

دراسة نسجية مقارنة لشبكية العين في نوعين من الفقريات العراقية

شيماء عواد عبد

مدرس مساعد

جامعة بغداد / كلية العلوم للبنات / قسم علوم الحياة

shaimaa.awad.abid@gmail.com

المستخلص

هدفت الدراسة التعرف على التركيب النسجي لشبكية العين في نوعين من الفقريات العراقية مختلفة الاصناف والبيئة وطبيعة التغذية لهم : طائر العقق *Pica pica* ، والجرذ البني *Rattus norvegicus* . اظهرت النتائج بأن شبكية طائر العقق لاولعائية ، بينما تكون شبكية الجرذ البني وعائية ، وتتألف الشبكية في كلا النوعين من طبقتين هما: الظهارية المخضبة ، والطبقة العصبية المؤلفة من تسع طبقات هي : طبقة الخلايا البصرية ، وطبقة الغشاء المحدد الخارجي ، والطبقة النووية الخارجية ، والطبقة الضفيريّة الخارجية ، والطبقة النووية الداخلية ، والطبقة الضفيريّة الداخلية ، وطبقة الخلايا العقدية ، وطبقة الياف العصب البصري ، ومن ثم طبقة الغشاء المحدد الداخلي . وتكون الظهارة المخضبة من خلايا ظهارية مكعبة ، وتمتد من سطحها الداخلي استطالات سايتوبلازمية باتجاه الخلايا البصرية . تتألف طبقة الخلايا البصرية من قضبان ومخاريط في طائر العقق ، بينما تتألف من قضبان فقط في الجرذ البني. وتكون الطبقة الضفيريّة الخارجية اقل سمكاً من الطبقة الضفيريّة الداخلية في كلا النوعين . ويكون عدد صفوف الطبقة النووية الخارجية اقل من عدد صفوف الطبقة النووية الداخلية في العقق ، بينما يكون عدد صفوف الطبقة النووية الخارجية اكثر من عدد صفوف الطبقة النووية الداخلية في الجرذ البني . تتميز شبكية طائر العقق بوجود الحفيرة . وبهذا نستنتج بأن الاختلاف في كثافة الخلايا البصرية في كلا النوعين يعود الى زيادة حدة البصر وتحسس مستوى الضوء.

الكلمات المفتاحية : الشبكية ، نسجي ، طائرالعقق ، الجرذ البني

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences –1573-1581: (6) 48/ 2017

Abid

ACOMPARATIVE HISTOLOGICAL STUDY OF THE RETINA IN TWO SPECIES OF IRAQI VERTEBRATES

Sh. A. Abid

Assist. Lecturer

Baghdad University/ College of Science for Women/ Department of Biology

shaimaa.awad.abid@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to recognize the histological structure of retina in the eye of two Iraqi vertebrates, the difference of the class, the environment and the nature of nutrition; Magpie *Pica pica*, and Brown Rat *Rattus norvegicus*. The results showed that, the retina of the Magpie is avascular, while retina in Brown Rat is vascular , in both species the retina consists of two main layers: Pigmented epithelium and Neural layer which composed of nine layers are : Visual cells layer, Outer limiting membrane, External nuclear layer, External plexiform layer, Internal nuclear layer, Internal plexiform layer, Ganglion cell layer, Optic nerve fiber layer and Inner limiting membrane. The pigmented epithelium consists of cuboidal epithelial cells, extending cytoplasmic projection toward visual cells. Visual cell layer was composed of rods and cones in magpie, while in Brown Rat composed of rods only. The outer plexiform layer is less thicker than the inner plexiform layer in both type. The number of rows outer nuclear layer less than a number of rows the inner nuclear layer in magpie, while The number of rows outer nuclear layer more than a number of rows the inner nuclear layer in Brown Rat. The retina has been characterized in magpie by the presence of fovea . It can be concluded that the differences in the density of visual cells in the species studied were due to increase visual acuity and light level sensitivity.

Keywords: Retina, histology, magpie, Brown Rat

*Received:14/1/2017, Accepted:29/5/2017

المقدمة

تمتلك اغلب الفقريات زوج من العيون على جانبي الرأس وتوجد داخل المحجر Orbit ، وتتألف العين من ثلاث غللات هي : الغللة الليفية وتشمل الصلبة Sclera والقرنية Cornea (11)، والغللة الوعائية المؤلفة من المشيمية Choroid و الجسم الهدبي Ciliary body والقزحية Iris ، والغللة العصبية تعرف بالشبكية Retina الحساسة للضوء (13). تعتبر الشبكية نسيجاً معقداً وحساساً مكون من عدة طبقات وخلايا مسؤولة عن امتصاص الضوء وتحويله الى اشارات تنقل الى الدماغ Brain كدفعة عصبية Nervous impulse لتكوين صورة بصرية (21) .

ذكر (15) أن الشبكية تتألف من طبقتين هما: الظهارية الخضابية Pigment epithelium المؤلفة من صف واحد من الخلايا الظهارية المكعبة ، والشبكية العصبية Neural retina تشتمل على المستقبلات الضوئية Photoreceptor (القضبان Rods والمخاريط Cones) وخلايا عصبية مختلفة various neurons . اجريت دراسات عن الطيور واللبائن العراقية (2,3,10) ، لكن لازالت العديد من الجوانب التي لم تدرس ، ولتغطية بعض الجوانب العلمية لنوعين من الفقريات العراقية فقد تم اختيار هذين النوعين على اساس الاختلاف بالانصاف ، والبيئة ، وطبيعة التغذية لهما :

النوع الاول: طائر العقق (Pica (Linnaeus,1758) ينتمي الى : صنف : الطيور Class : Aves ، رتبة : العصفوريات Order : Passeriformes ، يمتاز بذبذ طويل يجمع في ريشه البياض والسواد ، والقزحية بنية قاتمة ، و المنقار والقدم سوداوان ، و يتغذى على البذور والاثمار و صغار اللبائن و الطيور واحيانا على البقايا الحيوانية و يعتدي على اعشاش الطيور الاخرى ويفترس بيضها (6) .

النوع الثاني : الجرذ البني Rattus norvegicus (Beikenhout, 1769) ينتمي الى صنف : اللبائن Class: Mammalia ، رتبة : القوارض Order: rodentia ، ويعد من القوارض omnivorous ، ويمتاز ببنية قوية والجسم متناول مع خطم غير بارز وذيل طويل وميتين ثنائي اللون ، والفراء سميك وخشن ذو لون بني - رمادي في الظهر ، بينما فراء البطن والاجزاء السفلية ذو لون

رمادي فاتح ، الرأس كبير والعيون بارزة ، ينتشر في المناطق الرطبة خاصة في الاراضي الزراعية المجاورة للانهار والمستنقعات (8). تهدف الدراسة الى التعرف على التركيب النسجي لشبكية العين في نوعين من الفقريات العراقية: هي طائر العقق والجرذ البني.

المواد وطرائق العمل

جمع العينات

تم الحصول على الحيوانات من مناطق مختلفة في محافظة بغداد، واختيرت الحيوانات بالغة وسالمة من الامراض ، وصنفت في متحف التأريخ الطبيعي / جامعة بغداد .

التشريح

تم تخدير العقق بمادة الكلوروفورم Chloroform ، وبعد ذلك قطع الرأس ، وازيل الريش ، واعقب ذلك ازالة الجلد ، ثم فصل الفك السفلي ، وكسرت عظام الجمجمة ، وازيلت مقلة العين من المحجر بأستخدام ملاقط دقيقة وقطعت العضلات المرتبطة بها. اما بالنسبة للجرذ البني فقد اعتمدت نفس الخطوات السابقة بإستثناء إزالة الريش

تحضير المقاطع النسيجية

ثبتت العين في محلول بون Bouin's solution لمدة 4 ساعات ، ثم قطعت العين الى مقاطع مستعرضة ، وتركت لمدة 10 ساعات ، و بعد ذلك غسلت العينات بكحول 70% وتركت في المحلول لمدة 24 ساعة ، واعقب ذلك بدأت عملية الانكاز بسلسلة تصاعديّة من الكحول الايثيلي (80% - 90% - 95% - 100%) لمدة 45 دقيقة لكل تركيز ، ثم روقت بالزايلين Xylene لمدة 45 دقيقة ، وبعد ذلك وضعت في مزيج من الزايلين وشمع البارافين بنسبة 1:1 لمدة 15 دقيقة في فرن درجة حرارته 58م° ، ثم بعد ذلك الارتشاح بشمع البارافين على ثلاث مراحل لمدة ساعة لكل مرحلة ، واعقب ذلك أسجاء العينات بالشمع نفسه ونقلها الى قوالب خاصة ، بعدها ترك القالب بدرجة حرارة الغرفة لمدة 24 ساعة حتى تصلب ، وبعد ذلك قطعت العينات الى شرائح بسبك 5 مايكروميتر بإستعمال جهاز المشراح الدوار Rotary Microtome ، ووضعت بضع قطرات من أحماير على شرائح زجاجية وحملت عليها الاشرطة المقطوعة ، ثم وضعت الشرائح فوق صفيحة كهربائية ساخنة درجة حرارتها 37م° وتركت لمدة 24 ساعة لتجف ، وصبغت

الجزور الحرة منها (15) . أما الشبكية العصبية المؤلفة من تسع طبقات فهي : طبقة الخلايا البصرية المؤلفة من القضبان الطويلة والمخاريط ، ويتألف كل من هذه الخلايا من قطعة خارجية Outer segment تتداخل مع امتداد الخلايا الظهارية المخضبة ، وقطعة داخلية Inner segment . ويختلف توزيع المخاريط Cones والقضبان Rods من جزء الى آخر في شبكية طائر العقق ، وتكون القطعة الخارجية للمخاريط مخروطية الشكل واكثر اتساعاً مما في القضبان والتي تكون فيها اسطوانية ونحيفة ، وتكون المخاريط اكثر من القضبان (شكل 3a-) ، وذلك ما تتميز به الطيور ذات النشاط النهاري (12) ، وربما لكون العقق يمتلك رؤية عالية في النهار وهذا ما يميز قدرته على الاقتراس . اما في الشبكية العصبية للجرذ البني تتألف طبقة الخلايا البصرية من القضبان Rods طويلة ونحيفة وتتعدم المخاريط (شكل 3b -) ، وذلك ما تتميز به الحيوانات ذات النشاط الليلي (11) . أذ تكون القضبان التي تتحسس للمستوى الضوئي الواطىء مهمة عند التمييز بين كثافة العتمة والضوء (15) . وتكون طبقة الغشاء المحدد الخارجي ذات لون فاتح وغير واضحة في بعض المناطق ، وتفصل طبقة الخلايا البصرية عن الطبقة النووية الخارجية في كلا النوعين ، يتكون من بروزات خلايا مولر (15) . اما الطبقة النووية الخارجية فتتألف من أجسام الخلايا البصرية ويبلغ عدد صفوف خلاياها ما بين 2 - 4 في طائر العقق (شكل 3a) ، بينما يبلغ عدد الصفوف ما بين 6-12 في الجرذ البني (شكل 3b -) ، وهذا الاختلاف في عدد الصفوف يدل على الاختلاف في كثافة الخلايا البصرية (21) . ربما لكون العقق يعتمد على الرؤية الساطعة في التغذية . وربما لكون الجرذ حيوان ذو نشاط ليلي يعتمد على الرؤية الخافتة في التغذية ويرتبط ذلك بوجود الكثير من القضبان . والطبقة الضفيريّة الخارجية تكون ضيقة و تتشابك فيها محاور الخلايا البصرية مع تغصنات كل من الخلايا ثنائية القطب والخلايا الاقعية في الانواع المدروسة (شكل 4b,4a-) ، وهذا يتفق مع Mescher (15) . أما الطبقة النووية الداخلية فتتميز بأن خلاياها مترابطة ومتنوعة وتتألف من خلايا ثنائية القطب Bipolar cells ، والخلايا الاقعية Horizontal cells ، والخلايا عديمة البروزات الطويلة Amacrine cells ،

الشرائح النسيجية بملون هيماتوكسلين هارس Harris's Haematoxylin ، و ملون الايوسين الكحولي Alcoholic Eosin (Modified from 19) . وبعد ذلك فحصت الشرائح بالمجهر الضوئي المركب ، وصورت باستعمال مجهر مزود بكاميرا تصوير .

النتائج والمناقشة

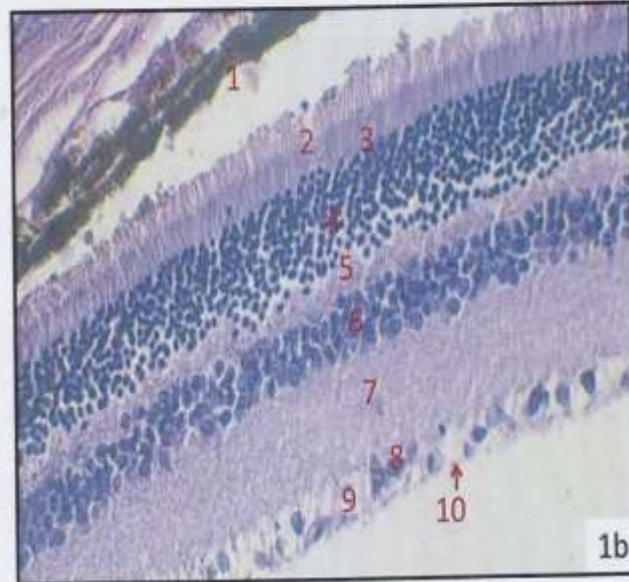
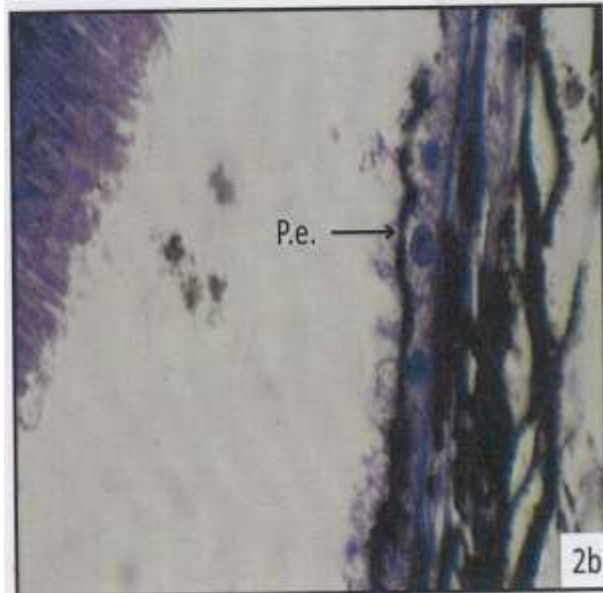
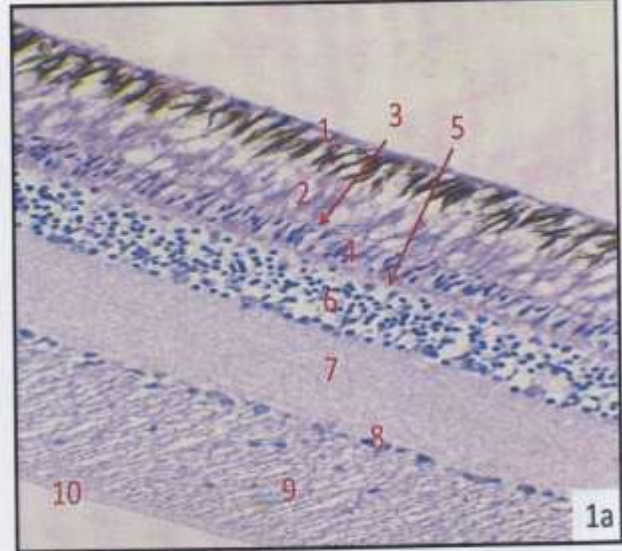
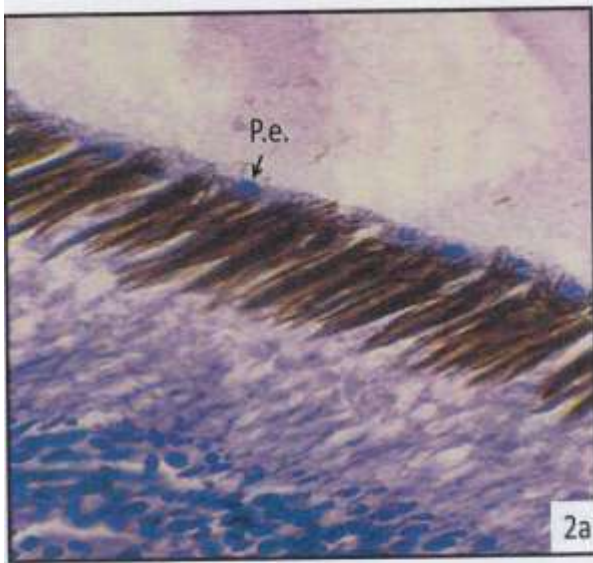
بينت النتائج ان الشبكية في عين طائر العقق لاوعائية ، وهذا ما تتميز به الشبكية في الطيور ، لذلك فإنها تزود بالاكسجين والتغذية من تركيب خضابي متعدد الطبقات غني بالاووعية الدموية ، يقع فوق العصب البصري ويمتد الى السائل الزجاجي يعرف بممشط العين Pectin oculi (22) . تكون شبكية الجرذ البني وعائية ، وكذلك تتصف الشبكية في الانسان والفأر بانها وعائية ، لكونها نسيج معقد مكون من عدة طبقات من الخلايا المسؤولة عن امتصاص الضوء ونقله بشكل اشارات الى الدماغ (21) . وتتألف الشبكية في كلا النوعين من طبقتين رئيسيتين هما : الخارجية وتمثل الطبقة الظهارية المخضبة Pigmented epithelium ، أما الداخلية فهي الطبقة العصبية التي تقسم الى تسع طبقات هي : طبقة الخلايا البصرية Visual cells layer المؤلفة من قضبان ومخاريط ، والغشاء المحدد الخارجي limiting Outer membrane ، والطبقة النووية الخارجية External nuclear layer ، والطبقة الضفيريّة الخارجية External plexiform layer ، والطبقة النووية الداخلية Internal nuclear layer ، والطبقة الضفيريّة الداخلية Internal plexiform layer ، وطبقة الخلايا العقدية Ganglion cell layer ، وطبقة الياف العصب البصري Optic nerve fiber layer ، والغشاء المحدد الداخلي Inner limiting membrane (شكل 1b,1a -) . وهذا ما تتميز به الشبكية في الفقريات (1,7,14,16,17,18,20) . إن طبقة الظهارة المخضبة مؤلفة من صف واحد من خلايا ظهارية مكعبة Cuboidal epithelial cells منخفضة ذات نواة بيضوية ، تستند الى غشاء قاعدي وتمتد من سطحها استطلاات سايتوبلازمية عديدة تمتد بين الخلايا البصرية وتتميز بأحتوائها على جسيمات مخضبة في طائر العقق والجرذ البني (شكل 2b,2a -) ، تقوم هذه الطبقة بامتصاص الضوء المبعثر المار خلال الطبقة العصبية وازالة

ويتكون من أكثر من صف واحد من الخلايا العقدية وخلايا ثنائية القطب وتركيز عالي من المخاريط وذات انخفاض عميق ولشدة الانخفاض تصبح الحافات مرتفعة وفي هذا الانخفاض تقل الطبقات الداخلية للشبكية الموجودة في طائر العقق فقط (شكل 6-). أما الثانية فهي الحفيرة الضحلة Shallow Fovea التي تكون ذات تركيز قليل من المخاريط ويختلف سمك الطبقات الداخلية للشبكية فيها توجد طائر العقق فقط (شكل 7-)، تمتلك الطيور مناطق ذات حد بصر عالية واعداها تختلف في الطيور النهارية الجارحة توجد الحفيرة العميقة والضحلة (9). تؤدي الحفيرة دور كبير في زيادة قوة الابصار وملاحظة حركة الاشياء فضلاً عن الزيادة في التركيز باتجاه الفريسة (4). بينما تفتقد شبكية الجرد البني للحفيرة، وذلك لان وجود الحفيرة يقتصر على اللبائن المتقدمة (11).

الاستنتاج

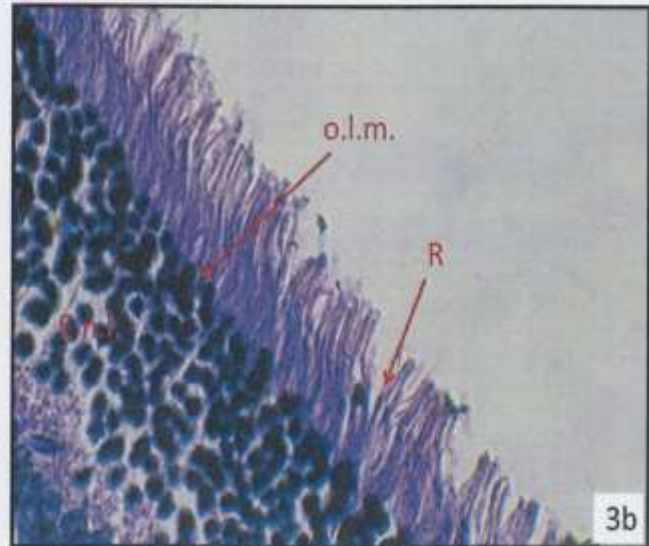
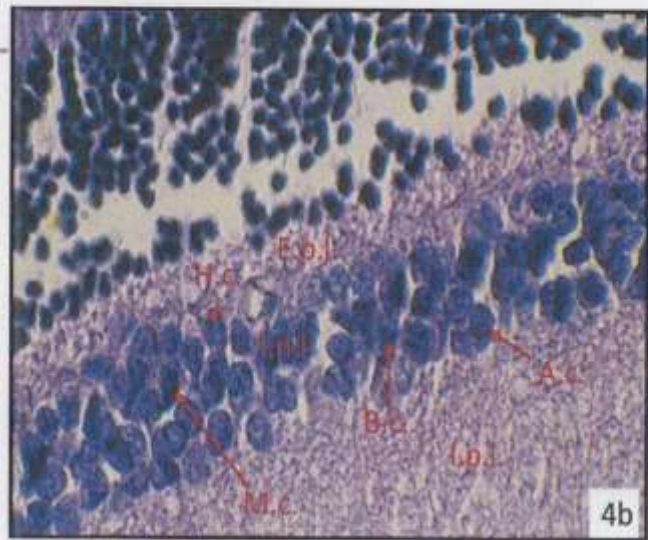
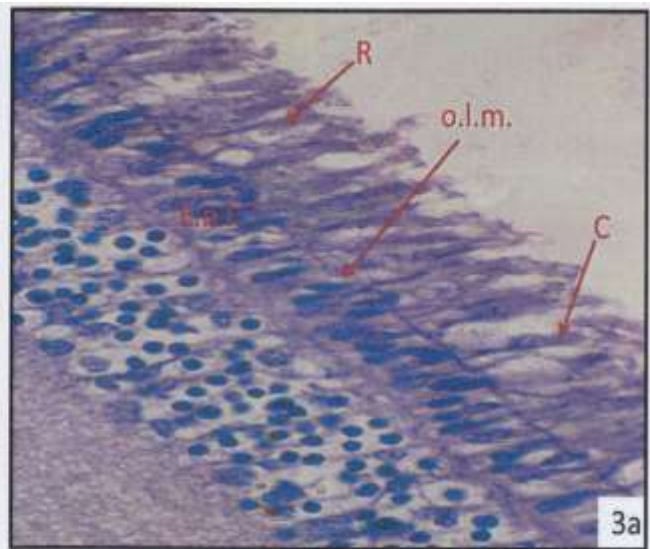
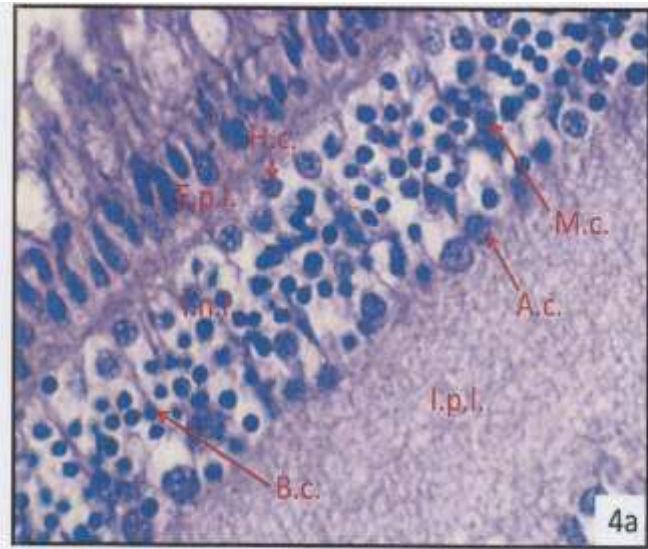
ان الاختلاف في كثافة الخلايا البصرية في كلا النوعين يعود الى زيادة حدة البصر وتحسس مستوى الضوء، ان نسبة المخاريط اكثر من القضبان في الحفيرة الموجودة في الجزء الخلفي من شبكية عين طائر العقق لكونه ذو نشاط نهارى لذلك يحتاج الى امتصاص اكبر كمية من الضوء لزيادة حدة البصر والرؤية اللونية ولتتمكنه من رؤية الفرائس بكل الاتجاهات، اما الجرد ذو نشاط ليلي ويعيش في اماكن مظلمة لذلك توجد القضبان فقط في شبكية العين لكونها حساسة للضوء الخافت وللتمييز بين كثافة العتمة والضوء.

ويتراوح عدد صفوفها ما بين 6 - 8 في طائر العقق (شكل 4a -)، بينما يتراوح عدد صفوفها في الجرد البني ما بين 3 - 5 (شكل 4b -)، وهذا يختلف عن عددها في شبكية طائر العوسق وطائر الفاختة المطوقة (5)، وكذلك يختلف عن عددها في الفأر والانسان (21). ثم الطبقة الضفيرية الداخلية وتكون اكثر سمكاً من الطبقة الضفيرية الخارجية وتتكون من تشابك محاور كل من الخلايا ثنائية القطب والخلايا عديمة البروزات مع تغصنات الخلايا العقدية Ganglion cells المكونة لصف واحد من طبقة الخلايا العقدية وتتميز خلاياها بكبر حجمها ونواها الواضحة في كلا النوعين (شكل 5b,5a)، هذا السمك يعتمد على كثافة الخلايا في الطبقتين النوويتين الخارجية والداخلية (4). تتجمع محاور الخلايا العقدية لتكون طبقة الالياف العصبية والتي يزداد سمكها كلما اتجهت نحو الخلف لتكون العصب البصري optic nerve الذي يغادر العين ويصل الى الدماغ brain، وهذا ما أشار اليه Mescher (15). وطبقة الغشاء المحدد الداخلي الذي يفصل الشبكية عن السائل الزجاجي، ويعد صفيحة قاعدية لخلايا مولر Muller cells وهي خلايا عملاقة سائدة تمتد بين طبقتي الغشاء المحدد الخارجي والداخلي وتتموضع نواها ضمن الطبقة النووية الداخلية (شكل 5b,5a)، وهذا يتفق مع تريبتك ودينسس Treuting و Dintzis (21). تمتلك الشبكية منطقة ذات دقة عالية للرؤية تعرف بالحفيرة Fovea وذات تركيز عالي من المخاريط Cones وأعدام القضبان Rods، وتكون الحفيرة على نوعين: الاولى الحفيرة العميقة Deep fovea



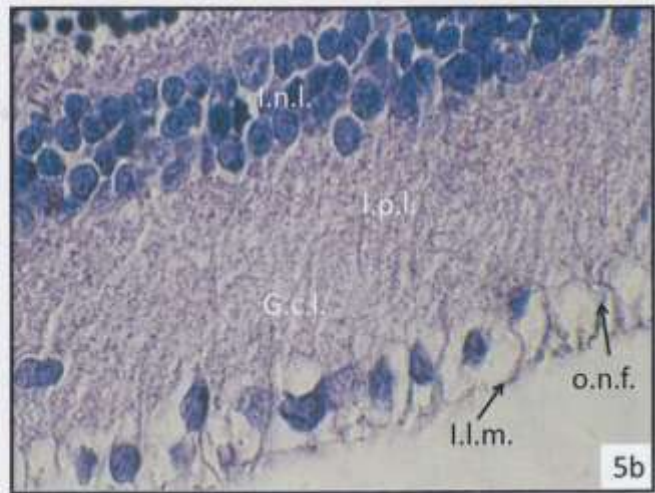
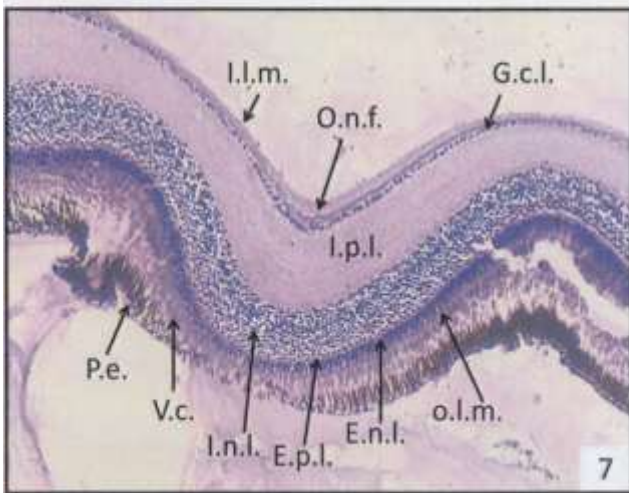
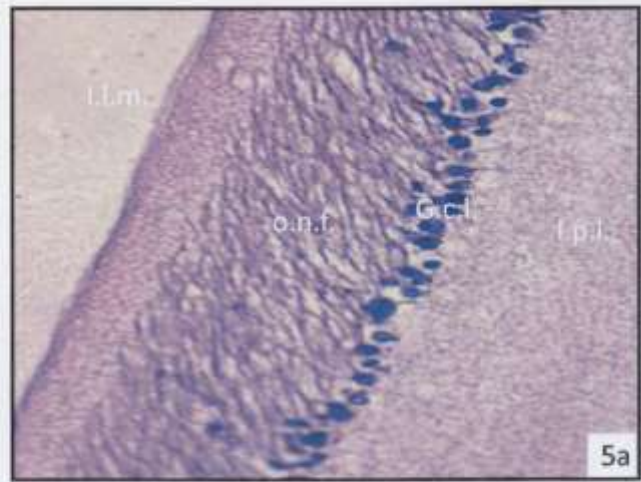
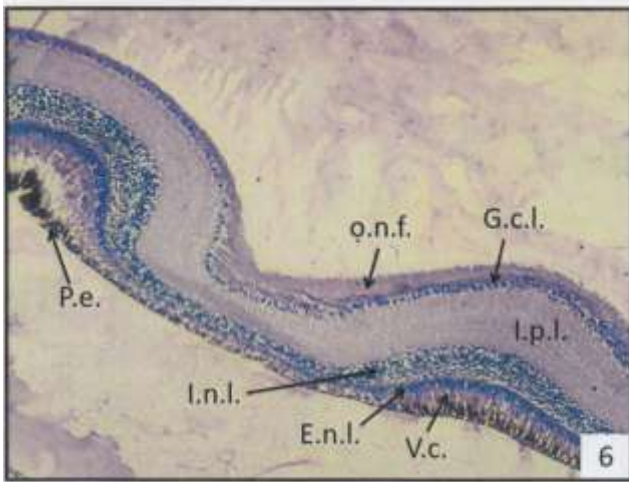
شكل 2 : مقطع طولي يوضح طبقة الظهارة المخضبة في شبكية العين في طائر العقق، (b) الجرذ البني (ملون H.&E. X1000) (P.e.) Pigmented epithelium

شكل 1 : مقطع طولي يوضح طبقات شبكية العين في طائر العقق، (b) الجرذ البني (ملون H.&E. X400) (1) Pigmented epithelium, (2) Visual cells layer, (3) Outer limiting membrane, (4) External nuclear layer, (5) External plexiform layer, (6) Inner nuclear layer, (7) Inner plexiform layer, (8) Ganglion cells layer, (9) Optic nerve fiber layer, (10) Inner limiting membrane



شكل (4) : مقطع طولي يوضح الطبقة الضفيرية الخارجية وأشكال الخلايا في الطبقة النووية الداخلية والطبقة الضفيرية الداخلية في طائر العقق ، (b) الجرذ البني (ملون H.&E. X1000 (a) طائر العقق ، (b) الجرذ البني (ملون H.&E. X1000 (E.p.l.) External plexiform layer, (I.n.l.) Inner nuclear layer, (H.c.) Horizontal cell, (B.c.) Bipolar cell, (A.c.) Amacrine cell, (M.c.) Muller's cell, (I.p.l.) Inner plexiform layer

شكل (3) : مقطع طولي يوضح اشكال الخلايا البصرية والغشاء المحدد الخارجي والطبقة النووية الخارجية في شبكية (a) طائر العقق ، (b) الجرذ البني (ملون H.&E. X1000 (E.n.l.) External nuclear layer, (R) Rod, (C) Cone, (O.l.m.) Outer limiting membrane,



شكل 6 : مقطع طولي يوضح الحفيرة العميقة في شبكية عين طائر العقق (ملون H.&E. X400

شكل (7) : مقطع طولي يوضح الحفيرة الضحلة في شبكية عين طائر العقق (ملون H.&E. X400

(P.e.) Pigmented epithelium, (V.c.) Visual cells layer, (O.l.m.) Outer limiting membrane, (E.n.l.) External nuclear layer, (E.p.l.) External plexiform layer, (I.n.l.) Inner nuclear layer, (I.p.l.) Inner plexiform layer, (G.c.l.) Ganglion cells layer, (O.n.f.) Optic nerve fiber layer, (I.l.m.) Inner limiting membrane

شكل 5 : مقطع طولي يوضح الطبقة النووية الداخلية والطبقة الضفيرية الداخلية وطبقة الخلايا العقدية وطبقة الالياف العصبية والغشاء المحدد الخارجي في شبكية (a) طائر العقق ، (b) الجرذ البني (ملون H.&E. X1000

(I.n.l.) Inner nuclear layer, (I.p.l.) Inner plexiform layer, (G.c.l.) Ganglion cells layer, (O.n.f.) Optic nerve fiber layer, (I.l.m.) Inner limiting membrane

REFERENCES

1. Abd, A. A. and S. A. Al Majeed. 2010. Anatomical, histological study eye of the bird *corncrake crex crex*. Rafidain Journal of Science, 21(4): 1 – 26 .
2. Abed, A. A. ; D. F. Ahmed and H. M. Hamodi. 2010. Anatomical and histological study of eye structure in the Iraqi pin – tailed sandgrouse bird *Pterocles alchata caudarus*. Tikrit Journal of Pure Science. 15(2):246 – 260.
3. Abed, Sh. A. 2016. A comparative histological study of tunica vasculosa in the eyeballs of some selected vertebrates from Iraqi environment. International journal for sciences and technology. 11(2):81.
4. Al-hamadany, A. M. T. A. 2012. Comparative Anatomical, Histological with Developmental Study at Light and Electron Microscopic Level of Eye and Alimentary Canal for three Species of Birds which Differ in Nutrient Nature. Ph.D. Dissertation. College of Education. Mosul University. pp: 82-104,141-166.
5. Al-jaboori, Sh. A. A. 2014. Comparative Morphological and Histological Study of the Eye in two Species of Iraqi birds (*Falco tinnunculus* L. and *Streptopelia decaocto* F.). M.Sc. Thesis. College of Science for Women. Baghdad university. pp: 50-81,97-99.
6. Allos, B. 1962. Iraqi birds. Press the Nexus - Baghdad. The third part. pp 47 – 48.
7. Al-Robaee, S. J. M. ; Sh. M. Mirhish and J. M. Rajab. 2012. Histological studies on the retina of the falcon "S Eye ball (*Circus Cyaneus* C.) under light and electron microscopy. The Iraqi Journal of Veterinary Medicine, 36(2):83 – 92 .
8. Al-Sheikhly, O. F. and M. Kh. Haba. 2014. The Field Guide to the Wild Mammals of Iraq. Faraaheedi house publishing and distribution / Baghdad . pp: 54 .
9. Dolan, T. and E. Fernandez – Juricic. 2010. Retinal ganglion cell topography of five species of ground – foraging birds . brain . Behav. Evol. 75(2): 111 – 121 .
10. Gali, M. A. and Sh. A. Abid. 2015. Comparative morphological and histological study of the pecten oculi in two species of Iraqi birds (*Falco tinnunculus* L. and *Streptopelia decaocto* F.). Baghdad Science Journal. 12(1): 8.
11. Gali, M. A. and H. A. M. Dauod. 2014. Comparative Anatomy of Chordates, 2nd ed., Dar Al – Doctor the Administrative and Economic Sciences, Pp: 800 – 823.
12. Jones, M. P.; K. E. Pierce and D. Ward. 2007. Avian vision: A review of form and function with special consideration to birds of prey. J. Exotic. Pet. Medicine. 16(2):69 – 87 .
13. Kardong, K. V. 2012. Vertebrates Comparative Anatomy, Function, Evolution, 6th ed., McGraw – Hill . pp 681 – 690 .
14. Kim, K. H.; M. Puoris'haag; G. N. Maguluri; Y. Umino; K. Cusato; R. B. Barlow and J. F. de Boer. 2008. Monitoring mouse retinal degeneration with high-resolution spectral-domain optical coherence tomography. Journal of Vision, 8(1):17, 1–11.
15. Mescher, A. L. 2013. Junqueira's basic histology Text and Atlas, 13th ed., McGraw Hill. pp: 489 – 494.
16. F. G. Oliveira; B. L. S. Andrade – Da-Costa; J. S. Cavalcante; S. F. Silva; J. G. Soares; R. R. M. Lima; Jr., E. S. Nascimento; J. C. Cavalcante; N. S. Resende and M. S. M. O. Costa. 2014 . The eye of the crepuscular rodent rock cavy (*Kerodon rupestris*) (Wied, 1820) . J. Morphol. Sci., 31(2): 89-97.
17. Saenz-de-Viteri, M. ; H. Heras-Mulero; P. Fernández-Robredo; S. Recalde; M. Hernández; N. Reiter; M. Moreno-Orduña and A. García-Layana. 2014. Oxidative Stress and Histological Changes in a Model of Retinal Phototoxicity in Rabbits . Oxidative Medicine and Cellular Longevity . pp: 1-10.
18. She, Q.; Z. An; C. Xia; Y. Kong and E. Chen. 2014. Study on comparative histology of retinas in *Ctenopharyngodon idella*, *Cynops orientalis*, *Bufo bufo gargarizans*, *Gekko japonicas* and *Columba livia*. Int. J. Morphol., 32(3):918-922.
19. Suvarna , S. K. ; C. Layton and J. D. Bancroft. 2013. Bancroft's theory and practice of histological techniques, 7th ed., Churchill livingstone Elsevier . pp 87 – 176 .
20. Szabadfi, K. ; C. Estrada; E. Fernandez-Villalba; E. Tarragon; Jr. G. Setalo; V. Izura; D. Reglodi; A. Tamas; R. Gabriele and M. T. Herrero. 2015 . Retinal aging in the diurnal Chilean rodent (*Octodon degus*): histological, ultrastructural and neurochemical alterations of the vertical information processing pathway

. Frontiers in Cellular Neuroscience . 9 (126) : 1-14.
21.Treuting, P. M. and S. M. Dintzis. 2012.Comparative Anatomy and Histology A Mouse and Human Atlas, 1st ed., Elsevier Inc. pp: 403 – 405.

22.Dayan, M. O. and T. Ozaydin. 2013. A Comparative Morphometrical Study of the Pectin Oculi in Different Avian Species. The Scientific World Journal. pp:1-5.