تقييم خطورة شاشات الكمبيوتر على العين البشرية بالنسبة لمستخدميها

الباحثة – صبا عبد الزهرة عبيد القريشي
جامعة بابل- مركز بحوث البيئة

الخلاصة

تناول هذا البحث دراسة تأثير شاشة الكمبيوتر على مستخدميها ودراسة الجرع الممتصة من قبل المشاهد . درست ثلاثة عوامل مؤثرة وهي حجم الشاشة والمسافة بين المشاهد والشاشة والجرعة المستلمة وكلاهما على البالغين والأطفال . وأثبتت النتائج أن الأشعة الصادرة عن شاشة الكمبيوتر تتبع قانون التربيع العكسي وهذا يتفق مع الحقائق النظرية كون إن الأشعة المنبعثة من شاشة الكمبيوتر هي الأشعة السينية، حيث تنبعث هذه الاشعة في صورة موجات قصيرة متناهية في قصرها نحو ($1A^0$).

وتم حساب الجرعة المتلقاة من قبل المشاهد للشاشات وفق طريقة حسابية مبتكرة وطبقت على شاشات الكمبيوتر اكبر من 14 بوصة. ظهر من خلال هذه الدراسة ان الجرعة المتلقاة من قبل المشاهد تزداد بزيادة حجم شاشة الكمبيوتر. كما ظهر انه كلما قلت المسافة ازدادت الجرعة المتلقاة وخصوصا" عند المسافة اقل من 1.5 متر . ومن خلال هذه الدراسة ان الجرعة المتلقاة من قبل الطفل تكون اقل من الجرعة التي يتلقاها البالغ الا ان خطرها اكثر تأثيرا" كون ان الطفل في حالة نمو.

النتيجة المستخلصة من هذا البحث ان الاشعة الصادرة عن شاشة الكمبيوتر مضرة وان كانت بجرعات قليلة وخصوصا" على الاطفال .

Abstract

This research study addressed the impact on users of the computer screen and to study doses absorbed by the viewer. Examined three factors which influence the size of the screen, the distance between the viewer and the screen, both for adults and children. The results proved that the radiation from the computer screen, follow the inverse square law, and this is consistent with the facts theory that radiation emitted from the computer screen is the X-rays.

Dose received was calculated by the viewer of the screen according to the method of calculation applied to the innovative and computer screens larger than 14 inches. Emerged from this study that the dose received from the viewer increases with the size of the computer screen. It also appeared that less the distance increased the dose received, especially "when the distance is less than 1.5 meters. It also emerged during this study that the dose received by the child less than a danger, but the more influential that" the fact the child in the case of growth. Conclusion drawn from this study that the rays of the computer screen that was harmful in low doses, especially the "on children.

المقـــدمـة

الاشـعاع هـو انتقـال الطاقـة فـي الزمـان والمكـان مـن خـلال الموجـات والجسـيمات فـي الفـراغ والاوسـاط المادية الاخرى . ويخضع الاشعاع الى قوانين الحركة بالنسبة للطاقة وعلى الشكل الهندسي لمصدر الاشعاع ويعتمد على خواص الوسط المحيط . [1]

وهناك نوعان من الاشعة الاشعاع الموجي والاشعاع الجسيمي ، فالاشعة الموجية تشمل الاشعة الكهرومغناطيسية ابتداءا" باشعة الرادار واشعة الميزر مرورا" بالاشعة الحرارية تحت الحمراء ، ثم اشعة الضوء الاعتيادي □والاشعة فوق البنفسجية ، وانتهاءا" بالاشعة السينية واشعة كاما ذات الطاقة العالية. اما اشعة الجسيمات فتشمل الالكترونات والنيوترونات وجسيمات الفا والايونات والذرات والاشعة الكونية . [1]

اما التأين يعرف بأنه ازاحة احد الكترونات الذرة من مداره بحيث يكون ذلك الالكترون والايون الموجب الزوج الايوني (Ion pair). وكقاعدة عامة فأن نصف طاقة الاشعاع الساقط تصرف في عملية التهيج , لذلك فأن معدل الطاقة لكل جسيم أو فوتون المطلوبة لتوليد زوج أيوني تساوي حوالي ضعف جهد التأين لمادة الهدف . مثل هذه الطاقة تسمى بمعدل الطاقة لكل زوج أيوني والتي تتغير من مادة الى اخرى حيث انها تساوي 30 الكترون فولت للغازات و15 الكترون فولت للعوازل و(2-3) الكترون فولت لأشباه الموصلات .[2]

وبشكل عام فأن الأشعة التي طاقتها تتراوح بين(100 – 1000) الكترون فولت تولد عدداً كبيراً من الازواج الأيونية لكل جسيم او فوتون . ويتضح ان الأشعة السينية تعتبر اشعاعات مؤينة في حين لا تعد الأشعة فوق البنفسجية اشعاعات مؤينة , ما عدا بعض الحالات الخاصة حيث ان الاشعة فوق البنفسجية المتولدة داخل كواشف الإشعاع تولد تأيناً ثانوياً وكذلك فأن الأشعة فوق البنفسجية ذات الشدة العالية لها القابلية على تأين بعض المواد .[2]

وتمتاز الاشعة المؤينة بقدرتها على تأيين او تهيج ذرات المادة التي تتفاعل معها وذلك عندما تكون الطاقة الكامنة او طاقة فوتونات الاشعاع اكبر من الطاقة اللازمة لتهيج الالكترونات او اقتلاعها من الحزمة التكافؤية لذرة المادة .

إلا ان هذه الاشعة أقل اهمية في مجال الفيزياء الصحية وانما يتم الاهتمام بالإشعة الكهرومغناطيسية الاكثر قدرة على الاختراق وهما الأشعة السينية وأشعة كاما . وحسب المعادلة التالية: [1]

$$\mathrm{Ey} = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{12.398}{\lambda} \quad \mathrm{KeV} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث :

E_y : هي الطاقة الكامنة اللازمة لتهيج الالكترونات من الحزمة التكافؤية .

h : ثابت

c : سرعة الضوء في الفراغ ($3 * 10^8$ m / sec) .

λ : الطول الموجي للأشعة .

ν : التردد الموجي للاشعة المنبعثة.

الجـــانـب الـــنظري

راسمة الذبذبات بالاشعة الكاثودية :

ان اجهزة القياس هذه هي مألوفة لأنه لا ينتهي أي برنامج تلفزيوني ذو مادة علمية دون عرض قيم فولتية آنية على الراسمة بلأشعة الكاثودية.

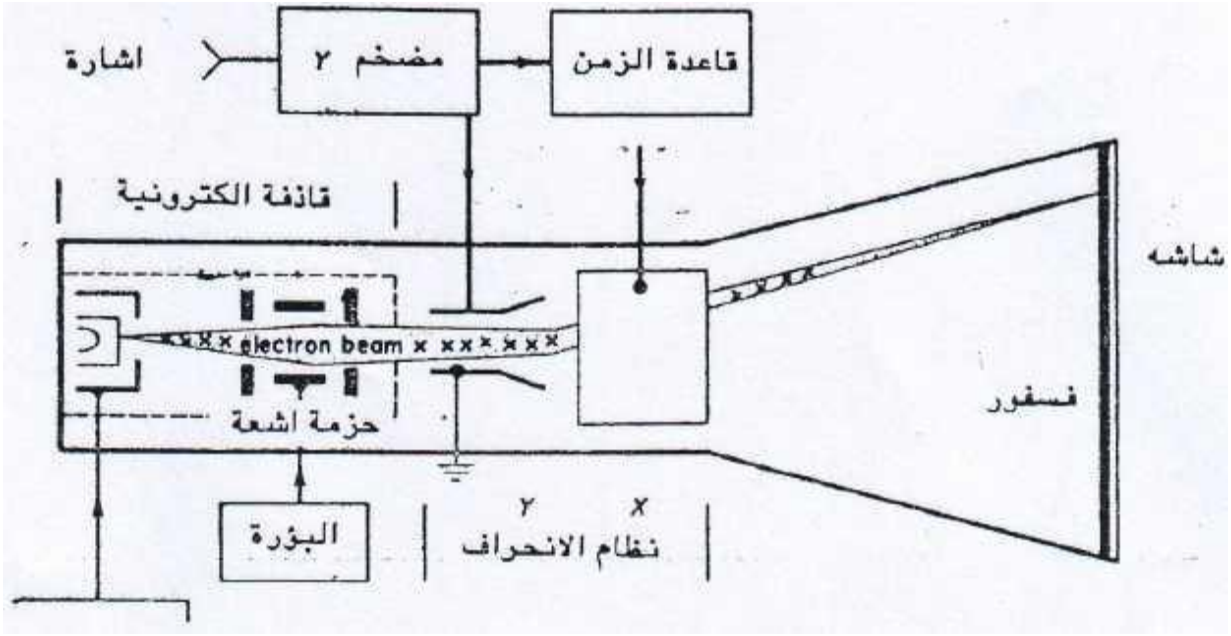
وهو جهاز قياس لا غنى عنه في أي مختبر يجب فيه مراقبة شكل الفولتيات. يضع الجهاز بدرجات تعقيد مختلفة ابتداءا" من جهاز قياس بسيط وانتهاءا" بجهاز معقد ذي عارضة رقمية. لذا ساوضح مبدأ عمل الجهاز وتعداد اجزائه :

مبدأ عملها :

تحتوي الراسمة البسيطة على انبوب للأشعة الكاثودية Cathode ray tube (C.r.t) ونظام انحراف يوضع داخل انبوبة الأشعة الكاثودية تسمى القاذفة الالكترونية electron gun وهي تطلق سيل من الإلكترونات بين صفائح الانحراف لتسقط على شاشة مطلية بالفسفور مما يؤدي إلى تكوين نقطة مضيئة يمكن السيطرة على بؤرة هذه المنطقة بتسليط فولتية مستمرة ذات مستوى معين من أقطاب الانحياز biasing electrons، وبذلك فأن السرعة القصوى لراسمة الذبذبات الكاثودية تعتمد على فرق الجهد بين الكاثود وأقطاب التعجيل accelerator electrodes للقاذفة الالكترونية .[3]

مكونات الراسمة :

1. المضخات العمودية vertical amplifiers
2. عرض X – Y X – Y display
3. مضمن z z – modulator
4. راسم الذبذبات ذات العينات sampling oscilloscope
5. فسفورات الشاشة screen phosphors



الشكل يوضح مخطط راسمة الذبذبات

مراحل تشغيل شاشة الحاسوب : [3]

1. قسم مراحل التيونر
2. قسم مراحل التردد المتوسط للجهاز والكشف والاخراج المرئي .
3. قسم مراحل الصوت .
4. قسم مراحل المسح والاخراج الراسي .
5. قسم مراحل المسح والاخراج الافقي .

بارامترات الشاشات وخواصها المميزة :

ان ضياء الشاشات يتصف بعدة بارامترات (كميات تتغير قيمتها من شاشة إلى اخرى) ومنحنيات مميزة، عدد نصوع الشاشة و طيف الاشعاع و خاصية المداومة : [4]

1. نصوع الشاشة :

ينبغي ان تصنع الشاشة من مادة متفسفرة قادرة على إعطاء نصوع كبير. وتحل مسألة اختيار المادة المتفسفرة عند تصميم وصناعة انبوب الصورة ويتحدد نصوع الانبوب الجاهز بالجهد المعجل للإلكترونات القاذفة وكثافة هذه الالكترونات . من الواضح ان النصوع يزداد بزيادة الجهد المعجل إذ ان هذا الجهد هو الذي يمدد طاقة كاتيونات الشعاع الماسح، وكلما زادت طاقة الالكترونات زاد عمق نفوذها الى داخل المادة المتفسفرة .[5]

ويتم التحكم في نصوع الشاشة بتغيير جهد الكترود التحكم طالما ان تيار الشعاع يتوقف على هذا الجهد ولذلك من المهم عملياً معرفة منحني العلاقة بين النصوع وجهد الكترود التحكم من تباين الصورة .

وتتراوح قيمة اقصى نصوع للشاشات الحاسوبية العادية بين 30-300 شمعة/م^{2}بينما يبلغ اقصى نصوع لشاشات انابيب الإسقاط بين 1000-5000 cd/m^2 ويصل احياناً الى 100000 cd/m^2 (بواسطة جهد معجل قدرة 80 كيلو فولت وشعاع كثافته 10 MA/m^2). [4,5]

2. الثابت الزمني لمداومة الشاشة ومدة المداومة :

تتصف المواد المتفسفرة عادة بأنه إذا تعرضت نقطة منها لتأثير حزمة ألكترونات ثم انقطع التأثير فأن نصوع تلك النقطة يتناقص حسب علاقة أسية تقريباً : [7]

$$Bt \approx B_0 e^{-t/\tau} \quad \text{..... (2)}$$

حيث B_0 هو النصوع في لحظة انقطاع تأثير حزمة الالكترونات .
Bt هو النصوع بعد مرور فترة t منذ لحظة انقطاع التأثير .

اما τ فهو الثابت الزمني للمداومة أي هو الفترة الزمنية التي يتضائل خلالها النصوع نسبة تساوي $\frac{1}{e} \approx 0.37$

3. فعالية التحويل والفعالية الضيائية :

ان نسبة الطاقة الضوئية التي تبعثها الشاشة الى الطاقة الكهربائية (الحركية) للإلكترونات القاذفة تسمى فعالية (كفاءة) التحويل. وتتروح قيمتها لمختلف المواد المتفسفرة بين 1(-10%) اذا كان الجهد المعجل(12-80) كيلو فولت وهي تزيد بزيادة الجهد المعجل وتنقص بزيادة كثافة تيار الشعاع، اما نسبة الشدة الضيائية لإشعاع الشاشة إلى القدرة المستهلكة (قدرة حزمة الالكترونات القاذفة) فهي تسمى فعالية (الكفاءة) الضيائية،[5] وهي تتوقف على نوع المادة المتفسفرة والجهد المعجل وكثافة تيار الشعاع، وتبلغ قيمتها للأنابيب العادية التي تعمل بجهد معجل قدره (14-18) كيلو فولت وكثافة شعاع قدرها(0,1-1) مايكرو امبير/سم^{2}حوالي 2-3 شمعة/واط إذا كانت الشاشة غير مؤلمة . و (3-5) شمعة/واط إذا كانت الشاشة مؤلمة. اما الفعالية الضيائية لأنابيب الإسقاط التي تعمل بجهد قدره (8-60) كيلو فولت وهي 8-10 شمعة/واط . [5]

4. المنة الشاشة : ان ضرورة تغطية الوجه الداخلي للشاشة بطبقة معدنية ويجب ان تكون هذه الطبقة .

1- رقيقة جداً , حيث تكون شفافة لإلكترونات القاذفة ولكن غير شفافة للأيونات .
2- غير شفافة للضوء , وملساء جداً بحيث تعكس الضوء جيداً .
3- موصلة جيداً , بحيث يكون سريان تيار الانود حراً لدرجة كافية .
4- متينة جداً , بحيث تتحمل عمليات صناعة انبوب الصورة وقذف الالكترونات ايضاً .
5-غير قابلة للتفاعل الكيميائي مع المادة المتفسفرة ولقد تبين ان طبقة رقيقة من الالمنيوم تحقق هذه المتطلبات بكاملها افضل تحقيق .[6]

خصائص تصميم انابيب الصورة :

1. ابعاد الشاشة :

ان الانسان يقيم ابعاد الصورة بالقيمة الزاوية والقيمة الزاوية لمقاس الصورة هي قيمة الزاوية بين الاشعة الواردة الى حدقة عين الانسان من النقاط الواقعة في اهداف الصورة وهكذا اذا شاهدنا الصورة ذات الارتفاع 10 سم , 24سم , 3م من المسافات 1م , 2,4م , 30م على الترتيب فان مقاسات تلك الصور تبدو لنا متساوية .[4]
وتمتاز الشاشات العصرية (التي قطرها 47 – 63سم) بانها ذات شكل مستطيل يسمح بالحصول على مقاس الصورة المطالب بأقل ابعاد خطية للشاشة . [4,6]

2. زاوية انحراف الشعاع الضوئي الالكتروني :

ان تصغير حجم جهاز الحاسوب بدون تقليل مقاس الشاشة يتطلب تقصير طول انبوب الصورة ويتم هذا بزيادة الجزء المخروطي من الانبوب اي زاوية الانحراف التي تسمح بها . [8]

3. نسبة الشكل :

مما تعارف عليه في أنظمة الحاسوب ان تكون نسبة الشكل اي نسبة عرض الصورة الحاسوبية الى طولها تساوي $\frac{4}{3}$ ولكن الاعتبارات التكنولوجية استلزمت ان تصمم الانابيب ذات الزاوية 110° بنسبة شكل $\frac{5}{4}$ بدلاً من $\frac{4}{3}$ واذا ضبط ارتفاع الصورة بحيث يساوي ارتفاع الشاشة , فان عرض الشاشة التي نسبة شكلها $\frac{5}{4}$ لن يتسع لعرض الصورة المرسلة بنسبة شكل $\frac{4}{3}$ بل ستبقى حوالي

6% من عرض الصورة خارج نطاق الشاشة ويمكن تفادي هذا بتطبيق عرض الصورة ولكن تضييق العرض مع المحافظة على الارتفاع يسبب تشويهات هندسية ويمكن الاستفادة من الوقت الذي يجري اثناء ارسال اشارة الصورة بدون ان يعاد انتاجها في الانابيب ذات نسبة شكل $\frac{5}{4}$ اضافة الى الفترة التي لا يجري خلالها ارسال اشارة الصورة (وتبلغ حوالي 14% من دور المسح الافقي) زيادة ارتداد الشعاع في تلك الانابيب (حتى حوالي 22% من دور المسح الافقي) .[9]

4. الخصائص التكنولوجية :

يتكون الانبوب من التحام ثلاثة اجزاء هي العنق والجزء المخروطي وقعر الانبوب . وتصنع الشاشة من نوع خاص من الزجاج (يفضل ان يكون من الزجاج الغامق) ويغطى زجاج الشاشة من الداخل بطبقة متفسفرة وطبقة من الالمنيوم ايضاً ويصنع الجزء المخروطي من نوع خاص من الزجاج او من نوع من الفولاذ يمكن لحمه جيداً مع الزجاج , ويبقى ان يتصف زجاج الانبوب بالمتانة الكهربائية اللازمة (لمنع تسريب الجهد العالي جداً ولتفادي حدوث انهيار كهربائي) والمتانة الميكانيكية الضرورية ايضاً ويجب ان تكفي المتانة الميكانيكية لتحمل الضغط الجوي الذي يساوي $N/^{m2}$ إذ أن هذا الضغط يؤثر على الشاشة التي يبلغ قطرها 47 سم بقوة تزيد عن الطن .[10]

5. انفجار الانابيب والوقاية منها :

رغم ان انابيب الصورة تصمم بحيث تكون قادرة على تحمل الضغط الجوي يمكن ان تنفجر هذه الانابيب بنتيجة التشققات والصدمات التي تتعرض لها (عند التصليح مثلاً) ويمكن ان يحدث الانفجار فجأة عند حدوث تغيرات غير متوقعه في درجة الحرارة والرطوبة والضغط الجوي وعندما يحدث الانفجار يتحول الانبوب الى شظايا صغيرة تتطاير في شتى الجهات فتؤذي المشاهدين كما تضر بالمكونات الاخرى للجهاز.[9,10]

الجانـــب العمـــلي

النتائج والحسابات

من خلال قانون التربيع العكسي فإذا اعتبرنا المصدر المشع نقطيا" فأن الاشعة تتوزع على المساحة السطحية لكرة نصف قطرها r حيث $I / 4 \Pi r^2$ = مقدار الجرعة المستلمة $1\ cm^2$ من الشدة

وحيث إن r هي المسافة بين المشاهد والشاشة .

وباعتبار أن شدة الأشعة لها علاقة بالجرعة

$Dose \alpha I \Longrightarrow D = a I$

حيث : (a) هو ثابت التناسب

$D = a / 4 \Pi d^2 \Longrightarrow D = CONSTANT / d^2$

$D (Dose) = A^* 1 / d^2$

من العلاقة اعلاه نلاحظ ان الجرع المستلمة من قبل المشاهد تتناسب عكسيا" مع مربع المسافة ، وهذا يعني ان الاشعة السينية تتبع قانون التربيع العكسي.

ومن قيمة الجرعة المستخرجة من دراسة سابقة للشاشة 14 بوصة والتي قيمتها 0.18 مايكرو سيفرت حسبت الجرعة لشاشات الحاسوب وفق طريقة حسابية مبتكرة كالاتي: [11]

وفق نظرية فيثاغورس $\Longleftarrow$ $C^2 = b^2+a^2$

واذا اعتبرنا ان الشاشة تقترب من الشكل المربع لذلك سيكون (a=b) وبذلك تكون العلاقة :

$C^2 = 2\ a$

وحيث إن (a) ضلع المربع الذي يمثل الشاشة لذلك ستكون مساحة شاشة الحاسوب (a^2) كالآتي :

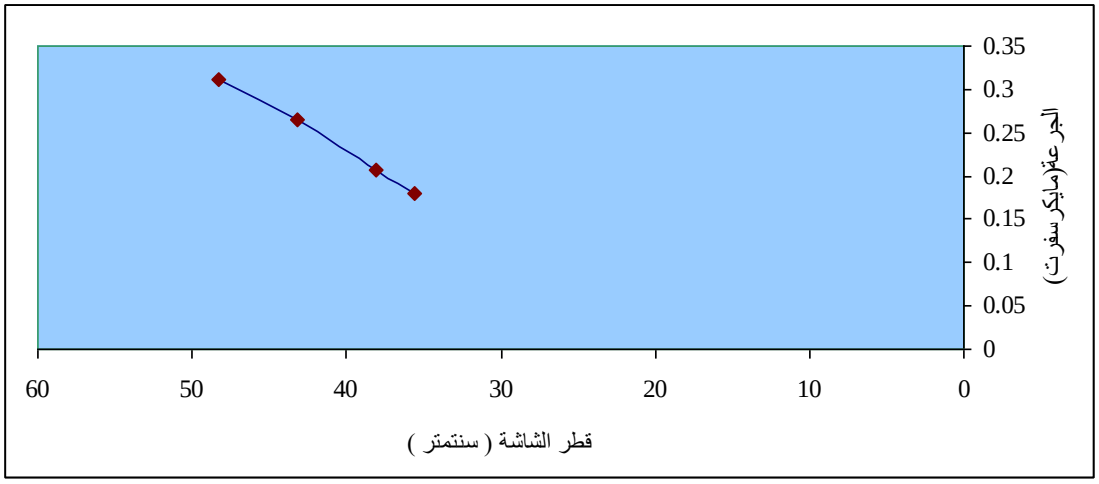
$a^2 = 0.5\ C^2$

حيث : (C) قطر شاشة الحاسوب ، (1) بوصة = (2.54000) سنتمتر

1- دُرست العلاقة بين قطر شاشة الحاسبة بوحدات السنتمتر والجرعة المستلمة بوحدات (مايكروسيفرت) ولمسافة 1 متر، علما" أن الشاشات هي (14،15،17،19) وكانت بقياس البوصة وتم تحويلها الى وحدات السنتمتر ليتم مقارنتها مع مساحة الشاشة بوحدات السنتمتر المربع وكانت النتائج كما تظهر في الجدول (1) .

الجرعة (مايكروسيفرت)	قطر الشاشة (سنتمتر)	مساحة الشاشة (سنتمتر مربع)
0.18	35.56	612
0.206	38.1	703
0.265	43.18	903
0.311	48.26	1128

[1] جدول (1)



شكل (1) العلاقة بين قطر الشاشة والجرعة المستلمة

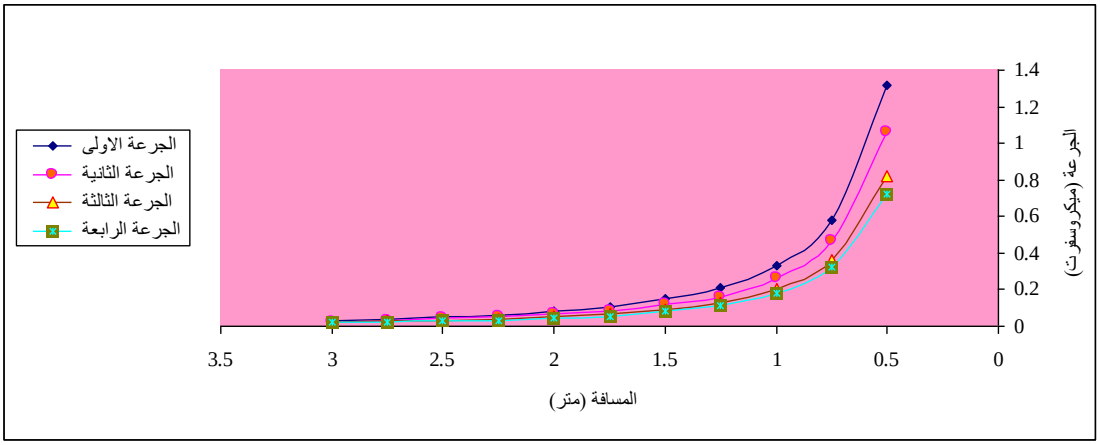
2- دُرست العلاقة بين الجرعة المستلمة من قبل المشاهد (مايكروسيفرت) مع تغيير المسافة ولمسافة من (0.5 متر الى 3 متر) وظهرت النتائج كما تبدو في الجدول (2)

المسافة (متر)	الجرعة الاولى للشاشة 14 (مايكروسيفرت)	الجرعة الثانية للشاشة 15 (مايكروسيفرت)	الجرعة الثالثة للشاشة 17 (مايكروسيفرت)	الجرعة الرابعة للشاشة 19 (مايكروسيفرت)
0.5	0.72	0.824	1.06	1.324
0.75	0.32	0.36	0.47	0.58
1	0.18	0.206	0.265	0.331
1.25	0.11	0.13	0.16	0.21
1.5	0.08	0.0915	0.1177	0.1471
1.75	0.05	0.067	0.08	0.108
2	0.045	0.0515	0.06625	0.08275
2.25	0.03	0.04	0.05	0.06
2.5	0.028	0.03296	0.0424	0.05296
3	0.02	0.022	0.03	0.04

[2] جدول (2)

[1] الجدول (1) يبين العلاقة بين قطر شاشة الحاسبة (سنتمتر) على المحور السيني والجرعة المستلمة من قبل المشاهد (مايكروسفرت) على االمحور الصادي

[2] الجدول (2) يبين العلاقة بين المسافة (متر) على المحور السيني و الجرعة المستلمة (مايكروسيفرت) من قبل المشاهد على المحور الصادي .



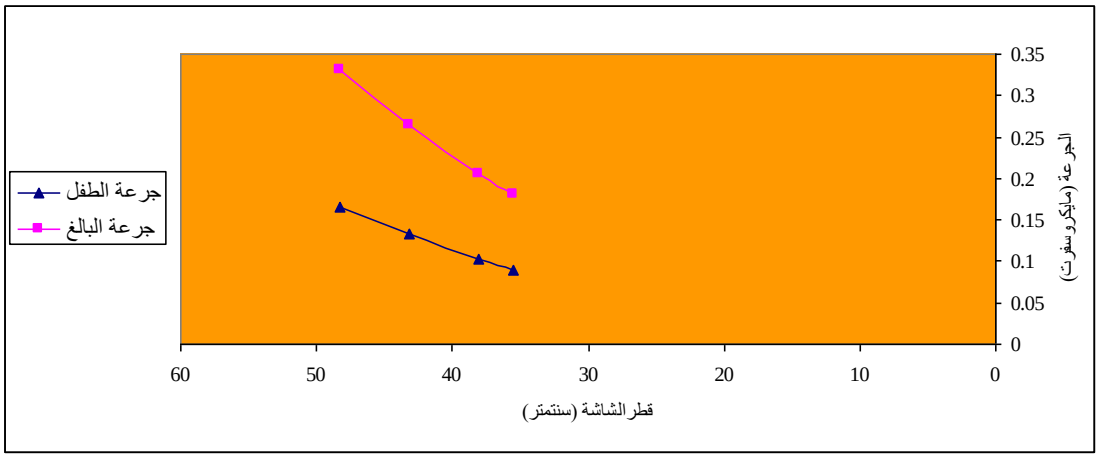
شكل (2) العلاقة بين المسافة والجرعة المستلمة

3- دُرست العلاقة بين الجرعة المستلمة من قبل المشاهد في حالة البالغ والطفل وباعتبار ان المساحة السطحية لجسم الطفل اصغر من المساحة السطحية لجسم البالغ (اعتبرت معدل المساحة السطحية لجسم الطفل 0.5 معدل المساحة السطحية لجسم البالغ) كانت النتائج كما تظهر في الجدول (3) .

قطر الشاشة (سنتمتر)	الجرعة للبالغ (مايكروسيفرت)	الجرعة للطفل (مايكروسيفرت)
35.56	0.18	0.09
38.1	0.206	0.103
43.18	0.265	0.1325
48.26	0.331	0.1655

جدول (3) [3]

[3] الجدول (3) يبين العلاقة بين قطر الشاشة (سنتمتر) على المحور السيني والجرعة المستلمة (مايكروسفرت) للطفل والبالغ على المحور الصادي .



شكل (3) العلاقة بين قطر الشاشة والجرعة المستلمة للطفل والبالغ

المناقشة والاستنتاجات :

1- عند رسم العلاقة بين حجم الشاشة والكمبيوتر والجرعة المستلمة منها نلاحظ من الرسم ان العلاقة طردية بين الجرعة المستلم وحجم الشاشة أي ان الجرعة المستلمة تزداد كلما زاد حجم الشاشة ونستنتج انه في الحجوم الكبيرة تكون الجرعة الممتصة كبيرة .

2- عند رسم العلاقة بين المسافة التي يجلس بها المشاهد عن الشاشة والجرعة المستلمة من الشاشة نلاحظ أنه : أ . في المسافات الأقرب من (1.5 m) فان الجرعة تزداد بصورة كبيرة عند صغر المسافة اي عند اقتراب المشاهد من شاشة الكمبيوتر . ونستنتج انه عندما تكون المسافة بعيدة فانه عند اقتراب المشاهد من الشاشة فان الجرعة تزداد زيادة قليلة ولكن في المسافات القريبة فانه عند اقتراب المشاهد من الشاشة فان الجرعة الممتصة تزداد زيادة كبيرة .
ب . في المسافات الابعد من (1.5 m) فأن الجرعة تزداد بصورة قليلة عند صغر المسافة .

3- عند رسم العلاقة بين حجم شاشات الحاسبة والجرعة الممتصة بالنسبة للطفل والبالغ نلاحظ انه في الطفل تكون الجرعة الممتصة اصغر من الجرعة الممتصة من قبل البالغ (لأنه اعتبرنا مساحة سطح الطفل المعرضة للإشعاع هي نصف مساحة سطح البالغ) ولكنه الجرعة الممتصة من قبل الطفل رغم صغرها الا انها تكون مؤثرة بصورة اكبر من الجرعة الممتصة من قبل البالغ وذلك لان خلايا جسم الطفل تكون في مرحلة النمو . ونستنتج من ذلك انه الطفل يجب ان يكون على مسافة ابعد عن الشاشة من البالغ .

4- ظهر و من خلال هذه الدراسة ان الاشعة الصادرة من شاشة الحاسوب لها ضرر مؤكد مهما صغرت الجرعة المتلقاة من قبل المشاهد .

التوصيات :

1) يجب الحذر من الشاشات الكبيرة ويفضل استخدام الشاشات المتوسطة الحجم .
2) يجب الابتعاد قدر الامكان عن شاشة التلفاز والكمبيوتر وبأكبر مسافة ممكنة .
3) يجب وضع فلترات على الشاشات ذات الاشعاعات العالية .
4) يجب الانتباه على مكان جلوس الطفل بالنسبة للشاشة .

المصادر:

1- د. بهاء الدين حسين معروف، الوقاية من الاشعاعات المؤينة، منشورات منظمة الطاقة الذرية العراقية 1989 .
2- د.خالد عبيد الاحمد , الفيزياء الصحية، دار الكتب للطباعة والنشر، الموصل 1993 .
3- د. محمد فاروق احمد ، د.احمد محمد الربيع اسس الفيزياء الاشعاعية ، النشر العلمي والمطابع ، جامعة الملك سعود ، الطبعة الاولى 1989، الطبعة الثانية 1998 .
4- د. عذاب طاهر نعميش الكناني ، د. اسعد محمد جعفر الخفاجي ، الكشف عن الاشعاعات المؤينة ، طُبع على نفقة منظمة الطاقة الذرية العراقية 1990 .
5- ترجمة د.م داخل حسن جريو ، م . عبد العظيم عبد الكريم علي، المدخل الى اجهزة القياس وانظمتها، مطبعة دار الحكمة ، جامعة البصرة 1991 .
6 - SyedNaeem Ahmed : Physics and Engineering of Radiation Detection ,2007 , Queen's University , Kingston , Ontario .
7- د. يحيى نوري الجمال , فيزياء الحالة الصلبة ، دار الحكمة للطباعة والنشر الموصل 1990م .
8- ترجمة د. عصام ميخائيل يوكستسيكوف، التلفزيون (الملون والاسود) ، بيروت مكتبة النهضة، بغداد.
9- أنجق ، أسامة، الوقاية الإشعاعية في مجال التشخيص الشعاعي، االجمهورية العربية السورية، 2010 .
10- م. يزيد يوسف ثابت، اجهزة التلفزيون الترانستور، منشورات التحرير 1990 .
11- د. عدنان حمود الاعرجي ، دراسة تأثير الاشعاع الصادر من اجهزة الحاسوب ، جامعة بابل، 2009.

الهوامش :

[1] الجدول (1) يبين العلاقة بين قطر شاشة الحاسبة (سنتمتر) على المحور السيني والجرعة المستلمة من قبل المشاهد (مايكروسفرت) على االمحور الصادي .

[2] الجدول (2) يبين العلاقة بين المسافة (متر) على المحور السيني و الجرعة المستلمة (مايكروسيفرت) من قبل المشاهد على المحور الصادي .

[3] الجدول (3) يبين العلاقة بين قطر الشاشة (سنتمتر) على المحور السيني والجرعة المستلمة (مايكروسفرت) للطفل والبالغ على المحور الصادي .