التأثيرات النسجية للترددات GH_Z(8 , 10 , 12) على خصى الجرذان المختبرية

احمد رسول مظلوم

كلية التربية للعلوم الصرفة /جامعة ذي قار/قسم الفيزياء

Ahmedrasool22@yahoo.com

ستار عبود فارس

كلية التربية للعلوم الصرفة /جامعة ذي قار/قسم علوم الحياة

Satar-at68@yahoo.com

الخلاصة

أوضحت الدراسة الحالية تأثير الموجات المايكروية ضمن الترددات GH_Z(8, 10, 12) على نسيج الخصية في الجرذان المختبرية , حيث قسمت حيوانات التجربة الى مجموعتين , مجموعة السيطرة وتضم 6 حيوانات والمجموعة المعاملة تضم 18 حيوان قسمت الى ثلاث مجاميع (A , B , C) . وكل مجموعة تضم 6 حيوانات , حيث تم تعريض المجموعة (A) الى تردد $8GH_Z$, والمجموعة (B) الى تردد $10GH_Z$, والمجموعة (C) الى تردد $12GH_Z$. عرضت الحيوانات المعاملة لساعتين يومياً ولمدة 10 أيام .

أظهرت النتائج الحالية بأن مجموعة السيطرة لم تعاني أي نوع من التغيرات النسجية بسبب عدم تعريضها للموجات المايكروية . أما المجموعة المعاملة (A) اوضحت بأن هناك تغييرات نسجية توضح قلة تكوين الحيوانات المنوية وفقدان مراحل تكوين النطف , كذلك فقدان الخلية النطفية الاولية والثانوية وبعض ارومات النطف . وبينت المجموعة المعاملة (B) هنالك تأثير واضح على شكل الحيوانات المنوية وقلة عددها وكذلك مراحل تكوينها . وكذلك بينت المجموعة (C) فقدان اعداد من الحيوانات المنوية ومراحل تكوينها وكذلك تغييرات بسيطة في شكل الحيوانات المنوية ولكن هذه الاعداد بسيطة مقارنةً مع المجاميع (A , B) . إما نتائج التعرض للموجات المايكروية وبعد مرور 10 يوم من التعرض لوحظ هنالك تغييرات في النسيج الخلالي للخصية وكذلك تمزق بين نبيب منوي وأخر , وظهور مسافات مع فقدان النسيج الرابط للمجموعة (A) .

تهدف هذه الدراسة الى معرفة تأثير الموجات المايكروية للترددات GH_Z(8, 10, 12) على نسيج الخصية والتغيرات التي تحصل في مراحل تكوين النطف . وكذلك تسهم في فتح أفاق مستقبلية لباحثين أخرين وقد تكون لوناً للدراسات الوظيفية والمرضية.

الكلمات المفتاحية : الموجات المايكروية , الحيوانات المنوية , عمق الاختراق

The histopathological effects of frequencies (8 ,10 ,12)GH_Z on testis of laboratory rats

AHMED RASOOL MATHLOOM

Ahmedrasool22@yahoo.com

SATAR ABOOD FARIS

Satar-at68@yahoo.com

Abstract

The current study showed the effect of the microwaves rays on testicular tissue in laboratory rats. Experimental animals were divided into groups , the control group includes (6) animals and test group (18) animals, divided into (A,B,C) . each group of (6). They were exposed to microwaves rays with different frequencies , group (A) exposed to frequency (8) GH_Z , and group (B) to frequency (9) GHZ ,the second group (C) for the frequency (12) GH_Z. The animals were exposed (2 hours) for a total peroid for (10 days). The current results demonstrated that the control group has no abnormal observations in histological changes because don't exposure to microwaves , the test group (A) showed that histological changes that reveals hyposper motogenesis spermatocytes and some spermatids , and losed primary and secondary spermatocyte. The test group (B) reveals that effect of shape on spermatozoa and decrease primary spermatocyte and spermatoyenesis. The test group (C) showed hypospermatozoa and spermatogenesis and changes in morphological finding of spermatozoa, but the shape of spermatozoa are simple compare to group (A and B). The results of microwaves exposure after (10 days) showed that the changes in interstitial tissue and necrosis between seminiferous tubules . Appearance distances and loss of the connective tissue for group (A) . The aim of this study was to show the effect of microwaves with frequency (12 , 10 ,8)GH_Z on the testis tissue and the changes which obtain in spermatogenesis . This study contributes to open future prospects to other researchers and may help in the functional and pathological studies

Key words : microwaves , spermatocytes , Penetration depth

المقدمة

أن التقدم الذي شهده العالم في العقود الاخيره اعتمد كثيراً على الأجهزه التي تعمل بالموجات الكهرومغناطيسية , مما جعل مستخدمي هذه التقنيات يتعرضون الى جرع أضافية ناتجة عن التطور العلمي الذي أمكن فيه استعمال كثير من التقنيات الحديثه في مجال الاتصالات ونقل البيانات والأجهزه اللاسلكية الشخصية وكذلك في مجال الطب والتطبيقات الصناعيه الحديثه والتي يمكن أن ترفع من الخلفيه الطبيعية الاشعاعية . هذه التطورات في مجال التكنولوجيا اضافت طبقة من الملوثات الى البيئية التي نعيش فيها نتيجة الزيادة في الكثافة والتردد المنبعث من التقنيات التي تعمل بالموجات الكهرومغناطيسية دون النظر في العواقب الصحيه الناتجه عنها [1]. مما يؤدي الى زيادة قلق الباحثين حول اثار هذه الموجات على الانظمة البايولوجية بشكل عام [2] , وهناك اشارات علمية كثيرة تتعلق بتأثير الموجات المايكروية(المايكروويف) والترددات الراديوية التي هي جزء من الطيف الكهرومغناطيسي على خلايا الكائن الحي عند تفاعلها معه وما ينتج عنها من أثار خلويه للأنسجة البايولوجية Biological tissues [3].

وأفادت الدراسات النسجية والفيسولوجية أن التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية يؤثر سلباً في تكوين الحيوانات المنويه , خلايا سيرتولي (Leydig) في حيوانات التجربة [4] , ولكن الأدلة التي تظهر من يوم لأخر حول أثار هذه الموجات متضاربه وغير واضحة [5] .

تركزت هذه الدراسة على تأثير حزمة-x (x-band) ذات المدى الترددي (12-8 GHz) الذي يقابل الطول الموجي (3.7-2.5 cm) التي هي جزء من طيف الموجات المايكروية على الخصية في الجرذان , أن سبب دراسة الأثار الناتجة عن هذه الحزمة وذلك لتطبيقاتها الواسعة في نظام الاتصالات الحديثة , وكذلك معظم الاجهزه الطبيه تستخدم تكنولوجيا هذه الحزمة فضلا عن التطبيقات المدنية والعسكرية الاخرى , بالاضافة الى أنها موجودة في المنطقة الوسطى من نطاق ترددي شائع الخطورة [6]. ومن الجدير بالذكر أن البحوث حول أثار حزمة –x ذات التطبيقات الواسعة قليلة لاتكفي لأثبات التاثيرات البايولوجية الناتجه عنها .

الموجات المايكرويه (المايكروويف) وأثارها البيولوجيه

تقع الموجات المايكريوية ضمن الاشعة غير المؤينة من الطيف الكهرومغناطيسي ويمكنها أن تنتقل في الفضاء والاوساط المادية وغير المادية وبناءً على ذلك يجب معرفة الوسط الناقل لكي يتم فهم ألية انتقالها في الاوساط ومن ثم تفاعلها معه [7], حيث يتراوح المدى الترددي لهذه الموجات (300GHz-300MHz) والذي يقابل الطول الموجي (1m-1mm) [8] , حيث يستخدم هذا الطول الموجي على نطاق واسع في بث الرادار وكذلك افران الميكروويف Microwave ovens وفي التطبيقات الطبية Medica من خلال العلاج بالنفاذ الحراري Diathermy , فضلا عن التطبيقات الاخرى. وعلى الرغم من أن طاقة هذه الموجات ضعيفة لدرجة لاتكفي لتحطيم الروابط الذرية Atomic bonds ألا أنها تسبب حدوث أثار بيولوجيه , ومن المعروف فأن الأثار البيولوجيه تحدث من خلال رفع درجة الحرارة , تغير مجرى التفاعلات الكيميائية أو تكوين تيارات كهربائية في الخلايا والانسجة [9] . إن الكائنات الحية تتعرض لهذه الموجات بشكل متكرر نتيجة استعمال التطبيقات التي تعمل بهذه الموجات مما يؤدي الى تفاعلها مع الانسجة الحية , أن اجمالي التأثيرات الناجمة عن هذا التفاعل تشترك في ثلاث ظواهر رئيسية هي اختراق طاقة هذه الموجات للنظام الحي وانتشارها فيه , التفاعل الأساسي للموجات مع الانسجة البايولوجية والتأثيرات الجانبية المحتملة الناجمة عن التفاعل [10] . أن فهم الية تفاعل الموجات المايكروية مع النسيج الحي لاتمتاز بالسهوله بسبب تعقيد النسيج الحي والطبقات المتعددة للأنظمة البايولوجية في الكائنات الحية Living organisms [11].

وفي الحقيقة أن ترددات حزمة – x تخترق الانسجة الحية الى عمق حوالي 5mm وكذلك يتم امتصاص نسبة ملموسة من طاقتها [3] .

أن ملاحظة التأثير البيولوجي في حد ذاته لايشير الى وجود مخاطر بايولوجية أو تأثيرات صحية مضره [12] , بينما تكون الأثار ضاره وسلبية فقط عندما لايستطيع الجسم الغاء درجة الحرارة العالية بالنشاط الطبيعي للجسم مثل تدفق الدم والتعرق [13].

وعلى الرغم من أن الجسم البشري يستطيع تعويض ومعالجة تحميل الطاقة الاضافية من خلال اليات التنظيم الحراري Thermorgulatory دون زيادة واضحة في درجة الحرارة , فأن التأثيرات البايولوجية للموجات المايكروية تنقسم الى أثار حرارية وغير حرارية [14] , من مميزات هذه الموجات التي تجعلها تشكل خطوره على النظام البيولوجي أنها تعمل داخل المادة (أي تخترق المادة وتتفاعل مع كل جزئية من جزئيات المادة) وبناءً على ذلك تتولد الحرارة رغم أنها موجات باردة ألا أن كمية الحرارة المتولدة تعتمد على خواص الماده الكهربائية بالدرجة الاولى ,حيث هناك مجموعة واسعة من الخصائص الكهربائية التي تمتلكها الأنسجة البايولوجية [7] .

وبشكل عام , فأن عمق اخترق طاقة الموجات للجسم يتحدد بالعلاقات الأتية [15] :

$$\alpha = ($$

$$\delta =$$

حيث α يمثل ثابت التوهين للموجة , δ عمق الاختراق Penetration depth للمادة البايولوجية f التردد المستخدم , μ النفاذية المغناطيسية (بما أن الانسجة البايولوجية مواد غير مغناطيسية فان $\mu = \mu_0 =$ $(4\pi * 10^{-7}\mathrm{H/m})$ [3] , σ تمثل التوصيلية الكهربائية المتناوبة .

يتضح من العلاقات ان عمق الاختراق يتناسب عكسيا مع التردد وكما سنلاحظ من خلال النتائج النسجية للخصية ان التأثير للموجات ذات التردد الاقل سيكون كبير مقارنةً مع الترددات الاعلى ضمن الحزمة نفسها. تبين العلاقة (2) ان الموجات المايكروية يمكن ارسالها لمسافات طويلة في ادنى تردد. ومن هذه الحقائق يتم تشجيع الشركات والصناعات ذات الصلة على تصميم معداتها في تردد عالي ومحاولة تجنب التشغيل الخاص بالمعدات أو الاجهزة بتردد 2.36GHz أو النطاق الترددي الاقل من ذلك , وهذا يمكن ان يقلل من التأثير البيولوجي لهذه الموجات على الاعضاء الداخلية [16] .

المواد وطرق العمل Materials and Methods

اجريت الدراسة الحالية على (24) جرذ مختبري من نوع *Sprague-dawley rats* جميعها من الذكور , بعمر (10-12 اسبوع) وبأوزان تتراوح بين (250-300) غرام تم وزنها باستعمال ميزان من نوع Dahongying , تم الحصول على هذه الحيوانات من البيت الحيواني في كلية العلوم / جامعة ذي قار . وضعت هذه الحيوانات في أقفاص بلاستيكية ذات اغطية معدنية مفروشة بنشارة الخشب ناعمة وزودت بالماء بواسطة قناني من اللدائن , كما جهزت حسب قواعد العليقة القياسية في البيت الحيواني في كلية الطب البيطري / جامعة البصرة وبدرجة حرارة تتراوح بين (25-30) درجة مئوية ودورة حياة منتظمة 12 ساعة أناره و 12 ساعه ظلام . تركت لمدة ثلاث اسابيع لغرض التكيف بعدها قسمت حيوانات التجربة الى مجموعتين وكما يلي:

المجموعة الأولى : تمثل مجموعة السيطرة وتضم 6 حيوانات.

المجموعة الثانية : تمثل المجموعة المعاملة وتضم 18 حيوان حيث قسمت الى ثلاث مجاميع (A,B,C) بحيث كل مجموعة تضم 6 حيوانات , تم تعريضها لأشعة المايكروويف وبترددات مختلفة حيث تم تعريض المجموعة (A) الى تردد 8GHz , والمجموعة (B) الى تردد 10GHz , والمجموعة (C) الى تردد 12GHz ولفترة زمنية مقدارها ساعتين يوميا ولمدة 10 ايام.

تم نصب منظومة المايكروويف في قسم الفيزياء كلية العلوم /جامعة البصرة , حيث تم وضع الهوائي الباث للموجات المايكروية مباشرة على القفص البلاستيكي ذو الغطاء البلاستيكي أيضاً وذلك لتجنب عمليات الانعكاس التي يسببها الغطاء المعدني , وهوائي اخر مستلم للموجات . تبين من خلال الموجة المستلمة والتي تظهر قيمتها على متحسس القدرة power sensor أن القفص البلاستيكي المستخدم اثناء التعريض لا يؤثر على عملية استلام الموجات .

الدراسة النسجية Histological Study

شرحت الحيوانات لكل المجاميع (السيطرة , المعاملة) وللأيام (5 , 10) يوم من التعريض للموجات المايكروية (المايكروويف) بعد تخديرها بمادة Ketamine/xylazine بجرعة B.C (50mg/Kg +5mg/Kg) [17] , بعد ذلك رفعت الخصية وتقطيعها الى قطع صغيرة وتثبيتها بصورة جيدة في الفورمالين 10% لمدة 48 ساعة . اعتمدت الدراسة الحالية على ما ذكره [18] في تقنية التحضير للفحص النسجي وصبغ الشرائح النسجية . وأجري الفحص المجهري للمقاطع باستخدام المجهر الضوئي , وبعدها صورت المقاطع النسجية باستخدام مجهر مزود بكاميرا . تم متابعة سلوك الحيوانات وسجلت العلامات السريرية التي ظهرت عليها أثناء مدة التجربة.

النتائج والمناقشة

بينت نتائج الدراسة الحالية وعند فحص المقاطع النسجية لخصية الجرذ (لمجموعة السيطرة) بأنها طبيعية ولم تعاني اي نوع من التغيرات النسجية بسبب عدم تعريضها للموجات المايكروية (المايكروويف) حيث لوحظ بأنة نسيج الخصية مكون من مجموعة من النبيبات المنوية التي تسبح فيها الحيوانات المنوية spermatozoa متخذه وسط تجويف الانبوب المنوي seminiferons tubule , كذلك لوحظ وجود الخلية النطفية الاولية primary spermatocyte, الخلية النطفية الثانوية Secondary spermatocyte , سليفة النطفة Spermatogoniam وكذلك اورمات النطف spermatids كما مبينه في الصورة (1) . تتفق هذه النتائج مع دراسة الباحث Meo واخرون [19] عند دراستهم لنوع من الجرذ wister albino.

كما اوضحت النتائج من خلال دراسة المقاطع النسجية للمجموعة المعاملة بالموجات المايكروية بأن المجموعة المعاملة (A) المعرضة لتردد 8 GHz بعد 5 يوم من التعرض بأن هناك تغييرات نسجية توضح قلة تكوين الحيوانات المنوية وفقدان مراحل تكوين النطف , فقدان الخلية النطفية الاولية والثانوية وكذلك فقدان بعض اورمات النطف كما في الصورتين (3,2) . تتشابه هذه النتيجة مع دراسة الباحثون Davoudi et al [20] عند دراستهم للجرذ حيث أوضحوا بأن الاشعة المايكروية التي تعرض لها الجرذان لمدة خمسة ايام ادت الى حدوث نقص في تكوين الحيوانات المنوية . كما بين الباحثون Agarwal et al [21] عند تحليل المني المعرض لموجات الهاتف الخلوي يؤدي الى نقص في مراحل تكوين النطف.

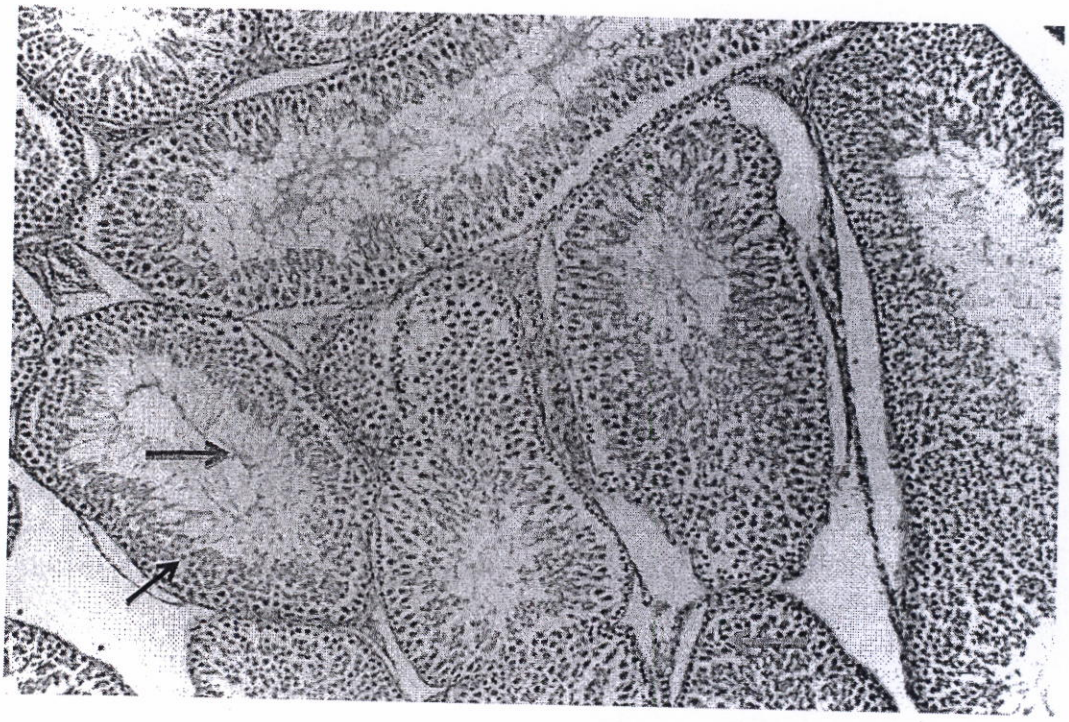
اوضحت نتائج المجموعة المعاملة (B) المعرضة لتردد 10 GHz بعد 5 يوم بأن الموجات المايكروية التي تم تعريضها الى الجرذان مؤثرة على شكل الحيوانات المنوية وقلة عددها وكذلك مراحل تكوينها كما في الصوره رقم (4) . تتفق نتائج الدراسة جزئياً مع دراسة الباحث Latif [22] الذي بين انه عند تعريض الارانب الى موجات الموبايل لمدة ثلاثة ايام يؤدي الى حدوث تغييرات في شكل النبيبيات المنوية وكذلك فقدان تكون النطف عن المستوى الطبيعي . وكذلك تتفق جزئياً مع دراسة الباحثون Ozguner واخرون [23] .

وعند تعريض الجرذان الى تردد 12 GHz المجموعة (C) وبعد خمسة أيام من التعريض لوحظ فقدان اعداد من الحيوانات المنوية ومراحل تكوينها وكذلك تغييرات بسيطة في شكل الحيوانات المنوية , ولكن هذه الاعداد بسيطه مقارنة مع المجاميع (A,B) وكما مبينه في صوره (5) , وهذا ما اكدته دراسة الباحث Aydin واخرون

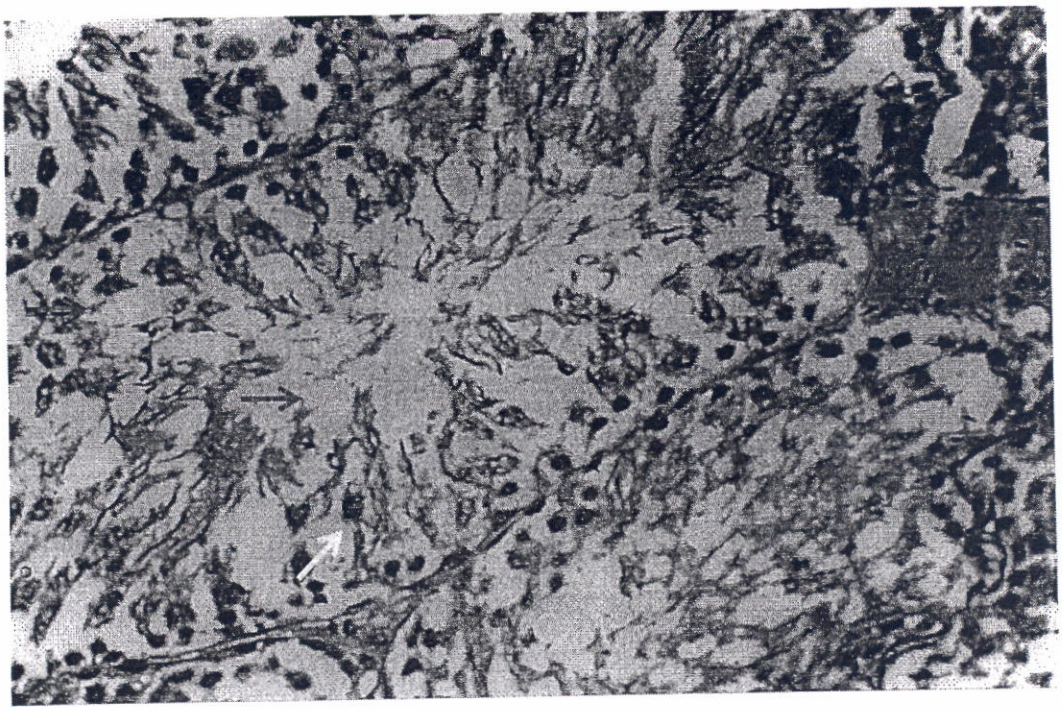
[24] حيث تؤكد ان تعريض الجرذ الى المجالات الكهرومغناطيسية EMF سوف يسبب تغير في شكل الحيوانات المنوية وكذلك الخلايا الجرثومية المكونه لها , وهذا ما اكدهُ الباحثان Ai and Soleimany [25] اللذين اكدا انه عند تعريض الجرذ الى مجال الاشعة المغناطيسية سوف هنالك تغيرات معنوية في اعداد سليفات النطف . وهذا ما توصلت اليه نتائج الدراسة الحالية .

اما نتائج التعرض للموجات وبتردد(8GHz) وبعد 10 يوم من التعريض بينت أن هنالك تغيرات في نسيج الخصية (النسيج الخلالي) وكذلك وجود تمزق بين نبيب وأخر وظهور مسافات مع فقدان النسيج الرابط للمجموعة (A) وكما موضح في الصورتين (7,6) . وهذا ما اكدته دراسة الباحث Latifa [22] .كذلك اكد الباحثون Khaki واخرون [26] عند دراستهم للجرذ تعريضه الى المجالات الكهرومغناطيسية EMF ستؤودي الى تغيرات نسجية في النبيبات المنوية وكذلك في الانسجة المكونة لها.

كذلك تشابهه نتائج الدراسة الحالية مع دراسة الباحثون Lee واخرون [27] الذين اكدو بأن الجرذ المعرض للترددات الراديوية ولمدة اسبوعين ستظهر عليه اعراض غير طبيعية في البنية النسجية للحيوانات المنوية والنبيبات المنوية . وكذلك نتائج الدراسة الحالية تتفق مع نتائج الباحثون Ozguner واخرون [28] التي بينت وجود تغيرات في اشكال الحيوانات المنوية لخصى الجرذان المعرضة للأشعاعات المايكروية ولفترة اقل من اسبوعين.

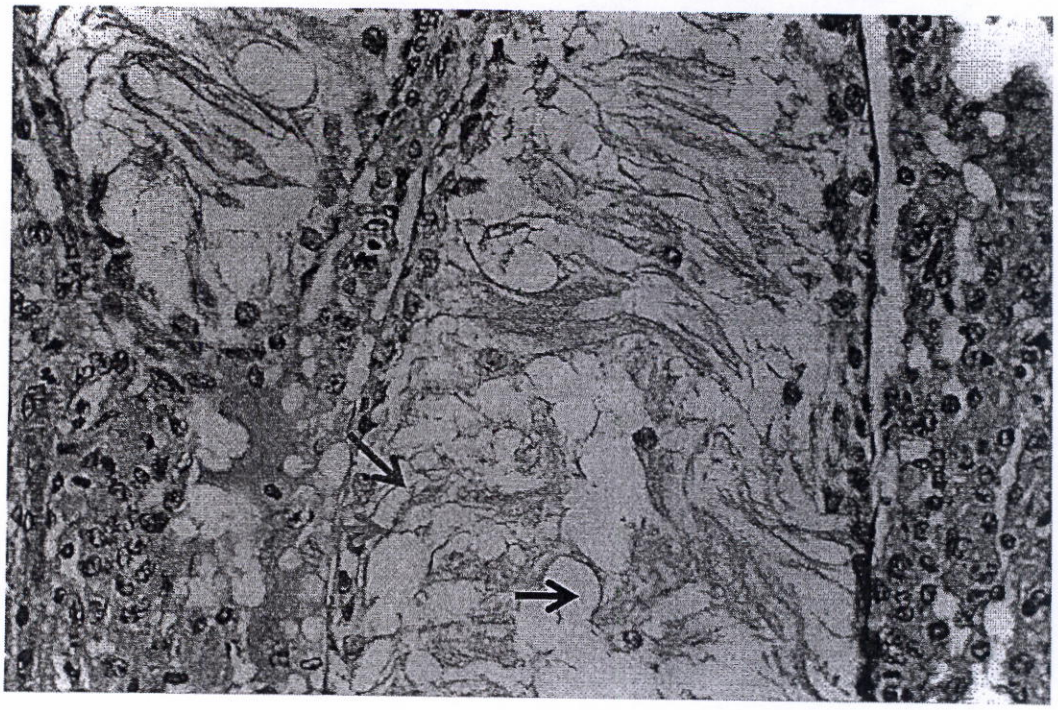


صورة رقم (1) مقطع عرضي في نسيج خصية الجرذ لمجموعة السيطرة توضح النبيبات المنوية ← والحيوانات المنوية ← وخلية ليدك Laydig cell ← (H&E) (100X).

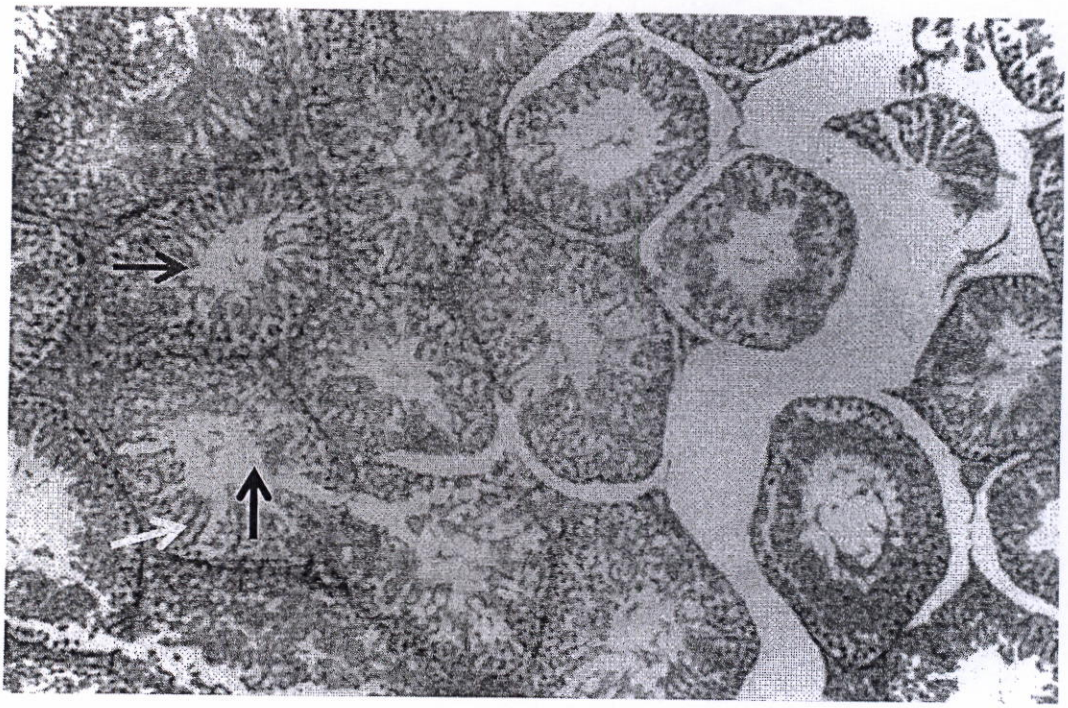


صورة رقم (2) مقطع عرضي في نسيج خصية الجرذ لمجموعة(A) لمدة 5 يوم توضح التغيرات النسجية في النبيب المنوي ⟹ والحيوانات المنوية (PSP) ⟹ والخلية النطفية الاولية (Spar) (H&E) .(400X)

صورة رقم(3) مقطع عرضي في نسيج خصية الجرذ لمجموعة (A) لمدة 5 يوم توضح التغيرات النسجية في اعداد الحيوانات المنوية⟹ وفقدان بعض مراحل تكوينها , نبيب منوي ⟹ (H&E) (100X).

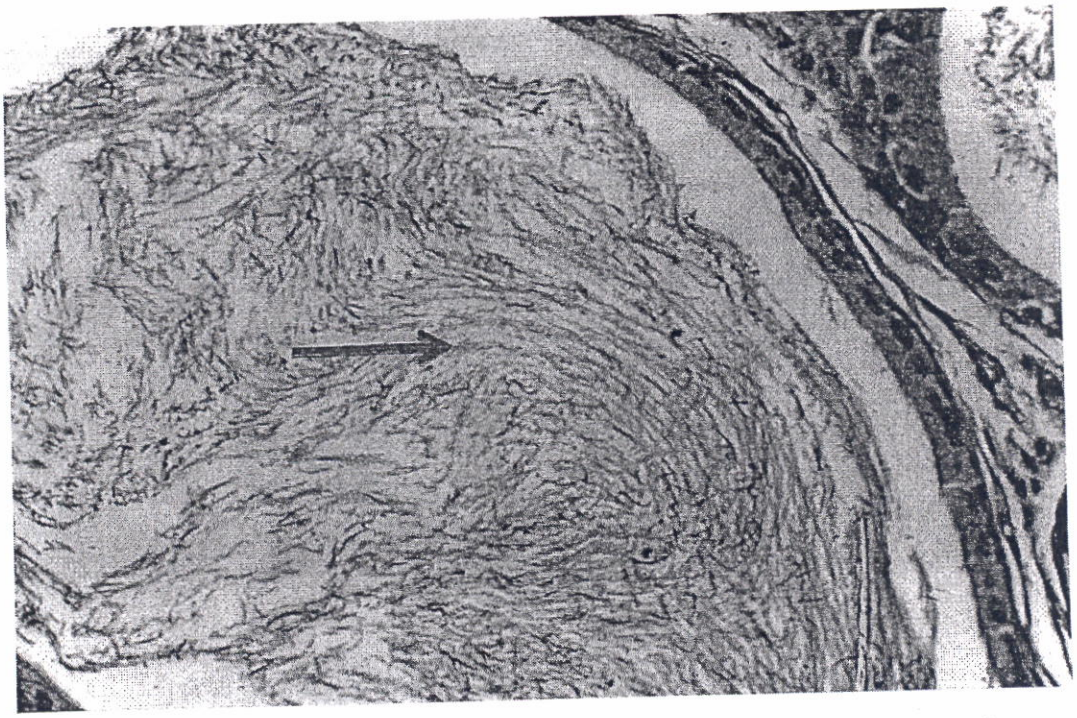


صورة رقم (4) مقطع عرضي في خصية جرذ لمجموعة (B) لمدة 5 يوم يوضح التغيرات شكلية في الحيوانات المنوية ← وقلة عددها وفقدان بعض مراحل تكوينها وكذلك انفصال الغشاء القاعدي عند جدران النبيب المنوي ← والخلية النطفية الاولية ← (H&E) (400X).

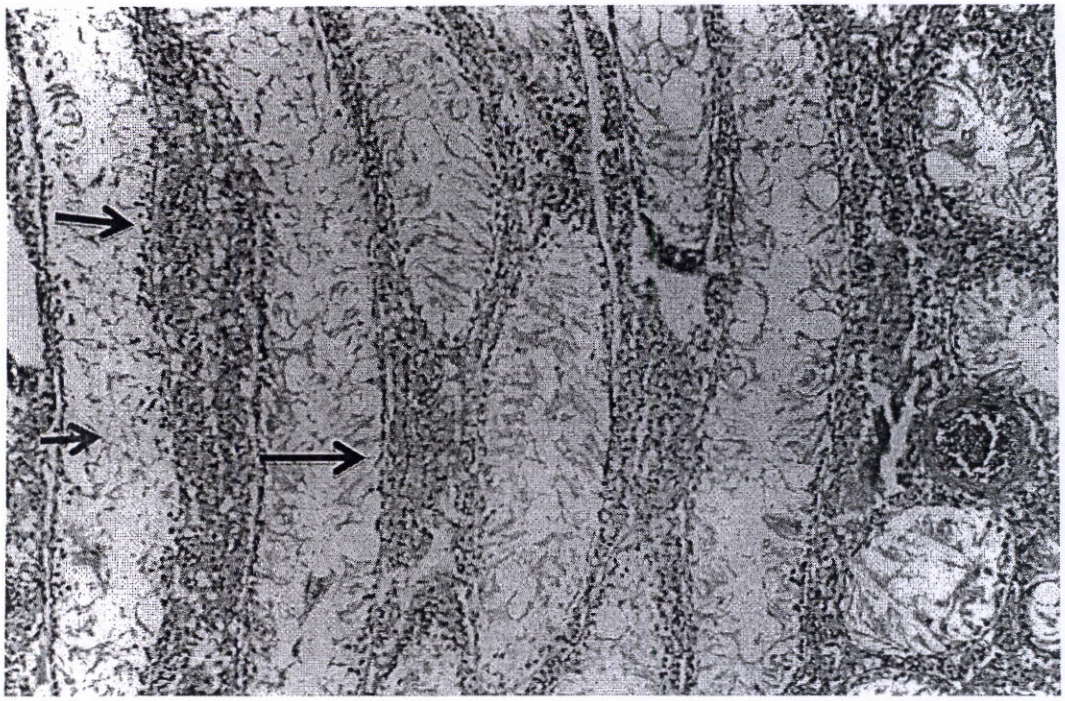


صورة رقم (5) مقطع عرضي في نسيج الخصية للجرذ لمجموعة (C) لمدة 5 يوم يوضح تغير بسيط في اعداد الحيوانات المنوية ← وفقدان بعض مراحل تكوينها والخلية النطفية الاولية ← (H&E) (100X).

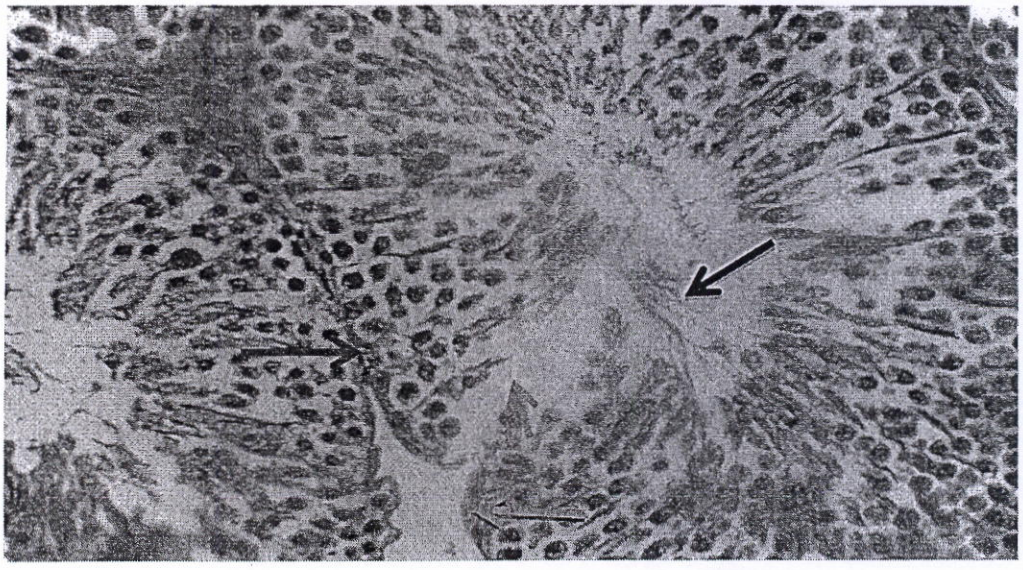
صورة رقم (6) مقطع عرضي في نسيج خصية الجرذ لمجموعة (A) لمدة 10 يوم يوضح فقدان مراحل تكوين النطف بالأضافة الى قلة اعداد النطف (H&E) (100X) .



صورة رقم (7) مقطع عرضي في نسيج خصية الجرذ لمجموعة (A) لمدة 10 يوم يوضح الحيوانات المنوية , النبيب المنوي , جدران النبيب والغشاء القاعدي للنبيب (H&E) (400X).



صورة رقم (8) مقطع عرضي في نسيج خصية الجرذ لمجموعة (B) لمدة 10 يوم يوضح تمزق بين نبيب منوي ← وأخر وتغير شكل الحيوانات المنوية ←(H&E) (100X) .



صور رقم (9) مقطع عرضي في نسيج خصية الجرذ لمجموعة (C) يوضح قلة اعداد الحيوانات المنوية ← تغير اشكالها ووجود فسح بين النبيبات المنوية ← مراحل تكوين النطف← والغشاء القاعدي ← (H&E) (400X)

أن معدل النمو المتزايد في العالم اليوم وميل الشركات لتحسين قوة ونوعية أجهزتها أثار تساؤلات حول المخاطر الصحية لعمال المصانع وعامة الجمهور . لذلك فأن هذا الحدث سيوفر قوة دافعة لتنفيذ مشاريع بحثية كبيرة , جمع كمية كبيرة من البيانات Data والملاحظات التجريبية السريرية . قبل البدء بأي تفسير فيما يتعلق بالنتائج التي تم الحصول عليها , فمن الضروري اعادة النظر في الظواهر الاساسية التي ينطوي عليها التفاعل الاساسي للأشعاع الكهرومغناطيسي مع الأنظمة البايولوجية . لذلك الخطوة الاولى مهمه هي أن نفهم التحليل الحيوي الكهرومغناطيسي Bio-electromagnetic , حيث ان مستخدمي التطبيقات التي تعمل بالموجات المايكروية (فكرة البحث) يتعرضون لمختلف الترددات في مختلف بلدان العالم . وان ترددات هذه الموجات التي تتولد بواسطة هذه التطبيقات يمكن أن تؤثر على الحيوانات المنوية وشكلها وحركتها ويسبب تغيرات نسجية في الخصية عبر ثلاث اليات : تأثير محدود لهذه الموجات (تأثير خاص) MW-Specific effect , تأثير جزئيي حراري Thermal molecular effect , أو مزيج من الأثنين معاً (من التأثيرين) [29] .

الدراسات على الحيوانات تشير أن اشعاعات المجال الكهرومغناطيسي لديها مجموعة واسعة من أثار ضاره على الجهاز التناسلي الذكري ومعلمات Parameters الحيوانات المنوية , وهذا ما اكدته الدراسة الحالية حيث توصلت الى وجود تغيرات نسجية واضحة وبدرجات مختلفة حسب قيمة الترد المستخدم للتعريض , ويمكن تفسير هذا الاختلاف اعتماداً على قيمة عمق اختراق Penetration depth الموجات للنسيج المستهدف حيث أن قيمته تتناسب عكسياً مع التردد المستخدم وهذا ما تؤكده العلاقة (2) , فضلاً عن الخصائص الكهربائية للنسيج وبما أن حيوانات التجربة من نفس النوع والجنس فهي تمتلك خصائص كهربائية مماثلة , أذن اعتماد عمق الاختراق يكون على التردد فقط وهذا هو السبب الذي ادى الى ظهور تغيرات نسجية مختلفة في المجاميع المعرضة حيث وجدت أن التغيرات النسجية تتناسب عكسيا مع التردد (أي كلما زاد التردد قلت التأثيرات على نسيج الخصية) , حيث وكما ملاحظ من المقاطع النسجية أن المجموعة (C) المعرضه لتردد 12 GH_Z اقل تأثيراً (أي وجود تغيرات نسجية بسيطة بالأضافة الى وجود تغيرات معنوية في اعداد الحيوانات المنوية , بينما في المجموعة (A) , (B) كانت التغيرات واضحة). وهذه النتيجة تتفق مع خصائص الاشعة ذات الطاقة (الترددات) العالية التي تسبب ظاهرة التراكم الالكتروني Electronic Build التي تحدث في الملمترات الاولى من الجلد , أو الانسجة السطحية (Subcutaneous-tissues) وهذا يعني الترددات العالية تتراكم داخل طبقات النسيج وهذا هو التأثير المحدد للموجات [30] .

كما ذكرنا سابقاً أن الموجات المايكروية (المايكروويف) تختلف اختلافاً جذرياً عن الطاقات الاخرى حيث تمتاز بأنها تعمل داخل المادة (اي أنها تخترق المادة وتتفاعل مع كل ذرة من ذرات المادة) وعليه تتولد الحرارة هذه الميزه بصورة عامه , بينما تفاعل هذه الموجات مع الانسجة البايولوجية هو تفاعل طاقة الموجه (تردد) مع النسيج بكاملة وليست مع مكونات النسيج (الخلايا) وذلك لان الطول الموجي لهذه الموجات اكبر بكثير من ابعاد الخلايا (المقطع العرضي للامتصاص) [31] .

تكون الزيادة في درجة الحرارة أثناء التعرض لموجات Microwaves نتيجة الحركة المتزايدة لجزئيات النسيج عند امتصاص طاقة MW حيث أن النسيج يحتوي على نسبه عالية من الماء أي وجود ثنائيات الاقطاب و أن هذه الثنائيات اما تكون باتجاه المجال أوبعكس اتجاه المجال اعتماد على التردد والحرارة المتولدة حيث تزداد كلما زادت حركة ثنائيات الاقطاب هذه . بالأضافة الى عوامل اخرى تعتمد عليها زيادة درجة الحرارة المتولدة في النسيج مثل مدة التعرض , كفاءة الجسم للقضاء على درجة الحرارة , سمك النسيج فضلا عن منطقة الجسم المحددة للتعرض [32] , لذلك فأن اي زيادة في درجة حرارة الخصية التي هي ذات دورة دموية محدودة وعليه تكون كفاءة الخصية للقضاء على الحرارة محددة مما يؤدي الى أثار بايولوجية واضحة , ونتيجة لذلك فان اكثر الخلايا تأثراً بهذه الموجات هي خلايا ليدك واصابة هذه الخلايا قد يؤثر على الحيوانات المنوية , لان هذه الخلايا هي التي تغذي الحيوانات المنوية وفي نهاية المطاف يقل انتاج الحيوانات المنوية في الخصية , وهذا ما تم التوصل اليه في هذه الدراسة .

ومن الجدير بالذكر أن الأثار البايولوجية والتغيرات النسجية التي تم تشخيصها في الدراسة الحالية كانت بسبب ازدواج التأثيرين (المحدود و جزئيي حراري).

المصادر

[1]– **Hamada, A.J. , Sinh, A. and Agarwal, A.**(2011) , "Cell phones and their Impact on Male Fertility : Fact or Fiction " , The open Reproductire Science Journal , Vol.5, PP. 125-137 .

[2]- **Behari, J. and Rajamani , P.**(2012) , " Electromagnetic Field Exposure Effects (ELF-EMF and RFR) on Fertility and Reoroduction " ,Bioelectromagnetics Laboratory school of Environmental Sciences Jawaharlal Nehru Univ. Section 18 , Biolnitiatire.

[3]-**Mathloom, A. R. , Ahmed, Z. A. and Sahi, A. A.**(2014) , " Study effect of the depth Penetration Microwave and Influence factors in the Rats " , Basrah Journal of Veterinary research , PP. 92-101.

[4]- **Khayyat, L. I.** (2011) , " The histopathological effects an electromagnetic field on the Kidney and Testis of mice " , Eurasia Journal of Biosciences , Vol. 5 , PP. 103-109.

[5] منظمة الصحة العالمية ,2004 " **Electromagnetic Hypersensitivity** " , وقائع مؤتمر , جمهورية الجيك.

[6]- **Sharma, A. , Bhatnagar , D. and Sisodia, R.** (2014) , " 10 GHz Microwaves induced Biochemical , Learning and Memory Alterations in Swiss Albino Mice Brain " , Indian Journal of applied research, Vol. No. 4 ,pp.103-107 .

[7]- **Mathloom, A. R. , Ahmed, Z. A. and Sahi, A. A.** (2013) , " STUDY EFFECT OF MICRO X-BAND ON THE HEALING OF OPEN WOUNDS LABORATORY RATS" , M.SC. Thesis submitted college of Science of Basrah Univ. Iraq .

[8]- **Sri Nageswari , K.** $20^{th} - 22^{nd}$ Oct(2003) , " Biological effects of Microwave and Mobile Telephony " , Proceedings of the international conference on Non-Ionizing at UNITEN (ICNIR 2003) Electromagnetic fields and Our Health .

[9]- **Vechia, P., Matthes, R., Ziegelberger, G., Lin, J., Saunders, R. and Swerdl-ow, A.** (2009) , " Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effec-ts and health consequences ($100KH_Z - 300GH_Z$).Review of the scientific evid-ence on dosimetry, biological effects, epidemiological observation, and health consequence concerning exposure to high frequency electromagnetic fields ", International commission on Non-Ionizing Radiation protection .

[10]- **Muzafar , M. I. and Mohd , N. K.** (2011) , " An Interaction of Electromagnetic Wave and Human Skin membrane Cell in Analysis of Electrical Fields and Attenuation Coefficients Factors " , International Journal of Electrical and Co-mputer Sciences IJECS-IJENS , Vol. 11, No. 5, PP. 63 – 67.

[11]- **Riadh, W. Y.**(2008) ," Bioeffects and therapeutic applications of electromagnetic energy ", CRC Press .

[12]- **Hoong Ng, K., Kuala, L. M.** $20^{th} - 22^{nd}$ October (2003) , " Non-Ionizing Radiation – Sources, Biolo-gical Effects, Emissions and Exposures ", proceedings of the International con-ference on Non-Ionizing Radiation at UNITEN (ICNIR2003), Electromagnetic Fields and our Health .

[13]- **Stewart , D. A. , Gowrishankar , T. R. and Weaver , J. C.**(2006) , " Skin Heating and Injury by Prolonged Millimeter-Wave Exposure : Theory Based on a Skin Model Coupled to Whole Body Model and Local Biochemical Release From Cells at Supraphsiologic Temperatures ", IEEE Transactions on Plasma Science AUGUST.

[14]- **Stauffer, P.R.** (2005) , " Evolving technology for thermal therapy of cancer ", Int. J. Hyperthermia , Vol.21, PP.731-744.

[15]- **Lak , A.**(2012) , " Human Health Effects from Radiofrequency and Microwave Fields " , Journal of Basic and Applied Scientific Research , Vol. 2. Nol. 12 , PP. 12302 – 12305.

[16]- **Alabaster , C. M.** (2004) , " The Microwave Properties of Tissue and Other Lossy Dielectrics " , PhD. Thesis ,Cranfield University.

[17]- **Lei, H. , Nwaigwe, C. I. ,Williams, H. and Dunn, J. F.** (2001) , " Effects of Ketamine and Ketamine-Xylazine Anesthesia on Cerebral Blood Flow in Rat Observed Using Arterial Spin Tagging Perfusion Imaging " , Proc. Intl. Soc. Mag. Reson.

[18]- **Luna, H. A.** (1968) , " Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology " , 3^{rd} . ed. McGraw-Hill Book Co. , New York.

[19]- **Meo, S. A.** (2011), " Hypospermatogenesis and Spermatozoa Maturation Arrest in Rats Induced by Mobile phone Radiation ", Journal of the college of physicians and Surgeons Pakistan , Vol. 21 , No. 5, PP. 262-265.

[20]- **Davoudi , M. Brossner , C. and Kuber , W.** (2002) , " The influence of electromagnetic Waves on Sperm motility " , Urol Urogynaecol , Vol. 19 , PP. 18-22, 2002.

[21]- **Agarwal , A. , Deepinder , F. , Sharna , R. K. , Range , G. and Li , J.** (2007) , "Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic " , an observational study , Fertil Sterilm, Vol.89, PP. 8-124.

[22]- **Latifa , I. K. ,** (2011) ," The histopathological effects of an electromagnetic field on the Kidney and Testis of mice " , EurAsian Journal of BioSciences, Vol.5, PP. 103-109 .

[23]- **Ozaydin , M. (2005)** , " Mobile phone-induced myocardial oxidative stress : protection by a novel antioxidant agent caffeic acid phenethyle ester " , Toxicology and industrial Health , Vol.21,No.9, PP. 223-230.

[24]- **Apaydin , A.** (2007) " Effect of electromagnetic field on the sperm characteristics and histopathological status of testis in rats " , Medycyna Weterynaryjna , Vol.63,No,2, PP. 178-183.

[25]- Ai , J and Sloeimany , R. J. , " **Evaluation of the histopathological changes induced by a 120 gauses electromagnetic field and the protective effect of epinephrine on Spermatogenesis in adult rats** " , Scientific Medical Journal , Vol.7, PP. 196-204 .

[26]- **Khaki , A. A.** (2006) , " The effect of an electromagnetic field on the boundary tissue of the seminiferous tubules of rat:A light and transmission electron microscope study " , Folia Morphologica ,Vol.65,No.3, PP. 188-194 .

[27]- **Lee , J. S. , Ahn , S. S. and Jung , K. C.** (2004) , " Effects of 60-Hz electromagnetic field expousure on testicular germ cell apoptosis in mice " , Asian Journal of Andrology , Vol.6, PP. 29-34 .

[28]- **Ozguner , F. I.** (2005) , " The effect of electromagnetic on undescended testis after orchiopexy " , Intenational Urology and Nephrology , Vol.33, PP. 87-93 .

[29]- **Lewis-Jones, D. I. , Stefanis, P. , Drakeley , A., Gazvani , R. and Derias , E. M.** (2006) , " Growing concern over the safety of using mobile phones and male fertility " , Arcb Androl , PP. 9-14 .

[30]- **AL – Shammary , R. N.** (2003) , " Electron Contamination for Co – 60 Teletherapy Machine " , M. SC. The Council of College of Science University of Mosul In Partial Fulfillment of the requirement for the Degree of Master In Physics .

[31]- **Adair , R. K.**,(2002), " Vibrational Resonances Biological system at Microwave frequency " , Biophysical Journal , PP. 1147 – 1152.

[32]- **Techcommentary Industrial Microwave Heating Applications** ,(1993) Publish-ed by the ERRI Center for Materials Fabrication , Vol. 4, No. 3.