دراسة مقارنة للتركيب النسجي للاجزاء غير الحساسة في عين نوعين من اسماك المياه العذبة

علي اشكر عبد
قسم علوم الحياة / كلية التربية
جامعة الموصل

تاريخ الاستلام
2006/9/1

تغريد حازم صابر
فرع العلوم الاساسية /كلية طب الاسنان
جامعة الموصل

تاريخ القبول
2006/11/14

Abstract

The present study represent the comparison of morphology and structure of the non- sensory components of the eye of two species of fresh water teleoast fishes : *Chalcalburnus mossulensis* , which found near the water surface , and *Noemacheilus angora*, which found in the water bottom and between the rocks . The Scleral structure was similar in both species in that consist of cartilages and collagen fibers. There were also common similarity in corneal components of the two species which include stratified squamous epithelium , Bowman's membrane , collagenous stroma , Descemet's membrane and Endothelium . The thickness of central and peripheral cornea were varied in the same cornea as well as between the two species . In both species the annular ligament (a structure composed of several rows of tightly stalked polygonal cells) in the peripheral cornea was identified which located between the stroma and Descemet's membrane , on other hand the morphology and thickness of the annular ligament varies in the both species . The lens morphology was spherical in both species but in the *N.angora* larger than *C.mossulensis* and the stain density varies in the central and peripheral parts in both species . The choroid components were similar in both species which include choroid tapetum lucidum , argentea , several layers of melanocytes which varies in number between the two species and in the same eye , and choroid gland near the optic nerve emergency . The dimensions of iris in the *C. mossulensis* more longer than that of *N. angora* . The iris composed retinal and choroidal component and some variations noticed between the two species. There were variations in the structure and morphology of optic disc of *N.angora* include several papillae while that of *C. mossulensis* one papillae . The number and package of optic nerve folds , as emerged from the retina , varied in the both species .

الملخص

تناولت الدراسة الحالية دراسة مقارنة للشكل والتركيب النسجي للاجزاء غير الحساسة للضوء (الصلبة والمشيمية والقرنية والقزحية والعدسة والعصب البصري) في عين نوعين من اسماك المياه العذبة هما السنك *Chalcalburnus mossulensis* التي تعيش قرب سطح الماء ولخ انكورة *Noemacheilus angora* التي تعيش في قاع الماء او بين الاحجار . اوضحت النتائج ان طبقة الصلبة في النوعين تتكون من الياف غراوية وغضاريف . كما ان تركيب القرنية في النوعين متشابه على نحو عام لكن هناك عددا من الاختلافات اذ يوجد في النوعين نسيج ظهاري حرشفي مطبق غير متقرن يستند الى غشاء بومان ويليه الى الداخل سداة القرنية التي تتالف من عدة طبقات من الياف غراوية والتي تستند الى غشاء دسمت الذي يبطن بدوره بصف من الخلايا الظهارية الحرشفية البسيطة . وفي النوعين يختلف سمك القرنية المحيطية (حافة القرنية) ، عما هو في القرنية المركزية ، وفي القرنية المحيطية يوجد تركيب بين سداة القرنية وغشاء دسمت يطلق عليه الرباط الحلقي الذي يتكون من عدة صفوف من خلايا متراصة متعددة الاضلاع ويختلف شكل هذا التركيب في النوعين ، ومن جانب اخر يكون سمك القرنية المركزية في سمكة السنك اقل مما هو في سمكة لخ انكورة. تكون العدسة في السمكتين كروية الشكل وتكون اكبر في سمكة لخ انكورة عما هي في سمكة السنك وتختلف في النوعين من ناحية كثافة الصبغة في محيط العدسة ومركزها. اظهرت المشيمية تركيبا متشابها في النوعين الى حد ما اذ تحتوي على البساط النير المشيمي والطبقة الفضية العاكسة وطبقات من الخلايا الميلانية تختلف بحسب النوع والمنطقة في المشيمية وتحتوي المشيمية في النوعين على ما يسمى بالغدة المشيمية وعلى جانبي منطقة خروج العصب البصري . تختلف القزحية في الطول اذ تكون اطول في سمكة السنك عما هي في سمكة لخ انكورة وتتكون من مكونات مشيمية ومكونات شبكية في النوعين مع وجود عدد من الاختلافات في محتويات هذين المكونين . لوحظ اختلاف في تركيب القرص البصري بين النوعين اذ ان في سمكة لخ انكورة يتكون القرص البصري من عدة حليمات في حين يتكون في سمكة السنك من حليمة واحدة ، وتختلف طبيعة خروج العصب البصري ومغادرته منطقة الشبكية في النوعين ، وكما تختلف طيات العصب البصري عند خروجه بين النوعين .

المقدمة :

يعمل الجهاز البصري في الاسماك بتكاتف المكونات التركيبية للعين ، فلكل جزء من اجزاء العين دور في تحقيق تكامل الصورة والرؤية في المحيط المائي . تعد العين معجزة التكيف الحياتي في الفقريات وقد صممت لفصل المهمات البصرية الى ثلاثة مستويات مستقلة

في التركيب هي : بصريات العين (الاجزاء غير الحساسة للضوء) ، الخلايا العصبية المستقبلة للضوء وما يتبعها من خلايا عصبية اخرى لتكامل نقل الدفعات العصبية وهذه تتمثل بالشبكية ، والتركيب الثالث هو الصبغة الضوئية الكيميائية التي تعد اول جزء يصطدم بالضوء (1).

تعد الاسماك العظمية مجموعة من الحيوانات الفقرية واسعة الانتشار وقد غزت البيئات المائية الملائمة جميعا. ويوجد اكثر من 25 الف نوع من الاسماك العظمية تكيفت للعيش في مدى بيئي واسع يختلف في الاضاءة اذ يكون قسم منه محاطا باضاءة جيدة واما القسم الاخر فهو محيط مائي عميق ومظلم لايصل اليه الضوء.

ان هذه المحيطات المختلفة وضعت الجهاز البصري امام تحد كبير لينشئ وحدة بصرية تتناغم مع المحيط وتعزز بفاعلية فرصة البقاء (2) . يتشابه التركيب الاساس لعيون الاسماك مع عيون بقية الفقريات لكنها تختلف بتكيفاتها الكثيرة المتباينة لتلائم البيئة التي تعيش فيها كما تختلف كفاءتها في الابصار بتباين انواع الاسماك ، اذ تتحور العين لتتلاءم مع اشكال متباينة من العوامل البيئية ومع ما تحتاجه السمكة للحصول على الغذاء ، وتحاشي الاعداء والتزاوج وغيرها من العوامل الاخرى ، نجد كثيرا من الحالات تشترك فيها انواع من الاسماك مع فقريات اخرى فيما يخص تركيب جزء معين من العين في حين تختلف عن بعضها بوصفها مجموعة فقرية ذات خصوصية معينة (3).

تكون عيون الاسماك من الناحيتين التشريحية والنسجية مشابهة اساسا للمكونات البصرية في الانسان ، ولكي تتمكن الاسماك من الاستفادة من اية كمية من الضوء الموجود حولها فان مجموعة من هذه المكونات اظهرت تحويرات خاصة لتمكن الاسماك من الاستجابة لمستوى الضوء المتوفر واقتناصه على نحو فاعل وبهذا فان حدة البصر تعرف بانها قابلية الجهاز البصري على التقاط المعلومات التفصيلية وهذه تحدد بوساطة القرنية والعدسة والشبكية والدماغ والعمليات العصبية اللاحقة والمحيط الذي يعيش فيه الحيوان (4).

ظهرت في السنوات الاخيرة العديد من الدراسات المفصلة بشأن التركيب والتركيب الدقيق للخلايا المستقبلة للضوء والشبكية عامة في الاسماك العظمية (3 ، 5 ، 6).

ولكن الدراسات التي وجهت نحو تركيب الاجزاء غير الحساسة للضوء في العين (المسلك العنبي والصلبة والقرنية والقزحية والعدسة والعصب البصري) قليلة جدا (7 ، 8 ، 9 ، 10 ، 6) . تكون القرنية في الاسماك والحيوانات المائية عامة اسمك بعدة مرات عند حافتها عما هي عليه في مركزها كما وجدت تحورات تركيبية في قرنية الاسماك بصورة عامة تختلف باختلاف الانواع والطبيعة الضوئية للمحيط المائي (11 ،12 ،3 ،8 ،9).

تكون العدسة في الاسماك العظمية كروية وكبيرة وهي المسؤولة عن تكبير الصورة واسقاطها على الشكبية لان القرنية في الاسماك غير قادرة على تكبير الضوء في الماء (13) . لوحظت استثناءات في شكل العدسة في مجموعة من الاسماك العظمية فقد تكون بيضوية او يكون لها بروز من الخلف (14 ، 15) ومن الجدير بالذكر ان عدسة الاسماك غير قابلة للتغير بالشكل وبهذا فانها تتحرك بمجملها الى الامام والخلف بوساطة عضلات محركة للعدسة (16).

تتكون الصلبة (الغلالة الخارجية لكرة العين) من شبكة دقيقة من الياف غراوية مرتبة عشوائيا او على نحو منتظم وقد تبطن هذه الالياف بقطع غضروفية حسب انواع الاسماك (17).

ان القزحية والبؤبؤ هما مكونان بصريان يقومان بالسيطرة على كمية الضوء الداخل الى العين . وبما ان كمية الضوء في المحيط المائي تكون محدودة فان معظم الاسماك تبين تغيرات قليلة جدا في حجم البؤبؤ أي ان القزحية لا تتحرك استجابة للضوء والظلام وهذا ينعكس في تركيبها النسجي اذ تفتقد الى العضلات التي تؤهلها للحركة (14 ، 18) . ووجدت اختلافات عديدة في التركيب النسجي للقزحية بحسب النوع والمحيط الضوئي (19،20).

يحتوي الجزء المشيمي من الغلالة العنبية على مكونات مختلفة منها الخلايا حاملة الالوان وشبكة كثيفة من الاوعية الدموية الشعرية وقد توجد طبقة من بلورات عاكسة تدعى الطبقة الفضية في الجزء الصلبي من المشيمية (19 ، 20 ،21).

كما احتوت الطبقة المشيمية لانواع اخرى ولاسيما الاسماك التي تعيش في محيط معتم أو ذي اضاءة قليلة على طبقة من مواد عاكسة او من بلورات عاكسة تقع مباشرة بالقرب من الخلايا الظهارية الصباغية للشبكية تسمى البساط النير (المراة العاكسة) ويختلف البساط النير في التركيب والتنظيم والمكونات التركيبية والموقع في الاسماك المختلفة وهو قد يعد فرعا داخليا من الطبقة الفضية .وقد يوجد البساط النير موزعا بالتساوي في انحاء المشيمية جميعا في حين يوجد في انواع اخرى على مسافة ثلثي العين في المنطقة الظهرية البطنية التي يتركز فيها الضوء . من خلال استعراض الاصدارات العلمية لوحظ ان الدراسات الخاصة بتركيب البساط النير ووجوده في الاسماك العظمية قليلة جدا (22 ، 23) .

ووجدت في مجموعة من الاسماك العظمية منطقة تكون فيها الاوعية الشعرية الدموية نامية على نحو جيد وتقع عامة حول نقطة خروج العصب البصري ، وتشكل هذه الاوعية شبكة عجيبة يطلق عليها الغدة المشيمية . ويختلف شكل هذه الغدة وامتدادها وتركيبها حسب الانواع المختلفة من الاسماك (24 ، 25). ووجد في عدد من الاسماك البالغة شق جنيني متطاول يمتد من الشبكية المركزية الى الحافة البطنية للشبكية اذ تبرز المشيمية خلال هذا

الشق لتكون البروز المنجلي الذي هو عبارة عن جهاز واسع من اوعية دموية زجاجية ويبقى هذا الشق في بعض الاسماك العظمية مفتوحا (26) .

يختلف راس العصب البصري عند خروجه من الشبكية في مختلف الفقريات وكذلك الاسماك العظمية ، وعلى الرغم من هذا الاختلاف بين الانواع ، يشير الى ان البناء الخليوي لراس العصب البصري يختلف كذلك في الاسماك العظمية فان هذا الجزء من الجهاز البصري نال قليلا من الدراسات والتحليل (27) .

ومن جانب اخر وجد في عدد من الانواع من الاسماك ان محاور الخلايا العقدية تشكل حزيمات واضحة في طبقة الالياف العصبية مما يؤدي الى وجود حليمات بصرية متعددة (منطقة خروج العصب البصري) في حين لا توجد هذه الحزيمات في انواع اخرى كما وجد ان العصب البصري في انواع من الاسماك يلتف بشكل طيات متعددة ومتراصة حال خروجه من كرة العين في حين وجد انه يكون مستقيما او ذا طيات قليلة في انواع اخرى(26)

ونظرا لعدم وجود دراسة داخل القطر تخص الاجزاء غير الحساسة من الجهاز البصري في الاسماك العظمية فان الدراسة الحالية تهدف الى دراسة نسجية مقارنة لهذه الاجزاء في نوعين من اسماك المياه العذبة يعيشان في الجسم المائي نفسه وهما : لخ انكورة *Noemacheilus angora* وهي سمة تعود الى رتبة الشبوطيات Cypriniforms عائلة اللخ Cobitidae ، عائلة اللخ الاعتيادي الثانوية Noemacheilina ، جنس اللخ الاعتيادي Noemacheilus ، السنك *Chalcalburnus mossulensis* وتعود الى رتبة الشبوطيات كذلك ، عائلة الشبوطيات Cyprinidae ، عائلة البرعان الثانوية Leuciscinae ، جنس الكالكالبورنيس Chalcalburnus (28) .

المواد وطرائق العمل :

تم الحصول على نماذج الدراسة الحاضرة من ينابيع منطقة التبة في قضاء سنجار التي تبعد ما يقرب من 90 كم جنوب غرب مدينة الموصل. جمعت النماذج من جداول لا يزيد عمقها عن متر واحد . نقلت الاسماك الى المختبر ، ووضعت في احواض تربية زجاجية Aquaria مؤطرة وبقياس 50×30×30 سم محتوية على ماء خالٍ من الكلور ، ومزودة باجهزة تهوية Aerators ومنظم للحرارة Thermostat . ضبطت درجة حرارة احواض التربية على $24^{\circ} \pm 1$ المساوية تقريبا للبيئة الطبيعية . بدل الماء ثلاث مرات في الاسبوع بانتظام من ماء الحنفية الذي ازيل منه الكلور .

غذيت الاسماك بالغذاء التجاري المحلي ، وتركت في الظروف المختبرية مدة شهرين للتكيف مع هذه الظروف .

شرحت النماذج وثبتت على وفق ما جاء به (29 و 30) اذ شـرحت النمـاذج التـي تتراوح اطوالها ، لسمكتي السنك ولخ انكورة ، ما بين (5-6 سـم) و (2.5-3 سـم) علـى التوالي . تم التشريح بطريقة قطع الراس بوساطة سكين حاد واخرجت العين بوساطة ملاقـط دقيقة منحنية بعد قص العظام المحيطة بها بمقص دقيق ، نقلت العينة مباشرة بعد قلعها الـى الطبق البتري Petir dish في قطعة من القماش لتثبيت العين ، وغمـرت بمحلـول فـسلجي تركيزه (0.7) غم خاص بالاسماك العظمية التي تعيش في المياه العذبة (31) . وضع الطبـق البتري الحاوي للعين تحت مجهر التشريح وعملت ثقوب في جوانب كرة العين لتسهيل دخول المثبتات .كانت مدة التشريح سريعة قدر الامكان بلغت (3-4) دقائق لتقليل التغيرات التي قـد تحدث بعد الموت في الانسجة Postmortem changes. ثبتـت العـين كاملـة لدراسـة المكونات غير الحساسة فيها .

تم التثبيت بمثبتين هما : الاول الكلوتر الديهايد بنسبة (2%) فـي محلـول فوسـفات الصوديوم المنظم (0.057) m ، المثبت الثاني هو رابع اوكسيد الاوزميوم بنسبة (1%) فـي محلول دارئ الفوسفات . ثم تم الانكاز بوساطة الكحول الاثيلي (50%،70%،90%،100%) بثلاثة تغييرات مدة خمس عشرة دقيقة لكل تغيير ثم باوكـسيد البـروبلين بثلاثـة تغييـرات وبالزمن نفسه . ثم طمر النسيج في مزيج من مادة الايبون Epon - 812 .

للحصول على مقاطع نصف رقيقة Semithin section ، استخدم المشراح الفـوقي من نوع Ultrotom LKB 2088 . ولقطع النماذج استخدمت سكاكين زجاجيـة . قطعـت مقاطع نصف رقيقة (1-2) مايكروميتر لغرض الدراسة بـالمجهر الـضوئي . واسـتخدمت صبغة ازرق التولودين Toluidene Blue بنسبة (1%) من محلول البوراكس المائي وحملت مباشرة بمادة الـ (DPX) وضع عليها غطاء الـشريحة وفحـصت بـالمجهر الـضوئي . واستخدمت افلام من نوعKonika ذات حساسية 100VX لتصوير المناطق المنتخبة .

النتائج :

اوضحت نتائج الدراسة الحالية ان شكل العين في سمكتي السنك ولخ انكورة يكونـان شبه كرويين ويقعان على جانبي مقدمة الراس ، وفي دراستنا أطلقنا تسمية على سمكة السنك (السمكة الاولى) وسمكة لخ انكورة (السمكة الثانية) في النتائج والمناقشة .

1. الصلبة Sclera

تتكون الصلبة في السمكتين من عدة طبقات من الياف غراوية مرتبة تتخللها خلايا مولدة للالياف وتبطن هذه الطبقات بغضروف زجاجي على جانبي كرة العين ويختفي الغضروف في المنطقة المركزية الخلفية من كرة العين قرب خروج العصب البصري . ويكون سمك الغضروف اكبر قرب المنطقة المركزية ويستدق باتجاه المحيط . ومن جانب ويبطن الغضروف بطبقات اخرى من الالياف الغراوية وفي منطقة التقاء نهاية الشبكية المحيطية ببداية القزحية والقرنية تمتد الالياف الغراوية الخارجية والداخلية لتكون سدادة القرنية وتتكون الصلبة من طبقات غير منتظمة من الالياف الغراوية حسب في المنطقة المركزية الخلفية (الاشكال 1 ، 2 ،3).

2.القرنية Cornea

يكون التركيب النسجي للقرنية مختلفا في المنطقتين المركزية (مقابل العدسة والبؤبؤ) والمحيطية (حافة القرنية) في السمكتين ، اذ تتكون القرنية المحيطية التي تتصل بالحافة المحيطية للشبكية والقزحية من الخارج الى الداخل من طبقة من نسيج ظهاري حرشفي مطبق غير متقرن كما لوحظت مجموعة من الخلايا المخاطية في هذا النسيج . ويكون هذا النسيج متصلا بملتحمة العين ويستند الى غشاء قاعدي نحيف يطلق عليه غشاء بومان الذي يبدو املسا غير متموج ، يبلغ عدد طبقات النسيج الظهاري ما بين 3-5 طبقات في السمكة الاولى و 5-6 طبقات في السمكة الثانية كما لوحظت خلايا مخاطية في الجزأين المحيطي والمركزي للقرنية في السمكة الاولى فقط . يليه الى الداخل عدة طبقات من الياف غراوية مرتبة بشكل متعامد مع بعضها تتخللها خلايا مولدة للالياف (خلايا فيراتينية) ، ويكون عدد طبقات هذه الالياف 14-18 طبقة في السمكة الاولى و12-16 طبقة في السمكة الثانية ومن جانب ولم يلاحظ وجود خلايا ميلانية تتخلل هذه الطبقات .

لوحظ في السمكتين في هذه المنطقة (بعد السداة) وجود ما يسمى بالرباط الحلقي او الزاوي (Annular ligament) الذي يتكون من عدة صفوف من خلايا متعددة الاضلاع متراصة ذات سايتوبلازم شفاف وانوية مركزية أو محيطية تتخلل هذه الخلايا مجموعة من الالياف الغراوية يختلف حجمها اذ تتدرج بالحجم من الصغيرة باتجاه الشبكية الى الكبيرة باتجاه نهاية القزحية .وينتهي هذا الرباط قرب النهاية الحرة للقزحية . يكون شكل هذا الرباط في السمكة الاولى بما يشبه العدسة المحدبة الوجهين في المنطقتين البطنية والمحيطية للقرنية ويكون في المنطقة الظهرية بشكل وتد واسع النهاية باتجاه نهاية القزحية وبشكل مستدق باتجاه الشبكية ويتصل في هذه المنطقة بنسيج القزحية . ويكون محيط هذا الرباط املسا أي غير

متموج وقد لوحظت خلايا ميلانية صغيرة متناثرة بين الخلايا المضلعة لهذا التركيب (الاشكال 4 ، 5 ، 6، 9) يستند هذا الرباط الى غشاء نحيف يطلق عليه غشاء دسمت الذي تبطنه من الداخل طبقة من النسيج الظهاري الحرشفي البسيط (اندوثيليم) . اما في السمكة الثانية فتكون القرنية المحيطية مشابهة من ناحية التركيب الاساس للسمكة الاولى مع وجود عدد من الاختلافات التركيبية منها عدم وجود خلايا مخاطية في النسيج الظهاري وان الرباط الحلقي يكون اسمك في السمكة الاولى كما ان غشاء بومان يكون اكثر وضوحا في السمكة الثانية وان الرباط الحلقي يكون بشكل تركيب وتدي في السمكة الثانية في كل مناطق القرنية كلها أي لا يكون بشكل عدسة محدبة الوجهين كما في السمكة الاولى كما ان طول هذا الرباط يكون اقصر في السمكة الثانية (الشكلان 7 ،8) .

اما فيما يخص القرنية المركزية (المقابلة لفتحة البؤبؤ) فتتكون من طبقة من نسيج ظهاري حرشفي مطبق يستند الى غشاء بومان الاكثر وضوحا في السمكة الاولى عما هو عليه في السمكة الثانية ، كما لوحظت خلايا مخاطية في النسيج الظهاري للسمكة الاولى ولم يلاحظ ذلك في السمكة الثانية . ان حجم خلايا النسيج الظهاري في السمكة الاولى اكبر من حجم الخلايا المناظرة في السمكة الثانية ولوحظت مجموعة من الخلايا المنسلخة من سطوح النسيج الظهاري . تليها طبقة السداة التي تتكون من عدة طبقات من الالياف الغراوية تتخللها الخلايا القيراتينية ويبدو ان سمك السداة يكون اكبر في السمكة الثانية عما هو عليه في السمكة الاولى ويلي السداة الى الداخل غشاء دسمت الذي يكون اكثر وضوحا في السمكة الاولى ثم الطبقة الظهارية الاندوثيلية ومن الملاحظ اختفاء الرباط الحلقي في هذه المنطقة (الشكلان 9 ،10) .

3. العدسة Lens

تكون العدسة في السمكتين كروية الشكل وتتكون من غلاف خارجي من مادة متجانسة تدعى (محفظة العدسة) يليها الى الداخل صف من الخلايا الظهارية ثم وباتجاه المركز تتحور الخلايا الظهارية الى ما يسمى بالالياف العدسية اذ تفقد النواة ويكون سايتوبلازمها ذا مظهر حبيبي دقيق وتتعشق الاغشية الخلوية المجاورة للالياف العدسية مع بعضها لتكون ما يسمى بالدروز (الخطوط الدرزية) . تكون المنطقة المحيطية بعد الخلايا الظهارية في عدسة السمكة الاولى اكثر شفافية عما هي عليه في عدسة السمكة الثانية وعلى العكس من ذلك يكون المركز اكثف صبغة في السمكة الاولى عما هو عليه في السمكة الثانية . ويكون حجم العدسة في السمكة الثانية اكبر مما هو في السمكة الاولى وترتبط العدسة في النوعين بوساطة رباطات

معلقة تتصل بالعدسة من جهة وبمنطقة جذر القزحية من الجهة الثانية (الشكلان 11 ،12) لـم يلاحظ وجود خلايا صباغية في عدسة النوعين من الاسماك .

4. المشيمية Choroid

تتضمن الغلالة العنبية في هذين النوعين من الاسماك جزأين الجزء الاول هو الجـزء المشيمي الذي يمتد على طول كرة العين بين الصلبة والشبكية الى منطقة بداية القرنيـة فـي المنطقة المحيطية لكرة العين . ويمثل الجزء الثاني القزحية التي تمتد من حافة الشبكية الـى فتحة البؤبؤ التي تحيطه من الجوانب كلها .

تتكون المشيمية من عدة مكونات تركيبية هي : شبكة من الاوعية الدمويـة الـشعرية والجيبانيات الدموية التي تكون بمحاذاة غشاء بروش الذي يفصلها عن الشبكية وتختلف كثافة هذه الاوعية من منطقة الى اخرى في كرة العين وفي النوعين من الاسماك. تلي هذه الـشبكة من الاوعية باتجاه الصلبة طبقة مستمرة من خلايا حاملة للالوان تمثـل البـساط النيـر فـي النوعين من الاسماك . تليها باتجاه الصلبة كذلك عدة طبقات متفرعة ومتشابكة مـن الخلايـا الحاملة للالوان (خلايا ميلانية) وتختلف هذه الطبقات في العدد من منطقة الـى اخـرى مـن المشيمية في النوعين من الاسماك ففي السمكة الاولى توجد طبقة واحدة من هذه الخلايا قرب منطقة خروج العصب البصري ومن 3-4 طبقات في المناطق المحيطية ، اما فـي الـسمكة الثانية يوجد ما يقارب الـ 2-3 طبقات في المنطقة المركزية قرب منطقة خـروج العـصب البصري ، ومن طبقة واحدة الى طبقتين في المناطق المحيطية (الاشـكال 16،15،14،13،1) تتخلل عدد من هذه الطبقات جيبانيات دموية مثقبة خاصة في المنطقة المركزية واوعية دموية شعرية في المنطقة الحافية . تتفرع هذه الطبقات وتلتقي مع بعضها وقد تكون متراصـة فـي اغلب المناطق . تلي هذه الطبقات باتجاه الصلبة شبكة اخرى من الاوعية الدمويـة الـشعرية ولاسيما في المنطقة المركزية ثم تاتي طبقة متصلة من خلايا حاملة للالوان خفيفة الـصبغة اخف من الخلايا الحاملة للميلانين يطلق عليها الطبقة الفضية في النـوعين مـن الاسـماك . وتكون هذه الطبقة سميكة في المنطقة المركزية في السمكة الاولى ورقيقة او معدومـة فـي المنطقة المركزية في السمكة الثانية وتوجد في المنطقة المحيطية التي تصل الى القزحية فـي النوعين ولكنها تكون في السمكة الاولى اسمك مما هي عليه في السمكة الثانيـة (الاشـكال 1 ،15 ، 16، 17) تدخل الطبقة الفضية في الجزء المشيمي من القزحية لتكون طبقة سميكة فيها تغطي الاوعية الدموية والجزء الشبكي منها . ويبدو ان الطبقة الفضية تتكون مـن بلـورات الكوانين التي تترتب بشكل غير منتظم ولكن بشكل طبقة مستمرة . لوحظ في النـوعين مـن الاسماك وجود ما يسمى بالغدة المشيمية (Choroid gland) التي تمتد من العصب البصري

على الجانبين الى منتصف كرة العين وتتكون على نحو رئيس من كتل كثيفة من الاوعية الدموية الشعرية الصادرة منها والواردة بشكل متواز وتشكل شبكة عجيبة ترتبط بالاوعية الدموية الشعرية في المشيمية . تحاط هذه الكتل من الاوعية الدموية الشعرية بطبقات الخلايا الميلانية والطبقة الفضية ويبدو ان حجم هذه الغدة في السمكة الثانية اكبر مما هو عليه في السمكة الاولى . ومن خلال المقاطع المتسلسلة لم يلاحظ وجود الشق المشيمي في الاسماك البالغة من النوعين .

ولكن لوحظ وجود اوعية شعرية دموية تبطن الشبكية من الداخل بمحاذاة الخلط الزجاجي وبهذا تسمى الاوعية الدموية الزجاجية (الشكلان 2 ،18).

القزحية Iris

اوضحت النتائج ان سمكتي الدراسة الحالية لا تحتوي العين فيهما على جسم هدبي (Cilliary body) ولكن المنطقة الهدبية تعرف " كما في بقية الاسماك" بانها المنطقة التي تحدد نقطة ارتباط القرنية بالقزحية والحافة المحيطية للشبكية التي يطلق عليها الفميم المسنن (Ora serata) وجذر او قاعدة القزحية (الاشكال 2 ،6 ،8) توجد في المنطقة الهدبية الخلايا الحاملة للبلورات المقزحة (الكوانين) (Iridophore cells) المتصلة بالطبقة الفضية للمشيمية ترافقها طبقة من خلايا ميلانية قادمة من الشبكية . ويبدو ان سمك القزحية وطولها اكبر في السمكة الاولى مما هما عليه في السمكة الثانية . تتضمن القزحية في السمكتين نوعين من المكونات الاولى مكونات شبكية (قادمة من شبكية العين) ومكونات عنبية (قادمة من نسيج المشيمية) . تتكون المكونات الشبكية في القزحية من طبقة من الخلايا الظهارية الهدبية (Cilliary epithelium) التي تكون على تماس مع الغرفة الخلفية بين القزحية والعدسة وهي امتداد للطبقات الداخلية للشبكية .

تكون هذه الخلايا خالية من حبيبات الميلانين (الشكلان 2 ،6) ويبدو ان هذه الخلايا تكون باكثر من طبقة قرب الشبكية وتمتد باتجاه الجزء الحر في القزحية لتصبح طبقة واحدة . تليها الى الخارج باتجاه الغرفة الامامية طبقة من الخلايا الحاملة للميلانين (Melanophorr cells) تمتد باتجاه قمة القزحية الى ان تصل الى فتحة البؤبؤ وتنحرف لتغطي قمة القزحية وجزءا من منطقتها الخارجية باتجاه الغرفة الامامية في السمكة الاولى في حين تنتهي عند قمة القزحية ولا تنحرف باتجاه الغرفة الامامية في السمكة الثانية (الاشكال 4 ، 6 ،8) تنفصل هذه الطبقة عن المكونات العنبية للقزحية بغشاء رقيق يبدو متموجا وقد يكون امتدادا لغشاء بروش الذي يفصل المشيمية عن الشبكية . ولا توجد خلايا حاملة للبلورات المقزحة (الكوانين) ترافق هذه الخلايا .

اما المكونات العنبية للقزحية فتشمل شبكة كثيفة من الاوعية الدموية الشعرية التي تترسب بشكل متواز وعمودي على نسيج القزحية وتكون اكثر عددا في السمكة الاولى مما هي عليه في السمكة الثانية . تكون هذه الشعيرات الدموية طبقة واسعة تتخللها مجموعة من النهايات العصبية ولاسيما عند منطقة جذر القزحية (الشكلان 6 ، 8) لم يلاحظ وجود خلايا عضلية في هذه الطبقة مما يدل على عدم قدرتها على التقلص والانبساط . تلي شبكة الشعيرات الدموية خلايا حاملة للبلورات المقزحة (الكوانين) بهيأة عدة طبقات غير منتظمة باتجاه معين وتعد هذه الطبقة اسمك طبقات القزحية وتستدق وتتكثف باتجاه النهاية الحرة للقزحية ولاسيما في السمكة الاولى وتعد المظهر الاكثر وضوحا للقزحية في الجزء الخارجي منها ولم تظهر خلايا حاملة للميلانين مرافقة لهذه الخلايا في السمكة الاولى ولكن خلايا ميلانية ظهرت في هذه الطبقة عند قاعدة وقمة القزحية في السمكة الثانية (الشكلان 6 ، 8) .

يغطي السطح الخارجي للقزحية باتجاه الغرفة الامامية نسيج ظهاري يتكون من 2-3 طبقات عند قاعدة الجزء الحر للقزحية ويصبح طبقة واحدة باتجاه القمة قرب فتحة البؤبؤ وفي القمة تلتقي بها الخلايا الميلانية الملتفة في السمكة الاولى واما في السمكة الثانية وتنحرف هذه الخلايا عند القمة وتنغمد الى الداخل لتلاقي الخلايا الحاملة للميلانين (الاشكال 2 ، 4 ، 6) .

العصب البصري والقرص البصري (The optic nerve & optic disk)

اظهر المقطع السهمي الذي يمر في منتصف كرة العين وجود اختلاف في القرص البصري والعصب البصري من الناحية التركيبية في اسماك الدراسة الحالية ففي السمكة الاولى يكون القرص البصري املسا نوعا ما من الجهة الداخلية ويتكون من حزمة واحدة كبيرة من الياف الخلايا العقدية يتخللها وعاء دموي وخلايا دبقية ولم يلاحظ وجود حزيمات صغيرة من الالياف في طبقة الالياف العصبية قرب القرص البصري . ويوجد بروزان جانبيان مدببان حال خروج العصب البصري من منطقة المشيمية وبعد خروج العصب البصري من كرة العين مباشرة تحدث فيه طيات متراصة متعددة تقل بالسمك كلما اتجهت باتجاه الدماغ وتكون حافات هذه الطيات الخارجية داكنة الصبغة . وتبدو منطقة القرص البصري واسعة . اما في السمكة الثانية فقد لوحظ ان الياف الخلايا العقدية قبل دخولها الى منطقة القرص البصري تكون حزيمات متعددة تفصلها خلايا دبقية ومجموعة من الخلايا العقدية المهاجرة وعند اتحاد هذه الحزم تنطوي بطيات قليلة لتكون عدة حليمات بصرية في منطقة القرص البصري الذي يحتوي على انخفاض في المنطقة المركزية توجد فيه مجموعة من الخلايا الدبقية واوعية دموية شعرية وتخرج الطيات بشكل شريط ضيق مستقيم نوعا ما وحال خروجه من منطقة الشبكية يتضخم ثم ينطوي بطيات قليلة وواسعة وتبدو منطقة القرص البصري اضيق من نظيرتها في السمكة الاولى (الشكلان 13 ، 18) .

المنافشة :

تكون لشكل العين اهمية في الابصار اذ ان اغلب الاسماك العظمية يكون شكل العين فيها شبه كروي كما في الدراسة الحالية (2) .

القرنية :

تكون القرنية في الاسماك العظمية وكذلك في الحيوانات المائية الاخرى اسمك بعدة مرات عند حافتها عما هي في مركزها (17) ان تركيب القرنية في النوعين من اسماك الدراسة الحالية يكون متشابها نوعا ما من ناحية التصميم العام مع وجود عدد من الفروق الخاصة بكل نوع .

يوجد في الجزء المحيطي من القرنية (حافة القرنية) الرباط الحلقي في النوعين ويختلف في التصميم العام وكذلك في السعة والحجم ووجدت الخلايا المخاطية في الجزأين المحيطي والمركزي في السمكة الاولى (السنك) في النسيج الظهاري للقرنية الذي يختلف سمكه بين النوعين . كما ان عدد طبقات النسيج الظهاري اقل في السمكة الاولى مما هو في السمكة الثانية . وعدد طبقات الياف السداة في السمكة الاولى اكبر من عددها في السمكة الثانية في القرنية المركزية .

ان النسيج الطلائي هو استمرار لبشرة الجلد وتكون الخلايا السطحية خاضعة للاستبدال باستمرار ويحل محلها خلايا جديدة ، قد يختلف عدد الطبقات الخلوية في السمك بين الانواع المختلفة كما في الدراسة الحالية ويؤدي النسيج الظهاري وظيفة التبادل الدائمي للايونات بين القرنية والمحيطين الخارجي والداخلي .

ان وجود غشاء بومان هو حالة شائعة في عدد من الفقريات المائية والفقريات البرية ومن ضمنها الانسان ولكنه عرف بشكل سائد وغالب في الحيوانات المائية ، وقد يكون ذلك تكيفا مع المحيط المائي وقد يكون جزءا من الحاجز القرني لايونات الصوديوم وحركة الماء (32) .

تنشأ صفائح الالياف الغراوية للسداة من الخلايا المولدة للالياف (الخلايا القيراتينية) التي وجدت في اسماك الدراسة الحالية . ان الوجود الدائم من عدمه لهذه الخلايا يعتمد على الحاجة الى اصلاح القرنية بعد الجروح او الضرر والى زيادة شفافية القرنية . ان سمك السداة قد يختلف كما في الدراسة الحالية وغالبا ما يكون ذلك تكيفا مع تقوية القرنية ضد التشوه والضغوط (2) .

ان وجود غشاء دسمت المتاخم للنسيج الظهاري الاندوثيلي حالة شائعة في الاسماك العظمية ما عدا عددا من الاستثناءات ، اذ لايوجد في سمكة قوس قزح البنية Brown trout

(33) ويكون غشاء دسمت رقيقا في سمكة الـ Sandlance كما في الدراسة الحالية (3) وفي السمكة السلمندرية (9) . وهذا يختلف حسب الضغط الذي تتعرض له السمكة .

ان اول اكتشاف للخلايا المخاطية (الكاسية) في الحيوانات الفكية كان في السمكة السلمندرية *Lepidogalaxais salamandroids* ، وتؤدي دور افراز مخاط كثيف للحماية وبهذا فانه يمنع الجفاف كما اكتشفت الخلايا الكاسية في اللافكيات مثل سمكة *Eptatretus stouti* وفي السمكة العظمية *Corythoichthyes paxtoni* .

ان وجود الخلايا المخاطية في سمكة السنك في الدراسة الحالية وعدم وجودها في سمكة لخ انكورة قد يعزى الى ان السمكة الاولى تكون سطحية وقد يمنع وجود هذه الخلايا الجفاف اما السمكة الثانية فتكون قاعية المعيشة بين الصخور فلا تحتاج الى وجود هذه الخلايا

ان الرباط الحلقي الذي وجد في الدراسة الحالية لوحظ في عدد قليل من الاسماك العظمية مثل : السمكة الذهبية *Carassius auratus* وسمكة *Salmo trutta* (12) والسمكة *Lepidogalaxais salamandroids* (9) . كما لوحظ وجود اوعية شعرية دموية في الرباط الحلقي لسمكة *Preiophthalmus* Sp. التي لم تلاحظ في الدراسة الحالية .

ان الخلايا الميلانية في الرباط الحلقي في الدراسة الحالية وجدت كذلك في سمكة *Gadus Sp* . واوضح (2) ان وظيفة الرباط الحلقي غير معروفة ورأى انه قد يؤدي الى انكسار الضوء فضلا عن انه يعد تركيبا ساندا للقرنية وكما يعد مصدرا للطاقة وهذا ما قد يكون في الدراسة الحالية .

العدسة :

لوحظ ان شكل العدسة كروي في النوعين من اسماك الدراسة الحالية وتحاط كل منهما بمحفظة من مادة متجانسة وتليها الى الداخل الخلايا الظهارية التي تتحور وتفقد عضياتها وتكون بشكل الياف متطاولة تدعى الالياف العدسية التي تتعشق مع بعضها مكونة الخطوط الدرزية وقد وجد اختلاف في الحجم اذ يكون قطر العدسة في السمكة الثانية اكبر مما هو عليه في المسكة الاولى ، ان تركيب عدسة الاسماك اوجد تدرجا في انكسار الضوء أي ان الضوء ينكسر عدة انكسارات داخل العدسة ولا ينحصر الانكسار عند السطح فقط (34) . ان هذا النوع من العدسات يتمتع بمستوى عال لتصحيح الزيغ الكروي (4) ليعطي تركيزا حادا للضوء وبما ان الاسماك ليس لها عنق متحرك وان العدسة غير قابلة للتغير في الشكل كما في عين الانسان فان حجم العدسة وبعدها عن الشبكية يكونان عاملين حاسمين في تحديد نوعية التركيز او التحديق وحجم الحقل البصري (16).

ان كبر قطر العدسة في السمكة الثانية قد يعطي تركيزا عاليا للضوء وحقلا بـصريا واسعا ، اوسع من السمكة الاولى . ان عدم وضوح الاغشية في الالياف العدسية في المنطقـة اللبية قد وجد في عدد من الاسماك وكلما كانت الخلايا قريبة من لب العدسة كانت العـضيات السايتوبلازمية نادرة ويبدو ان الجزء المركزي للعدسة يحتوي حسب على كتلـة مـن مـادة حبيبية قد تترافق مع بروتينات عدسية مثل البلورات (35) .

ومن جانب اخر تكون العدسة الكروية الكبيرة مسؤولة عن تكبير الصورة واسـقاطها على الشبكية (16) . تتحرك العدسة "لوضع الصورة في حقل التركيز" الى الامـام والخلـف باستخدام العضلة القابضة للعدسة أي ان العدسة لا تتغير في الشكل كما في الانـسان (23) . ومن الجدير بالذكر ان الفقريات المائية لا تمتلك كلها عدسات كروية فقد وجـد فـي سـمكة Sandlance ان العدسة تكون مدببة من الخلف (3) وفي الاسماك من جنس Trichipterus تكون العدسة بيضوية (14) وكذلك في اسماك المياه العميقة مثل ثعبان المـاء والـسمكة ذات الاربع عيون وسمكة دودة الطين التي تكون العدسة فيهـا جميعـا غيـر كرويـة . ان هـذا الاختلاف يقود الى الذهاب الى ان شكل العدسة يعكس وجهات النظر عن النشوء والمتطلبات الوظيفية في الفقريات المائية كما يذهب الى ان العدسات غير الكروية هي صـفة الفقريـات البدائية اما في الاسماك العظمية فهي صفة تكيفية كما في السمكة ذات الاربع عيون (36) .

ووجدت العدسات المسطحة في عدد من الاسماك وهذا تكيف لحاجات بصرية خاصة او انه يعكس تطورا تاريخيا لشكل العدسة (18) .

المشيمية :

لوحظ في سمكتي الدراسة الحالية وجود عدة طبقات من الخلايـا الحاملـة للميلانـين تختلف كثافتها وعدد صفوفها من منطقة الى اخرى في المشيمية ، كما لوحظ وجـود طبقـة متواصلة مباشرة فوق الشبكية تدعى البساط النير في النوعين من الاسماك . يعد البساط النير جهازا بايولوجيا عاكسا للفوتونات الضوئية ويكون نموذجيا ومتعدد الطبقـات تتخللـه خلايـا حاملة للميلانين . ووجد البساط النير في عدد قليل من الاسماك ولاسيما التي تعيش في محيط معتم او لها نشاط ليلي .

تختلف المادة العاكسة الموجودة في البساط النير على نحو واسع في تركيبها الكيميائي من نوع الى اخر . فمن بين المواد العاكسة التي لوحظت فـي البـساط النيـر: الكـوانين ، والكوليسترول والسيستين والرايبوفلافين والبتريدين ودهون مختلفة وكل واحدة منها تمـتص الضوء او تعكسه عند طول موجي معين وقد لوحظ كذلك ان البساط النير يساعد على تضخيم الضوء الى مديات مفيدة وقد يكون البساط النير في هذين النوعين بلورات الكـوانين الابريـة

ويبدو ان تنظيمها يكون موازيا لسطح العين على نحو منتظم أي متعامدة مع المحور الطـولي للخلايا المستقبلة للضوء وهذا ما وجد في عدد من الاسماك العظمية (37) . ونظـرا لوجـود عدد من الخلايا الميلانية حول البساط النير فقد يعد هذا البساط من النوع المخفي الذي وجـد في عدد من الاسماك (21) .

اما وجود البساط النير غير المختفي في المشيمية فيبدو انه ينحصر في الاسماك التـي تعيش في محيط ذي اضاءة خافتة . ان وجود الخلايا الميلانية التي تغطي البساط النير يمكـن ان يجعل الحبيبات الميلانية تهاجر بين الخلايا العاكسة وفوقها في اثناء عملية الاضاءة وترجع الى مكانها الاصيل في الظلام لكي يتعرض البساط النير للظلام (38) .

ان وجود الخلايا الميلانية في المشيمية عامة يؤدي الى امتـصاص الـضوء الزائـد والضوء المتبعثر مما يعزز من حدة البصر اذ ان 25-30% من الضوء الداخل الـى العـين تمتصه الخلايا الميلانية ويزداد طيف الامتصاص لحبيبات الميلانين بانخفاض الطول الموجي وهي الموجات القصيرة التي تمتلك طاقة عالية وبهذا فانها تحافظ على الخلايا البصرية مـن الـضرر الـضوئي كمـا يظـن انهـا تقـوم بكـبح الجزيئـات الحـساسة للـضوء مثل الاوكسجين الاحادي وكذلك كبح الجذور الحـرة وهـذا مـا قـد يكـون فـي اسـماك الدراسة الحالية (23) .

ان ظاهرة لمعان العين تعود الى وجود البساط النير اذ يعمل هذا البساط علـى نحـو طبيعي عندما يكون مستوى الضوء واطئا ليجهز خلايا الشبكية الحساسة للضوء بفرصة ثانية لاقتناص هذا الضوء وتحفيز الخلايا المستقبلة للضوء وبناء على ذلك يعزز التحسس البصري (39 ، 40) . ان وجود البساط النير في السمكتين الحالتين قد يدل على ان السمكة الاولى لها نشاط ليلي ونهاري اما السمكة الثانية التي تعيش تحت الصخور فـان هـذا البـساط يعـزز التحسس البصري لها .

اما الطبقة الفضية التي وجدت في النوعين من الاسماك والتي تبطن غضاريف الصلبة أي الجزء الخارجي من المشيمية فقد وجدت في عدد من الاسماك العظمية (20) وهي طبقـة عاكسة تترتب فيها بلورات الكوانين بشكل طبقات او حامض اليوريك ان هذه الطبقة تعكـس كميات من الضوء الى الخلف باتجاه الخلايا البصرية لزيادة التحسس فـي ظـروف مـشابهة للبساط النير وقد تساعد هذه الطبقة حاملات الميلانين التي تمتص الضوء المبعثر وتعكسه الى الخلف على الطبقة الصباغية وقد اقترح ان الطبقة الفضية قد تعمل بوصها قناعا واقيـا يقـي العين من الضوء الخطير الذي ياتي من الخارج (20) وهذا ما قد يكون في سمكتي الدراسـة الحالية.

ان غياب البروزالمنجلي والالتحام الكامل للشق المشيمي يؤدي الى ظهـور مـشكلة التجهيز الغذائي للعدد الكبير من الخلايا في طبقة الخلايا العقدية والطبقة النووية الداخلية فـي هاتين السمكتين وقد حلت هذه المشكلة بظهور اوعية زجاجية وباعداد قليلة مبطنـة للـشبكية تسمى الاوعية الدموية الزجاجية فضلا عن ان عملية انتشار المـواد الغذائيـة مـن الخلـط الزجاجي لتجهيز المواد الايضية الى ما تبقى من الشبكية والعضلة القابضة للعدسة قد تجز من قبل الدورة الدموية في المشيمية . ان وجود الغدة المشيمية في سمكتي الدراسة الحالية حالـة مشابهة لما وجد في العديد من الاسماك العظمية التي تفتقد الى الاوعية الدموية الشعرية داخل الشبكية (25 ، 26) .

ان اهمية هذه الغدة تكمن في ضخها كمية عالية من الاوكسجين لتمكين الشبكية مـن القيام بالفعاليات الايضية وان كبر حجم الغدة المشيمية في السمكة الثانية يدل على ان الفعاليات الايضية في هذه السمكة اكبر مما هي عليه في السمكة الاولى (26) .

القزحية :

ان وجود الطبقة الفضية التي تعد طبقة عاكسة تحتوي على بلـورات الكـوانين فـي قزحية الاسماك العظمية حالة شائعة وغالبا ما تعرف الخلايا التي تحملها بالخلايـا الحاملـة للبلورات المقزحة Iridocyte ويكون مظهر الطبقة الفضية والبـساط النيـر فـي المـشيمية متشابهين الى حد بعيد وقد وجد الطبقة الفضية في 15 نوع من الاسماك العظمية (22) .

ان التراكيب القزحية التي وجدت في الدراسة الحالية مشابهة الى حد بعيد للعديد مـن نظيراتها في الاسماك العظمية (3،19،20) وان كثافة الطبقات الحاوية لبلورات الكوانين تـدل على قوة انعكاس هذه الطبقة كما في السمكة الاولى في هذه الدراسة (19) وان ظهور الخلايا الميلانية عند قاعدة هذه الطبقة وقمتها في السمكة الثانية في هذه الدراسة مشابه لما وجد فـي سمكة البعوض *Gambusia affinus* وسمكة *Pseudoimugil signifer* وتقوم هذه الخلايا بامتصاص الضوء المبعثر من الطبقة المقزحة (19، 20) كما ان انعدام وجود خلايا عـضلية في القزحية يدل على عدم حركة البؤبؤ في النوعين من الاسماك (26) .

العصب البصري :

ان راس العصب البصري يختلف في مختلف الفقريات وذلك لان عددا من الحيوانات مثل الاوليات تمتلك الصفيحة المثقبة في حين ان عددا اخر مثل الاسماك العظمية (موضـوع الدراسة الحالية) تفتقد اليها وقد شغل هذا الجزء بكتلة مرتفعة ومكثفة من الخلايا الدبقية التـي تساعد على تنظيم محاور الخلايا العقدية وعلى الرغم من ان هذا الاختلاف بين الانواع يقترح

ان البناء الخليوي لراس العصب البصري يجب ان يختلف كذلك في الاسماك العظمية فان هذا الجزء من الجهاز البصري نال قليلا من التحليل (27) وقد لوحظ وجود القرص البصري بشكل حليمة واحدة في السمكة الاولى موضوع الدراسة الحالية في العديد من الاسماك العظمية (3،41) ان حزيمات متعددة في السمكة الثانية في منطقة طبقة الالياف العصبية وجدت في عدد قليل من الاسماك مثلما وجدت عدة حليمات في منطقة القرص البصري ايضا وجدت في القليل من الاسماك كما في السمكة الثانية من هذه الدراسة . ان وظيفة واهمية هذا الترتيب فاهميته غير معروفتين على نحو واضح لكن نظريات عدة قد وجدت لتفسير وجود عدة حليمات ومن هذه النظريات اختزال حجم البقعة المظلمة الكبيرة الى بقع مظلمة متعددة مما يعمل على اختزال عملية تشويش الصورة ويعزز استلام المنبهات (42 ، 26 ، 43) .

ولوحظ انطواء العصب البصري بعد خروجه من شبكية العين في العديد من الاسماك وهذه الطيات تختلف في التراص وفي الابعاد حسب نوع السمكة كما لوحظ اختزال البقعة العمياء (القرص البصري) الملاحظ في السمكة الثانية في عدد من الاسماك وهذا يؤدي الى قلة تاثير البقعة العمياء وزيادة حدة البصر (25) .

المصـ ـ ـادر

1. Nilsson , O. (2002) . Animal Biology Series , Oxford University Press .
2. Collin , S.P. (1997) . Specialization's of the teleost visual system : adaptive diversity from shallow – water to deep – sea. Acta. Physiol. Scand . 38 : 5-24 .
3. Collin , H. B. and Collin , S.P. (1988) . The cornea of the sandlance , *Limnichthyes fasciatus* (Creeiidae) . Conea . 7 : 190-203.
4. Katzir , G. and Howland, H. C. (2003). Corneal Power and under water accommodation in great cormorants (Phalacro corx carbo sinen sis). J . Exp . Biol. 206 : 833-841.
5. Collin , S.P. ; Collin , H. B. and Ali , M.A. (1996). Ultrastracture and organization of the retina and Pigment epithelium in the Cutlips minnow *Exoglossum maxillingua* (Cyprinidae, Teleostei) . Histopathol. 11: 55-69.
6. Collin , S.P. and Potter . C. (2000) . The Ocular morphology of the southern Hemisphere Lamprey Mordacia mordax Richardson with special Reference to a single class of photoreceptor and a Retinal Tapetum .Brain . Behav. Evol. 55 : 120-138.
7. Collin , S.P. and Fritzsh, B. (1992). Observations on the shape of lens in the eye of the silver lampey , *Ichthyomyzon unicuspis* , LaJona , CA : 92093-0201, U.S.A.
8. Collin , H.B. and Collin , S.P. (1995). Ultrastructure and organization of the Cornea , lens and iris in the Pipefish, *Corythoichthyes paxtoni* (Syngnathidae , Teleostei). Histol. Histopathol. 10 : 313 –323.
9. Collin , H.B. and Collin , S.P. (1996) . The fine structure of the cornea of the Salamander fish , *Lepidogalaxiax salamandroides* (Lepidogalaxiidae , Teleostei). Cornea . 15 : 414-426.
10. Collin , S.P. and Collin , H.B. (1998) . The deep sea teleost Cornea : a Comparatire study of gadiform fishes . Histol . Histopathol. 13 : 325-336.
11. Walls , G.L. (1942) . The vertebrate eye and its adaptive radiation. Cranbrook Institute of Science Bulletin , London.
12. Tripathi , R.C. (1974). Comparative physiology and anatomy of the aqueous outflow pathway . In : The eye . Vol. 5. Comparative physiology . Davson H. and Graham L. T.Jr. (eds). Academic Press . New York . PP. 163-356.
13. Douglas , R. H. and Mcguigan , C.M. (1989). The spectral transmission of fresh water teleost ocular media . An interspecific comparison and a guide to potential ultraviolet sensitivity . Vision . Res. 29:871-879.

14. Munk , O. (1986) . Amultifocal lens in the eyes of the mesopelagic teleosts *Trachipterus trachypterus* (Gmelin.1489) and *T. arcticus* (Brünnich. 1771). Arch. Fisherei wiss. 37 : 43-57.
15. Pettigrew , J . D. ; Collin , S.P. ; and Fritsches , K . (2000) . Prey capture and accommodation in the Sandlance *Limnichthyes fasciatus* (Creediidae Teleostei) . J . Comp. Physiol . A. 186 : 247- 260 .
16. Sivak , J.G. (1990) . Optical variability of the fish lens . In the visual system of fish . Edited by R.H. Douglas and M.B.A. Djamgoz. Chapman and Hall , London . PP. 63-80.
17. Rodiek , R.W. (1973) . The vertebrate retina : principles of structure and function . WH Freemann and Co. U.S.A.
18. Munk , O. (1984) . Non-spherical lenses in the eyes of some deep- sea teleosts . Arch. Fishereiwiss . 34 : 145-153.
19. Lantzing , W.J.R. and Wright , R. G . (1981). The fine structure of the chromatophores and other non-sensory components of the eye of the blue eye *Pseudomugil signifer* (Atheriniformes) . J. Fish. Biol. 19: 269- 284.
20. Lantzing , W.J.R. and Wright , R.G. (1982). The ultrastructure of the eye of the mosquito – fish *Gambusia affinis* . Cell Thissue Res . 223 : 431-443.
21. Zyznar , E.S. and Ali, M.A. (1975). An interpretative study of the organization of the visual cells and tapetum lucidum of Stizostedion. Can .J. Zool. 53 : 180 – 196.
22. Somiya , H. (1980). Fishes with Eye shine Functional Morphology of Guanine type tapetum lucidum .Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 2 : 9-26.
23. Ollivier , F.J. ; Samuelson , D.A. ; Brooks, D.E. ; Lewis , P.A. ; Kallberg , M.E. and Komaromy , A. M. (2004). Comparative morphology of the tapetum lucidum (among selected species) . 7,1 : 11-22 .
24. Copeland , D.E. (1974) . The anatomy and fine structure of the eye of teleost. I. The choroidal body in *Fundulus grandis*. Exp. Eye Res. 18 : 547-561.
25. Kunz, Y.W. ; Nishuilleabhain , M. and Callagha E. (1985). The eye of the venomous marine teleost *Trachinus vipera* with special reference to the structure and ultra-structure of visual cells and pigment epithelium . Exp. Biol. 43:161-178.
26. Douglas , R.H. ; Collin , S.P. and Corrigan , J. (2002). The eyes of sucker mouth armoured catfish Loricariidae , subfamily (Hypostomus) : pupil response , Leuticular longitudinal spherical abberation and retinal topography. J. Exp. Biol. 205 : 3425-3433.

27. Wolburg, H. (1981). Axonal transport , degeneration and regeneration in the visual system of the goldfish. Adv. Anat. Embryol. Cell Biol. 67: 1-94.

28. الدهام ، نجم قمر (1977) . اسماك العراق والخليج العربي . منشورات مركز دراسات الخليج العربي . ج1 . كلية الزراعة ، جامعة الموصل ، العراق .

29. Yacob , A. (1978) .Ultrastructural studies on the visual cells in the retina of the teleost (*Poecilia reticulata*) (Peters). Ph. D. Thesis , Nat . Univ. Ireland.

30. المتيوتي ، علي اشكر عبد (1998) . دراسة في التركيب والتركيب الدقيق لشبكية عـين السمكة العظيمة (لخ دجلـة) *Noesmacheilus tigris* (Heckel) وتـاثير بعض الاشعاعات عليها . اطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة الموصل ، العراق .

31. عبد ، علي اشكر (1986) . نظام المستقبلات الضوئية فـي شـبكية سـمكة البعـوض *Gambusia affinis* . رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، جامعة الموصل.

32. Kuwabara, T. (1983). The eye . Inil. Weiss (ed.) Histology : Cell and Tissue Biology , Fifth edition , PP II 34-1176. Elsevier Biomedical , New York .

33. Collin , S.P. and Collin , H.B. (1993). The visual system of the Florida garfish, *Lepisosteus platyrhincus* (Ginglymodi). 11. Cornea and lens . Brain Behav . Evol.s42 : 98-115.

34. Fernald , R.D. (1990) . *Haplochromis burtoni* a case study In the visual system of fish , ed. R.H. Douglas and M.B.A. Djamgoz , pp. UU3. Chapman and Hall , London.

35. Sivak , J.G. and Luer , C.A. (1991). Optical development of the ocular lens of an elasmobranch, Raja elantria. Vision Res. 31 : 373-382.

36. Sivak, J.G. (1976). Optics of the eye of the Four – eyed fish , (*Anableps anableps*) . Vision Res . 16: 531 – 534.

37. Braekevelt , C.R. (1977) . Fine structure of the retinal pigment epithelium of the spectacled Caiman (*Caiman sclelops*). Acta. Anatomica . , 97 : 257-265.

38. Braekevelt , C.R. (1994) . Retinal pigment epithelial fine structure in the short tailed stingray (*Dasyatis brevicaudata*). Histol. Histopathol. 9:501-506.

39. Braekevelt, C.R. (1986). Retinal epithelial fine structure in the prey seal (*Halichoerus grypus*). Acta. Anal . , 127: 255-261.

40. Braekevelt, C.R. (1990) . Fine structure of the retinal photoreceptors of the domestic cat (Felis catus). Anat. Histol. Embryol. 19 : 67-76.

41. Walls , G.L. (1963) . The vertebrate eye and it's adaptive radiation . New York : Hafner publishing Co.
42. Dunn – Meynell , A.A. and Sharma , S.C. (1988) Visual system of the channe catfish (*Ictalurus punctatus*) : II. The morphology associated with the multiple optic papillae and retinal ganglion cell distribution . J. Comp. Neurol. 257 : 166 – 175.
42. Nag, T.C. and Sur, R.K. (1992) . Cones in the retina of the catfish , *Clarius batrachus* (L.) . J. Fish Biol. 40 :967-969.

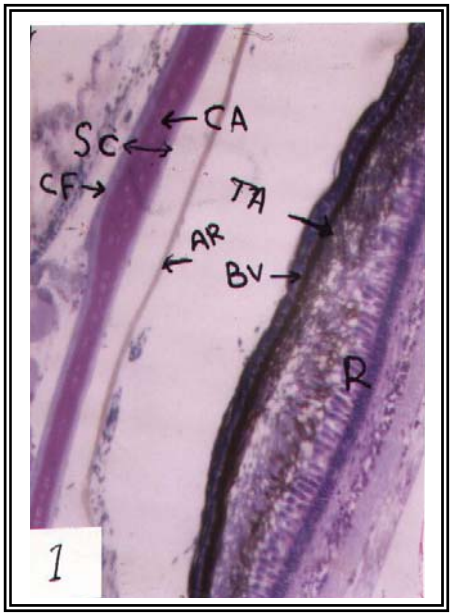
الشكل (1) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة *Noemacheilus angora* توضح طبقة الصلبة Sclera (SC) الغضاريف Cartilage (CA) الالياف الغراوية Collagen Fibres (CF) والطبقة الفضية في المشيمية Argentum layer (AR) والبساط النير Taptum lucidum (TA) والاوعية الدموية الشعرية في المشيمية Blood vessels (BV). (448X) .

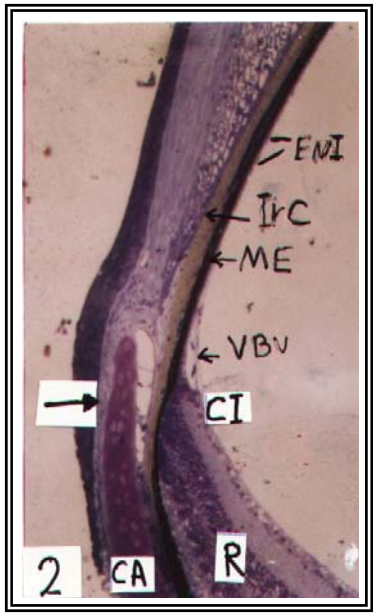
الشكل (2) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة في منطقة اتصال القزحية والقرنية بالشبكية والصلبة . لاحظ الغضروف (CA) والالياف الغراوية التي تمتد من الصلبة لتكون سداة القرنية (⟵) الشبكية Retina (R) وعاء دموي زجاجي Vitreal blood vessel(VBV) المنطقة الهدبية Ciliary region (CI) الخلايا الحاملة للميلانين Melanocyte (ME) (قادمة من الشبكية) والخلايا الحاملة للكوانين Iridophore cells (IRC) (قادمة من الطبقة الفضية) . لاحظ خلو الخلايا الداخلية للقزحية من الحبيبات Internal Iris cells (ENI). .(1120X).

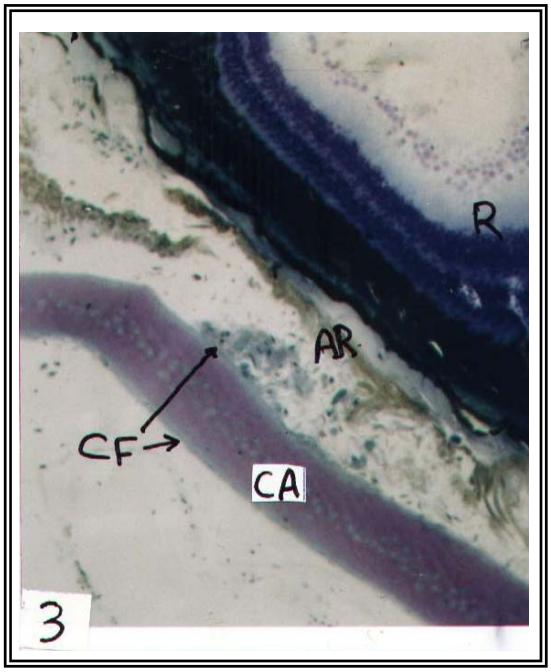
الشكل (3) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك *Chalcalburnus mossulensis* يوضح مكونات الصلبة (SC) الغضاريف (CA) الالياف الغراوية (CF). . (1120X)

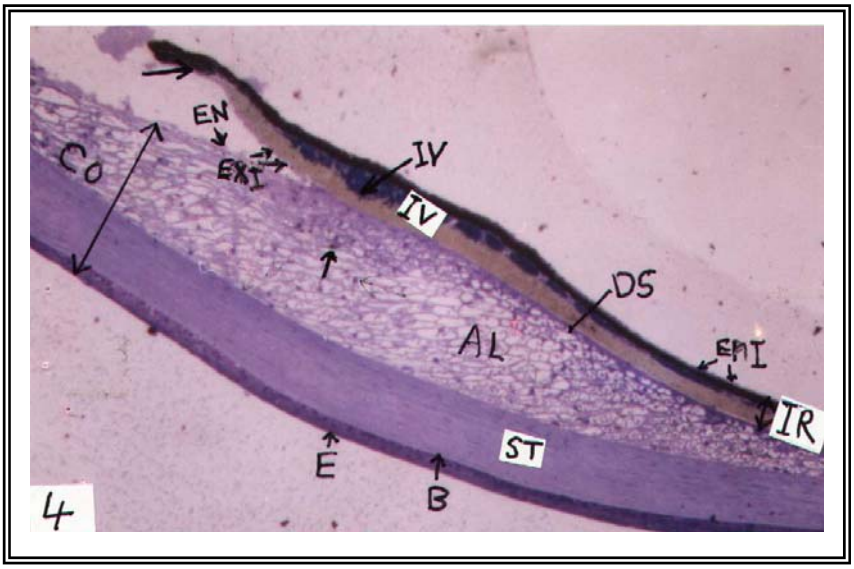
الشكل (4): صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في مقدمة كرة العين لسمكة السنك يوضح القرنية المحيطية البطنية Cornea (CO) والقزحية Iris (IR) . لاحظ الرباط الحلقي الذي يكون بشكل عدسة Annular ligament (AL) النسيج الظهاري للقرنية Epithelium (E) غشاء بومان Bowman's membrane (B) سداة القرنية Stroma (ST) غشاء دسمت Descemet's membrane (DS) النسيج الاندوثيلي المبطن للقرنية Endothelium (EN) لاحظ وجود خلايا ميلانية صغيرة متناثرة بين الخلايا المضلعة للرباط الحلقي (↑) والخلايا الميلانية للقزحية التي تنحرف لتغطي قمة القزحية (⟵) . اوعية شعرية دموية للقزحية Iris vessels (IV) للخلايا الداخلية للقزحية (ENI) ، الخلايا السطحية للقزحية External Iris cells (EXI). .(1120X).

الشكل (5) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض مكبر في مقدمة كرة العين لسمكة السنك في المنطقة المحيطية . لاحظ الخلايا المخاطية Mucous cells (MU) . (1120X) .


SC
CA
CF
TA
AR
BV
R
1


ENI
IrC
ME
VBV
CI
2
CA
R


R
AR
CF
CA
3


EN
Co
ERI
IV
IV
DS
AL
ENI
IR
ST
E
B
4

الشكل (6) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في مقدمة كرة العين لسمكة السنك يوضح القرنية المحيطية الظهرية والقزحية ، لاحظ ان الرباط الحلقي (AL) يكون بشكل وتدي وتتصل بالقزحية (⟵) ويكون غير متموج المنطقة الهدبية (CI) الخلايا الميلانية في القزحية (ME) والخلايا الحاملة للكوانين (IRC) خلو الخلايا الداخلية للقزحية من الحبيبات (ENI) الاوعية الدموية الشعرية للقزحية (IV) النهايات العصبية في القزحية Nerve endings (NE) والخلايا الخارجية للقزحية (EXI). (1120X).

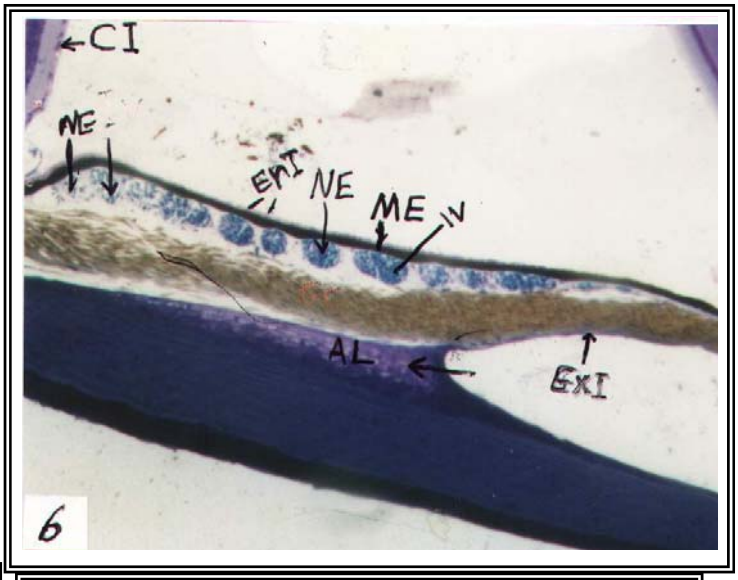
الشكل (7) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض مكبر في مقدمة كرة العين لسمكة لخ انكورة يوضح القرنية المحيطية والقزحية ، لاحظ الشكل الوتدي للرباط الحلقي (AL) . (448X).

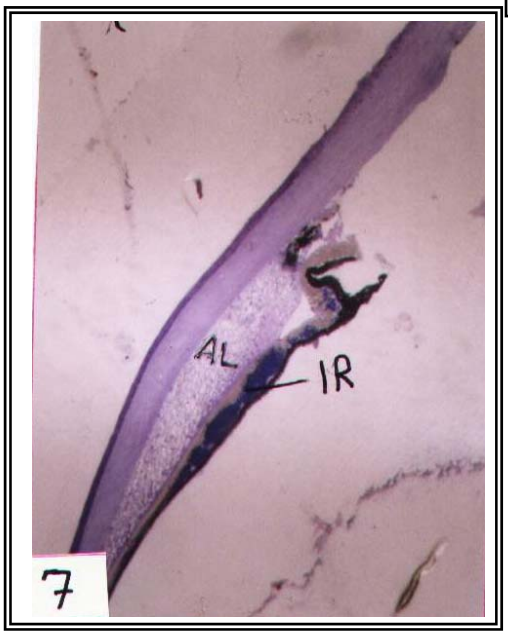
الشكل (8) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في مقدمة كرة العين لسمكة لخ انكورة يوضح القرنية المحيطية والقزحية ، لاحظ اتصال النسيج الظهاري للقرنية بالملتحمة (⟵) والمنطقة الهدبية (CI) . لاحظ ان الخلايا الميلانية لا تنحرف على قمة القزحية (ME) الاوعية الدموية الشعرية للقزحية (IV) النهايات العصبية في القزحية (NE) طبقة الخلايا الحاملة للكوانين الواسعة (IRC) .لاحظ وجود خلايا ميلانية في طبقة الخلايا الحاملة للكوانين (ME) . (1120X).

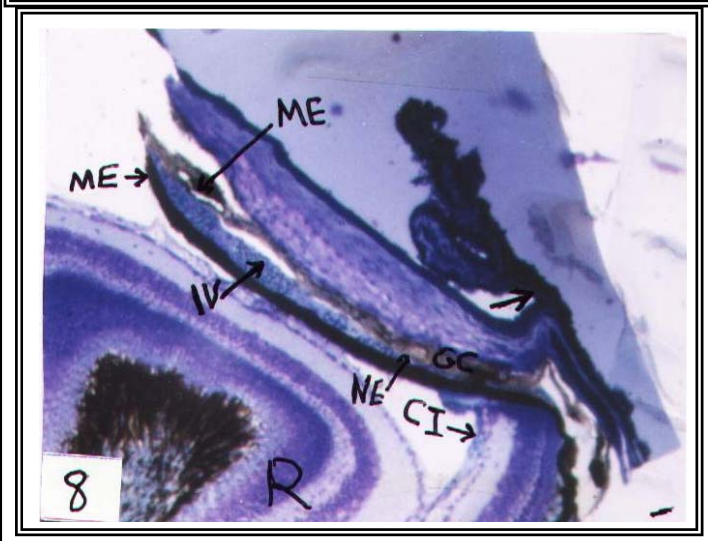
الشكل (9) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في مقدمة كرة العين لسمكة السنك توضح القرنية المركزية والقزحية ، لاحظ الخلايا المخاطية في النسيج الظهاري للقرنية وان سمك السداة اقل من سمك السداة في سمكة لخ انكورة الطبقة الظهارية السطحية (E) الخلايا المخاطية (MU) غشاء بومان (B) سداة القرنية (ST) غشاء دسمت (DS) والطبقة الاندوثيلية الداخلية (EN) .(1120X).

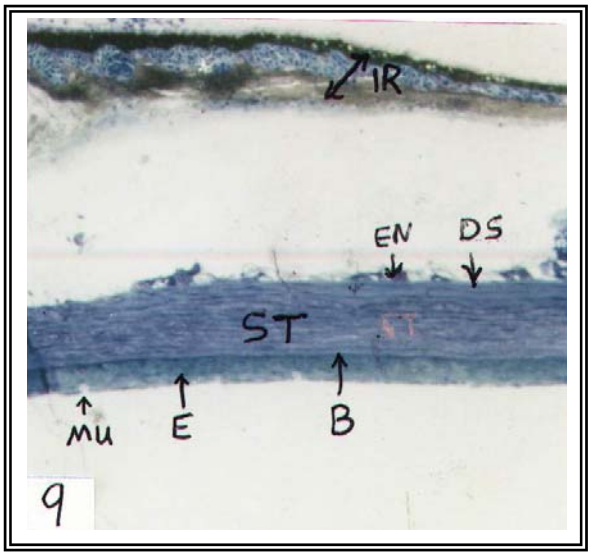
الشكل (10) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في مقدمة كرة العين لسمكة لخ انكورة ، لاحظ عدم وجود الخلايا المخاطية في النسيج الظهاري للقرنية . (1120X).

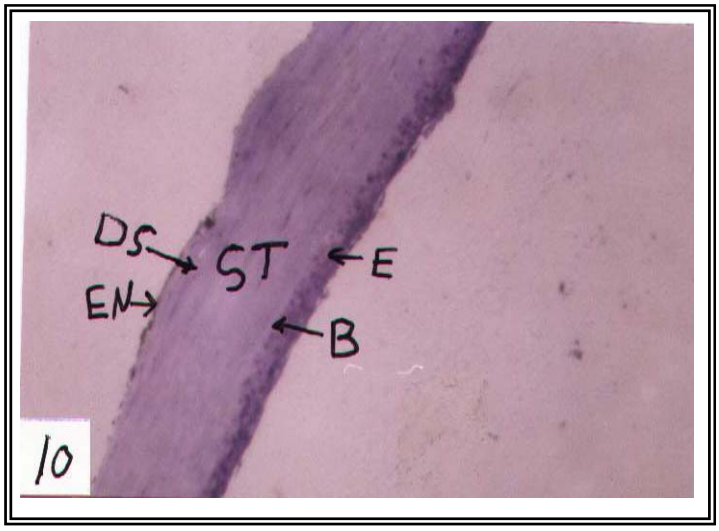

MU
5


CI
NE
EPI
NE
ME
IV
AL
EXI
6


AL
IR
7


ME
ME
IV
GC
NE
CI
8
R


IR
EN
DS
ST
MU
E
B
9


DS
ST
E
EN
B
10

الشكل (11) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في كرة العين لسمكة السنك توضح العدسة الكروية ، لاحظ شفافية المنطقة المحيطية ودكنة المنطقة المركزية . المحفظة Capsule (CA) ، النسيج الظهاري للعدسة (EP) . (448X).

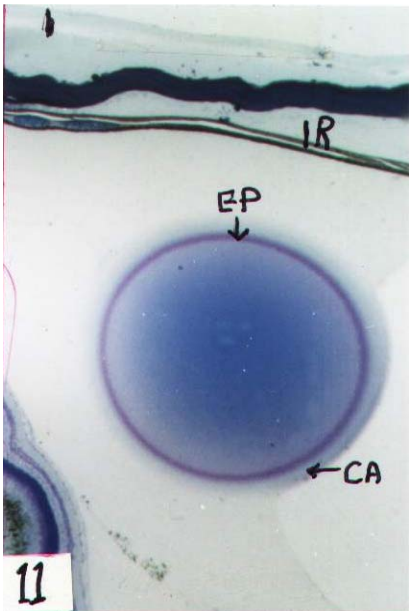
الشكل (12) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في كرة العين لسمكة لخ انكورة . لاحظ ان العدسة اكبر مما هي في سمكة السنك ولاحظ شفافية المنطقة المركزية ودكنة المنطقة المحيطية . (448X).

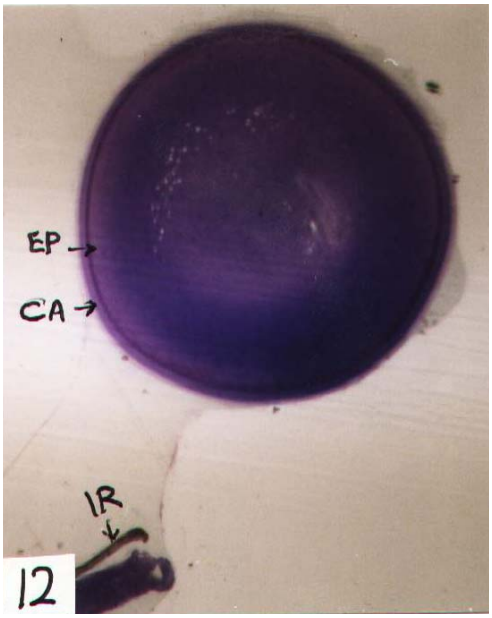
الشكل (13) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك يمر في المنطقة المركزية لكرة العين يوضح العصب البصري Optic nerve (ON) والقرص البصري Optic disk(OD) . لاحظ ان القرص البصري يتكون من حزمة واحدة ملساء في سطحها الداخلي ، مكونات المشيمية المركزية Choroid (CH) ، البساط النير (TA) ، طبقة واحدة من الخلايا الميلانية (ME) ، الغدة المشيمية Choroid gland (CHO) ، العدسة (LS) ، الشبكية (R) ، وعاء دموي Blood vessels (V) طيات العصب البصري Optic folds(OF) . (448X).

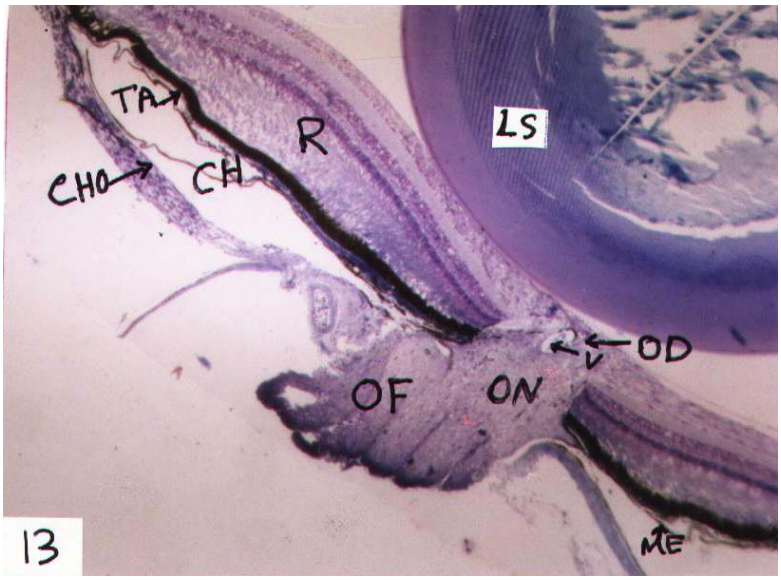
الشكل (14) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة يمر في المنطقة المركزية لكرة العين يوضح العصب البصري والقرص البصري ومكونات المشيمية المركزية . لاحظ البساط النير و 2-3 طبقات من الخلايا الميلانية (ME) ، العدسة والشبكية . (1120X).

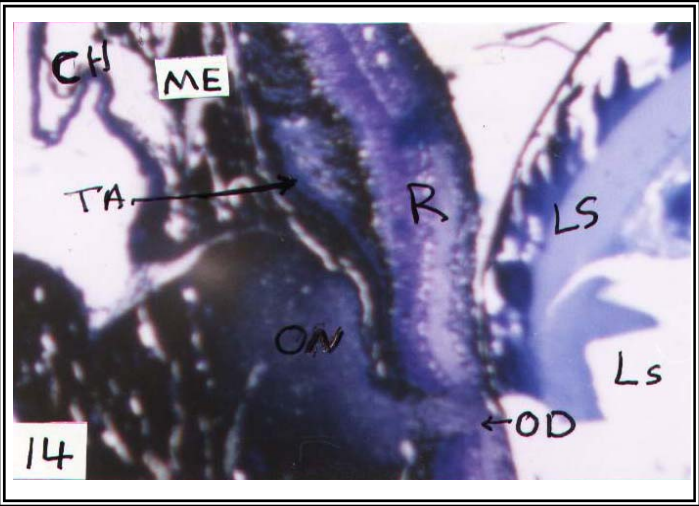
الشكل (15) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك توضح مكونات المشيمية على جانبي كرة العين ، لاحظ الطبقة الفضية (AR) وسمكها في المنطقة المحيطية ، الاوعية الشعرية الدموية (BV) البساط النير (TA) ، الخلايا الميلانية (ME)، الصلبة (SC) الشبكية (R) . (1120X).

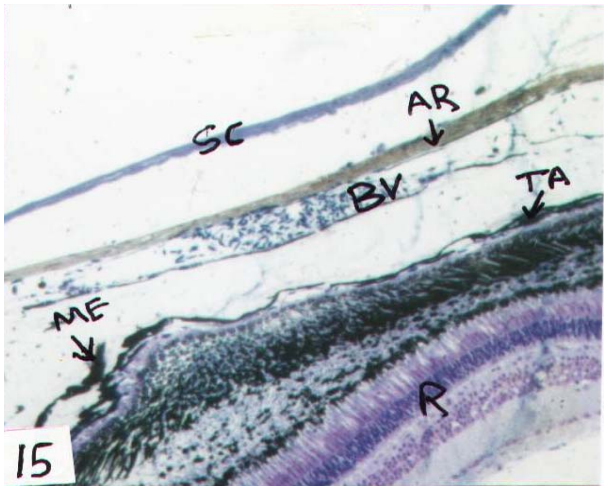
الشكل (16) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة . لاحظ الطبقة الفضية (AR) ونحافتها في المنطقة المحيطية ، الغدة المشيمية (CHO) ، طبقات الخلايا الميلانية (ME)، البساط النير (TA) الصلبة (SC) الشبكية (R) . (1120X).


IR
EP
CA
11


EP
CA
IR
12

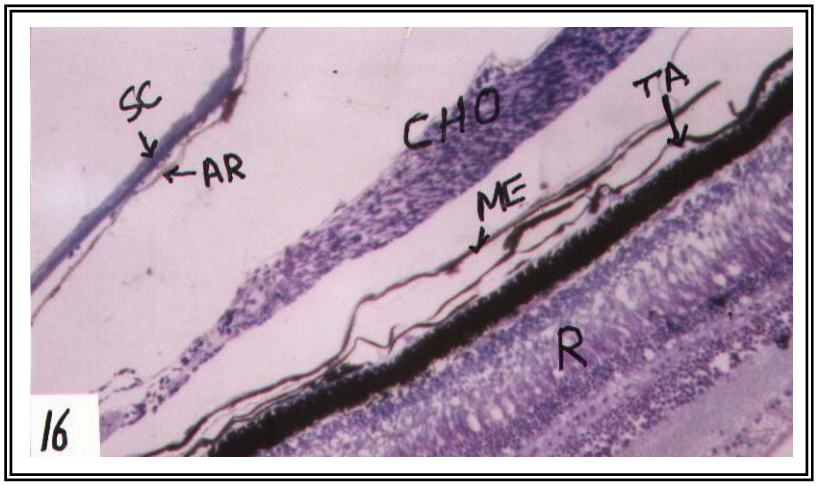

TA
R
LS
CHO
CH
OD
OF
ON
ME
13

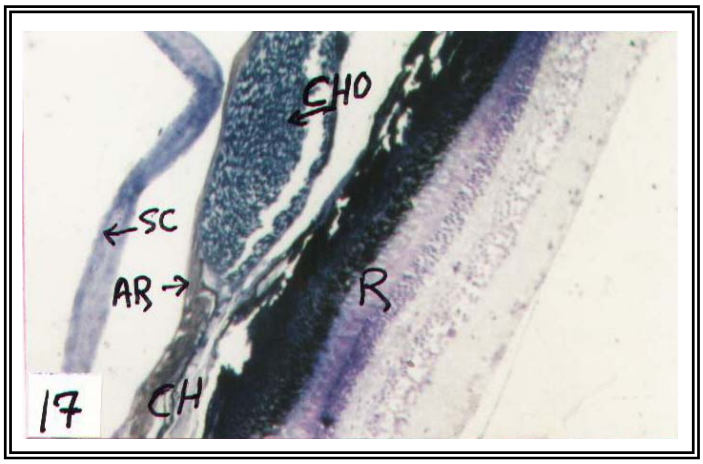

CH
ME
TA
R
LS
ON
Ls
OD
14

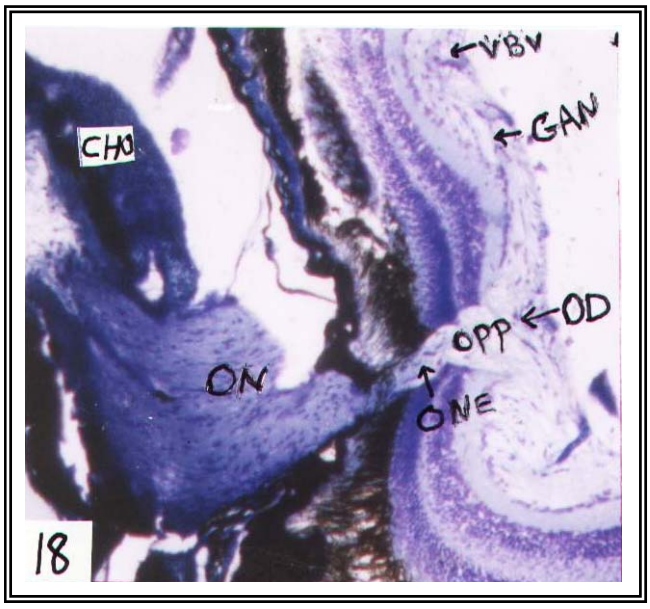

SC
AR
BV
TA
ME
R
15

الشكل (17) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في عين سمكة الـسنك توضـح الغـدة المشيمية (CHO) والطبقة الفضية (AR) لاحظ سمكها . (1120X).

الشكل (18) : صورة فوتوغرافية لمقطع مستعرض في مركز كرة العين لسمكة لخ انكورة . يوضح العصب البصري (ON) والقرص البصري (OD) . لاحظ ان الياف الخلايا العقديـة تكون حزيمات متعددة Ganglion cells (GAN) ولاحظ تكوين عـدة حليمـات بـصرية Optic papilla(OPP) في منطقة القرص البصري وخروج العصب البصري بشكل شريط ضيق (ONE) وانعدام الطبقة الفضية في المشيمية المركزية . الغـدة المـشيمية (CHO) ، وعاء دموي زجاجي (VBV). (1120X).


SC
AR
CHO
TA
ME
R
16


CHO
SC
AR
R
17
CH


VBV
GAN
CHO
OPP
OD
ON
ONE
18