حركة الشبكية (التكيف للضوء والظلام) وتأثير الأشعة فوق البنفسجية فيها وفي التركيب النسيجي لعناصر الشبكية في نوعين من الأسماك العظمية

علي أشكر عبد
قسم علوم الحياة
كلية التربية – جامعة الموصل

تغريد حازم صابر
فرع علوم طب الاسنان الاساسية
كلية طب الاسنان – جامعة الموصل

تاريخ الاستلام 2005/1/16
تاريخ القبول 2005/2/16

ABSTRACT

The retinomotor movement (light & dark adaptation) of two teleost species : *Chalcalburnus mossulensis* and *Noemacheilus angora*, have been studied. The adaptation carried out in a photoperiod of 12:12 hrs dark : light. Under visible light intensity of 700 lux and 366 nm UV radiation. The UV radiation used in synchronized with dark & light. The histopathological effect of UV radiation, on the structure of retinal elements, also studied.

The retinomotor movement occurred in both species at visible light and dark condition of normal photoperiod. The lower tier of rods, cones and pigment epithelium undergo to the movements in opposite directions according to light and dark conditions. The short single cone in *N. angora* was exceptional. The complete light adaptation accomplished after 3hrs of light on in *C.mossulensis*, and after 4 hrs in *N. angora*. While dark adaptation accomplished after 4 and 3 hrs of light off subsequently.

The UV radiations showed marked effects on the nature of retinomotor and cause injuries in some retinal elements. The retinomotor disturbed in the condition of visible light and UV synchronization. While in the synchronization of dark and UV the pigment epithelium dark adapted but rods and cones persist in their locations of light adapted. The injureies UV appeared in the form of pyknosis, necrosis and degeneration of photoreceptors, especially outer segments, and swallowing of some cells. The injuries were more sever in the retina of *N. angora*.

البحث مستل من رسالة الماجستير للباحث الثاني باشراف الباحث الاول .

الخلاصـــة

درست حركة (التكيف للضوء والظلام) ، التي تخضع لها الخلايا المستقبلة للضـــوء (العصيات والمخاريط) والخلايا الظهارية الصباغية ، في نوعين من الاسماك العظمية همـــا : سمكة السنك Chalcalburnus mossulensis وســـمكة لـــخ انكـــورة Noemacheilus angora كما شملت الدراسة التاثير المرضي للاشعة فوق البنفسجية عند الطـــول الموجـــي 366 نانوميتر في الحركة والتركيب النسيجي للشبكية . اجريت التجارب تحت شـــدة اضـــاءة 700 لوكس من الضوء المرئي وكانت الدورة الضوئية 12 : 12 ســـاعة ضـــوء : ظـــلام ، اوضحت النتائج حدوث حركة الشبكية في الضوء والظلام لكلا النوعين مـــن الاســـماك فقـــد خضعت للحركة عصيات الصف السفلي ، الخلايا الظهارية الصباغية وجميع انواع المخاريط ما عدا المخروط المفرد القصير في سمكة لخ انكورة . كانت الحركة باتجاهات متعاكسة فـــي حالتي الضوء والظلام ، اذ تكيفت عناصر الشبكية في سمكة السنك للضوء بشكل كامل بعـــد مرور ثلاث ساعات من فتح الضوء بينما تكيفت سمكة لخ انكورة بعد مرور اربع ســـاعات . اما التكيف للظلام فقد كان بعد مرور اربع وثلاث ساعات من غلق الضوء علـــى التوالـــي ، ومن ناحية اخرى ظهر تاثير واضح في التركيب النسيجي وطبيعة حركة الشبكية فـــي كـــلا النوعين ، اذ بدت حركة الشبكية مرتبكة في حالة تزامن الضوء المرئي مـــع الاشـــعة فـــوق البنفسجية ، اما في حالة التزامن مع الظلام فلم تؤثر الاشعة فوق البنفسجية في تكيف الخلايـــا الظهارية الصباغية للظلام ولكن بقيت العصيات والمخاريط وكأنها متكيفة للضوء بـــدلا مـــن التكيف للظلام . ومن جانب اخر ظهرت عدة اضرار في التراكيب النســـجية لشـــبكية كـــلا النوعين بشكل تغلظ وتنخر وتنكس في بعض الخلايا . كما لحق تلف بالقطع الخارجية للخلايا المستقبلة للضوء مع انتفاخ في بعض قطعها الداخلية ، وكان الضرر في شبكية لـــخ انكـــورة اكثر مما هو في سمكة السنك .

المقدمـــة

اكتشفت ظاهرة حركة الشبكية في الفقاريـــات الواطئـــة (الاســـماك ، البرمائيـــات ، الزواحف والطيور) منذ امد طويل ، بينما تكون مفقودة في اللبائن التي تمتلك البؤبؤ ، ومنـــها الرئيسيات . يمكن تعريف هذه الظاهرة بانها انتشار او تركيز الجسيمات الصباغية (الميلانية) في الخلايا الظهارية الصباغية وتمدد او تقلص العصيات والمخاريط استجابة للضوء المحيـــط (ضوء وظلام) ، وقد يستغرق هذا التغير من دقائق قليلة الى ساعات عدة لاكمالـــه (1و2) . ففي النهار او عند توفر الضوء ، تنتشر جسيمات الميلانين في جميع اجزاء الخلايا الظهاريـــة واستطالتها القمية ، وبذلك تغطي القطع الخارجية والداخلية للعصيات والتي تقع باتجاه الصلبة

بسبب استطالة الجزء نظير العضلة فيها . اما المخاريط فيتقلص الجزء نظير العضلة فيها بحيث تقع القطع الخارجية قريبة من الغشاء المحدد الخارجي . وفي حالة التكيف للظلام يحدث العكس اذ تنسحب جسيمات الميلانين وتتجمع بالقرب من قاعدة الخلية الظهارية مكونة حزمة كثيفة قرب الطبقة المشيمية ، ويمتد الجزء نظير العضلة للمخاريط بحيث تقع قطعها الخارجية ملامسة للخلايا الظهارية الصباغية ، ويتقلص الجزء نظير العضلة للعصيات بحيث تقع قطعها الداخلية بالقرب من الغشاء المحدد الخارجي . ان هذه الحركات تؤدي الى وضع العصيات والمخاريط في مواقع تؤهلها للقيام بوظائفها في حالتي الضوء والظلام ، كما تحفظ الصبغة البصرية في العصيات من القصر بوساطة الضوء الساطع في حالة التكيف للضوء (3) . لوحظت ظاهرة حركة الشبكية عند مستوى المجهر الضوئي في بعض الاسماك العظمية واستمرت الدراسات حولها باستخدام تقنيات مختلفة وعلى انواع مختلفة (4 - 7) .

اكدت الدراسات المذكورة في اعلاه ، ودراسات اخرى ، ان شدة الاضاءة والفترة الزمنية للتعرض ودرجة الحرارة والطول الموجي للضوء من العوامل المؤثرة في سرعة حركة الشبكية . كذلك توجد علاقة قوية لهذه الحركة بتركيب الشبكية والاستجابات البيئية وسلوك السمكة وقد اظهرت الانواع المختلفة من الاسماك حركات متباينة في العصيات والمخاريط والجسيمات الميلانية في الخلايا الظهارية الصباغية (8 - 12) . ان معظم الاسماك التي تعيش في المياه العكرة او في المياه العميقة خضعت لحركات متباينة ، اما الاسماك التي تعيش في المياه الضحلة والمياه السطحية من البحار ، والتي تكون نشطة وتستطيع العمل في الضوء والظلام فتملك شبكية مزدوجة فيها خلايا ظهارية صباغية وعصيات ومخاريط نامية جدا وجميعها قابلة للحركة ، أي تبين حركة شبكية واضحة (13 - 15) .

تأثير الاشعة فوق البنفسجية :

يمتد طيف الاشعاعات غير المتأينة بين الامواج القصيرة ، مثل الاشعة فوق البنفسجية التي يبلغ طولها (100-400) نانوميتر والامواج الطويلة مثل الاشعة تحت الحمراء (100000) نانومتير . يقع الطيف المرئي بين الاشعة فوق البنفسجية والاشعة تحت الحمراء وتتراوح اطواله الموجية (400-760) نانوميتر . يقسم طيف الاشعة فوق البنفسجية الى ثلاث حزم هي : UV-C (100-290) نانوميتر وUV-B (290-320) نانوميتر و UV-A (320-400) نانوميتر . يستند هذا التقسيم على التاثيرات البايولوجية لمختلف الاطوال الموجية او الحزم للاشعة . تشكل الاشعة فوق البنفسجية 5% من الطاقة الشمسية ولكن تعد الجزء الاكثر ضررا عن الكائنات الحية .

تؤدي UVA الى دباغة الجلود وتفاعلات الحساسية الضوئية Photo-sensitivity وتلف القرنية وساد العدسة في العين ، ولها علاقة بسرطان الجلد . اما UVB فتسبب حرقة الشمس Sunburn وتحطم انسجة الجلد اذ تؤدي الى تكوين قرحة الانسجة ، سرطان الجلد ، وكذلك تسبب ساد العدسة . وUVC مبيدة للجراثيم وقد تسبب سرطان الجلد (16 ÷ 19) . تمتص قرنية العين وعدستها الاشعة فوق البنفسجية التي يصل طولها الموجي الى (310) نانوميتر فاقل ، هذا من جانب ، ومن جانب اخر ، فان الاشعة فوق البنفسجية من نوع UVA التي تمتصها القرنية والعدسة ينفذ منها ما يقارب (60-80%) من خلال القرنية ، ان معظم هذا الاشعاع يمتص من قبل العدسة ، وجزء قليل جدا من UVA بالقرب من 400 نانوميتر قد يصل الى الشبكية ، وان هذه الكمية القليلة تؤدي الى تحطم الشبكية (20 ، 21 ، 19).

توجد دراسات قليلة جدا حول دور التعرض للاشعة فوق البنفسجية لفترة زمنية طويلة في الحاق الضرر بالشبكية (22) فقد اجريت دراسات قليلة لمعرفة التغيرات الكيمياوية الحياتية للشبكية من جراء تعرضها للاشعة فوق البنفسجية من نوع (A) . وقد اشار الباحث (23) ان في شبكية سمك القرش تتوقف عملية تكوين الحامض النووي الرايبوزي والبروتينات في العصيات عند تعرضها للاشعة فوق البنفسجية من نوع (A) . تسبب الاشعة فوق البنفسجية تحطم الشبكية بعملية التفاعلات الكميوضوئية Photo–Chemical Reactions . ان تاثير التعرض الطويل لضوء الشمس او الاشعة فوق البنفسجية في الشبكية لم تثبته الدراسات بشكل واضح . اما الدراسات على الحيوانات المختبرية فقد اوضحت ان الموجات الطويلة من الاشعة فوق البنفسجية يمكن ان تحطم الشبكية عند مستويات من الاضاءة تحت المستويات التي تؤدي الى التجلط او التخثر الضوئي . وان تحطم الشبكية بوساطة التعرض المتكرر قد يكون تجمعي (تراكمي) (24 ، 16) . كما اشار الباحث (25) في دراسته لتأثير الاشعة فوق البنفسجية في تركيب عناصر الشبكية في سمكة لخ دجلة Noemacheilus tigris ، الى ان الاشعة فوق البنفسجية ذات الطول الموجي 254 نانوميتر لم تحدث أي تاثير على عناصر الشبكية اثناء تعرضها لمدة ساعة ، ساعتين وثلاث ساعات ، على مستوى المجهر الضوئي ، وقد ماتت الاسماك جميعها بعد تعرضها لفترة خمس ساعات . اما الاسماك المعرضة للاشعة فوق البنفسجية بطول موجي 366 نانوميتر ، فقد ظهر في عناصر شبكياتها تلف واسع ، وبالاخص في طبقة الخلايا الظهارية الصباغية والخلايا المستقبلة للضوء والطبقة الظفيرية الخارجية والطبقتين النوويتين الخارجية والداخلية .

بعد المسح الشامل باستخدام شبكة المعلومات (الانترنت) لم نعثر على اية دراسة تخص حركة الشبكية في نوعي الاسماك موضوع الدراسة الحالية ، السنك Chalcalburnus mossulensis وتعود هذه السمكة الى رتبة الشبوطيات Cypriniforms ، عائلة الشبوطيات Cyprinidae عائلة البرعان الثانوية Leuciscinae جنس الكالكالبورينس Chalcalburuns . ولخ انكورة Noemacheilus angora وتعود هذه السمكة الى رتبة الشبوطيات ايضا ، عائلة اللخ Cobitidae ، عائلة اللخ الاعتيادي الثانوية Noemacheilina ، جنس اللخ الاعتيادي Noemacheilus (26). كما يلحظ عدم وجود اية دراسة حول تاثير الاشعة فوق البنفسجية على هذه الحركة ولذا تعد دراستنا الحالية اول دراسة داخل القطر في هذا الاتجاه ، ونظرا لوجود اختلاف في تاثير الاشعة فوق البنفسجية حسب الانواع ، فان هدف الدراسة اضافة الى ذلك هو معرفة الضرر الذي تلحقه الاشعة فوق البنفسجية في التركيب النسيجي للشبكية في هذين النوعين من الاسماك واللذان تمت دراسة التركيب النسيجي الطبيعي لشبكيتهما حديثا وتبين ان كلاهما يحتويان على شبكية مزدوجة تحتوي على ثمان طبقات وغشائين مع وجود بعض الاختلافات بينهما في بعض التفاصيل (27) .

مواد وطرائق العمل

تم الحصول على نماذج الدراسة الحاضرة من ينابيع منطقة التبة في قضاء سنجار والتي تبعد حوالي 90 كيلومترا جنوب غرب مدينة الموصل . تم جمع النماذج من جداول لا يزيد عمقها على متر واحد . تتعرض منطقة الجمع لكميات كبيرة من الضوء خلال النهار . نقلت الاسماك الى المختبر ، ووضعت في احواض تربية زجاجية Aquaria مؤطرة قياس 50 × 30 × 30 سم حاوية على ماء خال من الكلور ، ومزودة باجهزة تهوية Aerators ومنظم للحرارة Thermostat . ضبطت درجة حرارة احواض التربية على 24م° ± 1 المساوية تقريبا لتلك التي في البيئة الطبيعية . استخدم للاضاءة الفلورسنت المثبت في سقف المختبر على ارتفاع 1.5 متر عن مستوى سطح الماء فضلا عن الضوء الطبيعي . تم تبديل الماء ثلاث مرات في الاسبوع بانتظام بماء الحنفية الذي ازيل منه الكلور . تمت تغذية الاسماك بالغذاء التجاري المحلي ، تركت الاسماك في الظروف المختبرية لمدة شهرين للتكيف مع هذه الظروف .

تم تشريح وتثبيت النماذج وفق ماجاء به Yacob (28) والمتيوتي (25) اذ شرحت النماذج التي تتراوح اطوالها ، لسمكتي السنك ولخ انكورة ، مابين (5-6 سم) و (2.5-3

سم) على التوالي . تم التشريح بطريقة قطع الراس بوساطة سكين حاد ، واخرجت العين بوساطة ملاقط دقيقة منحنية بعد قص العظام المحيطة بها بمقص دقيق ، نقلت العين مباشرة بعد قلعها الى طبق بتري Petri dish فيه قطعة من الشاش لتثبيت العين ، وغمرت بمحلول فسلجي تركيزه (0.7) غم خاص بالاسماك العظمية التي تعيش في المياه العذبة (29) . وضع الطبق البتري الحاوي على العين تحت مجهر التشريح من نوع Olympus Zoom Dissecting Microscope ، ازيلت العدسة بتمزيق القرنية بوساطة ابرة تشريح دقيقة بعدها ضغطت كرة العين قليلا واخرجت العدسة بوساطة ملقط دقيق معقوف النهاية . في اغلب الاحيان سحبت القرنية مع طبقة الصلبة الى الخلف قرب العصب البصوي بعد تمزيقها وذلك لتعريض شبكية العين لمحاليل التثبيت مباشرة . كانت مدة التشريح سريعة قدر الامكان (3–4) دقائق لتقليل التغيرات التي قد تحدث بعد الموت في الانسجة Postmortem changes . تناولت هذه الدراسة الشبكية المركزية Central retina واستبعدت الاجزاء الاخرى المسماة بالشبكية المحيطية Peripheral retina .تم تحديد المنطقة المطلوبة بالاستعانة بالعصب البصري وكذلك ببقعة سوداء موجودة فوق العصب البصري من الجهة الظهرية فضلا عن موقع قرنية العين والعدسة . ثبت النسيج بمثبتين هما : الاول الكلوتر الدهايد بنسبة 2% في محلول فوسفات الصوديوم المنظم (0.075 m) والمثبت التالي هو رابع اوكسيد الاوزميوم بنسبة 1% في محلول دارئ الفوسفات . ثم تم الانكاز بوساطة الكحول الاثيلي (50% ، 70% ، 90% و 100%) ثلاث تغييرات لمدة خمس عشرة دقيقة لكل تغيير وبعدها باوكسيد البروبلين بثلاث تغييرات وبنفس الزمن .

تمت عملية طمر النسيج في مزيج من مادة الايبون Epon - 812 . للحصول على مقاطع نصف رقيقة Semithin section ، استخدم المشراح الفوقي من نوع Ultrotom LKB 2088 لقطع النماذج استخدمت سكاكين زجاجية حضرت بوساطة جهاز صنع السكاكين من نوع LKB Knife Maker 78000 . قطعت مقاطع نصف رقيقة (1–2) مايكروميتر لغرض الدراسة بالمجهر الضوئي . قطعت هذه المقاطع اما بشكل طولي Longitudinal بالنسبة لمحور الخلايا البصرية او بشكل عرضي Transvers او مماسي . تم استخدام صبغة ازرق التلودين Toluidene blue بنسبة 1% من محلول البوراكس المائي . وحملت مباشرة بمادة (DPX) ووضع عليها غطاء الشريحة وفحصت بالمجهر الضوئي . استخدم المجهر الضوئي من نوع Reichert Neovar Type 3000422 لفحص المقاطع نصف الرقيقة ودراستها ، والمجهر من نوع Leitz SM-Lux Ernst Leitz Wetzlar gmbtD-6330 المزودة بالة تصوير لتصوير المقاطع المنتخبة . واستخدمت افلام من نوع Konica ذات حساسية 100VX . تم قياس اطوال واقطار الخلايا من مقاطع المجهر الضوئي باستخدام

المصغر العيني 7X والعدسة الشيئية الزيتية 100X بعد اجراء المعايرة Calibration باستخدام المقياس الدقيق المسرحي واجريت التحليلات الاحصائية باستخراج المعدل والانحراف المعياري لعشرين خلية لكل حالة ، بالنسبة للطول والقطر وقد اجريت التجارب الاتية لمعرفة فترة حركة الشبكية في الضوء والظلام وتاثير الاشعة فوق البنفسجية في هذه الحركة والضرر الحاصل .

اولا : تجارب حركة الشبكية

لدراسة سلوك الخلايا الظهارية الصباغية والخلايا المستقبلة للضوء في الضوء والظلام وفترة تكيفها للحالتين اجريت التجربة التالية : وضع حوض حاوي على الاسماك ومن كلا النوعين في غرفة مظلمة في نهاية اذار ، واستخدم الفلورسنت الاعتيادي ذو قدرة 40 واط كمصدر ضوئي ووضع فوق مركز الحوض بمسافة 10 سم عن سطح الماء . يرتبط المصدر الضوئي بجهاز توقيت ذاتي Automatic timer من نوع Venner MD2QPS لغرض التحكم بالدورة الضوئية للحصول على 12: 12 ساعة ضوء وظلام اذ يفتح الضوء في الساعة السابعة صباحا ويغلق في الساعة السابعة مساءا . ضبطت شدة الاضاءة عند مركز الحوض وكانت 700 لوكس لتلافي الضرر الذي قد يلحقه الضوء بمكونات الشبكية ، تم قياس شدة الاضاءة بجهاز Photometer type 214 (Nelapark cleve & ohio) وكانت درجة الحرارة (24 ± 1)مْ . تركت الاسماك لمدة عشرين يوما في الظروف المذكورة للتكيف للدورة الضوئية . تم تشريح النماذج في الاوقات والظروف الاتية :

1- اخذت العينات لتجارب التكيف للضوء وشرحت حسب الفترات الاتية تحت مجهر التشريح المستخدم في التجارب السابقة اذ فتح الضوء في الساعة السابعة صباحا واغلق في الساعة السابعة مساءا (7.15 ، 7.30 ، 7.45 ، 8.00 ، 8.15 ، 8.30 ، 8.45 ، 9.00 ، 10.00 ، 11.00) صباحا ومساءا .

2- في تجارب التكيف للظلام تم تشريح العينات في الاوقات المذكورة مساءا والتي تقابل فترات الضوء ولكن في ظروف الظلام ، اذ اجري التشريح باستعمال مصباح للضوء الاحمر قدرته 5 واط . عوملت النماذج بعد التشريح بالطرق المذكورة نفسها في التجارب السابقة . اخذت مقاطع طولية نصف رقيقة لدراسة حركة عناصر الشبكية ولتحديد فترة استكمال هذه الحركة (التكيف للضوء والظلام) في الظروف الطبيعية .

ثانيا : تجارب تاثير الاشعة فوق البنفسجية

لدراسة تاثير الاشعة فوق البنفسجية في حالة الضوء وضعت مجموعة من الاسماك ومن كلا النوعين في حوض بلاستيكي شفاف مزود بجهاز تهوية Aerator ومنظم للحرارة Thermostate وكانت ابعاده 30 × 20 × 20 سم اذ تمت المحافظة على ارتفاع الماء بما يقارب 10 سم وذلك في الظروف الضوئية الاعتيادية ثم وضع انبوب الاشعة فوق البنفسجية والذي يبعث طولا موجيا (366) نانوميتر فوق سطح الحوض لمدة اربع ساعات وتمت تغطية مصدر الاشعاع والحوض بقماش اسود لتجنب خطورة الاشعة ، استخدم انبوب الاشعة فوق البنفسجية من نوع Duo-strahler fur Dunnscht – und saulenchromato grahp uv source بعد ذلك جرت عملية التشريح وثبت النسيج كالسابق .

وفي حالة الظلام وضعت الاسماك ومن كلا النوعين في حوض مشابه لما في حالة الضوء ووضع الحوض في غرفة مظلمة ثم عرضت الاسماك في الليل للاشعة فوق البنفسجية وبطول موجي (366) نانوميتر ولمدة اربع ساعات ايضا . ثم شرحت الاسماك في الغرفة المظلمة تحت الضوء الاحمر (مصباح ذو لون احمر قدرته 5 واط) عند التوقيت المماثل في حالة الضوء .

النتـــائج

اولا : حركة الشبكية (التكيف للضوء والظلام)

1- حالة التكيف للضوء : في سمكة السنك ، عند لحظة فتح الضوء في نهاية فترة الظلام عند الساعة السابعة صباحا ، بلغ معدل طول القطعة الداخلية للمخاريط بصورة عامة (1.887 ± 85.5) مايكروميتر ومعدل المسافة بين نهايات الاستطالات القمية والغشاء المحدد الخارجي (3.445 ± 50) مايكروميتر ، ومعدل طول القطع الداخلية للعصيات (1.234 ± 7.0) مايكروميتر وبعد فتح الضوء بدأت الاستطالات القمية للخلايا الظهارية الصباغية بالتمدد بعد مرور خمس عشرة دقيقة باتجاه الغشاء المحدد الخارجي وكذلك بدأت حركة المخاريط بنفس الاتجاه . اما العصيات فقد بدأت بالتمدد بعكس الاتجاه ، أي باتجاه الصلبة ، واستقرت هذه العناصر الثلاثة بالكامل لحالة التكيف للضوء بعد مرور ثلاث ساعات من فتح الضوء أي عند الساعة العاشرة صباحا ، اذ اصبح معدل طول القطع الداخلية للمخاريط (0.112 ± 3.5) مايكروميتر ومعدل المسافة بين الاستطالات القمية للخلايا الظهارية الصباغية والغشاء المحدد الخارجي (890 ± 9.3) مايكروميتر ومعدل طول القطع الداخلية للعصيات (0.235 ± 32.8) مايكروميتر ، وبهذا اصبحت المخاريط جالسة على الغشاء المحدد

الخارجي والعصيات فوقها باتجاه الصلبة . من جانب اخر ، تكدست اغلب الجسيمات الميلانية في الاستطالات القمية للخلايا الظهارية الصباغية وغطت العصيات بالكامل والقطع الخارجية وجزء من القطع الاهليلجية للمخاريط . وظهر ان جسم الخلية الظهارية الصباغية يحتوي على عدد قليل من الجسيمات الميلانية ، واستمرت عناصر الشبكية المذكورة اعلاه على حالة التكيف للضوء طيلة فترة النهار حتى الساعة السابعة مساءا (الشكل ،1).

اما في شبكية سمكة لخ انكورة ، عند لحظة فتح الضوء في نهاية فترة الظلام عند الساعة السابعة صباحا ، بلغ معدل طول القطع الداخلية للمخاريط بصورة عامة (1800 ± 51) مايكروميتر ومعدل المسافة بين نهايات الاستطالات القمية والغشاء المحدد الخارجي (1.835 ± 34.5) مايكروميتر ومعدل طول القطع الداخلية للعصيات (0.893 ± 4.5) مايكروميتر بدأت العصيات بالتحرك باتجاه الصلبة اسرع من بقية العناصر ، بعد مرور خمسة عشرة دقيقة ، وتكيفت لحالة الضوء بعد مرور ساعتين ، من جانب اخر ، ظهر تباين في حركة المخاريط اذ بدت حركة المخاريط الثنائية اسرع من حركة المخاريط المفردة الطويلة وتبدو المخاريط القصيرة غير متحركة أي لم تستجب للتغير في الحالة الضوئية (الشكل ، 2) . وبعد مرور اربع ساعات بدت العناصر الثلاث متكيفة للضوء بشكل كامل ، اذ اصبح معدل طول القطع الداخلية للعصيات (2.871 ± 22.5) مايكروميتر ومعدل طول القطع الداخلية للمخاريط المتحركة (1.786 ± 11.3) مايكروميتر ومعدل المسافة بين نهايات الاستطالات القمية للخلايا الظهارية الصباغية والغشاء المحدد الخارجي (1.095 ± 5.8) مايكروميتر (الشكل ، 3) .

2- حالة التكيف للظلام : في شبكية سمكة السنك ، بعد مرور ساعة من غلق الضوء وبدء فترة الظلام عند الساعة السابعة مساءا ، لم تظهر أي تغيرات في مواقع الخلايا المستقبلة للضوء والخلايا الظهارية الصباغية . وبعد مرور بحدود الساعتين ، بدأت الاستطالات القمية للخلايا الظهارية الصباغية ، بالانسحاب باتجاه الصلبة وبدأت المخاريط بالتمدد بنفس الاتجاه ، اما العصيات في الصفوف السفلى فقد بدأت بالتقلص باتجاه الغشاء المحدد الخارجي وبقيت الصفوف العليا قريبة من الخلايا الظهارية الصباغية ، أي لم تتحرك ، ومن النتائج الملفتة للنظر ان حركة المخاريط كانت متباينة اذ كانت حركة المخاريط الثنائية بنوعيها المتساوية وغير المتساوية والمخاريط المفردة الطويلة اسرع من حركة المخاريط المفردة القصيرة .

ان هذه النتيجة تختلف عن سلوك المخاريط في اغلب الاسماك العظمية والتي تظهر فيها ان المخاريط المفردة القصيرة لاتتحرك في فترة الظلام اطلاقا . والاختلاف الاخر ان العصيات لم تتحرك كلها اذ بقيت الصفوف العليا في مكانها باتجاه الخلايا الظهرية الصباغية

(الشكلان 1 ، 4) . استمرت العناصر الثلاثة بالحركة الى ان وصلت الى اعلى قمة للتكيف لحالة الظلام عند الساعة الحادية عشر ، أي بعد مرور اربع ساعات من بدء فترة الظلام ، اذ اصبح معدل طول القطع الداخلية للمخاريط بصورة عامة (1.887 ± 185) مايكروميتر ومعدل طول القطع الداخلية للعصيات (1.224 ± 7.1) مايكروميتر . ومعدل المسافة بين الغشاء المحدد الخارجي والمسافة الداخلية للخلايا الظهارية الصباغية (3.445 ± 50) مايكروميتر . وعند هذه الفترة اوضحت صورة المجهر الضوئي انسحاب الاستطالات القمية للخلايا الظهارية الصباغية بالكامل واصبحت الحافة الداخلية لهذه الخلايا متموجة اذ تندس اغلب المخاريط فيها ، وشكلت الخلايا الظهارية الصباغية شريطا عريضا داكنا بسبب تكدس الجسيمات الميلانية في اجسام هذه الخلايا وحول النواة وظهرت اغلب الخلايا المستقبلة للضوء عارية ما عدا القطع الخارجية للمخاريط . وبهذا تكون المخاريط بصورة عامة بالقرب من حافة الخلايا الظهارية الصباغية وفوق قمم القطع الخارجية للعصيات . وانسحبت العصيات واخذت موقع اجسام المخاريط الممتدة وانتشرت بينها ، واصبحت قمم القطع الخارجية للعصيات عارية بالكامل (الشكل ، 5) .

واستمرت هذه الحالة من التكيف للظلام حتى نهاية الليل أي عند الساعة السابعة صباحا . ومن الملفت للنظر ان الاجزاء نظيرة العضلة لبعض المخاريط في حالة التكيف للظلام اصبحت اكثر دكنة واتساعا ، ومن جهة ثانية ، حصلت تغيرات في طبيعة المادة الكروماتينية لانوية المخاريط من ناحية وفي تراص وترتيب وشكل انوية العصيات من ناحية اخرى كما ظهر تكثف في صبغة الاجزاء الاهليلجية للعصيات والمخاريط يزيد عما هو عليه في حالة الضوء (الشكل ،6) . اما في شبكية سمكة لخ انكورة ، فبعد مرور خمس واربعين دقيقة من غلق الضوء وبدء فترة الظلام عند الساعة السابعة مساءا ، تحركت العصيات اذ اصبحت قطعها الاهليلجية بالقرب من الغشاء المحدد الخارجي ، اما المناطق التي توجد فيها العصيات بشكل طبقات فقد تحركت الطبقات السفلى فقط واثناء هذه الفترات بدات الاستطالات القمية للخلايا الظهارية الصباغية بالتحرك باتجاه الصلبة ، ومن جانب اخر بدأت المخاريط الثنائية والمفردة الطويلة بالتحرك بنفس الاتجاه ولم تتحرك المخاريط المفردة القصيرة (الشكل ، 7) . استمرت حركة الخلايا في الفترات اللاحقة الى ان استقرت للتكيف للظلام بعد مرور ثلاث ساعات ، اذ اصبح معدل طول القطع الداخلية للمخاريط بصورة عامة (1.1800 ± 51) مايكروميتر ومعدل طول القطع الداخلية للعصيات (0.895 ± 4.5) مايكروميتر ومعدل المسافة بين الغشاء المحدد الداخلي والحافة الداخلية للخلايا الظهارية الصباغية (1.835 ± 34) مايكروميتر. واثناء هذه الفترة ظهرت الاستطالات القمية للخلايا الظهارية الصباغية منسحبة بالكامل وتكدست الجسيمات الميلانية بشكل شريط كثيف في اجسام الخلايا

الظهارية الصباغية واصبحت المخاريط الثنائية والمفردة الطويلة قريبة من اجسام الخلايا الظهارية الصباغية . ومن ناحية اخرى ، لم تتحرك المخاريط المفردة القصيرة طيلة فترة التكيف للظلام ، فضلا عن التباين في حركة المخاريط المفردة الطويلة والثنائية اذ تبدو المخاريط الثنائية اسرع حركة من المخاريط المفردة الطويلة استجابة لظروف الظلام . كما اوضحت النتائج ان الاجزاء نظيرة العضلة للمخاريط اصبحت اكثر كثافة في حالة التكيف للظلام ، عما هو في الاجزاء الاهليلجية ، كذلك ظهرت تغيرات في الفة الصبغة لانوية المخاريط (الشكلان 8 ، 9) . يتبين مما سبق ، ان العناصر الثلاثة (العصيات ، المخاريط والخلايا الظهارية الصباغية) ، في سمكة لخ انكورة كانت اكثر استجابة للتكيف لظروف الضوء عما هو في سمكة السنك ، وظهرت الحالة معكوسة عند التعرض لظروف الظلام .

ثانيا : تاثير الاشعة فوق البنفسجية في حركة الشبكية اثناء تعرضها للضوء والظلام وفي تركيب عناصرها .

1- حالة الضوء : اوضحت النتائج عند تعريض اسماك السنك ولخ انكورة للاشعة فوق البنفسجية يتزامن مع بدء فتح الضوء عند الساعة السابعة صباحا ولمدة اربع ساعات ، لوحظ حصول تاثيرات متباينة على حركة الخلايا الظهارية الصباغية ، المخاريط ، العصيات والتركيب النسيجي لها ولطبقات الشبكية الاخرى بسبب فعل الاشعة فوق البنفسجية . ففي سمكة السنك ظهر ان العناصر الثلاث (الخلايا الظهارية الصباغية ، العصيات والمخاريط) تكيفت للضوء بشكل واضح رغم تسليط الاشعة فوق البنفسجية ، اذ اوضحت الاستطالات القمية للخلايا الظهارية الصباغية حركة متناسقة واصبحت جميعها قرب قمم المخاريط بخط مستقيم تقريبا . أي لم تظهر حركات متباينة كما هو في حالة الضوء الطبيعي ، ولكن يبدو ان امتدادها اقل عما هو عليه في الحالة الطبيعية. اما بالنسبة للمخاريط فتبدو الاجزاء نظيرة العضلة منكمشة (متقلصة) اكثر مما هو عليه في حالة الضوء الطبيعي لوحده وحصل تضخم في انوية المخاريط وعدم تجانس في المادة الكروماتينية لهذه الانوية ، كما حصل تضخم في بعض القطع الاهليلجية والاجزاء نظيرة العضلة لها ، ومن جانب اخر ، حصلت تنخرات في بعض الاجزاء نظيرة العضلة للمخاريط . اما بالنسبة للعصيات فتبدو حركتها مشابهة لما هو موجود في حالة الضوء الطبيعي لوحده ولكن حصل تلف في بعض القطع الخارجية والاهليلجية لها وتنخرات قرب المخاريط في هذه الطبقة ، كما ظهرت خلايا ملتهمة ميلانية واعتيادية في منطقة التلف . ومن جانب اخر ، ظهر تحطم وتنخر في الخلايا الظهارية الصباغية . اما معدل ابعاد القطع الداخلية للمخاريط بصورة عامة هي (205 ± 11.5) مايكروميتر ومعدل طول القطع الداخلية للعصيات

(31.2 ± 0.002) مايكروميتر ومعدل المسافة بين الغشاء المحدد الخارجي وحافات الخلايا الظهارية الصباغية (14.7 ± 1.943) مايكروميتر (الشكلان 10 ، 11) . اما بالنسبة لسمكة لخ انكورة ، فقد بدت العناصر الثلاثة (الخلايا الظهارية ، المخاريط والعصيات) متكيفة للضوء بشكل واضح ايضا ، رغم تسليط الاشعة فوق البنفسجية وتبدو حركة الخلايا الظهارية الصباغية متناسقة ايضا ولكن امتدادها اقل عما هو عليه في الظروف الطبيعية ، اذ ظهرت استطالاتها القمية متساوية ومندسة بين المخاريط ، اما بالنسبة للمخاريط فتبدو الاجزاء نظيرة العضلة متقلصة ومكثفة ويوجد في بعضها فجوات صغيرة توحي بالتضخم وحصلت تنخرات في بعض الاجزاء الاهليلجية والاجزاء نظيرة العضلة لبعض المخاريط . من جانب اخر ، تبدو حركة العصيات مشابهة لما هو موجود في الضوء الطبيعي ، كما ظهرت تنخرات متعددة في طبقة العصيات والخلايا الظهارية الصباغية مع تكثف وانكماش لانوية هذه الخلايا . اما بالنسبة لبقية الطبقات فقد ظهر تنخر وتكثف في بعض أنوية الطبقة النووية الخارجية وتنخر واسع في الطبقة النووية الداخلية واختزال في عدد خلاياها ، كما أصبحت الخلايا الافقية في هذه الطبقة غير منتظمة الشكل وكثيفة . اما معدل طول القطع الداخلية للمخاريط فكان (9.8 ± 1.809) مايكروميتر ومعدل طول القطع الداخلية للعصيات (21.5 ± 2.021) مايكروميتر والمسافة بين الغشاء المحدد الخارجي وحافات الخلايا الظهارية الصباغية (9.5 ± 1.532) مايكروميتر (الشكل ،12) .

2- حالة الظلام : اوضحت النتائج ، عند تعريض اسماك السنك ولخ انكورة للاشعة فوق البنفسجية بتزامن مع بدء غلق الضوء عند الساعة السابعة مساءا ولمدة اربع ساعات ، ظهور جملة اختلافات في حركة وتركيب عناصر الشبكية تختلف عما هو عليه في حالة الظلام الطبيعي . ففي شبكية سمكة السنك ، ظهر انسحاب كامل للاستطالات القمية للخلايا الظهارية ، اذ تكيفت للظلام بعد مرور اربع ساعات وظهرت أنويتها اخف صبغة عما هو في حالة الظلام الاعتيادي . وحصل نزف من الطبقة المشيمية اذ وصلت كريات الدم الحمر الى الحافة الداخلية للخلايا الظهارية الصباغية . اما العصيات فكانت حركتها متباينة ولم تصل الى الغشاء المحدد الخارجي وبقي اغلبها وكانها متكيفة للضوء وظهرت اجزائها الاهليلجية اصغر حجما واكثر دكنة عما هو عليه في حالة الظلام الاعتيادي وحدث تلف وخزب في قمم القطع الخارجية للصفوف السطحية للعصيات . اما بالنسبة للمخاريط فقد كانت حركتها متباينة ولم تصل الى حد التكيف للظلام بشكل كامل ، أي بقيت بالقرب من الغشاء المحدد الخارجي . ان المخاريط المفردة القصيرة لم تتحرك واصبحت قطعها الاهليلجية داكنة الصبغة اكثر من بقية انواع المخاريط ، والمخاريط المفردة والثنائية تحركت حركة جزئية وتبدو قطعها الاهليلجية

اصغر مما هو موجود في حالة التكيف للظلام الاعتيادي . وتبدو الاجزاء نظيرة العضلة للمخاريط متراصة اكثر ومنكمشة وتظهر فيها الزعانف الجانبية واضحة وداكنة . وقد اصبح معدل طول القطع الداخلية للمخاريط (3.343 ± 25) مايكروميتر ومعدل طول القطع الداخلية للعصيات (2.082 ± 20) مايكروميتر ومعدل المسافة بين الغشاء المحدد الخارجي وحافات الخلايا الظهارية الصباغية (1.966 ± 51) مايكروميتر (الشكلان 13 ، 14) .

اما في السمكة الثانية ، فقد لوحظ انسحاب الاستطالات القمية للخلايا الظهارية الصباغية بالكامل ، بعد مرور ثلاث ساعات . وبدت حركة العصيات متباينة اذ لم يصل الا عدد قليل منها بالقرب من الغشاء المحدد الخارجي وبقيت اغلبها فوق المخاريط ، وكانها متكيفة للضوء ، وظهرت أجزاؤها الاهليلجية كثيفة الصبغة وبعض القطع الخارجية ايضا . ومن ناحية اخرى ، ظهرت العصيات متلاحمة مع بعضها البعض . اما بالنسبة للمخاريط فقد ظهرت جميعها منسحبة وجالسة على الغشاء المحدد الخارجي ، أي في حالة تكيف الضوء . ومن ناحية اخرى ، ظهرت الاجزاء نظيرة العضلة لها كثيفة جدا وعريضة ومنكمشة بشكل كبير ، وانوية المخاريط بدت كثيفة الصبغة ايضا ولم تظهر اية حركة للتكيف للظلام . اما الضرر الذي لحق بالتركيب النسيجي للشبكية فهو تلف القطع الخارجية للعصيات وتلف العديد من المخاريط بشكل كامل ولم يبق منها سوى بقايا كثيفة قرب الغشاء المحدد الخارجي ، وظهر الغشاء المحدد الخارجي كثيفا جدا وتلفت العديد من انوية الطبقة النووية الخارجية ، وكذلك بعض خلايا الطبقة النووية الداخلية اذ ظهر تغلظ لبعض الانوية وتنخر لانوية اخرى في الطبقتين . وظهر تكثف في الطبقتين الظفيرتين الخارجية والداخلية وكذلك تكثف وتجمع لبعض الخلايا العقدية وتنخرات في طبقة الالياف العصبية ، فضلا عن تخثر الاوعية الدموية الزجاجية وتكثف وتمزق في الغشاء المحدد الداخلي مع ظهور خلية ملتهمة ملتصقة بهذا الغشاء . وقد بلغ معدل طول القطع الداخلية للمخاريط (1.887 ± 8.7) مايكروميتر بصورة عامة ، ومعدل طول القطع الداخلية للعصيات (3.952 ± 19.6) مايكروميتر ومعدل المسافة بين الغشاء المحدد الخارجي وحافات الخلايا الظهارية الصباغية (2.109 ± 35) مايكروميتر (الشكل ، 15) .

المناقشـــــة

1- حركة الشبكية (التكيف للضوء والظلام) : اوضحت نتائج الدراسة الحالية حدوث حركـــة الشبكية في سمكتي السنك ولخ انكورة بشكل واضح استجابة للضوء والظلام خـــلال الـــدورة الطبيعية . لقد ظهر تفاوت في الاستجابة بين النوعين اذ تكيفت العنـــاصر الثـــلاث (الخلايـــا الظهارية الصباغية ، المخاريط والعصيات) بالكامل للضوء بعد مرور ثلاث ساعات وتكيفـــت بالكامل لحالة الظلام بعد مرور اربع ساعات في سمكة السنك . بينما في سمكة لخ انكورة نجد ان العصيات قد تكيفت لحالة الضوء بعد مرور ساعتين وتكيفت المخاريط والخلايا الظهاريـــة الصباغية بعد مرور اربع ساعات . اما في حالة الظلام فقد تكيفت جميع العناصر بالكامل بعد مرور ثلاث ساعات عدا المخروط المفرد القصير الذي لم يبد اية حركة . هذا من جـــانب ، ومن جانب اخر ، ظهر تباين في استجابة العناصر الثلاث المذكورة في اعلاه لحالتي الضـــوء والظلام في كلا النوعين من الاسماك .

ان ظاهرة حركة الشبكية والتي لوحظت في سمكتي السنك ولخ انكـــورة فـــي هـــذه الدراسة قد وجدت ايضا في العديد من الاسماك وبدرجات متفاوتة ، وتعد هذه الظـــاهرة مـــن اكثر التغيرات التركيبية والموقعية التي ترافق الانتقال من الظلام الى الضوء او بالعكس . كما وجدت في اعداد كثيرة من الفقاريات التي تفتقد للبؤبؤ عدا اللبائن (30). ان هذه العملية هـــي رد فعل تقوم به العين للسيطرة على كمية الضوء الذي تتعرض له الاجـــزاء الحساســـة مـــن الشبكية في المحيط الذي يعيش فيه الحيوان ، اضافة الى هذا فان حركة الشبكية تتيح اســـتثمار جميع المساحة الموجودة في الشبكية اذ تكون العصيات والمخاريط فـــي موقـــع يمســـح لـــها لاستقبال كل الضوء الداخل الى الشبكية كل حسب فترة نشاطه . ففي الظلام تعمل العصيـــات التي تقع بالقرب من الغشاء المحدد الخارجي بينما في الضوء تعمل المخـــاريط التـــي تحتـــل المكان نفسه ، أي يحدث تبادل في الموقع حسب وقت العمل في المحيط المظلم او المضـــيء (14 ، 31) . ان التباين في فترة الاستجابة للضوء والظلام لسمكتي السنك ولخ انكـــورة قـــد ظهر كذلك في العديد من الاسماك وحسب نوع السمكة والمحيط الضوئي الذي تعيش فيه . فقد استغرق التكيف للضوء في السمكة من نوع Poecilia reticulata ساعة وللظـــلام ســـاعة ونصف (28 ، 32) وفي السمكة من نـــوع Cichlosoma citrinellum حصـــل التكيـــف للظلام بعد فترة ست ساعات (33) . بصورة عامة ، فقد اوضحت الدراسات السابقة ان جميع الاسماك ذوات الشبكية المزدوجة تكيفت للضوء قبل الظهر وللظلام قبل منتصف الليل ، كمـــا في الدراسة الحالية (30 ، 12) . ان سبب الاختلاف في استجابة الخلايا المســـتقبلة للضـــوء

والخلايا الظهارية الصباغية قيد الدراسة لحالتي الضوء والظلام قد يعزى الى نوع السمكة والعوامل التي تحفز التكيف في الحالتين . ففي سمكة لخ انكورة التي تعيش في القاع وتحت الاحجار نلاحظ ان استجابتها للضوء تكون اسرع من سمكة السنك التي توجد في الغالب عند سطح الماء . وللسبب نفسه تكون الحالة معكوسة في حالة التكيف للظلام وهذا يتبع وجود فترة السكون Latent period . ويمكن القول ان التغيرات في عناصر الشبكية الثلاث في السمكتين وقد تعكس حساسيتها العالية في حالة التكيف للظلام والضوء بين المحيط المضيء والمحيط المظلم (12،13،14) .

تختلف انواع الخلايا التي تخضع لحركة الشبكية من نوع لاخر كما في الدراسة الحالية . وفي هذا الجانب فقد وجد ان مخاريط سمكتي السنك ولخ انكورة تخضع للاستطالة في الظلام . بحدود (72) و (40) مايكروميتر على التوالي بينما وجد في سمكة Lepomus cyanellus ان المخاريط تمتد بحدود (86) مايكروميتر (34) . وفي سمكة Micropterus salmoides تمتد المخاريط بحدود (46) مايكروميتر (31). ومن جانب أخر ، تتحرك جميع العناصر الثلاث في حالة الضوء والظلام كما في سمكة Exoglossum maxillingua (35) . وفي سمكة Semotilus atromaculatus (12) عدا المخاريط المفردة القصيرة والوحدات المساعدة للمخاريط الثنائية . وفي سمكة Tinca tinca لم تظهر جميع المخاريط اية حركة (11) . اما في سمكة Anguilla anguilla لوحظ ان بعض المخاريط تتحرك وبعضها الاخر لاتتحرك وفسر ذلك على ان هذه السمكة لها القدرة على الابصار في الضوء الساطع والضوء المعتم (36) . وكذلك في سمة Poecilia reticulata لم تتحرك المخاريط المفردة القصيرة (32) . بينما في سمكة Micropterus salmoides التي تعد من الاسماك الغسقية تحركت جميع المخاريط (31) .

ان سبب عدم تحرك المخروط المفرد القصير في الدراسات السابقة يعود الى فقدانه للجزء نظير العضلة وقد يكون السبب نفسه في الدراسة الحالية بالنسبة للمخروط المفرد القصير في سمكة لخ انكورة . اقترح في سمكة Poecilia reticulata عند مستوى المجهر الالكتروني ان المخروط المفرد القصير له وظيفة فسلجية مستقلة اذ انه قد يوجه الضوء باتجاه العصيات المنسحبة (28) . كما ان حركة وحدتي المخروط الثنائي في حالة الظلام في السمكتين ، وسرعة هذه الحركة قياسا للانواع الاخرى من المخاريط حالة نادرة وتشبه هذه الحالة ما وجد في سمكة Poecilia reticulata (32) وتختلف عما هو في سمكتي Exoglossum maxillingua و Semotilus atromaculatus اذ لا تتحرك الوحدة المساعدة من المخروط الثنائي في السمكتين ، وقد فسر ذلك ان هذه الوحدات تعمل كموجهات للضوء في حالة الظلام باتجاه العصيات التي تقع فوقها (12 ، 35) . وان تحرك الوحدتين في

هذه الدراسة استجابة للظلام قد يعني تطور خيوط الاكتين في الوحدتين وان الوحدتين قد تتطابقان في امتصاص الضوء الاخضر فقط (37) . ان حركة الجسيمات الميلانية تكون ذات اهمية بالغة في عملية الابصار ، ففي حالة الضوء تحفظ العصيات من التحفيز الذي قد يؤذي القطع الخارجية لها كما انها تعمل على منع تبعثر الضوء الخافت وبهذا تحافظ على حدة البصر (30) .

لقد اجريت دراسة حول البروتينات العضلية لشبكية انواع مختلفة من الفقاريات ، بعضها تخضع لظاهرة حركة الشبكية مثل الاسماك والضفادع والسلاحف والطيور الصغيرة والبعض الاخر لا تخضع لحركة الشبكية مثل الجرذان والفئران وابو بريص فوجدوا ان حزم خيوط الاكتين تمتد خلال المحور الطويل للقطع الداخلية للخلايا المستقبلة للضوء في الفقاريات التي تملك قابلية حركة الشبكية ، بينما تكون حزم خيوط الاكتين مفقودة او ضعيفة التكوين في الخلايا المستقبلة للضوء للانواع التي لا تخضع لحركة الشبكية كما اشير الى ترافق خيوط الاكتين مع النطيقات اللاصقة بين الخلايا المستقبلة للضوء وخلايا مولر المكونة للغشاء المحدد الخارجي ولوحظت ايضا خيوط المايوسين في هذه المنطقة ، وقد اقترح ان الغشاء المحدد الخارجي ربما يكون مهما في الاسناد التركيبي وموقعا محتملا لانزلاق الخيوط في الخلايا المستقبلة للضوء مما يؤدي الى تقلص هذه الخلايا (38) .ما تقدم يمكن الاستنتاج بان سمكتي السنك ولخ انكورة تتمتعان بحساسية عالية وحدة بصر قوية تمكنها من الرؤية في الضوء والظلام (25).

2- تاثير الاشعة فوق البنفسجية في حركة الشبكية اثناء تعرضها للضوء والظلام وفي تركيب عناصرها : يتضح من نتائج هذه الدراسة ان الاشعة فوق البنفسجية قد احدثت تاثيرات مختلفة في مجمل عناصر الشبكية لكلا النوعين من الاسماك من جهة ، ومن جهة اخرى كان التاثير في شبكية سمكة لخ انكورة اكثر من تاثيرها في شبكية سمكة السنك . ففي حالة الضوء (في النهار) كانت تاثيرات الاشعة فوق البنفسجية في حركة الشبكية متباينة في النوعين من الاسماك ، اذ تكيفت الخلايا الظهارية الصباغية للضوء تكيفا شبه كامل ولكن بدرجة اقل مما في الحالة الطبيعية وفقا لما تظهره القياسات . اما العصيات فقد تكيفت للضوء بشكل مشابه لتلك الموجودة في الحالة الطبيعية وتلفت بعض قطعها الخارجية والاهليلجية . اما المخاريط فقد تاثرت بشكل واضح في النوعين اذ انكمشت الاجزاء نظيرة العضلة لها وحصل فيها بعض التنخرات وتضخمت انويتها وقطعها الاهليلجية ، فضلا عن هذا فقد ظهرت في سمكة لخ انكورة تاثيرات واسعة في الطبقات الاخرى للشبكية تنخر وتكثف في الطبقة النووية الخارجية وتنخر واختزال في عدد انوية الطبقة النووية الداخلية .

وفي حالة الظلام فقد كان الضرر اقوى في النوعين من الاسماك مع تباين التاثير في الطبقات المختلفة من جهة وبين النوعين من جهة اخرى . اذ كان التاثير في سمكة لخ انكورة اكثر منه في سمكة السنك . اظهرت العصيات في السمكتين حركة متباينة ولكن ، بصورة عامة ، بقيت وكانها متكيفة للضوء مع تلف بعض القطع الخارجية لها اضافة الى انه في سمكة السنك حدث تكثف في القطع الاهليلجية وتلف وخزب في منطقة الصفوف العليا للعصيات . اما فيما يخص المخاريط فقد كان التاثير غريبا اذ بقيت جميع المخاريط وفي النوعين جالسة فوق الغشاء المحدد الخارجي ، وكانها متكيفة للضوء ، ولكنها انسحبت في سمكة لخ انكورة اكثر من حالتها الطبيعية في حالة الضوء بينما امتدت قليلا في سمكة السنك ولكن اقل من الحالة الطبيعية لها في حالة الضوء ايضا .

ومن الملفت للنظر حصول ضرر واسع طال جميع طبقات الشبكية في سمكة لخ انكورة وذلك بحدوث تكثف في الغشاء المحدد الخارجي وتلف في الطبقة النووية الخارجية والداخلية وتكثف في الطبقتين الظفيرتين الخارجية والداخلية والخلايا العقدية وتنخر الالياف العصبية وتخثر الاوعية الدموية الزجاجية وتمزق الغشاء المحدد الخارجي.

يتبين من النتائج ان الاشعة فوق البنفسجية ذات الطول الموجي (366) نانوميتر الحقت ضررا متباينا بنسيج الشبكية خلال فترة قصيرة وتاثيرا واضحا في طبيعة حركة الشبكية في النوعين من الاسماك ، كما ان تاثير هذه الاشعة في حالة الظلام كان اكثر مما هو عليه في حالة الضوء ان سبب ذلك يعود الى ان هذه الاشعة تحمل طاقة اعلى من الطاقة التي تحملها الاطوال الموجية المرئية . ان تاثير هذه الاشعة الكهرومغناطيسية بشكل عام ومن ضمنها الاشعة فوق البنفسجية يكون تاثيرا تراكميا وان التاثير الناتج من هذه الاشعة يعتمد على طاقة الاشعة الساقطة (طول موجتها او ترددها) وعلى شدتها ومقدار الجرعة التي يتعرض لها الكائن الحي وزمن التعريض فضلا عن ان التاثير الناتج يعتمد على نوع النسيج ونوع الكائن الحي ، اذ ان الاشعة ذات الطاقة الكبيرة (طول موجي قصير) تنتج تاثيرا في وقت اسرع ، كما تنتج ضررا اكبر مما تنتجه الاشعة ذات الطاقة القليلة (طول موجي طويل). وللحصول على التاثير نفسه عند استخدام طاقة قليلة يجب زيادة الجرعة المستلمة من قبل الكائن الحي وذلك بزيادة زمن التعريض والذي يعد اسهل وسيلة لزيادة الجرعة ، فقد اوضحت احدى الدراسات انه لكي تظهر افة تحمل نفس الضرر بوساطة الضوء ذي الطول الموجي (350) نانوميتر و (1064) نانوميتر فان الفترة الزمنية للتعرض تكون اكثر بما يقارب ثلاثة الاف مرة عند الطول الموجي (1064) نانوميتر (16) . وبينت دراسة اخرى انه كلما قصر الطول الموجي ، كما في الاشعة فوق البنفسجية ، يكون الاشعاع اكثر تدميرا وهذا يعود الى ان الطاقة العالية لفوتونات الاشعة فوق البنفسيجة تستطيع تغيير حالة طاقة الالكترونات مما يؤدي الى تهيج الذرة او الجزيئة الكترونيا ، ومن ثم تصبح غير مستقرة ،

ان عدم الاستقرار يقود الى تفاعلات كيمياوية تتضمن اكسدة الجزئيات . كما ان الاشعة فوق البنفسجية تمتص من قبل البروتينات والحامض النووي (DNA) او الجزئيات الاخرى داخل الخلية. ان قسما من الطاقة يمكن ان تبدو بشكل حرارة ولكن الجزيئات المتهيجة تتغير تركيبيا او تنشطر او قد تتفاعل مع جزئيات اخرى مكونة اواصر جديدة وينتج عن هذه التغيرات تحطم مكونات النسيج وهذا ما قد يحصل في الدراسة الحالية (17) . ومن جهة اخرى فان اختلاف التاثير في النوعين من الاسماك قد يعود الى الاختلاف في النوع (39) .

اما الاختلاف في حركة العصيات والمخاريط والخلايا الظهارية الصباغية عن حركتها في الحالة الطبيعية قد يعود الى الاختلاف في الطول الموجي للاشعة المسلطة ، اذ ان الاطوال الموجية القصيرة في الضوء المرئي أنتجت ضررا اكثر خطورة من الاطوال الموجية الطويلة (16) .

المصـــــادر

1. Burnside B and Nagle B. Retionomotor movement of photo-receptors and retinal pigment epithelium., J. Prey. Retinol Res., 2: 67-110 (1983).
2. Wagner H. J. , Behrens U.D. , Zaunreiter M. and Douglas R.H., Visual. Neuroscience, 9: 345-351(1992b).
3. Douglas R.H. , Wagner H.J. , Zaunreiter M. , Behrens U.D. and Djamgoz M.B.A., Visual Neurosc, 9: 335-343(1992).
4. Garcia D.M. and Burnside B., Ophthalmol. Vis. Sci. 35: 178-188 (1994)..
5. Pagh-Roehlok. , Line D. and Burnside B., J. Nurochem. 66: 2311-2314(1996).
6. Zaunreiter M. , Brandstatter R. , Goldschmid A., Neuroreport. Apr. 20 ; 9(6): 1205-9 (1998).
7. Angotzi A.R. , Hirano. , Haamedi J. , Murgia R. , Vallerga S. and Djamgoz M.B.A., Neuroscience Letters., 272 : 163-166 (1999).
8. Nicol J.A., J. Mar. Biol. Ass., 41: 695-698 (1991).
9. Fineran B.A. and Nicol J.A., Proc. R. Sc. Lond., 186: 217-247(1974)..
10. Braekevelt C.R., Anat. Anz., Jena- 157 : 233-243(1984a).
11. Douglas R.H. and Wagner H.J., Cell Tissues Ress., 226: 133-144(1982).
12. Collin S.P. , Collin H. B. and Ali M.A., Itistol. Histo-Pathol., 11: 41-53 (1996a).
13. Kunz Y.W. , Ennis S. and Wise C., Cell Tissue Res., 230: 469-486(1983).
14. Douglas R.H., J. Exp. Biol., 96: 377-388(1982a).

15. Kirsch M. , Wagner H.J. and Douglas R.H. Vison Res. 29: 384-396 (1989).
16. Young R.W., Surv. Ophthalmol., 32: 232-266(1988).
17. Taylor H.R., TR. A.M. Ophth. Soc. LXXX VII: 802-853(1989a).
18. Taylor H. R., Photochem. Photobiol., 150: 484-492(1989b).
19. Carson C.A. and Taylor H.R., Modern. Medicine Aust. 58-64(1994).
20. Parrish J.A. , Anderson R.R. , Urbach F. , Pitts D. UV-A. Biological effects olf ultra-violet radiation with emphasis on human responses to long wave radiation. Plenum Press, New York. PP. 177-216 (1978).
21. Douglas R.H. and Thrope A., J. Mar. Biol. Ass. UK. 72: 93-122(1992).
22. Taylor H.R., Ophthalmol. Vis. Sci., 35: 1326 (1994).
23. Zigman S. and Bagley S., Exp. Eye Res., 12: 155-157(1971).
24. Ham W. T. Jr. , Ruffolo J.J. Jr. , Muller H.A. and Guerry D. The nature of retinal radiation damage dependence on wavelength, power level, and exposure time. Vision Res., 20 : 1105-1111(1980).
25. المتيوتي ، علي اشكر عبد. اطروحة دكتوراه ، كلية التربية ، جامعة الموصل ، العراق (1998).
26. الدهام ، نجم قمر . اسماك العراق والخليج العربي ، منشورات مركز دراسات الخليج العربي ، . ج1 . كلية الزراعة ، جامعة البصرة ، العراق (1977) .
27. الفكجي ، تغريد حازم صابر . دراسة مجهرية مقارنة ، وتاثير بعض الاشعة الكهرومغناطيسية في التركيب النسيجي لشبكية العين في نوعين من الاسماك العظمية السنك *Chalcalburnus mossulensis* ولخ انكورة *Noemacheilus angora* (2003) .
28. Yacob A., Ph. D. Thesis. Nat. Univ. Ireland (1978).
29. عبد ، علي اشكر. رسالة ماجستير ، كلية العلوم ، جامعة الموصل ، العراق (1986).
30. Wagner H.J. , Kirsch M. land Douglas R.H., Light dependent and endogenous circadion control of adaptation in teleost retina. In : Rhythms in Fishes, M.A. Ali (ed.). Plenum Press New York. Pp. 255-289(1992a).
31. Garcia M. and De-Juan J., Histol. Histopathol., 14: 1053-1065.
32. Kunz Y.W. Cone mosaics in teleost retina, changes during light and dark adaptation perientia, 36: 1371-1374(1980).
33. Levinso G. and Burnisde B., Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., 20: 294-303(1981).
34. Dearry A. and Burnside B., J. Neuro. Chem., 53: 870-878 (1989).

35. Collin, S.P. , Collin H.B. , and Ali M.A., Histopathol. 11: 55-64 (1966b).
36. Ali, M.A. , Dujtil J. and Fortier I., Retinal response in the postmetamorphic. American eel (*Anguilla rostrata*) helgolander meeresuntersuchungen. 41: 437-441(1987).
37. Cameron D.A. and Powers M.K., Visual Neuroscience., 17: 623-630(2000).
38. Drenckhahn D. ; and Wagner H.J., Europ. J. Cell. Biol., 37: 156-168 (1985).
39. Tso, M. O.M. and Woodford, B.J., Ophthalmol., 90 : 952-963(1983)..

الشكل (1) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في الشبكية المركزية الظهرية لسمكة السنك في حالة التكيف للضوء، لاحظ الخلايا الظهارية الصباغية Pigment epithelial cell (PE) والعصيات Rod (R) والمخاريط Cones (C) والغشاء المحدد الخارجي Extermal limiting membrane (ELM) والاستطالات القمية للخلايا الظهارية الصباغية Apical process (AP) . (448 X) .

الشكل (2) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع مائل في الخلايا المستقبلة للضوء والخلايا الظهارية الصباغية لشبكية سمكة لخ انكورة بعد مرور ساعتين من فتح الضوء ، لاحظ حركة المخروط الثنائي Double cone (DC) والمخروط المفرد الطويل Long single cone (LSC) والمخروط المفرد القصير Short single cone (SSC) وتكثف المايتوكوندريا Mitochondria (M) في الاجزاء الاهليلجية للمخاريط . (1120 X) .

الشكل (3) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في الشبكية المركزية البطنية لسمكة لخ انكورة بعد مرور اربع ساعات من فتح الضوء (تكيف كامل للضوء). (448 X) .

الشكل (4) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع طولي في الخلايا المستقبلة للضوء والخلايا الظهارية الصباغية لسمكة السنك بعد مرور ساعتين من غلق الضوء ، لاحظ حركة المخاريط المتباينة والمخروط التوأمي Twin cone (TW) باتجاه الصلبة . (448 X) .

الشكل (5) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع طولي في الخلايا المستقبلة للضوء والخلايا الظهارية الصباغية لسمكة السنك بعد مرور اربع ساعات من غلق الضوء ، لاحظ المخاريط المندسة في الحافة الداخلية للخلايا الظهارية الصباغية (↓) . (1120 X) .

الشكل (6) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع طولي في الخلايا المستقبلة للضوء لسمكة السنك بعد مرور اربع ساعات من غلق الضوء ، لاحظ انوية المخاريط Cone nucleous (CN) ، والجزء نظير العضلة للمخاريط Cone myoid (CM) والجزء الاهليلجي للمخاريط Cone ellipsoid (CE) وانوية العصيات Rod nucleous (RN) والجزء الاهليلجي للعصيات Rod ellipsoid (RE). (1120 X) .

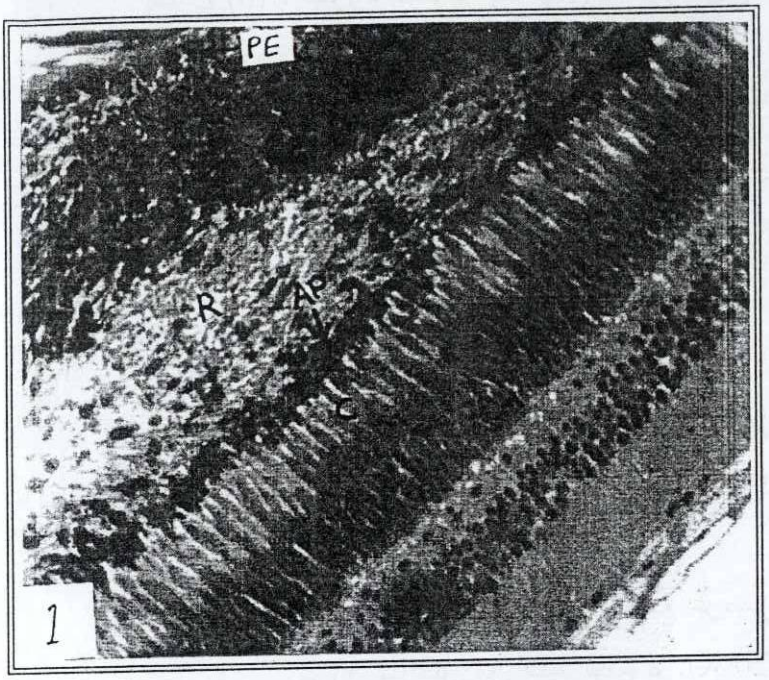
الشكل (7) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي مائل في شبكية سمكة لخ انكورة بعد مرور خمسة وأربعون دقيقة من غلق الضوء . (1120 X) .

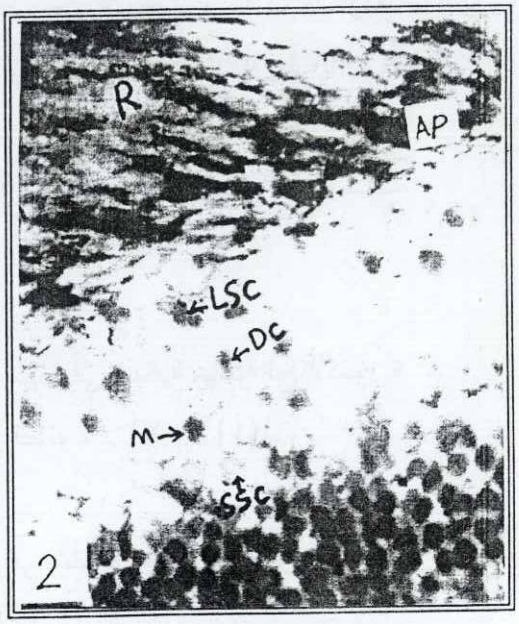
الشكل (8) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في شبكية سمكة لخ انكورة بعد مرور ساعتين من غلق الضوء .(1120 X) .

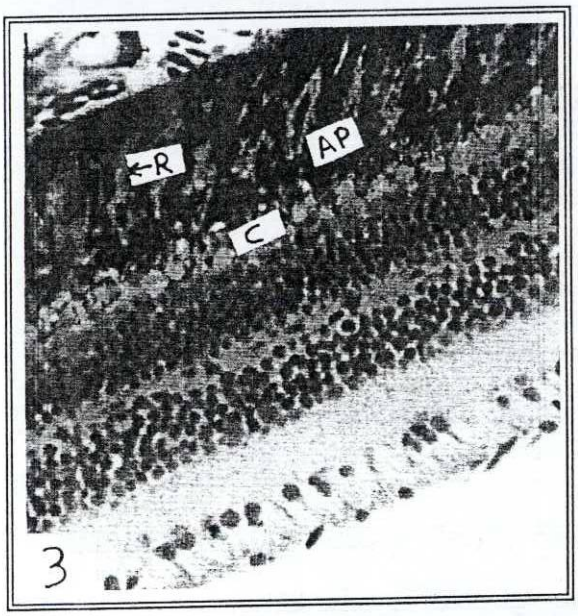
الشكل (9) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في شبكية سمكة لخ انكورة بعد مرور ساعتين من غلق الضوء .(1120 X) .

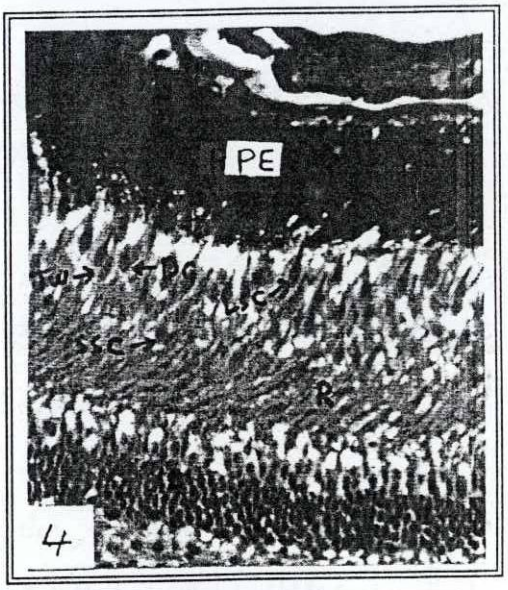
الشكل (10) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي مائل في شبكية سمكة السنك بعد مرور اربع ساعات من التعرض للاشعة فوق البنفسجية في حالة التكيف للضوء ، لاحظ التنخر Necrosis (NE). (448 X) .

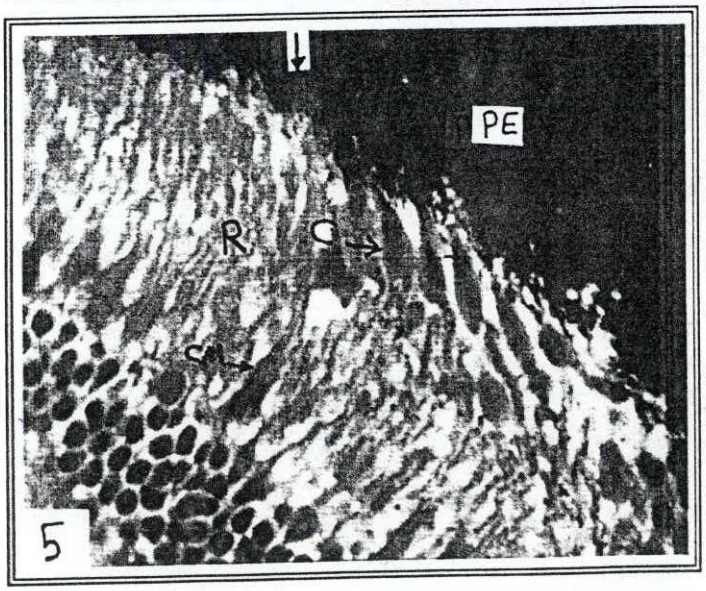
الشكل (11) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع طولي في الخلايا المستقبلة للضوء والخلايا الظهارية الصباغية بعد مرور اربع ساعات من التعرض للاشعة فوق البنفسجية في حالة التكيف للضوء ، لاحظ التضخم Hypertrophy (Hy) في الاجزاء الاهليلجية للمخاريط والخلايا الملتهمة الميلانية Melano-Phagocyte (PM) والخلايا الملتهمة الاعتيادية Phagosme (Ph). (1120 X) .

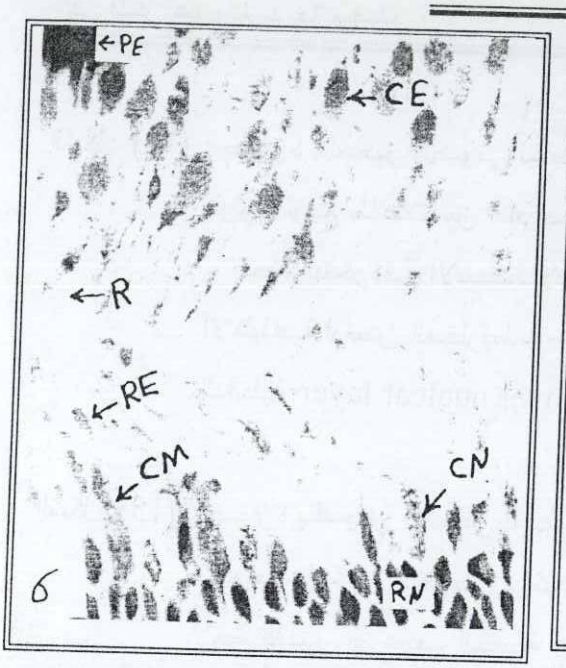

PE
R
AP
C
1

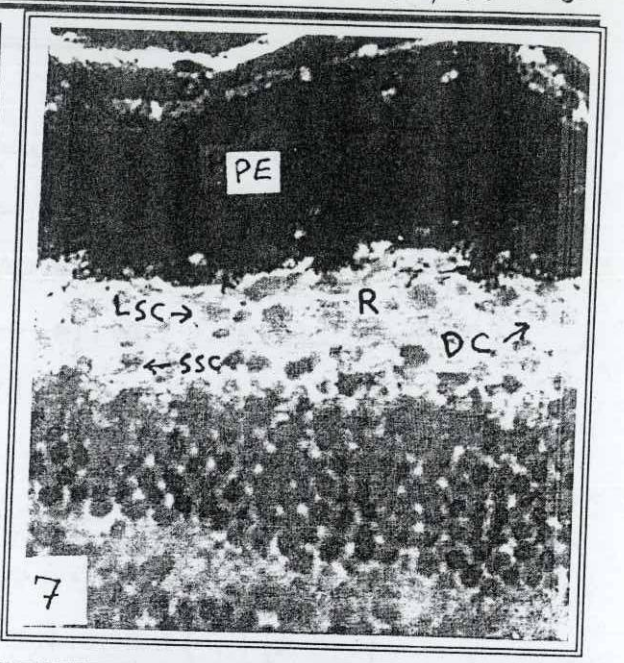

R
AP
LSC
DC
M
SSC
2

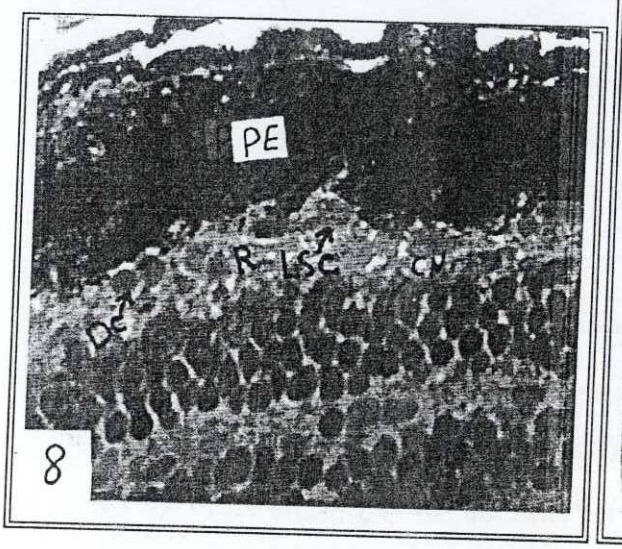

R
AP
C
3

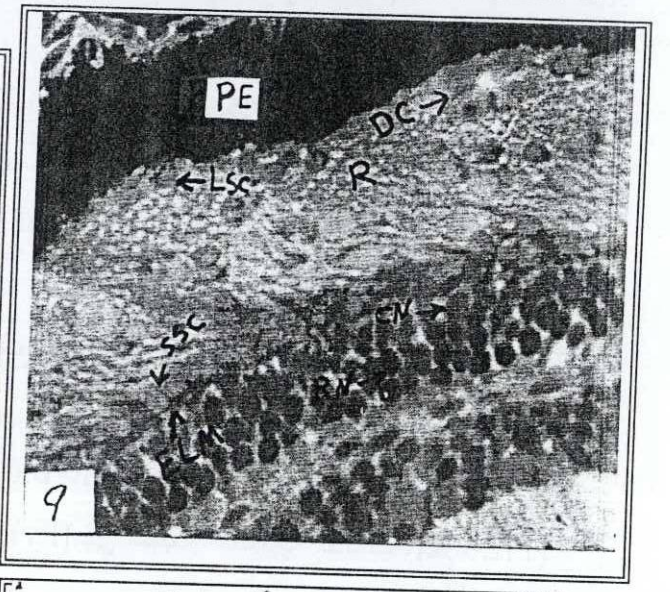

PE
M
DC
LSC
C
R
4

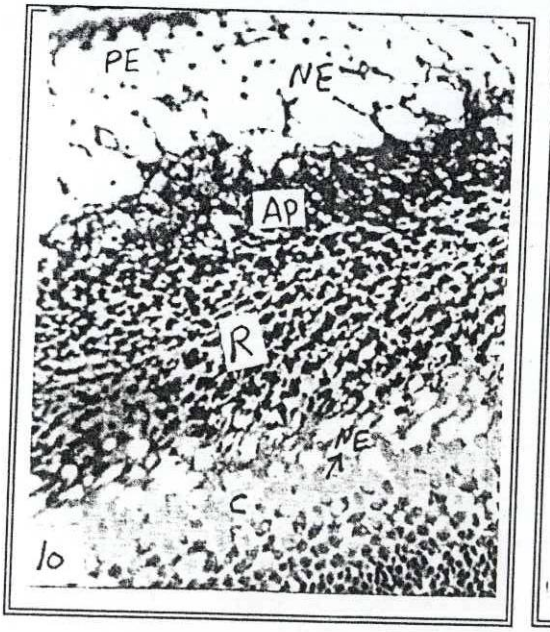

PE
R
C
CM
5

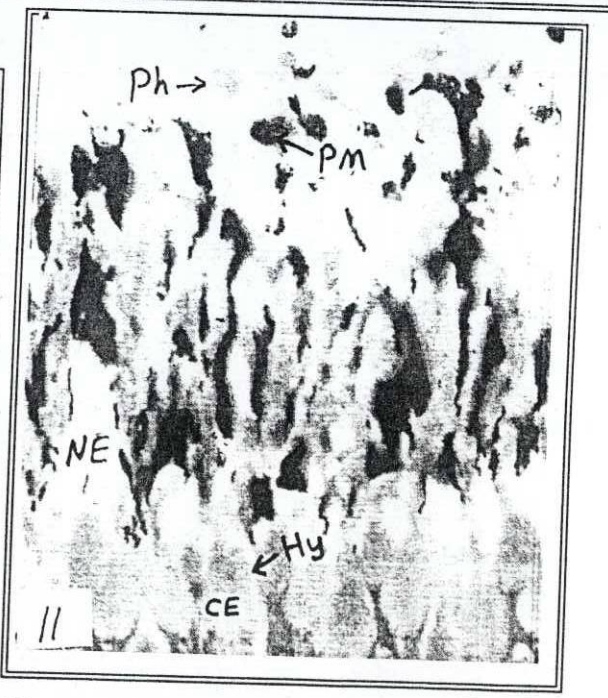

PE
CE
R
RE
CM
CN
RN
6


PE
LSC
R
SSC
DC
7


PE
R
LSC
CN
DC
8


PE
DC
LSC
R
SSC
CM
RN
LM
9


PE
NE
Ap
R
NE
C
10

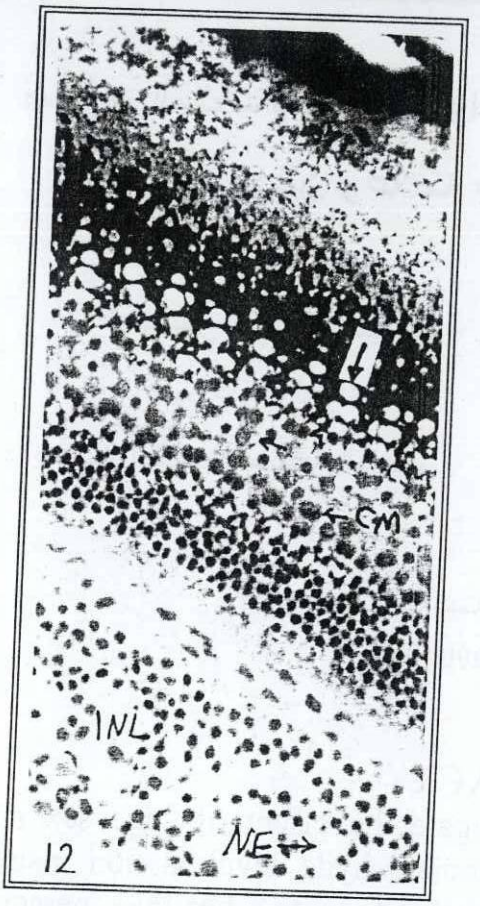

Ph
PM
NE
Hy
CE
11

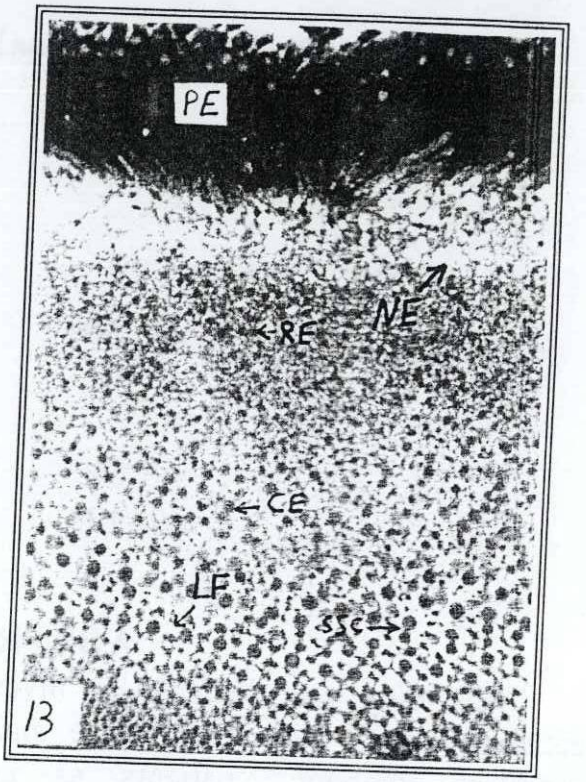
الشكل (12) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي مائل في شبكية سمكة لخ انكورة بعد مرور اربع ساعات من التعرض للاشعة فوق البنفسجية في حالة التكيف للضوء ، لاحظ التنخر في الاستطالات القمية للخلايا الظهارية (↓) والاجزاء الاهليلجية لبعض المخاريط (←—) والتنخر الحاصل في الطبقة النووية الداخلية Inner nuclear layer (INL). (1120 X) .

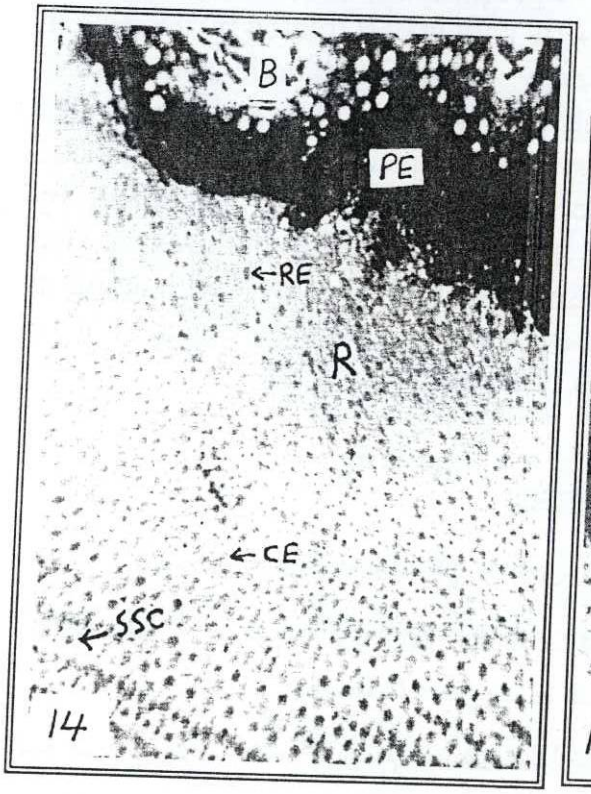
الشكل (13) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في شبكية سمكة السنك بعد مرور اربع ساعات من التعرض للاشعة فوق البنفسجية في حالة التكيف للظلام ، لاحظ ظهور الزعانف الجانبية Lateral fins (LF). (448 X) .

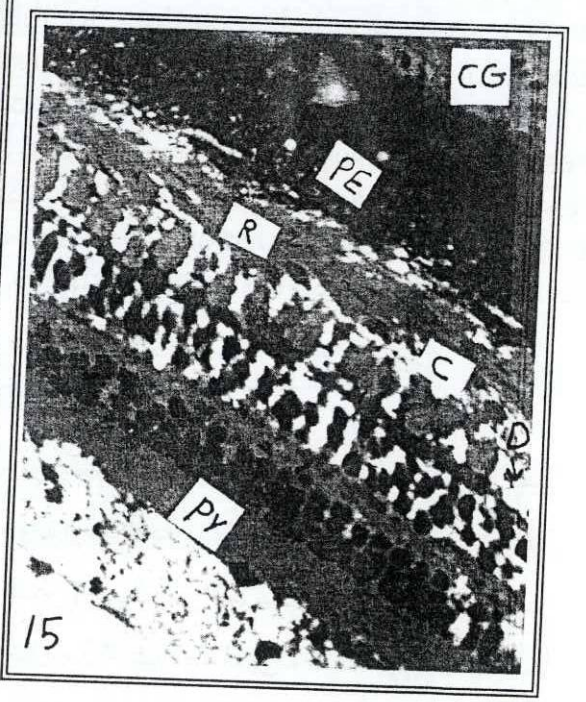
الشكل (14) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي في شبكية سمكة السنك بعد مرور اربع ساعات من التعرض للاشعة فوق البنفسجية في حالة التكيف للظلام ، لاحظ النزف Bleeding (B) الحاصل في الطبقة المشيمية . (448 X) .

الشكل (15) : صورة بالمجهر الضوئي لمقطع عرضي مائل في شبكية سمكة لخ انكورة بعد مرور اربع ساعات من التعرض للاشعة فوق البنفسجية في حالة التكيف للظلام ، لاحظ الغدة المشيمية Choroid gland (CG) والتلف Damage (D) في المخاريط والتكثف Pyknosis (Py) في الطبقة الظفيرية الداخلية.(1120 X).


CM
INL
NE
12


PE
RE
NE
CE
LF
SSC
13


B
PE
RE
R
CE
SSC
14


CG
PE
R
C
D
PY
15