تأثير الحقول الكهرطيسية ذات الإشعاعات غير المؤبنة لخطوط التوتر العالي المتناوب في الإنسان (دراسة بيولوجية مخبرية)[1]

المهندس شحادة مبدا[2] الأستاذ الدكتور المهندس محمد نضال الريس[3]

الأستاذ الدكتور الطبيب أمين سليمان[4]

الملخص

أجري العديد من الدراسات المخبرية عن تأثير الحقول الكهرطيسية ذا ت الإشعاعات غيـــر المؤبنة لخطوط التوتر العالي المتناوب في الإنسان منذ أواخر القرن الماضي في العديد من الدول الأوربية والولايات المتحدة الأمريكية، ومازالت هذه الدراسات مستمرة للمساهمة إلى جانب الدراسات الإحصائية في توضيح ذلك التأثير. وقد أجريت تلك الدراسات المخبرية على الحيوانات مثل الجرذان والفئران والقردة المتماثلة نسيجياً مع الإنسان بتعريـــضها لحقـــول كهرطيسية بتردد نظام القدرة الكهربائي مختلفة الشدة ولمـــدد زمنيـــة مختلفـــة، أو علـــى متطوعين وهم قلة طبعاً حيث تحرم القوانين الدولية ذلك.

[1] أعد البحث في سياق رسالة الدكتوراه للطالب شحادة مبدا بإشراف الأستاذ الدكتور المهنـــدس محمـــد نضال الريس ومشاركة الأستاذ الدكتور أمين سليمان.

[2] مخبر التوتر العالي– قسم هندسة الطاقة الكهربائية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعـــة دمشق.

[3] أستاذ– هندسة التوتر العالي– قسم هندسة الطاقة الكهربائية – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة دمشق.

[4] أستاذ – أمراض الدم – كلية الطب ومشفى المواساة – جامعة دمشق.

تتوافر في بيئتنا حالة خاصة وفريدة وهي وجود العديد من الناس القاطنين تحت خطوط التوتر العالي مباشرة، ومن ثَمَّ فهم معرضون لحقول هذه الخطوط لمدد زمنية طويلة تصل إلى أكثر من ثلاثين عاماً، ولشدات مختلفة تبعاً لموقع سكنهم تحت خط النقل، وقد وفر ذلك بيئة ملائمة لإجراء دراسة بيولوجية مخبريه دموية على عينات مختلفة من القاطنين من حيث الجنس والعمر، ومقارنتها بعينات من غير القاطنين و في الشروط البيئية نفسها.

وقد أجريت هذه الدراسة بالتعاون مع مختصين في كلية الطب ومشفى المواساة بجامعة دمشق.

وتم الحصول على نتائج ومؤشرات واضحة و مفيدة.

مقدمة:

أكدت نتائج الدراسة الإحصائية الميدانية وجود ترابط بين الحقول الكهرطيسية لخطوط التوتر العالي وبعض الأمراض، لذلك تم العمل على التعمق في هذه الدراسة بـــدعمها بدراسة مخبرية دموية حقلية وميدانية للتحقق من الآثار البيولوجيـــة والدمويـــة لهـــذه الحقول.

1- دراسة مرجعية:

تصنف الدراسات البيولوجية إلى دراسات مخبرية على الحيوانات وعلى البشر.

1-1 دراسة المخبرية على الحيوانات:

تعدُّ هذه الطريقة التي تجري على الحيوانات في المخابر صارمة ويمكن الوثوق بهـــا من الناحية النظرية ولكن نتائجها ليست مؤكدة من الناحية العملية [1,2] فالحيوانـــات لا تتمتع بالخصائص و الحساسيات التي يتمتع بها البشر إزاء الحقول الكهرطيسية فنجـــد أن القوارض مثلاً تتأثر بهذه الحقول بنسبة تتراوح بين عشر مرات وعشرين مـــرة أقل من البشر لذا ينبغي أن تستخدم في التجارب عليها تيارات بشدة أكبر [1] الأمـــر الذي يغير آلية العمل ويجعل المقارنات أكثر صعوبة، كذلك فإن التعرض للحقول في المختبر ليس معادلاً بالضرورة للحقول التي يتعرض لها الناس في منـــازلهم أو فـــي أمكنة عملهم ففي المختبر يتم توليد حقول منتظمة في حين تكون الحقول السائدة فـــي المحيط الخارجي غير منتظمة ومتغيرة زمنياً مما يؤدي إلى اخـــتلاف تأثيرهـــا فـــي الكائنات الحية ضمن المخبر وخارجه وسنذكر بعض التأثيرات في عدد من البحـــوث التي ظهرت على الحيوانات عند تعريضها للحقول الكهرطيسية فـــي تلـــك التجـــارب المخبرية.

1 - السلوك والجهاز العصبي:[2]

حدث لدى القرود تباطؤ في الذاكرة وردات في الفعل واضطرابات في الوظائف الجسمية المتعاقبة خلال 24 ساعة وفي التناوب بين النوم واليقظة.

2 - الناقلات العصبية:[2]

تتناقص الناقلات العصبية عند القرود والجرذان بنسبة بين (20-30) %.

3 - القلب والشرايين:[2]

حدوث تسارع في ضربات القلب عند القرد والجرذ والحمام والضفادع.

4 - الدم وجهاز المناعة: [3]

حدوث انخفاض بسيط في أعداد كريات الدم الحمراء والبيضاء.

5 - الهرمونات: [2]

حدوث اضطراب في إفرازاتها الهرمونية خصوصاً زيادة إفراز الهرمونات المرتبطة بالضغط النفسي وكذلك هرمون ACTH والكورنيكوتروبين.

6 - نمو الجنين: [2]

حدث تشوه لدى 80 % من أجنة (بيض) الدجاج لتعرضها لحقول كهرومغناطيسية

7 - التناسل:

أ ــ لدى تزويج خنازير غير معرضة للحقل مع أخرى معرضة ظهر لدى الجيل الثالث تناقص في المعدل الوسطي للوزن وزيادة في التشوهات الوراثية.

ب ــ ظهرت مشكلات في المبيض أدَّت إلى العقم لدى فئران معرضة للحقل.

ج ــ تزايد ت حالات الإجهاض التلقائي والتشوهات لدى أجنة جرذان معرضة للحقل مع تناقص عدد المواليد في الحضانة الواحدة.

8 - السرطان: [2]

ظهور سرطان الغدد اللمفاوية وسرطان الثدي وسرطان الجلد عند الفئران والجرذان.

9 ــ الجينات والحمض النووي DNA: [2]

تلف واضح في نوى الخلايا وانقطاع في شرائط الـ DNA لدى الفئران والجرذان.

2-1 الدراسات الميدانية المخبرية على البشر: [2]

تُجْرَى هذه الدراسات خلال مدد محددة وذلك كي لا تتسبب في أي آثار خطيرة علـــى الإنسان وهذا ما يشكل محدوديتها لأن هذه النتائج المخبرية لا تسمح بالتوصـــل إلـــى نتائج حاسمة غير أنها تقدم إشارات عن مخاطر الحقول الكهرطيسية مثل:

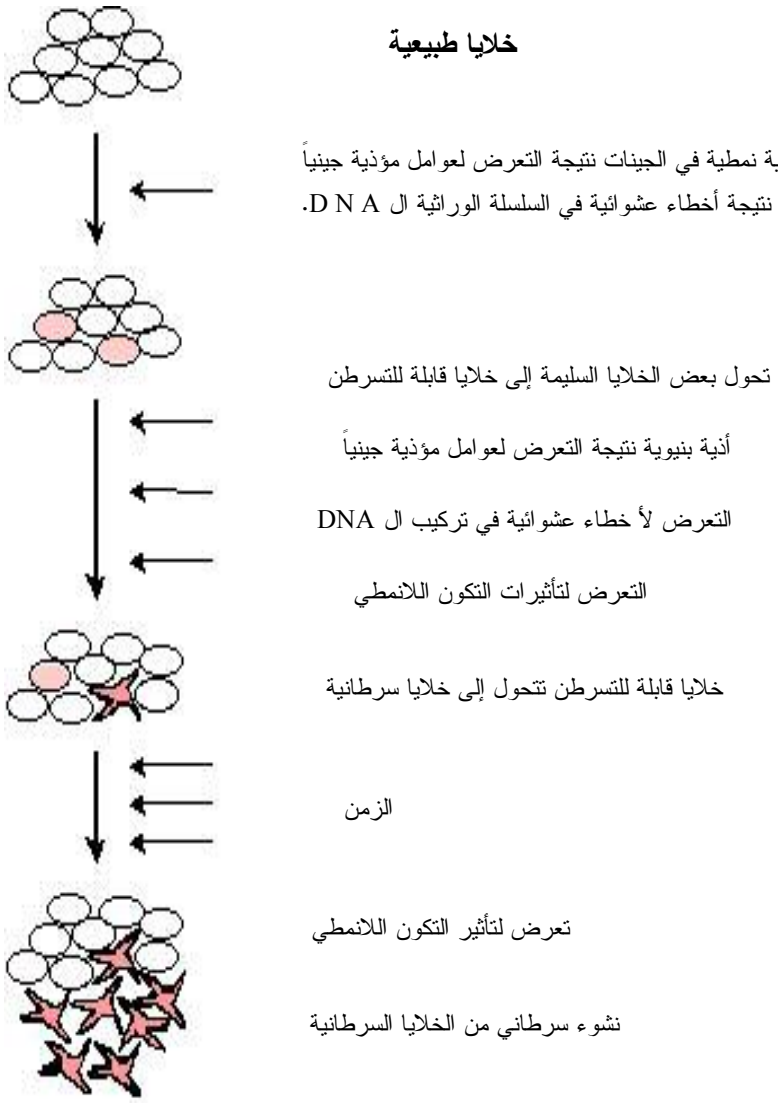
- اضطرابات في وظائف الجسم.
- تناقص في القدرات الفكرية.
- تغيرات في النشاط الدماغي الكهربائي يكشفها تخطيط الدماغ.
- اضطرابات في النوم.
- انخفاض إنتاج الميلاتونين (هرمون يضبط ساعتنا البيولوجية ونومنا وجهاز مناعتنا ويقي الدماغ من الشيخوخة وبعضهم يطلقون عليه هرمون الـــشباب) تفـــرزه الغـــدة الصنوبرية.
- زيادة الأوستروجين (هرمون أنثوي يدخل في نمو غدة الثدي ويعد الرحم للحمـــل ويتدخل في صحة الكبد والعظام والدماغ والجلد) عند النساء.
- تناقص التيستوستيرون (هرمون ذكري) عند الرجال ــ تباطؤ حركة القلب واختلال إيقاعه.

ــ وقد قام فريق من مستشفى سان فبسان في بيل بإشراف إريك أشـــولا[3] بـــإجراء دراسة على مئات من الأشخاص من سكان قرية كوي تش شمال فرنسا القاطنين فـــي مناطق قريبة من خطوط التوتر العالي وقد أظهرت نتائج فحوصات الـــدم المخبريـــة لهؤلاء الأشخاص حادثة فريدة غير معروفة في الطب والتي سميت بالنقص الكـــاذب في الحديد» عندما بينت هذه الفحوصات تغيرات تشير إلى نقص في الحديـــد نتيجـــة لتغير لون الدم ل 30% من العينات.

إن معظم الدراسات المخبرية لم تجب حتى الآن عن كيفية التأثير البيولوجي للحقول الكهرطيسية بشكل واضح، ولكن هناك بعض البحوث والدراسات التي قام بها عدد من العلماء والمؤسسات التي افترضت نظريات حول الحقول الكهرطيسية ومن هذه النظريات التي سنستعرضها باختصار هي النظرية الخلوية ويتبنى أصحاب هذه النظرية القول: إنَّ الخلية مكونة من غشاء دهني سميك تتخلله نوافذ لدخول الغذاء والأكسجين وخروج الفضلات. ويعمل هذا الغشاء بتأثير الكمون الطبيعي الناجم عن شوارد الكالسيوم والبوتاسيوم والصوديوم في محيط الخلية. وعند تعرض الإنسان إلى الحقول الكهرطيسية بتردد ما فإن الكمون الطبيعي للجدار الخلوي سيتغير ومن ثَمَّ يتأثر دخول الغذاء والأكسجين إليها وهذا ما يؤدي إلى تغير نشاط العمليات الجارية داخل الخلية من استقلاب، وتكون البروتين، وبنية ال (D N A) سلباً أو إيجاباً.

كما أشارت دراسات وبحوث [3] إلى أن الحقول الكهرطيسية تعزز حدوث الإصابات السرطانية وتشير هذه البحوث إلى أن آلية التسرطن تتم على مرحلتين:

المرحلة الأولى تتأتى من سلسلة أذيات للمواد الجينية للخلية، وتدعى هذه المرحلة (أ) البداية والمرحلة الثانية (ب) هي مرحلة التكون اللا نمطي، وتدعى هذه المرحلة ب (التعزيز)، ويوضح الشكل الآتي تسلسل نموذج تسرطني على مرحلتين:



تأثير الحقول الكهرطيسية ذا ت الإشعاعات غير المؤينة لخطوط التوتر العالي المتناوب على الإنسان

كما تشير هذه البحوث [3] إلى أن الحقول الكهرطيسية بتردد الشبكة لا تحرض على التكون اللانمطي الجيني (البداية) بل تؤثر في المرحلة الثانية (مرحلة التعزيز). ويعزى ذلك إلى ضعف المناعة لدى المعرضين للحقول الكهرطيسية حيث تجمع هذه البحوث أن التعرض للحقول الكهرطيسية ربما يسبب نقصان هرمون الميلاتونين، الذي تفرزه الغدة الصنوبرية الموجودة خلف الدماغ وهو المسئول عن تثبيط الخلايا السرطانية ويحد من انتشارها، ونقصان هذا الهرمون في الجسم يضعف المناعة.

تتركز الدراسة المخبرية الدموية التي أُجْرِيَتْ على إيجاد ترابط بين التعرض للحقول الكهرطيسية ومدى تأثر الخلايا الحية بها.

2- الاختبارات العملية المنفذة في البحث:

نظراً لإمكانية تجهيز حقول كهربائية منتظمة وبتردد الشبكة مشابهة لتلك التي يتعرض لها القاطنون تحت خطوط التوتر العالي، وإمكانية قياسها بدقة في مخبر التوتر العالي بجامعة دمشق – كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية، فقد أُجْرِيَتِ اختبارات تعرض عينات دموية للحقول الكهربائية وبالقيم المرغوبة. وبفضل التعاون مع مخبر عيادة أمراض الدم في مشفى المواساة بإشراف مختصين ذوي خبرة عالية أجريت اختبارات دموية (تعداد ولطاخة) لعينات الدم قبل التعرض وبعد التعرض، سواء للعينات الدموية بعد التعرض الحقلي، أو لعينات دم أخذت من بعض القاطنين تحت خطوط النقل، وغير القاطنين تحت خطوط النقل.

وقد أنجزت هذه الدراسة المخبرية الدموية على مرحلتين:

2-1 الاختبارات الدموية المخبرية:

لمعرفة تأثير الحقول الكهربائية في الخلايا الحية عُرِّضَتْ عينات دم من أشخاص أصحاء في مخبر التوتر العالي لحقل كهربائي منتظم بتردد الشبكة (50HZ) مدة زمنية معينة بحيث لا تتخرب الخلايا بشكل طبيعي، وذلك لأن أبسط نموذج لهذه الخلايا هو خلايا الدم للإنسان.

تم اختيار خمسة أشخاص لديهم الرغبة بالتبرع عدة مرات من أجل تنفيـــذ اختبـــارات القسم الأول. وقد سحبي ثلاث عينات من كل متبرع، ثم أجريـــت عليهـــا التحاليـــل والاختبارات الآتية:

الاختبار الأول: (الاختبار الدموي قبل التعرض)

وهنا سحبت عينات الدم من المتبرعين وسلمت العينات مباشرة إلى مخبر عيادة الـــدم حيث أجري اختبار التعداد واللطاخة قبل التعرض .

الاختبار الثاني: (الاختبار الدموي بعد التعرض)

أخذت العينة الثانية من كل شخص من الأشخاص الخمسة إلى مخبر التـــوتر العـــالي ووضعت ضمن الحقل الكهربائي المنتظم بقـــيم متغيـــرة KV/m (4,10,15,22,30) ومدة ساعتين ، ثم أخذت فوراً إلى مخبر عيادة الدم وأجـــري لهـــا اختبـــار التعـــداد واللطاخة.

الاختبار الثالث:(الاختبار الدموي بعد ساعتين دون تعرض)

وقد وضعت العينة الثالثة من كل شخص من الأشخاص الخمسة بعيداً عن تـــأثير أي حقل كهربائي ومدة ساعتين. ثم أخذت هذه العينات الخمس إلى مخبر عيـــادة الـــدم، وأجري اختبار التعداد واللطاخة لها.

وبنتيجة الاختبارات الدموية الحقلية تم الحصول على النتائج الآتية:

– كانت نتائج اختبارات التعداد لعينات الدم كلَها قبل التعرض (الاختبار الأول) ودون تعرض مدة ساعتين (الاختبار الثالث)لكريات الدم الحمـــراء والبـــيض والخـــضاب والصفيحات واللمفاويات ضمن الحدود الطبيعية. واللطاخة (الكريات الحمـــر ســـوية الشكل والحجم والصباغ)

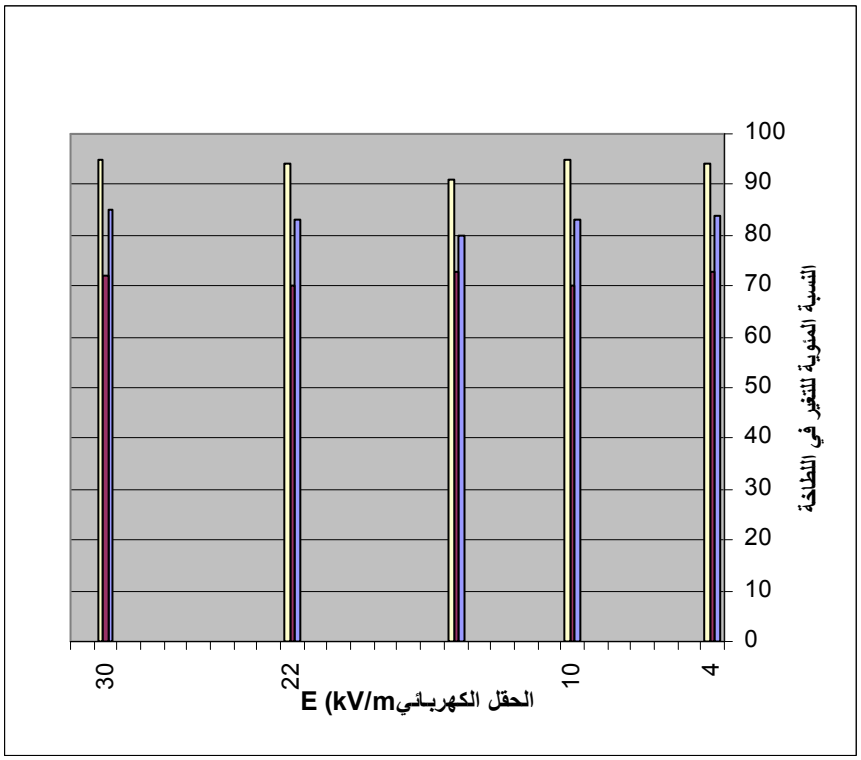
أما نتائج اختبارات تعداد عينات الدم بعد التعرض (الاختبار الثاني) فقد طـــرأ عليهـــا تغير بسيط، ولكنها بقيت ضمن الحدود الطبيعيـــة في (الكريـــات الحمـــر والبـــيض

والخضاب والصفيحات وM C V وM C H). و يبين الجدول الآتي متوسط التعداد قبل التعرض وبعده:

نوع التعداد	المتوسط قبل التعرض للذكور	المتوسط قبل التعرض للإناث	المتوسط بعد التعرض للذكور	المتوسط بعد التعرض للإناث	نسبة التغير أوالإنحراف d r للإناث	نسبة التغير أو الانحراف d r للذكور
الكريات البيض *1000/u L	6.8	5.59	6.22	5.75	0.082	0.024
الصفيحات *1000/u L	191	300	194	292	0.015	0.023
الخضاب g/ dL	14.2	12.6	14.4	13.3	0.014	0.039
M C V	85.56	87.1	87.44	90.1	0.021	0.034

الجدول (1) متوسط التعداد قبل التعرض وبعده ونسبة التغير والانحراف المعياري

يبين هذا الجدول أن الانحراف المعياري لأنواع التعداد المختبرة صغيرة كلّها جداً وهذا يؤكد عدم تأثير الحقول الكهربائية مهما اختلفت قيمها في أنواع التعداد المذكورة بالجدول أعلاه إلا بشكل بسيط ، أما اختبارات اللطاخة الدموية في العينات المعرضة للحقل الكهربائي فقد تميزت بوجود تغيرات ملحوظة من حيث شكل الكريات الحمر والصباغ مهما كانت قيمة شدة الحقل الكهربائي، كما يتبين من الشكل (1):



الشكل (1) التغيرات في اللطاخة كتابع للحقل الكهربائي

حيث:

: تفاوت الكريات الحمر بالشكل والحجم

: نقص صباغ

: كريات إجاصية ودمعية

يتبين من الشكل (1) وجود تفاوت بشكل الكريات الحمر وحجمها لدى العينات كلّهـــا التي تعرضت للحقل الكهربائي بغض النظر عن قيمته. وكذلك لـــوحظ نقـــص فـــي الصباغ ووجود كريات إجاصية ودمعية لدى العينات المختبرة كلّها بعد تعرضها للحقل الكهربائي وبنسب عالية.

2-2: الاختبارات الدموية الميدانية:

شملت هذه الاختبارات:

1 – اختبارات عينات دم للقاطنين تحت خطوط التوتر العالي (230 kV) ومن عدة مناطق (جوبر والقابون وتشرين) حيث تم بالتعاون مع مديرية صحة دمشق – مستوصفي جوبر والقابون من سحب نحو (40) عينة دم من قبل مخبريين مختصين من أفراد ذكور أو إناث لفئات عمرية مختلفة وبمدد إقامة مختلفة: أقل من عشر سنوات أو أقل من عشرين سنة أو أكثر من عشرين سنة وعلى مراحل. وأخذت هذه العينات إلى مخبر عيادة الدم بمشفى المواساة لإجراء اختبار التعداد واللطاخة.

2 – اختبار عينات دم لغير القاطنين تحت خطوط التوتر العالي وفي المناطق السابقة نفسها (جوبر والقابون وحي تشرين) حيث سحبت نحو (23) عينة دم من قبل المخبريين أنفسهم ومن أفراد مختلفي الجنس والعمر، وأخذت هذه العينات إلى مخبر عيادة الدم وأجريت اختبارات التعداد واللطاخة.

وبنتيجة هذه الاختبارات تبين أنه لم يتغير متوسط تعداد الكريات البيض والصفيحات الدموية والخضاب وM C V و M C H إلا بشكل بسيط كما يبين الجدول (2)

وهذا يؤكد عدم تأثير الحقول الكهرطيسية الناتجة عن خطوط التوتر العالي في تعداد الكريات للقاطنين تحتها إلا بشكل بسيط، وهذا متوافق مع نتائج الاختبارات لعينات الدم المعرضة للحقل الكهربائي في الفقرة (3 -1) والدراسات المرجعية [2],[3].

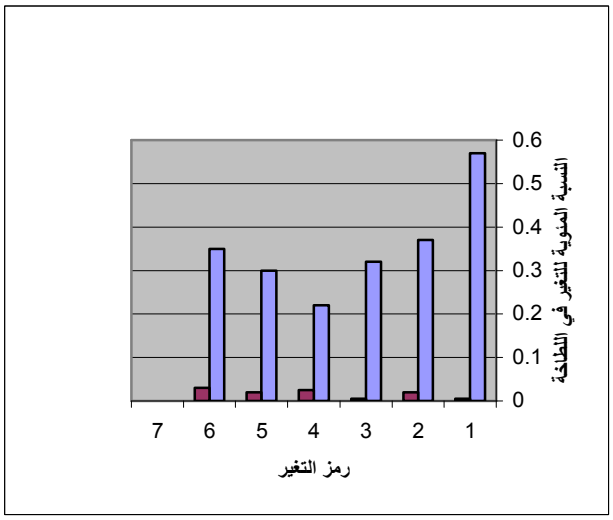
نوع التعداد	المتوسط للذكور لغير القاطنين تحت التوتر	المتوسط للإناث لغير القاطنات تحت التوتر	المتوسط للذكور القاطنين تحت التوتر	المتوسط للإناث القاطنين تحت التوتر	نسبة التغير أو الانحراف dR للذكور	نسبة التغير أو الانحراف dR للإناث
الكريات البيض u /1000* L	6.76	7.2	7.6	6.79	0.124	0.056
الصفيحات الدموية 1000/ uL*	265	311.6	263	271.28	0.007	0.129
الخضاب g/ d L	14.3	12.17	15.3	12.47	0.069	0.024
M C V	86.2	84.92	84.46	80.01	0.020	0.057
M C H	30.46	28	28.07	28.2	0.078	0.01

الجدول (2) متوسط التعداد للقاطنين وغير القاطنين تحت خطوط التوتر العالي ونسبة التغير

أما التغيرات في اللطاخة لعينات الدم المأخوذة من أفراد غير قاطنين تحـــت خطـــوط التوتر العالي فقد كانت محدودة كما يتوضح في الجدول (3) والتمثيل البيـــاني لهـــذا الجدول في الشكل (2). وهذا متوافق مع نتائج اختبارات التعداد واللطاخة الدموية غير المعرضة للحقول الكهربائية في الفقرة (2-1).

التغيرات في اللطاخة الدموية	رمز حالة التغير	النسبة المئوية للتغير عند المعرضين	النسبة المئوية للتغير عند غير المعرضين
اختلاف في شكل الكريات الحمر وحجمها	1	0.57	0.005
نقص في الصباغ	2	0. 37	0.02
وجود كريات حمر مجزأة	3	0. 32	0.006
وجود خلايا متطاولة أو دمعية	4	0.22	0.025
زيادة في اللمفاويات	5	0. 3	0.02
نقص في الصفيحات	6	0. 35	0.03

الجدول (3) التغيرات في اللطاخة الدموية للقاطنين وغير القاطنين تحت خطوط التوتر العالي

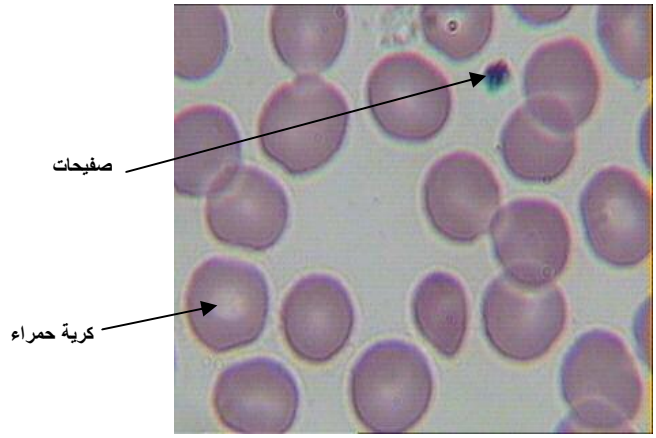


الشكل (2) التغيرات في اللطاخة الدموية للقاطنين وغير القاطنين تحت خط التوتر العالي

: التغير عند القاطنين تحت التوتر العالي

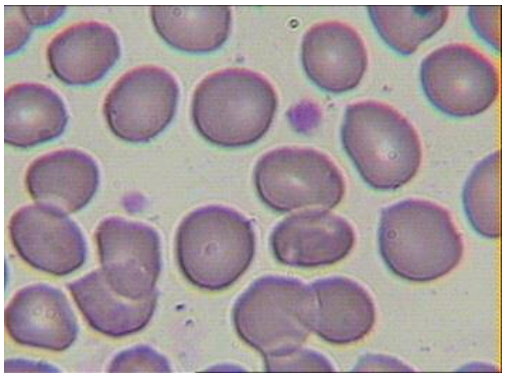
: التغير عند غير القاطنين تحت التوتر العالي

يشير الجدول (3) والشكل (2) الموضح له وجود إلى اختلاف كبير بنسبة التغير في اللطاخة بين المعرضين القاطنين وغير القاطنين تحت خطوط التوتر العالي، وقد أظهرت نتائج اختبار اللطاخة الدموية للمعرضين الأشكال (4,5,6,7,8) أن (57%) من العينات المختبرة لديها إخلاف في شكل الكريات الحمر وحجمها و(32%) لديها كريات حمر مجزأة، و(22 %) لديها خلايا متطاولة و(15 %) لديها نقص في الصفيحات الدموية. وهذا الاختلاف ناتج عن اختلاف زمن التعرض بين القاطنين المعرضين، وربما لاختلاف المناعة من قاطن إلى آخر. كما بينت هذه الاختبارات أن عددا من القاطنين تحت خطوط التوتر العالي خلال مدة طويلة لديهم مؤشرات الإصابة بالسرطان، وقد تم دعوتهم للمتابعة والمعالجة في قسم أمراض الدم بمشفى المواساة.
وتتوافق هذه النتائج المخبرية مع نتائج الدراسة الإحصائية الميدانية التي قمنا بها.
ويبين الشكل (3) شكل اللطاخة لعينات دم لأفراد غير قاطنين تحت التوتر العالي. ونلاحظ هنا عدم وجود أي تغيرات في شكل الكريات الحمر وحجمها أو نقص في الصبغيات:



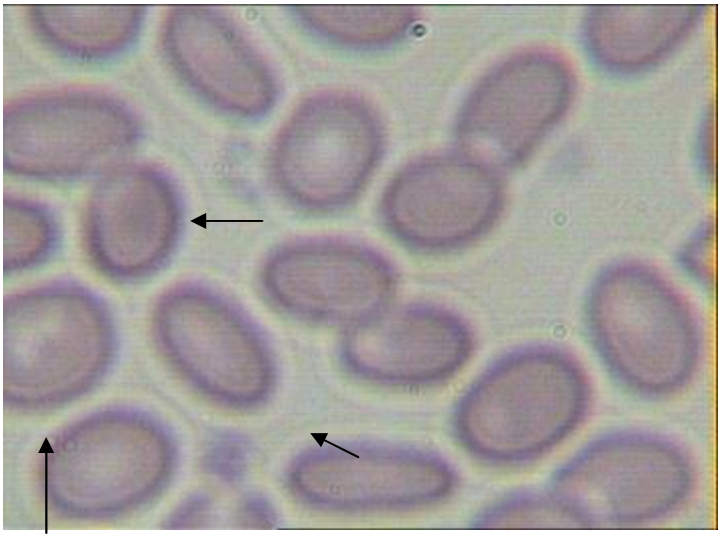
الشكل (3) لطاخة دم لفرد يقطن بعيداً عن خط التوتر العالي

ويبين الشكل (4) شكل اللطاخة لأفراد يقطنون تحت خط التوتر العالي مدة تقل عـــن عشر سنوات وقد بدت التغيرات طفيفة.



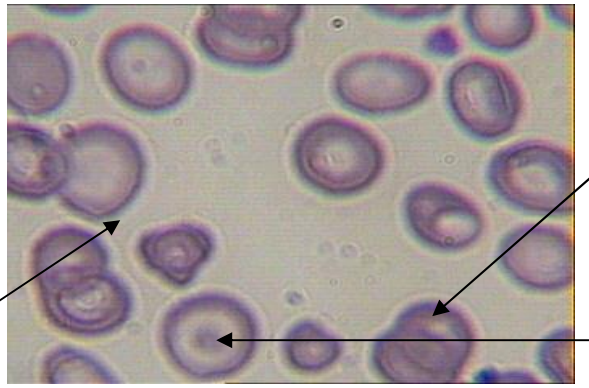
الشكل (4) لطاخة دم لفرد يقطن تحت خط التوتر العالي إقامته بسيطة

ويبين الشكل (5) لطاخة الدم لأفراد يقطنون تحت خط التوتر العالي منذ مدة زمنيـــة تتراوح بين 10 و20 عاماً، وفيها نلاحظ وجود تغيرات متوسطة، في حجم الكريـــات الحمر وشكلها ووجود خلايا متطاولة للكريات الحمر:

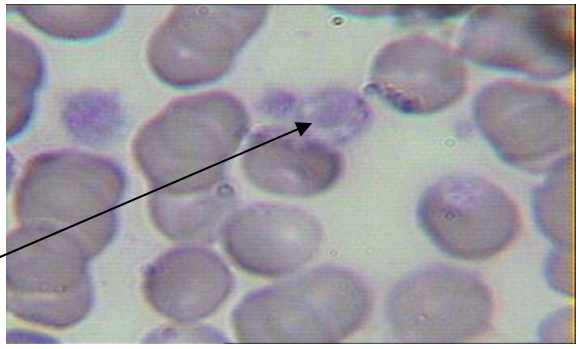


الشكل (5) لطاخة دم لفرد يقطن تحت خط التوتر العالي إقامته متوسطة

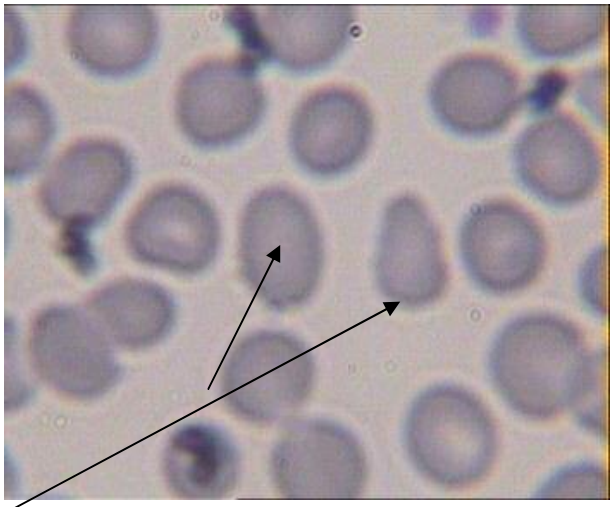
وتبين الأشكال (6,7,8) شكل اللطاخة لأفراد يقطنون تحت خط التوتر العالي مدة أطول من عشرين سنة، وجود تغيرات شديدة وواضحة في حجم الكريات الحمر وشكلها وظهور خلايا مجزأة غير منتظمة متطاولة هدبية، ونقص صباغ في بعض الكريات.



الشكل (6) لطاخة دم لفرد يقطن تحت خط التوتر العالي مدة أكثر من خمس سنوات



الشكل (7) لطاخة دم لفرد يقطن تحت خط التوتر العالي
وتبدو فيها الصفيحات الدموية كبيرة الحجم.



الشكل (8) لطاخة دم لفرد يقطن تحت خط التوتر العالي وتبدو فيه الخلايا المتطاولة.

3 - مناقشة النتائج:

بينت نتائج الاختبارات الدموية بأن تعريض عينات الـــدم الخمـــس الـــسليمة للحقـــل الكهربائي أدى إلى ظهور تغير في اللطاخة لدى العينات كلّها، ولاسيما شكل الكريات الحمر وحجمها ونقص في الصباغ ووجود خلايا متطاولة بنسبة عالية، وهذا التغيـــر غير مرتبط بازدياد قيمة شدة الحقل الكهربائي.أما تعداد الكريات البيض والـــصفيحات والخضاب فلم يتغير قبل التعرض وبعده، الجدول (1) والشكل (1).

أما نتائج اختبارات اللطاخات الدموية والتعداد لعينات دم لقاطنين تحت خطوط التوتر العالي فقد بينت وجود تغيرات في اللطاخة لدى القاطنين تحت خطوط التوتر العـــالي، تتفاوت شدتها حسب مدة الإقامة.

وقد تمثلت هذه التغيرات بالآتي:

1) باختلاف في شكل الكريات الحمر وحجمها.

2)وجود خلايا متطاولة ودمعية بنسب عالية.

3)ظهور خلايا حمراء مجزأة .

4)بينما لم يلاحظ تغير في تعداد الكريات البيض والصفيحات والخضاب وMCV وMCH لدى الذكور أو الإناث، مهما اختلفت مدة الإقامة (الجدول(2)). وبالمقابل فإن هذه التغيرات في اللطاخة كانت غير ملحوظة لدى السكان المقيمين بعيداً عن خط التوتر العالي مهما كانت مدة إقامتهم.

وبالنتيجة فإن هذه التبدلات الشكلية والحجمية في الكريات الحمر تشير إلى وجود تأثير أكيد للحقول الكهرطيسية في الخلايا دون أن تؤدي إلى فقر دم أو نقص هذه الكريات.

وهذه النتائج تدعونا إلى الاعتقاد بأن هذه التبدلات تتعلق بالمدة الزمنية التي يتعرض لها القاطن تحت خط التوتر العالي، والتي تؤدي دوراً في حدوث التبدلات السرطانية على المدى البعيد.

والخلاصة أن هذه الدراسة المخبرية بينت بشكل علمي موضوعي وجود تأثير للحقول الكهرطيسية لخطوط التوتر العالي المتناوب في صحة الإنسان في شكل الخلايا الدموية وحجمها.

Reference

1- M.F.Granger Morgan, Electromagnetic fields: The Jury's Still out, Carnegie Mellon University in Pittsburgh ,Germany ,1990.

2 -NEAL LAWRENC , Do High – Voltage Power Lines cause cancer, MIDWEST TODAY, PANORA , 1996 .

3- John E Moulder, Ph. D,. power line and cancer. F A Q s, Professor of Radiation Oncology ,Medical College of Wisconsin, Milwaukee, Wisc, U.S.A. 1997.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق: 2008/5/12.