------مجلة علوم الرافدين، المجلد 22، العدد 3، ص 102-110، 2011------

دراسة مقارنة لقياس الفراغ للحالة المستقرة باستخدام توهين أشعة كاما والنيوترونات السريعة

صلاح عبد الوهاب شيت **حازم فاضل محمود**

فرع الفسلجة
كلية طب نينوى
جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 26/ 5 / 2010 ؛ تاريخ القبول 14 / 3 / 2011)

الملخص

تم في هذا البحث مقارنة قياس نسبة الفراغ باستخدام طريقة توهين النيوترونات وإيجاد الخطأ النـسبي المئوي لقياس نسبة الفراغ للحالة المستقرة وكذلك استخدام توهين أشعة كاما وإيجاد الخطأ النـسبي المئـوي والمقارنة بينهما ووجد انخفاض في قيمة الخطأ النسبي المئوي في حالة توهين النيوترونات منها فـي أشـعة كاما. لذلك يفضل استخدام توهين النيوترونات للقياس.

الكلمات الدالة: أشعة كاما، نيوترون.

Comparative Experimental Measurement Study of Void Fraction Using γ – Ray and Fast Neutrons

Salah A. Sheet **Hazim F. Mahmood**

Department of Physiology
College of Ninavah Medicine
Mosul University

ABSTRACT

In this work we did a comparison for measurement of void fraction for steady state between two methods using γ – Ray with different energies and fast neutrons. The relative percentage of measurement by using neutron is less than of using γ – Ray.

Keywords: γ – Ray**,** neutron**.**

المقدمة

للجريان الثنائي الطور تطبيقات متعددة في مختلف حقول التكنولوجيا ومنها حقل التكنولوجيا النووية (Aslan, 1989). وتعد نسبة الفراغ إحدى أهم الدلائل في دراسات الجريان الثنائي الطور. وتعرف بأنها نسبة الحجم المشغول من الغاز أو البخار إلى الحجم الكلي لخليط الغاز والسائل أوالسائل وبخاره.

إن أهمية دراسة التغير في الطور المستخدم في منظومة تبريد المفاعل تأتي من حقيقة أن التغير في الطور للسوائل التي تستخدم بوصفها مهدئات للنيوترونات تؤدي إلى تكوين فقاعات من غاز السائل وان ظهور الفقاعات يسبب تغيرا في كثافة الخليط (السائل أو بخاره) وبالتالي يؤدي إلى انخفاض القدرة على تهدئة النيوترونات والذي يؤدي بدوره إلى تقليل التفاعلية (Reactivity) والتي تعد من الأمور المهمة جدا في تشغيل المفاعلات. كما أن وقوع أي خلل في منظومة تبريد المفاعل كحادثة فقدان سائل التبريد تؤدي إلى حدوث تغيير في الطور للسائل المبرد ولا يمكن الكشف عنها بالطرق المرئية .لذلك تصبح معرفة نسبة الفراغ الحجمي في هذه الحالة ذات أهمية خاصة حيث يمكن أن تعطي هذه القيمة صوره لتوزيع الأطوار وأنماط الجريان المتوقعة تبعا لذلك وتأثيراتها على كفاءة منظومة التبريد علما بأن الموضوع قد درس من قبل جامعة داندي وترك ألان والدراسة تقتصر على المفاعلات (Chen , 2001).

كما أن الدراسات السابقة كانت في حالة جريان السائل. وان هدف الدراسة هو إيجاد الأفضل في قياس نسبة الفراغ بالحالة المستقرة بين استخدام النيوترونات السريعة وأشعة كاما.

الجزء النظري

تعد نسبة الفراغ أحد الدلائل في دراسات الجريان الثنائي الطور كما ذكر سابقا ويمثل نسبة الحجم المشغول من الغاز إلى الحجم الكلي.

استخدمت كل من الطرق الآتية لقياس نسبة الفراغ :

أ- طريقة توهين أشعة كاما

إن مبدأ عمل هذه الطريقة هوتوهين أشعة كاما أو الأشعة السينية خلال مرورها بالمواد نتيجة لتفاعلاتها معها. وأهم هذه التفاعلات هي استطارة كومبتون Compton - scattering وتوليد زوج إلكترون بوزترون Pair Production والتأثير الكهروضوئي Photoelectric Effect .

تعتمد مساهمة كل من التفاعلات السابقة على نوع المادة وطاقة الفوتونات.

إن توهين حزمة مسددة Collimated beam من الإشعاع شدتها I_o يوصف بالعلاقة التالية.

$$I = I_o e^{-\mu X} \qquad \ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث I تمثل شدة الفوتونات بعد مرورها بالمادة التي معامل توهينها الخطي μ وسمكها X .

وبتطبيق أسلوب توهين الإشعاع في قياس نسبة الفراغ فأن الإشعاع يمر من جدار أنبوب القياس إلى الجـدار الأخير لأنبوب القياس ليقيس العداد شدة (I_L , I_G) عندما يكون أنبوب القياس مملوءاً بالغاز والسائل علـى التوالي. عند سقوط الأشعة عموديا على السطح الفاصل بين الأطوار كما موضح في الشكل (2,1) فأن نسبة الفراغ (α) تحسب كالأتي:

$$\alpha = \frac{\ln I - \ln I_L}{\ln I_G - \ln I_L} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

I_L تمثل الشدة عندما يكون أنبوب القياس مملوءاً بالسائل.

I_G تمثل الشدة عندما يكون أنبوب القياس مملوءاً بالغاز.

أما في حالة سقوط الأشعة بشكل موازٍ للسطح الفاصل بين الأطوار كما في الـشكل (2) فـأن (α) تـساوي (Chung, 2003).

$$\alpha = \frac{I - I_L}{I_G - I_L} \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

ب- طريقة توهين النيوترونات السريعة :

يتم توهين النيوترونات في المادة عن طريق تفاعلها بطرق مختلفة تعتمد على طاقتها وعلـى طبيعـة المادة (Hooker, 1958) وبصورة عامة فأن النيوترونات النافذة من المادة تكون وفق العلاقة التالية.

$$I = I_o e^{-\sigma t x} \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث أن I_O شدة النيوترونات قبل مرورها بالمادة التي مقطعها العرضي الكلي للتفاعل (σ_t) وسمكها (x) .

إن أكثر التفاعلات احتمالا للنيوترونات السريعة مع المادة هو الاستطارة التي يعتمد على كمية المـادة الهيدروجينية داخل أنبوب القياس فأن الماء يسبب استطارة للنيوترونات السريعة بكفاءة عالية مما يجعل قياس نسبة الفراغ دقيقا جدا خاصة وأن احتمالية استطارة النيوترونات السريعة في المـاء أكبـر مـن احتماليـة اسـتطارتها بمـادة جـدار أنبـوب القيـاس حيـث تبلـغ الطاقـة المـستخدمة MeV (0.025). (Kendoush *et al*., 1984) , (Salah, 1990).

الاستطارة في هذه الحالة هي أكثر من أسر النيوترون وذلك لأن الفراغ والسائل المستخدم قليل.

α_{actual} تحسب نسبة الفراغ للتجربة بأخذ قطر أنبوبة ماصة ذات قطر معلوم ويحسب حجم الفراغ.

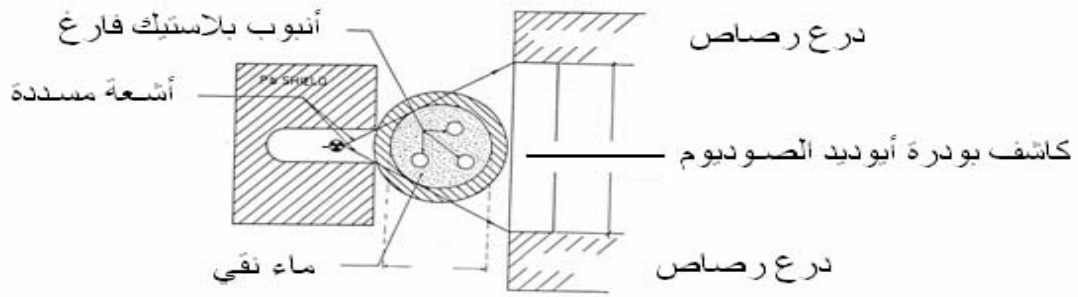
الجزء العملي

استخدم أنبوب من مادة البيرسبيكس (Perspex) وبالحجم الحقيقي المستعمل في منظومة دراسة أنماط الجريان الثنائي الطور وبقطر داخلي cm (3.8) وبسمك cm (0.6) واستخدمت أنابيب بلاستيكية كلها للفراغ وبقطر cm (0.6) وقد تم إدخالها في أنبوب القياس من فتحة موجودة في أعلى الأنبوب.

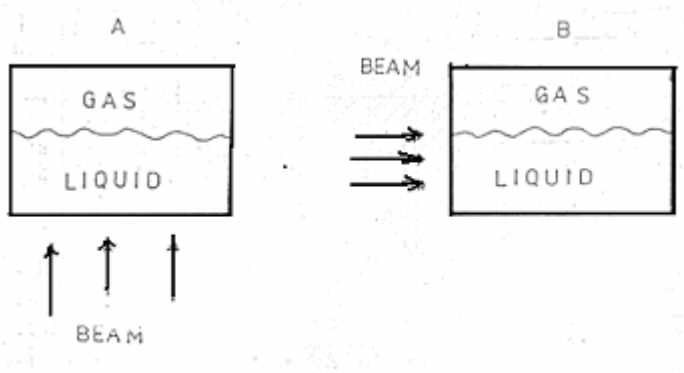
اجري لهذه ألأنابيب البلاستيكية تحليل كيمياوي باستخدام جهاز (C.H. N) وهو جهاز لقياس نسبة الكاربون والهيدروجين والنتروجين وقد وجد أنها تحوي على 85% كاربون و 15% هيدروجين. وضع العداد المستخدم في منظومة القياس قريبا من أنبوب القياس ووضع المصدر والمسدد (Collimator) والمسدد يكون على شكل بلوك من الرصاص على شكل متوازي أضلاع بطريقة بحيث يكون انتشار الإشعاع كافيا لتغطية المقطع العرضي لأنبوب القياس وبصورة تضمن وصول الأشعة أو النيوترونات للمسار خلال الخليط إلى العداد.

وقد استخدمت العدادات التالية : العداد ألوميضي cm (3*3) والعداد لقياس النيوترونات هو عداد BF_3 . وقد أجريت هذه الدراسة في قاعة اعتيادية ويمكن على ضوء النتائج المستخرجة وضعها على أنابيب تبريد المفاعل مستقبلا. وقد تمت تهدئة النيوترونات باستخدام الكارافيت وتم توهينها بالماء علماً أنه في هذه الدراسة لا تدخل طاقة النيوترونات في الحسابات.

كما في الشكل (1).



الشكل 1: يمثل موقع أنبوب القياس من العداد والمصدر المشع في قياس نسبة الفراغ.



الشكل 2: يمثل موقع الأشعة بالنسبة للخليط .

استخدم مصدر السيزيوم- 137 مصدرا مشعا بنشاط إشعاعي يبعث أشعة كاما بطاقة أحادية مقـدارها (o.662MeV) لقياس نسبة الفراغ بطريقة توهين أشـعة كامـا. واسـتخدم مـصدر الامرشـيوم بريليـوم (Am – Be) وبنشاط إشعاعي 330 mCi لقياس نسبة الفراغ بطريقة توهين النيوترونات السريعة.

النتائج والناقشة

تم حساب نسبة الفراغ α_{actual} والتي تمثل نسبة حجم الهواء إلى الحجم الكلي للمزيج للمنطقة المقابلـة للمقطع العرضي للعداد كما تم حساب نسبة الفراغ عمليا وبطريقة توهين أشعة كاما باستخدام العلاقـة (1). وتم حساب الخطأ النسبي المئوي $\frac{\Delta\alpha}{\alpha}\%$ ولكل قيمة من قيم نسبة الفراغ باستخدام العلاقة الآتية :

$$\frac{\Delta\alpha}{\alpha}\% = \frac{\alpha_{exp} - \alpha_{act}}{\alpha_{act}} * 100$$

والجدول (1) يمثل قيم نسب الفراغ الحقيقية والعملية والخطأ النسبي المئوي لكل من قيم ونسبة الفراغ.

الجدول 1: قيم نسب الفراغ الحقيقية والعملية والخطأ النسبي المئوي لكل من قيم ونسبة الفراغ.

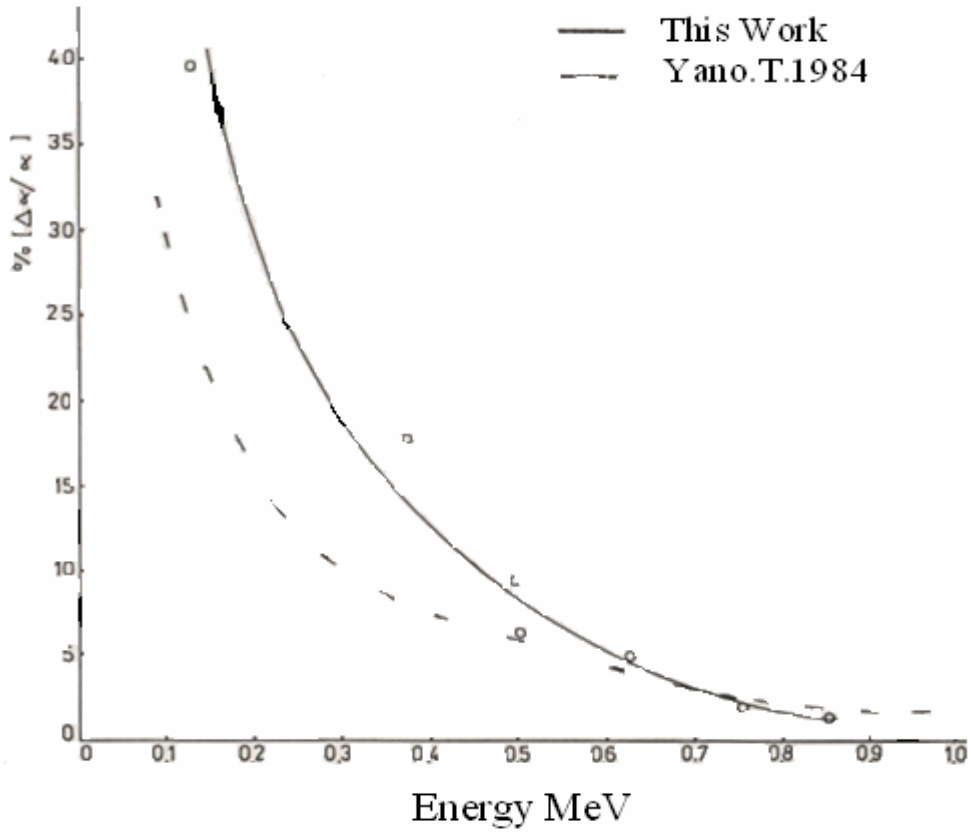
α_{act}	α_{exp}	$\%\frac{\Delta\alpha}{\alpha}$
0.124	0.174	39.6
0.373	0.439	17.5
0.498	0.545	9.3
0.626	0.657	5
0.750	0.766	2.04
0.850	0.862	1.4

والشكل (3) فأنه يمثل نسبة الخطأ النسبي المئوي دالة لنسبة الفراغ حيث تقترب قيمته من الصفر عند القيم العالية وتزداد قيمة نسبة الخطأ النسبي كلما صغرت قيمه α_{act} ويعزى هذا الخطأ إلى الطبيعة العشوائية للأشعة.

1- زيادة α_{act} تعني زيادة حجم الهواء ونقصان حجم السائل.

2- زيادة حجم الهواء يعني زيادة I_G ونقصان حجم السائل يعني تأثير السائل على الامتصاصية يقل كذلك اقتراب قيم I مع I_G .

3- حسب المعادلة (2) فأن α تقترب من الواحد لأن $I > I_L$ و $I_G > I_L$ و $I \approx I_G$.



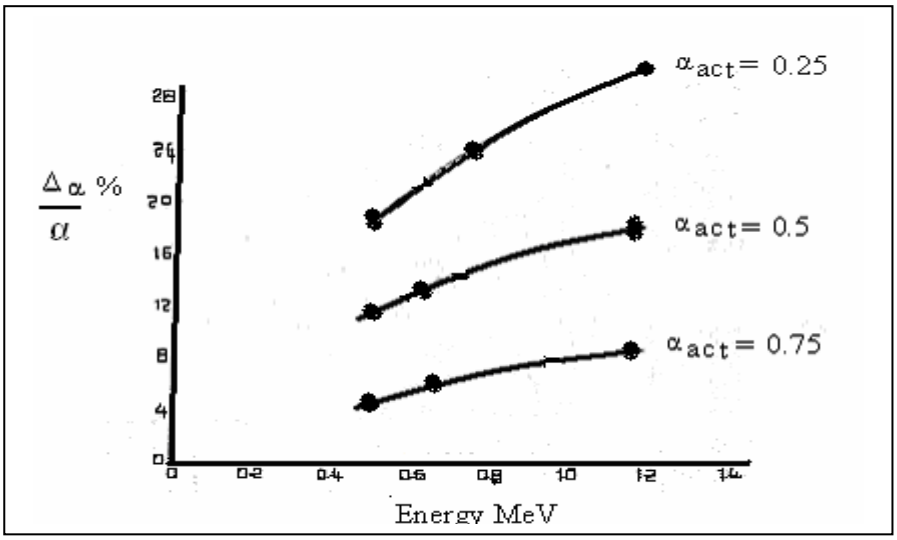
الشكل 3: يمثل الخطأ النسبي المئوي في قياس نسب الفراغ كدالة لقيمها الحقيقية.

يمثل الجدول (2) قيم الفراغ الحقيقية التجريبية باستخدام مصادر باعثة لأشعة كاما وبطاقات مختلفة.

الجدول 2: قيم الفراغ الحقيقية التجريبية.

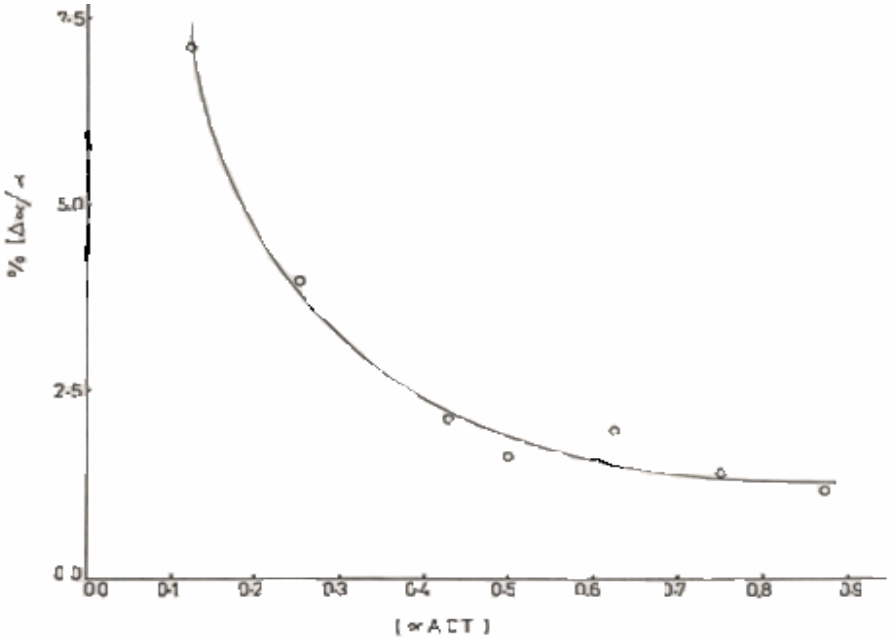
α_{act}	α_{exp}	$\% \frac{\Delta\alpha}{\alpha}$	**Energy MeV**	**Radioactive Source**
0.25	0.297 0.305 0.324	19 22.5 30	0.511 0.662 1.17	Na^{22} Cs^{137} Co^{60}
0.5	0.558 0.569 0.599	11.8 14.1 18.2	0.511 0.662 1.17	Na^{22} Cs^{137} Co^{60}
0.75	0.787 0.797 0.816	4.8 6.2 8.7	0.511 0.662 1.17	Na^{22} Cs^{137} Co^{60}

الشكل (4) الخطأ النسبي المئوي دالة لطاقة أشعة كاما عند نسب فراغ مختلفة حيث يلاحظ انخفـاض فـي قيمة الخطأ النسبي المئوي عند الطاقات الواطئة لأشعة كاما ويعزى السبب إلى انخفاض قيمة التوهين للمـادة مع زيادة طاقة أشعة كاما (Kendoush, 1984) , (Salah, 1990).



الشكل 4: يمثل الخطأ النسبي المئوي كدالة لطاقة اشعة كاما.

يمثل الشكل (5) الخطأ النسبي المئوي دالة لنسبة الفراغ باستخدام توهين النيوترونات السريعة حيـث يلاحظ انخفاض قيمة الخطأ النسبي عند القيم العالية وتزداد قيمته مع انخفاض القيم ويعزى الـسبب إلـى أن معامل توهين النيوترونات السريعة للماء أكبر من الهواء (Yano, 1984).



الشكل 5: يمثل الخطأ النسبي المئوي كدالة لنسبة الفراغ باستخدام توهين النيوترونات السريعة.

الاستنتاجات

يلاحظ من الجدول (1) بأن نسبه الخطأ النسبي المئوي تقل كلما زادت نسبة الفراغ التجريبية الحقيقية.
يلاحظ من الجدول (2) ازدياد نسبة الخطأ النسبي مع زيادة أشعة طاقة أشعة كاما.
إن الخطأ النسبي المئوي لتوهين النيوترونات أقل من الخطأ النسبي المئوي لتوهين أشعة كاما.
في الحالات التي تتطلب إجراء قياسات سريعة نسبيا فأن طريقة توهين النيوترونات هـي الأفـضل بـسبب حساسيتها العالية.

المصادر الأجنبية

Aslan, S. R. (1989) . Theoretical Evaluation of ion implantation By DPF device ; Ph . D Thesis / Baghdad University.

Chen, F. F.; Arnush, M. (2001). The Fluting Potential of Cylindrical Longmuir Probes; *Phys. Plasmas*. **8**, 5051-5058.

Chung, T. H.; Seo, D. C. ; Kown, M. (2003). Longmuir probe diagnostic of electronegative discharges ; (Abstract), *IEEE* ,**11** , 345-351.

Hooker, H. H. (1958). "Method for void fraction Determinations in Experimental Boiling Heat transfer Test – Facilities ". ANL – 5766 USA .EC .

Kendoush, A. A. (1984). " Transient Two-Phase Flow with Heat Exchange in a Horizontal Annular Tube".

Salah, D. M. (1990) . Thermal annealing studies of Fe and Ti implanted in Ga As and in Pu; Ph.D. Thesis Berlin university.

Yano, T. (1984). "Void Fraction Measurement by γ-Ray Densitometer under Instantaneous Pipe Rupture " . *Nuclear Engineering and Design*.**79** (101).