

دراسة نسجية مقارنة لشبكية عين سمكتي الجري الاسيوي *Silurus triostegus* *Liza abu* (Heckel) و الخشني Heckel

ايمان سامي احمد الجميلي و عبد الحكيم احمد الراوي * و محمد عبد الهادي غالي**
قسم علوم الحياة، كلية التربية ابن الهيثم ، جامعة بغداد * وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
**قسم علوم الحياة، كلية العلوم للبنات ، جامعة بغداد

الخلاصة

أظهرت الدراسة الحالية امتداد البروز المنجلي و الأوعية الزجاجية فوق شبكية سمكة الجري الاسيوي فقط و ان الخلايا البصرية بكلتا السمكتين ذات قضبان و مخاريط لهما عنصر عضلي يكون قليل الوضوح في سمكة الجري الاسيوية كما تميزت قضبان الجري الاسيوي بكونها كبيرة ، اما سمكة الخشني فتميزت بوجود أربعة أنواع من المخاريط ، مفردة طويلة ، مفردة قصيرة ، قزمية وتوأمية . تبين ان لمخاريط الخشني تنظيماً سيفسائياً اما في سمكة الجري الاسيوي فكان توزيعها عشوائياً كما تبين لمخاريط الخشني زعانف جانبية ، مفقودة في السمكة الثانية . كما أظهرت النتائج وجود ثلاثة أنواع من الخلايا العقدية في سمكة الجري الاسيوي كبيرة و صغيرة و متوسطة مع وجود نوع رابع في الخشني يدعى بالخلية العقدية العملاقة . أنصف رأس العصب البصري في سمكة الجري الاسيوي بوجود حليمات متعددة اما في سمكة الخشني فقد كان املساً .
الكلمات المفتاحية : الأسماك ، الشبكية ، نسيج ، عين .

Comparative Histological Study of the Retina in the Eyes of two Fishes *Silurus triostegus* Heckel and *Liza abu* (Heckel)

Iman S.A. Al-Jumaily ,*Abdol-Hakim A. Al-Rawi and **Mohamad A. Gali

Department of Biology, College of Education Ibn-Al-Haitham, University of Baghdad

*Ministry of Higher Education &Scientific Research ** Department of Biology ,College of Science for Women ,University of Baghdad

Summary

The present Study Showed that the falciform process and vitreal vessels is extended upper to retina, which are found only in *S. triostegus* . The visual cells in both fishes have cones and rods with myoid element, myoids are inconspicuous in *S. triostegus* . The cones in *S. triostegus* are large but in *L. abu* found in four types, long single cones, short single cones, dwarf cones and twin cones. It appears that the cones in *L. abu* arranged as mosaic include square and row patterns, but they are distributed randomly in *S. triostegus* , also the cones in *L. abu* have lateral fins which are lack in *S. triostegus* .The result showed that three types of ganglion cells, long, medium and small as well as there is additional type called Giant ganglion cell found in *L. abu* .The head of optic nerve has multiple papillae in *S. triostegus* , while it is smooth in *L. abu* .

Key words: Fishes , Retina ,Histology, Eye

المقدمة

تعد شبكية الأسماك نموذجية للحيوانات الفقرية إذ تتألف من طبقات خلوية متشابهة فلأسماك كما لبقيبة الفقريات نوعان رئيسان من الخلايا البصرية Visual Cells هما القضبان Rods والمخاريط Cones وتحتوي هذه الخلايا على صبغات تمتص الضوء المرئي فيتحول كيميائياً ليؤثر في تنبيه فروع العصب البصري ومن ثم يوصل التأثير الى الدماغ فترى الأشياء التي من حولها (1).

يتألف كلا النوعين من الخلايا من قطعة خارجية Outer Segment تحوي على خضاب بصرية Visual Pigment، كتلة بيضوية Ellipsoid Packet حاوية على مايتوكونديريا Mitochondria، عنصر عضلي Myoid Element يتألف من ألياف مقلصة Contractile Fibers، ومنطقة النواة التي تتموضع بعد الغشاء المحدد الخارجي (External Limiting Membrane) (2). تكون القضبان طويلة ونحيفة إذ تكون القطعة الخارجية والكتلة البيضوية فيها إسطوانية أما المخاريط فتكون القطعة الخارجية لها مخروطية والكتلة البيضوية بصلية الشكل (Bulbous) (3).

تتصف عيون الأسماك بوجود الية ضوئية Photomechanical أو تفاعل حركي شبكي Retinomotor Reaction يعرف احياناً بالتكيف الحركي Adaptive Motion وذلك بتغيير مواقع الخلايا البصرية يقابله تركيز أو انتشار المواد المخضبة السوداء Melanin أو تسمى بخضاب الحجاب الأسود Melanin Masking Pigment الموجودة في خلايا

الطبقة الظهارية المخضبة Pigmented Epithelial Layer، ففي الإضاءة الساطعة تتغير مواقع كلاً من القضبان والمخاريط، من خلال تقلص العناصر العضلية للمخاريط فتصبح القطعة الخارجية والكتلة البيضوية قريبة من الغشاء المحدد الخارجي أما القضبان فتتمدد عناصرها العضلية وبذلك تبتعد عن العدسة لتتطمر بين الخلايا الظهارية المخضبة أذ تنتشر المادة المخضبة السوداء مؤدية الى حجب الضوء الساطع عن القضبان أما عند الإضاءة الخافتة فيحدث العكس أذ تتقلص العناصر العضلية للقضبان مؤدية الى سحب الأخيرة لتصبح قريبة الى الغشاء المحدد الخارجي في حين تتمدد العناصر العضلية للمخاريط مؤدية الى أندفاع الأخيرة ما بين الخلايا الظهارية المخضبة وفي المقابل تتركز المادة المخضبة السوداء قرب حافة الطبقة المشيمية وبذلك تتعرض الخلايا البصرية الى الضوء بشكل كامل) 3،4،5).

ذكر (Harder 4) ان شبكيات الأسماك ليست جميعها لها القابلية على تقلص عناصرها العضلية فمثلاً لاحتياج الخلايا البصرية في الأسماك التي تعيش في الأعماق الى محرك الشبكية Retinomotoric لأن الإضاءة في بيئتها قليلة جداً ولا تتغير ومن ثم فإن شبكيتها تتألف من قضبان فقط لذا يسمى هذا النوع من الشبكية بشبكية القضبان فقط Pure-rod Retina.

لقد أسهب الباحثون في دراسة أعضاء الحس ومنها العيون في الأسماك منذ أمد بعيد لكن الأسماك العراقية لم تحظ بنصيب كبير من تلك الدراسات على الرغم من كثرة أنواع الأسماك والتنوع البيئي الواسع في العراق الذي يكون سبباً في تغيرات نسجية ومظهرية فضلاً عما يترتب على ذلك من تغيرات فسلجية لهذا العضو، لذا أرتأينا إجراء هذه الدراسة المقارنة بين نوعين من الأسماك العراقية وقد تم إختيارهما على أساس تباين البيئة التي يعيش فيها هذان النوعان، فالنوع الأول هو الجري الآسيوي *Silurus triostegus* (من عائلة الجريات *Siluridae*) يعيش في مياه عكرة وفي قاع النهر أما النوع الثاني فهو الخشنى *Liza abu* (من عائلة البياح *Mugilidae*) أذ يعيش وسط عمود الماء وعلى السطح، آخذين بعين الإعتبار التفاصيل الدقيقة التي لم تتطرق إليها الدراسات السابقة .

المواد وطرائق العمل

تطلبت الدراسة النسجية لعين سمكتي الجري الآسيوي *Silurus triostegus* والخشنى *Liza abu* جمع أسماك بالغة أختيرت بحيث تكون حية أو حديثة الصيد تم الحصول عليها من الأسواق المحلية ومن مناطق مختلفة ضمن الرقعة الجغرافية لمدينتي بغداد والجبائش التابعة لمحافظة ذي قار وبواقع 12 سمكة لكل من نوعي موضوع الدراسة. وبغية دراسة عين الأسماك موضوع الدراسة والمشار إليها أعلاه نسيجياً تم إتباع الخطوات الآتية:-

*تم تعليم إتجاهات العين لمعرفة كل من المنطقة الأنفية Nasal، الصدغية Temporal، الظهرية Dorsal والبطنية Ventral وذلك بتعليق دبائيس معلمة بالجلد المحيط بمقلة العين.

*أزيلت مقلة عين السمكة من محجرها Orbit بعناية فائقة باستخدام ملاقط دقيقة منحنية بعد قص العظام المحيطة بها وقطع العضلات المرتبطة بها مع مراعاة الإحتفاظ بالجلد المحيط بالمقلة وجزء من العصب البصري.

*حقنت النماذج بمحلول التثبيت (محلول الفورمالين 10% أو محلول بون Bouin's Fluid) (6) بعد إزالتها من محجر العين مباشرة ثم قطعت مقاطع طولية بمشرط حاد الى 4/1 و 4/3 وأخرى مستعرضة الى 3/1 و 3/2 وذلك لضمان تغلغل المثبت الى داخل النسيج ولتحاشي تمزق الشبكية في حالة قطع العدسة.

*يكون مستوى قطع العينات الطولية بموازاة المحور الظهري البطني Dorso- Ventral Axis وأخر بموازاة المحور الانفي الصدغي Naso-temporal Axis.

*تم تحضير الشرائح النسجية للدراسة بالمجهر الضوئي وفق ماجاء في (6 Humasom).

*استخدمت الملونات التالية :- هيماتوكسلين والأيوسين H&D حسب ما جاء في (6) Humasom .

ملون الشيف فوق اوكسيد الأيويد PAS تبعاً لما اشار اليه (7 Bancroft and Stevens).

*تم تحضير العينات للدراسة بالمجهر الالكتروني النافذ (TEM) حسب الطريقة المذكورة في (8) Glauert (9) Hayat).

*صبغة المقاطع الشبه رقيقة Semithin Section بملون الميثيلين الأزرق Methylene Blue حسب ما ورد في Hayat (9).

النتائج

تشير نتائج الدراسة الحالية لسمكتي الجري الآسيوي والخشنى الى ان الشبكية هي الغلالة الباطنة لمقلة العين إذ إنها تبطن الغلالة الوعائية (المشيمية) من الداخل وتتألف من طبقة ظهارية مخضبة Pigment Epithelial Layer إلى الخارج وطبقة عصبية إلى الداخل تتضمن سبع طبقات هي طبقة الخلايا البصرية Visual Cells المتضمنة المخاريط Cones والقضبان Rods ، الغشاء المحدد الخارجي External Limiting Membrane ، الطبقة النووية الخارجية Outer Nuclear Layer ، طبقة الضفيرة الخارجية Outer Plexiform Layer ، الطبقة النووية الداخلية Inner Nuclear Layer ، طبقة الضفيرة الداخلية Inner Plexiform Layer ، طبقة الخلايا العقدية Ganglion Cell Layer ، طبقة الألياف العصبية للشبكية Nerve Fibers Layer of the Retina ، الغشاء المحدد الداخلي Inner Limiting Membrane (شكل 1 ، 2) .

أوضح فحص المجهر الضوئي ان طبقة الظهارة المخضبة مؤلفة من طبقة مفردة من خلايا ظهارية مكعبة منخفضة تصبح عمودية في بعض المناطق ذات امتدادات سايتوبلازمية تمتد لتتداخل مع القطع الخارجية للخلايا البصرية وتحتوي على جسيمات مخضبة ومستندة على غشاء قاعدي (شكل 1 ، 2)

أما الشبكية العصبية والمؤلفة من سبع طبقات وغشائيين فقد اتضح إن طبقة الخلايا البصرية لتلك السمكتين مؤلفة من القضبان Rods والمخاريط Cones الا ان لسمة الجري الاسيوي قضبان طويلة Elongate Rods ومخاريط مفردة Single Cones (شكل 3) اما في سمكة الخشني فتتضمن قضبان ومخاريط مفردة طويلة Long Single Cones ومخاريط مفردة قصيرة Short Single Cones ومخاريط مفردة قزمية Dwarf Single Cones فضلاً عن النوع الرابع من المخاريط التوأمية Twin Cones (شكل 4 , 5 , 6) وعموماً تتألف كل من القضبان والمخاريط من قطعة خارجية Outer Segment - تبرز من على سطح الكتلة البيضوية Ellipsoid Packet المسماة بالقطعة الداخلية Inner Segment – تتداخل مع امتدادات الخلايا الظهارية المخضبة ويكون شكل الكتلة البيضوية في المخاريط أكثر اتساعاً عن مثلتها في القضبان مما يجعل شكلها العام يبدو كالمخروط أما القضبان فتكون عموماً اسطوانية (شكل 3 , 5 , 6) يلي ذلك العنصر العضلي Myoid Element حيث يرتبط من الأعلى بالكتلة البيضوية ومن الأسفل بنوى الخلايا البصرية التي تتموضع في الطبقة النووية الخارجية ويبدو من خلال النتائج عدم وضوح هذا العنصر بشكل جيد في سمكة الجري الاسيوي (شكل 3) في حين كان أكثر وضوحاً في سمكة الخشني (شكل 4 , 6) .

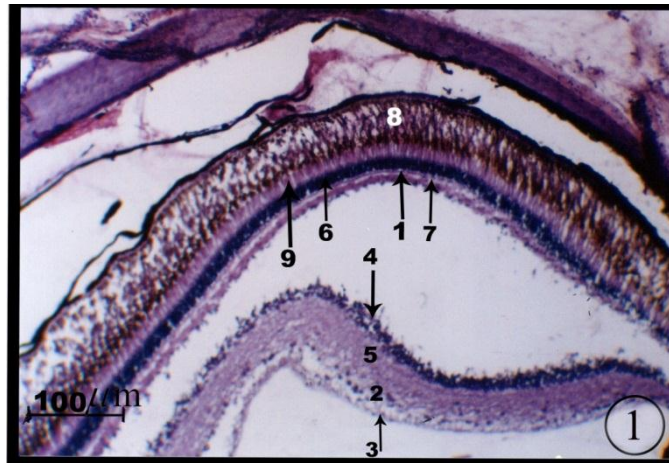
لم تُظهر المقاطع المستعرضة المتسلسلة للخلايا البصرية في سمكة الجري الآسيوي أنماطاً فسيفسائية في تنظيم مخاريطها لكنها توضح إن توزيعها كان عشوائياً (شكل 7) كما لم يظهر وجود للزعانف الجانبية في الكتلة البيضوية للمخاريط اما في سمكة الخشني فأظهرت النتائج وجود اختلاف في تنظيم مخاريطها ضمن الشبكية نفسها إذ انتظمت بنمطين فسيفسائين هما النمط المربعي Square Pattern (شكل 8) والنمط الصفحي Row Pattern (شكل 9) كما ظهرت بروزات تمتد بشكل شعاعي من الكتلة البيضوية أو العنصر العضلي للمخاريط لتربطها ببعضها تدعى بالزعانف الجانبية Lateral Fins (شكل 9) واطهرت نتائج المجهر الالكتروني إحاطة المخاريط التوأمية بالزعانف الجانبية كوحدة واحدة وانعدامها في منطقة التلامس بين المخروطين التوأمين (شكل 10) .

اتصفت الخلايا العقدية في سمكة الجري الآسيوي بوضوحها وظهورها بأشكال وأحجام مختلفة فمنها الكبيرة والصغيرة والمتوسطة الحجم وتترتب بمستوى واحد تقريباً (شكل 11) اما فس سمكة الخشني فقد ظهر فضلاً عن الانواع الثلاثة الانفة الذكر , نوع رابع يدعى بالخلايا العقدية العملاقة Gaint Ganglion Cells (شكل 12) .

تتميز شبكية سمكة الجري الآسيوي بوجود البروز المنجلي Falciform Process الممتد ضمن الغشاء المحدد الداخلي للشبكية واتضح تجمع الخلايا العقدية الصغيرة على جانبي هذا البروز (شكل 13) . كما تميزت بوجود شبكة من الأوعية الزجاجية Vitreal Vessels إذ تبدو في المقاطع المستعرضة وكأنها سلسلة ممتدة ضمن الغشاء المحدد الداخلي (شكل 14) .

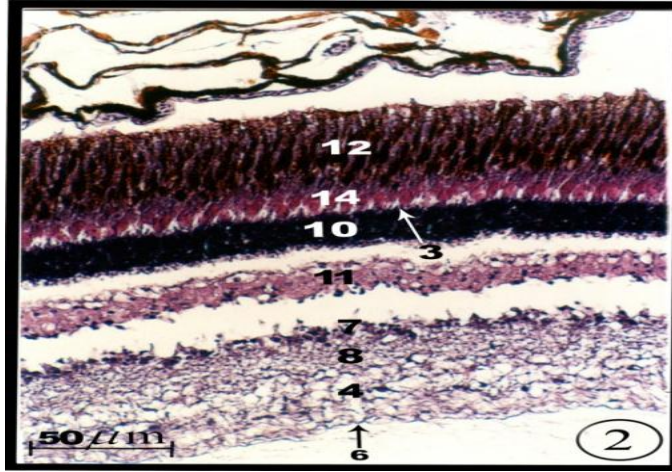
يدعى الجزء الداخلي (المنظور) للعصب البصري من جهة الشبكية بالقرص البصري Optic Disc وهذا القرص يتضمن ارتفاعاً ناتجاً عن تجمع الألياف العصبية عند مرورها من الشبكية إلى العصب البصري يعرف بالحليمة البصرية Optic Papilla ، وما يميز سمكة الجري الآسيوي هو تعدد الحليمات البصرية فيها Multiple Optic Papillae (شكل 15) كما يستمر نسيج الشبكية بين الحليمات البصرية لكنه لا يمتد إلى قمم تلك الحليمات والمسماة بالبقع العمياء Blind Spots كونها تفتقد الخلايا البصرية (شكل 15) .

اما في سمكة الخشني فتتعدم كل النسيج الشبكية ومن ضمنها الخلايا البصرية بشكل مفاجئ عند القرص البصري لذا تدعى بالبقعة العمياء Blind Spot (شكل 16) كما يخلو القرص البصري لهذه السمكة من الحليمات المتعددة (شكل 16)

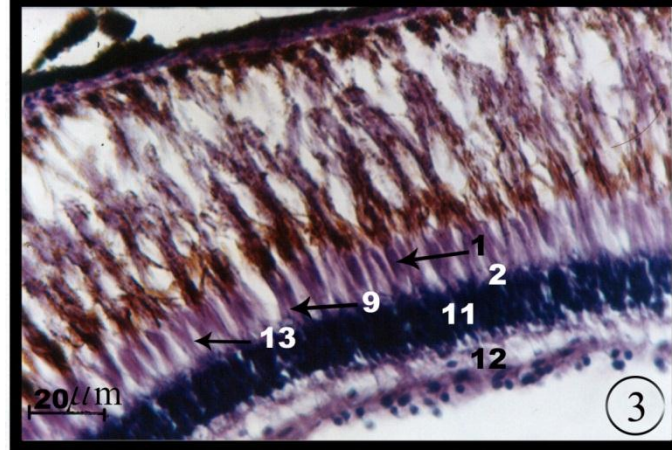


شكل (1) مقطع طولي مار بشبكية الجري الآسيوي يوضح طبقاتها الأساسية. (ملون H. & E. X100)

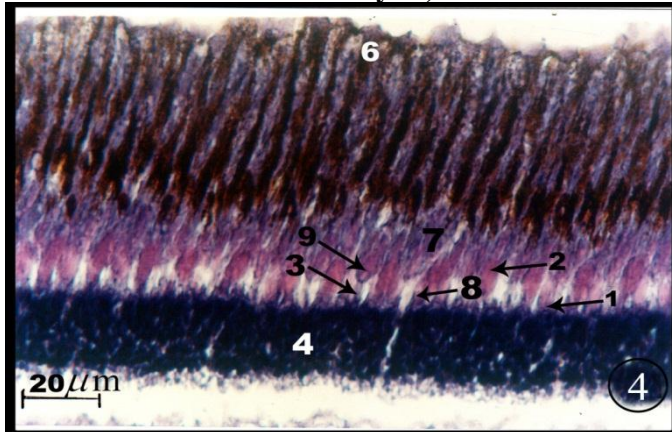
1:External Limiting Membrane ; 2: Ganglion Cells Layer ; 3: Inner Limiting Membrane ; 4: Inner Nuclear Layer ; 5: Inner Plexiform Layer ; 6: Outer Nuclear Layer ; 7: Outer Plexiform Layer ; 8: Pigmented Epithelium ; 9: Visual Cells.



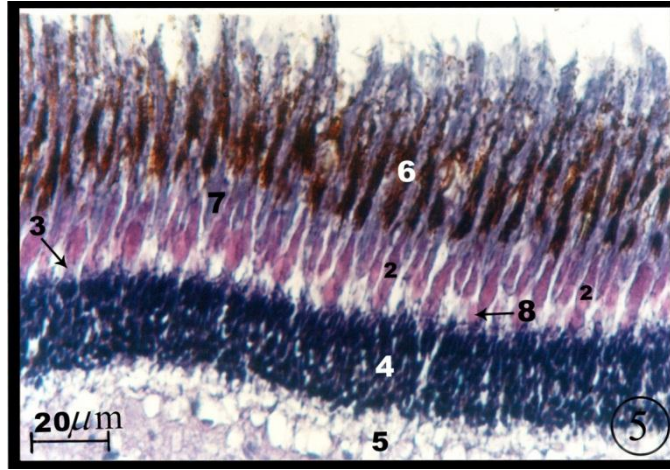
شكل (2) مقطع طولي في شبكية سمكة الخشني يوضح طبقاتها الرئيسية. (ملون H. & E.) X 100
 3 : External Limiting Membrane ; 4: Ganglion Cells Layer ; 6: inner Limiting membrane ; 7: Inner Nuclear Layer ; 8: Inner Plexiform Layer ; 10: Outer Nuclear Layer; 11: Outer Plexiform Layer ; 12: Pigment Epithelium ; 14: Visual Cells.



شكل (3) مقطع طولي مكبر لشبكية سمكة الجري الآسيوي يوضح أنواع الخلايا البصرية. (ملون H. & E.) X 400
 1: Cone ; 2: External Limiting Membrane; 9: Myoid Element 11: Outer Nuclear Layer ; 12: Outer Plexiform Layer ; 13: Rod.

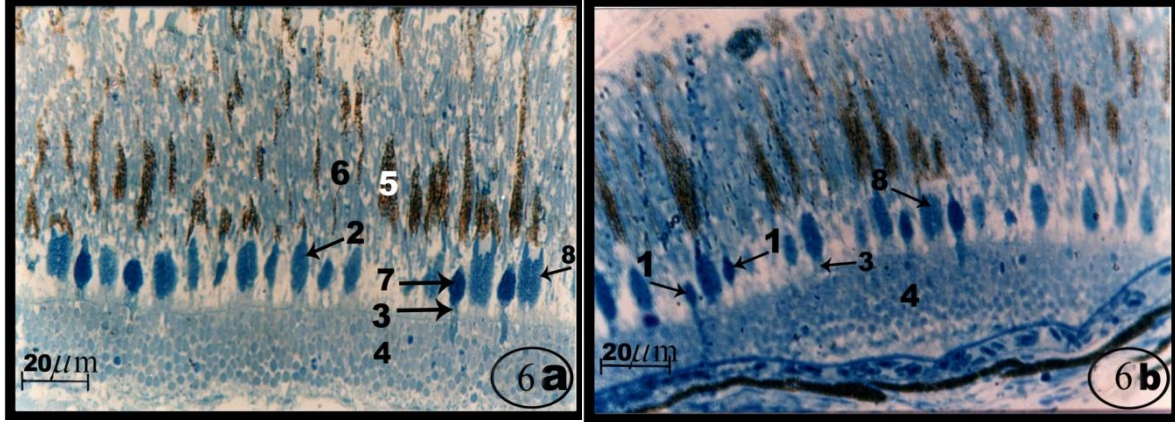


شكل (4) مقطع طولي مار في شبكية سمكة الخشني للمنطقة الأنفية يوضح أنواع الخلايا البصرية. (ملون H. & E.) X 400



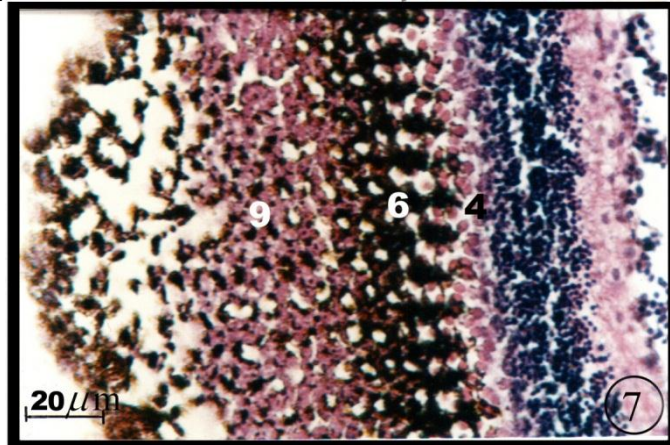
شكل (5) مقطع طولي مار في شبكية سمكة الخشني للمنطقة الصدغية يوضح القضبان والمخاريط المفردة الطويلة و القصيرة والتوأمية. (ملون H. & E.)

1: External Limiting Membrane ; 2: Long Single Cone ; 3: : Myoid Element; 4: Outer . X 400 Nuclear Layer ; 5: Outer Plexiform Layer; 6: Pigment Epithelium ; 7: Rods; 8: Short Single Cone; 9: Twin Cones.



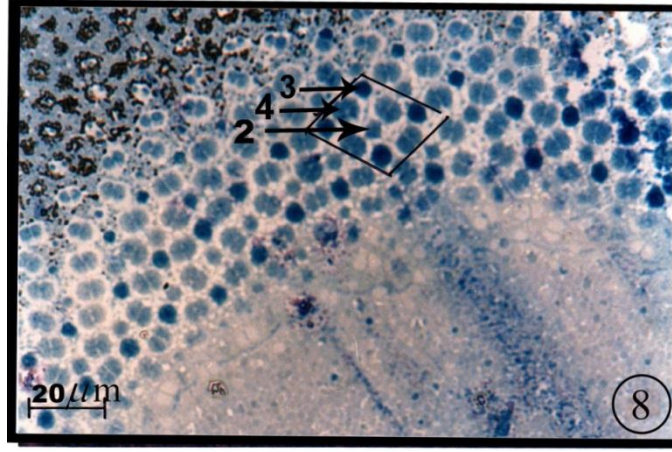
شكل (6 a,b) مقطع لدين طولي مار في شبكية سمكة الخشني يوضح المخاريط التوأمية والمخاريط المفردة الطويلة والمفردة القصيرة والقزمية. (ملون المثيلين الأزرق) X400

1: Dwarf Cone ; 2: Long Single Cone ; 3: : Myoid Element; 4: Outer Nuclear Layer ; 5: Pigment Epithelium ; 6: Rods; 7: Short Single Cone; 8: Twin Cones.



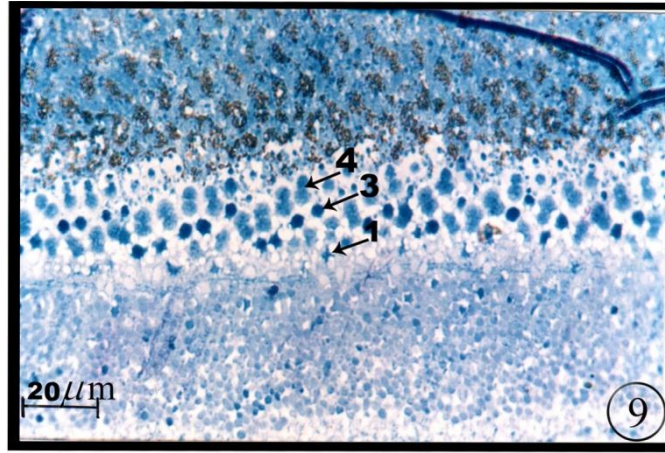
شكل (7) مقطع مستعرض في شبكية سمكة الجري الآسيوي يوضح التوزيع العشوائي للمخاريط وانعدام وجود الزعانف الجانبية. (ملون H. & E.) X 400

4: Cones 6:Pigment Cells; 9: Rods .



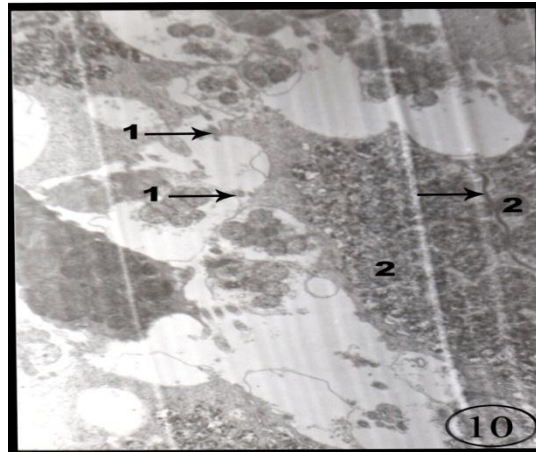
شكل (8) مقطع لدين مستعرض مار في الخلايا البصرية لسمة الخشني يوضح التنظيم الفسيفساني المربعي. (ملون المثلين الأزرق) X 400

2 : Long Single Cone ; 3: Short Single Cone ; 4: Twin Cones.



شكل (9) مقطع لدين مستعرض مار في الخلايا البصرية لسمة الخشني يوضح التنظيم الفسيفساني الصفي والزعانف الجانبية. (ملون المثلين الأزرق) X 400

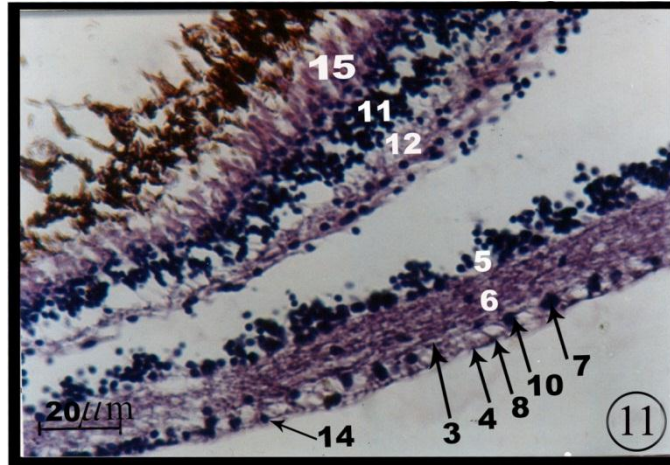
1: Lateral Fins; 3: Short Single Cone ; 4: Twin Cones.



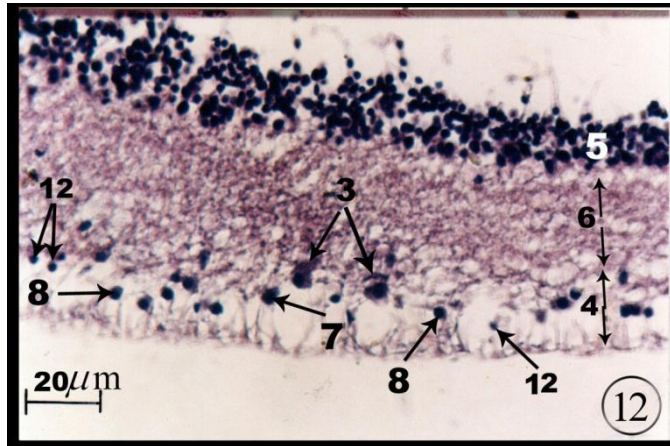
شكل (10) صورة بالمجهر الالكتروني لمقطع طولي للمخاريط التوأمية في سمكة الخشني توضح

تلامس اغشيتها الداخلي عند القطعة (—) X 8700

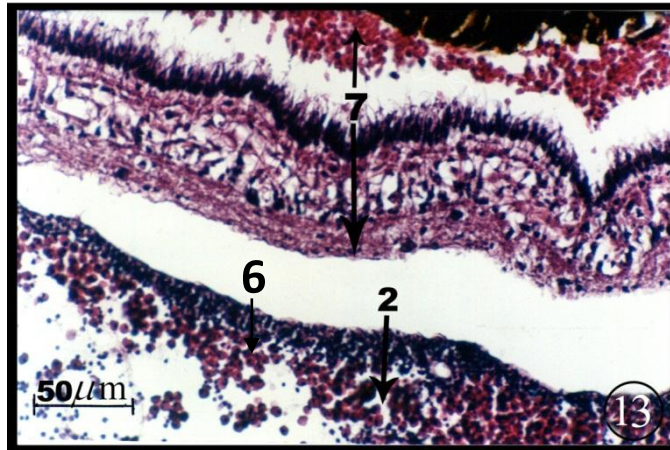
1: Lateral Fin ; 2 : Mitochondriae.



شكل (11) مقطع طولي يوضح طبقات الشبكية العصبية في سمكة الجري الآسيوي. (ملون H. & E. X 400)
 3: Ganglion Layer ; 4: Inner Limiting Membrane ; 5: Inner Nuclear Layer ; 6: Inner Plexiform Layer ; 7: Large Ganglion Cell ; 8: Muller's Cell; 10: Middle Ganglion Cell ; 11: Outer Nuclear Layer ; 12: Outer Plexiform Layer; 14: Small Ganglion Cell ; 15: Visual Cells.



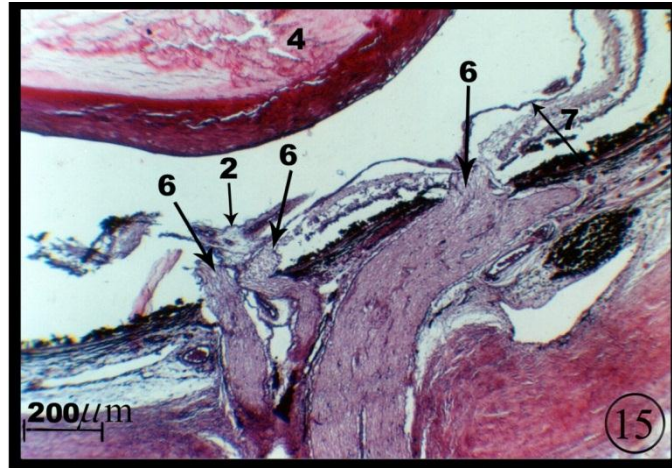
شكل (12) مقطع طولي في شبكية سمكة الخشني يوضح طبقة الخلايا العقدية والغشاء المحدد الداخلي. (ملون PAS) X 400
 3: Giant Ganglion Cell ; 4: : Ganglion Cells Layer ; 5: Inner Nuclear Layer ; 6: Inner Plexiform Layer; 7: Large Ganglion Cell ; 8: Middle Ganglion; 12: Small Ganglion Cell.



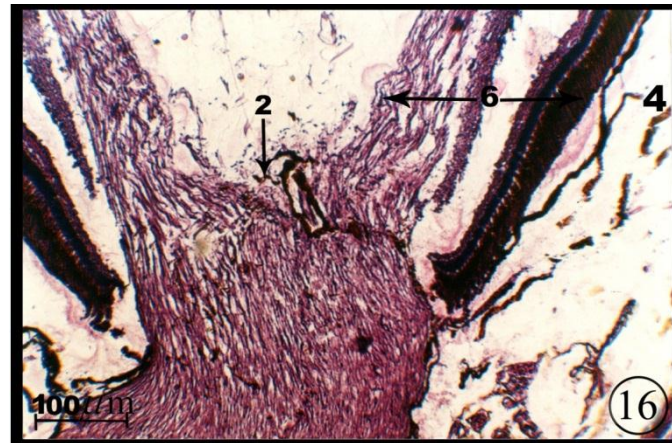
شكل (13) مقطع طولي مانل إلى الجهة الأنفية من مقلة عين سمكة الجري الآسيوي يوضح تجمع الخلايا العقدية الصغيرة على جانبي البروز المنجلي. (ملون H. & E. X400)
 2: Falciform Process ; 6 :Small Ganglion Cells ; 7 : Retina



شكل (14) مقطع مستعرض في شبكية سمكة الجري الآسيوي يوضح شبكة الأوعية الزجاجية.
X100 (H. & E. ملون)
1: Retina ; 2: Vitreal Vessels.



شكل (15) مقطع طولي في العصب البصري لسمكة الجري الآسيوي يوضح فيها الحليمات البصرية المتعددة. (ملون H. & E.)
X 40
2: Blind Spots ; 4: Lens; 6: Multiple Optic Nerve Head Papillae ; 7: Retina.



شكل (16) مقطع طولي في مقلة سمكة الخشني يوضح خلو العصب البصري من الحليمات المتعددة)
ملون H. & E. (X 100)
2: Blind Spot; 4: Choroid; 6: Retina .

المناقشة

اتصفت الشبكية في كل من سمكة الجري الآسيوي والخشني بتميزها الى طبقتين ، طبقة خارجية مؤلفة من نسيج ظهاري مخضب Pigmented Epithelial Tissue واخرى داخلية مؤلفة من تسع طبقات تدعى بالشبكية العصبية

Neural Retina التي تتضمن طبقة الخلايا البصرية Visual Cells (المخاريط Cones والقضبان Rods)، الغشاء المحدد الخارجي، الطبقة النووية الخارجية، طبقة الضفيرة الخارجية، الطبقة النووية الداخلية، طبقة الضفيرة الداخلية، طبقة الخلايا العقدية، طبقة الالياف العصبية للشبكية، الغشاء المحدد الداخلي وهذه الطبقات لا تختلف كثيراً عما هو عليه الحال في بقية الفقريات (1، 10، 11، 12، 13).

بينت نتائج الدراسة الحالية لسمكتي الجري الاسيوي والخشني تكون طبقة الظهارة المخضبة Pigmented Epithelium من خلايا مكعبة تصبح عمودية في بعض المناطق وهذه النتيجة لا تختلف عما اشارت اليه دراسات اخرى من وجود اختلاف في اشكال واحجام الخلايا الظهارية المخضبة بين الفقريات ومنها الاسماك وحتى بين المناطق المختلفة داخل شبكية النوع الواحد فقد تظهر مكعبة الشكل او عمودية واطنة او حرشفية او عمودية (14).

اظهرت شبكية كلا النوعين من اسماك الدراسة الحالية احتواءها على مخاريط Cones وقضبان Rods وبهذا تعد شبكية هاتين السمكتين من النوع المزدوج Duplex كما هو الحال في اغلب الفقريات وخصوصاً اسماك المياه السطحية (1,4,15).

بينت النتائج في الدراسة الحالية وجود القضبان في شبكية سمكتي الجري الاسيوي والخشني الا ان الموجوده في السمكة الاولى كان من نوع القضبان الطويلة Elongate Rods وهذه النتيجة سجلت في سمكة الجري المدرع Armoured Catfish (16) الا انها تختلف مع بعض الدراسات اذ لوحظت قضبان مخروطية الشكل في سمكة *Scopelosaurus lepidus* (17) كما ظهرت قضبان شبه مخروطية في الجلكي من نوع *Geotria australis* (18) اما في سمكة *Scaphirhynchus albus* التي تعود الى عائلة الحفش فقد ظهرت قضبانها على نوعين، بدينة ونحيفة (19) اما فيما يخص المخاريط فقد وجد نوع واحد منها في سمكة الجري الاسيوي وهو المخروط المفرد Single Cone وهذه النتيجة تشابه النتائج التي تم الحصول عليها من دراسة سمكة الجري المدرع Armoured Catfish (16) *Liposarcus pardalis* اما في سمكة الخشني فظهرت اربعة انواع من المخاريط هي المخاريط التوأمية Twin Cones والمخروط المفرد الطويل Long Single Cone والمخروط المفرد القصير Short Single Cone والمخروط القزمي Dwarf Cone ويختلف توزيع هذه المخاريط من جزء لآخر ضمن الشبكية نفسها وهذا يتماشى مع نتائج بعض الدراسات التي اشارت الى وجود اشكال مختلفة من المخاريط في الاسماك (20) وان النتائج التي توصل اليها *Svaetichin et al.* (21) عند دراسته لصف الخشني *Mugil* تبين وجود المخاريط التوأمية في شبكيته بدلاً من المخاريط المزدوجة Double Cones التي قد سجلت سابقاً (22).

بينت دراسة *Bowmaker et al.* (23) على سبعة عشر نوعاً من اسماك المياه العذبة التي تعيش في مستويات مختلفة من عمق البحيرة، فالاسماك التي تعيش قرب السطح تكون شبكيته ذات مخاريط ثنائية ونوع واحد من المخاريط المفردة القصيرة والاسماك التي تعيش في منتصف عمود الماء لها مخاريط ثنائية كبيرة الحجم ولها التحسس نفسه الموجود في مخاريط الاسماك السطحية اما في الاسماك التي تعيش في الاعماق فلا وجود للمخاريط فيها. وهذه الدراسة تشابه نوعاً ما الدراسة الحالية اذ في شبكية سمكة الجري الاسيوي تكون القضبان الطويلة هي السائدة وتنتشر بينها بعض المخاريط المفردة وقد يعود السبب في ذلك لكونها تعيش في مياه عكره وفي القاع لذا تكون نسبة الاضاءة في هذه البيئة وعلى هذا المستوى من العمق قليلة ولذلك تكون حاجتها الى قوة تحسس عالية مما تسبب في زيادة طول القضبان وهذا ما اكدته بعض الدراسات السابقة التي اوضحت ان زيادة طول القطعة الخارجية للخلايا البصرية يزيد من قدرتها على امتصاص اكبر كمية من الضوء (5,16) اما بخصوص سمكة الخشني فظهرت في شبكيته المخاريط التوأمية والمخاريط المفردة الطويلة والقصيرة والقزمية وهذه النتيجة قد تشابه بعض الدراسات ففي السمكة الشبوطية *Carassius auratus* وجدت في شبكيته مخاريط ثنائية غير متساوية ومخاريط مفردة طويلة وبدينة واخرى طويلة ونحيفة ومخاريط مفردة قصيرة وبدينة واخرى قصيرة ونحيفة وعند استخدام المطياف الضوئي للتحري عن الصبغة البصرية لكل نوع من المخاريط تبين ان الوحدة الرئيسية للمخاريط الثنائية وبعض المخاريط المفردة الطويلة تحتوي على صبغة حساسة للضوء الاحمر وان الوحدة المساعدة للمخاريط الثنائية والمخاريط المفردة الطويلة الاخرى تحتوي على صبغة حساسة للضوء الاخضر وان احد المخاريط المفردة القصيرة تحتوي على صبغة حساسة للضوء الازرق (24) اما الدراسة التي اجريت على سمكة السالمون *Salmo salar* (25) وسمكة الزرد *Zebrafish* (26) فقد اكدت تحسس المخروط القصير جداً المسمى بالمخروط القزمي Dwarf Cone للاشعة فوق البنفسجية وبناءً على ذلك فبالامكان الاستنتاج بوجود امكانية تحسس للون الاحمر، الازرق، الاخضر، والاشعة فوق البنفسجية في سمكة الخشني الا ان سمكة الجري الاسيوي ترى الاشياء بالابيض والاسود وقد تكون ذات تحسس محدود للون الاحمر او الاخضر مما يدل على ان السمكة الاولى اكثر تحسناً للالوان وحدة في الابصار وهذا يماثل بعض الدراسات (23,25).

بينت نتائج دراسة السمكتين موضوع الدراسة وجود العنصر العضلي Myoid Element في خلاياها البصرية الا انه اقل وضوحاً في سمكة الجري الاسيوي وهذه النتيجة تماثل ما وجد في ثلاثة انواع من عائلة اسماك الالبوت *Lycodinae* (27) ولربما يعود السبب في ذلك الى مكوّن هذه السمكة في قاع المحيط المائي وبذلك لن تكون هناك حاجة الى تغيير مواقع خلاياها البصرية عند الاضاءة الساطعة والخافتة في عملية الحركات الآلية الضوئية Photomechanical Movments وهذه النتيجة سجلت من قبل Harder (4) عند تناوله شبكية اسماك الاعماق اذ انعدمت قدرة حركة العنصر العضلي فيها بسبب ضعف الاضاءة في بيئتها.

اشارت الدراسات الى ان تنظيم المخاريط في الاسماك يكون بأنماط فيسفاثية مختلفة فمنها النمط الصفوي Row Pattern والنمط المربعي Square Pattern وثلاثي الزاوية Triangular Pattern (4).

اما نتائج الدراسة الحالية لسمة الجري الاسيوي فلم تخضع لاي نمط من الانماط الأنفة الذكر بل كانت عشوائية التوزيع وهذه النتيجة تتفق مع ما ذكره Kunz (25) من عدم وجود نمط منتظم خاص في الاسماك التي تعيش في المياه الطينية والعكرة او الاسماك التي تمكث في القاع او الاسماك ليلية النشاط. وهذه النتيجة تماثل أيضاً ما سجل في بعض الاسماك من عائلة الشبوطيات مثل سمكتي *Pelecus cultratus*, *Cyprinus carpio* (28) ولربما يعود السبب في ذلك الى قلة وجود المخاريط المفردة وانعدام باقي انواع المخاريط في شبكية سمكة الجري الاسيوي فضلاً عن استقرارها في القاع مما يعني فقدان الحاجة الى تغيير النمط بين الليل والنهار. اما فيما يخص سمكة الخشني

فأوضحت النتائج وجود انتظام في شبكيتها اذ سجل نمطين ، نمط صفي واخر مربعي وهذه النتيجة تتفق مع كثير من الدراسات التي وضعت تفسيرات كثيرة بهذا الصدد فمنهم من فسّر هذا الى الاختلاف في البيئة من حيث شدة الاضاءة والتحسس للضوء المستقطب (29) فيما عزی البعض الاخر ذلك الى الاختلاف في توزيع الخلايا البصرية ضمن شبكية السمكة نفسها فقد وجد Collin *et al.* (30) نمطاً صفيّاً في الشبكية المحيطية واخر مربعي في الشبكية المركزية في كل من سمكتي *Exoglossum maxillingua* و *Semotilus atromaeulatus* وفي دراسة اجريت على مجموعة من اسماك *Haplochromis cichlid* تبين وجود اثني عشر نوعاً من النمط الصفي وثمانية انواع من النمط المربعي واربعة انواع من النمط الثلاثي الزاوية وان هذه الانواع تختلف باختلاف توجه المخاريط الثنائية ومواقعها وبوجود او عدم وجود المخاريط المفردة الطويلة والقصيرة وكذلك بطريقة تراص هذه المخاريط (3) وأشار الباحثين الى ان النمط المربعي يعزز الادراك الحسي وحدة الابصار وذلك بملاحظة الحركة من جميع الاتجاهات وضبط سرعة الحركة بملاحقة الفريسة بينما يعمل النمط الصفي بالملاحظة في اتجاهين فقط (11,13,26,31).

واعتبر Meer (31) للخلايا البصرية في التحسس النوعي للالوان . ومن خلال ما تقدم يمكن الاستنتاج ان لسمة الخشني قابلية تحسسية عالية لتمييز الالوان واكتشاف الحركة من جميع الاتجاهات اما سمكة الجري الاسيوي فقد كانت لها قابلية محددة جداً في اكتشاف الحركة فضلاً عن قوة تمييز محدودة للون الأحمر أو الأخضر فقط وذلك لكون شبكيتها ذات خلايا بصرية مؤلفة من قضبان طويلة وعدد قليل من المخاريط المفردة.

اوضحت الدراسات وجود ما يسمى بالزعانف الجانبية *Lateral Fins* التي تعد بروزات ناشئة من الغشاء البلازمي للعنصر العضلي او الكتلة البيضوية في المخاريط وتكون ذات ترتيب شعاعي في المقاطع المستعرضة لكثير من الاسماك كما لوحظت في الفقريات الواطئة (14,17) وهذه النتائج تتفق مع نتائج الدراسة الحالية لسمة الخشني فقط اذ وجدت الزعانف الجانبية لكل مخروط متداخلة مع الزعانف الجانبية للمخاريط الاخرى المحيطة بها كما تحاط المخاريط التوأمية بالزعانف الجانبية كوحدة واحدة لكنها تتعدم في منطقة التلامس بين وحدتي المخاريط التوأمية وهذا يتفق مع ما أشار اليه Locket (33) وبما ان لسمة الجري الاسيوي القليل من المخاريط المفردة وان القضبان هي السائدة في شبكيتها لذا لم تلاحظ فيها مثل هذه التراكم على الرغم من وجودها في الكتلة البيضوية لقضبان سمكة *Poecilia reticulata* (34) ويرى *Januschka et al.* (35) اهمية للزعانف الجانبية في زيادة المساحة السطحية لتسهيل عملية نقل المواد الايضية كونها تتداخل مع الزغيبات *Microvilli* الناشئة من قمة خلايا مولر في منطقة الغشاء المحدد الخارجي.

بينت الدراسة الحالية ترتيب الخلايا العقدية في كلا النوعين من الاسماك في صف واحد وهذه النتيجة تماثل ما توصل اليه كل من Ito and Murakami (36) كما ظهرت خلايا عقدية مختلفة الاحجام ، فمنها الكبيرة والصغيرة والمتوسطة الحجم في حين ظهر نوع رابع في سمكة الخشني والذي يدعى بالخلية العقدية العملاقة *Giant Ganglion Cells* كما تميزت سمكة الجري الاسيوي بتجمع الخلايا العقدية الصغيرة في مجاميع تقع على جانبي البروز المنجلي وهذه النتيجة تتفق مع نتائج سمكة الجري المدرع (16) وقد فسرت ظاهرة تجمع او كثافة الخلايا العقدية في مناطق محددة من شبكية العين على انها ضرورية لجمع الصورة من اتجاهات مختلفة ضمن الحقل البصري فضلاً عن اعطائها قوة تمييز عالية دون الحاجة لتحريك العين (16,18,30) وهذا ما اكدته نتائج مقلة عين سمكة الجري الاسيوي كونها شبه ثابتة. اما في حالة سمكة الخشني فقد كان هناك انتشار وتوزيع للخلايا العقدية وقد عزی Collin (37) ذلك الى المساهمة في اعطاء معلومات واضحة عن المحيط الذي تتواجد فيه السمكة لتمكنها من تحديد مواقع الاجسام ضمن الحقل البصري مما يزيد من حدة الابصار.

اوضحت نتائج سمكة الجري الاسيوي وجود شبكة معقدة من الاوعية الزجاجية *Vitreous Vessels* اذ تمتد فوق الشبكية الداخلية والتي تظهر في بعض الاسماك (30) لكنها تتعدم في البعض الاخر كسمكة الخشني موضوع دراستنا الحالية وقد يعود سبب تواجدها في سمكة الجري الاسيوي الى افتقادها للجسم المشيمي المتواجد في سمكة الخشني _ مما يتطلب زيادة تعزيز قوة التجهيز الدموي (11,18) .

يطلق على الجزء المنظور من العصب البصري بالقرص البصري *Optic Disc* وعنده يتوقف نسيج الشبكية ومنها الخلايا البصرية مكونة ما يسمى بالبقعة العمياء *Blind Spot* (1,13) وهذه الحقيقة تتوافق مع نتائج دراسة سمكتي الجري الاسيوي والخشني الا ان سمكة الجري الاسيوي تميزت بوجود بعض التغيرات مثل تشكّل حزم مرزومة من محاور الخلايا العقدية لتكون حليمات مرتبة بشكل صفين في رأس العصب البصري وهذه النتيجة توافق ما وجد في بعض عوائل اسماك القَط (16,38,39) .

ولم تعرف لحد الآن اسباب وجود هذا التنظيم ووظيفته لكن هناك عدد من النظريات التي قد تفسر وجود الحليمات المتعددة في رأس العصب البصري لاسماك القَط منها انها تقلل من الحجم الكبير للبقعة العمياء لتجزئها الى بقع عمياء صغيرة ينتشر بينها وحولها النسيج الشبكي (1,38) كما يقلل من تشوه الصورة عند مرور الضوء من خلال طبقة الالياف البصرية السميكة والقريبة من البقعة العمياء الكبيرة الحجم (40) واخيراً قد تزيد الحليمات البصرية من التحفيز البصري

(1) ونجد ان هذه النظريات تفسر احتمالية الزيادة من حدة الابصار . اما القرص البصري في سمكة الخشني فلا يتجزأ الى حليمات وانما يكون من النوع الاملس الموجود في اغلب الاسماك طرفية التعظم (15) ويعود سبب ذلك الى كون سمكة الخشني ذات ابصار حاد فلا تحتاج الى وسائل اخرى كتجزئة رأس العصب البصري (البقعة العمياء)(1).

المصادر

- 1.Walls, G. L. (1963). The vertebrate eye and its adaptive radiation. Hafner Publishing company, New York : XIV + 785 pp.
- 2.Bone, Q. ; Marshall, N. B. and Blaxter, J. H. S. (1996) . Biology of fishes, 2nd ed . Chapman and Hall , London : XI + 332 pp.
- 3.Walker, W. F. and Liem, K. F. (1994). Functional anatomy of the Vertebrates. An Evolutionary Perspective, 2nd ed. Saunders College Publishing, Philadelphia,p:788
- 4.Harder, W. (1975). Anatomy of fishes (part I and II). E. Schweizerbart'sche Verlagsbu-Chhandlung (Nagele u. Obermiller), Stuttgart, West Germany: pp: 612.
- 5.Garcia, M. and De – Juan, J. (1999). Fine structure of the retina of black bass, *Micropterus salmoides* (Centrachidea, Teleostei). Histol. Histopathol., 14: 1053 – 1065.
- 6.Humason, G. L. (1979). Animal tissue technique. 4th ed. W. H. Freeman Co.,San Francisca: XII + pp 661.
- 7.Bancroft, J. D. and Stevens, A. (1986) . Theory and practice of histological techniques , 2nd ed. Churchill Livingstone, London : XIV + pp 662.
8. Glauert, A. M. (1972). Practical methods in electron microscopy (vol.1) . North – Holland Publish Company, New York: + 353pp.
- 9.Hayat, M. A. (1989). Principles and techniques of electronmicroscopy (Biological Application), 3rd ed Macmillan press., London: XX + 469pp.
10. Moyle, P.B. and Cech,J. J. (1996). Fishes, An Introduction to Ichthyology, 3rd ed. Prentice – Hall, New Jersey: XVI + 590 pp.
- 11.Kunz, Y. W. ; Nishmleabham, M. and Callagha, E. (1985). The eye of the venomous marine teleost *Trachinus vipera* with special reference to the structure and ultrastructure of visual cell and pigment epithelium. Exp. Biol. 43: 161 – 178.
- 12.Young, B. and Heath, J. W. (2004). Wheater's functional histology , 4th ed. Churchill Livingstone, Edinburgh: 413 pp.
- 13.Junqueira, L. C. and Carneiro, J. (2005). Basic histology , 11th ed. McGraw – Hill, New York : VII+ 502 pp.
- 14.Braekevelt, C. R. (1995) Fine structure of the retinal pigment epithelium in the parrot Jackson shark *Heterodonlii philipi* . Anta. Histol. Embryol.,190 : 501 – 506
- 15.Collin, S. P. ; Lloyol, D. J. and Wagner, H. J. (2000)N. Foveate vision in deep sea teleost : a comparison of primary visual and olfactory impulse . Phil. Trans. Soc. Lond., 355: 1315 – 1320.
- 16.Douglas, R. H. ; Collin, Sh. P. and Corrigan, J. (2002). The eyes of Sukermouth Armouredcatfish (Loricariidae, Subfamily Hypostomus): Pupil response, Lenticular LongitudinalSpherical Aberration and Retinal Topography. J. Exp. Biol., 205: 3425 –3433
- 17.Munk, O.(1977). The visual cell and retinal tapetum foveate deep sea fish *Scopelosaurus lepidus* (Teleostei). Zoomorphology,87: 21 - 49.
- 18.Collin, S. P. ; Potter, L. C. and Braekevelt, C. R. (1999) . The ocular morphology of the southern hemisphere Lamprey *Geotria australis* Gray , with special reference to optical specialization. Brain. Evol., 54: 96 – 118.
- 19.Silman, A. J. and Dahlin, D. A. (2004). The photoreceptor topography in the duplex retina of paddlefish *Polyodon spathual*. J. Exp. Zool. Part A, 301A: 674 – 681.
- 20.Ota, D. ; Francese, M. and Ferrero, E. H. (1999). Vision in the grass goby *Zosterisessor ophiocephalus* (Teleostei, Gobiidae) : A morphological and behavioral study. Ital. J. Zool., 66: 125 – 139.
- 21.Svaetichin, G. ; Negishi, K. and Fatehchand, R. (1965). Cellular of a Young – Hering visual system. In: Ciba Foundation Symp. Colour vision: physiology and experimental psychology. J. & A. Churchill, London : 352 pp.

- 22.Svaetichin, G. (1956). Spectral response curves from single cones. Acta Physiol. Scand. 39 (Suppl. 134): 17 – 46.
- 23.Bowmaker,J.K.;Govardovskii,V.I.;Shukolyukov,S.A.;Zueva,L.V.;Hunt,D.M.;Sidleva,V.G. and Smirnova,O.G.(1994).Visual Pigments and the Photic environment:the Cottoid Fish of Lake Baikal Vis. Res.,34:591-605
- 24.Stell, W. K. and Harosy, F. I. (1976). Cone structure and visual pigment content in the retina of the gold fish. Vis. Res., 16: 647 – 657.
- 25.Kunz, Y. W. ; Wildenburg, G. ; Goodrich, L. and Callaghan, E. (1994).The rate of ultraviolet receptor in the retina of the salmon *Salmo salar*. Vision. Res., 34: 1375 – 1383.
- 26.Morris, A. C. and Fadoal, J. M. (2005). Studying rool photoreceptor development in zebrafish. Physiol Behav.,86:306–313.
- 27.Lannoo, M. J. and Eastman, J. T. (2006). Brain and sensory organ morphology in Antarctic Eelpouts (Perciformes: Zoarcidae : Lycodinae). J.Morphol., 267: 115 – 127.
- 28.Zaunereiter, M. ; Iunger, H. and Kotschal, K.(1991). Retinal morphology of cyprinid fishes sea quantitative histological study of ontogeneic changes and inter specific variation. Vis. Res., 31: 383 – 394.
- 29.Cameron, D. A. and Easter, S. S. (1992). The cone photoreceptor mosaic of the green sunfish, *Lepois cyanellus*. Vis. Neurosci ., 10: 375 – 384.
- 30.Collin, S. P. ; Collin, H. B. and Ali, M. A. (1996a). Fine structure of the retina and pigment epithelium in creek chub *Stemotilus atromaculatus* (Cyprinidae ,Teleostei). Histol. Histopathol., 11: 41 – 53.
- 31.Meer, H. J. V. (1991). Determination of photopic threshold in two sympatric cichlids using optomotor responses. Ann. Aus. Roy. Afr. Cent., Sci. Zool., 262: 91- 96.
- 32.Fernald, R. D. (1981). Chromatic organization of a cichlid fish retina. Vis. Res., 21: 1744 – 1753.
33. Locket, N. A. (1977). Adaptations to the deep – sea environment. In: The visual system in vertebrates (ed. by Crescitelli, F.), Springer – Verlage, Berlin, pp. 67 – 192.
34. Yacob, A. ; Wise, C. and Kunz, Y. W. (1977). The accessory outer segment of rods and cones in the retina of the guppy, *Poecilia reticulata*. (Teleostei) An electron microscopically study. Cell Tissue Res., 177: 181 – 183.
35. Januschka, M. M. ; Burhardt, D. A. ; Eriandsen, S. L. and Purple, R. L. (1987). The ultrastructure of cones in the wall eye retina. Vis. Res., 27: 327 –341.
36. Ito, H. and Murakami, T. (1984). Retinal ganglion cell in two teleost species *Sebastiscus marmoratus* and *Navodon modestus*. J. Camp. Neurol., 229: 80- 96.
- 37.Collin, S. P. (1997). Specialization of the teleost visual system : adaptive diversity From Shallow – water to deep – sea . Acta Physiol. Scand., 161: 5 – 24.
- 38.Dunn – Meynell, A. A. and Sharma, S.C. (1987). Visual system of the channel catfish (*Ictalurus punctatus*): II. The morphology associated with multiple optic papilla and retinal ganglion cell distribution. J. Com. Neurol., 257: 166 – 175.
39. Nag, T. C. and Sur, R. K. (1992). Cones in the retina of the catfish, *Clarius batrachus* (L.). J. Fish Biol., 40: 967 – 969.
- 40.Wagner, H. J. (1970). Der bau der Retina und der Multiple optischen papillae bei zwei Tiere., 68: 69 – 82. Synodontid – Arten (Teleostei, Siluroidea). Z. Morphol. (Cited by Douglas et al., 2002).