

دراسة نسجية للمخيخ في طائر السلوى البالغ Quail *Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758)

أسماء بشير عبد

نهلة عبد الرضا البكري

قسم علوم الحياة، كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم)، جامعة بغداد

استلم في: 6 تشرين الأول 2015، قبل في: 6 كانون الأول 2015

الخلاصة

أجريت دراسة نسجية للمخيخ (Cerebellum) في طائر السلوى البالغ (*Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758) للتعرف على تركيبه النسجي. وأظهرت نتائج الدراسة أن المخيخ يمثل أحد مناطق الدماغ المؤخر (Rhombencephalon) ويقع في جزء الدماغ التالي (Metencephalon) خلف المخ ويحتوي سطحه على طيات عميقة، ويكون كروي الشكل ويمثل الجهة الظهرية للدماغ التالي محيطاً بسقف البطين الرابع (IV Ventricle) ويتألف المخيخ من ثلاثة أجزاء الشوكي المخيخي (Spino cerebellum)، والمخي المخيخي (Cerebro cerebellum)، والدهلزي المخيخي (Vestibulo cerebellum). وللمخيخ ثلاثة فصوص، فص أمامي (Anterior lobe)، وفص خلفي (Posterior lobe)، وفص ندفي عقيدي (Flocculonodular lobe)، ويحتوي جسم المخيخ (Corpus cerebellum) (الدودة) (Vermis) على تسع طيات تدعى بالورقات المخيخية (Cerebellar-foia) ومفصولة عن بعضها بالأثلام (Sucli) ويتكون المخيخ نسيجياً من القشرة المخيخية (Cerebellar cortex) والتي تدعى بالمادة السنجابية (Gray matter)، التي تتألف من ثلاث طبقات [الطبقة الجزئية الخارجية (Molecular layer)، طبقة خلايا بركنجي (Purkinje cells layer)، الطبقة الحبيبية الداخلية (Granular layer)] ومنطقة اللب (Medulla region) والتي تدعى بالمادة البيضاء (White matter).

الكلمات المفتاحية: المخيخ، السلوى، القشرة المخيخية.

المقدمة

طائر السلوى (Guail) واسمه العلمي (*Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758) من الطيور المهاجرة الواسعة الانتشار في العالم يوجد في العراق أثناء هجرتي الخريف والربيع وتمكث أعداد منه في فصل الشتاء ويسمى بالمرعي وتهاجر أعداد كبيرة منه من أوروبا في فصل الخريف لتصل إلى مصر ويسمى السمان وكذلك يوجد في الشام وسوريا ويسمى بالفري [1] [2]. وهو يعيش في البيئة الزراعية إذ يعيش على الأرض ويتجنب الأشجار والأراضي العارية. يمتاز طائر السلوى بكونه صغير الحجم وذات أجنحة مدببة متجانسة اللون ويكون الظهر مخططاً بخطوط صفراء داكنة ويغطي أسفل الجسم ريش متميز أبيض مصفر باهت والجوانب مقلمة والذيل يكون قصيراً [3] [4]. حظي الجهاز العصبي باهتمام من قبل الباحثين وذلك لكونه من الأجهزة المهمة في الفقاريات وتعد الطيور من الفقاريات كبيرة الدماغ مقارنة بالفقاريات الأوطأ التي تمتلك دماغاً صغيراً [5] [6]. كما إن للفقاريات أساليب مختلفة للحركة بحسب طبيعة معيشتها وتغايراتها التشريحية و أن توازن الجسم يختلف في الحيوانات ثنائية الأرجل (Biped) تختلف عن الفقاريات رباعية الأرجل (Guadruped)، وأن المخيخ هو العضو المسؤول على توازن الجسم عن طريق التنسيق بين الفعاليات الجسمية الحركية وتنظيم الحركة النسقية للعضلات، إذ يؤدي المخيخ دوراً مهماً في تعلم مهمات الحركة، وأن شكل وحجم المخيخ ربما يرتبط بنوع الحركة في طرف الحيوان ومركز الجاذبية وكلما كانت الحركات التي يؤديها الحيوان معقدة كلما زاد تطور المخيخ [7] [8].

هناك دراسات عديدة حول المخيخ تطرقت إلى الوصف الشكلي من حيث الحجم وعدد الفصوص وأصناف الورقات المخيخية (Cerebellar folia) وكذلك إلى التركيب النسيجي والمناعي [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18].

هدف البحث الحالي دراسة التركيب النسيجي للدماغ المؤخر (المخيخ) في طائر السلوى والتعرف على طبقاته وكذلك التركيب النسيجي لكل طبقة من الطبقات.

المواد وطرائق العمل

- 1- جمع الطيور: تم الحصول على 12 طائراً من مزرعة تقع شمال بغداد (منطقة الطارمية)، وتم تشريح الحيوانات واتبعت طريقة هايمن [19] وتم عمل شق تشريحي في منطقة اتصال الفك العلوي بالفك السفلي وتم فصل عظام الجمجمة بحذر للحصول على الدماغ بعد رفع سقف الجمجمة.
- 2- تحضير المقاطع النسجية: حضرت المقاطع النسجية تبعاً لطريقة [20] إذ ثبتت النماذج بمحلول الفورمالين 10% لمدة 24 ساعة ثم غسلت بالماء الجاري، ثم وضعت في الكحول الأيثلي 70% ثم مررت بسلسلة تصاعديّة التركيز في الكحول الأيثلي لغرض سحب الماء وإجراء عملية الترويق (Clearing) بالزايلين (Xylene) ثم وضعت العينات في مزيج من الزايلين وشمع البرافين بدرجة انصهار (56-58)°م لغرض الارتشاح (Infiltration) ثم تم الاسجاء (Embedding) في قوالب شمعية وقطعت باستعمال المشراح الدوار (Rotary microtome) بسمك 7 مايكرومترات ثم لونت المقاطع النسجية باستعمال الهيماتوكسلين والايوسين الكحولي وملون كريسل البنفسجي الثابت (Cresyl fast violet) وهي من الملونات العامة للجهاز العصبي المركزي ويسمى بملون نسل Nissl's stain، كما تم أخذ القياسات المجهرية باستعمال مقياس العدسة العينية ومقياس المسرح [21] [22].
- 3- التصوير Photography: تم تصوير المقاطع النسجية المنتخبة بوساطة مجهر ضوئي مركب نوع MEIJI مزود بكاميرا تصوير. والنماذج الشكلية تم تصويرها بمجهر تشريح مزود بكاميرا تصوير.

النتائج

1. الوصف التشريحي للمخيخ:
 - بعد تشريح الطائر لوحظ أن الدماغ في طائر السلوى يتكون من ثلاثة أقسام رئيسية وهي كالآتي:
 - الدماغ الأمامي (Fore brain) (Prosencephalon) ويتألف من الدماغ الانتهائي (Telencephalon) الذي يشمل نصفي كرة المخ (Cerebral hemispheres) والفصان الشميان (Olfactory lobes) أما القسم الآخر من الدماغ الأمامي فيمثل الدماغ البيني (Diencephalon) (شكل 1).
 - الدماغ المتوسط (Mid brain) (Mesencephalon) الذي تميز بوجود الفصين البصريين (Optic lobes).
 - الدماغ المؤخر (Hind brain) (Rhombencephalon) والذي يتألف من الدماغ التالي (Metencephalon) الذي يتميز بوجود المخيخ (Cerebellum) الكروي الشكل إذ يمثل جهته الظهرية والجسر (Pons) الذي يمثل أرضيته البطنية، أما الجزء الآخر فهو الدماغ البصلي (النخاعيني) (Myelencephalon) ويتميز الدماغ المؤخر بوجود تجويف يدعى بالبطين الرابع (IV Ventricle)، يشكل المخيخ سقف البطين أما السويقات المخيخية (Cerebellar peduncles) تشكل جوانب المخيخ، ويمثل الجسر (Pons) والنخاع المستطيل (Medulla oblongata) أرضية البطن.

والمخيخ بدوره يتألف من ثلاثة أجزاء هي الشوكي المخيخي (Spino cerebellum)، المخي المخيخي (Cerebro cerebellum) والدهلزي المخيخي (Vestibulo cerebellum) (شكل 1). يمثل الشوكي المخيخي الجزء الأمامي المتوسع يقع قرب المخ، ويمثل الجزء المخي المخيخي جوانب المخيخ، أما الدهلزي المخيخي فيمثل القسم القاعدي للمخيخ.

يتألف المخيخ من الفص الأمامي (Anterior lobe)، الفص الخلفي (Posterior lobe) والفص الندفي العقيدي (Flocculonodular lobe) (شكل 2).

يضم جسم المخيخ (Corpus cerebellum) (الدودة Vermis) الفص الأمامي والفص الخلفي ويحتوي على طيات تدعى بالورقات المخيخية (Cerebellar-folia) التسعة التي يشار إليها بالأرقام (IX-I)، إذ تكون مفصولة عن بعضها بشقوق عميقة تمتد ضمن المادة المخيخية وتدعى بالأثلام (Sucli) (شكل 2).

يتكون الفص الأمامي من الورقات المخيخية (V-I) إذ تقع قمة هذه الورقات في الجهة البطنية للدماغ ويكون هذا الفص صغير الحجم، ويفصل الشق الأولي (Primary fissure) الفص الأمامي عن الفص الخلفي.

يتكون الفص الخلفي من الورقات المخيخية (IX-VI) وتقع قمة هذه الورقات في الجهة الظهرية للدماغ ويكون هذا الفص كبير الحجم ويفصل الشق الثانوي (Secondary fissure) الورقة الثامنة عن الورقة التاسعة.

أما الفص الندفي العقيدي فيتكون من ورقتين الورقة المخيخية التاسعة والورقة المخيخية العاشرة إذ يشغل معظم الجزء الوسطي الدهلزي المخيخي ويفصل الشق الخلفي الجانبي (Posterior lateral fissure) الفص الخلفي عن الفص الندفي العقيدي. أما القسم الآخر من المخيخ فيمثل البروزان الجانبيان الصغيران هما الاذيتان (Auriculae).

وإن نسبة متوسط الوزن والطول والعرض للمخيخ مقارنة بمتوسط وزن وطول وعرض الدماغ الكلي لطائر السلوى كانت (25%) (32%) و (30%) على التوالي (جدول رقم 1).

2. التركيب النسجي للمخيخ

يغطي المخيخ من الخارج بطبقة رقيقة من النسيج الضام (Connective tissue) تدعى بالام الحنون (Pia mater) إذ تنغمد إلى الداخل في مناطق الأثلام (Sulci) الموجودة ما بين الوريقات المخيخية (شكل 3).

يتألف المخيخ (Cerebellum) من منطقتين رئيسيتين هما:

أ-منطقة القشرة المخيخية Cerebellar cortex: وتدعى بالمادة السنجابية (Gray matter)، وتكون مغطاة من الخارج بالام الحنون ومن الداخل مبطنة بالمادة البيضاء (White matter)، بلغ متوسط سمكها في قمة الورقات المخيخية (598.5) مايكروميتر وفي منطقة الأثلام كان متوسط سمكها (357) مايكروميتر، وتتألف من ثلاث طبقات وهي كالآتي من الخارج إلى الداخل:

1-الطبقة الجزيئية (Molecular layer): وهي الطبقة الخارجية للقشرة المخيخية وتكون محاطة بغشاء الام الحنون وفي قمة الورقات المخيخية بلغ متوسط سمكها (168) مايكروميتر، أما في منطقة الأثلام كانت سميكة إذ بلغ متوسط سمكها (241.5) مايكروميتر (جدول رقم 2) (شكل 4).

أظهر الفحص النسجي لهذه الطبقة احتواء جزئها السطحي على خلايا عصبية مغزلية الشكل (Fusiform neurons) بلغ متوسط قطرها (11.25) مايكروميتر وخلايا عصبية هرمية الشكل (Pyramidal neurons) صغيرة الحجم بلغ متوسط قطرها (8.75) مايكروميتر، تتفرع تغضنات (Dendrites) الخلايا العصبية بصورة شعاعية، أما محاور (Axons) الخلايا العصبية تتجه نحو الداخل باتجاه طبقة خلايا بركنجي لتلقي مع تفرعات خلايا بركنجي (Purkinje cells) (الشكل 4)، والجزء الوسطي من الطبقة الجزيئية كان يحتوي على الخلايا العصبية النجمية (Stellate neurons) بلغ متوسط قطرها (10) مايكروميترات، أما الجزء الداخلي لهذه الطبقة فيحتوي على الخلايا السببية (Basket cells) وهي خلايا عصبية هرمية الشكل (Pyramidal neurons) بلغ متوسط قطرها (5) مايكروميترات، وخلايا مغزلية الشكل بلغ متوسط قطرها (7) مايكروميترات، وكانت التغضنات متفرعة إلى تفرعات أولية وثانوية وتمتد فروع التغضنات والمحاور إلى الطبقة التي تليها لتلتقي مع خلاياها.

إن الألياف العصبية (Nerve fibers) الموجودة ضمن هذه الطبقة تكون نسبة كبيرة منها نخاعينية (Myleniated) والألياف العصبية المتسلسلة (Climbing nerve fibers)، التي تمثل تفرعات الخلايا العصبية الموجودة ضمن هذه الطبقة فضلاً عن تغضنات خلايا بركنجي الممتدة من الطبقة التي تليها، أما محاور الخلايا الحبيبية غير النخاعينية Unmyelinated التي تمتد لتصل إلى هذه الطبقة إذ تتفرع على فروع بصورة أفقية تدعى بالألياف المتوازية (Parallel fibers) (شكل 5، 6، 7)، تدعى مناطق تشابك الألياف العصبية بمناطق اللب العصبي (Neuropil).

2- طبقة خلايا بركنجي (Purkinje cells layer): وهي الطبقة التي تلي الجزيئية وتكون طبقة مفردة من الخلايا في منطقة التقاء الطبقة الجزيئية مع الطبقة الحبيبية (شكل 4)، بلغ متوسط سمكها في قمة الورقات (31.5) مايكروميتر، بينما بلغ متوسط سمكها (21) مايكروميتر في منطقة الأثلام (جدول رقم 2).

تحتوي هذه الطبقة على عدد كبير من الخلايا العصبية الكثيرة الشكل (Priform neurons) الكبيرة الحجم أو المستديرة الشكل (Round neurons) تدعى بخلايا بركنجي ذات نواة كبيرة الحجم ومركزية الموقع تحتوي في داخلها على حبيبات نسل (Nissl's granules) وقد بلغ متوسط قطرها الطولي (30) مايكروميتر ومتوسط قطرها المستعرض (19) مايكروميتر. تحتوي الخلية على (واحد-اثنان) من التغضنات الأولية (Primary dendrites) تمتد إلى تغضنات ثانوية

(Secondary dendrites) التي بدورها تتفرع الى تغضنات ثالثة (Tertiary dendrites) تمتد بصورة موازية إلى السطح. أما المحاور فإنها تمتد من جسم الخلايا باتجاه الطبقات العميقة للمخيخ يوجد في هذه الطبقة الخلايا الدبقية بيركمان (Bergmann glial cells) وهي خلايا صغيرة الحجم بلغ متوسط قطرها (2) مايكروميتر وتغضنات هذه الخلايا تمتد إلى الطبقة الجزيئية وتوجد هذه الخلايا حول خلايا بركنجي (شكل 6)، وكذلك يوجد في هذه الطبقة خلايا تقع بالقرب من الطبقة الحبيبية تدعى بخلايا كولجي النوع الثاني (Golgi cells II) وهي خلايا نجمية الشكل ذات نواة كبيرة بلغ متوسط قطرها (7.5) مايكروميتر، أما تغضنات الخلايا ومحاورها تغادر أجسام الخلايا لتكون اتصالات مع تغضنات الخلايا الحبيبية في الطبقة التالية (الشكل 7).

3- الطبقة الحبيبية (Granular layer): وهي الطبقة الداخلية من القشرة المخيخية تقع بين طبقة خلايا بركنجي والمنطقة اللبية تكون هذه الطبقة سميكة في قمة الوراقات المخيخية إذ بلغ متوسط سمكها (399) مايكروميترأً ونحيفة في منطقة الأتلام إذ بلغ متوسط سمكها (94.5) مايكروميتر (جدول رقم 2).

تحتوي هذه الطبقة على الخلايا الحبيبية (Granular cells) بأعداد كبيرة وتكون متعددة الأقطاب Multipolar neurons صغيرة الحجم وذات نواة كبيرة بلغ متوسط قطرها (2.5) مايكروميتر، وتكون مرتبة بصورة متراصة وكثيفة، وتحتوي الخلية على عدد من التغضنات تمتد إلى الخلايا المجاورة، أما المحاور (Axons) فإنها تمتد من أجسام الخلايا إلى الأعلى باتجاه الطبقة الجزيئية (شكل 8) ويمتد إلى هذه الطبقة ما بين الخلايا العصبية الألياف العصبية الطحلبنانية (Mossy nerve fibers) الخيطية الشكل الواردة من منطقة اللب إذ تتصل مع الخلايا الحبيبية في مناطق تدعى الكبيبات (Glomeruli) وهي مناطق تتلون بلون فاتح إذ تمثل مناطق التشابك العصبي (Synapses) (شكل 9).

ب-منطقة اللب Medulla region: تمثل هذه المنطقة لب الوراقات المخيخية، وتكون الأعمدة اللبية ممتدة بشكل شعاعي باتجاه القشرة وتدعى بالمادة البيضاء (White matter) التي هي عبارة عن محاور الخلايا العصبية النخاعينية (Myelinated axons) والألياف المتسلقة والطحلبنانية بلغ سمك هذه الطبقة (53.2) مايكروميتر.

توجد ضمن منطقة اللب الخلايا الدبقية (Neuroglial cells) وتكون على نوعين، النوع الأول ذات سايتوبلازم قليل ونواة كبيرة الحجم وتحتوي على تغضنات (Dendrites) قصيرة تدعى بالخلايا الدبقية النجمية (Astrocytes) بلغ متوسط قطرها (3.75) مايكروميتر أما النوع الآخر فهو الخلايا الدبقية قليلة التغضنات (Oligodendroglia) بلغ متوسط قطرها (2.5) مايكروميتر وتكون مرتبة على هيئة صفوف وتحاط بالخلايا الدبقية بالمحاور النخاعينية (شكل 10، 11). وكذلك يوجد في اللب تجمعات كبيرة من الخلايا العصبية تدعى بالنوى المخيخية العميقة (Deep cerebellar nuclei) (شكل 11).

المناقشة

تضمنت مناقشة التركيب النسجي للمخيخ في طائر السلوى (*Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1758) وكالاتي:

1- الوصف الشكليائي للمخيخ:

أظهرت الدراسة الشكليائية أن المخيخ في طائر السلوى كان دائري الشكل ومن الأمام يفصل الفصين البصريين (Optic lobes) الواقعين على جانبي الدماغ ومن الخلف يرتبط مع النخاع المستطيل (Medulla oblongata) وهذا يتوافق مع ما أشار إليه الباحث [23] إلى أن المخيخ في الطيور يكون ذا موقع خلفي بالنسبة لنصفي كرة المخ (Cerebral hemispheres) وظهري بالنسبة للنخاع المستطيل والجسر (Pons). يكون المخيخ أكبر أجزاء الدماغ المؤخر حجماً وهذا يتوافق مع دراسة [24] في إناث طائر العوسق *Falco tinnunculus* لكن لا يتوافق مع دراسة [25] في أنواع الحمام الداجن (Domestic pigeons).

يكون الجسم المخيخي (الدودة Vermis) جيد التكوين في طائر الخضير *Anas platyrhynchos* [12] وطائر الحمام الطوراني *Columba livia gaddi* [25] وقد أشار الباحثان [26] إلى أن الجسم المخيخي (الدودة) يكون أكثر تطوراً في الطيور التي تطير مقارنة بالطيور التي لا تطير وهذا يتوافق مع نتائج الدراسة الحالية.

توجد في السطح الظهري (Dorsal surface) للمخيخ أتلام (Sulci) إذ تقسم سطحه وهذا يتوافق مع نتائج دراسة [12] [25] بينما أشارت دراسة [27] [28] إلى أن الأتلام تكون دقيقة وصغيرة في مخيخ الإنسان بينما في مخيخ الطيور تكون أكثر خشونة.

يكون المخيخ بشكل تركيب ورقي (Foliated structure) في بعض أنواع من الأسماك والطيور (Birds) والثدييات (Mammalian) إذ يتكون من عشرة ورقات أولية (Primary folia)، ويمثل الفص الأمامي (Anterior lobe) للمخيخ الوراقات (V-I) بينما يمثل الفص الخلفي له (Posterior lobe) الوراقات (IX-VI)، ويفصل الفص الأمامي عن الخلفي بالشق الأولي (Primary fissure) ويفصل الفص الخلفي عن الورقة العاشرة (X) التي تسمى بالعقيدة (Nodule) بواسطة الشق الخلفي الجانبي (Posterolateral fissure) وهذا يتوافق مع نتائج الدراسة الحالية.

إن الفصيصات المخيخية (Cerebellar lobules) الموجودة في مخيخ الثدييات تشابه الوراقات المخيخية في مخيخ الطيور [29] [30] [31] [32] [33]. لقد أشار كل من [27] من خلال دراستهم إلى أن وزن الدماغ في الدجاج *Gallus domesticus* أكثر أربع مرات من وزن المخيخ وهذا يتوافق مع نتائج الدراسة الحالية إذ كان وزن الدماغ في طائر السلوى أكثر أربع مرات من وزن المخيخ.

لقد أشار الباحثان [32] إلى أن المخيخ يكون كبيراً نسبياً في الطيور لأنه يعد مركز التوازن (Equilibrium)، ويكون عضواً مهماً في الحيوانات الطائرة إذ يحتوي على عدد من حزم الألياف المخيخية الشوكية (Spino-cerebellar fibers). لقد أشار الباحثان [29] بأن الجسم المخيخي جيد التكوين في الطيور وهذا يتوافق مع نتائج الدراسة الحالية. ويكون المخيخ له روابط وثيقة مع المخ (Cerebrum) عن طريق المهاد (Thalamus) [34] [35]. لقد أشار الباحث [36] إلى أن النسبة بين طول الدماغ المؤخر وطول الدماغ الكلي في الدجاج المحلي *Gallus domesticus* هي (47.52%) وهي مقاربة لما وجد في الدراسة الحالية إذ كانت نسبة طول المخيخ مقارنة بطول الدماغ الكلي (32%) بينما بلغت في إناث طائر العوسق *Falco tinnunculus tinnunculus* (62.3%) [24] وأن زيادة حجم أجزاء الدماغ الخلفي في جسم الحيوان يرجع إلى زيادة عدد الخلايا العصبية وكذلك زيادة حجم البطين الرابع (Ventricle IV) [37].

2- الوصف النسيجي للدماغ المؤخر للمخيخ:

لقد أشار الباحث [38] إلى أن التركيب النسيجي الأساسي للمخيخ في الطيور يشابه التركيب النسيجي للمخيخ في الفقريات الأخرى إذ أن تنظيم الخلايا والألياف العصبية (Nerve fibers) داخل المخيخ يكون متشابهاً ويكون له مظهر متميز. يغطي سطح المخيخ بطبقة من القشرة المخيخية التي تكون على هيئة طيات (Folds) تدعى بالورقات المخيخية (Cerebellar folia) [39] [40] وهذا يتوافق مع نتائج الدراسة الحالية.

تميزت القشرة المخيخية وهي المنطقة الخارجية للمخيخ بكونها مؤلفة من ثلاث طبقات هي الطبقة الجزيئية وطبقة خلايا بركنجي والطبقة الحبيبية وبلغ متوسط سمك هذه المنطقة في قمة الورقات (598.5) مايكروميتر وفي الأثلام (357) مايكروميتر وهذا يتوافق مع ما أشارت إليه [26] من خلال دراستهما على الحمام الطوراني *Columba livia gaddi* إذ كان متوسط سمكها في قمة الورقات (676.25) مايكروميتر وفي الأثلام (440.6) مايكروميتر.

تميزت الطبقة الجزيئية بكونها سميكة في قمة الورقات المخيخية إذ بلغ متوسط سمكها (313.75) مايكروميتر بينما في الأثلام بلغ (255) مايكروميتر وهذا يتفق مع نتائج دراسة [41] على أنواع من البط ودراسة [42] على بوم المخازن *Tyto alba*. يوجد في الجزء العميق من هذه الطبقة خلايا عصبية نجمية الشكل تدعى بالخلايا السببية (Basket cells) تمتد أليافها العصبية باتجاه خلايا بركنجي في الطبقة التي تليها وهذا يتوافق مع ما أشار إليه [27] [24] في دراستهم على الطيور، تحتوي هذه الطبقة على محاور الخلايا الحبيبية والتي تمثل أليافاً نخاعية تمتد خلال التشجرات التغصنية (Dendritic trees) لخلايا بركنجي [43] وهذا يتوافق مع ما وجد في الدراسة الحالية في احتواء هذه الطبقة على الألياف العصبية (اللبد العصبي Neuropile).

تعد خلايا بركنجي صفة مميزة للمخيخ وأظهرت دراسة [12] في دماغ طائر الخضير *Anas platyrhynchos* وكذلك دراسة [24] على الدماغ المؤخر لإناث طائر العوسق *Falco tinnunculus* أن كثافة عدد خلايا بركنجي تتغير ضمن الورقات المخيخية إذ يكون انتشارها كثيفاً في الفص الندفي العقيدي وتكون وظيفتها في هذا الفص هو استلام الإيعازات البصرية الناتجة عن الحركة الدورانية الذاتية للرأس وكذلك الناتجة عن الترجمة الذاتية للتحفيز البصري [44]. تمثل محاور خلايا بركنجي ألياف عصبية صادرة (Efferent nerve fibers) من القشرة المخيخية إذ تتصل مع النوى المخيخية العميقة (Deep cerebellar nuclei) في منطقة اللب لتكوين مشابك عصبية (Synapses) [7]. لقد أشار [45] إلى أن مسالك الألياف الصادرة (Efferent fibers pathways) من المخيخ تكون عبارة عن محاور خلايا بركنجي فقط. تستلم خلايا كولجي الألياف العصبية المتسلقة (Climbing nerve fibers) من النواة الزيتونية (Olivary nucleus) إذ تستلم كل خلية ليفاً عصبياً واحداً متسلقاً [46]، وتتخلل خلايا بركنجي الخلايا الدبقية بيركمان (Bergman glial cells) وهذا يتفق مع دراسة [47] على طيور العوسق الأمريكي *Falco sparverius*.

إن الطبقة الحبيبية سميت بهذا الاسم لاحتوائها على عدد كبير من الخلايا التي تتصبغ بشدة بملون الهيماتوكسولين فتظهر عند الفحص المظهري كطبقة حبيبية الشكل. بلغ متوسط سمك هذه الطبقة (399) مايكروميتر في قمة الورقات المخيخية وهو أكثر من متوسط سمكها في منطقة الأثلام والذي بلغ (94.5) مايكروميتر وهذا يتوافق مع ما أشار إليه الباحث [27] في دراسته على الدجاج *Gallus domesticus* ودراسة [42] على بوم المخازن *Tyto alba*. ودراسة [24] على إناث طائر العوسق الأمريكي *Falco tinnunculus*. تستلم الخلايا الحبيبية الموجودة ضمن هذه الطبقة الدفعات العصبية الواردة من الجهاز العصبي المركزي يبلغ متوسط عدد الخلايا الحبيبية في المخيخ 50 بليون خلية إذ تُولف نسبة 75% من الخلايا العصبية الدماغية [48].

تمتد محاور الخلايا الحبيبية غير النخاعية (Unmyelinated axons) إلى الأعلى وتشكل مشابك عصبية مع تغضنات خلايا بركنجي والخلايا السببية (Basket cells) ثم تذهب إلى الطبقة الجزيئية للقشرة إذ تتفرع على فرعين يمتدان بصورة أفقية يشكلان الألياف المتوازية (Parallel fibers) [39]. تمتلك الخلايا الحبيبية (4-5) من التغضنات التي تتصل مع الألياف الطحليانية التي تدخل إلى الطبقة الحبيبية من النوى الجسرية (Pontine nuclei) والنوى الدهليزية (Vestibular nuclei) ومن الحبل الشوكي (Spinal cord) لتكون مشابك عصبية وقد أظهر المجهر الإلكتروني وجود أعداد كبيرة من المقدرات (الميتوكوندريا Mitochondria) في نهاية تغضنات الخلايا الحبيبية [40]. وقد لوحظ في الدراسة الحالية وجود الكبيبات الكثيرة العدد ضمن هذه الطبقة والتي تمثل مواقع التشابك العصبي وتمثل كل كبيبة موقع اتصال أكثر من 20 خلية حبيبية وهذا يتوافق مع دراسة [26] على الحمام الطوراني *Columba livia gaddi* ودراسة [24] على إناث طائر العوسق.

منطقة اللب:

تقع هذه المنطقة تحت المادة السنجابية (Gray matter) وتدعى بالمادة البيضاء (White matter) وتمثل الجزء الداخلي للمخيخ و تحتوي على الألياف العصبية الواردة و الصادرة (Afferent and efferent nerve fibers) من القشرة المخيخية و يوجد ضمن منطقة اللب الخلايا الدبقية (Neuroglial cells) النجمية (Astrocytes) والخلايا الدبقية قليلة التغضنات (Oligodendroglia) وهذا يتوافق مع ما أشارت إليه دراسة [6] إذ أشاروا إلى أن الخلايا الدبقية النجمية تقوم بإعادة إصلاح الأضرار في الجهاز العصبي المركزي (Central nervous system) نتيجة الإصابة بالمرض، أما الخلايا الدبقية قليلة التغضنات فتقوم بعملية تكوين النخاعين (Myelination). ونتائج الدراسة الحالية لا تتفق مع ما توصل إليه كل من [49] [50] [51] الذين بينوا عدم وجود الخلايا العصبية في منطقة اللب بينما أشارت دراسة [52] إلى وجود عدة تجمعات من النوى المخيخية العميقة في طيور الدواجن (Silky fowl) وهذا يتوافق مع نتائج الدراسة الحالية.

المصادر

- 1- اللوس، بشير. (1961). الطيور العراقية – رتبة الدجاجيات، الجزء الثاني. مطبعة الرابطة بغداد: 1-3 صفحة.
- 2- السمران، نجيب. (1984). الفري – السمان، دواجن زراعة الشرق الأوسط: 90 صفحة.
- 3- سالم، مظفر عبد الباقي، بورتز، ريتشارد، كريستين، س، شيرميكر، هانسن، كريستن، س والجبور، شريف. (2006). الدليل الحقل لطيور العراق، منظمة طبيعة العراق والمجلس العامي لحماية الطيور: 284 صفحة.
- 4- اللوس، بشير. (1990). الطيور العراقية، الجزء الثاني، مطبعة الرابطة. بغداد: 193-206 صفحة.
- 5- Person, R. (1972). The avian brain. Academic press, New York: 235-278.
- 6- Smith, T. G.; Brauer, K. & Rechenbach, A. (1993). Quantitative phylogenetic constancy of cerebellar purkinje cell morphological complexity. J. Com. Neurol., 331: 402-406.
- 7- Paulsen, D. F. (2000). Histology and cell biology, 4th edn. Mc Graw-Hill book Co. Inc. New York: 376 pp.
- 8- Mondal, R. K. (1997). Comparative gross anatomical and histomorphological studies on cerebellum of fish, amphibia, reptilia and mammlia. PhD. Thesis W. B. Univ. of Animal and Fisheries. Sci.: 37.
- 9- Larsell, O. (1967). The comparative anatomy and histology of the cerebellum from myxinoids through birds, University of Minnesota press, Minneapdis: 128 pp.
- 10- Voogd, J.; Gerrit, N. & Ruigrok, T. (1996). Organization of the vestibulocerebellum. Ann. Y Acad. Sci., 781: 579 pp.
- 11- Necker, R. & Neumann, V. (1997). Response characteristics of cerebellar nuclear cells in the pigeon. Neuro. Rep., 8: 1485-1489.
- 12- القزلي، شرمين عبد الله عبد الرحمن حسن. (1996). دراسة تشريحية ونسجية لدماع الخضيرى *Anas olatoryhnhchos* L. أطروحة دكتوراه، جامعة بغداد، كلية التربية (ابن الهيثم): 105.
- 13- Devor, A. (2000). Is the cerebellum like cerebellar like structures. Brain Res. Rev., 34(3): 149-156.
- 14- Anastasio, T. J. (2001). In put minimization, a model of cerebellar learning without climbing fiber error signals. Neuroreport, 12(17): 8325-8331.
- 15- Wilsson, M. L.; Bower, A. J. & Shemard, R. M. (2007). Development neural plasticity and its cognitive benefits: Olivocerebellar renncrvation compensates for spatial function in the cerebellum. Em. J. Neurol. Sci., 25: 1475-1483.
- 16- Gordon, N. (2007). The cerebellum and cognition. Eur. J. Paediat. Neurol., 4: 232-234.
- 17- Andreescu, C. E.; Milojkovic, B. A.; Haasdijk, E. D.; Kramer, P.; Jong, F. H.; Krust, A.; Zeeuw, C. I. & De Jeu, M. T. (2007). Estradoil improves cerebellar memory formation by activity estrogen receptor. J. Neuro. Sci., 27: 10832-10839.
- 18- Pakan, J. M.; Iwaniuk, A. N.; Wylie, D. R.; Hawkes, R. & Marzban, H. (2007). Purkinje cell compart mentation as revealed by zebrin II expression in the cerebellar cortex of pigeons (*Columba livia*). J. Comp. Neurol., 50: 619-630.
- 19- Hymen, L. H. (1974). Comparative vertebrates' anatomy, 2nd edn. Chicago Univ. Press, London: 523.
- 20- Bancroft, J. & Steven, A. (1982). Theory and practice of histological technique, 2nd edn. Churchill Livingston, London: 662.

- 21-Luna, L. G. (1968). Manual of histological staining methods, 3rd edn. Mc Graw-Hill book co. Inc., New York: 258.
- 22-Vacca, L. (1985). Laboratory manual of histochemistry. Raven press, New York: 328.
- 23-Messer, H. M. (1958). The nervous system in: An introduction to veterinary anatomy. The Macmillan Comp. New York: 374-380.
- 24-كاظم، جاسم محمد جواد (2014). دراسة شكليائية ونسجية للدماغ المؤخر في إناث نوع من طيور الجوارح النهارية العراقية (العوسق) (*Falco tinnuculus tinnuculus* (Linnaeus, 1758)). رسالة ماجستير، كلية التربية للعلوم الصرفة ابن الهيثم. جامعة بغداد: 101.
- 25-Rehkmper, G.; Erahma, H. D. & Cnotkaa, J. (2008). Mosaic evolution and adaptive brain component alteration under domestication seen on the background of evolutionary theory. *Brain. Behav. & Evol.*, 71: 115-126.
- 26-عبد، وجدان بشير وعبد، أسماء بشير (2012). دراسة التركيب النسيجي للدماغ المؤخر (المخيخ) في طائر الحمام الطوراني (*Columba livia gaddi*). مجلة كلية التربية ابن الهيثم، 18(4): 9-23.
- 27-Pal, B.; Chowdhury, S. & Ghosh, R. K. (2003). Comparative anatomical study of the cerebellum of man and fowl. *J. Anet. Sci. India.*, 52(1): 32-37.
- 28-Kuhlenbeck, H. (1975). The central nervous system of vertebrates. The Macmillan Comp. Ney York: 625-768.
- 29-Ranson, S. W. & Clark, S. I. (1972). The anatomy of the nervous system-Its development and function, 10th edn. W. B. Saunders Co. Philadelphia: 43-45.
- 30-King, A. S. & Mcllelland, J. (1984). Birds: their structure and function, 2nd edn. Baillere Tindal, London: 334.
- 31-Sisson, S. & Grossman, J. D. (1986). Anatomy of the domestic animals, 5th edn. Rio de Janeiro: 315.
- 32-Stinson, A. W. & Calhoun, M. L. (1993). Textbook of veterinary histology, 4th edn. (Dellmann, H. D. ed). Lea & Febiger., USA: 153-193.
- 33-Herdt, T. (1997). Textbook of veterinary physiology, 2nd edn. (Cunningham J. G. ed). W. B. Saunders Comp., USA: 301-320.
- 34-Parker, T. J. & Haswell, W. A. (1963). Textbook of zoology in: Vertebrates. Vol 2. 7th edn. Macmillan and Co. Ltd. London: 212, 210, 542, 592, 681 .
- 35-Kardong, K. V. (2006). Vertebrates' comparative anatomy, function, evolution. 4th edn. Mc Graw-Hill com. Inc. New York: 782.
- 36-Batah, A. L.; Ghaje, M. S. & Shihan, N. A. (2012). Anatomical and histological study for the brain of the locally breed chicken *Gallus domesticus*. *J. Thi-Qar. Sci.*, 3(3): 47-53.
- 37-Northcutt, R. G. (2002). Understanding vertebrate brain evolution. *Integrative & Comparative Biology*, 42(2): 743-766.
- 38-Voogd, J. & Glickstein, M. (1998). The anatomy of the cerebellum. *Trends. Neuro. Sci.*, 21: 370-375.
- 39-Junqueira, L. C. & Carneiro, J. (2006). Basic histology text and atlas, 11th edn. Mc Graw-Hill com. Inc. New York: 502.
- 40-Yong, B. & Heath, J. W. (2000). Wheatear's functional histology, a text and colour atlas, 4th edn. Churchill Livingstone, London: 413.
- 41-Sur, E.; Oznurlu, Y.; Colakoglu, F.; Unsal, S. & Yener, Y. (2011). Comparative histometrical study of the cerebellum and the determination of some agnor parameters in different avian species, *bull. Vet. Inst. Pulawy*, 55: 261-265.
- 42-Abdulla, S. (2012). Anatomical and histo study of the cerebellum in the *Tyto alba* (Barn owl) by using Giemsa stain method. *J. College of basic Edu.*, 18(74): 77-88.
- 43-Bevelander, G. & Ramaley, J. (1979). Essentials of histology, 8th edn. The C. V. Mosby comp., USA: 363-366.
- 44-Voogd, J. & Glickstein, M. (1998). Anatomy of the cerebellum. *Trends. Neuro. Sci.*, 21: 370-375.

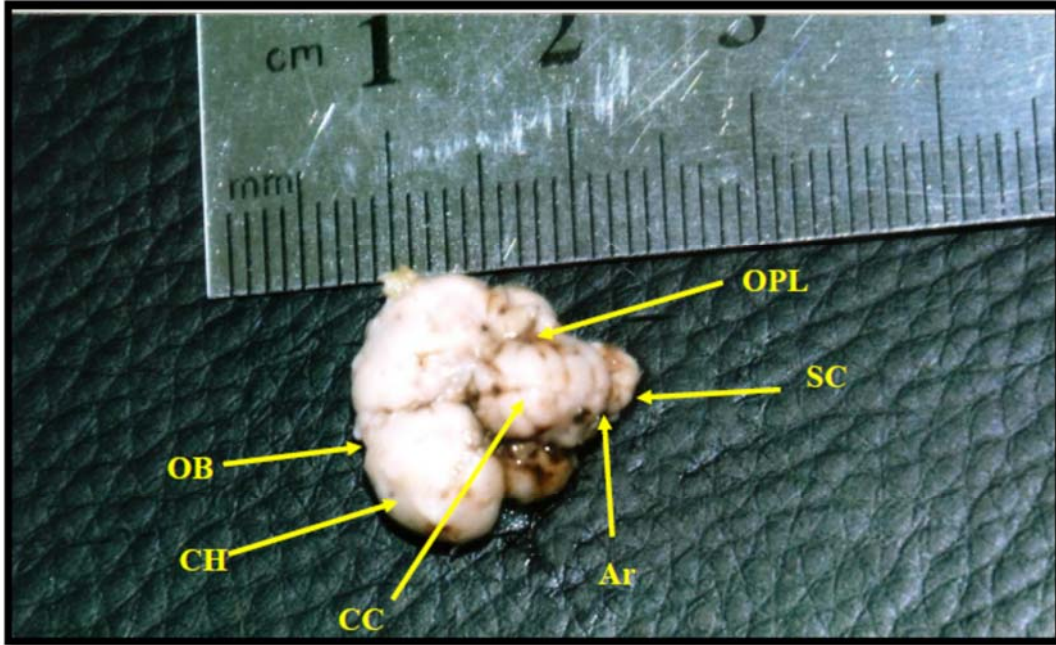
- 45-Wyatt, K. D.; Tanapat, P. & Wang, S. H. (2005). Speed limits in the cerebellum: constraints from myelinated and unmyelinated parallel fibers. *Eur. J. Neuro. Sci.*, 21(8): 2285-2290.
- 46-Llinas, R. R.; Walton, K. D. & Lang, E. J. (2004). Cerebellum, Ch.7, In: Shepherd, G. M., The synaptic organization of the brain, New York, Oxford University Press: 19-51.
- 47-Armien, A. G.; Mc Ruer, D. L.; Ruder, M. G. & Wunchmann, A. (2012). Purkinji cell heterotopy with cerebellar hyperplasia in two free living American kestrels *Falco sparverius*. *Veter. Pathol.*, 3(3): 1-6.
- 48-Armstrong, C. L. & Hawkes, R. (2000). Pattern formation in the cerebellar cortex. *Biochem. Cell biol.*, 78: 551-562.
- 49-Iwaniuk, A. N.; Deank, M. & Nelson, J. f. (2005). Interspecific allometry of the brain and brain regions in parrots (Psittaciformes): Comparison with other birds and primates. *Brain Behv. Evol.*, 65: 40-54.
- 50-Ross, M. H. & Pawlina, W. (2006). Histology a text and atlas with correlated cell and molecular biology, 5th edn. Lippincott Williams & Wilkins., New York: 906.
- 51-Eroschenko, V. P. (2008). Atlas of histology with functional correlation, 11th edn. Lippincott Williams & Wilkins., New York: 532.
- 52-Wen-qin, C.; Huazhen, L. & Guanzhong, L. (2005). Anatomy and distribution of NPY immunoreactive neurons of the cerebellum in silky fowl. *Progress in veterinary medicine*: 8521- 58558.

جدول (1): يوضح القياسات الإحصائية للدماغ الكلي والمخيخ لطائر السلوى البالغ

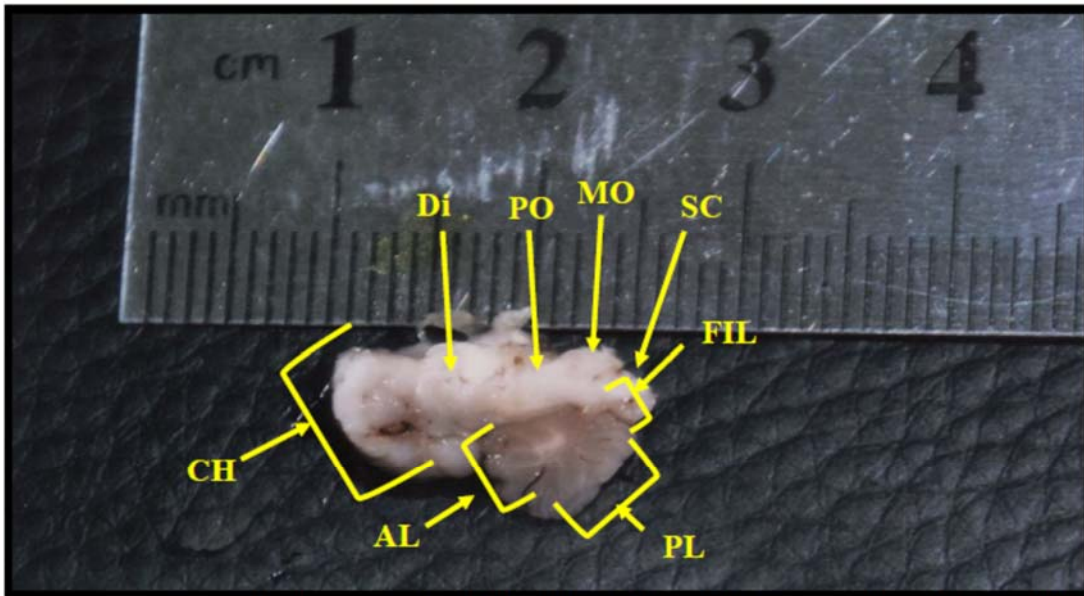
النسبة المئوية	المخيخ Cerebellum	الدماغ الكلي Whole brain	الأجزاء التشريحية متوسط القياسات التشريحية
25%	0.15	0.6	متوسط الوزن (غم) Weight
32%	0.8	2.5	متوسط الطول (سم) Length
30%	0.6	2	متوسط العرض (سم) Width

جدول (2): يوضح سمك طبقات القشرة المخيخية لطائر السلوى البالغ

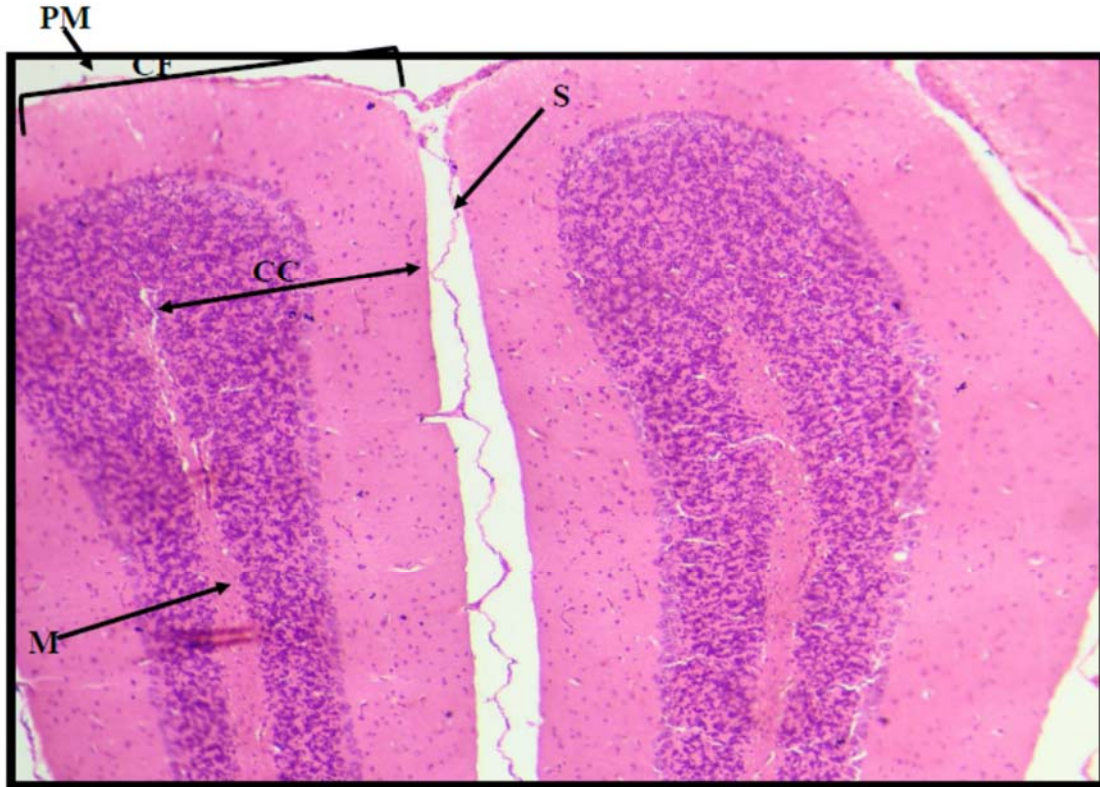
متوسط سمك الطبقة الحبيبية (μm) Granular layer		متوسط سمك طبقة خلايا بركنجي (μm) Purkinje cells layer		متوسط سمك الطبقة الجزيئية (μm) Molecular layer	
الثلث	قمة الوراقات	الثلث	قمة الوراقات	الثلث	قمة الوراقات
94.5	399	21	31.5	241.5	168



شكل (1): منظر ظهري لدماع طائر السلوى البالغ لتوضيح أجزاء الدماغ. Cerebral (CH) ،Olfactory bulb (OB) ،Spinal cord (SC) ،Auriculae (Ar) ،Corpus cerebellum (CC) ،Optic lobe (OPL) ،hemisphere



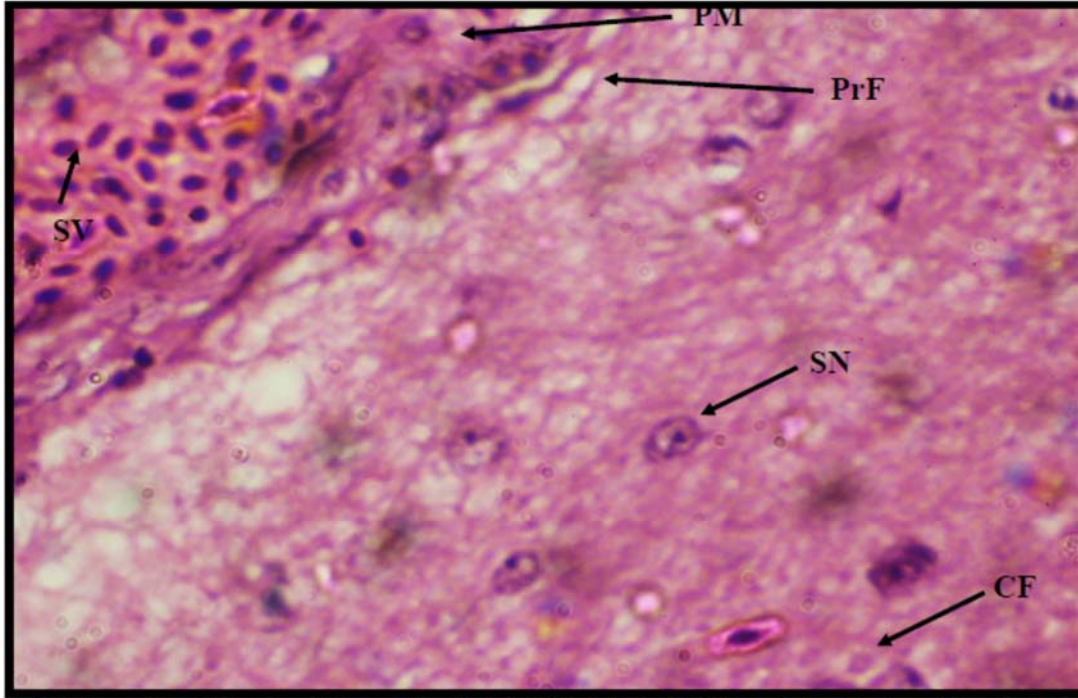
شكل (2): مقطع وسطي سهمي مار خلال دماغ طائر السلوى البالغ يوضح فصوص المخيخ. Cerebral (CH) ،Posterior lobe (PL) ،Anterior lobe (AL) ،Medulla oblongata (MO) ،Pons (PO) ،hemisphere ،Diencephalon (Di) ،Spinal cord (SC) ،Flocculonodular lobe (FIL)



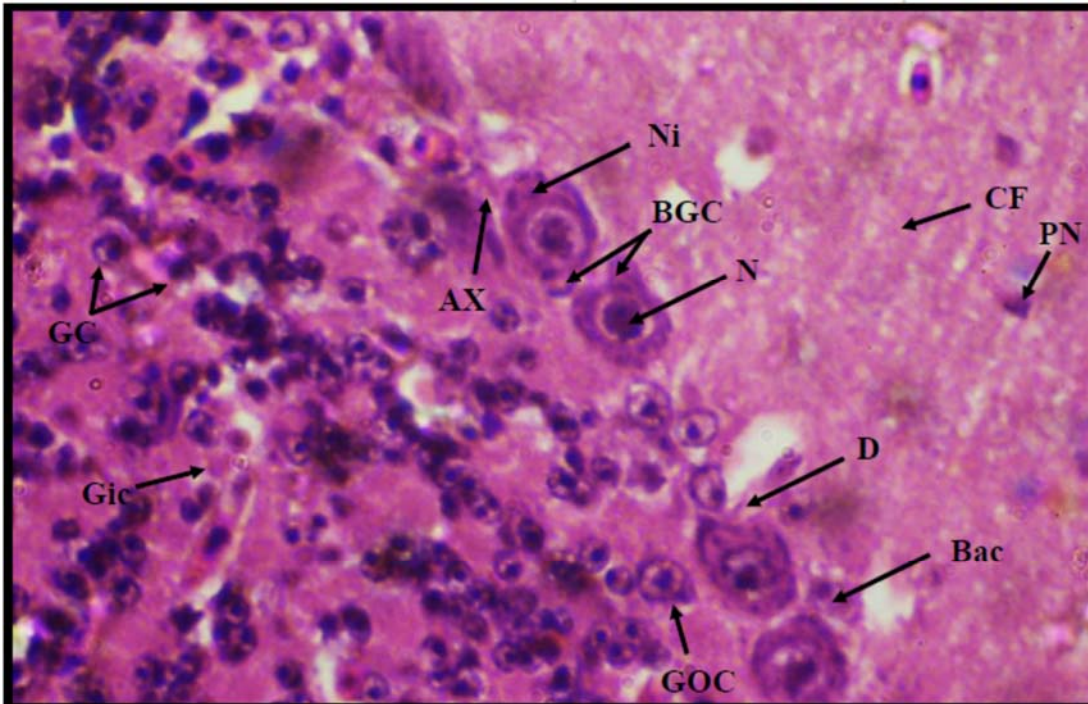
شكل (3): مقطع مستعرض مار في مخيخ طائر السلوى يوضح الوراقات المخيخية. (Cerebellar (CC) ،Pia mater (PM) ،Cerebellar folia (CF) ،Sulci (S) ،Medulla (M) ، cortex (ملون الهيما توكسليين والايوسين. 4x).



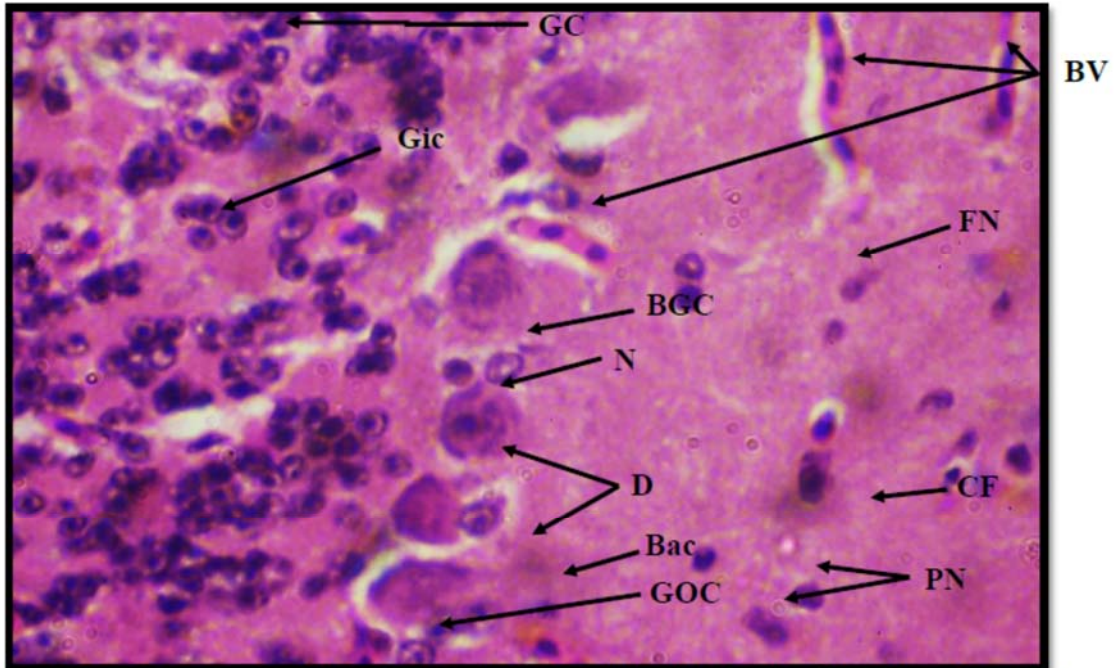
شكل (4): جزء من مقطع مستعرض مار في منطقة القشرة المخيخية لمخيخ طائر السلوى البالغ. (Pia mater (PM) ،Sinus venosus (SV) ،Molecular layer (ML) ،Purkinje cells layer (PCL) ،Granular layer (GL) ،Pyramidal neuron (PN) ،Stellate neuron (SN) ،Fusiform neuron (FN) (ملون الهيما توكسليين والايوسين. 10x).



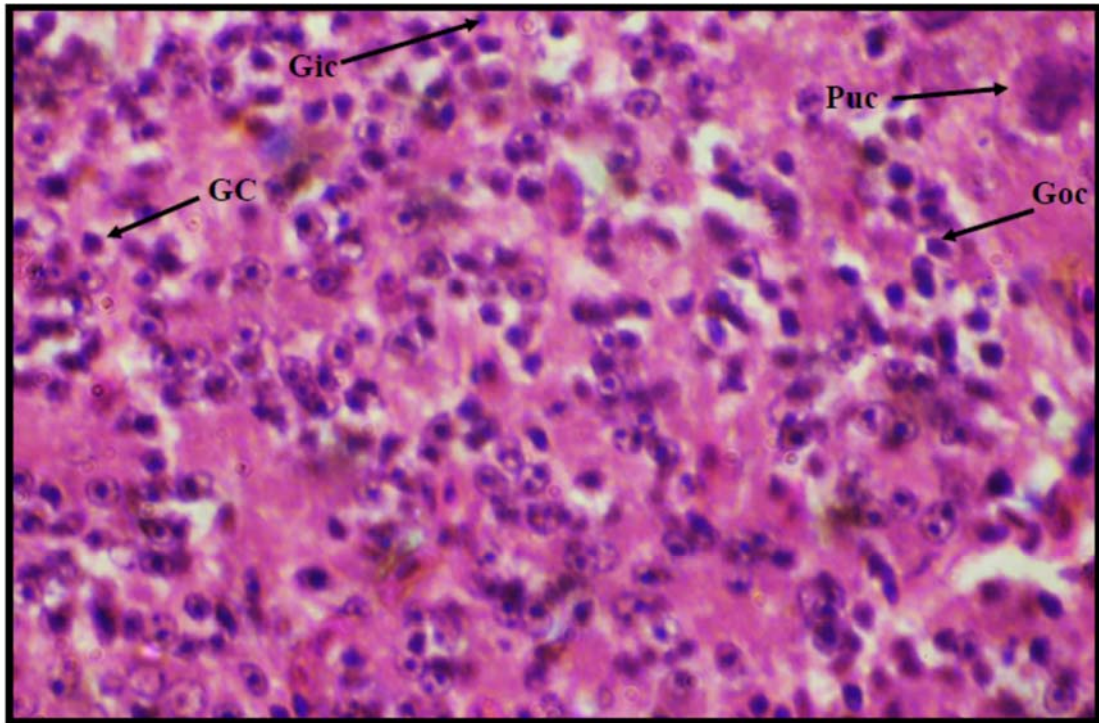
شكل (5): مقطع مستعرض مار في منطقة القشرة المخيخية لمخيخ طائر السلوى البالغ يوضح التركيب النسيجي للطبقة الجزيئية. Parallel fibers (ملون الهمياتوكسلين والايوسين. 100x). (PrF) Climbing fibers (CF) Stellate neuron (SN) Sinus venosus (SV) Pia mater (PM)



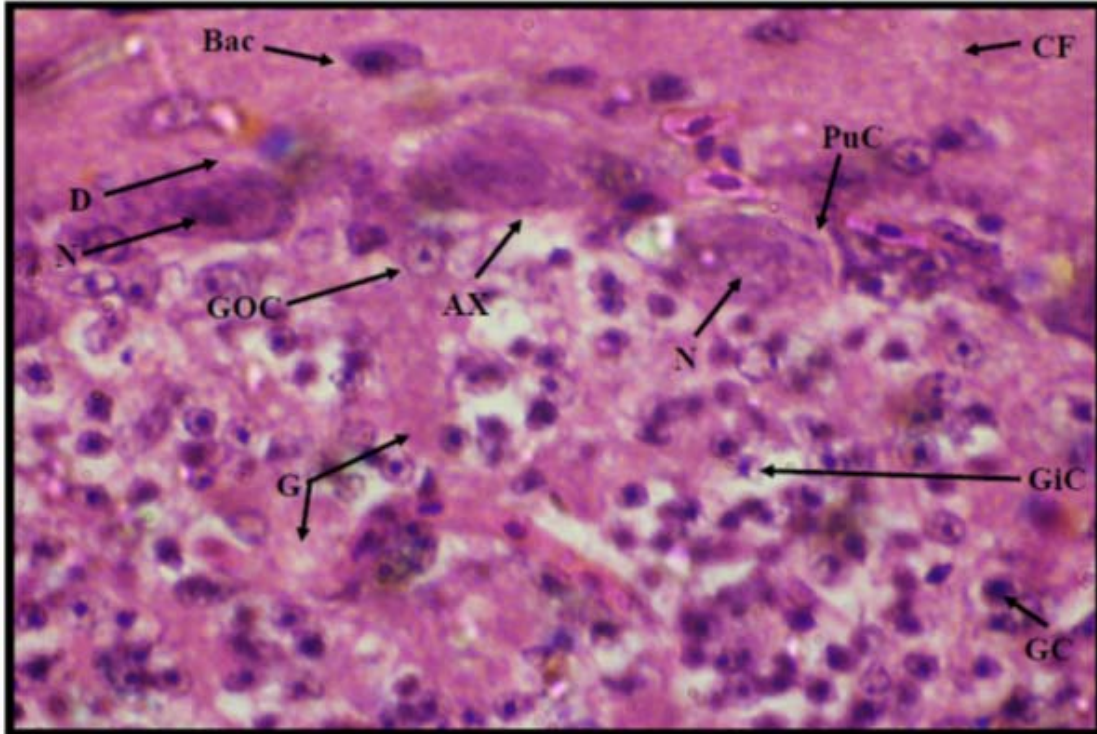
شكل (6): مقطع مستعرض مار في منطقة القشرة المخيخية لمخيخ طائر السلوى البالغ يوضح التركيب النسيجي لطبقة خلايا بركنجي. Climbing fibers (CF) Glial cell (ملون الهمياتوكسلين والايوسين. 100x). (PN) Basket cell (Bac) Dendrites (D) Nucleus (N) Axon (AX) Nissl's granules (Ni) Bergman glial cell (BGC) Gogli cell II (GOC) Granular cell (GC) Gogli cell II (Gic)



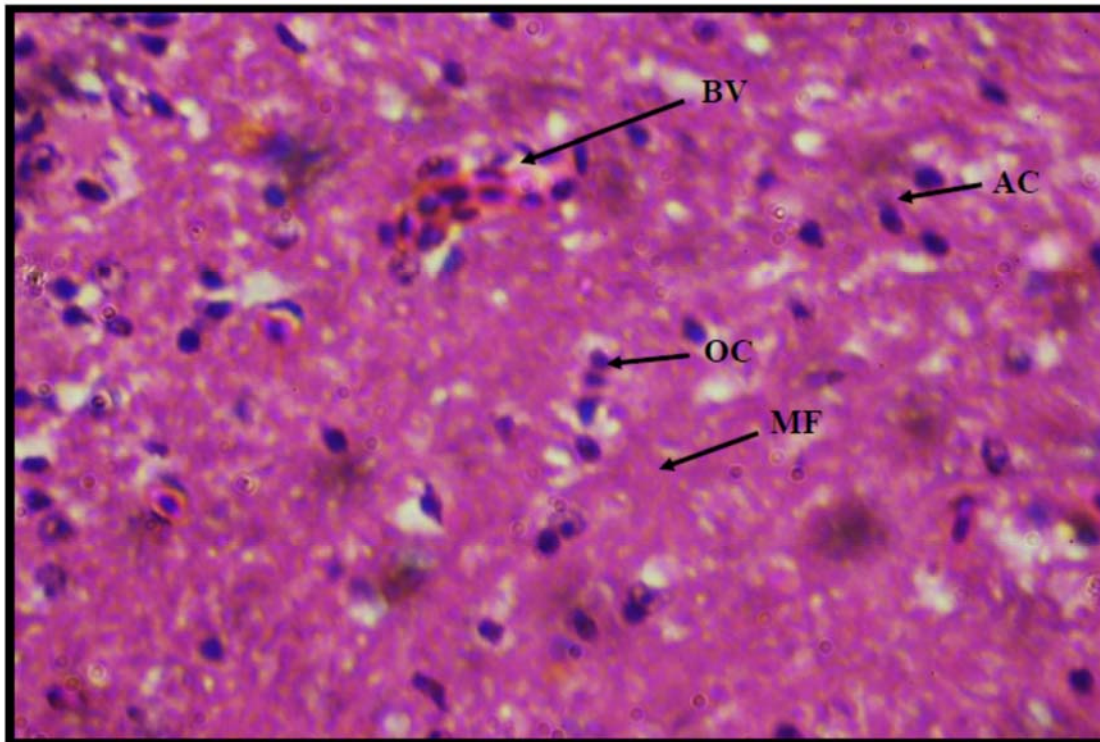
شكل (7): مقطع مستعرض مار في منطقة القشرة المخيخية لمخيخ طائر السلوى البالغ يوضح تفصلات خلايا بركنجي. Pyramidal neroun
 (ملون الهيماتوكسيلين والايوسين، 100x).
 (Nucleus (N) ،Bergman glial cell (BGC) ،Fusifform neuron (FN) ،Blood vessel (BV) ،Climbing fiber (CF) ،(PN)
 ،Fusifform neuron (FN) ،Golgi cell II (GOC) ،Basket cell (Bac) ،Dendrites (D) ،Glial cell (Gic)



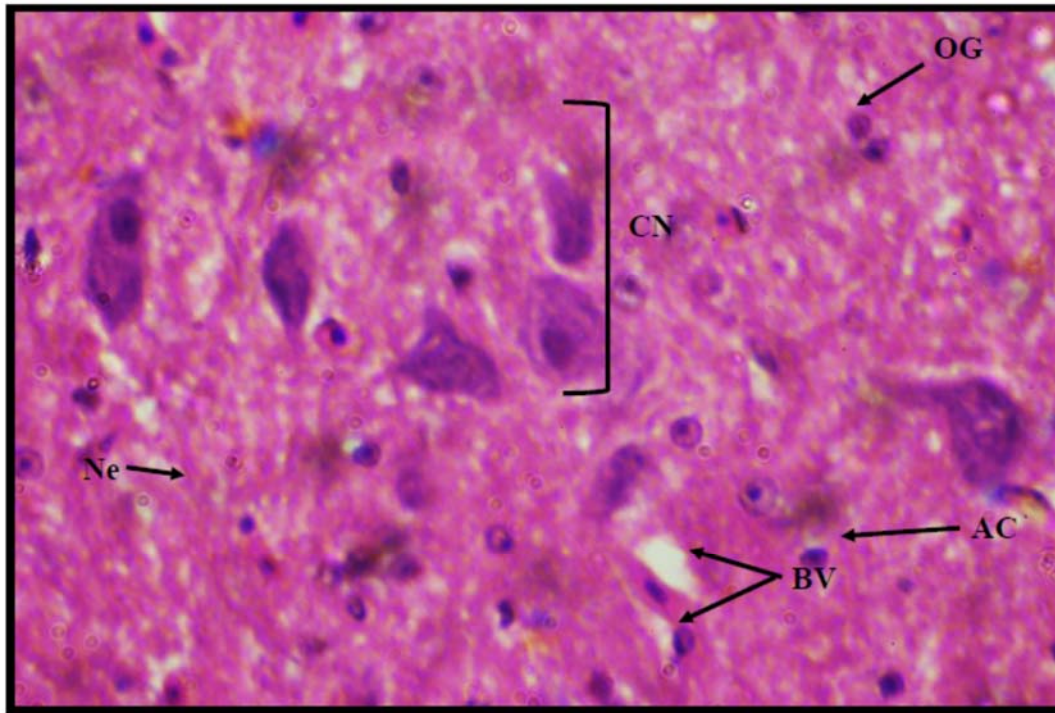
شكل (8): مقطع مستعرض مار في منطقة القشرة المخيخية لمخيخ طائر السلوى البالغ يوضح التركيب النسجي للطبقة الحبيبية.
 (ملون كرسيل البنفسجي الثابت، 40x).
 (Glial cell (Gic) ،Granular cell (GC) ،Golgi cell II (GOC) ،Purkinji cell (Puc)



شكل (9): مقطع مستعرض مار في منطقة القشرة المخيخية لمخيخ طائر السلوى البالغ يوضح الكبيبات الموجودة في الطبقة الحبيبية. Purkinji cell (Puc) ،Dendrite (D) ،Nucleus (N) ،Climbing cell (CF) ،Granular cell (GC) ،Axon (AX) ،Golgi cell II (GOC) ،Glomerulus (G) ،Basket cell (Bac) (ملون الهيماتوكسيلين والايوسين. 100x).



شكل (10): مقطع مستعرض مار بالمخيخ يوضح التركيب النسيجي لمنطقة اللب في طائر السلوى البالغ. Blood vessel (BV) ،Astrocyte (AC) ،Mossy fiber (MF) ،Oligodendroglia (OG) (ملون الهيماتوكسيلين والايوسين. 100x).



شكل (11): مقطع مستعرض في المخيخ يوضح النوى المخيخية العميقة في منطقة اللب في طائر السلوى البالغ. Blood (BV)، Oligodendroglia (OG)، Neuropile (Nc)، Cerebellar nuclei (CN)، Astrocyte (AC)، vessel (ملون الهيماتوكسيلين والايوسين. 100x).



Histological Study of The Cerebellum In Adult Quail *Coturnix coturnix* (Linnaeus, 1858)

Asmaa B. Abid

Nahla A. Al-Bakri

Dept of Biology, College of Education for Pure Science (Ibn Al-Haitham),
University of Baghdad

Received in :6October 2015, Accepted in:6December 2015

Abstract

A histological study was conducted to examine the structure of Cerebellum in *Coturnix coturnix* (Linnaeus). The results showed that the cerebellum is a portion of the Rhombencephalon and Metencephalon lying behind the cerebrum, the surface of the cerebellum contains deep folds and appears spherical in its shape. It represented the dorsal side of metencephalon and surrounded the roof of IV ventricle.

The cerebellum consists of three parts spino cerebellum, cerebro cerebellum and vestibulo cerebellum; and three lobes anterior lobe, posterior lobe and flocculonodular lobe. The corpus cerebellum (Vermis) consists of nine folds called cerebellar-fovia (IX-I) and separated from each other by sulci. Histologically, the cerebellum consists of a cerebellar cortex that is called gray matter composed of three major layers, outer molecular layer, middle Purkinje cells layer and inner granular layer, the second region of cerebellum is called medulla which is called white matter.

Key words: Cerebellum, Quail, cerebellar cortex.