

## تأثير الترددات الراديوية في التركيب النسجي للأجزاء غير الحساسة في عين الأسماك العظمية

تغريد حازم صابر

فرع العلوم الأساسية

كلية طب الأسنان / جامعة الموصل

د.علي اشكر عبد

قسم علوم الحياة

كلية التربية / جامعة الموصل

القبول

٢٠٠٧ / ١٠ / ٠٣

الاستلام

٢٠٠٧ / ٠٧ / ١٧

### Abstract

The present study carried out to investigate the injuries of radio frequency on the nonsensory components (lens, cornea, choroid, iris, sclera and optic nerve) of two species of teleost fishes which were *Chalcalburnus mussulensis* and *Noemacheilus angora*. The fishes exposed to 80KHz and 1400 volts of radiofrequency for sixty day. The time of exposure was five hours daily. The dissection of samples occurred at thirty day and sixty day.

The results revealed several histopathological changes for each of the above components, but the lesions were more sever in *N.angora* than *C.mussulensis*. After thirty day of exposure, different lesions were appeared in the various parts of the two species. The injuries were more sever at sixty day, which generally summarized as: lens cataract, pyknosis of lens capsule in *C.mussulensis* while in *N.angora* wide deterioration in lens was appeared which were pyknosis, necrosis and wrinkiling of the whole lens. The lesions of cornea were deterioration of some parts of central cornea epithelium, pyknosis of Bowmans membrane and keratocytes, degradation of Descemet membrane and endothelium. on the other hand necrosis and rarfaction of the stroma occurred: The previous lesions variable in the different regions of eye ball (dorsal, ventral etc.). The injuries were more sever in *N.angora*. The iris of *C.mussulensis* degenerate completely in some regions and appeared as a thin dens structure generally. In *N.angora* the iris dialated in some regions and several mass of melanocytes appeared in all of the area, necrosis of blood capillaries and gauanophore cells also appeared. In some regions the discrete feature of the iris disappeared. The choroid lesious in

*C.mussulensis* appeared as: Necrosis and disruption blood capillaries, bleeding, necrosis rarefaction of the argentum layer, necrosis and shrinkage of choroid gland. In the *N.angora* most of the choroid was deteriorated. The sclera of the *C.mussulensis* showed rarefaction and unorganization of collagenous fibers at the central part, pyknosis and thinning at the peripheral parts. In the *N.angora* rarefaction and swallowing of scleral collagenous fibers occurred. The optic nerve of the *N.angora* showed deterioration and edema in specific region. We could conclude that the low level of radiofrequency induced obvious and variable injuries in the nonsensory components of the eye of two species of fishes. The variation may be due to the species differences.

### المخلص

أجريت الدراسة الحالية للتحري عن الأضرار التي تلحقها الترددات الراديوية في التركيب النسيجي للأجزاء غير الحساسة (العدسة، القرنية، المشيمية، القزحية، الصلبة والعصب البصري) في عين نوعين من الأسماك العظمية هما: سمكة السنك *Chalacalburus mussulensis* وسمكة لخ انكورة *Noemacheilus angora* عرضت الأسماك لمدة سبتيين يوماً متتاليًا وبواقع خمس ساعات يوميًا تحت تردد 80KHz و ١٤٠٠ فولت. تم تشريح النماذج بعد ثلاثين يوماً وسبتيين يوماً من التعريض.

أوضحت النتائج ظهور تغييرات مرضية نسيجية عدة في تركيب الأجزاء المذكورة أعلاه ولكن كانت الآفات اشد في سمكة لخ انكورة عما هي عليه في سمكة السنك. بعد مرور ثلاثين يوماً تحت التعريض ظهرت آفات مختلفة في الأجزاء المختلفة لنوعين، ولكن كانت الأضرار اشد بعد مرور سبتيين يوماً، وتمثلت، بصورة عامة، بظهور عتمة العدسة وتغلظ خلايا محفظتها في السنك، تلف واسع في عدسة لخ انكورة تمثل بالتغلظ والتخثر وأخيراً تجعد العدسة، ومن جانب آخر، ظهرت أضرار في القرنية وهي: تلف جزء من النسيج الظهاري للقرنية المركزية، تغلظ غشاء بومان وانوية الخلايا القيرائينية، تلف غشاء دسمت والبطانة الظهارية. كما ظهر نخر في سدى القرنية وتفكك أليافها. ان هذه الآفات تباينت في المناطق المختلفة من كرة العين (ظهريّة، بطنية...)، وكانت هذه الأضرار اشد في لخ انكورة. أما أضرار القزحية فهي نحافتها بصورة عامة في بعض المناطق وتتكس مكوناتها كافة في مناطق أخرى لسمكة السنك. وفي سمكة لخ انكورة ظهر توسع في القزحية في بعض المناطق مع ظهور كتل من الخلايا الميلانية منتشرة على كل مساحتها، كما حصل نخر في الأوعية الشعرية الدموية والخلايا الحاملة لبلورات الكوانين، وفي بعض المناطق اختفت معالم القزحية. أما المشيمية فكانت آفات في السنك هي: نخر الأوعية الشعرية الدموية وتمزق بعضها، نرف ونخر وتخلخل في خلايا الطبقة الفضية،

نخر واسع وانكماش الغدة المشيمية . أما في لخ انكورة فقد تلفت أجزاء كثيرة من مكونات المشيمية. أما الصلبة في السنك فقد ظهر نوع من التخلخل في الألياف الغراوية مع عدم انتظام في مكوناتها في المنطقة المركزية وتغلظها ونحافتها في المنطقة المحيطة. أما في لخ انكورة فقد ظهر انتفاخ مع تفكك في الألياف الغراوية للصلبة وبالنسبة للعصب البصري لسمة لخ انكورة فقد ظهر فيه تلف وخزب في بعض الأجزاء.

نستنتج مما تقدم ان الترددات الراديوية أحدثت أضراراً واضحة ومتباينة في الأجزاء غير الحساسة للضوء في عين النوعين من الأسماك وقد تعود التباينات في الأضرار إلى الاختلاف في النوع.

### المقدمة

إن المجال الكهرومغناطيسي هو جزء من المحيط الطبيعي الذي يدرك ويستخدم بوساطة الكائنات الحية المختلفة. إن المثال الجيد لذلك هو التحسس الكهربائي في بعض أنواع الأسماك أي انه يستخدم في البحث عن الغذاء أو التوجهات للتدوير أو الاستدارات في أثناء الهجرة . كذلك هناك أنواع عدة من الطيور لها القدرة على استخدام المكونات الفيزيائية المختلفة للمجال المغناطيسي الثابت أو المستقر مع نتائج واضحة في الاستدارة (1). وبناء على ذلك ومنذ بداية القرن الماضي فان تطور التقانات ربط بالزيادة المستمرة لاستخدامات المجال الكهرومغناطيسي إذ إن الأجهزة تكون أكثر مما هي في المجال الطبيعي . استناداً إلى ذلك فلين في الماضي كان يجرح سؤال إلى أي مدى تستطيع المجالات الكهرومغناطيسية التأثير على الأجهزة الحياتية أو البيولوجية وخاصة في الإنسان . ولهذه الأسباب أجريت بحوث أو تحريات عدة في السنوات الأخيرة حول مسألة التداخل أو التفاعل بين الترددات الواطئة و العالية للمجالات الكهرومغناطيسية مع الحيوانات وقد نشرت هذه البحوث (١). كذلك أجريت بحوث تربط بين المجالات الكهرومغناطيسية والأمراض السرطانية المختلفة فضلاً عن التأثيرات المحتملة على تكوين الميلاتونين في الغدة الصنوبرية . ومنذ الثمانينات في القرن الماضي تطورت المناقشات حول التأثيرات التشوهية للترددات الواطئة والعالية من المجال الكهرومغناطيسي على التطور الجنيني في الفقريات، وعلى الرغم من أن عدداً كبيراً من الدراسات العلمية أجريت في هذا الحقل من المعرفة فان النجاح الكامل لتفسير الآليات الدقيقة المحتملة التي تؤثر على التطور الجنيني لازالت غير كاملة أو مفقودة . ييجد عدد من الاكتشافات التي وصفت تأثير المجالات الكهرومغناطيسية على إنزيمات عدة مثل إنزيم Ornithine decarboxylase و بروتين kinase و cAMP و acetylcholinesterase و DNA و RNA(٢). إن مثل هذه التأثيرات للترددات الواطئة والعالية للمجالات الكهرومغناطيسية عند مستوى الخلية او عند مستوى الجزيئات قد تسبب التشوهات في أثناء المراحل المختلفة من التطور الجنيني او حتى إلى موت

الجنين (١). نشر Delgado *et al.* (٣ و٤) دراستين عن التطور الجنيني للدجاج، إذ حضنت الأجنة في تردد واطئ للمجال الكهرومغناطيسي (100Hz) وأوضحت النتائج زيادة إحصائية معنوية في تشوهات الأجنة بعمر ٤٨ ساعة وظهرت هذه التشوهات بعد الولادة. يتعرض الإنسان في الوقت الحاضر يوميا فضلاً عن الأشعة الجسجية إلى إشعاعات كهرومغناطيسية من مصادر عدة منها: الراديو، التلفاز، الرادار، أجهزة الاتصالات كالهاتف الخليوي، أفران المايكروويف وخطوط الضغط العالي لنقل الطاقة الكهربائية و لعدد من الأجهزة الطبية العلاجية والصناعية الأخرى. فضلاً عن أن تأثير طاقة التفاعل الكهرومغناطيسية تكون قليلة في الأواصر بين الجزيئات الموجودة في الخلية إلا أنها تظهر تأثيراً واضحاً في الخلية (٥). إن المجال الكهربائي المحتث الذي ينشأ داخل الجسم نتيجة تعرضه لمجال كهربائي أو مغناطيسي خارجي يؤدي إلى مرور تيار محتث في أنسجة الجسم. فمثلاً التيار المار في الملف الحلزوني في دراستنا الحالية، يؤدي إلى توليد مجال مغناطيسي باتجاه عمودي على مساحة مقطع الملف مما يؤدي إلى توليد تيارات محتثة لدى اختراقه للجسم المتواجد فيه وهذا بدوره يؤدي إلى تكوين مجالات مغناطيسية محتثة داخل جسم الكائن الحي. وعليه فإن المجال الكهرومغناطيسي يعمل على مرور تيار محتث في الجسم قد يتداخل مع الإشارات العصبية المنقولة بوساطة الأعصاب والأنسجة مؤدياً إلى تغيير في وظائف الجهاز العصبي المركزي. يختلف تأثير الإشعاع باختلاف نوعه، شدته، طاقته وتردده فضلاً عن نوع العضو المستهدف وحساسيته للإشعاع والجرعة الإشعاعية الممتصة من جانبه. فقد يؤدي تأثير الإشعاع إلى قتل الخلية. ففي حال الجهاز العصبي المركزي والعضلات تحتاج الخلايا إلى بضعة آلاف راد Krad. لتدمير وظائفها ويبقى الجسم عاجزاً عن تعويض ما فقد منها، على حين في حال الخلايا القادرة على التكاثر مثل خلايا نخاع العظم الأحمر وخلايا الغشاء المخاطي المبطن للأعضاء الدقيقة التي تكون شديدة الحساسية للإشعاع فإن تعرضها إلى جرعات بحدود ٥٠ rads يؤدي إلى فقدان قدرتها على التكاثر (٦). ومن ملوثات البيئة التي بدأت في الآونة الأخيرة تأخذ جانباً من اهتمام الباحثين، هي الأشعة الراديوية Hz (١٠<sup>٩</sup> - ١٠<sup>٣</sup>). والأشعة المايكرووية الدقيقة Hz (١٠<sup>١١</sup> - ١٠<sup>٩</sup>). إذ تعدان من الإشعاعات غير المؤينة (٥) و(٧) و(٨). وتستخدمان لأغراض صناعية أو علاجية عند مستوى الطب كاستحراق الجسم بالتردد الراديوي عن طريق استخدام الحرارة الموضوعية لأغراض علاجية. فمثلاً عند تعرض الظهر إلى الاستحراق بالذبذبات الراديوية لتخفيف ألم تشنج عضلي حاد فيه، فإنه تتكون في البداية آلام شديدة تكاد لا تطاق ليبدأ الألم بعد ذلك بالزوال. إن الذبذبت المستخدمة في أجهزة العلاج الراديوية هي بحدود 27MHz على حين تكون الذبذبات المستخدمة في أجهزة العلاج المايكرووية تكون في منطقة المايكرو وفي وهي بحدود ٩١٥ MHz و ٤٥ MHz تقريباً. لقد أجريت دراسات عديدة حول تأثير مثل هذه الأشعة

بشدة وتترددات مختلفة على الإنسان والكائنات الحية فقد وجد أن العيون والخصى والمبايض تكون حساسة جدا للإشعاع الراديوي، لذلك يجب حمايتها في أثناء العلاج بالإشعاع أو التعرض له (٩). ومن جانب آخر لوحظت أعراض سريرية نتيجة التعرض للأجهزة المنزلية التي تبعث أشعة راديوية كالصداع، صعوبة التركيز، اضطراب النوم وتغيرات في وظائف الجهاز العصبي (١٠). كما درس تأثير الترددات الراديوية واطئة المستوى في الجهاز العصبي المركزي ومادة الشفرة الوراثية DNA (١١). من المعروف أن تأثير الأشعة الكهرومغناطيسية جميعها بما فيها الراديوية والميكروية هو تأثير تراكمي يعتمد على تردد تلك الأشعة وشدةها والجرعة (المدة الزمنية) التي يتم التعرض لها. وقد توصلت الهيئة الأمريكية للوقاية من الإشعاع (NCRP) إلى أن هناك علاقة كبيرة بين نتائج التجارب التي أجريت على الحيوانات التجريبية والنتائج المستحصلة من الإنسان إذ وجد أن عدداً من الحيوانات التجريبية تمتلك حساسية عالية لعدد من الأمراض كأورام المبايض وسرطان الدم والجهاز اللمفاوي في الفئران وأورام الثدي في الجرذان (١٢). وفي دراسات حديثة أجريت حول تأثير الإشعاعات الراديوية أوضح Lee et al. (١٣) تنكس سليفات البيوض في مبايض الفئران البيض بعد تعرضها للترددات الراديوية الواطئة كما أوضح النعيمي وآخرون (١٤) إن تعرض الجرذان البيض لترددات واطئة بلغت ١ Mkz أدت إلى زيادة في فعالية بعض إنزيمات الدم GOT ، GPT و ALP وزيادة في كمية الهيموكلوبين وحجم الخلايا المرصوصة وزيادة في عدد خلايا الدم البيض مع زيادة زمن التعرض أو زيادة شدة الإشعاعات. وفي دراسة أخرى أجريت على الفئران البيض إذ عرضت لترددات واطئة ٦٠ KHz وبشدة ١٢٠٠ فولت أوضحت النتائج تأثيراً واضحاً في التركيب النسجي لمبايض هذه الفئران (١٥). وفي دراسة أخرى أجريت على الأسماك بتعريضها لجرع إشعاعية راديوية بتردد ٦٠ KHz وبشدة ١٠٠٠ فولت أدت إلى حدوث أضرار مختلفة في طبقات الشبكية المختلفة كلما ازدادت مدة التشعيع (١٦). ونظراً لعدم وجود دراسة حول تأثير الترددات الراديوية الواطئة في المكونات غير الحساسة لعين الفقريات فقد صمم البحث الحالي لدراسة تأثير الموجات الراديوية واطئة المستوى بتردد ٨٠ KHz وبشدة ١٤٠٠ فولت في التركيب النسجي للأجزاء غير الحساسة من العين في نوعين من أسماك المياه العذبة واللذين يعيشان في الجسم المائي نفسه وهما : لخ انكورة *Noemacheilus angora* وهي سمكة تعود إلى رتبة الشبوطيات Cypriniforms، عائلة اللخ Cobitidae، عائلة اللخ الاعتيادي *Noemacheilus*، وسمكة السنك *Noemacheilina*، جنس اللخ الاعتيادي *Noemacheilus*، وسمكة السنك *Chalcalburnus mossulensis* وتعود إلى رتبة الشبوطيات أيضاً، عائلة الشبوطيات *Cyprinidae* عائلة البرعان الثانوية *Leuciscinae*، جنس الكالبورينس *Chalcalburnus* (١٧).

## المواد وطرائق العمل

تم الحصول على نماذج الدراسة الحاضرة من ينابيع منطقة التبة في قضاء سنجار التي تبعد ما يقرب من ٩٠ كم جنوب غرب مدينة الموصل . جمعت النماذج من جداول لا يزيد عمقها عن متر واحد . نقلت الأسماك إلى المختبر، ووضعت في أحواض تربية زجاجية Aquaria مؤطرة وبقياس ٣٠×٣٠×٥٠ سم محتوية على ماء خال من الكلور، ومزودة بأجهزة تهوية Aerators ومنظم للحرارة Thermostat . ضبطت درجة حرارة أحواض التربية على ٢٤±١ م المساوية تقريباً للبيئة الطبيعية. تم تبديل الماء ثلاث مرات في الأسبوع بانتظام من ماء الحنفية الذي أزيل منه الكلور .

غذيت الأسماك بالغذاء التجاري المحلي، وتركت في الظروف المخبرية مدة شهرين للتكيف مع هذه الظروف . عرضت مجموعة من الأسماك ومن كلا النوعين للترددات الراديوية بتردد ٨٠ KHZ وبفولتية ١٤٠٠ فولت لمدة إجمالية قدرها ستين يوماً متواصلة وبواقع خمس ساعات يومياً للمدة من الساعة ٨:٣٠ صباحاً إلى الساعة ١:٣٠ بعد الظهر . استخدمت في عملية تعريض الأسماك منظومة الكترونية للموجات ال راديوية صمم ها في المختبر (١٨) لأغراض بحثية أخرى. إذ يتكون الجزء الرئيس من المنظومة من مذبذب راديوي يصل إلى حدود ١ MHz وبقدرة خرج (فولتية) عالية تصل إلى حدود ١٤٠٠ واط. ولكي تتلاءم المنظومة مع أهداف هذه الدراسة فقط تم استبدال ملف الرنين الراديوي بملف حلزوني مقاومته ٩.٥ اوم وعدد لفاته ١٠١ لفة ونصف قطر سلكه (٠.٠٢) ملم ملفوف حول حجرة زجاجية اسطوانية الشكل طولها ٤٧ سم ونصف قطر مقطعها الدائري ٣.٨ سم. وضعت في الحجرة عشرون سمكة من النوعين وعرضت وبعد انقضاء مدة زمنية أمدها ثلاثون يوماً تم تشريح خمس اسماك من كل نوع، فيما تركت البقية لتستمر عملية تشيعيها لمدة ثلاث يوماً إضافية . بعدها تم تشريح المجموعة المتبقية و من كلا النوعين.

شرحت النماذج وثبتت على وفق ما جاء به المتبوتي (١٩) إذ شرحت النماذج التي تتراوح أطوالها لسم كتي السنك ولخ انكورة ، ما بين (٥ - ٦ سم) و (٢.٥ - ٣ سم) على التوالي . تم التشريح بطريقة قطع الرأس بوساطة سكين حادة وأخرجت العين بوساطة ملاقط دقيقة منحنية بعد قص العظام المحيطة بها بمقص دقيق وأبقيت بعض العينون في حجرتها للحفاظ على القرنية من التمزق. نقلت العينة مباشرة إلى طبق البتري Petri dish يحتوي على قطعة من الشاش لتثبيت العين، وغمرت بمحلول فسلجي تركيزه (٠.٧ غم) خاص بالأسماك العظمية التي تعيش في المياه العذبة (٢٠). وضع الطبق البتري الحاوي للعين تحت مجهر التشريح وعملت تقوب في جوانب كرة العين لتسهيل دخول المثبتات . تم تثبيت النماذج بمثبتين هما : الأول الكلوتر الديقهايد بنسبة

(٢%) في محلول فوسفات الصوديوم بنسبة (٠.٠٥٧) M، والمثبت الثاني هو رابع اوكسيد الازوميوم بنسبة (١%) في محلول داريء الفوسفات. ثم تم الانكاز بوساطة الكحول الايثيلي (٥٠%، ٧٠%، ٩٠%، ١٠٠%). بثلاثة تغييرات مدة خمس عشرة دقيقة لكل تغيير ثم باوكسيد البروبلين ثلاثة تغييرات وبالزمن نفسه. ثم طمر النسيج في مزيج من مادة الايبون Epon 812. للحصول على مقاطع نصف رقيقة Semithin section، استخدم المشراح الفوقي من نوع Ultrotom LKB 2088. ولقطع النماذج استخدمت سكاكين زجاجية. قطعت مقاطع نصف رقيقة (١-٢) مايكروميتر لغرض الدراسة بالمجهر الضوئي. واستخدم ملون ازرق التولودين Toluidene Blue بنسبة (١%) من محلول البوراكس المائي وحملت مباشرة بمادة ال (DPX) ثم وضع عليها غطاء الشريحة وفحصت بالمجهر الضوئي. واستخدمت أفلام من نوع Konika ذات حساسية VX ١٠٠ لتصوير المناطق المنتخبة.

## النتائج

لوحظ من نتائج الدراسة الحالية تباين في تأثير الترددات الراديوية في المكونات غير الحساسة في عين نوعين من الأسماك العظمية وقد يعود هذا التباين إلى الاختلاف في نوع وحجم السمكة.

### ١. العدسة :

أوضحت النتائج ظهور ضرر في مكونات العدسة بعد مرور شهر وشهرين من التعرض للترددات الراديوية في نوعي الأسماك موضوع الدراسة الحالية. ففي سمكة السنك ظهر بعد مرور ثلاثي يوماً، مقارنة مع العدسة الطبيعية (الشكل ١). نخر في الألياف العدسية في مركز العدسة وأحيطت منطقة النخر بمنطقة كثيفة وبشكل دائري، وكذلك لوحظ نخر في المنطقة المحيطة مع منطقة حزمية كثيفة تحت الخلايا الظهارية. ومن جانب آخر لوحظ تكثف منطقة الخلايا الظهارية في الجزء الأمامي من العدسة (الشكل ٢). أما بعد مرور ستي يوماً ظهر تكثف لمحفظة العدسة وخاصة في المنطقة الأمامية من العدسة مع تكثف في الخلايا الظهارية وتكثف محتويات العدسة كافة وخاصة الجزء الأمامي منها مما يؤدي إلى حدوث عتمة العدسة Cataract، (الشكل ٣).

أما في سمكة لخ انكورة ومقارنة مع العدسة الطبيعية (الشكل ٤). فقد ظهر بعد مرور ثلاثي يوماً من التعرض تكثف في الألياف العدسية في المنطقة المركزية وبشكل حلقة اخفت معالم الألياف وهذه تعد عتمة مركزية كما ظهر نخر في مركز هذه الحلقة، ومن جانب آخر تكثفت الخلايا الظهارية (الشكل ٥). اما بعد مرور ستي يوماً من التعرض، حصل تلف واسع في

العدسة تمثل بتكثف عميق لمحفظة العدسة مع نخر وتكثف في الخلايا الظهارية وتجعد العدسة نتيجة التلف ونخر واسع في المنطقة المركزية مع تفكك الألياف العدسية، (الشكلان ٧،٦).

## ٢. القرنية :

أوضحت النتائج بعد مرور ثلاثيني يوما من التعرض للترددات الراديوية في سمكة السنك ومقارنة مع القرنية الطبيعية (الشكل ٨). ظهر تلف في النسيج الظهاري للقرنية المركزية في بعض المناطق وضمحلته بشكل كامل في المنطقة المركزية منها مع نخر سدى القرنية وتفكك بعض الألياف فيها (الشكل ٩). ومن جانب آخر ظهر تكثف في النسيج الظهاري للقرنية في المنطقة المحيطة مع تفكك ألياف سدى القرنية ونخر بعضها، كما حصل نخر واسع في الرباط الحلقي في المنطقة المحيطة وظهر نخر تجلطي في بعض مناطقه مع تلف غشاء دسمت والنسيج الظهاري البطني (الشكل ٩). اما بعد مرور سبتي يوما فقد ظهر كذلك تلف في النسيج الظهاري للقرنية المركزية مع تغلط الخلايا القاعدية له وتكثف في غشاء بومان، مع تكثف في انوية الخلايا القيرائينية في سدى القرنية ونخر في بعض مناطقها مع تلف غشاء دسمت و خلايا النسيج الظهاري البطني (الشكل ١١). أما في جزء من القرنية المحيطة الظهريّة من كرة العين ظهر تكثف في النسيج الظهاري مع تلف بعض خلاياه وتوسفها . من جانب آخر، تكثفت ألياف سدى القرنية في المنطقة المحيطة بشكل عميق وحصول تموج في غشاء بومان مما أدى إلى انبعاج مكونات الرباط الحلقي إلى داخل سدى القرنية بشكل يشبه الحليمات . كما ظهر نخر تجلطي واسع في الرباط الحلقي عند زاوية القرنية وظهر فيه نزف وتكثف بطانة الرباط المحاذية للقرنية وتلف بعضها مع امتداد النزف إلى منطقة التلف (الشكل ١٢). أما في جزء آخر من المنطقة الظهريّة المحيطة حصل تلف واسع في النسيج الظهاري للقرنية مع توسف الخلايا التالفة. ومن جانب آخر حصل نخر في سدى القرنية مع تفكك في أليافها وتكثف هذه الألياف في المنطقة الملاصقة للرباط الحلقي مع وجود نخر تجلطي في مكونات الرباط الحلقي التي تكون بتماس مع سدى القرنية من جهة ومع القرنية من جهة أخرى (الشكل ١٣).

أما في المنطقة البطنية المحيطة فقد لوحظ اختزال طبقات الخلايا الظهارية في النسيج الظهاري للقرنية مع تكثف عميق لغشاء بومان وتجلط الرباط الحلقي اذ اختفت معالمه، (الشكل ١٢). وفي سمكة لخ انكورة أوضحت النتائج بعد التعرض لمدة ثلاث يوما ومقارنة بالقرنية الطبيعية، (الشكل ١٤). حدوث نخر في الخلايا الظهارية للقرنية وتلف هذه الخلايا في المنطقة الظهريّة المحيطة مع تخلخل Rarefaction في ألياف سدى القرنية، ومن جانب آخر حدث تلف شبه كامل مع نزف في الرباط الحلقي إذ وصلت الخلايا النازفة إلى ألياف سدى



القرنية، (الشكل ١٥). ويبدو ان التلف في هذه المنطقة أكثر مما هو في سمكة السنك في المنطقة المناظرة لها.

أما في المنطقة البطنية المحيطة فقد ظهر فرط تنسج Hyperplasia مع تكثف الخلايا في النسيج الظهاري للقرنية و تموج غشاء بومان و حصول حليمات منبعجة من السُ داة في هذا النسيج، ومن جانب آخر حدث تراص و تكثف في ألياف سدى القرنية . أما الرباط الحلقي فقد تلفت مكوناته (أكثر مما هو في سمكة السنك) وتكثفت بشكل كتلة دفعت القرنية نحو الداخل (الشكل ١٦).

أما في القرنية المركزية فقد حدث تلف واختزال في النسيج الظهاري للقرنية مع تراص واختفاء معالم ألياف سدى القرنية واختزال في سمكها وتكثف غشاء دسمت وتوسف بعض خلايا البطانة الظهارية. وإن الأضرار التي لحقت بالقرنية المركزية في هذه السمكة تختلف عما هي في سمكة السنك (الشكل ١٧). و بعد التعرض لمدة ست يني يوما ظهر نخر واختزال في الخلايا الظهارية في المنطقتين المحيطة والمركزية ففي المنطقة المحيطة ظهر تكثف سدى القرنية وتلف في الرباط الحلقي والمحتويات الأخرى للقرنية. أما في القرنية المركزية فقد اختفت معالم سدى القرنية وتلف غشاء دسمت والنسيج الظهاري البطني (الشكل ١٨).

### ٣. القرنية :

أوضحت النتائج في سمكة السنك بعد التعرض لمدة ثلاث يني يوما للترددات الراديوية مقارنة بالقرنية الطبيعية (الشكل ٨). حصول نخر في الخلايا الظهارية الصباغية والخلايا الهدبية خاصة عند قاعدة القرنية مع حصول تمزق في الأوعية الشعرية الدموية أعقبه نزف في نسيج القرنية. أما الطبقة الحاملة لبلورات الكوانين فقد حصل فيها اختزال وتفكك ونخر خاصة في المنطقة الظهرية المركزية من كرة العين (الشكل ٩). وفي جزء من المنطقة الظهرية حصل تفكك واسع في طبقة بلورات الكوانين خاصة في المنطقة الجذرية للقرنية وتكثفت مكونات هذه الطبقة في النهاية الحرة مع حصول تكثف لطبقة الخلايا الظهارية الميلانية ونزف (الشكل ١٩) أما بعد التعرض لمدة سبتيي يوما فقد لوحظ في جزء من المنطقة الظهرية المحيطة نحافة القرنية بشكل عام مع اضمحلال مكوناتها كافة، (الشكل ١٣). أما في جزء آخر من المنطقة الظهرية المحيطة فقد ظهر تعرج في طبقة الخلايا الظهارية الميلانية مع تلف جزء من الخلايا الهدبية وعدم انتظام ونخر في طبقة الخلايا الحاملة لبلورات الكوانين مع حصول نزف في القرنية، (الشكل ١٢). وفي منطقة أخرى ظهر نخر في الخلايا الظهارية الميلانية عند جذر القرنية وتلف بعض هذه الخلايا، (الشكل ١٣).

أما في سمكة لخ انكورة فقد أوضحت النتائج بعد التعرض لمدة ثلاث يني يوماً مقارنة بالقزحية الطبيعية (الشكل ٢٠). حصول عدم انتظام في مكونات القزحية مع نزف في منطقة جذر القزحية وتخلخل في طبقة الخلايا الحاملة لبلورات الكوانين مع انكماش في القزحية بصورة عامة (الإشكال ١٥, ١٦, ١٧). أما بعد التعرض لمدة سنتين يوماً ظهر في المنطقة البطينية من كرة العين توسع في القزحية مع عدم انتظام في مكوناتها وظهور كتل من الخلايا الميلانية منتشرة على مساحة القزحية فضلاً عن تخثر الدم في الأوعية الشعرية الدموية، (الشكل ١٨). أما في المنطقة الظهرية من كرة العين فقد ظهر تلف في مكونات القزحية إذ تفككت الخلايا الظهرية الميلانية وحصل فيها نخر وكذلك نخرت طبقة الخلايا الحاملة لبلورات الكوانين وتكثفت منطقة الأوعية الدموية الشعرية إذ تخثر الدم فيها وأصبحت القزحية غير واضحة المعالم التركيبية (الشكل ٢١).

#### ٤. المشيمية :

أوضحت النتائج في سمكة السنك بعد التعرض لمدة ثلاث يني يوماً للترددات الراديوية ومقارنة بالمشيمية الطبيعية، (الشكلان ٢٢, ٢٣). ظهور تجلط في الأوعية الدموية في المنطقة الظهرية المحيطة من المشيمية وحدوث نزف أيضاً إذ وصلت كريات الدم الحمر إلى منطقة الصلبة. مع حصول نخر في بعض مناطق الطبقة الفضية والنسيج الضام للمشيمية وحصول خرب أيضاً، (الشكل ٢٤). أما في المنطقة المركزية فحصل تلف في بعض أجزاء الغدة المشيمية مع حصول خرب، (الشكل ٢٥). وبعد التعرض لمدة سنتين يوماً ظهر تلف واسع في المشيمية المحيطة إذ لوحظ تخثر الدم في الأوعية الشعرية الدموية مع تمزق بعضها وحصول نزف واسع في بعض الأوعية، مع تفكك ونخر في طبقة الخلايا الحاملة لبلورات الكوانين، (الشكل ٢٦). وفي المنطقة المركزية حصل نخر واسع في الغدة المشيمية مع اضمحلال هذه الغدة بصورة عامة وتلف في المكونات الأخرى للمشيمية وحصول خرب في هذه المنطقة (الشكل ٢٧).

أما في سمكة لخ انكورة فبعد مرور ثلاث يني يوماً من التعرض للترددات الراديوية ومقارنة مع المشيمية الطبيعية، (الشكل ٢٨). فقد أوضحت النتائج حصول تمزق في طبقات الخلايا الميلانية مع تمزق بعض الأوعية الدموية الشعرية وحصول نزف وظهور كتل من الخلايا الميلانية، (الشكل ١٥). وفي منطقة أخرى حصل تخثر في الأوعية الدموية وعدم انتظام في مكونات المشيمية بصورة عامة، (الشكل ٢٩). وبعد مرور سنتين يوماً من التعرض ظهر تلف في كثير من مكونات المشيمية وخاصة طبقات الخلايا الميلانية مع تخثر الأوعية الدموية الشعرية، (الشكلان ٦, ٣٠).

## ٥. الصلبة:

لم تظهر أية تأثيرات في الصلبة مقارنة مع الحالة الطبيعية، (الشكل ٣١) بعد التعرض للترددات الراديوية لمدة ثلاثين يوماً في سمكة السنك أما بعد مرور ستهين يوماً من التعرض فقد ظهر في المنطقة المركزية نوع من التفكك في الألياف الغراوية مع عدم انتظام في تصميمها . أما في المنطقة المحيطة فقد ظهرت الصلبة بشكل شريط نحيف وكثيف (الشكل ٣٢).

أما في سمكة لخ انكورة فبعد التعرض لمدة ثلاثين يوماً ومقارنة مع الحالة الطبيعية، (الشكل ٢٨) . ظهر تكثف ونحافة في مكونات الصلبة المركزية، (الشكل ٣٣) . أما بعد التعرض لمدة ستهين يوماً ظهر انتفاخ مع تفكك في الألياف الغراوية المكونة للصلبة، (الشكل ٣٤).

## ٦. العصب البصري:

في سمكة لخ انكورة و مقارنة مع الحالة الطبيعية (الشكل ٣٥) . أوضحت النتائج عدم تأثير العصب البصري بعد التعرض لمدة ثلاثين يوماً للترددات الراديوية أما بعد مرور ستهين يوماً من التعرض ظهر تلف وخزب في بعض أجزاء العصب البصري مع تكثف مكوناته (الشكل ٣٦) . لم تظهر تأثيرات للأشعة الراديوية المستخدمة على العصب البصري لسمكة السنك في حين لم نحصل على مقاطع للعصب البصري في سمكة السنك.

## المناقشة

أوضحت نتائج الدراسة الحالية ظهور أضرار واسعة ومتباينة نتيجة التعرض للترددات الراديوية وبمدد مختلفة في كل من العدسة، القرنية، القزحية، المشيمية، الصلبة والعصب البصري في نوعي الأسماك موضوع البحث، لكن الأضرار التي ظهرت في سمكة لخ انكورة بصورة عامة كانت أكثر مما هو في سمكة السنك وهذا قد يعود إلى الاختلاف في النوع (٢١) . أو قد يعود إلى العامل الوراثي (٢٢، ٢٣) . إذ إن بقية العوامل ثابتة للنوعين . ومن جانب آخر كانت الآفات أشد في حال التعرض لمدة ستهين يوماً عما هي في حالة التعرض لمدة ثلاثين يوماً، وهذا يتفق مع دراسة أجريت حول تأثير الإشعاعات على عين الفقريات . ومن جانب آخر ظهر تباين في التأثير على وفق نوع النسيج في كل من العدسة، القرنية، القزحية، المشيمية، الصلبة والعصب البصري، فقد أوضحت النتائج وجود نخر في الألياف العدسية المركزية مع عتمة العدسة وتغلظ (تكثف) في محفظة العدسة والخلايا الظهارية لها مع نخر في بعض الأجزاء، وكانت هذه الآفات

أشد بعد التعرض لمدة سبتيين يوماً (٢٤). أما القرنية فقد لوحظ فيها تلف في النسيج الظهاري في بعض المناطق مع تكثف في مناطق أخرى ونخر تجلطي في السداة وارتباط الحلقي مع تلف غشاء دسمت والنسيج الظهاري البطني. وفي بعض المناطق ظهر تخلخل في سدى القرنية مع نزف في الرباط الحلقي وتلف مكوناته وفي بعض المناطق اختفت معالم سدى القرنية، كما أُلحق ضرر في غشاء بومان وغشاء دسمت مع تقدم مدة التعريض.

أما في القرنية فمن الأفلت التي ظهرت نخر في أغلب مكوناتها وتفكك واسع في طبقة بلورات الكوانين مع ظهور تكتلات للخلايا الميلانية، وفي بعض المناطق ظهر تخثر في الأوعية الشعرية الدموية وبعد التعريض لمدة سبتيين يوماً أصبحت معالم القرنية غير واضحة في سمكة لخنكورة. أما المشيمية فقد ظهر فيه ارتجاط في الأوعية الدموية وتمزق في طبقات الخلايا الميلانية مع ظهور كتل من الخلايا الميلانية وتمزق بعض الأوعية الشعرية الدموية وحصول نزف واسع، كذلك حصل نخر في الطبقة الفضية والغدة المشيمية التي حصل فيها خبز أيضاً بعد التعرض لمدة سبتيين يوماً وكذلك ظهر تلف كبير لمكونات المشيمية بصورة عامة في سمكة لخنكورة.

أما الصلبة فقد ظهر فيها ضرر في سمكة لخنكورة أكثر مما هو و في سمكة السنك. وظهر خبز وتلف في العصب البصري لسمكة لخنكورة ولم يظهر في سمكة السنك. إن نتائج دراستنا الحالية تتفق مع دراسة أجريت على شبكية الأرانب بتعريضها إلى أشعة مايكروية بتردد واطئ عند مستوى المجهر الإلكتروني وقد نتج عن ذلك ظهور تغييرات في الخلايا الظهارية الصباغية وبعض مكونات الشبكية الداخلية (٢٥). إن تأثير الترددات الراديوية باختلاف الفترات الزمنية للتعريض أدى إلى حدوث تغييرات جوهريّة في جريبات وأنسجة المبايض والأرحام للفئران وقد عزت أسباب هذه التغييرات إلى اختلال في عمل الهرمونات (٢٦). نشرت دراستنا أشارت إلى زيادة معنوية إحصائياً في تشوهات أجنة الدجاج عند عمر ٤٨ ساعة بعد حضنها تحت تردد واطئ للمجال الكهرومغناطيسي (١٠٠ KHz) (٤,٣) أكدت دراسة أخرى أن زيادة الفترات الزمنية للتشعيع قد أدت إلى انخفاض عدد كريات الدم الحمر مع نقصان في كمية خضاب الدم مما ينعكس على اختزال في كمية الأوكسجين المنقولة إلى أنسجة الجسم المختلفة وأن هذه الأضرار التي تحدث في أنسجة الجسم تعزى إلى الفعل التراكمي للإشعاع بسبب طول مدة التشعيع (٢٧)، وهذا ما قد يحصل في دراستنا الحالية إذ إن طول مدة التعريض لمدة سبتيين يوماً قد تؤدي إلى اختزال في عدد كريات الدم الحمر وكمية خضاب الدم. إن الترددات الراديوية قد ترفع درجة حرارة الجسم، وقد عرف جيداً أن العيون والخصى والمبايض حساسة بصفة خاصة للإشعاع الراديوي لذا يجب حمايتها في أثناء العلاج أو التعريض (٩).

من الممكن تفسير حدوث النخر والتلف والنزف والأضرار الأخرى في دراستنا الحالية إلى تجمع جزيئات الفيوسين الدهني Lipofuscin التي تعد أجساماً ثمالية في خلايا طبقات العين المختلفة نتيجة تعرضها للأشعاع مع مرور الزمن وينتج عن ذلك تحرير إفرازات غير طبيعية تؤدي إلى تحطم ميكانيكي في الخلية ويمنع تبادل السوائل والمواد الأيضية الأخرى بين طبقات العين مما يؤدي إلى اختزال والتصاق الخلايا و من ثم إلى موتها (٢٨). من جانب آخر لوحظ حدوث نخر في أنسجة مبايض الفئران في دراسة أخرى وفسر ذلك إن حصول الضرر نتج عن نقص في كمية الأوكسجين (٢٩). بما أن الأشعة الراديوية هي أشعة كهرومغناطيسية وقريبة من الأشعة المايكروية الدقيقة فبالإمكان الإشارة إلى ان نتائج دراستنا الحالية قريبة من تأثير الأشعة المايكروية الدقيقة وعند تردد  $2450\text{MHz}$  وبثلاثة مستويات من الطاقة في دراسة أجريت على شبكية نوع من الأسماك عند مستوى المجهر الإلكتروني إذ ظهرت أضرار كبيرة في طبقة الخلايا الظهارية الصباغية وطبقة الخلايا المستقبلية للضوء على حين لم تتأثر بقية الطبقات (١٩). لقد أجريت دراسة على الجرذان البيض بتعرضها للإشعاع الراديوية واطئة المستوى بتردد  $1\text{MHz}$  وبشدة  $1000$  و  $1200$  فولت ونتج عن ذلك زيادة في فعالية بعض إنزيمات الدم وعدد خلايا الدم البيض وان هذه الزيادة أدت إلى حدوث أضرار في أنسجة المبايض (١٤).

وقد أكدت دراسة تجريبية حديثة أجريت على نوعين من الأسماك المختلفة بجرع إشعاعية راديوية ذات تردد  $60\text{KHz}$  وبشدة  $1000$  فولت لمدة أربع أسابيع متواصلة وبواقع ساعتين يوميا أدت إلى حدوث أضرار مختلفة في طبقات الشبكية المختلفة كلما زادت مدة التشعيع وتمثل الأذى بتلف الخلايا الظهارية الصباغية واختفاء أغلبها في بعض المناطق مع حصول نزف وتلف تدريجي في العصبيات والمخاريط وطال الضرر بقية طبقات الشبكية مع زيادة مدة التشعيع مما أدى إلى تلف واسع في شبكية العين ولكن اختلف التأثير على وفق نوع السمكة (٣٠). وفي دراسة على أجنة الدجاج ظهر بأن تعرض هذه الأجنة لـ  $60\text{KHz}$  من الأشعة الراديوية أدى إلى ظهور تشوهات في الأجنة مثل صغر الرأس واضمحلال الأنبوب العصبي وتشوهات في القلب والبديئات (٣١). وفي دراسة أخرى لوحظ بأن قشرة الدماغ كان نموها أقل من أجنة السيطرة بعد تعرضها لمدة  $24$  ساعة لـ  $60\text{KHz}$  من الأشعة الراديوية (32). وعند تعرض الأجنة لمدة  $48$  ساعة لـ  $30\text{KHz}$  بشكل ومضاني ظهر موت بعض الأجنة بنسبة  $16\%$  (٣٣). وفي دراسة حديثة أجريت على مكونات الجهاز التناسلي في إناث الفئران إذ عرضت إلى أشعة راديوية بتردد  $60\text{KHz}$  وبشدة  $1200$  فولت ولمدة شهر أوضحت هذه الدراسة وجود أضرار واضحة في التركيب النسجي للمبايض والأرحام منها نخر في بعض الجريبات المبيضية وتشمل كافة طبقات جدار الرحم وعدم اكتمال نضج النبيبات الرحمية وحدوث

نزف في النسيج الخلالي للمبيض وتوسف في الظهارة المبطنة للرحم وفطرت تنسج في بعض مناطق ظهارة بطانة الرحم وبروزها بشكل حليمات داخل جوف الرحم (١٥). نستنتج من دراستنا الحالية إن التعرض للترددات الراديوية الواطئة المستوى له تأثير واضح على الكائنات الحية الذي يكون من الطبيعي له تأثيرات على الإنسان أيضا وإن هذه الدراسة تعطي إشارة جديدة إضافية عن تأثير الترددات الراديوية الواطئة على نسيج العين وعليه يجب اخذ الاحتياطات اللازمة عند التعرض لهذه الترددات أو لدى استخدامها في المجالات الطبية والأجهزة المنزلية كالهاتف الخليوي وأجهزة الاتصالات الأخرى ونقترح إجراء المزيد من الدراسات لترددات أخرى وعلى أنسجة أخرى في الجسم.

### المصادر

1. Thalau, H. B. Effects of high-and low-frequency electromagnetic fields on embryonic development. 1<sup>st</sup> Ed. Furschungsgmeinschaft funk e.v. (2002)
2. Goodman, E. M., Greenebaum, B. and M. T. Marron. International Review of Cytology Vol. 158:279-338. (1995).
3. Delgado, J. M. R.; Montegudo, J. L.; Garcia Garcia, M. and J. Leal. IRCS Med. Sci. 9:392 (1981).
4. Delgado, J. M. R., Leal, J.; Monteaguado, J. L. and Garcia Garcia, M. J. Anat. 134:533-551. (1992).
5. D'Inzeo, G. Bernard, P., Easebi, F.; Grass, F.; Tambureilo, C. and Zani, B. M. "Microwave effects on a cetylcholine-induced channels in cultured chick myotubes". 1<sup>st</sup> Ed. (1988).
٦. أياد، محمد عبد الفتاح . مجلة الذرة والتنمية، الهيئة العربية للطاقة الذرية، المجلد التاسع، العدد الأول (١٩٩٧).
7. Hjeresen, D. L.; Frncendes, A. and Donnell, J. M. "Microwave attention of ethanol-induced hythermia ethanol tolerance time course, exposure duration, and dose response studies". 1<sup>st</sup> Ed. (1988).
٨. الراوي، أنيس: مجلة أفاق طبية، العدد العاشر، تشرين الثاني (٢٠٠٠).

9. Berg, M.; Arnetz, B.; Lidin, S.; Eneroth, P. and Kalluer, A. "Technostress a psycho-physiological study of employers with VDU associated skin complaints". 1<sup>st</sup> Ed. (1992).
10. Reiser, H. P.; Dimpfel, W. and Schober, F., "The influence of electromagnetic fields". World Health Organization reports submitted to the Bioelectromagnetics. (1995).
11. Repacholi, M. H. "Low level exposure to-radiofrequency electromagnetic fields". World Health Organization reports submitted to the Bioelectromagnetics. (1997).
١٢. حمزة، خضر عبد العباس؛ الخطيب، غسان هاشم. منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية (١٩٨٤).
13. Lee, C. J.; Park, H. H.; Yoon, Y. D.; Kim, Y. K. and Kim, J. K. Reprint from the journal of the koream Association for Radiation protection, Vol.24, No.2 (1999).
١٤. النعيمي، سعيد حسن؛ يعقوب، ماهر بطرس؛ يونس، نوال ذنون، مجلة التربية والعلم، كلية التربية، جامعة الموصل، العدد ٥٣ (٢٠٠١).
١٥. النعيمي، سعيد حسن؛ يعقوب، ماهر بطرس . مجلة تكريت للعلوم الصرفة، كلية العلوم، جامعة تكريت، المجلد ٢، العدد ١. (٢٠٠٥).
16. AL. Fackchi, T. H. S. M. Sc. Thesis, College of Education, University of Mosul (٢٠٠٣) (In Arabic).
١٧. الدهام، نجم قمر . اسماك العراق والخليج العربي، منشورات مركز دراسات الخليج العربي ، ج ١، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق (١٩٧٧).
18. Al. Niaemi, S. H. S Ph. D. Thesis, College of Science, University of Mosul (١٩٩٨) (In Arabic ).
19. Al-Mtaiwti, A. A., Ph.D. Thesis, College of Education, University of Mosul (1998) (in Arabic).
20. Abd, A. A. M. Sc. Thesis, College of Science, University of Mosul (1986) (in Arabic).
21. Tso, M. O. M. and Woodford, B. J., Ophthalmol.90:952-963.(1983) .
22. Tso, M. O. M. Retinal diseases: Biochemical foundious and clinical management 1st Ed, JB. Lippincott. Company, Washington. (1988).

23. Borges, J.; Yili, Z. and Tso, O. M. Arch. Ophthalmol., 108:727-733. (1990).
24. Anderson, K. V.; Coyle, F. P. and Osteen, W. K. Exp. Neurol; 35:233-238 .(1972).
25. Paulsson, L. E.; Hammerius, Y.; Hansson, H. A. and Sjostrand, J. Acta Ophthalmol. (kbh), 57:183-197. (1979).

٢٦. محي الدين، خير الدين؛ يوسف، وليد حميد؛ توحلة، سعيد حسين . دار الحكمة للطباعة والنشر، الموصل، (١٩٩٠).

27. Buatti, J. M.; Rivero, L. R. and Jorgensen, T. "Radiation – induced single-strand breaks in freshly isolate human leukocytes" 1st Ed, (1992).
28. Young, R. W. Surv. Ophthalmol., 32:232-266. (1994)
29. Hendly, J. and West, C. M. Int. J. Radiat. Biol., "Apoptosis and mitotic cell death: their relative contributions to normal-tissue and tumour radiation response". 1<sup>st</sup> Ed. (1997).

٣٠. عبد، علي اشكر؛ صابر، تغريد حازم، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، كلية العلوم، جامعة تكريت، المجلد ١٠، العدد ٢، (٢٠٠٥).

31. Joshi, M. V.; Khan, M. Z. and Damle, P. S. Differentiation., 10:39-43. (1978).
32. Espinar, A.; Piera, V.; Carmona, A. and Guerrero, J. M. Bioelectromagnetics 18:36-46. (1997).
33. Chacon, L.; Trillo, M. A.; Ubeda, A. and Leal, J. Journal of Bioelectricity, 9(1):61-66.(1990).

الشكل (1) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع شبه سهمي في العدسة الطبيعية Lens (L) لسمة السنك *Calcalburnus mossulensis* لاحظ المحفظة Capsule (C)، النسيج الظهاري للعدسة Epithelium (E) والألياف العدسية Lens fiber (LF). (X ٢٢٠)

الشكل (2) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع سهمي في عين سمة السنك يوضح العدسة بعد مرور ٣٠ يوما من التعرض للترددات الراديوية لاحظ التخر Necrosis (N) في الألياف العدسية (LF) المركزية والمحيطية مع منطقة حزمية كثيفة قرب المحيط (X ٤٤٨).

الشكل (3) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع سهمي في عين سمة السنك يوضح العدسة بعد مرور ٦٠ يوما من التعرض للترددات الراديوية لاحظ تكثف Pyknosis (P)



محفظة العدسة (C) والنسيج الظهاري (E) والألياف العدسية (LF) خاصة في الجزء الامامي والنخر في مركز العدسة (N) (X 220).

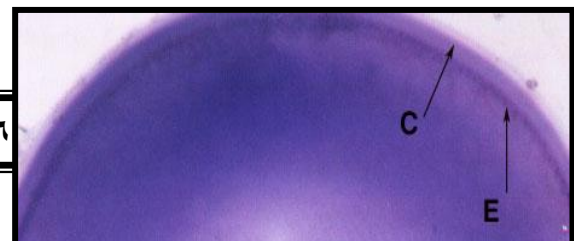
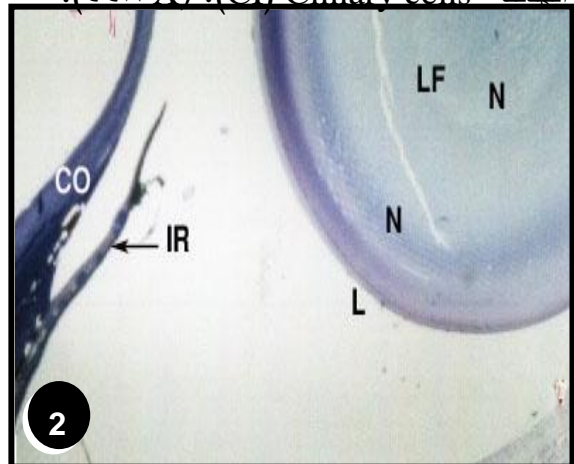
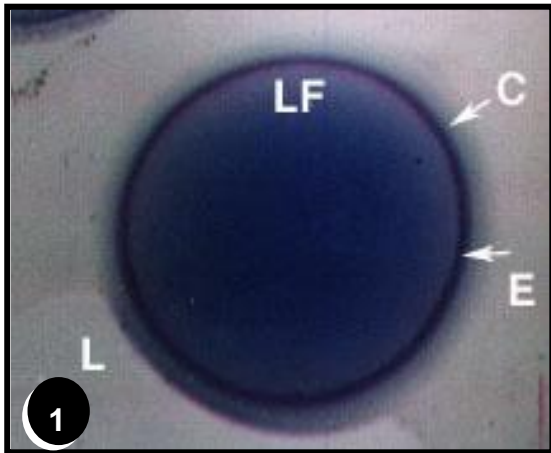
**الشكل (4) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع سهمي في عين سمكة لخ انكورة *Noemacheilus angora* توضح العدسة الطبيعية (X 1120).

**الشكل (5) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لعين سمكة لخ انكورة توضح جزءاً من العدسة بعد مرور 30 يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ عتمة العدسة (CA) Cataract وتتخر وتكثف الخلايا الظهارية للعدسة (E). (X 220).

**الشكل (6) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع م ستعرض في عين سمكة لخ انكورة توضح العدسة بعد مرور 60 يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ تكثف محفظة العدسة (C) وتتخر وتكثف الخلايا الظهارية للعدسة (E) وتجدد العدسة والشبكية (R) Retina. (X 448).

**الشكل (7) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع سهمي في عين سمكة لخ انكورة توضح العدسة بعد مرور 60 يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ التلف الواسع للعدسة والنخر في مركزها. (X 448).

**الشكل (8) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك توضح القرنية (CO) Cornea والقزحية (IR) Iris الطبيعيتان. لاحظ النسيج الظهاري للقرنية (EP) Epithelium، غشاء بومان (BO) Bowman's membrane، سدى القرنية (S) Stroma، غشاء دسمت (D) Descemet's membrane، النسيج الاندوثيلي المبطن للقرنية (EN) Endothelium، الرباط الحلقى (AL) Annular ligament، طبقة الخلايا الحاملة لبلورات الكوانين في القزحية (Gu) Guanophore cells، الاوعية الشعرية (BV) Blood vessels، الخلايا الحاملة للميلانين (ME) Melanocytes والخلايا الهدبية (CI) Cilliary cells. (X 448).



**الشكل (٩) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في المنطقة الظهرية لعين سمكة السنك توضح القرنية المركزية والقزحية بعد مرور ٣٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ تلف النسيج الظهاري للقرنية المركزية السهم ( ) وتفكك سدى القرنية (S) وتخرها، تتخر الخلايا الظهارية (EP) والخلايا الهدبية (CI) للقزحية وحصول نزف (B) Bleeding واختزال وتفكك وتتخر في طبقة الخلايا الحاملة لبلورات الكوانين (Gu). (X ٤٤٨).

**الشكل (١٠) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك توضح القرنية بعد مرور ٣٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ تكثف النسيج الظهاري للقرنية (EP) ، تفكك ألياف سدى القرنية (S) ونخر بعضها والنخر الواسع في الرباط الحلقي (AL). (X ٤٤٨).

**الشكل (١١) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك توضح القرنية المركزية بعد مرور ٦٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية. لاحظ تلف النسيج الظهاري للقرنية (EP) وتغلظ وتكثف (PY) الخلايا القاعدية له وتكثف غشاء بومان (BO)، غشاء دسمت (D) والنسيج الاندوثيلي (EN) المبطن للقرنية (X ١١٢٠).

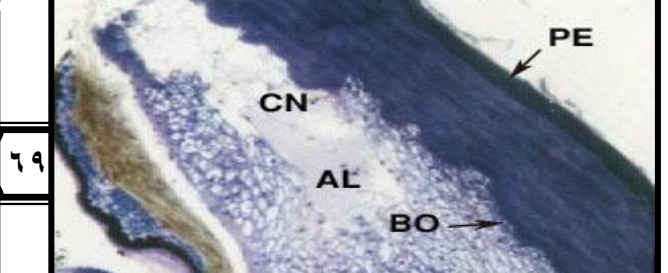
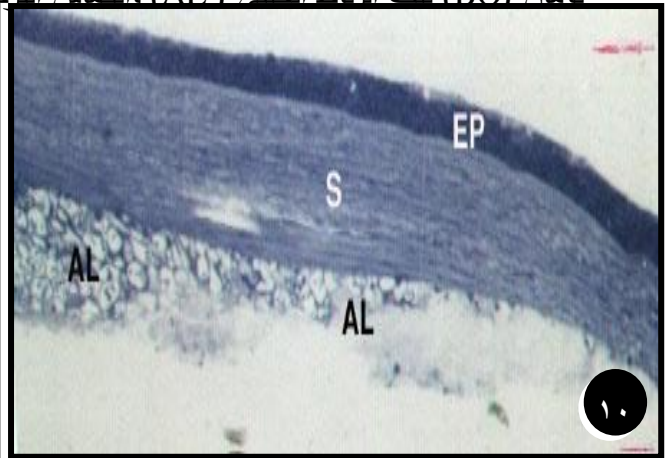
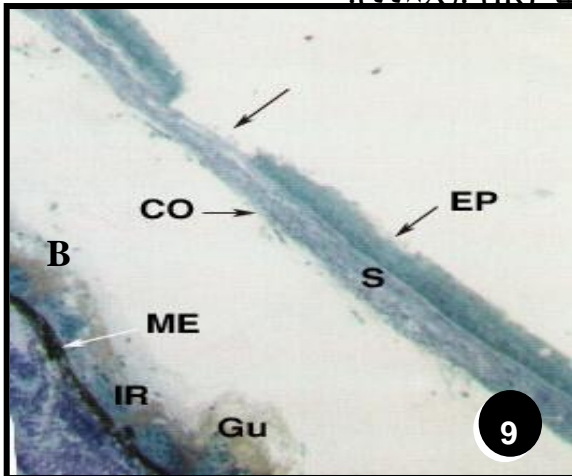
**الشكل (١٢) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك توضح القرنية المحيطية الظهريّة بعد مرور ٦٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ تكثف النسيج الظهاري للقرنية (EP) وتلف بعضه، تكثف ألياف سدى القرنية (S)، تموج غشاء بومان (BO) مع ظهور نخر تجلطي Coagulating necrosis (CN) واسع في الرباط الحلقي (AL) وحصول نزف (B). (X ٤٤٨).

**الشكل (١٣) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك توضح القرنية المحيطية الظهريّة بعد مرور ٦٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ التلف الواسع في النسيج الظهاري للقرنية (EP) مع توسف Desquamation (Des) الخلايا التالفة والنخر (NE) الحاصل في سدى القرنية والنخر التجلطي (CN) في الرباط الحلقي (AL). (X ٤٤٨).

**الشكل (١٤) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة يوضح القرنية الطبيعية المحيطية والمركزية. (X ٤٤٨).

**الشكل (١٥) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة توضح القرنية الظهريّة المحيطية بعد مرور ٣٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ تلف الخلايا الظهريّة للقرنية (EP)، تلف الرباط الحلقي (AL) نزف (B)، تخلخل طبقة الخلايا الحاملة لبلورات الكوانين (Gu) في القرنية وعدم انتظام مكوناتها مع حصول نزف (B). (X ٤٤٨).

**الشكل (١٦) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة يوضح القرنية والقرنية في المنطقة البطنية المحيطية بعد مرور ٣٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ التكثف وفرط التنسج Hyperplasia (HY) الحاصل في الخلايا الظهريّة للقرنية، تموج غشاء بومان (BO) تلف الرباط الحلقي (AL) وانكماش القرنية (IR). (X ٤٤٨).



**الشكل (١٧) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة يوضح القرنية والقزحية بعد مرور ٣٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية لاحظ تلف واختزال الخلايا الظهارية للقرنية (EP) واختزال في سمك القرنية بصورة عامة . انكماش القزحية وعدم انتظام مكوناتها خاصة الخ لايا الحاملة لبلورات الكوانين (Gu). (٤٤٨X).

**الشكل (١٨) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة يوضح القرنية والقزحية في المنطقة البطنية بعد مرور ٦٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ ظهور نخر واختزال الخلايا الظهارية للقرنية (EP) ، تكثف سدى

القرنية (S)، تلف الرباط الحلقي (AL)، تلف غشاء دسما (D)، توسع القزحية مع عدم انتظام مكوناتها ظهور كتل من الخلايا الميلانية (ME) وتختثر الدم (CA) في الأوعية الدموية الشعرية. (X 448).

الشكل (١٩) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك توضح القزحية بعد مرور ٣٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ تفكك وتكثف طبقة الخلايا الحاملة لبلورات الكوانين (Gu)، تكثف الخلايا الحاملة للميلانين (Me) مع حصول نزف (B). (X 448).

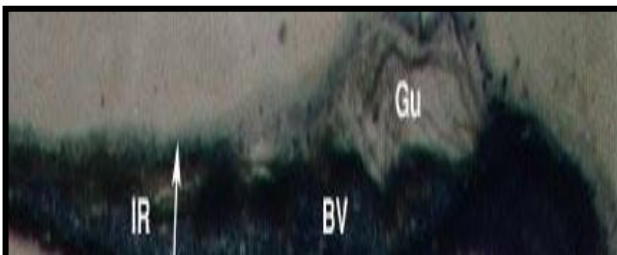
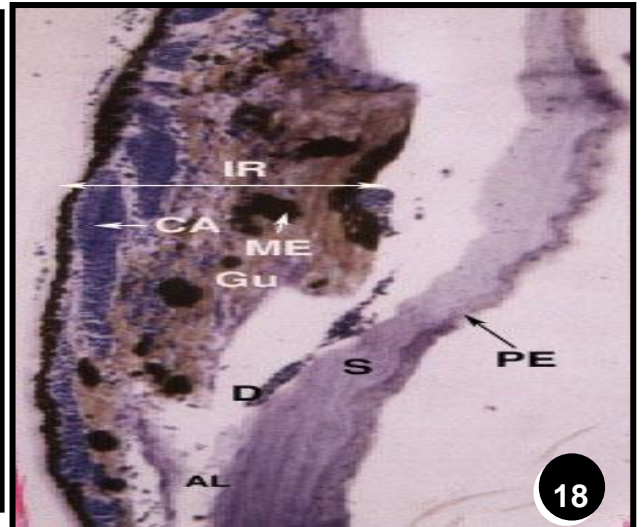
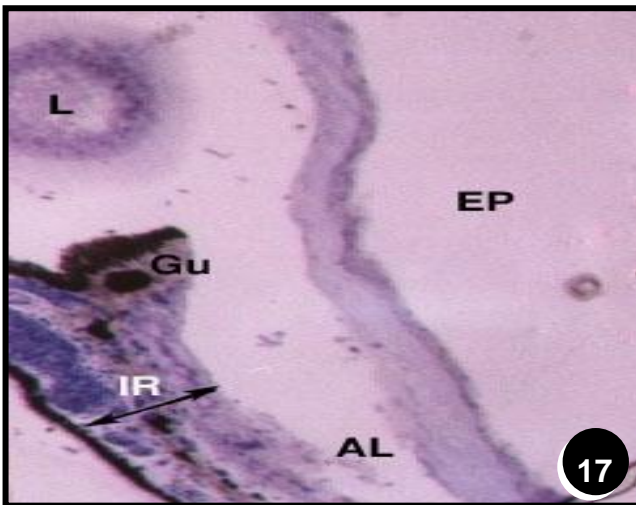
الشكل (٢٠) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة يوضح القرنية والقزحية الطبيعيتان. (X 220).

الشكل (٢١) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة يوضح القزحية بعد مرور ٦٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ تلف مكونات القزحية مع حصول تخثر (CA) في الأوعية الشعرية الدموية. (X 448).

الشكل (٢٢) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك توضح مكونات المشيمية Choroid (CH) المحيطية الطبيعية. (X 448).

الشكل (٢٣) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك توضح مكونات المشيمية المركزية الطبيعية. (X 448).

الشكل (٢٤) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك توضح المشيمية المحيطية الظهرية بعد مرور ٣٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية لاحظ النزف (B) والنخر (N) في بعض مناطق الطبقة الفضية (AR) Argentum والخزب (ED) Edema الحاصل أيضاً (X 448).



الشكل (٢٥) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك بعد مرور ٣٠ يوماً من التعرض للترددات المايكروية لاحظ تلف بعض أجزاء الغدة المشيمية Choroid gland (CHG) مع حدوث خبز (ED). (٤٤٨ X).

الشكل (٢٦) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك يوضح المشيمية المحيطة بعد مرور ٦٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية لاحظ تخثر الدم (CA) في الأوعية الدموية الشعرية مع تمزق بعض هذه الأوعية وحصول نزف (B) والنخر (N) الحاصل في طبقة الخلايا الحاملة لبلورات الكوانين (Gu) . (٤٤٨X).

**الشكل (٢٧) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك يوضح المشيمية بعد مرور ٦٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية لاحظ النخر (N) الواسع في الغدة المشيمية (CHG) واضمحلال هذه الغدة مع حصول خبز (ED) في هذه المنطقة (X ٢٢٠).

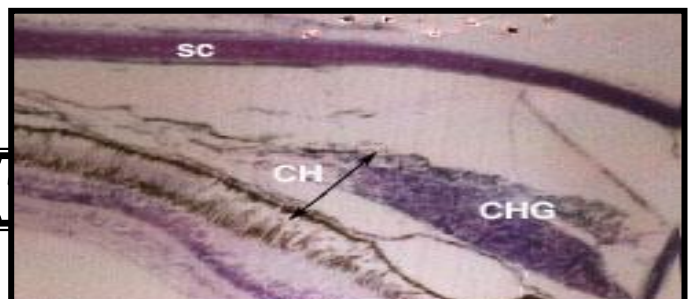
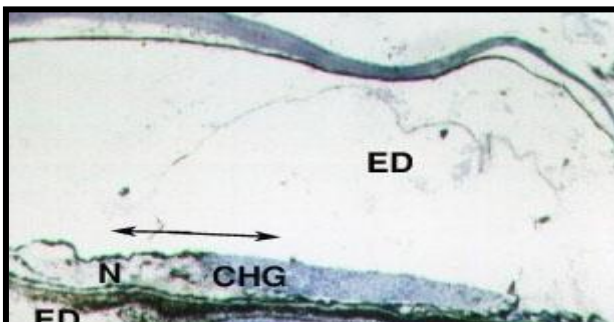
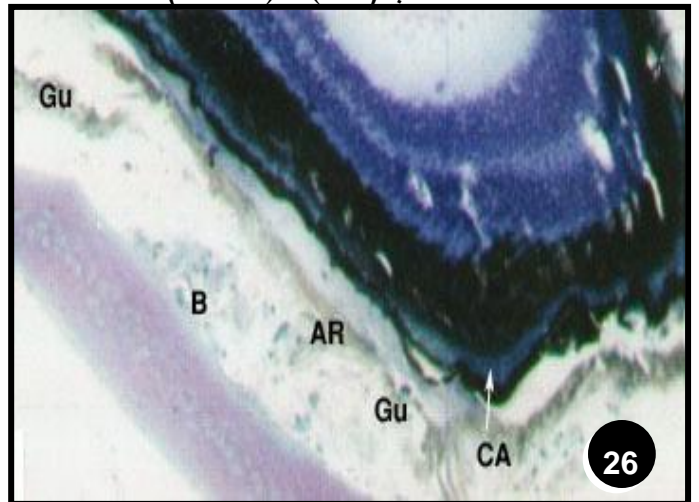
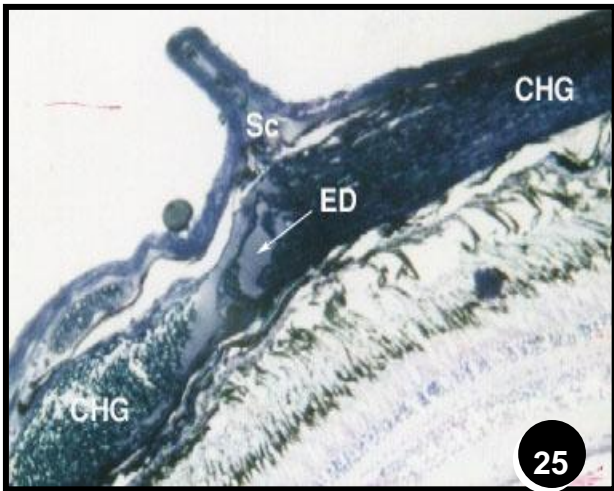
**الشكل (٢٨) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة توضح مكونات المشيمية الطبيعية. (X ٢٢٠).

**الشكل (٢٩) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة توضح منطقة من المشيمية بعد مرور ٣٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية لاحظ النخر (N) في الأوعية الدموية الشعرية وعدم الانتظام في مكونات المشيمية بصورة عامة. (X ٤٤٨).

**الشكل (٣٠) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة توضح المشيمية بعد مرور ٦٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية لاحظ تلف الكثير من مكونات المشيمية مع تخثر (CA) الدم في الأوعية الشعرية الدموية. (X ٤٤٨).

**الشكل (٣١) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك يوضح الصلبة (Sc) الطبيعية. (X ٤٤٨).

**الشكل (٣٢) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة السنك يوضح الصلبة بعد مرور ٦٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية لاحظ نحافة وكثافة الصلبة (Sc). (X ٤٤٨).



**الشكل (٣٣) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة يوضح الصلبة المركزية بعد مرور ٣٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ تكثف (PY) ونحافة الصلبة المركزية (Sc). (٤٤٨X).

**الشكل (٣٤) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع مستعرض في عين سمكة لخ انكورة يوضح الصلبة بعد مرور ٦٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية . لاحظ تفكك وانتفاخ الألياف الغراوية (CF) Collagen fibers للصلبة (Sc). (٤٤٨X).

**الشكل (٣٥) :** صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع سهمي في عين سمكة لخ انكورة توضح مكونات العصب البصري (NO) Optic nerve الطبيعي. (٤٤٨ X).



الشكل (٣٦) : صورة فوتوغرافية بالمجهر الضوئي لمقطع سهمي في عين سمكة لخ انكورة  
توضح مكونات العصب البصري بعد مرور ٦٠ يوماً من التعرض للترددات الراديوية  
لاحظ التلف والخزب الحاصل (ED) في منطقة محددة من العصب البصري (ON)  
مع تكثف مكوناته. (٤٤٨ X).

