

## تأثير إشعاع الهاتف النقال على بعض الفحوصات الهرمونية والكيموحيوية في مصل دم الجرذان الحوامل *Rattus norvegicus*

ياسر عبد الأمير عبدالله  
جنان حسيب عبدالفتاح

قسم علوم الحياة / كلية العلوم / جامعة الموصل

(أستلم 2014/ 2 / 25 ؛ قُبل 2014/ 4 / 7)

### الملخص

أجريت هذه الدراسة لتوضيح تأثير الموجات الكهرومغناطيسية للهاتف النقال على بعض الفحوصات الهرمونية والكيموحيوية في مصل دم الجرذان الحوامل *Rattus norvegicus*، حيث استخدمت 60 أنثى حامل قسمت الى 6 مجاميع، شملت مجموعة السيطرة وخمس مجاميع تجريبية وهي: هاتف نقال مطفي لمدة 1 ساعة/ يوم، هاتف نقال مشغل ومتصل لمدة 2/1 ساعة، 1 ساعة، 2 ساعة، 3 ساعات/ يوم. وكانت فترة التعريض إبتداءً من اليوم الأول وحتى اليوم الثامن عشر من الحمل، حيث تم سحب (5 – 6) سم<sup>3</sup> دم من وريد محجر العين بعد تخديرها لتقدير تركيز هرموني الأستروجين والبروجستيرون، إضافة إلى تقدير تركيز الكلوتاثيون والمالوندايالديهيد في مصل الدم.

بينت نتائج الدراسة أن تعريض الجرذان الحوامل للموجات الكهرومغناطيسية للهاتف النقال سبب انخفاضاً معنوياً في تركيز كل من هرموني الأستروجين والبروجستيرون، كما سبب انخفاضاً معنوياً في تركيز الكلوتاثيون وارتفاعاً معنوياً في تركيز المالوندايالديهيد في مصل الدم مقارنة مع مجموعة السيطرة.

**الكلمات الدالة:** الهاتف النقال، الموجات الكهرومغناطيسية، أستروجين، بروجستيرون، كلوتاثيون، مالوندايالديهيد.

---

## Effect of Mobile Phone Radiation on some Hormonal and Biochemical Tests in Blood Serum of Pregnant Rats *Rattus norvegicus*

Yasir A. Abdullah

Janan H. Abdul-Fattah

Department of Biology/ College of Science/ University of Mosul

### ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of electromagnetic waves of mobile phone on some hormonal and biochemical tests in blood serum of pregnant rats. 60 pregnant rats were used and divided in to 6 groups, including control and five experimental groups: switch off mobile phone for 1 hr/day, switch on and connect mobile phone for 1\2 hr, 1 hr, 2 hr, 3 hr/day. The exposing period was 18 days starting from 1<sup>st</sup> day to 18<sup>th</sup> day of pregnancy. (5 – 6) ml of blood were drawn from the eye orbital to measure the concentration of estrogen, progesterone, glutathione and malondialdehyde in blood serum.

The results showed that exposing of pregnant rats to electromagnetic waves of mobile phone caused significant lowering of both estrogen and progesterone hormone concentration, and caused significant decreasing of glutathione concentration and significant increasing of malondialdehyde concentration in blood serum in comparison with control group.

**Keywords:** Mobile phone, Electromagnetic waves, Estrogen, Progesterone, Glutathione, Malondialdehyde.

### المقدمة

يعد جهاز الهاتف النقال Mobile phone (MP) في الوقت الحاضر جزءاً متكاملًا من حياتنا اليومية العصرية ويسمى أيضا بتسميات أخرى مثل الهاتف الخليوي والهاتف الجوال والهاتف المحمول وجهاز الموبايل. إن زيادة أعداد السكان في العالم وزيادة المحطات الإنشائية كان له الأثر الأكبر في الانتشار الواسع لاستخدام الهواتف النقالة. وفي الآونة الأخيرة ازداد الوعي العام وكان للبحث العلمي تساؤلات حول مدى التأثير عند التعرض لكثافة واطئة من الموجات الكهرومغناطيسية (EMW) Electromagnetic waves، والتي قد تؤثر على الصحة والتكاثر والسلوك للإنسان والكائنات الحية الأخرى. وقد اتخذ بعض الباحثين واللجان الوطنية معايير سلامة صارمة استندت على بيانات تجريبية مع تقديم تقارير عن التأثيرات البيولوجية للتعرض المزمع للإشعاع اللاحراري ومن ضمنه الموجات الكهرومغناطيسية للهواتف النقالة (Hyland, 2000; Belyaev, 2005 a and b)

وبتقدم عصر التكنولوجيا الحديث أوجب على الإنسان استعمال بعض الأجهزة التي تؤدي إلى تعرضه إلى إشعاعات مختلفة تعد مصدر خطورة كبيرة على صحته، ولاسيما المرأة الحامل والجنين. وعلى نحو خاص بعد انتشار الـ MP واستعماله بكثرة من قبل الإنسان، واستعماله للأجهزة المنزلية المختلفة التي تعطي EMW أكثر مما هي في المجال الطبيعي كالتعرض للأشعة فوق البنفسجية بأطوال مختلفة، وكذلك التعرض للأمواج فوق الصوتية وتأثيراتها المختلفة على أجهزة الجسم (WHO, 2006).

يعد تلوث الهواء من أكبر المشاكل البيئية في الدول النامية والمتقدمة (Arujo et al., 2008 ; Schikowski et al., 2008) حيث هناك عوامل بيئية مختلفة. مثل الحرارة والعوامل الكيميائية والإشعاع مثل الأشعة السينية X-Ray والـ EMW الصادرة من أجهزة الـ MP من خلال النظام العام لاتصال الهواتف General system for mobile communication (GSM) ذات ذبذبة إرسال 800 - 900 MHz و 1.8 - 2.2 GHz وهو نوع آخر من الإشعاع الذي يؤثر على الجهاز التناسلي (Aniolczyk, 1999)، وهو احد الأنواع المختلفة من الإشعاعات التي تسبب أضراراً لمختلف الكائنات الحية وإنتاج التغييرات الوراثية والتي تؤثر على الجيل المستقبلي (Omran and Abu-Zied, 2006).

لقد ازداد الاهتمام بالأخطار المحتملة الناتجة عن تأثيرات استعمال الـ MP مع ازدياد أعداد مستخدميها بشكل هائل في السنوات القليلة الماضية. حيث أن الـ MP يستعمل تقنية (ذبذبة إرسال الإشعاع الكهرومغناطيسي) Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) وهذا يزيد من شدة التعرض للإشعاع الكهرومغناطيسي في حياتنا اليومية (Mailankot et al., 2009).

لقد أصبح جهاز الـ MP وسيلة ملازمة لنا في حياتنا اليومية، وهذه الهواتف تعمل بأحزمة تردد ما بين 2000 MHz - 4000 MHz (Agarwal et al., 2008). وهذه الهواتف تعمل بترددات مختلفة، الاختلاف يتعلق باستعمال التردد في بلدان مختلفة. وازدادت المخاوف حول احتمالية الأخطار الناتجة عن تأثيرات RF-EMR المبعوثة من هذه الأجهزة على صحة الإنسان (Agarwal, 2007). أما تأثيراتها على الكائنات الحية فتعتمد على تردد الموجات وكثافتها، وإن خطر تأثيرها للترددات العالية تكون مرتبطة بارتفاع درجة حرارة الجسم (Wdowiak et al., 2007).

لقد أشارت معظم الدراسات السابقة إلى وجود معدلات عالية من تأخر النمو في أجنة الحيوانات المعرضة للـ EMW، وقد أجريت دراسات على الثدييات، ومعظم هذه الدراسات فشلت في إيجاد أي تأثيرات ثابتة على الخصوبة وأداء التكاثر أو على الأجنة المبكرة والمتأخرة حتى الولادة وعلى التطور ما بعد الولادة (Brent, 1992 ; NRC, 1996).

### المواد وطرائق العمل

### تهيئة الحيوانات Preparation of animals:

تم الحصول على الجرذان البيض من كليتي العلوم والطب بجامعة الموصل حيث تم اختيار الحيوانات بعمر (10 - 14) أسبوعاً لكلا الجنسين، معدّل أوزانها ( $250 \pm 5$ ) غم. وضعت الإناث المهياًة للإخصاب مع الذكور بنسبة ذكر واحد مع ثلاث إناث في كل قفص خلال ساعات الليل، فرشت أرضية الأقفاص بنشارة الخشب الخالية من مواد حشرة الأرضة (عبد الفتاح، 2004)، ومكيفة لدرجة حرارة 25 - 30 °م (حمران، 2002)، والدورة الضوئية 12 ساعة ضوء و12 ساعة ظلام يومياً. أعطيت الحيوانات العليقة الخاصة بغذاء الجرذان وهي عبارة عن علف بنسب ثابتة تم الحصول عليها من كلية الزراعة والغابات في جامعة الموصل، كما زود بالماء بصورة مستمرة *Ad Libitum* (Terry et al., 1996). تم التأكد من حصول التزاوج في صباح اليوم التالي بملاحظة السدادة المهبلية (Ozeki and Shirai, 1998) Vaginal plug. عزلت الحوامل التي امتلكت السدادة المهبلية بأقفاص منفصلة مع كتابة تاريخ التزاوج وعد يوم التزاوج هو اليوم الصفر من الحمل واليوم الذي يليه هو اليوم الاول من الحمل (Padmanabhan et al., 1981).

استخدم جهاز MP (الشكل - 1) من إنتاج شركة نوكيا - Nokia N70 mobile phone , nokia corporation (Finland) لتعريض الجرذان الحوامل لا EMW الصادرة من الجهاز المذكور والذي يبلغ تردده 900 MHz، وذلك بوضع الجرذان الحوامل في قفص التعريض المصنع خصيصاً لهذا الغرض في كلية الطب البيطري بجامعة الموصل (الشكل 2) لفترات زمنية مختلفة كمسبب للتغيرات الهرمونية والكيموحيوية.



الشكل 2: تصميم قفص التعريض المؤلف من 7 غرف،  
الوسطي لوضع الهاتف النقال



الشكل 1: جهاز الهاتف النقال المستخدم في الدراسة  
الحالية

### تصميم التجارب Experimental design:

استخدمت في هذه الدراسة 60 أنثى جرذ حامل قسمت إلى 6 مجاميع، شملت مجموعة سيطرة Control group و5 مجاميع تجريبية كالآتي:

المجموعة الأولى (السيطرة):

ضمت 10 إناث حوامل وضعت في قفص التعريض ساعة واحدة/ يوم لمدة 18 يوم، بدون وضع جهاز الهاتف النقال في قفص التعريض وذلك لمعادلة إجهاد مسك الحيوانات (Batchelor and Giddins, 1995).

المجموعة الثانية:

ضمت 10 إناث حوامل وضعت في قفص التعريض ساعة واحدة / يوم لمدة 18 يوم، مع وضع جهاز الهاتف النقال مطفياً Switch off mode في قفص التعريض.

المجموعة الثالثة:

ضمت 10 إناث حوامل وضعت في قفص التعريض نصف ساعة / يوم لمدة 18 يوم، مع وضع جهاز الهاتف في قفص التعريض والاتصال المستمر.

**المجموعة الرابعة:** ضمت 10 إناث حوامل وضعت في قفص التعريض ساعة واحدة/ يوم لمدة 18 يوم، مع وضع جهاز الهاتف في قفص التعريض والاتصال المستمر.  
**المجموعة الخامسة:**

ضمت 10 إناث حوامل وضعت في قفص التعريض ساعتين/ يوم لمدة 18 يوم، مع وضع جهاز الهاتف في قفص التعريض والاتصال المستمر.  
**المجموعة السادسة:**

ضمت 10 إناث حوامل وضعت في قفص التعريض ثلاث ساعات/ يوم لمدة 18 يوم، مع وضع جهاز الهاتف في قفص التعريض والاتصال المستمر.

في المجاميع 3 ، 4 ، 5 ، 6 وضع الهاتف النقال على النمط الصامت Silent mode وبدون هزاز Without shaker mode وذلك لتجنب تداخل تأثير خوف الجرذان الحوامل من الصوت مع تأثير الـ EMW، حيث عرضت الجرذان الحوامل في هذه المجاميع الأربعة بصورة مستمرة (كل مجموعة حسب الفترة المشار إليها) مستعملاً نمط إعادة الاتصال آلياً Using automatic redial mode EMW في اليوم الأول للحمل واستمر إلى اليوم الثامن عشر من الحمل حيث تم جمع عينات الدم وذلك بسحب (5 - 6) سم<sup>3</sup> دم من وريد محجر العين Orbital tube لكل أنثى حامل مخدرة بواسطة أنابيب شعرية Capillary tube (Timm, 1979).

#### الفحوصات الهرمونية:

اجري قياس تركيز هرموني EST و PRG باستعمال نظام جهاز Mini – VIDAS system من إنتاج شركة (Nassa, USA) بواسطة التحليل المناعي الأنزيمي وباستعمال تقنية التحليل الإشعاعي للارتباط الأنزيمي (ELIFA) Enzyme Linked Immune Fluorescent Assay technique وهي من الطرق الدقيقة والحديثة المعروفة لقياس تراكيز الهرمونات.

#### الفحوصات الكيموحيوية المصلية Serolo-biochemical tests

##### تقدير تركيز GSH في مصل الدم:

قُدر تركيز الكلوتاثيون في مصل الدم (كمضاد أكسدة انزيمي) بطريقة كاشف المان Ellman's reagent المحورة من قبل الباحث (Al-zamely et al., 2001).

##### تقدير تركيز MAD في مصل الدم:

استعملت طريقة تفاعل حامض ثايوبارباتيورك Thiobarbituric acid (TBA) المحورة المتبعة من قبل الباحثين (Beuge and Aust, 1978) في مصل الدم.

#### النتائج

##### الفحوصات الهرمونية

أشارت نتائج الدراسة الحالية (الشكل 3) إلى حدوث اختلاف في تركيز هرمون الـ EST في مصل دم الجرذان الحوامل في الأيام الأخيرة من الحمل، فقد أظهرت النتائج انخفاضاً معنوياً عند مستوى الاحتمالية ( $P < 0.05$ ) في المجاميع المعرضة لـ EMW لمدة [ 1/2 ساعة / يوم (5.85 ± 83.58) بيكو غرام/ سم<sup>3</sup>، و 1 ساعة/ يوم (7.12 ± 74.32) بيكو غرام / سم<sup>3</sup>، و 2 ساعة / يوم (3.44 ± 58.73) بيكو غرام/ سم<sup>3</sup>، و 3 ساعة/ يوم (4.83 ± 58.36) بيكو غرام / سم<sup>3</sup>، والمجموعة المعرضة لهاتف نقال مطلقاً لمدة ساعة لكل يوم Switch off MP 1 ساعة/ يوم (4.36 ± 102.16) بيكو غرام/ سم<sup>3</sup> مقارنة مع مجموعة السيطرة (6.54 ± 118.11) بيكو غرام/ سم<sup>3</sup>.



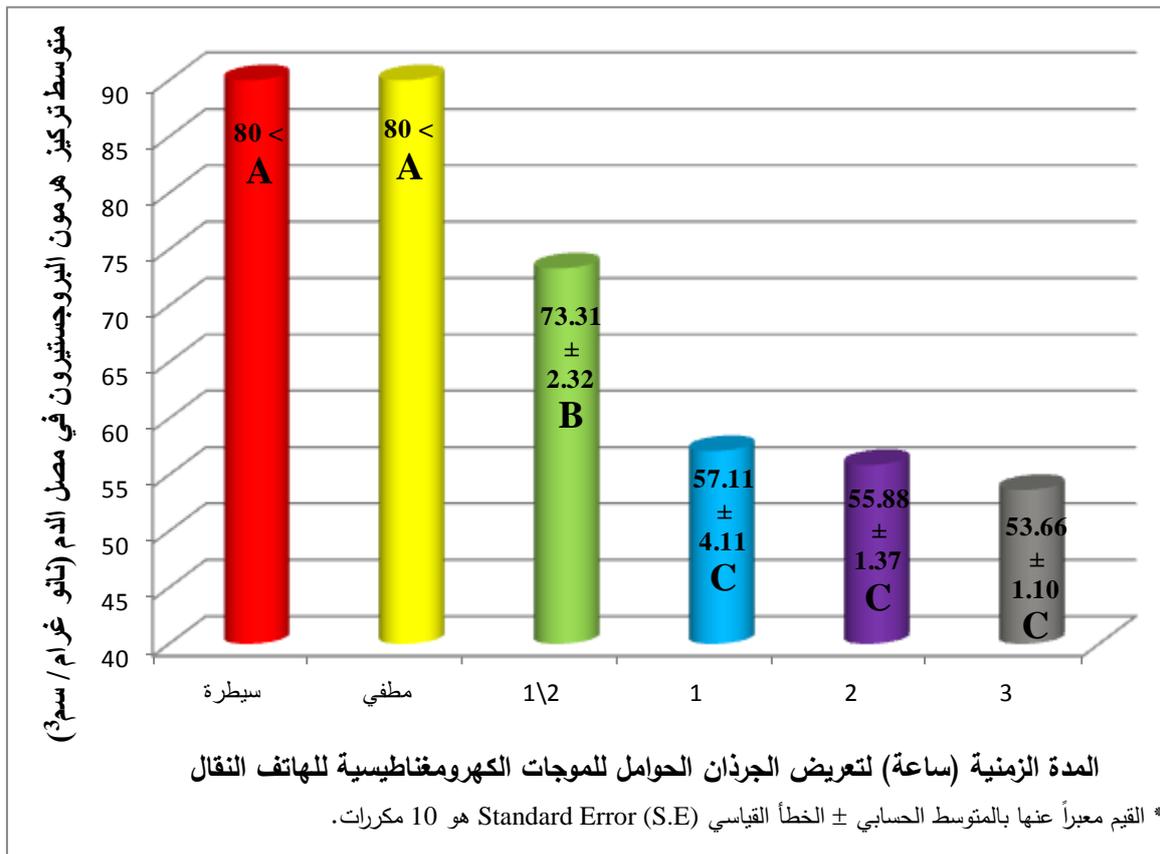
الشكل 3: تأثير التعرض للـ EMW للـ MP على تركيز هرمون الـ EST في مصل دم الجرذان الحوامل لمجموعة السيطرة، والمجموعة المعرضة للـ MP Switch off 1 ساعة / يوم، والمجاميع المعرضة للـ EMW للـ MP لمدة [ 1/2 ساعة / يوم، و 1 ساعة / يوم، و 2 ساعة / يوم، و 3 ساعة / يوم ].

#### الفحوصات الكيموحيوية المصلية

أشارت نتائج الدراسة الحالية (الشكل 5) إلى حدوث اختلاف في تركيز الـ GSH في مصل دم الجرذان الحوامل في الأيام الأخيرة من الحمل، فقد أظهرت النتائج انخفاضاً معنوياً عند مستوى الاحتمالية ( $P < 0.05$ ) في المجاميع المعرضة للـ EMW للـ MP لمدة [ 1/2 ساعة / يوم ( $0.22 \pm 3.11$ ) مايكرو مول / لتر، و 1 ساعة / يوم ( $0.16 \pm 2.63$ ) مايكرو مول / لتر، و 2 ساعة / يوم ( $0.18 \pm 2.08$ ) مايكرو مول / لتر، و 3 ساعة / يوم ( $0.10 \pm 1.55$ ) مايكرو مول / لتر ] مقارنة مع مجموعة السيطرة ( $0.31 \pm 5.70$ ) مايكرومول / لتر.

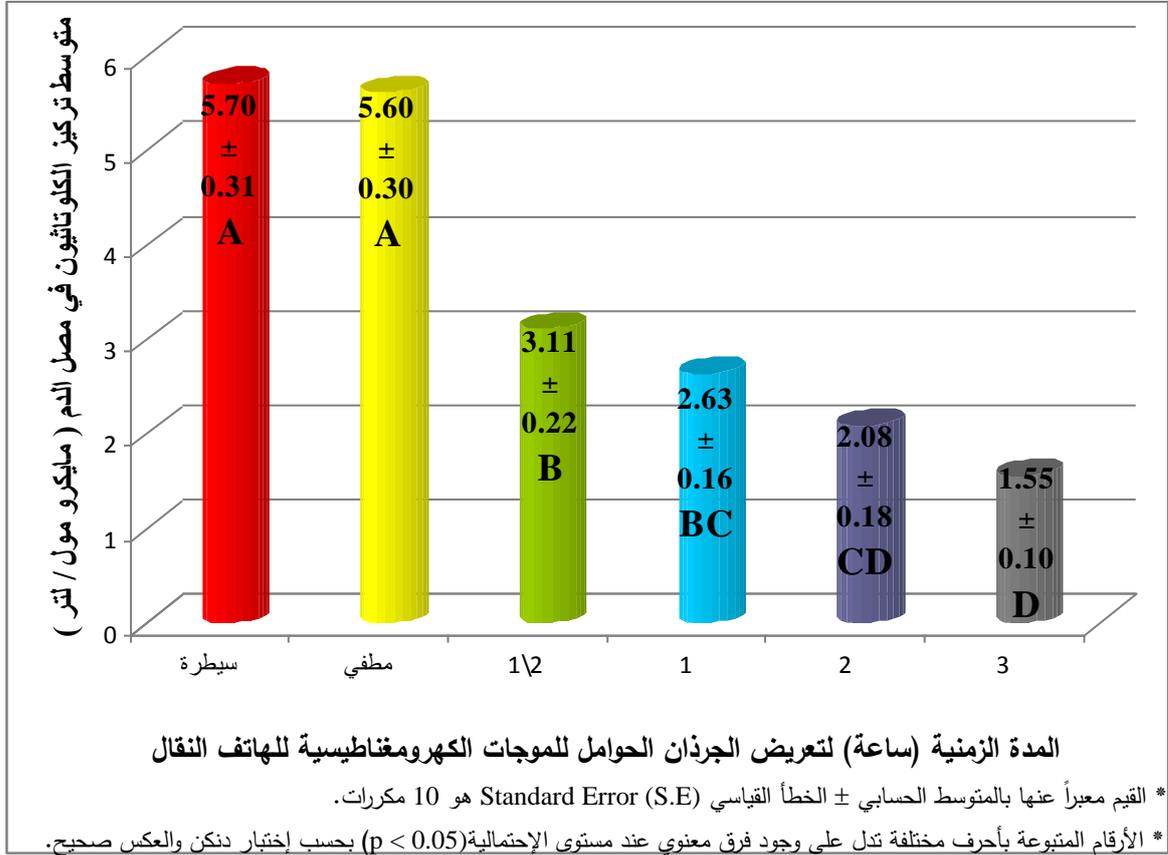
كما أظهرت النتائج انخفاضاً غير معنوياً في المجموعة المعرضة للـ MP Switch off 1 ساعة / يوم ( $0.30 \pm 5.60$ ) مايكرو مول / لتر مقارنة مع مجموعة السيطرة ( $0.31 \pm 5.70$ ) مايكرو مول / لتر.

أما اختبار المعنوية بين المجاميع المعرضة للـ EMW فقد تبين أن هنالك فرقاً معنوياً بين المجموعة المعرضة للـ 1 Switch off MP ساعة / يوم والمجاميع المعرضة للـ EMW لمدة [ 1/2 ساعة / يوم، و 1 ساعة / يوم، و 2 ساعة / يوم، و 3 ساعة / يوم ]، وبين المجموعة المعرضة للـ EMW لمدة 1/2 ساعة / يوم والمجاميع المعرضة للـ EMW لمدة [ 2 ساعة / يوم، و 3 ساعة / يوم ] وبين المجموعة المعرضة للـ EMW لمدة 1 ساعة / يوم والمجموعة المعرضة للـ EMW لمدة 3 ساعة / يوم. بينما لم يكن هنالك فرق معنوي بين المجموعة المعرضة للـ EMW لمدة 1/2 ساعة / يوم والمجموعة المعرضة للـ EMW لمدة 1 ساعة / يوم، وبين المجموعة المعرضة للـ EMW لمدة 1 ساعة / يوم والمجاميع المعرضة للـ EMW لمدة [ 2 ساعة / يوم، و 3 ساعة / يوم ].



\* الأرقام المتبوعة بأحرف مختلفة تدل على وجود فرق معنوي عند مستوى الإحتمالية ( $p < 0.05$ ) بحسب اختبار دنكن والعكس صحيح.

الشكل 4: تأثير التعرض للEMW للMP على تركيز هرمون الPRG في مصل دم الجرذان الحوامل لمجموعة السيطرة، والمجموعة المعرضة لـ MP Switch off 1 ساعة/ يوم، والمجاميع المعرضة للEMW للMP لمدة [ 1/2 ساعة/ يوم، و1 ساعة/ يوم، و2 ساعة/ يوم، و3 ساعة/ يوم ].

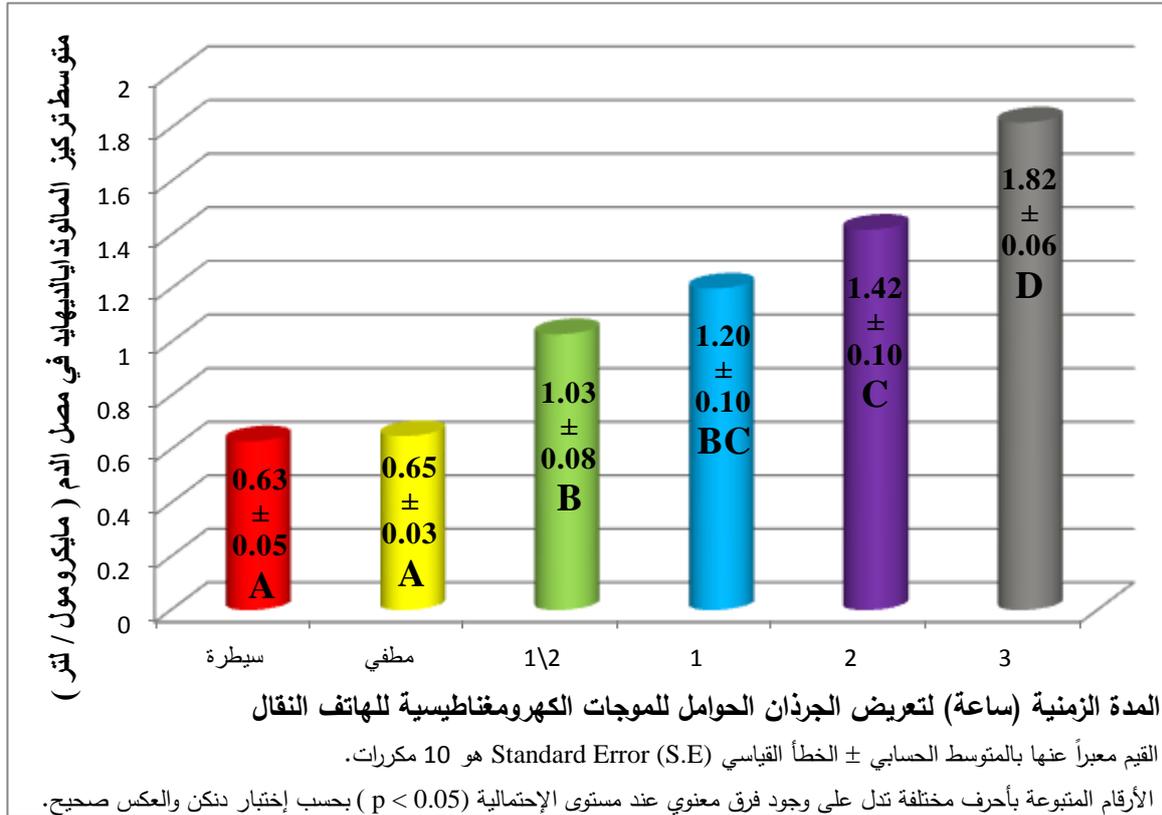


الشكل 5: تأثير التعرض للEMW للMP على تركيز الGSH في مصل دم الجرذان الحوامل لمجموعة السيطرة، والمجموعة المعرضة لـ MP Switch off 1 ساعة/ يوم، والمجاميع المعرضة للEMW للMP لمدة [ 1/2 ساعة/ يوم، و1 ساعة/ يوم، و2 ساعة/ يوم، و3 ساعة/ يوم ].

كما أشارت نتائج الدراسة الحالية (الشكل 6) إلى حدوث اختلاف في تركيز ال-MAD في مصل دم الجرذان الحوامل في الأيام الأخيرة من الحمل، فقد أظهرت النتائج ارتفاعاً معنوياً عند مستوى الاحتمالية ( $P < 0.05$ ) في المجاميع المعرضة للEMW للMP [ 1/2 ساعة/ يوم ( $0.08 \pm 1.03$ ) مايكرومول/ لتر، و1 ساعة/ يوم ( $0.10 \pm 1.20$ ) مايكرومول/ لتر، و2 ساعة/ يوم ( $0.10 \pm 1.42$ ) مايكرومول/ لتر، و3 ساعة/ يوم ( $0.06 \pm 1.82$ ) مايكرومول/ لتر] مقارنة مع مجموعة السيطرة ( $0.05 \pm 0.63$ ) مايكرومول/ لتر. كما أظهرت النتائج ارتفاعاً غير معنوياً في المجموعة المعرضة لـ MP Switch off 1 ساعة/ يوم ( $0.03 \pm 0.65$ ) مايكرومول/ لتر مقارنة مع مجموعة السيطرة ( $0.05 \pm 0.63$ ) مايكرومول/ لتر.

أما اختبار المعنوية بين المجاميع المعرضة للEMW لمجموعة المعرضة لـ MP Switch off 1 ساعة/ يوم والمجاميع المعرضة للEMW لمدة [ 1/2 ساعة/ يوم، و1 ساعة/ يوم، و2 ساعة/ يوم، و3 ساعة/ يوم ]، وبين

المجموعة المعرضة لـ EMW لمدة 1/2 ساعة/ يوم والمجاميع المعرضة لـ EMW لمدة [ 2 ساعة / يوم، و3 ساعة/ يوم ]، وبين المجموعة المعرضة لـ EMW لمدة 3 ساعة/ يوم والمجاميع المعرضة لـ EMW لمدة [ 1 ساعة / يوم، و2 ساعة/ يوم ] .



الشكل 6: تأثير التعرض للـ EMW للـ MP على تركيز الـ MAD في مصل دم الجرذان الحوامل لمجموعة السيطرة، والمجموعة المعرضة لـ Switch off MP 1 ساعة/ يوم، والمجاميع المعرضة للـ EMW للـ MP لمدة [ 1/2 ساعة / يوم، و1 ساعة / يوم، و2 ساعة / يوم، و3 ساعة / يوم ] .

بينما لم يكن هنالك فرق معنوي بين المجموعة المعرضة لـ EMW لمدة 1/2 ساعة/ يوم والمجموعة المعرضة لـ EMW لمدة 1 ساعة/ يوم، وبين المجموعة المعرضة لـ EMW لمدة 1 ساعة/ يوم والمجموعة المعرضة لـ EMW لمدة 2 ساعة/ يوم.

#### المناقشة

يعد السخد عضواً متعدد الوظائف، يتطور خلال مرحلة الحمل ويرافق الجنين في نموه، ويسيطر على مرور ما يحتاجه خلال فترة نموه من الأوكسجين والمواد الغذائية ويحميه من المؤثرات الخارجية، و السخد عضو ذو أهمية كبيرة إذ يعد من الأعضاء الوعائية المتخصصة كما أنه المصدر الرئيس لهرموني الـ EST والـ PRG خلال فترة الحمل (Guyton and Hall, 2006). فقد وجد أن لكل من هذين الهرمونين دور مهم خلال فترة الحمل، إذ تعمل الكميات المتزايدة من هرمون الـ EST على نمو عضلات الرحم (محي الدين وآخرون، 1990). أما هرمون الـ PRG فهو يحافظ على تركيب ووظيفة الرحم (Hadley, 2000). وبهذا فإن أي خلل في تركيز هذين الهرمونين يؤثر على وظيفة الرحم ومن ثم يؤثر على نمو الجنين.

وقد أشارت نتائج الدراسة الحالية إلى أن التعرض للـ EMW للـ MP وبتردد 900 MHz قد أحدث انخفاضاً معنوياً في كل من تركيز هرموني الـ EST والـ PRG في مصل الدم، وإن الانخفاض تتناسب طردياً مع زيادة المدة الزمنية للتعرض للـ EMW.

وإن انخفاض متوسط تركيز هرمون الـ EST في مصل الدم جاء موافقاً لما سجلته الطائي (2011) من أن تعريض عليقة الفئران الحوامل لـ EMW لفن الموجات الدقيقة MW بفترات زمنية مختلفة أدى إلى انخفاض مستوى تركيز هرمون الـ EST في مصل الدم. بينما انخفاض متوسط تركيز هرمون الـ PRG في مصل الدم جاء مخالفاً لما سجلته نفس الباحثة.

كما تشابهت نتائج الدراسة الحالية مع ما أشار إليه Meo وآخرون (2010) والذي ذكر أن تعريض ذكور الجرذان البيض للـ EMW للـ MP أدى إلى انخفاض متوسط تركيز هرمون التستوستيرون في مصل دم الجرذان المعرضة مقارنة مع جرذان مجموعة السيطرة. وقد يعود سبب الانخفاض إلى الجذور الحرة المتكونة نتيجة التعرض للـ EMW والتي قد تؤثر في التركيب النسجي للسُخْد أو أنها تؤثر في آلية السيطرة على الإفراز، إذ يمكن أن يكون السُخْد سليماً ولكن الإيعازات التي تصل إليه غير متناسبة مع الحاجة الفعلية للجسم وفي النهاية يتأثر إفراز هذين الهرمونين، وإن هذا التغيير في تركيز هذين الهرمونين قد يؤثر على نمو الجنين (Albi et al., 1997). أو قد يعود السبب إلى أن هذه الإشعاعات ربما تؤثر على جهد الاستقطاب في أغلفة الغشاء الخلوي، ونقص استقطاب الغشاء الخلوي مسؤول عن مجمل الحالات الشاذة لتصنيع الهرمونات في الغدد (Derias et al., 2006).

يعد الكلوتاثيون أحد الدفاعات المهمة ضد الإجهاد التأكسدي، وهو من مضادات الأوكسدة الداخلية ويلعب دوراً مهماً في تحديد تكاثر الجذور الحرة والحد من سمية بعض الأدوية والملوثات والمسرطنات، ومن البديهي أن تعرض الجسم للإجهاد التأكسدي سوف ينجم عنه نقص في تركيز الكلوتاثيون بسبب زيادة الطلب عليه (Stoos and Bagchi, 1995).

وقد أشارت نتائج الدراسة الحالية إلى أن التعرض للـ EMW للـ MP ويتردد 900 MHz قد أحدث انخفاضاً معنوياً في متوسط مستوى الـ GSH في مصل الدم، وإن الانخفاض تناسب طردياً مع زيادة المدة الزمنية للتعرض للـ EMW. وهذه النتائج تطابقت مع ما ذكرته الحكيم (2006) من أن تعريض الجرذان الحوامل للـ EMW ويترددات مختلفة أدى إلى انخفاض في مستوى الـ GSH في مصل الدم. كما تشابهت نتائج الدراسة الحالية مع ما سجله Sahin وآخرون (2004) والذي ذكر أن التعرض للـ EMW يؤدي إلى نقص في الـ GSH الجسم، وهذا ما أشارا إليه أيضاً (Lai, 2001). كما يمكن أن يعود سبب الانخفاض في مستوى الـ GSH إلى إمكانية الزيادة في إنتاج بيروكسيده الهيدروجين والنواتجة عن زيادة الإجهاد التأكسدي المحدث على استنزاف الـ GSH من الجسم (Reed and Fariss, 1984).

كما أشارت نتائج الدراسة الحالية إلى أن التعرض للـ EMW للـ MP ويتردد 900 MHz قد أحدث ارتفاعاً معنوياً في متوسط مستوى الـ MAD في مصل الدم، وإن الارتفاع تناسب طردياً مع زيادة المدة الزمنية للتعرض للـ EMW. وهذا يتفق مع ما ذكرته الحكيم (2006) من أن تعريض الجرذان الحوامل للـ EMW ويترددات مختلفة أدى إلى ارتفاع في مستوى الـ MAD. كما تطابقت هذه النتائج مع ما ذكره كل من (Sahin et al., 2004; Ilhan et al., 2004) والذين أشاروا إلى أن الـ EMW يسبب زيادة في بيروكسيده الدهون وبالتالي زيادة في الـ MAD. كما تشابهت النتائج مع ما أشار إليه Oktem (2005) والذي أشار إلى حدوث ارتفاع في تركيز الـ MAD في نسيج الكلية عند التعرض للـ EMW. وقد يعزى هذا الارتفاع إلى عدم تحمل الأنسجة للإجهاد التأكسدي الناتج عن التعرض للـ EMW، وارتفاع الـ MAD يعكس زيادة في عملية بيروكسيده الدهون في الأنسجة. ويستدل من هذه النتائج بأن هناك حالة من عدم التوازن تغلب فيها أصناف الأوكسجين الفعالة ذات الأثر المؤكسد على قابلية الأنظمة الكاسحة لهذه المؤكسدات، إذ أشارت البحوث إلى أن الـ EMW لها الأثر البالغ في استحداث الإجهاد التأكسدي وما ينجم عن هذه الحالة من تغيرات تأكسدية داخل الجسم والتي تشمل أكسدة الجزيئات الحيوية Biomolecules المكونة للخلايا لاسيما الأحماض الدهنية الموجودة في الخلايا وتحديداً في غشاء البلازما، وإن أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة تكوّن نواتجاً تأكسدية تشمل عدة أنواع من جذور هايدروبيروكسيدهات الدهون (Sahin et al., 2004; Ihan et al., 2004).

وقد أشار الباحثون إلى أن الآلية التي تتفاعل فيها الـ EMW بالعمليات الحيوية داخل الجسم يعتقد بأنها قد تكون من خلال عمل الجذور الحرة، وتعمل الـ EMW على تأخر في نسبة إعادة اتحاد أزواج الجذور الحرة، وبعبارة أخرى فإن الـ EMW تجعل الجذور الحرة تبقى لفترة أطول وإن هذا الوقت الإضافي يعطيها إمكانية لتحديث ضررا أكبر (Scaiano et Kula et al., 2002; al., 1994; Stopczyk et al., 2002).

#### المصادر العربية

- الحكيم، انتصار منصور عبد الرسول (2006). دراسة تأثير التعرض للمجال الكهرومغناطيسي الراديوي ذي الطول الموجي القصير في بعض المعايير الفسلجية في الجرذان. أطروحة دكتوراه، كلية الطب البيطري، جامعة الموصل، العراق.
- الطائي، نور صبحي عزالدين (2011). دراسة تأثير تناول العليقة المعرضة للموجات الدقيقة على بعض أنسجة الفئران البيض الحوامل وأجنحتها ومعالجته بالزنجبيل. رسالة ماجستير، قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق.
- حمران، فؤاد قاسم (2002). تأثير بعض العقاقير على عملية التعصبين و إحداث تشوهات في جنين الفأر الأبيض *Mus Musculu*. أطروحة دكتوراه، علوم الحياة، كلية التربية (ابن الهيثم)، جامعة بغداد، العراق.
- عبد الفتاح، جنان حسيب (2004). تأثير الجرعات العالية من فيتامين A على إحداث التشوهات الخلقية الظاهرية وبعض التشوهات النسجية في جنين الفأر الأبيض السويسري. أطروحة دكتوراه، قسم علوم الحياة، كلية العلوم، جامعة الموصل، العراق.
- محي الدين، خيرى الدين يوسف وليد، حميد وتوحلة، سعد حسين (1990). " فسلجة الغدد الصم والتكاثر في الثدييات والطيور ". دار الحكمة للطباعة والنشر. الموصل - العراق. ص. 382.

#### المصادر الأجنبية

- Agarwal, A. (2007). Cell phones and male infertility: dissecting the relationship. *Repr. Bio Med. Online*; **15**(3), 266-270.
- Agarwal, A.; Deepinder, F.; Sharma R.K.; Ranga, G.; Li, J. (2008). Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. *Fert. and Ster.* **89**, 124-128.
- Albi, T.; Lanzou, A.; Guinda, A.; Leon, M.K.; Perez-Camino, M.C. (1997). "Microwave and conventional heating effects on thermo-oxidative degradation of edible fats. *J. Agricul. and Food Chemist.* **45**, 3795-3798.
- Al-Zamely, O.Y.; Al-Nimer, M.S.; Al-Muslih, R.K. (2001). Detection the level of peroxynitrite and related with antioxidant status in the serum of patients with acute myocardial infraction. *N. J. Chem.*, **4**, 625-637.
- Aniolczyk, H. (1999). Electromagnetic field pattern in the environment of GSM base station. *Int. J. Occup. Med. Envir. Health*, **12**, 47-58.
- Araujo, J.A.; Barajas, B.; Kleinman, M.; Wang, X.; Bennett, B.J.; Gong, K.W.; Navab, M.; Harkema, J.; Siotas, C.; Lusi, A.J.; Nel, A.E. (2008). Ambient particulate pollutants in the ultrafine range promote early atherosclerosis and systemic oxidative stress. *Circ. Res.*, **102**, 589-596.
- Batchelor, G.R.; Giddins, G. (1995). Body weight changes in laboratory rabbits. subjected to transport and different housing conditions anim technol (Sussex). *The Institute Aug.*, **46**(2), 89-95.
- Belyaev, I.Y. (2005a). Non-thermal Biological Effects of Microwaves. *Microw. Rev.*, **11**, 13-29.
- Belyaev, I.Y. (2005b). Nonthermal biological effects of microwaves: current knowledge, further perspective, and urgent needs. *Electromagn. Biol. Med.* **24**, 375-403.
- Beuge, J.A.; Aust, S.D. (1978). Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymatic*, **51**, 302-310.

- Brent, R.L. (1992). Reproductive and teratologic effects of electromagnetic fields Health Effects of Low Frequency Electric and Magnetic Fields, ORAU Report 92/F8 (Springfield: Oak Ridge Associated Universities/CIRRPC) pp. VI-1–VI-70.
- Derias, E.M.; Stefanis, P.; Drakeley, A.; Gazvani, R.; Lewis-Jones, D.I. (2006). Growing concern over the safety of using mobile phones and male fertility. *Arch Androl.* **52**, 9-14.
- Guyton, A.C.; Hall, J.E. (2006). "Textbook of Medical Physiology". 11<sup>th</sup>ed., Elsevier Science, Philadelphia.
- Hadley, M.E. (2000). "Endocrinology". 5<sup>th</sup>ed. Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ. pp. 477.
- Hyland, G.J. (2000). Physics and biology of mobile telephony. *The Lancet.* **356**, 1833-1836.
- Ilhan, A.; Durmus, A.; Ferah, A.; Ahmed, G.; Omer, A. (2004). The indices of mobile phone-induced oxidative stress in plasma and erythrocytes: the effect of Ginkgo biloba on parameters. <http://www.med.ege.edu.Tr/norolbil/2004/NBD29104.htm>.
- Kula, B.; Sobczak, A.; Kuska, R. (2002). Effects of electromagnetic field on free-radical processes in steel workers. Part I: Magnetic field influence on the antioxidant activity in red blood cells and plasma. *J. Occup. Health*, **44**, 226-229.
- Mailankot, M.; Kunnath, A.P.; Jayalekshmi, H.; Koduru, B.; Valsalan, R. (2009). Radio frequency electromagnetic radiation (RF-EMR) from GSM (0.9\1.8 MHz) mobile phones induces oxidative stress and reduces sperm motility in rats. *Clinics*, **64** (6), 561-565.
- Meo, S.A.; Al-Drees A.M.; Husain S.; Khan M.M.; Imran M.B. (2010). " Effects of mobile phone radiation on serum testosterone in wistar albino rats " *Saudi Med. J.* **31** (8). 869-873.
- NRC (1996). Possible Health Effects of Exposure to Residential Electric and Magnetic Fields (Washington, DC: National Academy Press. (cited from El-sayed *et al.*, 2011)
- Oktem, F.; Ozguner, F.; Mollaoglu, H.; Koyu, A.; Uz, E. (2005). Oxidative damage in the kidney induced by 900-MHz emitted mobile phones: protection by melatonin. *Arch. Med. Res.*, **36**(4), 350-355.
- Omran, M.F.; Abu-Zied, N.M. (2006). Modulation of the antioxidant system efficacy in irradiated rats supplemented with vitamin B12 cobalamin and folic acid. *Egypt. J. Rad. Sci. Applic.*, **19** (1), 61-71.
- Ozeki, H.; Shirai, S. (1998). Developmental eye abnormalities in mouse fetuses induced by retinoic acid. *Jpn. J. Ophthalmol.*, **42**(3), 162-167.
- Padmanabhan, R.; Singh, G.; Singh, S. (1981). Malformations of the eye resulting from maternal hypervitaminosis A during gestation in the rat. *Acta. Anat.*, **110**(4), 291-298.
- Raju, G.R. (1996). Hypertension Disorder in Pregnancy. *An. J. Obstet Gynecol*, **131**, 591-599.
- Reed, D.J.; Fariss, M.W. (1984). Glutathione depletion and susceptibility. *Pharmacol. Rev.*, **36**, 255-355.
- Sahin, U.; Bircan, H.A.; Comlekci, S.; Ozguner, M.F.; Akkaya, A. (2004). Melatonin protects the formation of lipid peroxidation induced by 27.17 MHz radiofrequency radiation in rat lung cells and erythrocytes. *S.D.U. Tip Fak. Derg.*, **11**(4), 14-17.
- Scaiano, J.C.; Cozens, F.L.; Mclean, J. (1994). Model for the rationalization of magnetic field effects in vivo .Application of the radical-pair mechanism to biological systems. *Photochem. Photobiol.*, **59**(6), 585-589.
- Schikowski, T.; Sugiri, D.; Reimann, V.; Pesch, B.; Ranft, U.; Kramer, U. (2008). Contribution of smoking and air pollution exposure in urban areas to social differences in respiratory health. *BMC Public Health*, **8** (179), 1-10.
- Stohs, S.J.; Bagchi, D. (1995). Oxidative mechanisms in the toxicity of metal ions free radical. *Biol. Med.*, **18**, 321-336.
- Stopczyk, D.; Gnitecki, W.; Buczynski, A.; Markuszewski, L. (2002). Effect of electromagnetic field produced by mobile phones on the activity of superoxide dismutase (SOD-1) and the level of malonyldialdehyde (MDA)-in vitro study. *Med. Pr.*, **53**, 311-314.

- Terry, K.K.; Stedman, D.B.; Bolon, B.; Welsch, F. (1996). Effects of 2-Methoxyethanol on Mouse Neurulation. *Teratology* **54**, 219-229.
- Timm, R. (1979). Orbital venous anatomy of the rat. *Lib. Animals, Sci.*, **2**, 663-670.
- Wdowaik, A.; Wdowaik, L.; Wiktor, H. ( 2007 ). Evaluation of the effect of using mobile phone on male fertility. *Ann Agric Environ Med*, **14**, 169-172.
- WHO (2006). Solar ultraviolet radiation, global burden of disease from solar ultraviolet radiation. No. 13.