لامته وسمكة العرّاض ولم تلاحظ في سمكة المرمريج وفي القرنية المركزية لسمكة المرمريج فقط . ومن التخصصات الأخرى ظهور ما يسمى بالرباط الحلقي في الأنواع الثلاثة من الأسماك والذي يختلف في الشكل والسمك والفته للتلوين، وقد يختفي أو يختزل، بين الأنواع الثلاثة من الأسماك وفي داخل كرة

العين للنوع نفسه . ومن جانب آخر لوحظ وجود أوعية شعرية دموية في الرباط الحلقي لسمكة المرمريج فقط . ومن التخصصات الأخرى وجود ما يسمى بالطبقة الأصلية في سمكة العرّاض فقط. تختلف الطبقة الأصلية في سمكها والفتها للتلوين من منطقة إلى أخرى من كرة العين في هذه السمكة . أما السُداة فقد ظهر فيها تباينات في السمك والمكونات بين الأنواع الثلاثة وفي المناطق المختلفة للعين في النوع الواحد . ففي سمكة كركور لامته تتكون السُداة من جزأين هما الجلدي والصلبي، يكون الجزء الصلبي أكثف صبغة . بينما في سمكة العرّاض تكون السُداة سميكة جداً والجزء الصلبي أكثر شفافية، وتوجد دروز عرضية في السُداة الجلدية وفي جزء من السُداة الصلبية وهذه لم توجد في النوعين الآخرين من الأسماك . وفي سمكة المرمريج ظهرت تباينات أوسع للطبقات الداخلية للقرنية المحيطية، إذ تظهر القرنية سميكة جدا في المنطقة الظهرية الصدغية وتضاف لها طبقات أخرى إذ تتكون السُداة من جزء جلدي وجزء صلبي أمامي وآخر صلبي خلفي، طبقة مخاطية شفافة، وطبقة داخلية قزحية . وفي المنطقة البطنية الصدغية توجد في السُداة خلايا حاملة للصبغات الميلانية (مرشحات لونية)، وعضلة مغروسة في جذر القزحية وهذان التركيبان لم يلاحظا في النوعين الآخرين من الأسماك . ومن التخصصات المهمة في القرنية ظهور النظارات من النوع الثانوي في سمكة العرّاض ومن النوع الأولي في سمكة المرمريج وعدم ظهورها في سمكة كركور لامته.

المقدمة:

تتحور الصلبة في مقدمة كرة العين للحيوانات الفقرية إلى تركيب شفاف وبالتكاتف مع طبقات الخلايا الظهارية وأدمة الجلد والنسيج المتوسط المحيط بالعين تتكون ما يسمى بالقرنية Cornea. أظهرت الدراسات السابقة أن التركيب النسجي للقرنية يختلف من ناحية عدد الطبقات والمكونات الأخرى في مختلف الفقريات وحسب البيئة التي يعيش فيها الحيوان (١). إذ أن في اللحظة التي تنفصل فيها حوصلة العدسة من الأديم الظاهر السطحي فان الخلايا المتوسطة (الميزنكيمية) تهاجر في داخل الغرفة الأمامية محاذية النسيج الظهاري السطحي . يتمايز الأديم الظاهر السطحي والنسيج الميزنكيمي إلى كل من الطبقة الظهارية للقرنية والبطانة (الاندوثيلم) على التوالي. تتكون سُداة القرنية من طبقات إضافية وذلك من خلال تمايز الخلايا المتوسطة التي تنتج لييفات كولاجينية (غراوية)، مرتبة بنظام عال، والمكونات الأخرى للمادة البينية (٢).

تتكون القرنية من الناحية التشريحية من جزأين الأول المحيطي الذي يتصل بالصلبة ويمتد لمسافة باتجاه المركز والثاني المركزي الذي يقع أمام فتحة البؤبؤ في مركز كرة العين. ومن الناحية النسجية تتكون القرنية في الأسماك العظمية البالغة من طبقات معقدة ومتداخلة ومرتبة. والتركيب الأساس للسُداة (اللحمة) Stroma تحاط بغشاء بومان Bomman membrane، الذي تعلوه عدة صفوف من خلايا ظهارية مكونة من نسيج ظهاري حرشفي مطبق غير متقرن، وبغشاء

دسمت Descemet membrane ونسيج ظها ري اندوثيلي من الجهة الداخلية وهذا التكوين متشابه في كل الأنواع مع وجود تخصصات فريدة لكل نوع.(1).

تتكون السُداة من حزم متعاقبة من الألياف الغراوية بشكل صفائح تترتب بشكل عمودي واحدة على الأخرى. إن هذه الصفائح تنشأ من خلايا مولدة للألياف متحورة أو ما يطلق عليها الخلايا القرناتينية Keratocytes. إن سمك السُداة يختلف وغالباً ما تقسم السُداة إلى سُداة جلدية Dermal (مشتقة من الجلد) وسُداة صلبية Scleral (مشتقة من الصلبة). تكون السُداة في معظم الأسماك العظمية ٧٠% من السمك الكلي للقرنية وهذا يعد تكيفاً للمحافظة على القرنية من التشوه والضغط العالي (3).

لا يوجد غشاء دسمت في سمكة القوس قزح Brown trout *Salmo trutta* والسمكة الضفدعية *Lepiodogalaxias salmandroides* وسمكة *Lepisoteus platyrbinchus* وسمكة *Limnichthycs fasciatus* .(3 , 4)

إن صفاء القرنية يعود إلى فقدانها للأوعية الدموية وتقوم البطانة الظهارية بضخ الماء من القرنية لإعطائها شفافية أكثر (٥). إن ما ذكر هو التركيب العام للقرنية وقد أوضحت الدراسات السابقة إن القرنية في الحيوانات المائية ولاسيما الأسماك العظمية قد بينت مدى واسع من التخصصات، وخاصة في القرنية المحيطية، التي لا توجد في الفقريات البرية (4 ,6 ,7).

ومن التخصصات في قرنيات بعض الأسماك وجود الطيات الدقيقة (الزغيبات) في النسيج الظهاري الذي يغطي القرنية، وهي نمط كثيف من الجسور أو الطيات المتشابكة التي تقع تحت مادة مترسبة ومتناثرة هي مادة الغطاء ويبدو أن تنظيم ها أو ترتيبها يختلف في الأنواع المختلفة من الأسماك (4). أو قد توجد النظارات Spectacles وهي بروز واقٍ فوق العين في بعض الأسماك إذ توجد منها ثلاثة أنواع رئيسة تختلف في الصفة التشريحية والنسجية في الأنواع المختلفة من الأسماك وهي النظارات الأولية والثانوية والثالثية (8,4).إن الأنواع الثلاثة المختلفة من النظارات هي أمثلة للتكيفات المتماثلة التي تؤدي الوظيفة نفسها ولكن يختلف تطور كل نوع بصورة مستقلة خلال التاريخ التطوري للحيوانات (1).

وقد توجد خلايا كاسية Goblet cells في النسيج الظهاري للقرنية أو لا توجد في كثير من الأنواع. إن أول اكتشاف للخلايا الكأسية في القرنية المركزية في الفقريات الفكية هو في السمكة السلمندرية *Lepidogalaxia salamandroides* (8). وقد وجدت لاحقاً في سمكة السنك *Chalcalburnus mossulensis* (٩).

أو توجد طبقة من خلايا صباغية تعد مرشحات لونية في سُداة القرنية (10). إذ توجد أنواع مختلفة من الحبيبات الصباغية أو الحبيبات الميلانية تقع في داخل تركيب القرنية لبعض الأسماك وقد تعمل مرشحات لونية . وتختزل الضوء المبعثر وزيوغ الألوان وبناءاً على ذلك فإنها تعزز تباين الصورة وحدة البصر (١١).

وقد يوجد طبقة من النسيج الضام بشكل صفائح ليفية خشنة تتخللها خلايا تسمى الطبقة الأصلية Autochthonous layer (٦). وهذه حالة نادرة بين الأسماك العظمية. أطلق عليها مصطلح الطبقة الأصلية لعدم معرفة منشأها الجنيني وتقع في محيط القرنية بشكل تركيب كثيف وتستدق قبل أن تنغرس في الصلبة الأمامية. وجدت في أعداد قليلة من الأسماك مثل السمكة الرملية *Limnichthyes fasciatus* إذ تكون ٧٠% من سمك القرنية ولها وظيفة انكسارية في هذه السمكة (6) ويختلف موقعها، في طبقات القرنية، في الأنواع المختلفة من الأسماك (4).

أو قد توجد طبقات متداخلة بشكل معقد صفائحي يطلق عليها الطبقة المقزحة Iridescent layer (12). إن هذه التراكيب المتعددة الطبقات تقع في مناطق مختلفة من القرنية، فقد تكون بين السُداة والطبقة البطانية الداخلية (الاندوثيلم) كما في السمكة السحلية *Syndous intermedius* أو بين السُداة وغشاء دسمت كما في السمكة *Pomatoschistus minutus* أو قد توجد في داخل السُداة كما في السمكة *Zeus fiber*، وقد توجد بين الطبقة الأصلية وغشاء دسمت كما في السمكة *Limnichthyes fasciatus* وقد توجد بين السُداة الصلبية الأمامية والسُداة الصلبية الخلفية كما في السمكة *Nezumia aequalis* أو قد توجد بين السُداة الجلدية والطبقة المخاطية كما في سمكة *Lepidogalaxias salamandroides* (8,6,3).

ومن التخصصات الأخرى للقرنية وجود تجمع من خلايا حبيبية توجد عند الجزء المحيطي من حافة القرنية يطلق عليها الرباط الحلقي أو الزاوي Annular ligament وهذه حالة شائعة في اغلب الأسماك (٨) وهو تركيب متكون من شبكة ليفية خلوية تقع في الزاوية الكائنة بين القرنية والقزحية ويمتد بشكل دائري في هذه الزوايا ولذا سميّ بالحلقي ويقع بين النسيج الظهاري البطاني الاندوثيلم وغشاء دسمت في اغلب الحالات . إن هذا التركيب هو صفة تركيبية شائعة في الأسماك.

وجد الرباط الحلقي في الأسماك الغضروفية مثل السمكة *Lepisosteus platyrhincus* (7) وفي اللافكيات مثل اللامبري من نوع *Lampetra* sp. (8). لوحظت اختلافات في شكل الرباط الحلقي وقد يختفي في بعض المناطق من كرة العين الظهرية أو البطنية وقد يكون سميكاً أو نحيفاً (4,2).

أو قد يوجد نوع من الألياف الدرزية Suture fibers تحافظ على الشفافية وتمنع انتفاخ الخلايا في سُداة القرنية (13) وهذه حالة نادرة في الأسماك العظمية. وهي ألياف غراوية تربط عرضياً صفائح الألياف الغراوية المتوازية أفقياً . تكون الدروز (الألياف الدرزية) نادرة في الأسماك العظمية وغالباً ما توجد في اللافكيات والأسماك الغضروفية (13,8) وعلى الرغم من أن معظم الأسماك العظمية تعتمد على الخواص التبادلية للنسيج الظهاري وقد لا تحتاج أليافا

درزية وان الأسماك العظمية في المياه العميقة تمتلك عدداً كبيراً منها في كل من السُداة الجلدية والصلبية الأمامية وهذه قد تكون تكيفات لتقوية القرنية تحت الضغط العالي والحرارة الواطئة (8,3,1).

بعد المسح الشامل باستخدام شبكة المعلومات (الانترنيت) لم نعثر على أية دراسة تخص التركيب النسجي و تخصصات القرنية في الأنواع الثلاثة من الأسماك موضوع الدراسة الحالية، كركور لامته *Garra lamta* التي تعود إلى رتبة الشبوطيات Order: Cypriniforms تتعرض السمكة لإضاءة قليلة وتعيش في قاع الجسم المائي وتحت الصخور وتتغذى على النباتات الهائمة . وسمكة العرّاض *Acanthobrama marmid* والتي تعود أيضا نفس الرتبة والعائلة الثانوية أيضاً . أما السمكة الثالثة فهي سمكة المرمريج *Mastacembelus simach* والتي تتعرض إلى إضاءة جيدة أيضاً في المحيط المائي وتعد من المفترسات أي تتغذى على غذاء من اصل حيواني . وتعود هذه السمكة إلى رتبة مشطية الزعانف Order:Perciformes وعائلة المرمريج الثانوية : Sub order: Mastacembelidae (14) لذا تعد دراستنا الحالية أول دراسة داخل القطر في هذا الاتجاه ونظراً لوجود اختلافات في التخصصات النسجية الموجودة في المكونات التركيبية في قرنية العين للأنواع المختلفة من الأسماك العظمية فان هدف الدراسة أيضاً للتحري عن هذه التخصصات النسجية.

المواد وطرائق العمل :

تم الحصول على نماذج الدراسة الحالية وكالآتي:

١. كركور لامته *Garra lamta*: تم جمع النماذج من ينبوع المحلبية ومجراه الذي يبعد حوالي ٣٥ كم إلى الغرب من مدينة الموصل . حيث تم جمع النماذج خلال ساعات النهار باستعمال شبكة يدوية صغيرة.

٢. العرّاض *Acanthobrama marmid* : تم جمع النماذج من نهر دجلة المار بمنطقتي الرشيدية والقبة . أخذت العينات بطريقة عشوائية وبمعدل 1–2 مرات أسبوعياً وباستعمال شباك الصيد الكبيرة وبمساعدة الصيادين.

٣. المرمريج *Mastacembelus simach* : تم جمع النماذج من نهر الزاب عند قرية المخلط حيث يتم التقاء نهر دجلة مع نهر الزاب، والتي تبعد ما يقارب ٣٠ كم إلى الجنوب الشرقي من منطقة الموصل.

نقلت الأسماك (الأنواع الثلاثة) إلى المختبر ووضعت في أحواض تربية زجاجية (Aquaria) مؤطرة قياس ٣٠ × ٣٠ × ٥٠ سم إذ وضع كل نوع من الأسماك على حده في الأحواض الحاوية على ماء خال من الكلور مزودة بأجهزة تهوية Aerators ومنظم للحرارة

Thermostat إذ ضبطت درجة حرارة أحواض التربية عند ١±24 م، وللمحافظة على نظافة الأحواض تم تبديل الماء مرتين في الأسبوع بانتظام . تم تغذية الأسماك بالغذاء ا لتجاري المحلي.

تم تشريح الأنواع الثلاثة من الأسماك التي تتراوح أطوالها ما يقارب (٥-٣) (١٣-١١) (٤٦-٤٤) سم لكل من كركور لامته والعرّاض والمرمريج على التوالي . تم التشريح بطريقة قطع الرأس بوساطة سكين حاد، وأخرجت العين بوساطة ملاقط دقيقة منحنية بعد قص العظا م المحيطة بها بمقص دقيق، نقلت العين بعد قلعها مباشرة إلى طبق بتري Petridish الحاوي على قطعة شاش لتثبيت العين والمغمورة بمحلول فسلجي خاص بالأسماك.

وضع الطبق البتري الحاوي على العين تحت مجهر التشريح من نوع (wild heebrugy AM 7A) تم عمل ثقوب بحذر في العين من الجهة الخلفية أو في منطقة القرنية لتلافي تمزق أنسجة العين للسماح للمثبت بالنفوذ . وفي بعض الحالات تم قطع العين مع جزء من الجلد المحيط بها للتحري عن النظارات وكانت مدة التشريح سريعة قدر الامكان (٤-٣ دقائق) لتقليل التغييرات التي تحدث بعد الموت في الأ نسجة Postmortem changes. ومن ناحية أخرى بعد قطع الرأس تم تعليم مناطق العين الظهرية Dorsal ، البطنية Ventral، الصدغية الظهرية Dorsotemporal، والصدغية البطنية Ventrotemporal، والانفية الظهرية Ventronasal بوساطة دبابيس ملونة وبعد إجراء التثبيت قسمت العين إلى قسمين أو أربعة أقسام للمناطق المذكورة أعلاه ولضبط المكونات النسجية لكل جزء.

استخدمت طريقتان للطمر في تحضير المقاطع النسجية، الأولى الطمر بالشمع والثانية الطمر بمادة الايبون الراتنجية (الصمغية) وكما يأتي:

1. تحضير المقاطع النسجية بطريقة الطمر بالشمع :

تم تثبيت النماذج في مثبت الفورمالين الملطف (المتعادل) لمدة تتراوح بين (٤٨-٢٤) ساعة، ثم تم غسل النماذج بعد التثبيت بالكحول الاثيلي ٧٠% عدة مرات لإزالة اثر المثبت ولمدة تبلغ نصف ساعة لكل مرة . لإجراء عملية الانكاز مررت النماذج بسلسلة تصاعدية من تراكيز مختلفة من الكحول الاثيلي تركيز ٧٠%، ٩٠%، ١٠٠% لمدة نصف ساعة لكل تركيز باستثناء التركيز الأخير إذ بقيت إلى اليوم الثاني، تم الترويق باستخدام الزايلين Xylene ثلاثة متغيرات وبمعدل نصف ساعة لكل متغير بع ذلك وضعت العينات في شمع البارافين من نوع (BDH Parplast) درجة انصهاره (٥٦-٥٠) درجة مئوية باستعمال فرن من نوع (Gallen Kamp) بدرجة حرارة (٥٦) درجة مئوية كررت العملية ثلاث مرات مدة كل منها ساعة باستثناء التبديل الأخير إذ بقيت النماذج فيه إلى اليوم التالي.

تم طمر العينات بنوعية الشمع نفسه الذي استعمل في عملية التشريب وباستعمال جهاز صب الشمع من نوع (MEDAX Nagel GmbH Kiel Germany) تم التقطيع باستعمال جهاز القطع من نوع المشراح الدوار Rotary micrometer من نوع Riechert – Jany Mod 1130/Biocut Germany لغرض الحصول على مقاطع مستعرضة أو طويلة متسلسلة وبسمك (٧-٥) مايكروميتر. ثم حملت الأشرطة المقطوعة الحاملة على مقاطع النماذج بوساطة فرشاة صغيرة على شرائح زجاجية معلمة بقلم ماسي تحمل مسحة من آح ماير ووضعت الشرائح على الصفيحة الساخنة Hot plate من نوع White and black photax بدرجة حرارة (٤٥-٤٠) لغرض فرش المقاطع وتسطحها ثم تركت الشرائح لمدة (٤٨-٢٤) ساعة في درجة حرارة المختبر لكي تجف. واستعمل ملون الهيماتوكسلين –ديلافيد وملون الايوسين المزدوجة وملون الهيماتوكلسلين هارس وتقنية حامض البريوديك- شيف ومن ثم حملت الشرائح بوساطة وسط التحميل الصناعي (DPX) وتركت لكي تجف . واستخدمت أفلام من نوع Konica ذات حساسية ١٠٠ VX لتصوير المناطق المنتخبة.

2. تحضير المقاطع النسجية بطريقة الطمر بالايبون :

تم تثبيت النسيج على وفق الطريقة التي استعملها (١٥) مع بعض التحويرات التي أجراها (١٦) وأعطت نتائج أفضل. ثبت النسيج بمثبتين هما: الأول الكلوتر الديهايد بنسبة (٢%) في محلول فوسفات الصوديوم المنظم، المثبت الثاني هو : رابع اوكسيد الاوزميوم بنسبة ١% في محلول داريء الفوسفات . ثم تم الانكاز بوساطة الكحول الاثيلي (٥٠%،٧٠%،٩٠%،١٠٠%) بثلاثة تغييرات مدة خمس عشرة دقيقة لكل تغيير، ثم باوكسيد البروبلين بثلاثة تغييرات وبالزمن نفسه. ثم طمر النسيج في مزيج من مادة الايبون Epon-812 .

للحصول على مقاطع نصف رقيقة Semithin sections، استخدم المشراح الفوقي من نوع Ultrotome LKB 2088. ولقطع النماذج استعملت سكاكين زجاجية . قطعت مقاطع نصف رقيقة بسمك (٢-١) مايكروميتر لغرض الدراسة بالمجهر الضوئي واستخدم ملون ازرق التولودين بنسبة ١% من محلول البوراكس المائي وحملت مباشرة بمادة الـ D.PX ووضع عليها غطاء الشريحة وفحصت بالمجهر الضوئي ومن جانب آخر تم قياس قطر العين وسمك القرنية باستخدام العدسة المدرجة 7x بعد معايرتها مع المقياس المسرحي الدقيق وتم استخراج معدل

القياس والانحراف المعياري لثلاثين نموذج لكل حالة . واستخدمت أفلام من نوع Konica ذات حساسية ١٠٠ VX لتصوير المناطق المنتخبة.

النتائج:

في سمكة كركور لامته تتكون القرنية المحيطية الظهرية من صفوف عدة تصل إلى ما يقارب ثمانية صفوف من خلايا ظهارية مكونة نسيجاً مطب قاً حرشفياً وتكون امتداداً للخلايا الظهارية في الجلد . تتخلل هذه الصفوف ولاسيما السطحية منها خلايا مخاطية داكنة ويستند الصف القاعدي على غشاء رقيق يسمى غشاء بومان Bowman's membrane ، ظهر هذا الغشاء غير منتظم قرب الشبكية ويصبح أملساً ومنتظماً باتجاه المركز . يلي غشاء بومان طبقة سُداة القرنية (اللُحمة) Stroma التي تنقسم بدورها إلى جزأين جزء جلدي (قادم من أدمة الجلد) Dermis والجزء الآخر هو الجزء الصلبي Scleral، ويختلف الجزء الأول عن الثاني بأنه أخف لوناً. تتكون السُداة من صفوف عدة من الألياف الغراوية التي تتخللها خلايا مولدة للألياف أو ما يسمى بالخلايا القيراتينية Keratocytes . يلي طبقة السُداة إلى الداخل الرباط الحلقي Annular ligament الذي يتكون من كتلة متراصة من الخلايا والألياف ويبدو متساوياً في السمك تقريباً عند قاعدة القزحية وعلى امتدادها مع ملاحظة انه يبدأ ب الاختفاء باتجاه المنطقة المركزية للقرنية ويكوّن في نهايته شكلا يشبه حرف U قرب الجزء الحر من القزحية، ويبدو أملساً من الجانبين وتكون القزحية في هذه المنطقة قصيرة . يرتبط الرباط الحلقي مع القزحية بنسيج ضام رقيق توجد عند قاعدته ألياف عصبية ويفصله عن سُداة القرنية غشاء دسمت الشفاف نوعا ما ويبطنه من الداخل طبقة رقيقة من الخلايا الظهارية الاندوثيلية (الشكل 1). أما القرنية في المنطقة البطنية فيبدو أنها تتباين في السمك أيضاً وتكون فيها طبقة الخلايا الظهارية أرق مما هو في المنطقة الظهرية إذ يصل عدد صفوفها إلى ما يقارب ٤–٣ صفوف ويوجد تموج قليل في غشاء بومان الذي تستند عليه ويكون واضحاً في هذه المنطقة . أما سُداة القرنية فتتكون أيضاً من عدة طبقات من الألياف الغراوية أسمك مما هو في المنطقة الظهرية وتكون مرتبة ما عدا في المنطقة الجذرية قرب الشبكية إذ تكون غير منتظمة وتتخل لها أيضا صفوف عدة من الخلايا القيراتينية (المولدة للألياف). يختلف الرباط الحلقي عن المنطقة الظهرية إذ يكون بشكل وتد نحيف عند المنطقة الجذرية (قرب الشبكية) ويزداد سمكا تدريجيا باتجاه الجزء الحر للقزحية ويكون أطول عما هو في المنطقة الظهرية ويتكون بشكل قمع عند منطقة اتصاله بالقزحية باتجاه

الجزء الحر، وتكون منطقة الاتصال قصيرة مما يؤدي إلى إن الجزء الحر للقزحية يكون طويلا على غير ما هو عليه في المنطقة الظهرية . يكون غشاء دسمت محاذيا للحافة العليا للرباط الحلقي وغير واضح. يبطن الرباط الحلقي بطبقة من النسيج الظهار ي الاندوثيلي الرقيقة وتفصله عن القزحية صفيحة من نسيج ضام مفكك أسمك مما هو في المنطقة الظهرية (الشكلان ٢ ، ٣). أما القرنية المركزية في سمكة كركور لامته فتكون أرق من القرنية المركزية في سمكة العرّاض وأسمك من نظيرتها في سمكة المرمريج (الجدول ١). تتكون القرنية المركزية من صفوف عدة من الخلايا الظهارية وتكون أقل عدداً مما هو في القرنية المحيطية، وتستند على غشاء بومان الواضح الذي توضحه المقاطع العرضية الملونة بتقنية PAS. تلي غشاء بومان سُداة القرنية التي تتكون من صفوف عدة من الألياف الغراوية وتتخللها الخلايا **المولدة للألياف وتبطن السُداة بغشاء دسمت الواضح بتقنية PAS وطبقة من الخلايا الظهارية الاندوثيلية (الشكلان ٣ ،٤).**

أما في سمكة العرّاض فقد ظهرت القرنية المحيطية بصورة عامة أسمك مما هو في النوعين الآخرين من الأسماك موضوع الدراسة (الجدول ١). ومن جانب آخر أظهرت تباينات في التركيب النسجي في المناطق المختلفة من كرة العين (الظهرية الصدغية، البطنية الصدغية، الظهرية الانفية، البطنية الانفية). ففي المنطقة الظهرية الصدغية تتكون القرنية من طبقة الخلايا الظهارية التي تتألف من ٥–٤ صفوف، أي أرق من نظيرتها في سمكة كركور لامته. يستند الصف القاعدي للخلايا الظهارية على غشاء بومان الشفاف الواضح في هذه المنطقة ويكون متموجا وتليه إلى الداخل سُداة القرنية التي تتكون من صفوف عدة من الألياف الغراوية ويكون ترتيبها مشابها نوعا ما لما هو في سمكة كركور لامته. تكون الألياف ذات المنشأ الصلبي داكنة أكثر مما هو في الألياف ذات المنشأ الجلدي وتتخلل هذه الألياف الخلايا القيراتينية التي تكون أقل وضوحاً مما هو في سمكة كركور لامته. ظهرت في القرنية المحيطية لسمكة العرّاض الطبقة الأصلية Autochthonous layer التي لم تظهر في النوعين الآخرين من الأسماك تتألف هذه الطبقة من صفوف عدة من الخلايا الكبيرة وألياف غراوية . تكون خلايا هذه الطبقة شفافة في المنطقة الجذرية من القرنية وتصبح داكنة جداً باتجاه المركز وفي المنطقة المحاذية للـ سُداة الصلبية. تبطن الطبقة الأصلية بغشاء دسمت الداكن اللون ويبطن بدوره بطبقة من الخلا يا الظهارية الاندوثيلية . يتصل بالطبقة الأصلية تركيب وتدي يتكون من نسيج ضام شفاف وهو الرباط الحلقي ويشكل تركيباً قمعياً مع القزحية والطبقة الأصلية ويتصل الرباط بدوره بسطح

القزحية وبشكل محكم (الشكلان ٥ ، ٦). أما في المنطقة البطنية الصدغية المحيطية فقد ظهر بتباين واضح في تركيب القرنية إذ أن الرباط الحلقي اختفى في جزء من هذه المنطقة وظهر في جزء آخر إذ يكون تركيباً قمعياً أضيق مما هو عليه في المنطقة الظهرية الصدغية . ومن جانب آخر تتخلل ألياف السُداة الصلبية حواجز عرضية ويكون الارتباط بين الطبقة الأصلية وهذه الألياف ارتباطاً نقطياً إذ ترتبط في مناطق معينة وفي مناطق أخرى يحدث انفصال بينها . ومن جانب آخر تكون الطبقة الأصلية أوسع وخلاياها أكبر حجماً عما هو في المنطقة الظهرية الصدغية وتصبح متراصة وداكنة عند الحافة العليا للتركيب القمعي باتجاه مركز القرنية (الشكلان ٧ ، ٨).

أما في المنطقة الظهرية الانفية فتتميز الطبقة الظهارية بسعتها وتكون شفافة في بعض الأجزاء وكثيفة في أجزاء أخرى إذ تمثل المناطق الشفافة خلايا مخاطية كبيرة أما السُداة فقد توضحت فيها طبقتان الجلدية منها سميكة والصلبية رقيقة وأكثر شفافية وظهرت حواجز عرضية في السُداة الجلدية قد تمثل الدروز Sutures. ويكون غشاء بومان شفافاً أو داكناً وواضحاً أوضح مما هو في سمكة كركور لامته. أما الطبقة الأصلية فتكون داكنة ولاسيما باتجاه القزحية وعند جذر القرنية تكون خلاياها شفافة جداً . يكون الرباط الحلقي رقيقاً ومختزلاً ونهايته القمعية واسعة (الشكلان ٩ ، ١٠). أما في المنطقة البطنية الانفية فتكون طبقة الخلايا الظهارية شفافة وضيقة وطبقة الألياف الغراوية المكونة للسُداة الجلدية متراصة جدا وتكثر فيها الخلايا المولدة للألياف وتفصل بينها وبين السُداة الصلبية طبقة داكنة من الألياف الغر اوية وتكون السُداة الصلبية شفافة وغشاءا بومان ودسمت داكنين وكذلك طبقة الخلايا الاندوثيلية الداخلية، وفي جزء من هذه المنطقة يلتقي غشاء دسمت والطبقة الظهارية الاندوثيلية ليغطيان سطح القزحية . تكون الطبقة الأصلية داكنة في جزء من هذه المنطقة ومتجانسة في السمك ب ينما في جزء آخر تكون شفافة وتشكل ما يشبه العدسة . ونظرا لوجود طبقات عدة من الألياف الغراوية ذات التلوين المختلف فتعد طبقة الخلايا الظهارية السطحية و السُداة الجلدية نظارات ثانوية (الشكلان ١١، ١٢). أما القرنية المركزية فتكون أسمك من القرنية المركزية في النوعي ن الآخرين من الأسماك (الجدول ١)، وتتكون من طبقة الخلايا الظهارية التي تتكون من صفوف عدة تستند على غشاء بومان المتموج وتتخللها بعض الخلايا المخاطية. تتكون السُداة في هذه المنطقة من ما يقارب من ١٤ صفاً من الألياف الغراوية المنتظمة التي تتخللها الخلايا القيراتينية، تستند هذه الألياف على

غشاء دسمت النحيف والذي يبطن بطبقة من الخلايا الظهارية الاندوثيلية . تتميز القرنية المركزية بعدم احتوائها على الرباط الحلقي والصفيحة الأصلية (الشكل ١٣).

في سمكة المرمريج أوضحت النتائج أيضا وجود تباين كبير في التركيب النسجي للقرنية، ولاسيما القرنية المحيطية، في مناطق العين المختلفة . ومن جانب آخر تكون القرنية المحيطية أسمك من نظيرتها في سمكة كركور لامته وأرق مما هو في سمكة العرّاض (الجدول ١). ومن الصفات التركيبية المميزة للقرنية في هذه السمكة هو وجود نظارات واضحة من نوع النظارات الأولية Primary spectacles التي لم تلاحظ في النوعين الآخرين من الأسماك. تتكون النظارات من طبقة من الخلايا الظهارية الرقيقة التي تستند على غشاء قاعدي واضح يليه إلى الداخل طبقة تتكون من خلايا وألياف متشابكة ورخوة تسمى الطبقة المخاطية التي تغطي الطبقة الظهارية للقرنية (الأشكال ١٤، ١٥، ١٦).

إن أكثر التباينات في تركيب القرنية المحيطية ظهرت في الطبقات الأخرى الداخلية. ففي المنطقة الظهرية الانفية تلي غشاء بومان صفوف عدة من الألياف الغراوية وتكون بمجملها سميكة جداً عند جذر القرنية، بشكل لم يلاحظ في السمكتين السابقت ين، وتنحف باتجاه المنطقة المركزية ويبدو أنها اقل انتظاماً من نظيراتها في السمكتين السابقتين وتستند على غشاء دسمت الرقيق الذي تبطنه طبقة رقيقة من الخلايا الظهارية الاندوثيلية . ظهر الرباط الحلقي بعد غشاء دسمت في هذه السمكة بشكل تركيب وتدي يشكل مظهراً قمعياً عند نهايته باتجاه الحافة الحرة للقزحية ويستدق باتجاه جذر القزحية . يتكون الرباط الحلقي في هذه السمكة من نسيج ضام يحتوي على ألياف وخلايا، ويكون بمجمله شفافا عند قاعدته وأكثر دكنة باتجاه الشكل القمعي . ومن الملفت للنظر أن الرباط الحلقي يحتوي على أوعية شعرية دم وية، لم يلاحظ ذلك في السمكتين الاخريتين، ويتصل بشكل محكم مع حافة القزحية باتجاه الغرفة الأمامية ويمتد ذراعه الداخلي إلى القمة الحرة للقزحية أما ذراعه الخارجي فيكون قصيراً ولا يمتد الرباط الحلقي إلى القرنية المركزية (الشكلان ١٤، ١٧). أما في المنطقة البطنية الانفية تشبه القرنية المنطقة الانفية الظهرية بصورة عامة مع وجود اختلافات تركيبية بينهما، منها إن الألياف الغراوية لهُداة القرنية تكون اقل سمكاً بكثير، كما أن الرباط الحلقي يشكل ما يشبه الحرف U العميق بدلا من الشكل القمعي في المنطقة الظهرية الانفية مما يعطي الجزء الحر من القزحية، في هذه المنطقة، طولاً أكبر مما هو في المنطقة الظهرية . يبطن الرباط الحلقي من جهة الغرفة الامامية للعين بطبقة

من النسيج الظهاري الاندوثيلي والتي تمتد لتبطن غشاء دسمت في القرنية المركزية (الشكل ١٥).

أما في المنطقة الظهرية الصدغية المح يطية فتتميز القرنية بسمكها الكبير وتكونها من طبقات إضافية أخرى تتمثل بطبقة سميكة من الألياف الغراوية المرتبة بشكل غير منتظم وتتخللها خلايا مولدة للألياف وهذه هي السُداة الجلدية تليها نحو الداخل طبقة رقيقة وشفافة يطلق عليها الطبقة المخاطية ترتبط مع السُداة الجلدية ومع الطبقة التي تليها إلى الداخل برباطات نقطية بمناطق معينة . وتوجد في المنطقة القريبة من الصلبة في هذه الطبقة المخاطية أوعية شعرية دموية. تلي الطبقة المخاطية إلى الداخل طبقة كثيفة من ألياف غراوية مرتبة بشكل منتظم يطلق عليها السُداة الصلبية الأمامية Anterior scleral stroma وهي امتداد لطبقة الألياف الصلبية الخارجية ومن ثم تليها إلى الداخل طبقة رقيقة من الألياف الغراوية ذات التلوين الكثيف وتكون الألياف بشكل غير منتظم وتمثل السُداة الصلبية الخلفية Posterior scleral stroma ويفصلها عن السُداة الصلبية الأمامية غشاء داكن . تلي هذه الطبقة طبقة شفافة رقيقة تتكون من صفوف عدة من الالياف الغراوية المرتبطة بشكل منتظم ويطلق عليها الطبقة المقزحة Iridescent layer يفصلها عن السُداة الصلبية الخلفية غشاء داكن وهو غشاء دسمت . تبطن الطبقة المقزحة بطبقة رقيقة من الخلايا الظهارية الاندوثيلية ومن الملفت للنظر ان الرابط الحلقي يختفي في هذه المنطقة إذ تكون الطبقة المقزحة والبطانة الاندوثيلية في تماس مع جذر القزحية (الشكلان ١٩، ٢٠).

في المنطقة البطنية الصدغية تتخلل الألياف الغراوية خلايا مولدة للألياف وخلايا حاملة لصبغات الميلانين التي تعد مرشحات لونية (التي لم تلاحظ في بقية المناطق من العين ولا في النوعين الآخرين من الأسماك). كما توجد عند قاعدة القرنية الملاصقة لجذر القزحية والصلبة عضلة كبيرة مغروسة في جذر القزحية وتشكل عند رأسها المتصل بالألياف الغراوية لسُداة القرنية حليمات أو فصوص عدة. لم تلاحظ هذه العضلة في بقية مناطق كرة العين ولم تلاحظ في النوعين الآخرين من الأسماك، ومن الجدير بالذكر انه لم تظهر الأوعية الشعرية الدموية في الرباط الحلقي للنوعين الآخرين من الأسماك، وتكون بطانته المواجهة للغرفة الأمامية بشكل طبقة داكنة من نسيج اندوثيلي ويشكل الرباط الحلقي مظهراً قمعياً واسعاً يختلف عن بقية المناطق وعن نظيره في النوعين الآخرين من الأسماك (الشكلان ٢١، ٢٢). أما القرنية المركزية لسمكة المرمريج ظهرت رقيقة جداً أرق من نظيراتها في النوعين الآخرين من الاسماك (الجدول ١).

تتكون القرنية المركزية من طبقة من الخلايا الظهارية السطحية التي يصل عدد صفوفها إلى ثلاثة صفوف تتخللها بعض الخلايا المخاطية Goblet cells تستند طبقة الخلايا الظهارية على غشاء بومان الواضح وتليه سُداة القرنية التي تتألف من طبقة رقيقة من الألياف الغراوية وتبطن بدورها بغشاء دسمت الرقيق المبطن بطبقة واحدة من الخلايا الظهارية الاندوثيلية(الاشكال ١٤، ١٥، ١٨، ٢٠، ٢١).

جدول (1): أبعاد قطر العين وسمك كل من القرنية المحيطية (الحافية) والقرنية المركزية بالمايكروميتر

نوع السمكة	قطر العين	سمك القرنية المحيطية (الحافية)	سمك القرنية المركزية
كركور لامتة	2400±0.102	199.35±0.123	66.45±0.411
العرّاض	6000±1.910	443±0.031	98±0.031
المرمريج	3300±0.054	332.25±2.145	28.75±0.0172

المناقشة:

بينت النتائج الحالية وضوح الصفة التشريحية والتركيبية للقرنية في جزئيها المحيطي (حافة القرنية) والمركزي، في الأنواع الثلاثة من الأسماك مع وجود اختلاف في التركيب النسجي لطبقات القرنية بجزئيها في المناطق المختلفة من كرة العين للنوع الواحد نفسه . إن الاختلاف في تركيب القرنية بين الأنواع الثلاثة من الأسماك الذي ظهر في النتائج الحالية لوحظ في العديد من اسماك المياه السطحية والعميقة وهذا قد يعكس التكيفات الوظيفية للجهاز البصري للعيش في مناطق ضوئية مختلفة في المحيط المائي ليعطي للسمكة أقصى فرصة للحصول على الغذاء من اجل البقاء في تلك المنطقة المعينة في المحيط (17,3). ومن جانب آخر أن الاختلاف في سمك القرنية بين الأنواع الثلاثة من الأسماك ظهر أيضاً في العديد من اسماك الشبوطيات العظمية. فقد ظهر في دراسة مقارنة بين سمكتي الزرد Zebra fish والسمكة ذات الأربع عيون *Anableps anbleps* وجود فرق كبير في سمك القرنية بين النوعين وعزي ذلك إلى الفرق في المحيط الضوئي الذي تعيش فيه السمكتين (17) وذكر في دراسة مقارنة أخرى لتركيب القرنية في ثلاثة أنواع من اسماك القد العظمية التي تعيش في محيطات ضوئية مختلفة وهي

Nematonurus armatus و *Nezumia aequlais* و *Microgadus proximus* (3) وهذا يتفق مع دراستنا الحالية.

إن الاختلاف في السمك بين القرنية ال مركزية والقرنية المحيطية في النوع الواحد من الأسماك الثلاثة لوحظ أيضا في العديد من الأسماك العظمية ففي سمكة *Limnichthyes fasciatus* (6) وسمكة *Corythoichthyes paxtoni* (4) تكون القرنية المركزية أكثر سمكا من القرنية المحيطية . أما في الأنواع *Gambusia affinis* (18) والسمكة الضفدعية *Triturus cristatus* (19) وفي سمكة السلور *Liposarcus pardalis* (20) تكون القرنية المحيطية أسمك من القرنية المركزية وهذا يتفق مع دراستنا الحالية.

أوضحت نتائج الدراسة الحالية وجود تخصصات مختلفة في القرنية في جزئيها المحيطي والمركزي في الأنواع الثلاثة من الأسماك. تختلف هذه التخصصات من سمكة إلى أخرى وفي أجزاء القرنية في السمكة الواحدة حسب المناطق (الظهرية الصدغية، الظهرية الانفية، البطنية الصدغية، البطنية الانفية) حيث لم يلاحظ وجود نظارات واضحة في سمكة كركور لامته إذ أن طبقة الخلايا الظهارية تتصل مباشرة بـالسُداة المتجانسة ولم يظهر أي اختلاف في طبيعة صفوف الألياف الغراوية المكونة لهذه السُداة وهذه الحالة وجدت في العديد من الأسماك العظمية إذ إن القرنية تتصل بالمنطقة الجلدية المجاورة لها مباشرة (١). أما في سمكة العرّاض فقد ظهرت نظارات من النوع الثانوي وذلك لظهور طبقات من الألياف الغراوية مختلفة التكوين تحت طبقة الخلايا الظهارية. وجدت النظارات الثانوية في العديد من الأسماك العظمية كما في السمكة *Corythoichthyes paxtoni* (4) وفي سمكة المياه العميقة *Nematonurus armatus* والسمكة الضفدعية *Lepidogalaxias salamandroides* (8) كما وجدت في سمكة المياه السطحية *Trachinus vipers* (21). أما في سمكة المرمريج تكون النظارات من نوع النظارات الأولية التي تتكون من طبقة من خلايا ظهارية رقيقة تستند على غشاء قاعدي واضح ويليها إلى الداخل نسيج ضام مخاطي . لوحظ هذا النوع من الن ظارات في دائرية الفم Cyclostoma (اللامبري) لأول مرة وبعض البرمائيات المائية . إن وجود الطبقة المخاطية يسمح لكرة العين بالحركة بحرية تحت النظارة (22). بينت الدراسة الحالية وجود الخلايا المخاطية في النسيج الظهاري للقرنية في المنطقة الظهرية لسمكة كركور لامته و سمكة العرّاض وفي القرنية المركزية لسمكة المرمريج . لوحظت الخلايا المخاطية لأول مرة في قرنية الحيوانات الفكية في السمكة السلمندرية *Lepidogalaxias salamandroides* في النسيج الظهاري للقرنية المحيطية والقرنية المركزية (8). كما اكتشفت حديثا في سمكة السنك *Chalcalturnus mossulensis* (9). إن هذه الخلايا تقوم بإفراز مادة مخاطية حافظة تغطي العين أثناء فترة

السكون في السمكة السلمندرية التي تمنع جفاف العين وتحفظ القرنية خلال السباحة (3) وهذا يتفق مع ما لوحظ في دراستنا الحالية.

إن تجمعات الخلايا المتراصة ذات الحبيبات الدقيقة والتي تتخللها ألياف دقيقة والتي تمتد بين غشاء دسمت والطبقة الاندوثيلية من القرنية وتحتل الزاوية بين القزحية والقرنية تمثل الرباط الحلقي، لوحظ في الأنواع الثلاثة من اسماك الدراسة الحالية . إن الرباط الحلقي هو صفة شائعة ولكن تظهر اختلافات واسعة في شكله وتركيبه في الأنواع المختلفة من الأسماك العظمية (2). فقد لوحظ في السمكة السلمندرية *Lepidogalaxias salamandroides* انه يقع فقط في المنطقة البطنية الصدغية من القرنية (8). وهذا يشبه ما موجود في سمكة المرمريج في دراستنا الحالية إذ يختفي في المنطقة الظهرية الصدغية. ومن جانب آخر لوحظ أن الرباط الحلقي يكون أسمك في المنطقة الظهرية عما هو في المنطقة البطنية في سمكة الزرد Zebra fish وذكرا أن شكل وامتداد الرباط الحلقي يختلف بين المنطقتين الظهرية والبطنية للقرنية، ففي المنطقة الظهرية يكون السطح الداخلي للرباط الحلقي بشكل عميق يشبه الحرف U وفي المنطقة البطنية يختزل امتداد الرباط الحلقي ويكون بشكل قمعي . وهذا يؤكد ما حصلنا عليه من نتائج في الأنواع الثلاثة من الأسماك (2). إن وجود أوعية شعرية دموية في الرباط الحلقي في سمكة المرمريج لوحظ فقط أيضا في سمكة *Periophtholmus* sp. (٢٣).

إن وظيفة الرباط الحلقي غير معروفة بشكل دقيق ولكن اقترح بان زيادة سمك الرباط الحلقي في الزاوية بين القرنية والقزحية واختلاف الانحناءات القطرية للسطوح الأمامية والخلفية التي وجدت في معظم الأسماك فان الرباط الحلقي قد تكون له وظيفة انكسارية (انكسار الضوء) (٨,١).

أوضحت نتائج الدراسة الحالية عدم وجود الطبقة الأصلية في سمكتي كركور لامته والمرمريج ولكنها وجدت في سمكة العرّاض.

وجدت الطبقة الأصلية في عدد قليل جدا من الأسماك مثل السمكة الرملية *Limnichthyes fasciatus* إذ لوحظت في مركز القرنية بين السُداة الصلبية وطبقة الألياف المقزحة (٦) كما لوحظت في ثلاثة أنواع من سمكة القد *Nematonurus armatus* و *Nezumia aequlais* و *Microgadus proximus* (3).

أوضح (1) أن هذه الطبقة قد تعطي إسنادا تركيبياً مهما وضروريا أثناء الغوص المستمر من الأعلى إلى الأسفل ومن الأسفل إلى الأعلى مما يمكن السمكة للتكيف لهذه الطبيعة من السلوك. وقد تدفع هذه الطبقة طبقة السُداة في القرنية بالبروز إلى الخارج لتعزز الرؤية في

جميع الاتجاهات وتزيد تطابق العينين في رؤيتهما وهذا ما قد يكون في سمكة العرّاض. إن عدم وجود الطبقة الاصلية في سمكتي كركور لامته والمرمريج ظهر في العديد من الأسماك العظمية مثل السمكة السلمندرية *Lepidogalaxias salamandroides* (8) وسمكة *Corythoichthyes paxtoni* والسمكة ذات الأربع عيون *Anableps anbleps* (17) وسمكة الزرد Zebra fish (2).

أوضحت نتائج الدراسة الحالية وجود ما يسمى بالطبقة المقزحة في قرنية سمكة المرمريج في المنطقة الواقعة بين السُداة الصلبية الخلفية وغشاء دسمت وتتكون من صفوف عدة من ألياف منتظمة وتأخذ اللون الشفاف بملون ازرق التولودين . لم تلاحظ هذه الطبقة في قرنية النوعين الآخرين من اسماك الدراسة . وجدت الطبقة المقزحة في سمكة *Aulostoma maculates* بين السُداة الصلبية للقرنية وغشاء دسمت كما في سمكة المرمريج في دراستنا الحالية (١٢). يعتقد أن وظيفة الطبقة المقزحة اختزال التوهج الداخلي للعين وبهذا تزيد من المدى البصري تحت الماء دون اختزال في الحساسية للأجسام الموجودة، كما إنها تعمل مرشحات لونية أو مرشحات استقطابية كما انها تعمل بوصفها طبقة عاكسة للضوء تؤدي إلى ظهور الومضان في العين للتمويه (٣). وهذا ما قد يحصل في سمكة المرمريج.

أوضحت النتائج وجود خلايا ميلانية في سُداة القرنية المحيطية في المنطقة البطنية الصدغية المحيطية فقط لسمكة المرمريج ولم تلاحظ هذه الخلايا في قرنية النوعين الآخرين من اسماك الدراسة . إن هذه الخلايا تعد مرشحات للقرنية وقد وجدت في السمكة السلمندرية *Lepidogalaxias salamandroides* (8) إذ تعمل على وقاية الشبكية من الضوء الساطع أو تختزل الضوء المبعثر وتمنع زيوغ الألوان وهذا يؤدي إلى تعزيز تباين الصورة وحدّة البصر (24,11) وهذا ما قد يحصل في سمكة المرمريج، إذ تؤدي الخلايا الميلانية دوراً مهماً في انعكاس أو امتصاص الضوء عند أطوال موجية معينة. قد تكون مرشحات القرنية مختفية كما في السمكتين العلجوميتين *Torquigener pleurogramma* و *Tetroctenous hamiltoni* (25).

أوضحت نتائج الدراسة الحالية وجود ألياف غراوية عرضية تربط صفائح الألياف الغراوية المتوازية أفقياً في السُداة الجلدية للقرنية في المنطقة الظهرية الارقية من كرة العين لسمكة المرمريج. إن الألياف الدرزية نادرة في الأسماك العظمية وغالباً ما توجد في اللافكيات والأسماك الغضروفية (13). إن وظيفة الألياف الدرزية اكتشفت في الأسماك صفائحية الخياشيم والأسماك العظمية وقد ذكر بأنها تمنع انتفاخ القرنية عندما تغمر في المياه العذبة أو الماء المقطر (26) كما أنها تعمل بوصفها رابطاً تركيبياً مهماً لمنع انتفاخ القرنية في حالة البرد الشديد (٢٧) وقد

يكون وجود الألياف الدرزية في القرنية حالة تكيفية للمحافظة على شفافية القرنية بمنع انتفاخ الصلبة (3) وهذا ما قد يحصل في سمكة المرمريج في الدراسة الحالية.

المصادر

1. Collin, S. P. Acta. Physiol. Scand., 161:5-24 (1997).

2. Soules, K. A. and Link, B. A., BMC Develop. Biol. 5:12-21(2005).

3. Collin, S. P. and Collin, H. B. Histol. Histopathol. 13:325-336 (1998).

4. Collin, H. B. and Collin, S. P., Histol. Histopathol. 10:313-323 (1995).

5. Douglas, R. and Djamgoz, M. "The Visual system of fish" (ed.) Chapman and Hill, London. (1990)

6. Collin, S. P. and Collin, H. B., J. Comp. Neurol. 278:226-241 (1988).

7. Collin, S. P. and Collin, H. B., Brain Behav. Evol. 42,98-115 (1993).

8. Collin, H. B. and Collin, S. P., Cornea 15:414–426 (1996).

٩. عبد، علي اشكر وصابر، تغريد حازم . مجلة التربية والعلم ،المجلد (١٩) العدد (٢). (٢٠٠٧)

10. Muntz., W. R. A., Vision Res. 13, 22: 35-54 (1973).

11. Kondrashev, S. E.; Gamburtseva, A. G.; Gnyabkina, V. P.; Yu, O. and My, P. T., Vision Res., 26: 287-290 (1986).

12. Lythgoe, J. N. "The ecology, function and phylogeny of iridescent multilayers in fish corneas. In: R. Rainbridge, G. C. Evans & O. Rackman" (eds.) Light as an ecological factor II., Blackwell, Oxford. (1976).

13. Keller and Pouliquen, Y. "Ultrastructural study of posterior cornea in cartilaginous fishes. In: H. D. Cavangagh" (ed.). The Cornea: Transactions of the world congress on the cornea III. Raven Press, New York (1988).

١٤. الدهام، نجم قمر . "اسماك العراق والخليج العربي " منشورات مركز دراسات الخليج العربي، ج١-ج٣، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق (١٩٧٧).

15. Yacob, A. Ph.D. Thesis, Nat. Univ. Ireland. (1978).

١٦. المتيوتي، علي اشكر عبد، أطروحة دكتوراه، كلية التربية، جامعة الموصل (١٩٩٨).

17. Swamynathan, S. K.; Crawford, M. A.; Geraldrotison, W. Jr.; Kanungo, J.; Piatigorsky, J. The Faseb Journal; 17:145-172 (2005).

18. Lantzing, W. J. R. and Wright, R. G., Cell Tissue Res., 223: 431-443 (1982).

19. Margartis, L. H.; Politaf, T. K.; Koliopoulos, J. X., J. Urodele amphibia. Tissue Cell. 8:591–602 (1976).

20. Douglas, R. H.; Collin, S. P. and Comgan, J., J. Experm. Biol, 20:3420-3433. (2002).

21. Kunz, Y. W.; Nishmlleabham, M. and Callagha, E. Exp. Biol., 43:161-178 (1985).

22. Duke–Elder, S. "The eye in evolution. In: System of ophthalmology" vol. 1. London: Henry Kimpton (1988).

23. Nicol, J. A. "The eyes of fishes" Clarendon Press, Oxford (1989).

24. Gnyubkina, V. P. and Kondrasher, S. L., J. of Mar. Biol., 27:31–35 (2001).

25. Siebeck, U. E.; Collin, S. P.; Majid, G.; Justin, M. N., J. of Experim. Biol., 206: 2177–2190 (2003)..

26. Menasch, M.; Dagonet, F.; Waegenner, M. J. and Pouliquen, Y. Corena 7:204–209 (1988).

27. Fisher, F. H. and Zadunaisky, J. A., Exp. Eye Res. 25:149–161 (1977).

الشكل (١): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين لسمكة كركور لامته في المنطقة المحيطية الظهرية يوضح تركيب القرنية، وا لمنطقة الهدبية CR، والقزحية IR، وطبقة الخلايا الظهارية للقرنية CE، والسُداة ST، والرباط

الحلقي AN . لاحظ الخلايا الحاملة للكوانين GC، وغشاء بومان (السهم الأبيض العلوي)، وخلايا مخاطية (السهم الأبيض السفلي)، والخلايا الهدبية في القزحية (السهم الأسود). بإستعمال ملون ازرق التولودين.

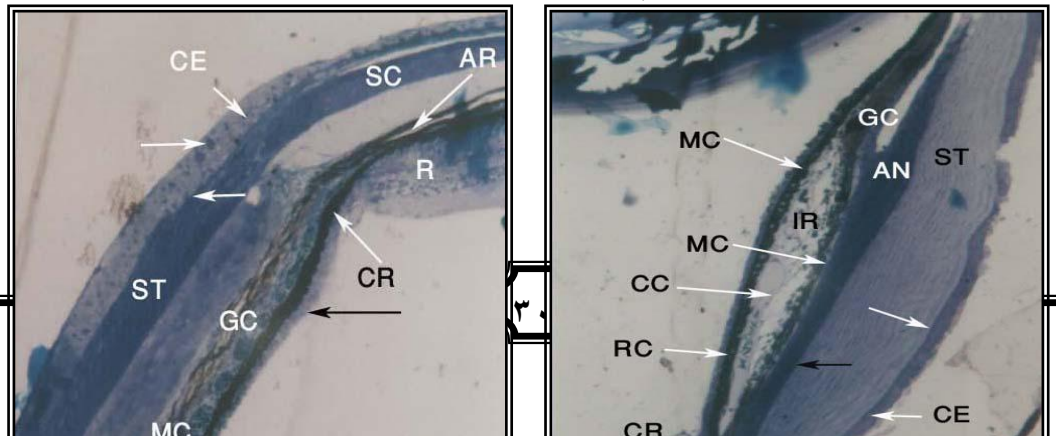
الشكل (٢): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين لسمكة كركور لامته في المنطقة الأمامية البطنية يوضح الصُلبة SC، وتركيب القرنية وتركيب القزحية IR. لاحظ غشاء بومان (السهم الأبيض العلوي)، وغشاء دسمت (السهم الأسود السفلي)، والمكونات الشبكية للقزحية RC، والمكونات المشيمية للقزحية CC. بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (٣): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في القرنية والقزحية في المنطقة الظهرية لكرة العين لسمكة كركور لامته يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية . لاحظ القرنية المركزية (بين الأسهم)، وغشاء بومان BR، والخلايا الكأسية G، والخلايا الهدبية CI، والخلايا الحاملة للكوانين في القزحية GC. بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (٤): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي مماسي في القرنية المركزية لسمكة كركور لامته . لاحظ وضوح غشاء بومان BR، وغشاء دسمت DS، وطبقة الخلايا الاندوثيلية EN . بإستعمال تقنية PAS.

الشكل (٥): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين لسمكة العرّاض في المنطقة الظهرية الصدغية . يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية . لاحظ الطبقة الأصلية AL، والقزحية (بين الأسهم)، والرباط الحلقي القمعي الشكل AN. بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (٦): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في المنطقة الظهرية الصدغية لسمكة العرّاض يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية (بين السهمين الأبيضين). لاحظ سعة الرباط الحلقي AN ، وضيق الطبقة الأصلية AL، وتباين طبيعة تركيب السُداة ST. بإستعمال ملون ازرق التولودين.



الشكل (٧): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في جزء من المنطقة البطنية الصدغية لسمكة العرّاض . يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية ال نحيفة (بين السهمين الأبيضين). لاحظ كتلة من الخلايا الميلانية في القزحية MC، وغشاء دسمت في القرنية(السهم الأبيض). بإستعمال ملون ازرق التولودين.

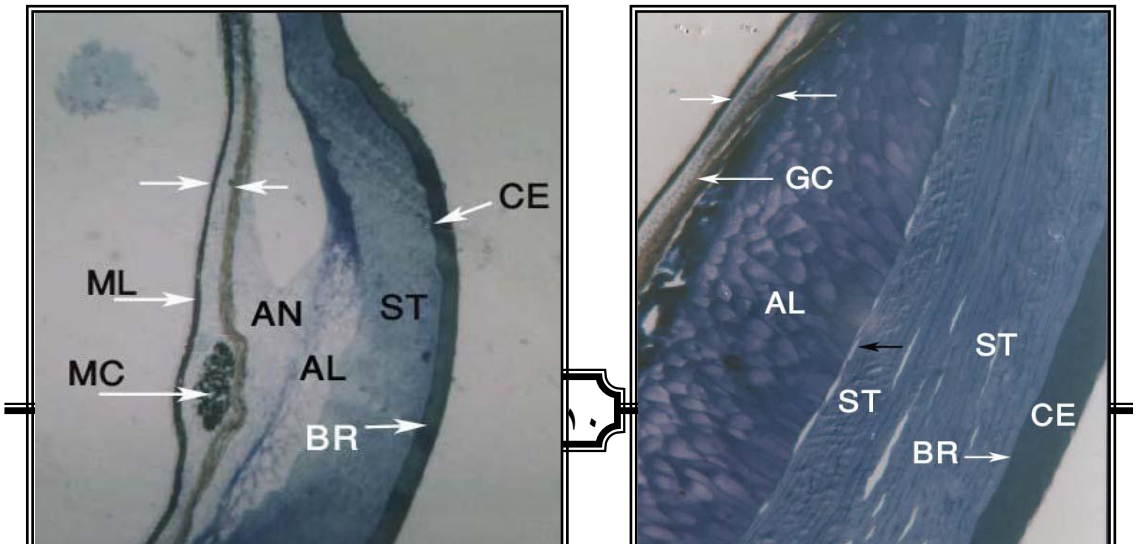
الشكل (٨): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في المنطقة الظهرية الصدغية لسمكة العرّاض يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية (بين السهمين). لاحظ سمك السُداة وتباين طبيعة تركيبها ST، وسمك الطبقة الأصلية AL، وارتباطها بشكل نقطي مع السُداة (السهم الأسود)، ولاحظ أيضاً اختفاء الرباط الحلقي. بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (٩): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في المنطقة الظهرية الانفية لسمكة العرّاض يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية (بين السهمين الأبيضين). لاحظ التوسع في طبقة الخلايا الحاملة لبلورات الكوانين في القزحية GC، والتباين في تركيب سُداة القرنية وظهور الدروز فيها ST. بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (10): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في المنطقة الظهرية الانفية لسمكة العرّاض يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية (بين السهمين الأبيضين). لاحظ قصر القزحية في هذه المنطقة. بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (11): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في المنطقة الانفية البطنية لسمكة العرّاض . يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية (بين السهمين الأبيضين). لاحظ سمك طبقة الخلايا الحاملة لبلورات الكوانين في القزحية GC، ووضوح الخلايا الهدبية CI، وطول القزحية في هذه الم نطقة. بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (12): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في القرنية المحيطية والقزحية لعين سمكة العرّاض يوضح كثافة السُداة الجلدية للقرنية DT وشفافية الخلايا الظهارية السطحية للقرنية CE. لاحظ سمك الطبقة المقزحة في القزحية GC، والنظارات الثانوية (بين السهمين الأبيضين). بإستعمال ملون ازرق التولودين.



الشكل (13): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في قرنية العين لسمكة العرّاض يوضح مكونات القرنية المركزية. لاحظ اختفاء الطبقة الأصلية والرباط الحلقي، وتموج غشاء بومان BR. بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (14): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين لسمكة المرمريج في المنطقة الظهرية الانفية، يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية . لاحظ

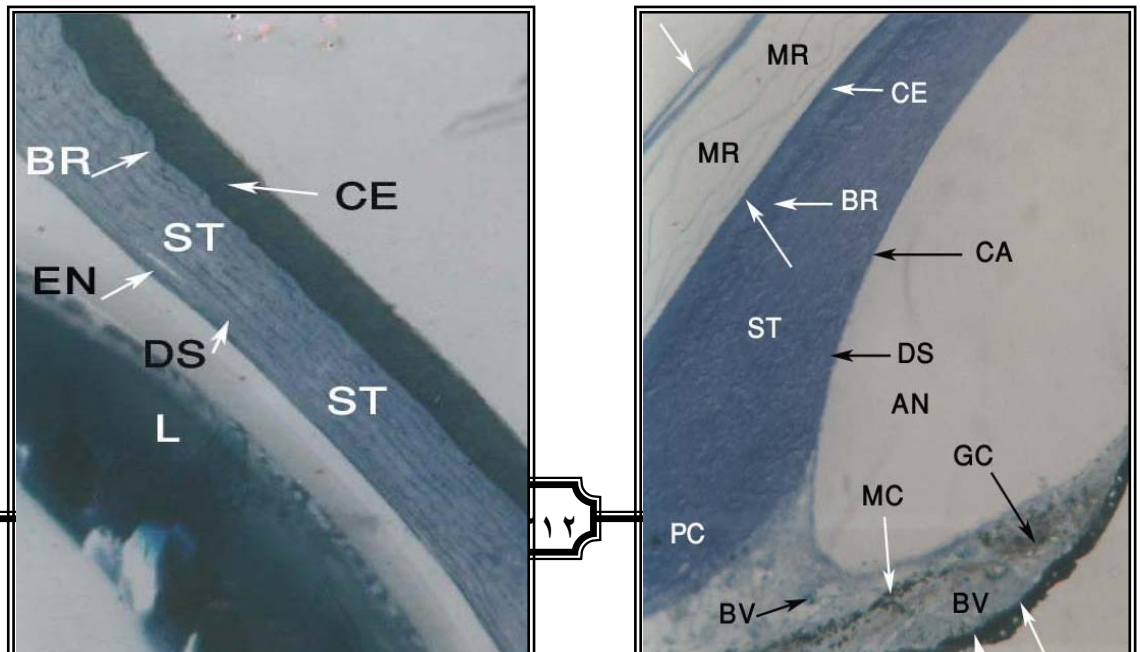
وجود أوعية شعرية دموية BV في الرباط الحلقي، واختلاف سمك القرنية ال محيطية PC عن القرنية المركزية CA، ولاحظ أيضاً وجود النظارات الأولية (بين السهمين الأبيضين). بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (15): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في المنطقة البطنية الانفية لسمكة المرمريج يوضح تركيب القرنية، وتركيب ال قزحية IR، وموقع وتركيب النظارة الأولية (بين السهمين الأبيضين). لاحظ القرنية المركزية CA، والقرنية المحيطية PC، وعضلة عند قاعدة القرنية المحيطية M، والرباط الحلقي العميق AN. بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (16): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في القرني ة لسمكة المرمريج، يوضح النظارة الأولية . لاحظ طبقة الخلايا الظهارية EP، الطبقة المخاطية MR. ملون هيماتوكسلين هارس + ايوسين.

الشكل (17): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في المنطقة الظهرية الانفية لسمكة المرمريج، يوضح تركيب القرنية وتركيب ا لقزحية في هذه المنطقة . لاحظ سمك سُداة القرنية المحيطية ST ورقة سُداة القرنية المركزية، والرباط الحلقي بشكل قمعي AN. بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (18): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في القرنية لسمكة المرمريج، يوضح مكونات القرنية المركزية ونهاية القرنية المحيطية. لاحظ الخلايا القيراتينية K، وغشاء بومان BR، والخلايا الكأسية G. بإستعمال ملون هيماتوكسلين هارس + ايوسين.



الشكل (19): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في المنطقة الظهرية الصدغية المحيطية يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية . لاحظ سمك القرنية المحيطية والسُداة الجلدية DT، والطبقة المخاطية ML، وطبقتي السُداة الصلبية الأمامية ASS والخلفية PSS، والطبقة المقزحة ID، وكثرة الخلايا الميلانية في القزحية، والمشيمية MC، واختفاء الرباط الحلقي في هذه ال منطقة . بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (20): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في المنطقة الظهرية الصدغية المحيطية، يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية . لاحظ نحافة القرنية المركزية CA مقارنة مع القرنية المحيطية (الحافية) PC . بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (21): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في المنطقة البطنية الصدغية المحيطية لسمكة المرمريج، يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية في هذه المنطقة. لاحظ وجود عضلة عند قاعدة القرنية M، وقصر المنطقة الهدبية CN، وسعة الرباط الحلقي AN القمعي. بإستعمال ملون ازرق التولودين.

الشكل (22): صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في مقدمة كرة العين في المنطقة البطنية الصدغية المحيطية لسمكة المرمريج، يوضح تركيب القرنية وتركيب القزحية . لاحظ سعة الرباط الحلقي AN واحتوائه على أوعية شعرية دموية BV وأعصاب NR ، وسمك القرنية المحيطية ، وظهور خلايا ميلانية في سُداة القرنية MC (مرشحات القرنية)، وسمك وانحراف نهاية القزحية IR . بإستعمال ملون ازرق التولودين.