

**نسب الخلط لانتقالات كاما من مستويات  $^{40}_{19}K_{21}$  المتولدة من تفاعل  $^{40}_{18}Ar_{22}(p, n\gamma)^{40}_{19}K_{21}$  باستخدام طريقة الثابت الاحصائي التنسوري (CST)**

د. ايمان طارق العلوي    د. مؤيد جبار زوري  
قسم الفيزياء / كلية العلوم / الجامعة المستنصرية

**الخلاصة**

في هذا البحث استخدمت طريقة الثابت الاحصائي التنسوري (CST) لحساب نسب الخلط لانتقالات الكامية من مستويات الطاقة للنظير  $^{40}_{19}K_{21}$  المتولدة من تفاعل  $^{40}_{18}Ar_{22}(p, n\gamma)^{40}_{19}K_{21}$ . حيث قورنت النتائج مع القيم العملية المتوفرة فكانت متوافقة بشكل جيد في اغلبها. ان بعض قيم نسب الخلط ( احد الحلين لها ) التي تم حسابها بهذه الطريقة كانت متوافقة بشكل جيد مع القيم العملية كالانتقال الكامي ذو الطاقة (  $2_1^+ \rightarrow 3_1^-$  ) ذو الطاقة ( 1929 KeV ) وبعضها مقبولة لوقوعها ضمن الحلين لنتائج الحسابات للانتقال الكامي (  $2_5^- \rightarrow 3_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2756.2 KeV ). وبعضها متوافقة بشكل جيد ضمن مدى القياسات العملية كالانتقال الكامي (  $2_3^- \rightarrow 2_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2389 KeV ) والبعض الاخر مقبول ضمن نسبة الخطأ مع القياسات العملية كالانتقال الكامي (  $2_2^+ \rightarrow 2_1^-$  ) ذو الطاقة ( 1247 KeV ).

**Mixing Ratios of Gamma-Transitions of  $^{40}_{19}K_{21}$  States Populated from  $^{40}_{18}Ar_{22}(p, n\gamma)^{40}_{19}K_{21}$  Reaction Using Constant Statistical Tensor (CST) Method**

**Dr. Iman Tarik Al-Alawy    Dr. Muayyed Jabar Zoory**

[ImaTarik2006@yahoo.com](mailto:ImaTarik2006@yahoo.com)

**Abstract**

Constant statistical tensor (CST) method is used in the present calculations of  $\delta$ -mixing ratios of gamma transitions between the energy levels of  $^{40}_{19}K_{21}$  isotope populated from the  $^{40}_{18}Ar_{22}(p, n\gamma)^{40}_{19}K_{21}$  reaction. The results of  $\delta$ -mixing ratios according to this method had been compared with the experimental data. Most of our results are in good agreement with

experimental data. Some of these results (either one of the two solutions) are in good agreement with experimental results especially for ( $3_1^- \rightarrow 2_1^+$ ) gamma transition of (1929 KeV), some of them are agreement with range of the two solutions of  $\delta$ -mixing ratio especially for ( $3_1^- \rightarrow 2_5^-$ ) gamma transition of (2756.2 KeV). While some of the results are in agreement with the range of the experimental data especially for ( $3_1^- \rightarrow 2_3^-$ ) gamma transition of (2389 KeV) and the others are in agreement with the accepted percentage error of the experimental data especially for ( $2_1^- \rightarrow 2_2^+$ ) gamma transition of (1247 KeV).

### المقدمة

التفاعلات النووية هي العمليات التي يحدث فيها بعض التغيرات في خواص النواة نتيجة لقصف (Bombardment) النواة الهدف (Target) بجسيم معجل أو أشعة وينتج عنها خروج جسيم آخر أو أشعة ونواة أخرى. وتتطبق على التفاعلات النووية قوانين الحفظ المختلفة كقانون حفظ التماثل وتكافؤ الكتلة والطاقة وقانون حفظ الزخم [١].

يمكن ان تنحل النواة المثيرة دائما إلى مستوى أوطأ من الطاقة وذلك عن طريق انبعاث الاشعاع الكهرومغناطيسي أو بواسطة عملية التحول الداخلي (Internal Conversion) [١].

إن الانحلال السائد هو عن طريق بعث فوتون كاما، ولا يحدث انبعاث الفوتون إلا تحت تأثير القوى الكهرومغناطيسية ويصاحبه إعادة توزيع الشحنة الكهربائية في النواة (انتقالات كهربائية Electric Transitions) أو العزم المغناطيسي الذاتي وكذلك المداري للنكليون (انتقالات مغناطيسية Magnetic Transitions). وفي هذه الحالة لابد وان يتغير البرم أو مركبته لان كم كاما يحمل معه عزم زاوي مقداره  $L\hbar$ ، وذات قطبية  $2^L$  [٢].

ويمكن معرفة نوع الإشعاع فيما إذا كان انتقالاً كهربائياً (EL) أو انتقالاً مغناطيسياً (ML) بواسطة التماثل (Parity) حيث أن تغيرها يكون مساوياً إلى  $(-1)^L$  للانتقال الكهربائي و  $(-1)^{L+1}$  للانتقال المغناطيسي.

لقد أهتم كل من Enge H.A. وجماعته عام ١٩٥٩ [٣] بدراسة المستويات الواطئة ذات التماثل الفردي (Low-Lying odd-Parity States) لنواة  $^{40}_{19}K_{21}$ .

وفي عام (١٩٦٤) درس كل من Bansal R.K. و French J.B. [٤] توزيع مستويات الطاقة لنواة  $^{40}_{19}K_{21}$  ذات الاعداد الكتلية (A=37-40).

لقد قام كل من Twin P.J. وجماعته (١٩٧٠) [٥] و Wechsung وجماعته (١٩٧١) [٦] و James A.N. وجماعته (١٩٧١) [٧] بقياس أعمار النصف لمستويات  $^{40}_{19}K_{21}$  ونسب الخلط لمتعدد الأقطاب ونسب التفرع للمستويات ذات الطاقة الأكبر من 2800 KeV . أما Becker J.A. و Warburton E.K. (١٩٧١) [٨] فقد قاما بحساب احتمالية الانتقالات الكهرومغناطيسية بين المستويات ذات التماثل السالب (Odd-Parity States) لنواة  $^{40}_{19}K_{21}$  .

أما Poletti A.R. و Beale D.J. (١٩٧٢) [٩] فقد أهتموا بدراسة القياسات الأساسية لتفاعل  $^{40}_{18}Ar_{22}(p,n)^{40}_{19}K_{21}$  . وقد تبعهم كل من Wedberg G.H. و Segel R.E. (١٩٧٣) [١٠] و Davis C.K. وجماعته (١٩٧٣) [١١] بمقارنة النتائج العملية بين المجاميع البحثية وكانت متوافقة بشكل جيد . وقد أهتم Davis C.K. وجماعته بدراسة المستويات الواطئة (Low Lying States) لنواة  $^{40}_{19}K_{21}$  ذات التماثل الموجب (Even-Parity). وقد حصلوا على أربعة مستويات للطاقة بوحدة (KeV) بتماثل موجب وهي  $(0^+)$  و  $1643$  و  $(2^+)$  و  $1959$  و  $(3^+)$  و  $2261$  و  $(1^+)$  و 2290 . وفي عام (١٩٧٤) قام Thomas M.F. وجماعته [١٢] بحساب احتمالية الانتقالات الكهربائية رباعية القطب (E2) واحتمالية الانتقالات المغناطيسية ثنائية القطب (M1) باستخدام نموذج القشرة (Shell Model) للانتقالات الكامية لنواة  $^{40}_{19}K_{21}$  .

لقد تم قياس مستويات الطاقة (Energy Levels) والانتقالات الكامية (Gamma Transitions) ومعاملات التوزيع الزاوي (Angular Distribution Coefficients)  $a_2(\Delta a_2)$  و  $a_4(\Delta a_4)$  ونسب الخلط  $\delta(E2/M1)$  في هذا التفاعل من قبل Beale D.J. وجماعته عام (1979) [١٣] .

وفي عام (٢٠٠١) استخدم Saied B.M. [١٤] بنجاح طريقة الثابت الإحصائي التتسوري لحساب نسب الخلط لانتقالات كامية من مستويات متهيجة في التفاعلات النووية  $^{26}_{12}mg_{14}(\alpha, p\gamma)^{23}_{11}Na_{12}$  و  $^{162,164}_{66,96,98}Dy(n, n'\gamma)^{168}_{68,100}Er$  و  $^{168}_{68,100}Er(n, n'\gamma)^{162,164}_{66,96,98}Dy$  . وفي عام (٢٠٠٥) أيضا قام الباحث Ibrahim K.S. وجماعته [١٥, ١٦] بحساب نسب الخلط ( $\delta$ ) لانتقالات كما لنواة  $^{101}_{47}Ag_{64}$  ونواة  $^{146}_{60}Nd_{86}$  على التوالي باستخدام طريقة الثابت التتسوري الإحصائي (CST) وطريقة نسبة  $a_2$  ( $a_2$ -Ratio) وطريقة مطابقة المربعات الدنيا (LSF).

وفي عام (٢٠٠٦) قام الباحث Al-Alawy I.T. [١٧] بتحليل نظرية لحل علاقات الترابط الزاوي ونسب الخلط وتعدد القطبية لانتقالات كما المنبعثة نتيجة الأسر النيوتروني من تفاعل  $^{179}_{72}Hf_{107}(n, \gamma)^{180}_{72}Hf_{108}$  .

### الأسس النظرية

تعرف نسبة الخلط لمتعدد الأقطاب لانتقال كما من الحالة الابتدائية ( $J_i$ ) إلى الحالة النهائية ( $J_f$ ) بأنها النسبة بين عناصر المصفوفة المختزلة لرباعي القطب الكهربائي ( $E2$ ) وعناصر المصفوفة المختزلة لثنائي القطب المغناطيسي ( $M1$ ) للتماثل الزوجي، أو النسبة بين عناصر المصفوفة المختزلة لرباعي القطب المغناطيسي ( $M2$ ) وعناصر المصفوفة المختزلة لثنائي القطب الكهربائي ( $E1$ ) للتماثل الفردي [١٨،١٩].

في الدراسة الحالية تم استخدام اتفاقية طور (Phase Convention) [Alder K. [٢٠]. في هذا الطور تعرف نسبة الخلط لمتعدد الأقطاب على أنها النسبة بين عناصر المصفوفة المختزلة المنبعثة (Emission Reduced Matrix Elements)

$$\delta = \frac{\langle J_f \| E2 \| J_i \rangle}{\langle J_f \| M1 \| J_i \rangle} \quad \dots\dots\dots (1)$$

يعبر عن التوزيع الزاوي (Angular Distribution) لأشعة كما المنبعثة من المستوي الابتدائي  $J_i^\pi$  إلى المستوي النهائي  $J_f^\pi$ ، كما موضح في الشكل (2a-1)، بالعلاقة الآتية [٢١].

$$W(\theta) = \sum_{\text{even } k} a_k Q_k P_k(\cos \theta) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$W(\theta) = \sum_{\text{even } k} \rho_k(J_i) F_k(J_i J_f \delta) Q_k P_k(\cos \theta) \quad \dots\dots\dots (3)$$

حيث تمثل  $a_k$ : معاملات التوزيع الزاوي (Angular Distribution Coefficients)

$Q_k$ : معامل التصحيح الهندسي (Geometrical Correction Factor))

إن المعامل ( $Q_k$ ) يعتمد على حجم الكاشف ونوع الكاشف وكذلك المسافة بين المصدر والكاشف وعلى كفاءة الكاشف كدالة لاتجاه الإشعاع الساقط، وإن  $Q_k \leq 1$  [١٨].

$P_k(\cos \theta)$  : تمثل متعدد حدود ليجنر (Legendre Polynomial)

$\theta$  : هي الزاوية بين اتجاه أشعة كما ومحور الترصيف (Axis of Alignment) أي اتجاه الشعاع الساقط (Incident beam Direction).

$\rho_k(J_i)$  : التتسر الأحصائي (Statistical Tensor) الذي يوضح مقدار الترصيف (Alignment) للمستوي الابتدائي ( $J_i$ ).

$F_k(J_i J_f \delta)$ : معاملات تحتوي على معلومات عن الزخم الزاوي للمستويين الابتدائي ( $J_i$ ) والنهائي ( $J_f$ ) ونسبة خط متعدد الأقطاب ( $\Pi$ ) ويمكن التعبير عنها بالعلاقة الآتية [٢٢]:

$$F_k(J_i J_f \delta) = \frac{F_k(J_f LLJ_i) + 2\delta F_k(J_f LL'J_i) + \delta^2 F_k(J_f L'L'J_i)}{(1 + \delta^2)} \quad \text{..... (٤)}$$

و  $F_k(J_f L'L'J_i)$ ،  $F_k(J_f LL'J_i)$ ،  $F_k(J_f LLJ_i)$  معاملات تعتمد على الزخم الزاوي لكل انتقال وان  $L' = L + 1$ .

من المعادلات (٢) و (٣) و (٤) يمكننا الحصول على معاملات التوزيع الزاوي ( $a_k$ ) بالعلاقة الآتية [٢٢]:

$$a_k(J_i \rightarrow J_f) = \rho_k(J_i) \frac{F_k(J_f LLJ_i) + 2\delta F_k(J_f LL'J_i) + \delta^2 F_k(J_f L'L'J_i)}{(1 + \delta^2)} \quad \text{..... (٥)}$$

والتي منها يمكن حساب ( $\delta$ ) نسبة الخط لمتعدد الأقطاب بعد حساب  $\rho_k(J_i)$  باستخدام الثابت الاحصائي التنسوري (CST).

تعتمد هذه الطريقة على كثافة المعلومات للحالات الثانوية المغناطيسية (Magnetic Parameter) Substates Population  $P(m_i)$  للمستويات التي لها نفس قيم البرم في النوى المحددة التي لا تعتمد على طاقة المستويات ولا على التماثل (Parity) [٢٣]. حيث أن معاملات التنسور الاحصائي (Statistical Tensor) لكثافة المعلومات للحالات الثانوية المغناطيسية  $\rho_k(J_i, m_i)$  تكون أيضا ثابتة لنفس قيم ( $J_i$ ) ولا تعتمد على الطاقة ولا على التماثل (Parity). لذلك وفقا للمعادلة الآتية:

$$\rho_k(J_i) = \sqrt{2J_i + 1} \sum_m (-1)^{J_i - m} (J_i m J_i - m | k 0) P_m(J_i) \quad \text{..... (٦)}$$

حيث يمثل  $(J_i m J_i - m | k 0)$ : معامل كلبش كوردن (Clebsch-Gordan Coefficient)  $P_m(J_i)$ : كثافة المعلومات (Population Parameters).

فان الثابت التنسوري  $\rho_k(J_i)$  يجب أن يكون ثابت للمستويات التي تمتلك قيم ( $J_i$ ) دون الاعتماد على الطاقة والتماثل.

أخذت هذه الطريقة بعين الاعتبار القيم العملية لمعاملات التوزيع الزاوي والتي نحصل عليها من تحديد ومعرفة كل الانتقالات الكامية لكل من التفاعلات المختارة في العمل الحالي.

إن هذه الطريقة تعتمد على شرطين أساسيين:

١- نفرض جميع الانتقالات نقية ولذلك تصبح العلاقة (٥) بالشكل الآتي :

$$\rho_2(J_i) = \frac{a_2(J_i \rightarrow J_f)}{F_2(J_f \rightarrow J_i)} \quad \dots\dots\dots (٧)$$

٢- تأخذ قيم  $\rho_2(J_i)$  المحسوبة من المعادلة (٢-٣٠) التي تحقق  $(\alpha_2(J_i) < 1)$  وذلك باستخدام العلاقة الأتية:

$$\alpha_k(J_i) = \frac{\rho_k(J_i)}{B_k(J_i)} ; k = 2, 4, 6, \dots\dots\dots (٨)$$

حيث ان  $\alpha_k$  : هي معاملات التوهين (Attenuation Coefficients) للمستويات ذات الترصيف الجزئي غير المكتمل (Partially Aligned States)  $B_k(J_i)$  : هو التنسر الاحصائي (Statistical Tensor) في حالة الترصيف التام (Complete Alignment)

### النتائج والمناقشة

إن الانتقالات الكامية المبينة في الأشكال (١) للمخطط الانحلالي (Decay Scheme) لنواة  $^{40}_{19}\text{K}_{21}$  قد تم استخدامها في العمل الحالي لما يرافقها من قيم عملية لمعاملات التوزيع الزاوي  $(a_2(\pi a_2))$ .

إن حسابات هذه الطريقة تعتمد على ما يأتي:

١- في حالة الانتقالات الكامية النقية أو بفرض بقية الانتقالات نقية أي لا توجد نسبة خلط. يصح تطبيق المعادلة (٧) في إجراء حسابات  $\rho_2(J_i)$ .

٢- نأخذ قيم  $\rho_2(J_i)$  المحسوبة من معادلة (٧) التي تحقق  $(\alpha_2(J_i) < 1)$  وذلك باستخدام العلاقة

(٨) في مرحلة الترصيف التي يكون فيها التنسر الإحصائي في مرحلة الترصيف  $\rho_2(J_i)$  لا يساوي التنسر الإحصائي في مرحلة الترصيف التام  $B_2(J_i)$ .

إن الحسابات القائمة على المعادلة (٧) لحساب  $\rho_2(J_i)$  قد تم جدولتها في الجدول (١) للنواة  $^{40}_{19}\text{K}_{21}$ .

٣- ومن ثم نقوم بحساب المعدل الموزون (Weighted Average) لقيم  $\rho_2(J_i)$  المحسوبة وذلك باستخدام المعدلات الآتية [24] :

$$\text{Weighted Average} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{(\Delta x_i)^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(\Delta x_i)^2}}$$

$$\text{Error} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{(\Delta x_i)^2}$$

حيث  $x_i$ : هي القيم العملية لمعاملات التوزيع الزاوي  $a_2$ .

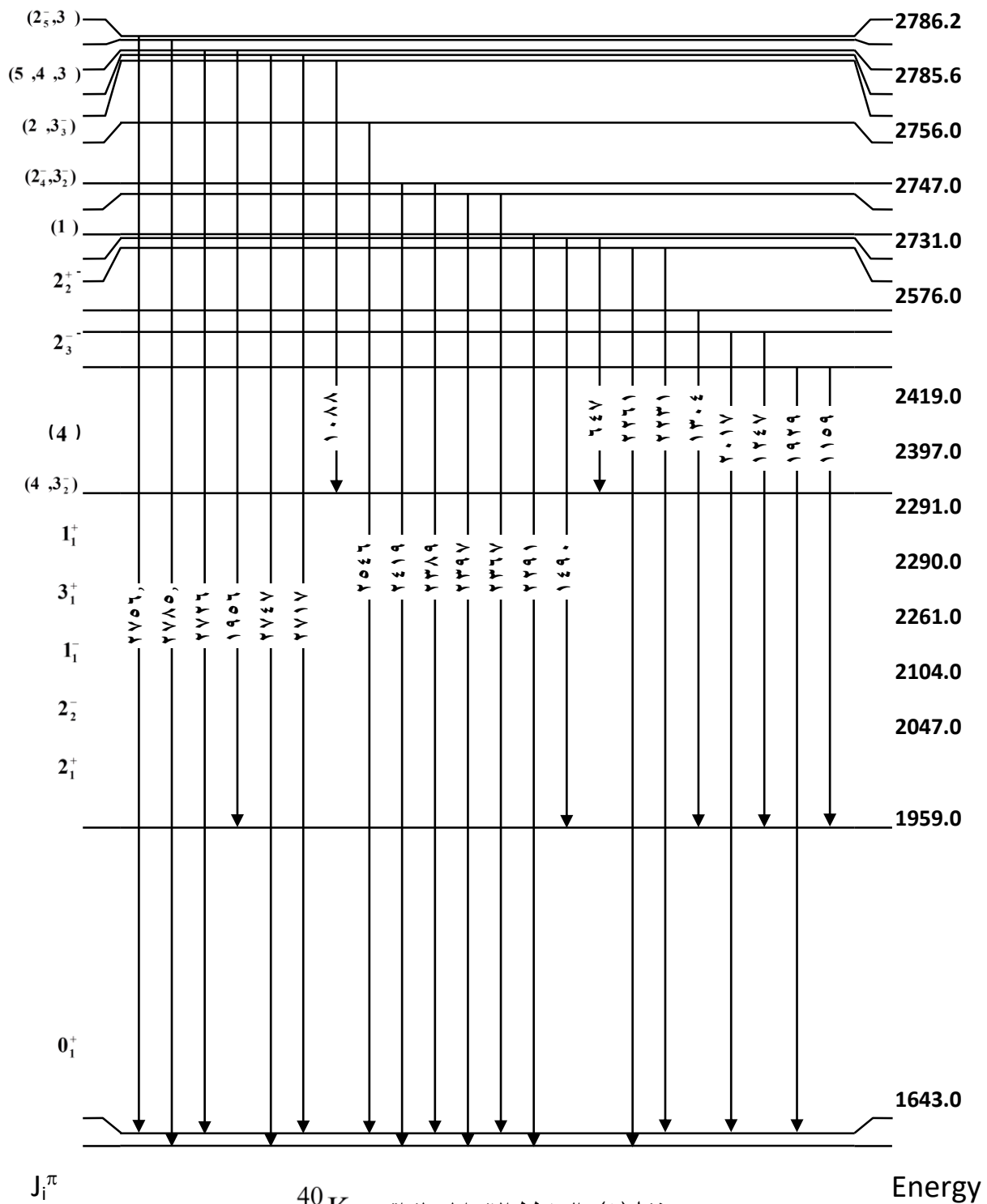
$\Delta x_i$ : هي الخطأ على القراءة  $a_2$  أي  $\Delta a_2$ .

٤- بعدها نقوم بحساب نسب الخلط ( $\delta$ -Mixing Ratio) باستخدام العلاقة (5). حيث يبين الجدول

(٢) نتائج حسابات قيم نسب الخلط ( $\delta$ ) للانتقالات الكامية لنواة  $^{40}_{19}\text{K}_{21}$  ومقارنتها مع القيم العلمية

المتوفرة. حيث يبين الجدول (٢) نتائج حسابات الثابت الاحصائي التنسوري  $\rho_2(J_i)$  بطريقة

(CST) وكذلك نتائج حساب المعدل الموزون.





جدول (١): قيم الثابت الاحصائي التنسوري (CST) للانتقالات الكامية لنواة  $^{40}_{19}\text{K}_{21}$ .

$E_{\text{level}}$ (KeV) [٧٠]	$E_{\gamma}$ (KeV) [٧٠]	$\rho_2(J_i^{\pi})$ for pure transition or considered to be pure
1959	1929	$\rho_2(2_1^+) = \frac{a_2(2_1^+ - 3_1^+)}{F_2(3112)} = \frac{a_2(2_1^+ - 3_1^+)}{0.11952}$
	1159	$\rho_2(2_1^+) = \frac{a_2(2_1^+ - 2_1^-)}{F_2(2112)} = \frac{a_2(2_1^+ - 2_1^-)}{-0.41833}$
2047	2017	$\rho_2(2_2^-) = \frac{a_2(2_2^- - 3_1^-)}{F_2(3112)} = \frac{a_2(2_2^- - 3_1^-)}{0.11952}$
	1247	$\rho_2(2_2^-) = \frac{a_2(2_2^- - 2_1^-)}{F_2(2112)} = \frac{a_2(2_2^- - 2_1^-)}{-0.41833}$
2104	1304	$\rho_2(1_1^-) = \frac{a_2(1_1^- - 2_1^-)}{F_2(2111)} = \frac{a_2(1_1^- - 2_1^-)}{0.07071}$
2261	2261	$\rho_2(3_1^+) = \frac{a_2(3_1^+ - 4_1^-)}{F_2(4113)} = \frac{a_2(3_1^+ - 4_1^-)}{0.14434}$
	2231	$\rho_2(3_1^+) = \frac{a_2(3_1^+ - 3_1^-)}{F_2(3113)} = \frac{a_2(3_1^+ - 3_1^-)}{-0.43301}$
2290	1490	$\rho_2(1_1^+) = \frac{a_2(1_1^+ - 2_1^-)}{F_2(2111)} = \frac{a_2(1_1^+ - 2_1^-)}{0.07071}$
	647	$\rho_2(1_1^+) = \frac{a_2(1_1^+ - 0_1^+)}{F_2(0111)} = \frac{a_2(1_1^+ - 0_1^+)}{0.70711}$
2291	2291	$\rho_2(3_1^-) = \frac{a_2(3_1^- - 4_1^-)}{F_2(4113)} = \frac{a_2(3_1^- - 4_1^-)}{0.14434}$
		$\rho_2(4^-) = \frac{a_2(4^- - 4_1^-)}{F_2(4114)} = \frac{a_2(4^- - 4_1^-)}{-0.43875}$
2397	2397	$\rho_2(4^-) = \frac{a_2(4^- - 4_1^-)}{F_2(4114)} = \frac{a_2(4^- - 4_1^-)}{-0.43875}$
	2367	$\rho_2(4^-) = \frac{a_2(4^- - 3_1^-)}{F_2(3114)} = \frac{a_2(4^- - 3_1^-)}{0.31339}$

2419	2419	$\rho_2(2_3^-) = \frac{a_2(2_3^- - 4_1^-)}{F_2(4222)} = \frac{a_2(2_3^- - 4_1^-)}{-0.17075}$
------	------	--

تابع جدول (١) : (٢/٣) .

E <sub>level</sub> (KeV) [٢٠]	E <sub>γ</sub> (KeV) [٢٠]	$\rho_2(J_i^\pi)$ for pure transition or considered to be pure
2419	2389	$\rho_2(2_3^-) = \frac{a_2(2_3^- - 3_1^-)}{F_2(3112)} = \frac{a_2(2_3^- - 3_1^-)}{0.11952}$
	1619	$\rho_2(2_3^-) = \frac{a_2(2_3^- - 2_1^-)}{F_2(2112)} = \frac{a_2(2_3^- - 2_1^-)}{-0.41833}$
2576	2546	$\rho_2(2_2^+) = \frac{a_2(2_2^+ - 3_1^-)}{F_2(3112)} = \frac{a_2(2_2^+ - 3_1^-)}{0.11952}$
2731	1088	$\rho_2(1) = \frac{a_2(1 - 0_1^+)}{F_2(0111)} = \frac{a_2(1 - 0_1^+)}{0.70711}$
٢٧٤٧	٢٧٤٧	$\rho_2(2_4^-) = \frac{a_2(2_4^- - 4_1^-)}{F_2(4222)} = \frac{a_2(2_4^- - 4_1^-)}{-0.17075}$ $\rho_2(3_2^-) = \frac{a_2(3_2^- - 4_1^-)}{F_2(4113)} = \frac{a_2(3_2^- - 4_1^-)}{0.14434}$
	٢٧١٧	$\rho_2(2_4^-) = \frac{a_2(2_4^- - 3_1^-)}{F_2(3112)} = \frac{a_2(2_4^- - 3_1^-)}{0.11952}$ $\rho_2(3_2^-) = \frac{a_2(3_2^- - 3_1^-)}{F_2(3113)} = \frac{a_2(3_2^- - 3_1^-)}{-0.43301}$
2756	٢٧٢٦	$\rho_2(2) = \frac{a_2(2 - 3_1^-)}{F_2(3112)} = \frac{a_2(2 - 3_1^-)}{0.11952}$ $\rho_2(3_3^-) = \frac{a_2(3_3^- - 3_1^-)}{F_2(3113)} = \frac{a_2(3_3^- - 3_1^-)}{-0.43301}$
	١٩٥٦	$\rho_2(2) = \frac{a_2(2 - 2_1^-)}{F_2(2112)} = \frac{a_2(2 - 2_1^-)}{-0.41833}$

		$\rho_2(3_3^-) = \frac{a_2(3_3^- - 2_1^-)}{F_2(2113)} = \frac{a_2(3_3^- - 2_1^-)}{0.34641}$
--	--	---

تابع جدول (١) : (٣/٣) .

$E_{\text{level}}$ (KeV) [٢٠]	$E_{\gamma}$ (KeV) [٢٠]	$\rho_2(J_i^{\pi})$ for pure transition or considered to be pure
٢٧٨٦,٢	٢٧٥٦,٢	$\rho_2(2_5^-) = \frac{a_2(2_5^- - 3_1^-)}{F_2(3112)} = \frac{a_2(2_5^- - 3_1^-)}{0.11952}$ $\rho_2(3) = \frac{a_2(3 - 3_1^-)}{F_2(3113)} = \frac{a_2(3 - 3_1^-)}{-0.43301}$

جدول (٢): قيم نسب الخلط (  $\delta$  ) للانتقالات الكامية من مستويات (  $4, 3_2^-$  ) المحسوبة بطريقة ( CST )

$E_i$ (KeV) [١٣]	$E_{\gamma}$ (KeV) [١٣]	$J_i^{\pi} - J_f^{\pi}$	$a_2(\Delta a_2)$ [١٣]	$\rho_2(J_i)$ ( pw )	$\rho_2(J_i)$ Weighted average ( pw )	$\delta$ - Mixing Ratio	
						Ref.[١٣]	CST ( pw )
1959	1929	$2_1^+ - 3_1^-$	-0.21(1)	-1.75703(8367)*	-0.83343(2015)		$-0.10^{+0.01}_{-0.01}$ $14.73^{+2.60}_{-1.92}$
	1159	$2_1^+ - 2_1^-$	0.33(1)	-0.78885(2390)		$-0.11 \pm 0.03$	$-0.02^{+0.01}_{-0.01}$ $2.36^{+0.08}_{-0.08}$
2047	2017	$2_2^- - 3_1^-$	-0.12(2)	-1.00402(16734)		$0.00 \pm 0.05$	$-0.02^{+0.02}_{-0.02}$ $6.65^{+0.95}_{-0.74}$
	1247	$2_2^- - 2_1^-$	0.47(3)	-1.12351(7171)		$0.00 \pm 0.02^{(A)}$ $-0.09 \pm 0.04$ 5.7	$-0.13^{+0.04}_{-0.04}$ $-1.64^{+0.13}_{-0.14}$
2104	1304	$1_1^- - 2_1^-$	-0.22(2)	-3.11130(28285)*	-0.14524(1370)	$-0.05 \pm 0.08^{(A)}$ $-0.66 \pm 0.41$	$0.63^{+0.06}_{-0.10}$ $-1.45^{+0.06}_{-0.07}$
2261	2261	$3_1^+ - 4_1^-$	-0.05(3)	-0.34640(20784)	-0.91302(3318)	$-0.05^{(A)}$ 0.53 1.00 4.30	$0.06^{+0.02}_{-0.02}$ $5.61^{+0.87}_{-0.67}$
	2231	$3_1^+ - 3_1^-$	0.44(3)	-1.01614(6928)		$0.05 \pm 0.06^{(A)}$	$-0.06^{+0.05}_{-0.05}$ $1.16^{+0.11}_{-0.11}$
2290	1490	$1_1^+ - 2_1^-$	-0.05(2)	-0.70711(28285)	-0.14524(1370)	$-0.01 \pm 0.09^{(A)}$	$-0.28^{+0.15}_{-0.18}$

# JOURNAL OF COLLEGE OF EDUCATION

## NO.3.....2017

							$6.43^{+95.42}_{-13.14}$
	647	$1_1^+ - 0_1^+$	-0.10(1)	-0.14142(1414)		-0.14 <sup>(A)</sup>	M1
2291	2291	$3_1^- - 4_1^-$	0.50(3)	3.46404(20784)*	-0.91302(3318)	$0.84^{+0.49}_{-0.34}$ (A,B)	$0.53^{+0.21}_{-0.13}$ $1.16^{+0.06}_{-0.13}$
		$4 - 4_1^-$		-1.13960(6838)	-0.95256(5863)	$-0.67 \pm 0.03$ $0.02^{+0.12}_{-0.30}$ (B)	$-0.69^{+0.14}_{-0.26}$ $0.16^{+0.18}_{-0.06}$
2397	2397	$4 - 4_1^-$	0.19(5)	-0.43305(11396)	-0.95256(5863)	$0.32 \pm 0.12$	$0.30^{+0.06}_{-0.06}$ $-1.7^{+0.21}_{-0.25}$
	2367	$4 - 3_1^-$	0.21(3)	0.67009(9573)*		$-0.25 \pm 0.04^{(B)}$	$-0.29^{+0.02}_{-0.02}$ $-10.41^{+1.77}_{-2.62}$
2419	2419	$2_3^- - 4_1^-$	0.06(6)	-0.35139(35139)	-0.83343(2015)	$-0.17 \pm 0.28$	$-0.10^{+0.07}_{-0.06}$ $2.04^{+0.38}_{-0.30}$
	2389	$2_3^- - 3_1^-$	0.22(3)	1.84070(25100)*		$0.25$ $2.60^{(B)}$	$0.35^{+0.05}_{-0.04}$ $1.81^{+0.18}_{-0.17}$
	1619	$2_3^- - 2_1^-$	0.32(3)	-0.76495(7171)		$0.03 \pm 0.13^{(B)}$ $-2.2 \pm 0.70^{(B)}$	$0.03^{+0.03}_{-0.03}$ $-2.42^{+0.19}_{-0.22}$

تابع جدول (٢): ( ٢/٢ )

$E_i$ (KeV) [١٣]	$E_\gamma$ (KeV) [١٣]	$J_i^\pi - J_f^\pi$	$a_2(\Delta a_2)$ [١٣]	$\rho_2(J_i)$ ( pw )	$\rho_2(J_i)$ Weighted average ( pw )	$\delta$ - Mixing Ratio	
						Ref.[١٣]	CST ( pw )
2731	1088	$1 - 0_1^+$	-0.13(4)	-0.18385(5657)	-0.14524(1370)	M1 or E1	M1 or E1
2747	2747	$2_4^- - 4_1^-$	0.12(5)	-0.73206(29283)	-0.83343(2015)	$0.00 \pm 0.1^{(B)}$	$5.80^{+0.32}_{-0.29}$ $-1.24^{+0.01}_{-0.01}$
		$3_2^- - 4_1^-$		-0.65272(3134)	-0.91302(3318)	$0.19 \pm 0.14^{(B)}$ $3.4^{+2.9}_{-1.30}$ (B)	$0.20^{+0.05}_{-0.04}$ $3.07^{+0.51}_{-0.41}$
	2717	$2_4^- - 3_1^-$	0.30(3)	2.51004(25100)*	-0.83343(2015)	$0.87^{+1.60}_{-0.50}$	$0.50^{+0.09}_{-0.07}$ $1.37^{+0.17}_{-0.19}$
		$3_2^- - 3_1^-$		-0.69282(6928)	-0.91302(3318)	$0.18^{+0.18}_{-0.11}$	$0.01^{+0.14}_{-0.14}$ $-1.67^{+0.13}_{-0.14}$
2756	2726	$2 - 3_1^-$	-0.02(3)	-0.16734(25100)	-0.83343(2015)	$0.00 \pm 0.12$ $4.7^{+14.4}_{-2.0}$	$0.07^{+0.03}_{-0.03}$ $4.05^{+0.56}_{-0.45}$

		$3_3^- - 3_1^-$		0.04619(69282)*	-0.91302(3318)	$-5.1^{+2.40}_{-6.30}$ $0.47^{+0.23}_{-0.09}$	$0.47^{+0.04}_{-0.04}$ $-4.70^{+0.72}_{-0.85}$
	1956	$2 - 2_1^-$	0.38(4)	-0.90837(9562)	-0.83343(2015)	$-0.19^{+0.26}_{-0.19}$ $2.10^{+0.70}_{-1.30}$	$0.03^{+0.04}_{-0.04}$ $2.07^{+0.23}_{-0.21}$
		$3_3^- - 2_1^-$		1.09697(11547)	-0.91302(3318)	$-0.45 \pm 0.11$	$-0.43^{+0.04}_{-0.03}$ $-6.06^{+0.94}_{-1.28}$
2785.6	2785.6	$3 - 4_1^-$		-4.01829(90065)*	-0.91302(3318)	$-19 < \delta < -0.09$	$-4.06^{+1.52}_{-3.67}$ $0.10^{+0.16}_{-0.14}$
		$4 - 4_1^-$	0.58(13)	1.32194(29630)*	-0.95256(5863)	$\delta > -4.9$ $\delta > 0.81$	$0.47^{+0.24}_{-0.80}$ $-2.42^{+0.32}_{-0.55}$
		$5 - 4_1^-$		-1.97018(44150)*	_____	$0.19^{+0.34}_{-0.19}$ $1.8 \pm 0.4$	_____
2786.2	2756.2	$2_5^- - 3_1^-$	0.43(2)	3.59772(16733)*	-0.83343(2015)	$0.81 \pm 0.34$	$0.37^{+0.09}_{-0.07}$ $1.16^{+0.03}_{-0.04}$
		$3 - 3_1^-$		-0.99305(4619)	-0.91302(3318)	$-1.1 \pm 0.4$ $-0.03 \pm 0.14$	$-1.20^{+0.08}_{-0.09}$ $-0.04^{+0.03}_{-0.04}$

\* قيم  $\rho_2(J_i)$  المؤشرة بعلامة (\*) لم تستخدم في حسابات المعدل الموزون ( Weighted Average ) .

( A ) مصدر رقم [٢٣] .

( B ) مصدر رقم [٢٩] .

ويمكن مناقشة نتائج حسابات نسب الخلط ( $\delta$ ) لنواة  $^{40}_{19}K_{21}$  مع النتائج العملية [١٣] بالشكل الآتي:

أولاً: إن بعض الانتقالات الكامية لنواة  $^{40}_{19}K_{21}$  تكون فيها نتائج حسابات نسب الخلط ( $\delta$ ) (احد

الحلين لها) متوافقة بشكل جيد جداً مع القياسات العملية [١٣].

وهذه الانتقالات الكامية هي:

١. الانتقال الكامى ( $2_1^+ \rightarrow 3_1^-$ ) ذو الطاقة ( 1929 KeV ) .
٢. الانتقال الكامى ( $2_1^+ \rightarrow 2_1^-$ ) ذو الطاقة ( 1159 KeV ) .
٣. الانتقال الكامى ( $2_2^+ \rightarrow 3_1^-$ ) ذو الطاقة ( 2017 KeV ) .
٤. الانتقال الكامى ( $1_1^- \rightarrow 2_1^-$ ) ذو الطاقة ( 1304 KeV ) .
٥. الانتقال الكامى ( $3_1^+ \rightarrow 4_1^-$ ) ذو الطاقة ( 2261 KeV ) .
٦. الانتقال الكامى ( $4 \rightarrow a_2^{\max}$ ) ذو الطاقة ( 2291 KeV ) .

٧. الانتقال الكامي (  $4 \rightarrow 4_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2397 KeV ) .
٨. الانتقال الكامي (  $4 \rightarrow 3_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2367 KeV ) .
٩. الانتقال الكامي (  $2_3^- \rightarrow 2_1^-$  ) ذو الطاقة ( 1619 KeV ) .
١٠. الانتقال الكامي (  $2_2^+ \rightarrow 3_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2546 KeV ) .
١١. الانتقال الكامي المشكوك به إما (  $2_4^- \rightarrow 4_1^-$  ) أو (  $3_2^- \rightarrow 4_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2747 KeV ) .
١٢. الانتقال الكامي المشكوك به إما (  $2 \rightarrow 3_1^-$  ) أو (  $3_3^- \rightarrow 3_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2726 KeV ) .
١٣. الانتقال الكامي المشكوك به إما (  $2 \rightarrow 2_1^-$  ) أو (  $3_3^- \rightarrow 2_1^-$  ) ذو الطاقة ( 1956 KeV ) .
١٤. الانتقال الكامي (  $3 \rightarrow 3_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2756.2 KeV ) .

ثانياً: إن بعض الانتقالات الكامية لنواة  $^{40}_{19}K_{21}$  تكون فيها نتائج حسابات نسب الخلط ( $\delta$ ) مقبولة مع القياسات العملية [١٣]، لوقوع القياسات العملية ضمن الحلين لنتائج الحسابات وهذا الانتقال الكامي هو:

١. الانتقال الكامي (  $2_5^- \rightarrow 3_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2756.2 KeV ) .
- إن توافق نتائج حسابات نسب الخلط ( $\delta$ ) لهذا الانتقال الكامي ضمن الحلين يعزى إلى السببين الآتيين:
- أ- التقريبات الإحصائية المستخدمة في العمل الحالي لطريقة (CST) والموضحة في الفصل الثاني المعادلة (٢-٣٠).
  - ب- عدم الدقة في القياسات العملية لقيم نسب الخلط ( $\delta$ ) لهذا الانتقال الكامي ، كون هذا الانتقال الكامي مشكوك به إما (  $2_5^- \rightarrow 3_1^-$  ) أو (  $3 \rightarrow 3_1^-$  ) .
- علماً بأن الانتقال الكامي (  $3 \rightarrow 3_1^-$  ) كانت القياسات العملية لقيمة نسبة الخلط ( $\delta$ ) متوافقة بشكل جيد كما تم شرحه سلفاً في الفقرة أولاً النقطة (١٤) وكما موضح في الجدول (٢).

ثالثاً: إن بعض الانتقالات الكامية لنواة  $^{40}_{19}K_{21}$  تكون فيها نتائج حسابات نسب الخلط ( $\delta$ ) متوافقة وبشكل جيد ضمن مدى القياسات العملية [١٣].

وهذه الانتقالات الكامية هي:

١. الانتقال الكامى (  $2_3^- \rightarrow 3_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2389 KeV ) .
  ٢. الانتقال الكامى المشكوك به إما (  $3 \rightarrow 4_1^-$  ) أو (  $4 \rightarrow 4_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2785.6 KeV ) .
- إن توافق نتائج حسابات نسب الخلط ( $\delta$ ) لهذين الانتقالين ضمن مدى القياسات العملية ناتج عن اختلاف التقنيات العملية في قياس نسب الخلط ( $\delta$ ) العملية.

رابعاً: إن بعض الانتقالات الكامية لنواة  $^{40}_{19}K_{21}$  تكون فيها نتائج حسابات نسب الخلط ( $\delta$ ) مقبولة ضمن نسب الخطأ مع نتائج القياسات العملية [٢٠].

وهذه الانتقالات هي:

١. الانتقال الكامى (  $2_2^+ \rightarrow 2_1^-$  ) ذو الطاقة ( 1247 KeV ) .
٢. الانتقال الكامى (  $3_1^+ \rightarrow 3_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2231 KeV ) .
٣. الانتقال الكامى (  $1_1^+ \rightarrow 2_1^-$  ) ذو الطاقة ( 1490 KeV ) .
٤. الانتقال الكامى (  $3_1^- \rightarrow 4_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2291 KeV ) .
٥. الانتقال الكامى (  $2_3^- \rightarrow 4_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2419 KeV ) .
٦. الانتقال الكامى المشكوك به إما (  $2_4^- \rightarrow 3_1^-$  ) أو (  $3_2^- \rightarrow 3_1^-$  ) ذو الطاقة ( 2717 KeV ) .

إن توافق نتائج حسابات نسب الخلط ( $\delta$ ) لهذه الانتقالات الكامية ضمن نسب الخطأ في الحسابات والقياسات العملية ناتج من صحة التقريبات الاحصائية المستخدمة في طريقة (CST)

**References المصادر**

- 1- Meyerhof W.E.: Elements of Nuclear Physics MC Grow Hill, PP. (1967).
- 2- Kaplan I.: Nuclear Physics, Addison-Wely pub. PP.428-434 (1963).
- 3- Enge H.A., Irwin E.J.,and Weaver D.H.: Phys.Rev., Vol. 115, P.949 (1959).
- 4- Bansal R.k., and French J.B.: Phys.Lett.B, Vol. 11 , P.145 (1964).
- 5- Twin P.J., Olsen W.C., and Sheppard D.M.: Nucl.Phys. A, ,Vol. 143 , P.481 (1970).
- 6- Wechsung R., Strassheim W., and Bass R.:Nucl.Phys. A, ,Vol. 170 ,P.557 (1971).
- 7- James A.N., Etal.: Nucl.Phys. A, ,Vol. 172 , P.401 (1971).
- 8- Becker J.A., and Warburton E.K.: Phys.Rev.Lett., Vol. 26, P.143 (1971).
- 9- Poletti A.R., and Beale D.J.: Phys.Soc., Vol. 17, P.92 (1972).
- 10- Wedberg G.H., and Segel R.E.: Phys.Rev.C, ,Vol. 7, P.1956 (1973).
- 11- Davis C.K, Jones G.D., Main I.G., Mccrone B.T.,Thomas M.F., and Twin P.J.: J.Phys. A,Vol. 6 , P.844 (1973).
- 12- Thomas M.F., Davis C.K., Jones G.D.Price H.G., and Twin P.J.: J.Phys A,Vol. 7 ,P.1995 (1974).
- 13- Beale D.J., Polettiand A.R., and Southon J.R: J.Phys., Vol. 32, P.195 (1979).
- 14- Saide B.M.Ph.D.Thesis, University of Baghdad (2001).
- 15- Ibrahim K.S., Al-AlawyI. T., and Shwakh A. M.: J. Coll. Education. Accepted to be published (2005).
- 16- Ibrahim K.S., Al-AlawyI. T., and Hussain H. H.: J. Coll. Education. Accepted to be published (2005).
- 17- Al-AlawyI. T.: Al-Mustansiriyah J. Sci. Accepted to be published (2006).
- 18- Hamilton W.D. : The Electromagnetic Interaction in Nuclear Spectroscopy, North-Holland publishing company, PP. 645-773 (1975).
- 19- Sieghbenk.: Alpha-Beta and Gamma-Ray Spectroscopy. North. Holland publishing com., Amsterdam ,Vol. II, PP. 977-1020 (1965).
- 20- Steffen R.M., and Alder K.: in the Electromagnetic Interaction in Nuclear physics, Edited by Hamilton , North - Holland , Amsterdam, PP. 505-642 , ( 1975) .
- 21- Ionesescu V. A., Kern J., NordmannC., and Olbrich S.: Nucl. Ins. and Meth. , Vol. 190, P. 19 (1981).
- 22- Yamazaki T.: Nucl. Data, Section A, Vol.3, P.1 (1976).
- 23- Ameen M.M., Ph.D. Thesis , University of Baghdad (1999).