

## استخدام تقنيتي مطيافية UV-Visible ومطيافية FTIR في قياس تأثير النيوترونات السريعة على كاشف الـ CR-39

حسين علي الجبوري ، ندى فاضل توفيق و عمار عبد الستار زغير

قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة النهريين .

### الخلاصة

تم تعريض كاشف الأثر النووي CR-39 إلى النيوترونات السريعة باستخدام مصدر الـ Am-Ba بواقع فيض نيوتروني مقداره  $(5 \times 10^5 \text{ n / cm}^2 \cdot \text{sec})$  وقيم تدفق نيوتروني  $(4.3, 8.64, 21.6 \times 10^{10} \text{ n / cm}^2)$ . وتم قياس التأثير للنيوترونات السريعة على كواشف الـ CR-39 باستخدام مطيافية الضوء المرئي - فوق البنفسجي واستخدام تقنية مطيافية تحول فورير تحت الحمراء- FTIR من خلال قياس الامتصاصية الضوئية A- والنفاذية النسبية - T% على التوالي. وجد ان تعرض كواشف الـ CR-39 للنيوترونات السريعة يؤدي إلى زيادة في قيمة الامتصاصية الضوئية A- وهبوط في قيمة النفاذية النسبية - T% عند مدى الطول الموجي (250-290 nm) ومدى العدد الموجي  $2000-2600 \text{ cm}^{-1}$  على التوالي.

عزي التأثير الحاصل على كواشف الـ CR-39 بالنيوترونات السريعة والذي ظهر ذلك واضحا من قياس قيمة الامتصاصية الضوئية-A عند الأطوال الموجية 275nm ، 280nm والنفاذية النسبية - T% عند العدد الموجي  $2360 \text{ cm}^{-1}$  إلى تفسير الأواصر في تركيب الكاشف والى تكوين الأواصر المزدوجة الثلاثية (C=C=C) أو ظهور الأواصر الثلاثية (C=C) والتي تظهر بحدود العدد الموجي  $2360 \text{ cm}^{-1}$ . بينت الدراسة إمكانية استخدام كواشف CR-39 في قياس التأثير للنيوترونات السريعة عند قيمة التدفق النيوتروني الذي اكبر من  $5 \times 10^{10} \text{ n / cm}^2$ ، ويمكن التركيز على قياس التأثير للنيوترونات السريعة التي اقل من تلك القيمة في دراسات لاحقة.

### المقدمة

قياس تركيز الـ  $U^{238}$  من خلال استخدام تقنية التحليل الطيفي لأشعة كاما.

كما تمكن الباحث Nouh وجماعته (4) من دراسة سلوك الكهرو بصري للنيوترونات السريعة على الكاشف CR-39 بعد قياس التوصيلية عند مدى درجة الحرارة  $293 \text{ K}^\circ$  - ٤١٣. حيث وجد إن تشيع الكاشف CR-39 بالنيوترونات السريعة عند مدى الطاقة 6 Mev - 12.26 يؤثر على طبيعة التناظر والشفافية عند الكاشف CR-39. كما وجد إن هناك علاقة بين قيمة جرعة النيوترونات المكافئة عند الكاشف CR-39 من خلال دراسة العلاقة وبين منحنى proton- LET وطاقة النيوترونات الساقطة على الكاشف CR-39 (5).

في حين هناك من قام بدراسة استجابة النيوترونات الصادرة من مصدر الـ  $Cf^{252}$  باستخدام كاشف الأثر النووي CR-39 من خلال قياس التغير في قيمة القشط بالإضافة

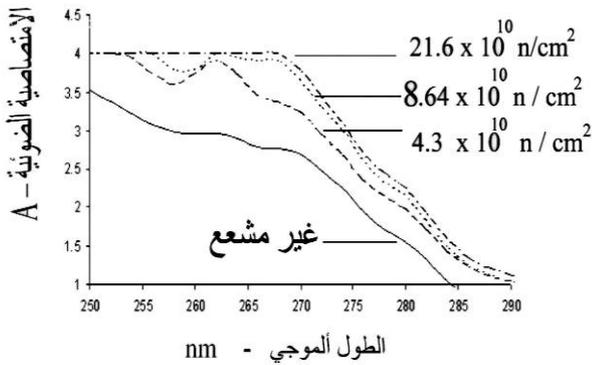
تم تناول تأثير النيوترونات السريعة على كواشف الأثر النووي ومنها كاشف CR-39 منذ فترة طويلة حيث قام الباحث Ipr وجماعته (1) بدراسة تأثير النيوترونات السريعة على كاشف CR-39 الملدن بوجود وعدم وجود أشعة كاما. بينما تناول AL-Saad وجماعته (2) بمقارنة الأثر النووي على الكاشف CR-39 وبين تأثير أشعة الفا مع النيوترونات الصادرة من مصدر Am-Be، وتم استخدام تقنية نفاذية طيف شعاع الليزر He-Ne على الكاشف بعد التشيع بالنيوترونات. حيث وجد إن تأثير النيوترونات أكثر وضوحا من تأثير أشعة الفا من خلال تلك التقنية. كما تم قياس تأثير النيوترونات عموما على كواشف الأثر النووي في 2002 من قبل Moharram وجماعته (3)، بينما استخدمت في دراسة أخرى النيوترونات الحرارية في قصف نماذج التربة الحاوية على الـ U-238 من خلال تفاعل  $U^{238} (n, \gamma) Np^{239}$ ، وقياس الأثر النووي على الكاشف CR-39 بالإضافة إلى

حسين علي الجبوري

الحمراء لنماذج كواشف الـ CR-39 المعرضة للنيوترونات السريعة مع نموذج السيطرة غير المعرض باستخدام جهاز الـ Fourier Transform Infrared موديل FTIR - spectrophotometer BRUKER TENSOR - 27 ضمن تقنية مطيافية تحول فورير تحت الحمراء. كان مدى العدد الموجي لتحليل النماذج كافة عند المدى ( $2000-2600 \text{ cm}^{-1}$ ) مع النفاذية النسبية - T% والتي تم رسمها منفردة مع العدد الموجي  $2360 \text{ cm}^{-1}$ .

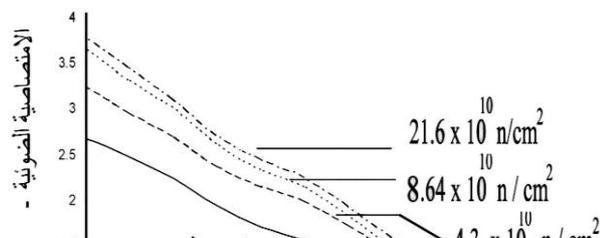
### النتائج والمناقشة

يبين الـ ( شكل - ١ ) طيف تقنية UV-visible عند مدى الطول الموجي 250-290 nm كواشف الأثر النووي CR-39 المعرضة للنيوترونات السريعة بقيم تدفق النيوتروني ( $4.3, 8.64, 21.6 \times 10^{10} \text{ n / cm}^2$ ) حيث يلاحظ هناك زيادة في الامتصاصية الضوئية -A لكافة نماذج كواشف الـ CR-39 المشعة مقارنة بنموذج السيطرة غير المشع.



شكل (١) طيف تقنية UV-visible عند مدى الطول الموجي 250-290 nm لكواشف الاثر النووي CR-39 المعرضة للنيوترونات الحرارية عند قيم التدفق النيوتروني ( $21.6, 8.46, 4.3 \times 10^{10} \text{ n/cm}^2$ ) مقارنة بالنموذج غير المشع -control.

ويمكن ملاحظ التغير في الامتصاصية الضوئية - A بوضوح لكافة نماذج الـ CR-39 عند اخذ قياس الطيف عند مدى الطول الموجي (290-270 nm) كما موضح في (شكل - ٢).



إلى قياس معدل الاستجابة الأثرية (اثر/ نيوترون ساقط) بعد التغير في الفيض الساقط من النيوترون (6).

كما تم في ( ٢٠٠٧ ) (7) إجراء دراسة تأثير كلا من النيوترونات الحرارية والسريعة معا بالإضافة إلى الجسيمات المشحونة الثقيلة على زمن القشط لكاشف الأثر النووي المتفلور-FNTD وعلاقته بالجرعة الإشعاعية ومقارنة ذلك مع الكاشف CR-39. وتم في تلك الدراسة استخدام تقنية confocal laser scanning system في دراسة فلورة الكاشف بعد التشعيع بالنيوترونات. في حين تم دراسة التأثير النيوتروني على كاشف CR-39 من خلال قياس بعض المعاملات البصرية KALSI Puran وجماعته (٨)، VIJAY KUMAR وجماعته (٩).

وأخيرا تم اسنخدام التأثير النيوتروني على كاشف CR-39 في التجريب الإشعاعي حيث قام الباحث Vijay وجماعته، ٢٠١٠ (10) باستخدام الكاشف CR-39 كمجرع للاشعة النيوترونية وتحديد الجرغ من خلال قياس الأثر النووي للكاشف.

في هذه الدراسة سيتم استخدام تقنيتي التحليل الطيفي للضوء المرئي وفوق البنفسجي UV-visible وتقنية تحول فورير تحت الحمراء FTIR في قياس تأثير النيوترونات السريعة على كاشف الأثر النووي نوع CR-39.

### المواد وطريقة العمل

تم استخدام كاشف الأثر النووي CR-39 من شركة company Changzhou Welding Co. بقياس  $5 \times 10 \text{ cm}$  وبسمك  $1200 \mu\text{m}$ . تم تعريض نماذج كواشف CR-39 بالنيوترونات السريعة باستخدام مصدر Am-Ba بواقع فيض نيوتروني مقداره ( $10^5 \text{ n / m}^2 \cdot \text{sec}$ ). وتم تعريض نماذج كواشف الأثر النووي CR-39 بقيم تدفق النيوتروني ( $4.3, 8.64, 21.6 \times 10^{10} \text{ n / cm}^2$ ) مع ترك نموذج غير معرض كنموذج سيطرة - control. تم التحليل بمطافية الضوء المرئي وفوق البنفسجي لنماذج كواشف الـ CR-39 المعرضة للنيوترونات السريعة مع نموذج السيطرة غير المعرض باستخدام جهاز UV-Visible Spectrophotometer موديل Shimadzu UV-210A وبمدى طول موجي من (250-290nm). كما تم التحليل الطيفي للأشعة تحت

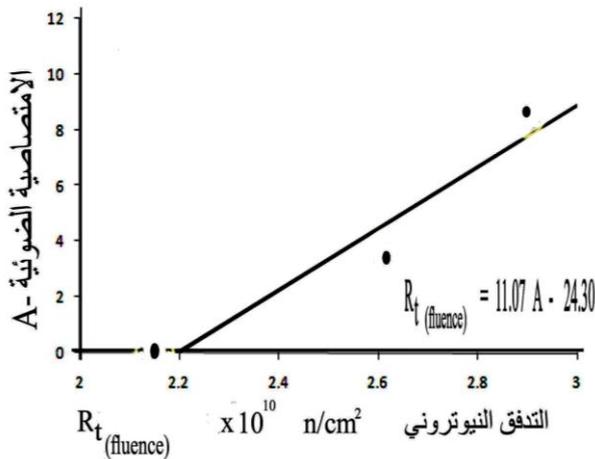
وتبين إن سلوك التغير في الامتصاصية الضوئية - A مع زيادة قيم التدفق النيوتروني للكاشف [R<sub>t</sub> (fluence) CR-39] يكون حسب المعادلات (١) و (٢) الآتية عند الطول الموجي 275nm والطول الموجي 280nm كما موضح في الـ (شكل - ٤) B،A على التوالي:

$$R_t (\text{fluence}) = 11.07 A - 24.3 \dots\dots\dots (1)$$

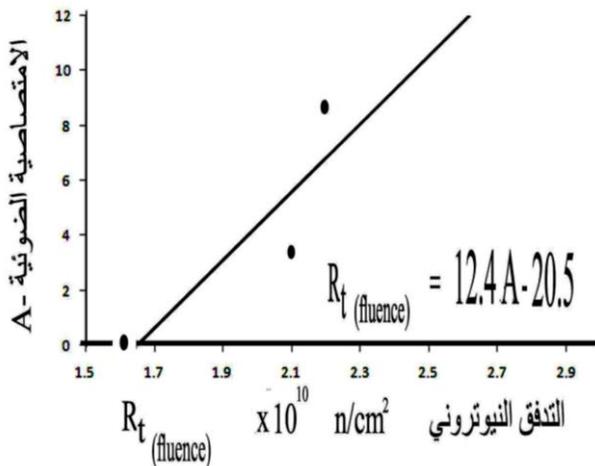
$$R_t (\text{fluence}) = 12.4 A - 20.5 \dots\dots\dots (2)$$

على اعتبار ان

R<sub>t</sub> (fluence): التدفق النيوتروني بوحدة (n/cm<sup>2</sup>. sec).  
A: الامتصاصية الضوئية.



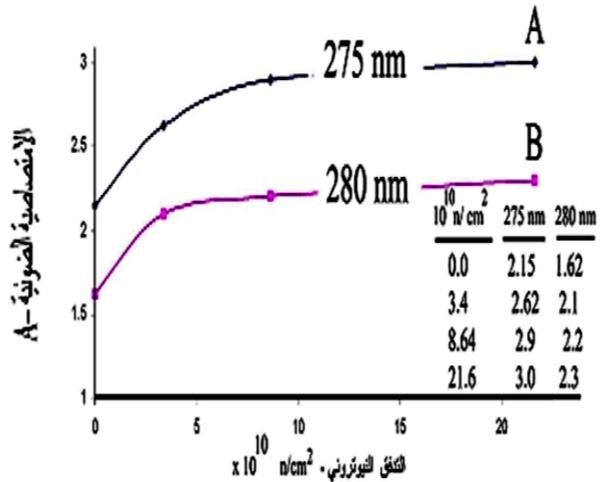
شكل (4:A) الامتصاصية الضوئية A- بتقنية UV-visible للكاشف CR-39 المعرضة للنيوترونات السريعة بعلاقة خطية لغاية التدفق النيوتروني R<sub>t</sub>(fluence) (3×10<sup>10</sup> n/cm<sup>2</sup>) عند قمة الامتصاص 275 nm.



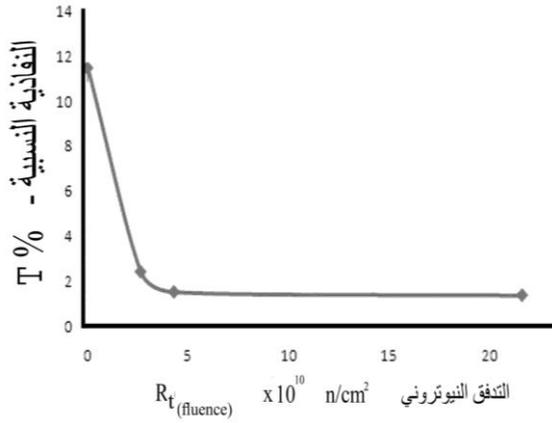
شكل (4:B) الامتصاصية الضوئية A- بتقنية UV-visible للكاشف CR-39 المعرضة للنيوترونات السريعة بعلاقة خطية لغاية التدفق النيوتروني R<sub>t</sub>(fluence) (3×10<sup>10</sup> n/cm<sup>2</sup>) عند قمة الامتصاص 280 nm.

شكل (٢) طيف تقنية UV-visible عند مدى الطول الموجي 270-290 nm لكواشف الاثر النووي CR-39 المعرضة للنيوترونات الحرارية عند قيم التدفق النيوتروني مقارنة بالنموذج غير المشع-control- (21.6,8.46,4.3)×10<sup>10</sup> n/cm<sup>2</sup>.

وعند رسم التغير في الامتصاصية الضوئية A- لكواشف CR-39 عند مدى الطول الموجي (280-275nm) تبين بان سلوكها طرديا مع زيادة التدفق النيوتروني لغاية القيمة (8.64×10<sup>10</sup> n/cm<sup>2</sup>) ثم يبدأ بالاستقرار بعد تلك القيمة لغاية التدفق النيوتروني (21.6×10<sup>10</sup> n/cm<sup>2</sup>) كما موضح في الـ (شكل- ٣) B،A عند القمة 275nm والقمة 280nm على التوالي.



شكل (٣) التغير في الامتصاصية A- لكواشف الأثر النووي CR-39 لمعرضة للنيوترونات الحرارية عند قيم التدفق النيوتروني (21.6,8.46,4.3)×10<sup>10</sup> n/cm<sup>2</sup> مقارنة بالنموذج غير المشع-control- عند قمم الامتصاص 275 nm (A)، 280 nm (B).



شكل (7) النفاذية النسبية -T% لطيف تحول فورير تحت الحمراء FTIR- عند العدد الموجي  $2360 \text{ cm}^{-1}$  لكاشف الأثر النووي CR-39 المعرض للنيوترونات السريعة بمدى  $(21.6, 4.3, 2.64) \times 10^{10} \text{ n/cm}^2$ .

حيث وجد ان قيمة النفاذية النسبية -T% للنماذج المشععة بالنيوترونات السريعة مع قيم التدفق  $R_t(\text{fluence})$  تهبط سريعا لغاية التدفق النيوتروني  $(5 \times 10^{10} \text{ n/cm}^2)$  ثم يبدأ بالاستقرار حتى قيمة التدفق النيوتروني  $(21.6 \times 10^{10} \text{ n/cm}^2)$ .

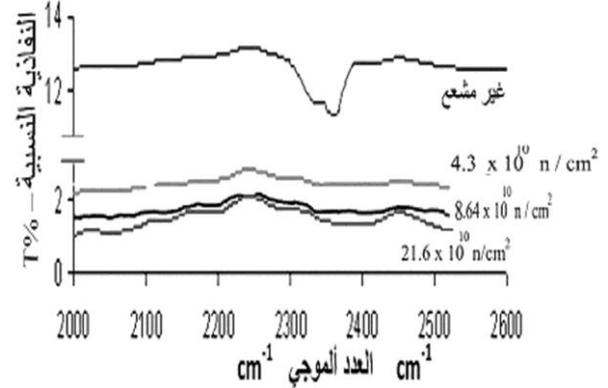
أن ظهور التغير في النفاذية النسبية -T% عند العدد الموجي  $2360 \text{ cm}^{-1}$  يعكس التلف الحاصل بالكاشف CR-39 وتغير تركيب الكاشف إلى ظهور الأواصر المزدوجة الثلاثية (C=C=C) أو ظهور الأواصر الثلاثية (C=C) والتي تظهر بحدود العدد الموجي  $(2100-2400 \text{ cm}^{-1})$ .

أن سلوك هبوط النفاذية النسبية -T% عند الكاشف الـ CR-39 بعد التعرض للنيوترونات السريعة الملاحظ يمكن اعتماده فقط عند مدى التدفق النيوتروني الواطي، كما يفضل في دراسات لاحقة التركيز على قياس النفاذية النسبية -T% للعدد الموجي  $2360 \text{ cm}^{-1}$  عند قيم التدفق النيوتروني التي اقل من  $(5 \times 10^{10} \text{ n/cm}^2)$  والحصول على السلوك الرياضي لتغير النفاذية النسبية -T% مع التدفق النيوتروني للنيوترونات السريعة والتي يمكن تخمين ذلك التأثير.

## References

- [1] N. E. Ipr and P. L. Ziruen "Effect of annealing on track density in unirradiated and gamma irradiated CR-39 when used for fast neutron detection" Nucl. Trqcks, Volume. II, No. 3, pp. J37 140. 1986.

شكل (5) طيف تحول فورير تحت الحمراء FTIR - عند مدى العدد الموجي  $2300-2400 \text{ cm}^{-1}$  لكاشف الأثر النووي CR-39 غير المشع.



شكل (5) النفاذية النسبية -T% لطيف تحول فورير تحت الحمراء FTIR- عند مدى العدد الموجي  $2000-2600 \text{ cm}^{-1}$  لكاشف الأثر النووي CR-39 المعرض للنيوترونات السريعة بقيم تدفق النيوتروني  $(4.3, 8.64, 21.6 \times 10^{10} \text{ n/cm}^2)$  مقارنة بنموذج غير المشع.

كما يلاحظ إن نموذج CR-39 غير المعرض للنيوترونات السريعة (غير المشع) يمتلك هبوط مفاجئ في قيمة النفاذية النسبية -T% عند مدى العدد الموجي  $2300-2400 \text{ cm}^{-1}$  ويصل ذلك الهبوط إلى أدنى حد له عند العدد الموجي  $2360 \text{ cm}^{-1}$ ، في حين لا يحصل هذا الهبوط المفاجئ عند ذلك المدى في كافة نماذج الـ CR-39 المعرضة للنيوترونات السريعة (شكل - 6 :A).

كما يبين الـ (شكل - B :5) ان نماذج الـ CR-39 المعرضة للنيوترونات السريعة عند قيم التدفق النيوتروني  $(4.3, 8.64, 21.6 \times 10^{10} \text{ n/cm}^2)$  تتناقص قيمة النفاذية النسبية -T% لها مع زيادة قيم التدفق النيوتروني  $R_t(\text{fluence})$ . ولأجل تحديد ذلك الهبوط في قيمة النفاذية النسبية -T% المقاس بتقنية تحول فورير تحت الحمراء - FTIR عند العدد الموجي  $2360 \text{ cm}^{-1}$  تم رسم التغير مع زيادة فترات التشعيع كما يوضحها (الشكل -7).

- [10] Kumar, Vijay, Sonkawade, R. G., Dhaliwal, A. S., "Optimization of CR-39 as neutron dosimeter" Indian Journal of Pure and Applied Physics, IJPAP, Volume.48, No. 07, 2010.
- [11] Douglas A. Skoog, F. James Holler, Stanley R. Crouch Principles of Instrumental Analysis, An Introduction to Infrared Spectrometry, pp: 430-455, 1998.
- [2] Al-Sàad and S. J. Abbas, "He-Ne laser transmission through etched CR-39 and CN-85 detectors containing alpha- and neutron-induced tracks "Radiation Measurements, Volume. 34, Pages 91-93 2001.
- [3] B.M. Moharrama; George Lamazeb, M. El"kie, N. Khalilc "Neutron- based analysis of "ssion rates and ultra-trace concentrations of 235U using gamma spectrometry and CR-39 (Plastic track detector)" Radiation Measurements, Volume.35, 113-117, 2002.
- [4] S. A. Nouh' M. H. Abdel-Salam and A. Ahmed Morsy, "Electrical, optical and structural behavior of fast neutron-irradiation-induced CR-39 SSNTD Radiation Measurements", Volume. 37, Pages 25-29, 2003.
- [5] Pálfalvi, J.K., Akatov, Yu., Szabó, J., Sajó-Bohus, L., Eördögh, I. "Detection of primary and secondary cosmic ray particles aboard the ISS using SSNTD stacks" Radiation Protection Dosimetry, Volume.120, 427-432, 2006.
- [6] EL-Badry Basma A., Zaki M. F. M, Ahmed Morsy, A. "Neutron response study using poly allyl diglycol carbonate" Indian Academy of Sciences, Bangalore, INDE, Volume. 69, No.4, pp. 669-674, 2007.
- [7] G. Jeff Sykora, Mark S. Akselrod, M. Salasky, and Stephen A. Marino "Novel Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: C, Mg fluorescent nuclear track detectors for passive neutron dosimetry" Radiation Protection Dosimetry, Volume 126(1-4): 278-283, 2007.
- [8] KALSI Puran C., AGARWAL Chhavi "Neutron-irradiation effects on track etching and optical characteristics of CR-39 (DOP) nuclear track detector", Journal of Materials Science, Volume. 43, No.8, pp. 2865-2868, 2008.
- [9] VIJAY KUMAR, A, R.G. SONKAWADE, B, A. S. DHALIWALA and ROHIT MEHRA "Study of Neutron Induced Modification on Optical Band Gap of CR-39 Polymeric Detector" Asian Journal of Chemistry, Volume. 21, No. 10, S279-283, 2009.

### Abstract

CR-39 detector was exposure to fast neuron by Am-Ba source with neutron flux ( $5 \times 10^5$  n/cm<sup>2</sup>. sec) and neutron fluence values (4.3, 8.64,  $21.6 \times 10^{10}$  n/cm<sup>2</sup>). Fast neutron effect on CR-39 detectors was measurement by using of using of Fourier Transform Infrared- FTIR and UV-visible spectroscopy within optical absorption- A and relative transmission percent -T% respectively.

CR-39 exposure to fast neutron increase to optical absorption -A and decrease to transmission percent -T% at the wavelength range (250-290 nm) and wave number range (2000-2600 cm<sup>-1</sup>) respectively. In this study obtained there was easy to use CR-39 detectors to determination the fast neutron effect at the fluence value which is greater than  $5 \times 10^{10}$  n/cm<sup>2</sup> and may be concentrated on the fast neutron effect measurement which is less than this value in the next studies.