



SY9800508

**SYRIAN ARAB REPUBLIC  
ATOMIC ENERGY COMMISSION ( AECS )  
DAMASCUS, P.O. BOX 6091**



**REPORT ON FIELD RECONNAISSANCE EXPERIMENT  
DEPARTMENT OF RADIATION AGRICULTURE**

**A COMPARISON OF DIFFERENT NEUTRON PROBES  
CALIBRATION METHOD FOR THE SOIL SURFACE AND  
THEIR RADIATION EFFECT ON THE USERS .**

**DR. AWADIS ARSLAN  
ENG. ABDUL KARIM RAZZOUK  
ENG. FARID AL-AIN**

*R*

**AECS - A \ RRE 39**

**AUGUST 1996**

**i 29 - 09**



SY9800508



الجمهورية العربية السورية  
هيئة الطاقة الذرية  
دمشق - ص.م. ٦٠٩١

## تقرير عن تجربة استطلاعية حقلية قسم الزراعة الإشعاعية

دراسة أداء أجهزة مختلفة للتشتت النتروني  
في قياس المحتوى المائي للطبقة السطحية من التربة

الدكتور أواديس أرسلان  
المهندس عبد الكريم رزوق  
المهندس فريد العين

الجمهورية العربية السورية  
هيئة الطاقة الذرية  
قسم الزراعة الإشعاعية

دراسة أداء أجهزة مختلفة للتشتت النيوتروني  
في قياس المحتوى المائي للطبقة السطحية من التربة

الدكتور أواديس أرسلان  
المهندس عبد الكريم رزوق  
المهندس فريد العين

آب ١٩٩٦

هـ ط ذ س - ز / ت ت إ ٣٩

حقوق النشر :

يسمح بالنسخ والنقل عن هذه المادة العلمية للاستخدام الشخصي بشرط الإشارة إلى المرجع ، أما النسخ والنقل لأهداف تجارية فغير مسموح بهما إلا بموافقة خطية مسبقة من إدارة الهيئة .

## قائمة بمحتويات التقرير :

- ملخص
- مفتاح الكلمات
- المقدمة
- المواد والطرائق
- النتائج والمناقشة
- كلمة شكر
- المراجع
- المرفقات ( جداول و أشكال )

دراسة أداء أجهزة مختلفة للتشتت النتروني في قياس المحتوى المائي للطبقة السطحية من التربة .

اعداد

د. أواديس أرسلان م. عبد الكريم رزوق م. فريد العين

هيئة الطاقة الذرية - قسم الزراعة الإشعاعية - دائرة تغذية النبات .

### ملخص :

إن استخدام تقنية التشتت النتروني في تقدير رطوبة الطبقة السطحية من التربة غير شائعة بسبب تسرب جزء كبير من الأشعة من سطح التربة. ومن الصعب جداً الحصول على معادلة معايرة لهذه الطبقة بمعامل ارتباط عالي وجيد عند استخدام جهاز التشتت النتروني العميق . لهذا السبب فإنه مهم جداً تحديد معادلة معايرة لجهاز التشتت النتروني العميق عند الطبقة السطحية للتربة الزراعية . مقارنة أداء التقنيات المختلفة إحصائياً والتعرض الإشعاعي عند تقدير المحتوى المائي في الطبقة السطحية قمنا في هذه الدراسة باختبار ثلاثة مواقع في شمال ووسط وجنوب سورية استخدم فيها خمسة طرز مختلفة من أجهزة التشتت النتروني مع مهايئات متنوعة خاصة بالقراءة السطحية، أما بالنسبة لقياس التعرض الإشعاعي فقد استخدم جهاز Victoreen - 4884 لقياس التعرض للنترونات وجهاز Saphymo SPP-2-NF لقياس التعرض لأشعة غاما . حددت منحنيات المعايرة في كل موقع باستخدام الطرز المختلفة من أجهزة التشتت النتروني العميق و بوجود كل من المهايئات ( Adapters ) الخاصة بالقراءة السطحية التابعة لكل من شركة Solo وشركة CPN وأيضاً بوجود عدد مختلف من قوالب التيفال البلاستيكي المصنعة محلياً التي استخدمت كمهايئات ( Adapters ) . ازدادت قراءات جهاز التشتت النتروني العميق بازدياد عدد قوالب التيفال المتوضعة على سطح التربة وذلك بسبب التقليل من نفاذ أو تسرب الأشعة من خلال الطبقة السطحية للتربة إلى الخارج ؛ كما أن القاطع الناتج عن تحليل الارتباط بين نسبة العد ( CR ) مع النسبة المئوية للرطوبة الحجمية كان ينخفض بازدياد عدد تلك القوالب المتوضعة على سطح التربة وحول إنبوب جهاز التشتت النتروني العميق وذلك في كل المواقع المدروسة . أدى استخدام المهايئة الخاصة بشركة Solo أو القالب ذو السماكة 4.8 سم مع أي جهاز من أجهزة التشتت النتروني العميق إلى رفع قيم معامل الارتباط مقارنة مع استخدام جهاز Troxler 3401-B السطحي أو باستخدام جهاز CPN 503 العميق المرفق معه مهايئة قراءة الطبقة السطحية من التربة الخاصة به . كان التعرض الإشعاعي أكبر عند استخدام جهاز الكثافة والرطوبة السطحي (  $53.242 \text{ mSv / Year}$  ) منه عند استخدام جهاز CPN العميق مع المهايئة الخاصة به (  $0.671 \text{ mSv / Year}$  )، وإن أقل تعرض كان مع جهاز التشتت النتروني العميق بوجود المهايئات لقراءة

الطبقة السطحية من التربة [ القوالب البلاستيكية ( 0.311 mSv / Year ) ] عند استخدام جهاز CPN 503 وذلك على مسافة 50 سم من الجهاز . أثبتت هذه الدراسة إمكانية قياس المحتوى الرطوبي للطبقة السطحية باستخدام أجهزة التشنت النتروني العميق مع القوالب البلاستيكية وبدون خطر الوصول إلى عتبة الجرعة الإشعاعية الممتصة المسموح بها ؛ علاوة على ذلك فإن استخدام منحني المعايرة الخاص بالطبقة السطحية للتربة تتطلب معرفة جيدة ودقيقة لمركز قياس الطبقة السطحية .

## مقدمة :

على الرغم من أن استعمال أجهزة التشنت النتروني في قياس رطوبة الطبقات تحت السطحية من التربة أصبحت أكثر شيوعاً وأقل حساسية للتداخل مقارنة بالتقانات الأخرى ( Sandor 1989 ) إلا أن استعمالها في تقدير رطوبة الطبقة السطحية من التربة أقل شيوعاً وذلك بسبب خشية مستعملي أجهزة التشنت النتروني من التعرض للأشعة الصادرة من الطبقة السطحية وخصوصاً في الترب الجافة وذلك بسبب زيادة حجم كرة التأثير في الترب الجافة ( Fallaros et al. , 1993 ) وكذلك هناك صعوبة في الحصول على منحنيات معايرة للطبقة السطحية بمعامل ارتباط مقبول . وجد ( Gee et al. , 1977 ) على سبيل المثال إن استخدام الأفلام الإشعاعية تعطي قيم تعرض للإشعاع أقل من الواقع في حين أظهرت الأفلام البيئية توافقاً مع الأرقام الحقيقية للتعرض الإشعاعي . كما وجد ( Filipovic 1979 ) أنه لا يمكن الحصول على قراءات رطوبة لمقطع التربة أدق من الحالة التي تؤخذ فيها قراءة لكل 15 سم من المقطع . ويمكن إستعمال طريقة ( ارسلان - رزوق 1994 ) لمعايرة جهاز تشنت النترونات عندما يكون المحتوى المائي للتربة تابع لأكثر من متحول واحد أي عندما يكون هناك تغير أفقي أو عمودي لخصائص التربة ، كإختلاف النسبة المئوية للجبس مع العمق . تتميز أجهزة التشنت النتروني في الوقت الحاضر بقدرتها على التتبع المستمر لتطور جبهسة الإبتلال مع الزمن ( Iris 1985 ) . أظهر ( Lewandowski 1973 ) فوائد إستعمال نسيج زجاجي يوضع على سطح التربة لزيادة دقة القراءات بجهاز التشنت النتروني في الطبقة السطحية للتربة وذلك بإستعمال حمض البوريك كوسط تؤخذ فيه القراءات بدلاً من إستعمال التربة في البرميل . وشرح ( Grant 1975 ) طريقة لحساب معاملات التصحيح لأجهزة التشنت النتروني في قياس رطوبة الطبقة السطحية وذلك من عدة قراءات مأخوذة على أعماق مختلفة قبل وبعد إزاحة طبقة بسماكة 10 سم من التربة . وعند اتباع طريقته هذه يفترض وجود قطاع ذو محتوى رطوبي متجانس .

في هذه الدراسة سوف ننشئ عدة منحنيات معايرة للطبقة السطحية من التربة حقلياً وذلك بإستعمال أجهزة مختلفة للتشنت النتروني مع تطبيق مهايئات مختلفة وستتم مقارنة هذه المنحنيات إحصائياً وكذلك

ستدرس الجرعة الإشعاعية التي يتعرض لها المستخدم خلال أوقات عمل محددة وذلك بغرض دراسة مدى ملائمة الطرق الإشعاعية المختلفة في تقدير رطوبة الطبقة السطحية من التربة .

### السود والظسراتق :

تم إختيار ثلاثة مواقع لإجراء الدراسة :

- الموقع الأول، شمال سورية ( محطة صربايا ) حوالي 30 كم جنوب غرب مدينة حلب خط عرض  $36^{\circ}05'$  شمالاً وخط طول  $36^{\circ}55'$  شرقاً وإرتفاع حوالي 300 م عن سطح البحر ، التربة فيها سلتية طينية القسوام من نوع Vertisol ( جدول 1 ) .

- الموقع الثاني، وسط سورية ( محطة تيزين ) حوالي 20 كم شمال غرب مدينة حماه خط عرض  $35^{\circ}30'$  شمالاً وخط طول  $33^{\circ}6'$  شرقاً وإرتفاع حوالي 150 م عن سطح البحر ، التربة فيها طينية القسوام من نوع Vertisol ( جدول 1 ) .

- الموقع الثالث، جنوب سورية (محطة جلين) حوالي 20 كم شمال غرب مدينة درعا خط عرض  $32^{\circ}40'$  شمالاً وخط طول  $35^{\circ}59'$  شرقاً وإرتفاع حوالي 400 م عن سطح البحر ، التربة فيها سلتية القوام من نوع Vertisol ( جدول 1 ) .

جرى تجهيز / 9 / مساكب في كل موقع بأبعاد  $2.5 \times 2.5$  م وذلك خلال صيف 1995 وزرع أنبوب للسبر النتروني المصنوع من مادة الألمنيوم في مركز كل مسكبة لع عمق 75 سم . وتمت إضافة 20 سم ماء لكل مسكبة بفواصل زمنية مقدارها كل يومين لكي نحصل بعد 16 يوم على مجال واسع من المحتوى الرطوبي في الطبقة السطحية للتربة في المساكب المختلفة . والجدول ( 1 ) يظهر بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للطبقة السطحية من التربة في هذه المحطات .

أستعمل في إجراء هذا البحث أجهزة التثنت النتروني التالية :

- في محطة صربايا: (1) جهاز Troxler 3323 العميق ( $^{241}\text{Am} - \text{Be}$ ) كمنبع للنترونات وبطاقة 10 ميلي كوري) .

(2) جهاز Troxler 3401-B السطحي ( $^{241}\text{Am} - \text{Be}$ ) كمنبع للنترونات وبطاقة 10 ميلي كوري)

و (  $^{137}\text{Cs}$  كمنبع لأشعة غاما وبطاقة 8 ميلي كوري ) .

(3) جهاز CPN 503 العميق ( $^{241}\text{Am} - \text{Be}$ ) كمنبع للنترونات و بطاقة 50 ميلي كوري ) .

(4) جهاز CPN 503 العميق مع مهائة القراءة السطحية الخاصة به .

- في محطة تيزين: (1) جهاز Troxler 4300 العميق ( $^{241}\text{Am} - \text{Be}$ ) كمنبع للنترونات وبطاقة 10 ميلي كوري) .

(2) جهاز Troxler 3401-B السطحي .

(3) جهاز CPN 503 العميق .

(4) جهاز CPN 503 العميق مع مهائة القراءة السطحية الخاصة به.

- في محطة جلين: (1) جهاز Troxler 3401-B السطحي .

## 2) جهاز CPN 503 العميق .

### 3) جهاز CPN 503 العميق مع مهينة القراءة السطحية الخاصة به.

إضافة للتغير في مواقع التجربة ، والتغير في أجهزة التشتت النتروني المستخدمة ، استخدمت عدة طرز من المهائيات (Adapters) . الأول من صنع شركة Solo الفرنسية وهي عبارة عن مخروط دوراني من التيفال البلاستيكي سماكته العظمى 5 سم مثقوبة المركز بثقب يتسع لأنبوب أجهزة السبر النتروني ، والثاني من صنع شركة CPN الأمريكية وهو عبارة عن حيز إسطواني بحجم مسبار جهاز تشتت النترونات طراز CPN 503 مغطى من الأعلى بتيفال بلاستيكي ومن الأسفل بمادة لاتبطن ، النترونات بشكل كبير ، يتوضع الحيز الإسطواني في صندوق بشكل متوازي المستطيلات ، يشبه الشكل الخارجي لجهاز تشتت النترونات من طراز CPN 503 . كما استعملت مهائيات من صنع الباحثين وهي عبارة عن ألواح من التيفال البلاستيكي بأبعاد  $15 \times 30$  سم وبسماكة 0.8 سم وفي مركزها ثقب يتسع لأنبوب جهاز تشتت النترونات . وقد استخدمت ستة من هذه الألواح ( مهائيات ) بالسماكات التالية: 0.8 , 1.6 , 2.4 , 3.2 , 4.0 , 4.8 سم وتم الحصول على هذه السماكات من تطبيق الألواح فوق بعضها ( شكل 1 ) . تم أخذ قراءات الرطوبة بواسطة الأجهزة المذكورة أعلاه والمتوفرة في كل محطة بوضع مركز القياس على عمق 7.5 سم وباستعمال قوالب التيفال البلاستيكي بشكل متزايد أي مع قالب واحد بسماكة 0.8 سم ثم مع قالبين بحيث تصبح السماكة 1.6 سم ومن ثم مع ثلاثة قوالب وهكذا لتصل السماكة إلى 4.8 سم بوجود ستة قوالب من التيفال البلاستيكي ، وباستعمال المهائيات الخاصة بالطبقة السطحية والتابعة لكل من شركتي Solo و CPN ، وبنفس الوقت تم قياس كمية الجرعة التي يتعرض لها مستعمل الجهاز وعلى مسافات مختلفة من جهاز التشتت النتروني . استخدم لأخذ قراءات الإشعاع جهاز ( Saphymo SPP-2-NE ) من أجل أشعة غاما وجهاز ( Victorean - 4884 ) من أجل النترونات الحرارية . تم أخذ ثلاثة عينات ترابية من حول أنبوب الألمنيوم و تحت مركز أخذ القراءات لكل من جهازي التشتت النتروني Troxler 3401-B و CPN 503 عند وجود المصدر المشع في المهائة المخصصة لأخذ القراءة السطحية. كان حجم العينة الترابية الأسطوانية غير المفككة المأخوذة 577 سم<sup>3</sup> . حيث تم حساب النسبة المئوية للرطوبة الحجمية فيها ( % θV ) ، من جداء الكثافة الظاهرية بالرطوبة الوزنية المقدرة بطريقة التجفيف بالفرن حتى ثبات الوزن ، وذلك لحساب مدى ارتباطها مع نسبة العد لجهاز التشتت النتروني ( CR ) وهي عبارة عن ناتج قسمة القراءة عند عمق 7.5 سم على القراءة في الواقسي أو القراءة القياسية .

تم تقدير معامل الإنحدار لمنحنيات المعايرة من الدرجة الأولى بين نسبة العد والنسبة المئوية للرطوبة الحجمية في كل حالة من الحالات المذكورة سابقاً لمقارنة منحنيات المعايرة إحصائياً. أما بالنسبة لدراسة التعرض الإشعاعي فقد تم حساب كمية التعرض الإشعاعي لمدة ساعة عمل واحدة ، ولمدة اسبوع عمل ( 36 ساعة )



ولسنة عمل ( 1800 ساعة ) وذلك لمقارنة قيم التعرض المتحصل عليها في هذه الدراسة مع المعايير الدولية المسموح بها للتعرض بالإشعاع .

### النتائج والمناقشة :

تظهر الجداول ( 2, 3, 4 ) قيم CR بدلالة الرطوبة الحجمية للطبقة السطحية باستخدام الأجهزة المختلفة المتوفرة في المحطات الزراعية و باستعمال أعداد مختلفة من قوالب التيفال البلاستيكية ( المهايئات Adapters). حيث يلاحظ إزدياد في قيم CR مع زيادة عدد القوالب المستعملة عند قياس رطوبة الطبقة السطحية من التربة وذلك بسبب قلة الأشعة التي تنفذ من التربة الى الهواء . ولوحظ أن زيادة المحتوى المائي في التربة السطحية يؤدي لزيادة الـ CR ( الجداول 2 , 3 , 4 ) . يلاحظ أيضاً تناقص قيمة القاطع لمنحنى المعايرة للخط المستقيم لنسبة العد بدلالة المحتوى الرطوبي الحجمي للطبقة السطحية من التربة بزيادة عدد القوالب المستعملة ( أي بزيادة سماكة الطبقة البلاستيكية ) التي تم استعمالها على سطح التربة وحول الأنبوب جداول ( 5, 6, 7 ) ، وذلك بسبب قلة النيوترونات الحرارية المتسربة من سطح التربة . وعلى سبيل المثال في محطة صربايا يتناقص القاطع من 14.17 الى 5.89 باستعمال جهاز تروكسلر موديل 3323 ومن 8.92 الى 0.56 باستعمال جهاز CPN 503 ( جدول 5 ) .

تؤدي زيادة سماكة الطبقة البلاستيكية فوق سطح التربة عند أخذ قراءات رطوبة الطبقة السطحية من التربة الى زيادة معامل الارتباط (  $r^2$  ) وذلك في جميع المواقع التي تمت فيها الدراسة وعند استعمال كل الأجهزة . إن هذه الزيادة في سماكة قوالب التيفال البلاستيكية المستعملة تؤدي إلى زيادة الارتباط بين نسبة العد والمحتوى الرطوبي الحجمي وكانت النقاط أقرب إلى خط المعايرة كما هو واضح بالشكل ( 2A - 2B ) . كان الميل والقاطع ومعامل الارتباط (  $r^2$  ) باستعمال المهايئة الخاصة بالـ ( Solo - سماكة 5 سم ) قريبة من نتائج استعمال قوالب بسماكة 4.8 سم وذلك موضح في الجداول ( 5, 6, 7 ) .

تبين النتائج الموضحة في الجداول ( 5, 6, 7 ) أن معامل الارتباط لنسبة العد بدلالة النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي " الحجمي " وبإستعمال أي جهاز تشتت نتروني عميق ومع المهايئة الخاصة بشركة Solo أو باستعمال قوالب بسماكة 4.8 سم كانت أفضل بكثير من استعمال جهاز Troxler 3401-B السطحي أو من استعمال جهاز CPN 503 مع المهايئة الخاصة به لأخذ قراءات سطحية .

كان إجمالي التعرض الإشعاعي لأشعة غاما و النيوترونات الحرارية بالوحدات المستخدمة  $mSv$  / ساعة أو  $mSv$  / أسبوع أو  $mSv$  / سنة وفي أوضاع مختلفة أعظمية عند استخدام جهاز الرطوبة والكثافة السطحي موديل Troxler 3401-B والذي يحتوي على مصدرين مشععين ( غاما - نترونات ) ويليه في شدة التعرض جهاز CPN 503 وذلك عند استعمال المهايئة الخاصة به والمصنعة من قبل الشركة ( الجدول 8 ) . تدل هذه النتائج على أنه يمكن لأي شخص أن يستعمل أي من هذه الأجهزة التي تحتوي على نترونات لقياس رطوبة الطبقة السطحية من التربة ولمدة 1800 ساعة عمل ( سنة عمل ) دون تعرضه لـ 20 % من الحدود

الموصى بها في عام 1990 من قبل الهيئة الدولية للرقابة الإشعاعية وهي 20 mSv / سنة ( Smith 1990 ) كما إن بإمكانه استعمال جهاز الرطوبة والكثافة الإشعاعي السطحي Troxler 3401-B لمدة عام عمل عندما يحاول مستعمل الجهاز البقاء بعيداً عن الجهاز خلال فترة أخذ القراءات . وكان أقل تعرض للإشعاع في حالة استعمال جهاز التثنت النتروني العميق مع استعمال المهائلة الخاصة بجهاز Solo أو عند استعمال قوالب التيفال البلاستيكية من سماكة 4.8 سم .

يزداد التعرض الإشعاعي عندما تتناقص سماكة هذه القوالب البلاستيكية والتي تستعمل كواقى مع جهاز الرطوبة الإشعاعي العميق لتقدير النسبة المئوية للرطوبة الحجمية في الطبقة السطحية للتربة .

تبين نتائج هذه الدراسة أنه يمكن استعمال جهاز الرطوبة الإشعاعي العميق لتقدير الرطوبة في الطبقة السطحية من التربة بنجاح وذلك عند استعمال القوالب البلاستيكية ذو الثقب المركزي الذي يعتبر راقياً لمستعمل الجهاز من الأشعاع ومصححاً للقراءات السطحية في نفس الوقت ، أو باستعمال مهائلة مثل التي تصنعها شركة CPN للجهاز العميق أكثر من استعمال جهاز الرطوبة والكثافة السطحي وهذا بسبب معامل الارتباط العالي الذي تم الحصول عليه من خلال تطبيق تحليل الانحدار لخط مستقيم على النتائج الحقيقية . إن لكل من هذه الأجهزة ميزاتها ومساوئها حسب الغاية من استعمالها ، فمقياس الرطوبة والكثافة الإشعاعي على سبيل المثال يعطي قيم للكثافة الرطبة بالإضافة الى النسبة المئوية للمحتوى الرطوبي في الطبقات السطحية بدون الحاجة الى زرع أنبوب في المكان الذي ستؤخذ فيه قراءة الرطوبة كما أنه بإمكان مستعملي هذه الأجهزة الحصول على الكثافة الجافة والرطوبة في نفس الوقت وذلك عن طريق إجراء منحني معايرة خاص بالرطوبة ومنحني آخر خاص بالكثافة الظاهرية ؛ ومن جهة أخرى يتعرض مستعملوا هذه الأجهزة لكمية أكبر من الأشعة مقارنة مع مستعملي أجهزة التثنت النتروني العميقة ، كما أن هناك ضرورة لاستعمال جهاز آخر لقياس المحتوى المائي على أعماق مختلفة للتربة إذا كانت هناك حاجة لتقدير الرطوبة في كامل مقطع التربة مما يؤدي إلى التعرض لكمية أكبر من الأشعة وإلى تكاليف ثمن أجهزة إضافية . فبالنسبة إلى الزراعيين فإن استعمال جهاز الكثافة السطحي ليس ذو أهمية ولذلك نقترح استعمال جهاز التثنت الإشعاعي السطحي والمجهز بمصدر إشعاعي واحد يصدر النترونات .

يتعرض مستعملوا المهائلة الخاصة بال Solo أو القالب البلاستيكي ( المهائلة ) ذو السماكة 4.8 سم لقياس النسبة المئوية في الطبقة السطحية إلى كمية أقل من الأشعة مقارنة بالجهاز السابق لأنه ليس هناك مصدر كبير لأشعة غاما كما إن استعمال جهاز واحد يكفي لقياس المحتوى المائي في الطبقة السطحية وتحت السطحية وهنا لا بد من زراعة أنبوب في الحقل لأخذ القراءات كما أنه تؤخذ القراءات في نفس الموقع والوقت للطبقة السطحية والأعماق وهذه حسنة وسيئة في نفس الوقت . وعند استعمال القالب ذو السماكة 5 سم لقياس الرطوبة بالطبقة السطحية فإنه يعطي نتائج أفضل لأنه يؤدي إلى تعرض أقل للأشعة كما يعطي معامل ارتباط قوي في نفس الوقت . إن المهائلة المخصصة لجهاز CPN 503 تعمل بنفس مبدأ جهاز قياس



- ARSLAN, A. & RAZZOUK, A.K. 1994. Effects of gypsum on the neutron probe calibration curve. *Soil Sci.* 158:174-180.
- FALLEIROS, M.C., RAVELLO, S.A., SOUZA, M.D., BACCHI, O.O.S., PILOTTO, J.E. & REICHARDT, K. 1993 Soil water content measurements close to soil surface with neutron moisture gauge. *Sci. Agric.* 50:418-425.
- FILIPOVIC, R. 1979. Moisture measuring with neutron probes and resolution. *Newsletter on the Application of Nuclear Methods in Biology and Agriculture Netherlands. Netherland.* 11:9-19.
- GEE, G.W., STIVER, J.F., BORCHERT, H.R. & REICHMAN, G.A. 1977. Underestimation of radiation exposure from Am-Be neutron probes by film badges. *Health Physics USA.* 33:491-493.
- GRANT, D.R. 1975. Measuring of soil moisture near the surface using a neutron moisture meter. *J. of Soil Sci.* 26:124-129.
- IRIS, J.M. 1985. A simple method for wet front velocity determination using a neutron probe. *Bulletin du Groupe Francais d'Humidimetrie Neutronique France.* 17:37-51.
- LEWANDOWSKI, A. & DANFORS, E. 1973. Studies on the use of the neutron moisture depth probe for surface layer measurements. *Archiwum Hydrotechniki. Poland.* 20:385-398.
- SANDOR, R. 1989. Measuring moisture content. Nuclear measurements in industry. *Budapest(Hungary). Akademiai kiado.* p.235-249. Translated from Hungarian. Published by Elsevier as *Studies in Physical and Theor. Chemistry V. 61.*

- SHIRAZI, G.A. & ISOBE, M. 1976. Calibration of neutron probe in some selected Hawaiian soils. *Soil Science*. 122:165-170.
- SMITH, H. 1990. Annals of the International Commission on Radiological Protection.

جدول (1) بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للطبقة السطحية لترب المواقع المدروسة .

القوام	النسببة المئوية					الموقع
	مادة مضمرة	كربونات الكالسيوم	رمل	سنت	طين	
سنتية طينية	0.7	22.9	29.45	33.58	36.97	صربايا (حلب)
طينية	1.09	6.85	10	27	63	تيزين (حمام)
سنتية	1.5	11.2	35.66	38.43	25.91	جلين (رها)

جدول - 2 - يبين (OV %) النسبة المئوية للرطوبة المجمية ونسبة المعد (CR) باستخدام جهاز Troxler 3401-B للسطحي وجهاز CPN 503 مع المهاتبة الخاصة به وجهاز Troxler 3323 وجهاز CPN 503 وذلك باستخدام قوالب مختلفة لأخذ القراءات السطحية ( محطة صربايا ) .

OV %	Troxler 3401-B	CPN 503 + مهاتبة	TROXLER 3323							CPN 503															
			Thickness of blocks ( Cm ) .							Thickness of blocks ( Cm ) .															
			0.0	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	مهاتبة	0.0	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8								
15.35	0.19	0.08	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.25	0.24	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.25	0.88	0.51	0.63	0.72	0.81	0.86	0.90	0.94
13.69	0.15	0.07	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.25	0.24	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.25	0.88	0.51	0.63	0.72	0.81	0.86	0.90	0.94
14.02	0.17	0.07	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.25	0.24	0.07	0.10	0.13	0.17	0.20	0.23	0.25	0.88	0.51	0.63	0.72	0.81	0.86	0.90	0.94
24.69	0.20	0.09	0.17	0.22	0.26	0.28	0.32	0.36	0.37	0.39	0.17	0.22	0.26	0.28	0.32	0.36	0.37	1.47	0.95	1.10	1.23	1.32	1.37	1.41	1.43
26.72	0.30	0.11	0.17	0.22	0.26	0.28	0.32	0.36	0.37	0.39	0.17	0.22	0.26	0.28	0.32	0.36	0.37	1.47	0.95	1.10	1.23	1.32	1.37	1.41	1.43
21.59	0.27	0.11	0.21	0.24	0.28	0.31	0.33	0.36	0.36	0.35	0.21	0.24	0.28	0.31	0.33	0.36	0.36	1.38	1.05	1.17	1.28	1.34	1.36	1.40	1.39
23.97	0.25	0.10	0.21	0.24	0.28	0.31	0.33	0.36	0.36	0.35	0.21	0.24	0.28	0.31	0.33	0.36	0.36	1.38	1.05	1.17	1.28	1.34	1.36	1.40	1.39
28.99	0.25	0.12	0.23	0.31	0.36	0.40	0.45	0.48	0.51	0.51	0.23	0.31	0.36	0.40	0.45	0.48	0.51	1.70	1.15	1.35	1.47	1.56	1.61	1.67	1.69
27.97	0.31	0.13	0.23	0.31	0.36	0.40	0.45	0.48	0.51	0.51	0.23	0.31	0.36	0.40	0.45	0.48	0.51	1.70	1.15	1.35	1.47	1.56	1.61	1.67	1.69
27.48	0.28	0.14	0.23	0.31	0.36	0.40	0.45	0.48	0.51	0.51	0.23	0.31	0.36	0.40	0.45	0.48	0.51	1.70	1.15	1.35	1.47	1.56	1.61	1.67	1.69
25.38	0.28	0.15	0.26	0.33	0.36	0.42	0.46	0.49	0.51	0.52	0.26	0.33	0.36	0.42	0.46	0.49	0.51	1.74	1.24	1.43	1.54	1.63	1.68	1.73	1.76
25.53	0.32	0.14	0.26	0.33	0.36	0.42	0.46	0.49	0.51	0.52	0.26	0.33	0.36	0.42	0.46	0.49	0.51	1.74	1.24	1.43	1.54	1.63	1.68	1.73	1.76
29.62	0.30	0.14	0.26	0.33	0.36	0.42	0.46	0.49	0.51	0.52	0.26	0.33	0.36	0.42	0.46	0.49	0.51	1.74	1.24	1.43	1.54	1.63	1.68	1.73	1.76
22.09	0.26	0.12	0.19	0.25	0.30	0.35	0.39	0.42	0.46	0.48	0.19	0.25	0.30	0.35	0.39	0.42	0.46	1.57	1.02	1.19	1.32	1.42	1.48	1.57	1.59
26.15	0.32	0.14	0.19	0.25	0.30	0.35	0.39	0.42	0.46	0.48	0.19	0.25	0.30	0.35	0.39	0.42	0.46	1.57	1.02	1.19	1.32	1.42	1.48	1.57	1.59
26.23	0.34	0.14	0.19	0.25	0.30	0.35	0.39	0.42	0.46	0.48	0.19	0.25	0.30	0.35	0.39	0.42	0.46	1.57	1.02	1.19	1.32	1.42	1.48	1.57	1.59
31.25	0.35	0.15	0.30	0.37	0.41	0.46	0.51	0.52	0.55	0.58	0.30	0.37	0.41	0.46	0.51	0.52	0.55	1.93	1.45	1.61	1.72	1.82	1.87	1.91	1.95
25.99	0.35	0.17	0.30	0.37	0.41	0.46	0.51	0.52	0.55	0.58	0.30	0.37	0.41	0.46	0.51	0.52	0.55	1.93	1.45	1.61	1.72	1.82	1.87	1.91	1.95
26.82	0.38	0.17	0.30	0.37	0.41	0.46	0.51	0.52	0.55	0.58	0.30	0.37	0.41	0.46	0.51	0.52	0.55	1.93	1.45	1.61	1.72	1.82	1.87	1.91	1.95
38.55	0.49	0.22	0.46	0.54	0.59	0.63	0.66	0.70	0.70	0.69	0.46	0.54	0.59	0.63	0.66	0.70	0.70	2.13	1.83	1.96	2.02	2.09	2.09	2.11	2.12
34.01	0.54	0.20	0.46	0.54	0.59	0.63	0.66	0.70	0.70	0.69	0.46	0.54	0.59	0.63	0.66	0.70	0.70	2.13	1.83	1.96	2.02	2.09	2.09	2.11	2.12
33.75	0.47	0.19	0.46	0.54	0.59	0.63	0.66	0.70	0.70	0.69	0.46	0.54	0.59	0.63	0.66	0.70	0.70	2.13	1.83	1.96	2.02	2.09	2.09	2.11	2.12

جدول - 3. يبين (OV %) النسبة المثوية للرطوبة المصممة ونسبة المد (CR) باستعمال جهاز Troxler 3401-B للسطحي وجهاز CPN 503 مع المهاية الخاصة به وجهاز Troxler 3323 وجهاز CPN 503 وذلك باستعمال قوالب مضغلة لأخذ القراءات السطحية ( محطة تيزين ) .

OV %	Troxler 3401-B	CPN 503 + مهايته	TROXLER 4300							CPN 503							
			Thickness of blocks ( Cm ) .							Thickness of blocks ( Cm ) .							
			0.0	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	مهاية Solo	0.0	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8
11.73	0.18	0.09	0.27	0.31	0.36	0.40	0.44	0.46	0.48	0.97	0.00	0.35	0.45	0.58	0.72	0.88	0.98
16.36	0.21	0.10	0.27	0.31	0.36	0.40	0.44	0.46	0.48	0.97	0.00	0.35	0.45	0.58	0.72	0.88	0.98
14.67	0.20	0.09	0.27	0.31	0.36	0.40	0.44	0.46	0.48	0.97	0.00	0.35	0.45	0.58	0.72	0.88	0.98
25.54	0.25	0.12	0.56	0.60	0.64	0.64	0.67	0.70	0.69	1.28	0.60	0.76	0.90	1.01	1.12	1.23	1.29
27.45	0.25	0.11	0.56	0.60	0.64	0.64	0.67	0.70	0.69	1.28	0.60	0.76	0.90	1.01	1.12	1.23	1.29
24.58	0.26	0.11	0.56	0.60	0.64	0.64	0.67	0.70	0.69	1.28	0.60	0.76	0.90	1.01	1.12	1.23	1.29
28.6	0.28	0.12	0.55	0.61	0.65	0.68	0.68	0.70	0.70	1.34	0.71	0.86	1.01	1.35	1.22	1.29	1.32
30.36	0.29	0.12	0.55	0.61	0.65	0.68	0.68	0.70	0.70	1.34	0.71	0.86	1.01	1.35	1.22	1.29	1.32
28.09	0.28	0.11	0.55	0.61	0.65	0.68	0.68	0.70	0.70	1.34	0.71	0.86	1.01	1.35	1.22	1.29	1.32
30.26	0.32	0.13	0.60	0.66	0.68	0.69	0.73	0.76	0.76	1.42	0.81	0.96	1.11	1.21	1.29	1.61	1.42
31.62	0.33	0.14	0.60	0.66	0.68	0.69	0.73	0.76	0.76	1.42	0.81	0.96	1.11	1.21	1.29	1.61	1.42
29.67	0.30	0.12	0.60	0.66	0.68	0.69	0.73	0.76	0.76	1.42	0.81	0.96	1.11	1.21	1.29	1.61	1.42
31.9	0.31	0.14	0.71	0.76	0.80	0.81	0.84	0.84	0.85	1.64	1.08	1.24	1.38	1.47	1.55	1.38	1.66
31.87	0.35	0.13	0.71	0.76	0.80	0.81	0.84	0.84	0.85	1.64	1.08	1.24	1.38	1.47	1.55	1.38	1.66
33.78	0.31	0.14	0.71	0.76	0.80	0.81	0.84	0.84	0.85	1.64	1.08	1.24	1.38	1.47	1.55	1.38	1.66
30.65	0.30	0.12	0.34	0.40	0.49	0.58	0.62	0.66	0.70	1.46	0.76	0.90	1.04	1.18	1.30	1.40	1.50
32.32	0.32	0.12	0.34	0.40	0.49	0.58	0.62	0.66	0.70	1.46	0.76	0.90	1.04	1.18	1.30	1.40	1.50
31.32	0.33	0.14	0.34	0.40	0.49	0.58	0.62	0.66	0.70	1.46	0.76	0.90	1.04	1.18	1.30	1.40	1.50
30.32	0.34	0.14	0.40	0.42	0.48	0.57	0.36	0.71	0.74	1.69	0.96	1.13	1.20	1.42	1.52	1.60	1.68
35.01	0.34	0.15	0.40	0.42	0.48	0.57	0.36	0.71	0.74	1.69	0.96	1.13	1.20	1.42	1.52	1.60	1.68
32.83	0.39	0.14	0.40	0.42	0.48	0.57	0.36	0.71	0.74	1.69	0.96	1.13	1.20	1.42	1.52	1.60	1.68
34.93	0.37	0.15	0.77	0.81	0.88	0.91	0.90	0.93	0.94	1.79	1.15	1.28	1.42	1.53	1.64	1.73	1.78
38.46	0.44	0.16	0.77	0.81	0.88	0.91	0.90	0.93	0.94	1.79	1.15	1.28	1.42	1.53	1.64	1.73	1.78
35.85	0.45	0.16	0.77	0.81	0.88	0.91	0.90	0.93	0.94	1.79	1.15	1.28	1.42	1.53	1.64	1.73	1.78
37.46	0.46	0.18	0.75	0.82	0.88	0.91	0.93	0.96	0.98	1.91	1.05	1.25	1.40	1.54	1.71	1.81	1.88
42.38	0.48	0.12	0.75	0.82	0.88	0.91	0.93	0.96	0.98	1.91	1.05	1.25	1.40	1.54	1.71	1.81	1.88
40.88	0.47	0.18	0.75	0.82	0.88	0.91	0.93	0.96	0.98	1.91	1.05	1.25	1.40	1.54	1.71	1.81	1.88



جدول 4 - يبين (OV %) النسبة المتوقعة للرطوبة المجمية ونسبة العد (CR) باستعمال جهاز Troxler 3401-B السطحي وجهاز CPN 503 العميق مع المهابنة الخاصة به وذلك باستعمال قوالب مختلفة لأخذ القراءات السطحية ( محطة جلين ) .

OV %	Troxler 3401-B	CPN 503 + مهابنته	CPN 503							
			مهابنة Sole	Thickness of blocks ( Cm ) .						
				0.0	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8
7.44	0.17	0.08	0.89	0.38	0.54	0.61	0.72	0.82	0.89	0.95
8.79	0.18	0.09	0.89	0.38	0.54	0.61	0.72	0.82	0.89	0.95
12.05	0.17	0.09	0.89	0.38	0.54	0.61	0.72	0.82	0.89	0.95
22.74	0.19	0.10	1.36	1.03	1.19	1.26	1.31	1.34	1.36	1.39
23.11	0.20	0.09	1.36	1.03	1.19	1.26	1.31	1.34	1.36	1.39
24.83	0.22	0.10	1.36	1.03	1.19	1.26	1.31	1.34	1.36	1.39
24.7	0.24	0.10	1.44	0.00	1.16	1.27	1.34	1.40	1.44	1.46
29.29	0.25	0.11	1.44	0.00	1.16	1.27	1.34	1.40	1.44	1.46
29.52	0.25	0.12	1.44	0.00	1.16	1.27	1.34	1.40	1.44	1.46
28.75	0.25	0.11	1.63	1.23	1.33	1.46	1.51	1.57	1.63	1.65
28.76	0.28	0.11	1.63	1.23	1.33	1.46	1.51	1.57	1.63	1.65
27.15	0.26	0.12	1.63	1.23	1.33	1.46	1.51	1.57	1.63	1.65
29.01	0.28	0.11	1.39	0.79	0.84	1.00	1.14	1.27	1.39	1.49
34.56	0.27	0.13	1.39	0.79	0.84	1.00	1.14	1.27	1.39	1.49
28.49	0.27	0.13	1.39	0.79	0.84	1.00	1.14	1.27	1.39	1.49
30.49	0.29	0.13	1.60	0.95	1.08	1.27	1.43	1.51	1.60	1.65
31.97	0.27	0.11	1.60	0.95	1.08	1.27	1.43	1.51	1.60	1.65
31.28	0.28	0.12	1.60	0.95	1.08	1.27	1.43	1.51	1.60	1.65
34.08	0.33	0.15	1.80	1.04	1.37	1.50	1.60	1.70	1.79	1.77
35.99	0.36	0.15	1.80	1.04	1.37	1.50	1.60	1.70	1.79	1.77
35.22	0.34	0.13	1.80	1.04	1.37	1.50	1.60	1.70	1.79	1.77
33.58	0.33	0.16	1.75	1.06	1.29	1.48	1.61	1.67	1.75	1.80
35.59	0.4	0.16	1.75	1.06	1.29	1.48	1.61	1.67	1.75	1.80
30.26	0.34	0.15	1.75	1.06	1.29	1.48	1.61	1.67	1.75	1.80
31.27	0.39	0.15	1.95	1.27	1.46	1.63	1.80	1.87	1.95	2.01
31.19	0.44	0.17	1.95	1.27	1.46	1.63	1.80	1.87	1.95	2.01
27.72	0.49	0.18	1.95	1.27	1.46	1.63	1.80	1.87	1.95	2.01

جدول 5- يبين ( a ) القاطع و ( b ) الميل و ( r<sup>2</sup> ) معامل الارتباط وذلك باستعمال معادلة خط مستقيم لأجهزة التشتت النتروني المستخدمة (محفنة صربايا).

الجهاز	القلب (cm)	a	b	r <sup>2</sup>
CPN 503	0.0	8.92	14.61	0.835
	0.8	6.60	14.62	0.856
	1.6	4.39	15.07	0.863
	2.4	3.02	15.12	0.860
	3.2	1.80	15.46	0.858
	4.0	0.86	15.62	0.853
	4.8	0.56	15.59	0.842
	Solo	1.34	15.20	0.867
Troxler 3323	0.0	14.17	48.62	0.806
	0.8	12.59	44.53	0.842
	1.6	11.41	42.42	0.850
	2.4	9.93	41.70	0.837
	3.2	8.53	41.06	0.840
	4.0	7.01	41.58	0.856
	4.8	5.89	42.41	0.850
	Solo	6.53	40.40	0.843
CPN 503	CPN	7.90	134.89	0.753
Troxler 3401-8		9.53	53.29	0.741

جدول 6- يبين ( a ) القاطع و( b ) الميل و( r<sup>2</sup> ) معامل الارتباط وذلك باستعمال معادلة خط مستقيم لأجهزة التشتت النثروني المستخدمة (محطة تيزين) .

الجهز	القالب (cm)	a	b	r <sup>2</sup>
CPN 503	0.0	15.67	18.76	0.633
	0.8	7.88	23.12	0.860
	1.6	5.31	22.72	0.873
	2.4	2.35	22.33	0.862
	3.2	-0.43	22.94	0.905
	4.0	-4.25	24.09	0.848
	4.8	-7.12	24.95	0.882
	Solo	-6.02	24.26	0.882
Troxler 4300	0.0	14.61	28.63	0.491
	0.8	13.37	28.36	0.498
	1.6	10.47	30.53	0.564
	2.4	4.65	37.50	0.690
	3.2	-0.25	42.60	0.760
	4.0	-2.40	43.90	0.814
	4.8	-4.52	45.91	0.846
	Solo	-4.39	45.35	0.881
CPN 503	CPN	-4.69	265.79	0.834
Troxler 3401-B		4.22	80.38	0.828

جدول 7- يبين ( a ) القاطع و ( b ) الميل و ( r<sup>2</sup> ) معامل الارتباط وذلك باستعمال معادلة خط مستقيم لأجهزة التشتت النتروني المستخدمة (محطة جلين).

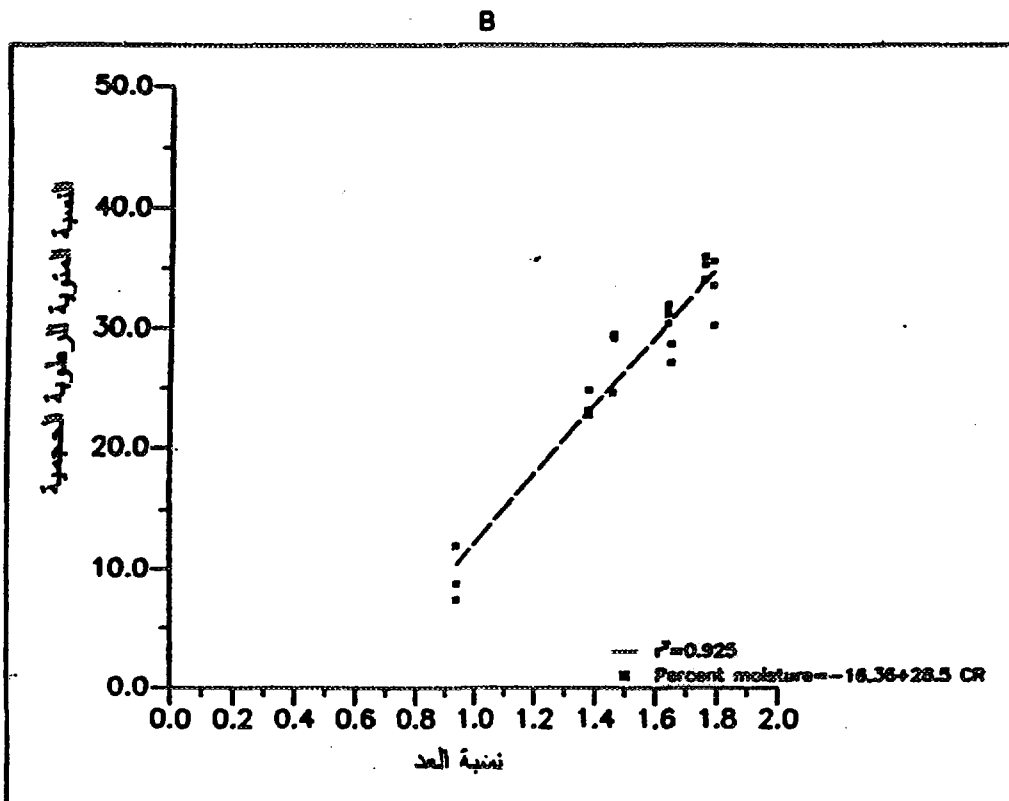
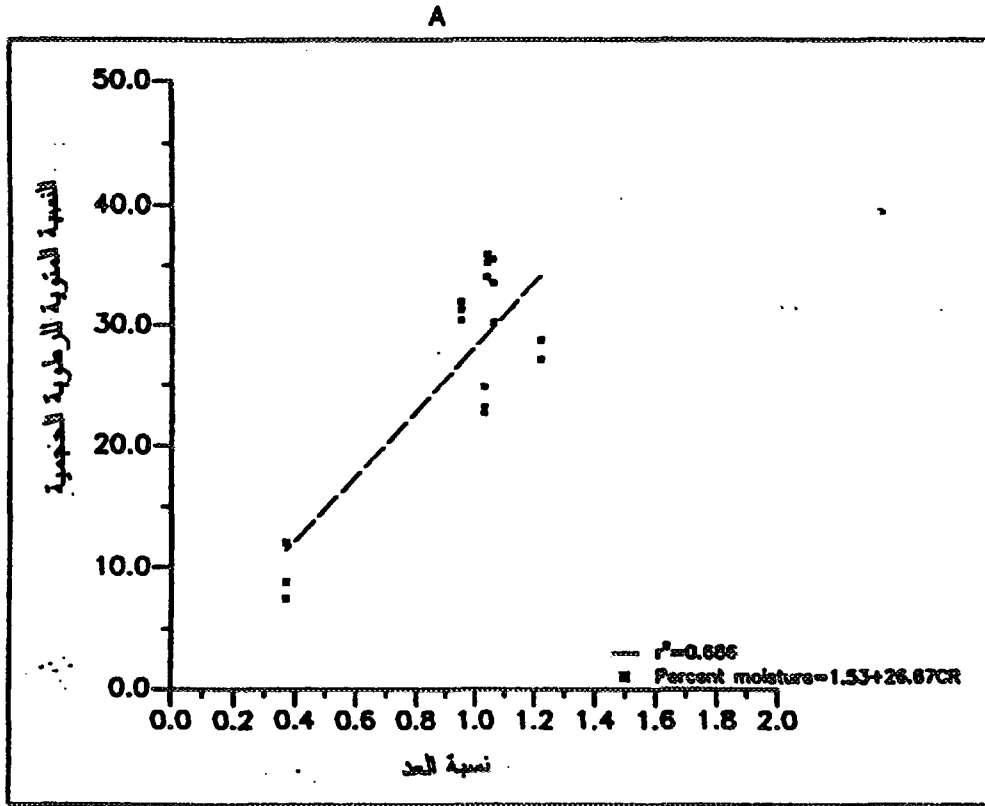
الجهاز	القلاب (cm)	a	b	r <sup>2</sup>
CPN 503	0.0	1.53	26.67	0.686
	0.8	-4.28	27.58	0.781
	1.6	-6.15	26.21	0.860
	2.4	-10.09	27.30	0.917
	3.2	-13.40	28.16	0.931
	4.0	-14.06	27.42	0.931
	4.8	-16.36	28.50	0.925
	Solo	-14.06	27.43	0.931
CPN 503	CPN	-9.15	304.47	0.672
Troxler 3401-B		-2.03	107.97	0.751

جدول - 8 - يبين التعرض لاشعة غاما والنترونات ( ميكرو سيفرت ) بالساعة والتعرض الكلي على مسافات مختلفة باستخدام أجهزة التشتت النتروني خلال ساعة وأسبوع عمل (36 ساعة) وسنة عمل (1800 ساعة) .

جهاز القياس	مسافة القياس (cm)	سمكة القلب (cm)	التعرض الإشعاعي					
			اشعة غاما $\mu\text{Sv hr}^{-1}$	نترونات $\mu\text{Sv hr}^{-1}$	المجموع			
					$\mu\text{Sv hr}^{-1}$	$\text{mSv week}^{-1}$	$\text{mSv year}^{-1}$	
CPN 503	50.0	0.0	0.175	0.056	0.231	0.008	0.415	
		المصدر في التربة	0.8	0.187	0.042	0.229	0.008	0.412
		1.6	0.194	0.031	0.225	0.008	0.405	
		2.4	0.189	0.017	0.206	0.007	0.371	
		3.2	0.163	0.011	0.174	0.006	0.313	
		4.0	0.164	0.006	0.170	0.006	0.306	
		4.8	0.161	0.006	0.167	0.006	0.301	
		Solo	0.167	0.006	0.173	0.006	0.311	
Troxler 3320	50.0	0.0	0.068	0.042	0.110	0.004	0.198	
		0.8	0.063	0.028	0.091	0.003	0.164	
		1.6	0.069	0.017	0.086	0.003	0.155	
		المصدر في التربة	2.4	0.077	0.011	0.088	0.003	0.158
		3.2	0.073	0.008	0.081	0.003	0.146	
		4.0	0.082	0.006	0.088	0.003	0.158	
		4.8	0.056	0.006	0.062	0.002	0.112	
		Solo	0.059	0.006	0.065	0.002	0.117	
Troxler 3401-B	المصدر في الوقتي	0.0	67.406	0.169	67.575	2.433	121.635	
		25.0	76.472	0.039	76.511	2.754	137.720	
		50.0	29.565	0.014	29.579	1.065	53.242	
		75.0	12.899	0.008	12.907	0.465	23.233	
		100.0	9.860	0.006	9.866	0.355	17.759	
Troxler 3320	المصدر في الوقتي	0.0	1.370	0.113	1.483	0.053	2.669	
		25.0	0.302	0.084	0.386	0.014	0.695	
		50.0	0.094	0.017	0.111	0.004	0.200	
		75.0	0.074	0.000	0.074	0.003	0.133	
		100.0	0.040	0.000	0.040	0.001	0.072	
CPN 503	المصدر في الوقتي	0.0	2.642	0.563	3.205	0.115	5.769	
		25.0	0.780	0.113	0.893	0.032	1.607	
		50.0	0.368	0.056	0.424	0.015	0.763	
		75.0	0.138	0.028	0.166	0.006	0.299	
		100.0	0.097	0.014	0.111	0.004	0.200	
CPN 503	المصدر في التعديل السطحي	0.0	1.301	0.113	1.414	0.051	2.545	
		25.0	0.563	0.042	0.605	0.022	1.089	
		50.0	0.345	0.028	0.373	0.013	0.671	
		75.0	0.284	0.014	0.298	0.011	0.536	
		100.0	0.237	0.000	0.237	0.009	0.427	



الشكل ( 1 ) المهاينات المستخدمة مع اجهزة التشتت النتروني العميق لقياس المحتوى المائي للطبقة السطحية من التربة.



الشكل (2) منحني المعايرة السطحية لجهاز CPN 503 التشتت النيوتوني في محطة جلين A بدون قالب و B باستخدام قالب سناكة 8، 4 سم.