

دراسة تشريحية ونسجية مقارنة لتطور عدسة العين في نوعين من
الأسماك طرفية التعظم البيوضة الولودة

Xiphophorus maculatus و *Gambusia affinis*

سيماء سامي صالح المدرس

قسم العلوم / كلية التربية الأساسية

جامعة الموصل

هاني مال الله حمودي

قسم علوم الحياة / كلية التربية

جامعة الموصل

القبول

٢٠١١ / ٠٣ / ٠٢

الاستلام

٢٠١١ / ٠١ / ١٢

ABSTRACT

This study was conducted to explore the comparative development of the eye lens in two species of ovoviviparous teleost fish. The first fish was *Gambusia affinis* while the second was *Xiphophorus maculatus*.

The results showed that the lens development starts at early stages of development. In both species. The first signal of lens genesis appears at the 2nd stage of development, which is seen as spherical solid lens placode in the 1st fish while in the 2nd fish as irregularly outlined and the radius is less than that of the 1st fish. At the 3rd stage the beginning of primary lens fibers synthesis appears at the center of the lens placode in the 1st fish, while in the 2nd one doesn't appear. On the other hand the genesis of the primary fibers appeared in a parallel pattern in the 2nd fish at the 4th stage. At the 5th stage the initiation of lens capsule was shown at the periphery in the 1st fish and secondary lens fibers primordium appeared in 2nd fish. At the 6th stage the following features are seen: progression of primary and secondary lens fibers, straight sutures between the lens fibers in the 1st fish, and the completion of central lens fibers which appeared parallel with straight sutures, as well as thin of lens capsule in the 2nd fish. At the 7th stage in the 1st fish, the spaces between the lens fibers reduced, the Y shaped suture appeared, while in the 2nd fish, the peripheral lens fibers and their lucident spaces were clear and some of it appeared elongated while the other are circled.

On the other hand the primary and secondary lens fibers (straight and circled), the lens epithelium, the lens sutures in the 2nd fish were completed. The 8th stage considered as the final stage of lens development in both species. The lens componens vary some what between the two adult species. In the adult 1st fish the lens was spherical in shape and its components represented as the capsule, subcapsular epithelium and concentric lens fibers, while in the 2nd adult fish the lens was ovoid in shape, the radius is less that of the 1st fish. The complete differentiation of the primary components were completed at the 9th stage of development in the 2nd fish.

الخلاصة

شملت الدراسة الحالية تناول الصفات التشريحية والنسجية المقارنة لتطور عدسة العين في نوعين من الاسماك العظمية البيوضة الولودة، وهي *Gambusia affinis* (السمكة الاولى)، *Xiphophorus maculatus* (السمكة الثانية). أوضحت النتائج بدء عملية الانماء الجنيني للعدسة في مرحلة مبكرة من التطور في النوعين. وظهرت الإشارة الأولى لتكوين العدسة في المرحلة الثانية من التطور بظهور القرص العدسي بشكل كروي غير مجوف في (السمكة الأولى)، في حين ظهر بحدود غير منتظمة وبقطر اقل في السمكة الثانية. وفي المرحلة الثالثة لوحظ ظهور بداية تكوين الالياف العدسية الاولية في مركز القرص العدسي في السمكة الاولى، ولم يتضح ظهورها في السمكة الثانية خلال هذه المرحلة. كما بدت علامات تكوين الالياف العدسية الثانوية فوق الالياف العدسية الاولية في السمكة الاولى، وبدء تكوين الالياف العدسية الاولية بشكل متوازية في السمكة الثانية خلال المرحلة الرابعة. كما اظهرت النتائج علامات تكوين محفظة العدسة بصورة محيطية في السمكة الاولى، وبداية معالم تكوين الالياف العدسية الثانوية في السمكة الثانية في المرحلة الخامسة. في حين لوحظ تقدم تكوين الالياف العدسية الاولية والثانوية، وظهور الدروز المستقيمة بين الالياف الثانوية في السمكة الاولى، والى اكمال تكوين الالياف العدسية المركزية وظهورها بشكل متوازي مكونة ما يسمى بالدروز المستقيمة ونحافة محفظة العدسة في السمكة الثانية خلال المرحلة السادسة. اما في المرحلة السابعة لوحظ اختزال المسافة بين حزم الالياف العدسية لتكون الدروز بشكل يشبه الحرف "Y" في السمكة الاولى، والى تكوين الالياف العدسية المحيطية واتضح المسافات الشفافة بينها وبصورة واسعة، فضلاً عن ظهور بعضها بشكل متناول والبعض الآخر بشكل دوائر في السمكة الثانية. واتضح تكوين الالياف العدسية الاولية والثانوية، وكذلك ظاهرة العدسة، وظهور الدروز التي تربط الالياف العدسية بشكل كامل، اذ يبدو بعضها بشكل الياف مستقيمة والبعض الاخر بشكل دوائر شفافة في السمكة الثانية. واعدت المرحلة الثامنة نهاية

التطور لعدستي العين في كلا السمكتين من خلال ظهور المكونات الكاملة للعدسة لكليهما وبصورة متباينة. كما ظهر شكل العدسة كروياً مع اكتمال مكوناتها إلى ثلاثة طبقات، محفظة العدسة، وطبقة الخلايا الظهارية تحت المحفظة، وطبقات عدة من الألياف العدسية مرتبة بشكل دوائر متحدة المركز في سمكة البعوض البالغة، في حين ظهرت عدسة السمكة الثانية البالغة بيضوية الشكل اقل قطر مما هو عليه في السمكة الأولى، وقد ظهرت مكونات العدسة الأساسية واضحة في المرحلة التاسعة بعد اكتمال التطور.

المقدمة Introduction

تعد السمكتان العظمتان البلاتي *Xiphophorus maculatus* (platy) وسمكة البعوض *Gambusia affinis*، من الاسماك البيوضة الولودة *Ovoviviparous*، اذ تنتمي كلاهما الى عائلة الكمبوزيا *Poeciliidae* والتي تعود الى رتبة البطريرخ الثانوية *Cyprinodontoidei* (1). تربي سمكة البعوض لاغراض صحية وذلك بتغذيتها على يرقات الحشرات الضارة، في حين تربي سمكة *X. maculatus* في الاحواض الصناعية لاغراض الزينة (2). لون جسم سمكة البعوض *G. affinis* رمادي زيتوني من الاعلى وفضي لامع من الاسفل، في حين يكون لون جسم سمكة *X. maculatus* احمر باهت من الاعلى وذهبي لامع من الاسفل، وتوطن كلا السمكتان في المناطق الجنوبية لامريكا الشمالية، والمكسيك والارجنتين، وفرنسا وايطاليا واستراليا، فضلاً عن قدرتهما على تحمل التغيرات البيئية (3). الاخصاب في هذه الاسماك داخلياً، وتجري عملية الانماء الجنيني داخل المبيض، وتخرج اليرقات بعملية تشبه الولادة من الفتحة التناسلية للسمكة الانثى الحامل (1). وتختلف مدة الحمل في كلا النوعين *X. maculatus* من (4-6) اسابيع و *G. affinis* من (5-8) اسابيع (4).

تعد العدسة في الاسماك جسماً بلورياً غير مرناً تتكون من بروتين وماء، ويطلق على البروتين بالبلورين *Crystallin*. تناول الباحثون دراسة عدسة العين في الاسماك العظمية البيوضة والولودة من الناحية التشريحية والنسجية والتطور الجنيني ومجالات بحثية متعددة (5،6،7). ويبدأ تطور عدسة العين بطبقة مفردة من الخلايا الظهارية، والتي تظهر بشكل حويصلة كروية، وكلما تقدم التطور قدماً تتم اضافة الياف عدسية جديدة على المحيط باتجاهات قطرية متعاكسة، وتلتقي هذه الالياف لتكون خطوطاً هندسية يطلق عليها الدروز *Sutures*، او الالتصاقات المتداخلة، وتتكون هذه الدروز اما بشكل خطوط مستقيمة او نقطية او بشكل الحرف Y كما في سمكة الحفر *Asipenser favlescens* (8). ويختلف شكل العدسة في الاسماك العظمية بعضها كروية الشكل، واخرى بيضوية الشكل، وبعضها مسطحة

ومستدقة من الجهة الخلفية، فضلاً عن اختلافها في الحجم (١٢، ١١، ١٠، ٩). وبعد المسح الشامل للإصدارات العلمية وشبكة المعلومات الدولية، ولعدم وجود دراسة تناولت تطور عدسة العين كدراسة مقارنة لكلا النوعين من الأسماك قيد الدراسة، تم إجراء البحث الحالي والذي يسهم بإضافة جديدة في الحقل المعرفي لتطور الجهاز البصري في الأسماك العظمية الولودة، ولاسيما بان عدسة العين تساهم في تعزيز وفهم آلية الابصار من خلال تركيز الضوء بقوة على شبكية العين لاسماك الدراسة الحالية.

المواد وطرائق العمل

جمعت سمكة البعوض *G. affinis* من منطقة الرشيدية شمال غرب مدينة الموصل، وجلبت سمكة البلاتي *X. maculatus* من محلات بيع اسماك الزينة، ونقلت الى المختبر ووضعت في احواض التربية المجهزة بمضخات تهوية، ومنظم للحرارة، وثبتت درجة الحرارة بمعدل 24 ± 1 م، وغذيت بغذاء الاسماك التجاري، وتركزت لغرض التكيف مع ظروف المختبر. وكانت الدورة الضوئية ١٢ ساعة ضوء و١٢ ساعة ظلام. استخرجت اناث كلا السمكتان الحبلية في موسم التكاثر في فصل الربيع من احواض التربية وش رحت باتباع طريقة Billt and Wild (١٣)، وتم ازالة المبيض من تجويف الجسم تحت مجهر التشريح واستخرجت الاجنة المبكرة وثبتت بمحاليل التثبيت مباشرة. اما الاجنة المتأخرة فقد تم قطع الرأس وتثبيته بالمثبتات مباشرة وأجريت عمليات تثبيت وطمر النماذج وقطع وصبغ المقاطع النسجية حسب الطريقة التي اتبعها كل من Yacob (14) والمتيوتي (١٥) اذ ثبتت العينات في مثبت اولي من مادة الكلوترالديهيد *GluterAldehyde* بنسبة ٢% من محلول دارى الفوسفات *Phosphate* (0.075) buffer مدة ساعة، و ثم في مثبت تالي يتكون من ١% رابع اوكسيد الازوروميوم *Osumium tetroxide* في دارى الفوسفات مدة ساعة ونصف الى ساعتين وتمت عملية الانكاز بوساطة الكحول الايثيلي واوكسيد البروبيلين، وطمرت في مزيج من الايبون (*Epon-* 812) وعملت مقاطع رقيقة يتراوح سمكها (١-٢) مايكروميتر بوساطة جهاز المشراح الفوقي من نوع *LKB Ultratom-2088*، وصبغت بصبغة ازرق التولودين، ثم حملت الشرائح بمادة *D.P.X* وفحصت بالمجهر الضوئي المركب من نوع *LEITZ-SM-LUX*، المزود بألة تصوير. وتم تحديد المراحل الجنينية المختلفة لتطور العدسة اعتماداً على التقسيم الذي اعتمده المدرس (١٧)، بالاعتماد على التركيب التشريحي والنسجي للاجنة وقياس اطوالها، الى تسعة مراحل اوضحت التسلسل التصاعدي لتطور العدسة في السمكتين قيد الدراسة. اما القياسات فقد اجريت وفق ما ذكره *Hickman* وجماعته (١٦) اذ تم قياس اطوال الاجنة وقطر العدسة في كل مرحلة.

النتائج The Results

- اظهرت نتائج الدراسة الحالية ان تطور عدسة العين في كلا السمكتين *Gambusia affinis* (السمكة الاولى) و *Xiphophorus maculatus* (السمكة الثانية) يبدأ في مرحلة مبكرة من تطور العين، وقد تم تحديد المراحل الجنينية المختلفة لتطور العدسة في كلا السمكتين وكالاتي:
- ١ - المرحلة الأولى : في جنين سمكة البعوض (السمكة الاولى) بطول ١.٣-١.٥ ملم . و جنين سمكة الزينة (السمكة الثانية) بطول ١.٣-١.٥ ملم، لم يظهر الفحص النسجي الى وجود بدءا العدسة في هذه المرحلة بالذات.
 - ٢ - المرحلة الثانية : جنين السمكة الأولى بطول يتراوح بين ١.٩-٢.١ ملم . اظهر الفحص النسجي ظهور القرص العدسي بشكل كروي غ ير مجوف من منطقة الجلد المقابلة للقدح البصري قطره ٦٣.٠ مايكروميتر، وهو عبارة عن كتلة من الخلايا تشبه المدمج الخلوي منغمدة باتجاه الكأس البصري، تظهر فيه بعض الانويات خاضعة لعملية الموت المبرمج اذ تكون داكنة واصغر حجما، وتحاط من الخارج بطبقة ظهارية تبدو مغزلية الشكل (لاحظ الصورة رقم ١). في حين في جنين السمكة الثانية بطول يتراوح بين ١.٧-٢.١ ملم، ظهر القرص العدسي ويحدود غير منتظمة قطره حوالي ٥٤.٥ مايكروميتر، وظهرت مكوناته الخلوية اكثر عددا مما هو عليه في السمكة الاولى، ويبدو ان الخلايا الظهارية في محيط القرص العدسي ارق مما هو عليه في السمكة الاولى (لاحظ الصورة رقم ٢).
 - ٣ - المرحلة الثالثة : في جنين السمكة الاولى بطول يتراوح بين ٢.٥-٣.٢ ملم . الى بدأ نزول القرص العدسي قطره ٦٩.٤ مايكروميتر، الى العمق داخل القدح البصري مبتعدا عن الاجزاء السطحية لمكونات العين ، فضلا عن ظهور ب داية تكوين الالياف العدسية الاولى في مركز القرص العدسي ، اذ تبدو انويات الخلايا المكونة للالياف في طورها للموت المبرمج، اذ تكون صغيرة داكنة غير منتظمة الشكل . ومن ناحية اخرى لوحظت الخلايا المحيطية ظهارية مكعبة لوقوع انويتها في مركز الخلية (لاحظ الصورة رقم ٣). في حين ظهر في الجنين بطول يتراوح بين ٢.٣-٣.٠ ملم للسمكة الثانية، ابتعاد القرص العدسي الذي بلغ قطره ٥٨ مايكروميتر، عن طبقة الاديم الظاهر والمكونات الامامية للعين، ولم يلاحظ علامات تكوين الالياف العدسية كما في السمكة الاولى . وقد اظهرت النتائج ظهور محيط لا خلوي حول خلايا القرص العدسي قد يشير الى بداية تكوين محفظة العدسة *Lens capsule* (لاحظ الصورة رقم ٤).
 - ٤ - المرحلة الرابعة : ظهر في جنين السمكة الاولى عند طول يتراوح بين ٣.٤-٤.٠ ملم . ازدياد قطر العدسة في هذه المرحلة الى ٩٢.٤ مايكروميتر، وتقدم تكوين الالياف المركزية للعدسة، اذ تبدو الخلايا المكونة لهذه الالياف قد نبذت جميع

العضيات، واصبحت بشكل الياف تتخللها فجوات، وتظهر الالياف بشكل طولي والبعض الاخر يكون شبه دائري اي ملتف . كما بدت علامات تكوين الالياف العدسية الثانوية فوق الالياف العدسية الاولية في الجزئين الامامي و لمحيطي من القرص العدسي . ومن الملفت للنظر ان الخلايا الظهارية المكعبة المحيطة قد تضاعفت الى عدة صفوف وخاصة في الاجزاء الجانبية والخلفية، بينما يكون تضاعفها قليلا في بعض اجزاء القسم الامامي وبعض الاجزاء المحيطة (لاحظ الصورة رقم ٥). بينما في جنين السمكة الث انية بطول يتراوح بين ٣.٢-٤.٠ ملم، ظهر ازدياد قطر القرص العدسي ليصل ٦٣.٨ مايكروميتر، وبدء تكوين الالياف العدسية الاولية في مركز القرص العدسي فقط بشكل الياف متوازية فاقدة للعضيات ومتراصة، ولازال محيط القرص العدسي مكون من مادة غير خلوية داكنة . ومن الملفت للنظر لوجود انبعاث في محيط القرص العدسي في احد الجوانب (لاحظ الصورة رقم ٦).

٥ - المرحلة الخامسة : ظهر في جنين السمكة الاولى بطول يتراوح بين ٤.٢-٥.٣ ملم . الى ظهور العدسة بقطر ١٠٥.٠ مايكروميتر، وتقدم تكوين الالياف العدسية الاولية والثانوية واختزال عدد صفوف الخلايا الظهارية المحيطة للقرص العدسي كما اظهره المقطع المار في الجزء المحيطي من القرص العدسي . و ظهرت علامات تكوين محفظة العدسة بشكل حلقة محيطة تتكون من مادة متجانسة (لاحظ الصورة رقم ٧). اما في جنين السمكة الثانية بطول يتراوح بين ٤.١-٥.١ ملم، ازداد حجم العدسة وبلغ قطرها ٨٤.٢ مايكروميتر، وتقدم تكوين الالياف العدسية الاولية، وازداد معالم تكوين الالياف العدسية الثانوية . ومن جانب آخر ظهرت محفظة العدسة انحف مما هو عليه في المرحلة السابقة، والخلايا الظهارية المحيطة كبيرة وانوياتها متباعدة، ويبدو بعضها كأنما خضع لعملية الهوت المبرمج، اذ ظهرت بلون داكن (لاحظ الصورة رقم ٨).

٦ - المرحلة السادسة : اظهر الفحص النسجي لجنين السمكة الاولى بطول يتراوح بين ٥.٦-٦.٨ ملم . الى ازدياد قطر عدسة العين ليصل الى حوالي ١٤٧.٠ مايكروميتر، وقد اوضح المقطع المار في مركز العدسة تقدم تكوين الالياف العدسية الاولية والثانوية وظهرت الالياف الاولية داكنة تفصل بينها مسافات شفافة في بعض المناطق . اما الالياف الثانوية ظهرت اقل دكنة ومنتظمة ومتراصة اذ تفصل بينها ما يسمى بالدروز المستقيم Straight suture ويكون النوعان بشكل دوائر متحدة المركز . كما ظهر اختزال الخلايا ا لظهارية

- المحيطية وكبير حجمها وخاصة في المنطقة الامامية المحيطية . (لاحظ الصورة رقم ٩). في حين ان جنين السمكة الثانية بطول يتراوح بين ٥.٣-٦.٥ ملم، لوحظ توسع في قطر العدسة الى ١٠٠.٨ مايكروميتر، وقد اوضح المقطع المار في الجزء المحيطي للعدسة اكتمال تكوين الالياف ا لعدسية المركزية وظهورها بشكل متوازي متعشقة مع بعضها مكونة ما يسمى بالدروز المستقيمة . كما لوحظ تقدم تكوين الالياف العدسية الثانوية ولكن اقل مما هو عليه في السمكة الاولى في نفس المرحلة، اذ لازالت الالياف متباعدة عن بعضها وغير مكتملة . ومن جانب آخر ازدادت نحافة محفظة العدسة خلال هذه المرحلة. (لاحظ الصورة رقم ١٠).
- ٧ - المرحلة السابعة : اظهر الفحص النسجي لجنين السمكة الاولى بطول يتراوح بين ٧.٠-٨.٢ ملم . وقد بلغ قطر العدسة ١٧٦.٤ مايكروميتر . اوضح المقطع المار في الجزء المحيطي للعدسة شبه اكتمال للالياف العدسية المحيطية وتبدو المسافات بين حزم الالياف العدسية قد اختزلت، وارتبطت هذه الحزم لتكون الدروز بما يشبه الحرف "Y" في بعض المناطق هذا من جانب، ومن جانب اخر تضاعفت الخلايا المحيطية وخاصة عند خط الاستواء مما يدل على ان منطقة النمو للالياف العدسية تبدأ في هذا الجزء . كما لوحظ ات ضاح محفظة العدسة اكثر مما هو عليه في المرحلة السابقة (لاحظ الصورة رقم ١١). في حين اظهر الفحص النسجي لجنين السمكة الثانية بطول يتراوح بين ٦.٥-٧.٥ ملم، وبلوغ العدسة بقطر ١١٣.٤ مايكروميتر، اذ وضح المقطع المار في مركز العدسة اكتمال تكوين الالياف العدسية الاولى ف ي مركز العدسة وظهرت داكنة اللون، وبشكل دوائر متحدة المركز قسم منها متباعد بمسافات عن بعضها البعض واقل دكنة من الالياف في نواة العدسة . كما ظهر بدء اكتمال الالياف العدسية المحيطية، في حين لوحظت المسافات الشفافة بينها تكون واسعة وظهر قسم منها بصورة متطاولة وا لقسم الآخر بشكل دوائر . ومن الجدير بالذكر ان هذا التصميم ظهر متاخرا عما هو عليه في السمكة الاولى، فضلا عن ازدياد نحافة المحفظة في هذه المرحلة. (لاحظ الصورة رقم ١٢).
- ٨ - المرحلة الثامنة : اظهر الفحص النسجي لجنين السمكة الأولى بطول يتراوح بين ٨.٤-٩.٢ ملم . الى ازدياد قطر العدسة حوالي ٢٣١.٠ مايكروميتر، وقد وضح المقطع المار في الجزء المحيط القريب من المركز، اكتمال تكوين الالياف العدسية الاولى والثانوية، كما اكتمل تكوين ظهارة العدسة بشكل صف من الخلايا الظهارية تحيطها المحفظة النحيفة، كما ظهرت الدروز التي تربط الالياف

المحيطة بصورة مستقيمة .(لاحظ الصورة رقم ١٣). اما في جنين السمكة الثانية بطول يتراوح بين ٧.٦-٨.٤ ملم، ظهر ازدياد حجم العدسة ليصل قطرها حوالي ١٨٩.٢ مايكروميتر، واكتمال الالياف العدسية المركزية وبدأت الدروز التي تربط بينها بشكل مستقيم في نواة العدسة وكذلك بالجزء المحيط بالنواة . بينما لازالت الالياف العدسية المحيطة غير ناضجة بشكل كامل، اذ يبدو بعضها بشكل الياف مستقيمة والبعض الآخر بشكل دوائر شفافة، ويظهر التحول واضحا في جميع مكونات العدسة (لاحظ الصورة رقم ١٤). ونظرا لظهور كافة مكونات عدسة العين خلال هذه المرحلة لكلا السمكتين وبصورة متباينة فقد انتهت دراسة مراحل تطور عدسة العين عند هذه المرحلة لجنين السمكتين الاولى والثانية.

٩ - المرحلة التاسعة : اظهر الفحص النسجي لسمكة البعوض البالغة خلال هذه المرحلة بطول ٩.٥ ملم . الى ظهور العدسة كروية الشكل اذ يصل قطرها حوالي ٣٩٤.٠ مايكروميتر، وتبدو اكبر مما هو عليه في السمكة الثانية وتشغل ثلثي تجويف كرة العين، فضلا عن اكتمال مكوناتها الثلاث طبقات : محفظة العدسة ، وطبقة من الخلايا الظهارية تحت المحفظة، وطبقات عدة من الالياف العدسية مرتبة بشكل دوائر متحدة المركز، كما ظهر مركز العدسة اكثر شفافية من الأجزاء الأخرى (لاحظ الصورة رقم ١٥). وفي سمكة البلاتي البالغة بطول ٩.١ ملم ظهرت العدسة بيضوية الشكل وقطرها يصل الى ٢١٨.٤ مايكروميتر، اقل مما هو عليه في السمكة الأولى ووضوح محفظة العدسة والخلايا تحت المحفظة والياف العدسة ، فضلا عن تمايز مكوناتها الأساسية ويكون محيطها اكثر شفافية من مركزها (لاحظ الصورة رقم ١٦).

المناقشة Discussion

لقد اوضحت نتائج الدراسة الحالية ان تطور عدسة العين في كلا السمكتين (الأولى) G. *affinis*، (والثانية) *X. maculatus* يبدأ في مرحلة مبكرة من تطور العين : حيث عدت المرحلة الاولى لجنين السمكة الاولى وجنين السمكة الثانية بطول ١.٣-١.٥ ملم، الى عدم اتضاح بدء العدسة وهذه النتائج تتفق مع ملاحظته Sivak (6). اما المرحلة الثانية من تطور عدسة العين لجنين السمكة الاولى . فقد اوضحت النتائج ظهور القرص العدسي بشكل كروي، وبشكل كتلة صلبة من خلايا منعمدة باتجاه الكوب البصري وقسم من انويتها كما لو كانت خاضعة لعملية الموت المبرمج للخلايا وهذه النتائج تتفق مع ملاحظته Kally&Link (١٨). في حين ظهر في جنين السمكة الثانية ، اتضاح القرص

العدسي اصغر من السمكة الاولى بقليل فضلا عن ظهور مكوناته الخلوية حيث تبدو اكثر عدداً والخلايا الظهارية في محيط القرص العدسي بصورة رقيقة، وكذلك وضوح الالياف العدسية وهذه النتائج تتفق مع ملاحظه الباحثون Jacob و Sivak و Collin&Collin (٢٠،٢١،١٩).

اما المرحلة الثالثة لجنين السمكة الاولى ، فقد اظهر الى بداية ظهور وتكوين الالياف العدسية الاولى في مركز القرص العدسي وهذه النتائج تتفق مع ما لاحظته Kally&Link (١٨). في حين لم يلاحظ تكوين الالياف العدسية في السمكة الثانية ، قد يشير الى بداية تكوين محفظة العدسة بسبب ظهور منطقة محيط لاخلوي حول القرص العدسي وهذه النتائج مشابهة لما لاحظته الباحثان Collin&Collin (٢٢).

اما المرحلة الرابعة من تطور عدسة العين لجنين السمكة الاولى ، فقد لوحظ ازدياد قطر العدسة عن المرحلة السابقة فضلا عن تقدم تكوين الالياف المركزية للعدسة وبداية تكوين الالياف العدسية الثانوية ، وتضاعف الخلايا الظهارية لتنظم في عدة صفوف وهذا يتفق مع ما لاحظته Walls&Judd (٢٣). في حين اظهرت النتائج لجنين السمكة الثانية ، الى بدء تكوين الالياف العدسية الاولى في مركز القرص العدسي ، ولوحظ أيضاً ولأول مرة انبعاج في محيط القرص العدسي مشابهة لما لاحظته الباحثون Kally&Link و Sivak (٢٤،١٨).

اما المرحلة الخامسة لتطور عدسة العين لجنين السمكة الاولى ، فقد ظهرت العدسة ، وتبدو اكبر مما هو عليه بالمرحلة السابقة، فضلا عن تقدم تكوين الالياف الثانوية والاولية، واتضح محفظة العدسة على هيئة حلقة مؤلفة من مادة متجانسة وهذه النتائج تتفق مع ما لاحظته الباحثان Collin&Collin (٢٥) بلق محفظة العدسة تتألف من خلايا مرتبة مركزياً وقل كثافة، ولاتتفق مع Collin & Collin (٢٢) اذ لاحظنا ان محفظة العدسة تتألف من خلايا مرتبة مركزياً وقل كثافة . اما بالنسبة لجنين السمكة الثانية ، فقد ظهر قطر العدسة اكبر من المرحلة السابقة وتبدو محفظة العدسة انحف قلي لا، فضلا عن خضوع الخلايا لعملية الموت المبرمج اذ ظهرت بلون داكن وهذه الملاحظات مشابهة لما اشار اليه الباحثون Ring وجماعته (٢٦).

اما المرحلة السادسة لجنين السمكة الاولى ، فقد اظهرت النتائج عدم انتظام الالياف العدسية الاولى والثانوية وتفصل بينها ما يعرف بالدرز المستقيمة وهذه النتيجة تشابه لما لاحظته Sivak و Collin (٢٧،٢٠) في اغلب الاسماك العظمية . اما في جنين السمكة الثانية ، فقد اكتمل تكون الالياف العدسية المركزية بشكل واضح مشابه لما لاحظته الباحث Sivak (٢٤). اما المرحلة السابعة لتطور عدسة العين لجنين السمكة الاولى ، فقد لوحظ كبر قطر العدسة، وظهور المسافات بين حزم الالياف العدسية قد اختزلت وارتبطت لتكوين الدرز بما يشبه الحرف "Y" وهذه النتيجة تتفق لما لاحظته الخليفة (٢٨). اما جنين السمكة الثانية ، فقد اوضح

الفحص النسجي الى اتخاذ الالياف العدسية لوناً داكناً وظهورها بشكل دوائر متحدة المركز، وازدياد في نحافة المحفظة وهذا مشابه لما لاحظته Sivak (٩).

اما المرحلة الثامنة من تطور عدسة العين لجنين السمكة الأولى، فقد أوضح الفحص النسجي إلى زيادة قطر العدسة واكتمال تكوين الألياف وهذه النتيجة تتفق مع ما لاحظته Jacob (١٩) فضلا عن ظهور الدروز المستقيمة والنقطية بشكل واضح ، ان مثل هذه الدروز لوحظت في اغلب الاسماك العظمية Douglas & Mcguigan (٢٩). في حين اظهر الفحص لجنين السمكة الثانية، الى زيادة حجم عدسة العين بالرغم من عدم اكتمال الالياف العدسية، ولم تلاحظ حبيبات صباغية في عدسة النوعين السابقين مما يشير الى عدم تعرض هذه الاسماك الى الضوء الساطع وهذا يتفق مع Collin & Collin (٣٠).

اما المرحلة التاسعة اظهر الفحص النسجي لسمكة البعوض البالغة ، الى كبر قطر عدسة العين وتبدو اكبر من السمكة الثانية ، وان كبر قطرها يشير الى اعطاء تركيز اعلى للضوء وحقلا بصري اوسع مقارنة مع السمكة الثانية وهذه النتيجة تتفق مع ما اشار اليه الباحثان Sivak & Luer (٣١)، وظهور عدسة العين بشكل كروي واضح حيث ان الشكل الكروي للعدسة صفة شائعة في الاسماك للتعويض عن القدرة الانكسارية للقرنية تحت الماء وهذه النتيجة مشابهة مع ما اشار اليه الباحثان Collin & Collin (٢٥)، فضلا عن ظهور مكونات العدسة بشكل واضح مطابق لما لاحظته Kally & Link (١٨) عند دراستهما سمكة الزرد Zebra fish.

في حين اوضحت النتائج للسمكة البالغة الثانية ، الى كبر قطر العدسة ولكنها اصغر قطرا مقارنة مع السمكة الاولى واتخاذ العدسة شكلا بيضويا واضحا، وهذه النتيجة تتفق مع ما اشار اليه Sivak (٩) في السمكة ذات الاربع عيون، Collin وجماعته (٣٢) في سمكة اللامبري. ان هذا الشكل البيضوي للعدسة يشير الى ان عيون هذا النوع من الاسماك تكون ملائمة بصريا لتركز الضوء على منطقة الشبكية، وهذه الملاحظة لا تتفق مع ما لاحظته Collin & Fritzch (٣٣) اذ اشارا الى ان الصفات البصرية للعدسة البيضوية ربما تكون غير موحدة. في حين ان هذه العدسات يعتقد ان دورها غير معروف لجعلها العين اقل تكيفا من الناحية البصرية لتجعل لتركيز الضوء المتوازي على المستقبلات الضوئية Collin & Collin (25). ومما تقدم يمكن ان نستنتج ظهور اختلاف في شكل الدروز وحجم وشكل العدسة والذي يعكس وجهات النظر عن النشوء والمتطلبات الوظيفية في الفقريات المائية وهي صفة تكيفية في الاسماك العظمية، فضلا ان مكونات عدسة الاسماك تخلق انكسارات تدرجية تمكن العين من تصحيح الزيغا ن الكروي وتزيد من قوة التكبير Katzir & Howland (٣٤).

المصادر

- 1) Chambers, J. The cyprinodontiform gonopodium with an atlas of the Gonopodia of the fishes of the *geneus limia*. J. fish. Biol., (1987). 30:389-418.
- 2) Kinnberg, K.; Korsard, B. Effects of nonylphenol and 17 beta-estradiol on Vitellogenin synthesis and testis morphology In male platyfish *Xiphophorus maculatus*. J. Exp. Biol., (2000). 203:171-181.
- 3) Wheeler, A. The word encyclopedia of fishes. Macdonald co., London.
- 4) Tsonis, A. P. How to build and rebuild a lens. Anat. (2006) 209, pp433-437.
- 5) Mc Avoy -Jw; chamberlain -CG; de -Iongh -Rn, Hales -AM; Lovicn -FJ. Lens development. Depart. of anatomy, johnmca@anatomy.Eye. (1999). 13(pt3b): 37-425.
- 6) Sivak, J.G. Through the lens clearly: phylogeny and development. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., (2004). 45:740-744.
- 7) Kroger, B.H; Campbell, M.C., Fernald, R.D. The development of the crystalline lens is sensitive to visual input in the African cichlid fish, *Haplochromis burtoni*. Vision Res, (2001). 41(5): 59-549.
- 8) Bansteev, V.; Moran, K. L.; Dixon, D. G.; Trevithick, J. R and Sivak, J. G. Optical properties, mitochondria and sutures of lenses of Fishes: A comparative study of nine species. can. J. Zool. (2004). 82:86-93.
- 9) Sivak, J. C. Optics of the eye of the four eyed fish *Anableps anableps*. Vision. Res., (1976).16:531-534.
- 10) Graham, J. B. Aerial vision in Amphibious fishes. Fanna, zoolog. Mag., (1972). 3:14-23.
- 11) Munk, O. A multifocal lens in the eye of mesopelagic teleost *Trachipetrus trachipetrus* (Braunnic 1771). Arch.Fi3herei Wiss., (1986).37:43-57.
- 12) Pettigrew, J. D; Collin, S. P. and Fritsches, K. Prey capture and accommodation in the Sandlance *Limnichthyes fasciatus* (Reedhdae, Teleostei), J. Comp. physiol. A.186:247-260.
- 13) Billett, F. S. and Wild, A. E. Practical studies of animal development. ed. Chapman and Hall, London. (1975). 25pp.

- 14) Yacob, A. Ultrastructural, studies on the visual cells in the retina of the teleost *Poecilia reticulatus* (peters) Ph. D. Thesis, Nat. Univ. Ireland. (1978).
- 15) المتوتوي، علي اشكر عبد. دراسة التركيب والتركيب الدقيق لشبكية عين السمكة العظمية لـخ دجلة *Noemacheilus tigris* (Heckel) وتأثير بعض الإشعاعات عليها. رسالة دكتوراه، كلية التربية، جامعة الموصل. (١٩٩٨).
- 16) Hickman, C. P.; Hikman, F. M. and Kabsul. Laboratory studies in integrated Principles of zoology. 9th ed, WCB/McGraw-Hill, pp9-14. (1997).
- 17) المدرس، سيماء سامي . دراسة مقارنة عن تطور شبكية العين في نوعين من الاسماك العظمية البيوضة الولودة *Gambusia affinis* و *Xiphophorus maculatus*. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة الموصل. (٢٠٠٣).
- 18) Kally, A. S.; Link, A. B. Morphogenesis of the anterior segment in the zebrafish Eye. BME. Developmental Biology. (2005). 5:12
- 19) Jacob, G. S. Through the lens clearly :phylogeny and development. visionRes,. Ophthal.(2004). 45:740-747.
- 20) Sivak, J. C. Optical variability of the fish lens in: The visual system of fish. eds. RiH. Douglas and M. B. A. Djamgoz chapman and Hall, London, (1990). pp.63-80.
- 21) Collin, H.B and Collin, H.B. The Foveal photoreceptor mosaic in the Pipfish, *Corythoichthys paxtoni* (syngathidae, Teleostei) Histol. Histopathol.(1999) 14:369-382.
- 22) Collin, H.B. and Collin, S.P. Ultrastructure and organization of the Cornea, lens and iris in the pipfish *Corythoichthys paxtoni* (syngathidae, Teleostei). Histol. Histopathol. (1995) 10:313-323.
- 23) Walls, G. L., and Judd, H. D. The Intraocular color filters of vertebrates Br. J. ophthalmology (1933)17:641-675.
- 24) Sivak, J.C. Accomodation of invertebrates: acontemporay survey. in: J.A.Z. adunaisky & H. Pavson (eds.,). current topics in eye. Res. volum e3, Academic press, New York. pp.(1980)281- 330.
- 25) Collin, S.P. and Collin, H.B. The morphology of the retina and lens Of sandlance, *Limnchthyes fasciatus* (creeiidae) Exp. Biol (1988) 47:209-212.

- 26) Ring-Bz; Cordes-sp; overbeek-PA; Barsh-GS. Regulation of mouse lens fiber cell development and differentiation by the maf gene. *Development*. (2000)127(2): 17-307.
- 27) Collin, S.P. Specialization of the teleost visual system: adaptive diversity from shallow-water to deep-sea. *Acta. Physiol. Sci.* (1997) 161:524.
- ٢٨) الخليفة ، اخلاص خليفة حامد . دراسة تشريحية ونسجية مقارنة لتخصصات الجهاز البصري في ثلاثة أنواع من اسماك المياه العذبة العظمية ، رسالة ماجستير ، كلية التربية، جامعة الموصل - العراق.(٢٠٠٧).
- 29) Douglas, R. H. and Mcguigan, C. M. The spectral transmission of fresh water teleost ocular media: An interspecific comparison and guide to potential ultraviolet sensitivity. *Vis-Res.*, (1989) 29:817-879.
- 30) Collin, S. P. and Collin, H. B. System of the florida garfish, *Lepisosteus Platyihincus* (Ginglymodi) II. cornea and lens. *Brain, Behav. Evol.* 42,98-115.
- 31) Sivak, J. G. and Luer, C. A. Optical development of the ocular lens of an elasmobranch, *Raja elantria*. *Vision. Res.*, (1991)31:373-382.
- 32) Collin, S. P; Potter, Lane, C. and Breakevelt, C. R. The ocular morphology Of the southern hemisphere Lamprey *Geotria australis* grey, with special refrence to optical specialization. *Evol. Brain.*, (1999) 54:96 -118.
- 33) Collin. S. P.; Fritzch, B. Observation on the shape of the lens in the eye of the silver lamprey, *Ichthyomyzon unicuspis*. *Can. J. Zool.* (1993) 71:34-41.
- 34) Katzir, G; Howland, H. C. Corneal power and underwater accommodation in great Cormorants *Phalacrocarax carbosinensis*. *J. Experim. Biol.*, (2003) 206: 833-841.

صورة (١): مقطع في القرص العدسي لسمكة البعوض *Gambusia affinis* (الأولى) بطول ١.٩-٢.١ ملم، لاحظ القرص العدسي بشكل كروي غير مجوف (L D)، وظهور الخلايا الظهارية (LE) مغزلية الشكل. 4X.

صورة (٢): مقطع في القرص العدسي لسمكة البلاتي *Xiphophorus maculatus* (الثانية)، بطول ١.٧-٢.١ ملم، لاحظ القرص العدسي LD غير منتظم الشكل، وظهور الخلايا الظهارية في محيط القرص العدسي ارق مما هو عليه في السمكة الاولى (السهم). ١٠x.

صورة (٣): مقطع في عدسة العين للسمكة الاولى ٢.٥-٣.٢ ملم، لاحظ نزول القرص العدسي LD الى داخل الكوب البصري OC، وظهور بداية الالياف العنسية الاولى (LF) في مركز القرص العدسي (السهم). 4X.

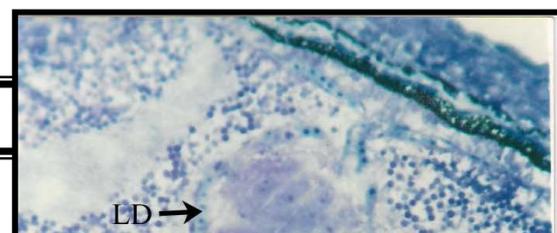
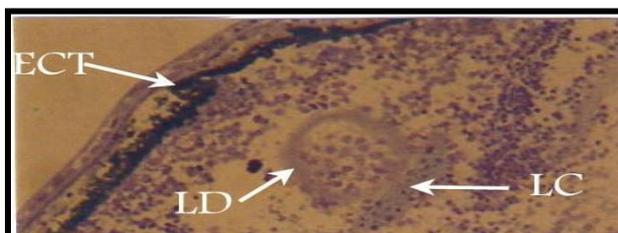
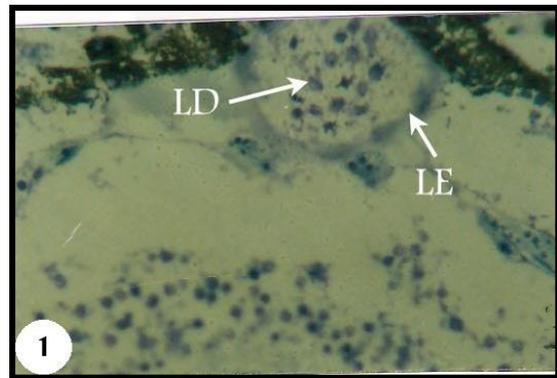
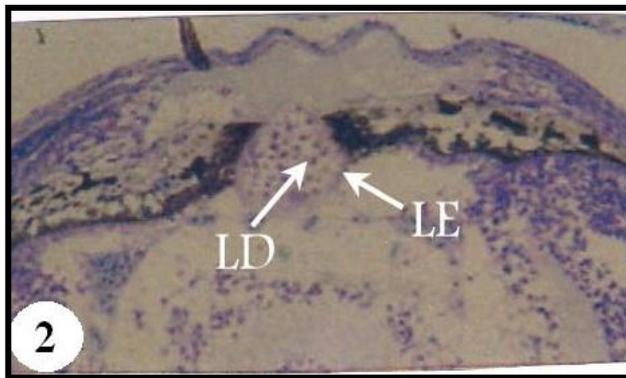
صورة (٤): مقطع في عدسة العين للسمكة الثانية بطول ٢.٣-٣.٠ ملم، لاحظ ابتعاد القرص العدسي LD عن طبقة الاديم الظاهر (ECT)، وظهور بداية تكوين محفظة العدسة (LC)، (السهم). 40X.

صورة (٥): مقطع في عدسة العين للسمكة الاولى بطول ٣.٤-٤.٠ ملم، لاحظ ازدياد حجم العدسة L، وتطور الالياف المركزية LF للعدسة وظهورها بشكل طولي والبعض الآخر بشكل دائري ملتف، وظهور دلالات تكوين الالياف العنسية الثانوية (السهم)، فضلا عن تضاعف الخلايا الظهارية المكعبة (LE) في الاجزاء المحيطة والخلفية (الاسهم). 40X.

صورة (٦): مقطع في عدسة العين للسمكة الثانية بطول ٣.٢-٤.٠ ملم، لاحظ تكوين الالياف العنسية الاولى (الاسهم)، وظهور انبعاج في محيط القرص العدسي (السهم). 40X.

صورة (٧): مقطع في عدسة العين للسمكة الاولى بطول ٤.٢-٥.٣ ملم، لاحظ تقدم تكوين الالياف العنسية الاولى (PLF) والثانوية (SLF)، فضلا عن بدء تكوين المحفظة (LC) بشكل حلقة محيطية (السهم). 40X.

صورة (٨): مقطع في عدسة العين للسمكة الثانية بطول ٤.١-٥.١ ملم، لاحظ تطور الالياف العنسية الاولى (PLF)، وبداءة تكوين الالياف العنسية الثانوية (SLF)، وظهور محفظة العدسة (LC) بشكل خط نحيف (السهم). 10X.



صورة (٩): مقطع في عدسة العين للسمكة الأولى بطول ٥.٦-٦.٨ ملم، لاحظ تطور الالياف العنسية الأولى والثانوية، وظهور الدروز (S) (السهم) واختزال الخلايا الظهارية المحيطية (LE) (السهم). 10X.

صورة (١٠): مقطع في عدسة العين للسمكة الثانية بطول ٥.٣-٦.٥ ملم، لاحظ كبر حجم العدسة L (السهم)، لاحظ (SS)، وازدياد نفاذة محفظة العدسة LC.40X.

صورة (١١): مقطع في عدسة العين للسمكة الأولى بطول ٧.٠-٨.٢ ملم، لاحظ تكون الدروز بشكل الحرف (Y)، فضلا عن تضاعف الخلايا المحيطة (السهم)، واتضح LC.40X.

صورة (١٢): مقطع في عدسة العين للسمكة الثانية بطول ٦.٥-٧.٥ ملم، لاحظ (LF) داكنة اللون، وظهور الالياف المحيطة (السهم)، ونحافة المحفظة LC.x.١٠.

صورة (١٣): مقطع في عدسة العين للسمكة الأولى بطول ٨.٤-٩.٢ ملم، لاحظ اكتمال تكوين الظهارة العدسية (LE) بشكل صف من الخلايا الظهارية تحيطها المحفظة النحيفة (LC)، فضلا عن ظهور الدروز التي تربط الالياف المحيطة بصورة مستقيمة (الاسهم).40X.

صورة (١٤): مقطع في عدسة العين للسمكة الثانية بطول ٧.٦-٨.٤ ملم، لاحظ ازدياد حجم العدسة (L)، واكتمال الالياف العدسية المركزية (السهم)، وظهور الدروز بشكل مستقيم (SS) (السهم).40X.

صورة (١٥): مقطع في عدسة العين للسمكة الأولى بطول ٩.٥ ملم، لاحظ ازدياد حجم العدسة لتشغل ثلثي التجويف البصري وظهورها بشكل كروي (L)، فضلا عن اكتمال طبقاتها الثلاث محفظة العدسة (LC)، الخلايا الظهارية تحت المحفظة LE، وطبقات عديدة من الالياف العدسية LF مرتبة بشكل دوائر متحدة المركز (الاسهم).40X.

صورة (١٦): مقطع في عدسة العين للسمكة الثانية بطول ٩.١ ملم، لاحظ ان العدسة اصغر حجماً عما هو عليه في السمكة الاولى وشكلها البيضوي (L)، ووضوح المحفظة LC وظهارة العدسة (الخلايا تحت المحفظة) LC والياف العدسة (LF).100X.

