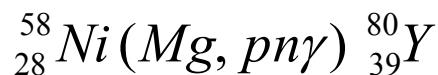


## تحليل محسن للتوزيع الزاوي لأشعة كاما الناتجة من التفاعل



ماهر ناصر سرسم ، هرزموشي يوحنا و إنعام نوري إبراهيم  
قسم الفيزياء، كلية التربية - ابن الهيثم ، جامعة بغداد

### الخلاصة

حسبت نسب الخلط ( $\delta$ ) لانتقالات كاما من المستويات ذي البرم الواطئة والعالية المتولدة من التفاعل النووي  ${}_{28}^{58}\text{Ni}(Mg, pny) {}_{39}^{80}\text{Y}$  وذلك باستعمال طريقة (مستحدثة) جديدة يمكن ان يطلق عليها تسمية طريقة التحليل المحسن. وتؤكد النتائج التي تم الحصول عليها صحة هذه الطريقة في حساب نسب الخلط وتوافقها على نحو جيد مع الطريقة العملية وطريقة  $CST$  و  $LSF$  ونسب الخلط للقيم المتنبأة.

### التوزيع الزاوي لأشعة كاما

يعرف التوزيع الزاوي لأشعة كاما المنبعثة من تفاعل نووي  $X(a,b)Y$  بأنه توزيع لشدة اشعة كاما دالة للزاوية  $\theta$  بين اتجاه انبعاث أشعة كاما واتجاه الجسيم الساقط ، ويعبر عنها بالعلاقة الآتية :

$$W(\theta) = \sum_k A_k P_k(\cos\theta) = \sum_k \rho_k(J_i) F_k(J_i J_f \delta) P_k(\cos\theta) \dots \dots \dots (1)$$

اذ إن :-

$A_k$  معامل التوزيع الزاوي (Angular Distribution Coefficient)

$P_k(\cos\theta)$  متعدد حدود لاجندر (Legendre Polynomia)

$\rho_k(J_i)$  التنتسرات الاحصائية التي تصف ترادف المستوى الابتدائي للنواة الناتجة عن التفاعل والباعثة لأشعة كاما.

إن  $F_k(J_i J_f \delta)$  هي معاملات تتضمن معلومات عن تغيرات الزخم الزاوي ونسب الخلط وتعطى

بالعلاقة الآتية [1] :-

$$F_k(J_i J_f \delta) = \frac{[F_k(J_f L_1 L_1 J_i) + 2\delta F_k(J_f L_1 L_2 J_i) + \delta^2 F_k(J_f L_2 L_2 J_i)]}{(1 + \delta^2)} \dots \dots \dots (2)$$

اذ إن :-

$$L_2 = L_1 + 1 \dots \dots \dots (3)$$

$$L_1 = |J_i - J_f| \neq 0 \dots\dots\dots(4)$$

وبصورة عامة تعطى المعاملات  $F_k(J_f L_1 L_2 J_i)$  بالعلاقة الآتية:

$$F_k(J_f L_1 L_2 J_i) = (-1)^{J_f - J_i - 1} [(2L_1 + 1)(2L_2 + 1)(2J_i + 1)]^{1/2} (L_1 L_2 - 1 | K 0) \\ * W(J_i J_i L_1 L_2, K J_f) \dots\dots\dots(5)$$

تمثل  $(L_1 L_2 - 1 | K 0)$  معاملات كلايش - كوردن (Clebsch - Gordan) و  $W(J_i J_i L_1 L_2, K J_f)$  معاملات راکاه (Racah Coefficient t) وهذه المعاملات تحدد قيمة  $K$  على النحو الآتي [2] :-

$$0 \leq K \leq \min(2L_1, 2L_2, 2J_i) \dots\dots\dots(6)$$

وفي حالة  $K = 0$  فإن :-

$$F_o(J_f L_1 L_2 J_i) = \delta_{L_1 L_2} = \begin{cases} 1 & \text{if } L_1 = L_2 \\ 0 & \text{if } L_1 \neq L_2 \end{cases} \dots\dots\dots(7)$$

أما التتسرات الاحصائية  $(J_i)$   $\rho_k$  فإنها تعطى بالجمع المعدل (Weighted Sum) عبر مثبتات التولد  $P(m_i)$  (population Parameters) لـ  $(2J_i + 1)$  من المستويات الثانوية المغناطيسية المرافقة لـ  $J_i$  وعلى النحو الآتي :-

$$\rho_k(J_i) = \sum_{\substack{m_i=0 \\ \text{or } m_i=\frac{1}{2}}}^{J_i} \rho_k(J_i, m_i) P(m_i) \dots\dots\dots(8)$$

مع اعتماد شرط التعبير (Normalization condition) الآتي :-

$$\sum_{m_i=-J_i}^{J_i} P(m_i) = 1 \dots\dots\dots(9)$$

تم استخدام معاملات  $F_4, F_2$  التي قام الزهيري بحسابها [3] لاعداد البرم الصحيحة لغاية  $J_i = 20$  وللمضاعفات نصف فردية لغاية  $J_i = \frac{51}{2}$ . كما استخدمت جداول معاملات التتسر الاحصائي  $\rho_k(J_i, m_i)$  المصدر [1].

معاملات توهين الترسيف  $\alpha_k$  :-

### The Alignment Attenuation Coefficients ( $\alpha_k$ )

إن درجة الترسيف (Degree of Alignment) للحالة الابتدائية التي تمتلك برم يمكن تحديدها بمعرفة ثوابت التولد (Population Parameters)  $P(m)$  ويمكن أن يعطى بدلالة التتسر الاحصائي  $\rho_k(J_i)$  (Statistical Tensor).

إن  $\rho_k (J_i)$  يحوي معلومات عن مثبات التولد ، وتعطى بالعلاقة الآتية [2,4] .

$$\rho_k (J_i) = \sqrt{2J_i + 1} \sum_m (-1)^{J_i - m} (J_i \ m \ J_i - m \ | \ k0) P_m (J_i) \dots \dots (10)$$

إذ يمثل  $(J_i \ m \ J_i - m \ | \ k0)$  معامل كلبش كوردين (Clebsch Gorden Coefficient) و  $P(m)$  كثافة الأعمومات (Population Parameter) ، وهي الاحتمالية النسبية لتوليد الحالات الثانوية  $(m = -J_i, \dots, +J_i)$  (Population of Magnetic substate) للحالات الابتدائية وتسمى - أيضا - ثوابت التولد (Generation Constant) .

إن  $P(m)$  يمكن التعبير عنها بتوزيع كاوسي (Gaussian Distribution) بالمعادلة الآتية :-

$$P_m = \frac{e^{-\left(\frac{m^2}{2\sigma^2}\right)}}{\sum_{m=-J_i}^{J_i} e^{-\left(\frac{m^2}{2\sigma^2}\right)}} \dots \dots \dots (11)$$

إذ يمثل  $\sigma$  نصف اتساع (Half Width) التوزيع الكاوسي ، وفي حالة الترتيف التام (Complete Alignment) تكون  $\sigma = 0$  و  $\alpha_2 (J_i) = 1$  .

إن التوزيع الكاوسي (Gaussian Distribution) للمستويات الثانوية (Substate) يتلاءم مع تجارب التوزيع الزاوي [2] .

تعرف  $\alpha_k (J_i)$  بأنها معاملات التوهين (Attenuation coefficients) .

إن معاملات التوهين  $\alpha_k$  للمستويات ذي الترتيف الجزئي غير المكتمل (Partially Aligned States) يعطى بالعلاقة الآتية .

$$\alpha_k (J_i) = \frac{\rho_k (J_i)}{B_k (J_i)} \dots \dots \dots (12) \quad ; \quad k = 2, 4, 6.$$

أما في حالة الترتيف التام (Complete Alignment) فيعطى الترتيف الاحصائي

$B_k (J_i)$  (Statistical Tensor) بالعلاقة الآتية :

$$B_k (J_i) = \begin{cases} \sqrt{(2J_i + 1)} (-1)^J (J0 \ J0 \ | \ k0) & \text{for integral spin} \\ \sqrt{(2J_i + 1)} (-1)^{J-\frac{1}{2}} \left( J_{\frac{1}{2}} \ J_{\frac{1}{2}} \ | \ k0 \right) & \text{for half integral spin} \dots \end{cases}$$

..... (13)

وقد تم اعتماد جداول قيم  $B_2$  و  $B_4$  في المصدر [2,4] .

طريقة نسبة  $a_2$  - : Ratio Method -  $a_2$

تعتمد هذه الطريقة على شرطين هما :-

1- أن يكون في الاقل هناك انتقالان لكما من مستوى الطاقة الابتدائية نفسه ( $J_i$ ) (أي الانبعاث من المستوى نفسه الى مستويات مختلفة لـ ( $J_f$ )).

2- إن أحد الانتقالات يجب أن يكون نقياً أو يفترض أن يكون نقياً.

تعتمد حسابات نسبة  $a_2$  (Ratio  $a_2$ ) - اعتماداً كلياً - على الزخم الزاوي  $L_1L_1, L_1L_2, L_2L_2$  لتعاقب البرم ( $J_i - J_f$ ) لكل انتقال من انتقالات كما وعلى معاملات التوزيع الزاوي  $a_2$  وعلى معاملات  $F_2$  لكل انتقال ، أي إن طريقة نسبة  $a_2$  لا تعتمد على طاقات المستويات ولا على طاقات كما ولا على التماثل .

إن الشرط الاول يجعل هذه الطريقة غير قادرة على حساب نسب الخلط لكل انتقالات كما .

لقد طبقت هذه الطريقة بنجاح من Youhana [5,6,7] ليس لحساب قيم  $\delta$  للانتقال المختلط وإنما لاختبار صحة النتائج التجريبية.

### طريقة التنسّر الاحصائي الثابت (CST)

#### Constant Statistical Tensor Method

تعتمد هذه الطريقة على شرطين أساسيين :-

1- وجود انتقالات نقية مثل (0-2) أو (0-1) ، أو انتقالات يمكن عدها نقية مثل

$$7^+ - (6,7,8)^- , 5^- - (4,5,6)^+ , 3^- - (2,3,4)^+$$

إن قيمة  $a_k$  يمكن حسابها من القانون الآتي [8]:-

$$a_k(J_i - J_f) = \rho_k \times \frac{F_k(J_f L_1 L_1 J_i) + 2\delta F_k(J_f L_1 L_2 J_i) + \delta^2 F_k(J_f L_2 L_2 J_i)}{(1 + \delta^2)} \dots (14)$$

2- وجوب تحقيق الشرط الآتي :-  $\alpha_2(J_i) < 1$

### طريقة مطابقة المربعات الدنيا (LSF)

#### Least Squares Fitting (LSF) Method

إن طريقة مطابقة المربعات الدنيا (LSF - Method) هي طريقة تحليلية تستعمل لحساب قيم

الثابت الاحصائي التنسوري  $\rho_2(J_i)$  عند أقل خطأ ( $\chi^2$ ) لقيم  $\rho_2(J_i)$  التي يتم حسابها بطريقة

(CST). كذلك فإن هذه الطريقة تحسب  $\rho_2(J_i)$  للمستويات الابتدائية ( $J_i$ ) مع اختلاف قيم البرم لها

التي تكون مطابقة لحساب متعددة الحدود (polynomial series) بالصيغة الآتية:

$$\rho_2(J_i) = \sum_{x=0}^{x=n} C_x J_i^x ; n=0,1,2,3,4 \dots (15)$$

إن استخدام طريقة (LSF) يهدف إلى إيجاد معاملات ( $C_x$ ) لكل قيم  $n$  وإيجاد مربعات كاي ( $\chi^2$ ) لكل

$n$ .

### طريقة التحليل المحسّن: -

تعتمد هذه الطريقة على الانتقالات النقية أو الانتقالات التي يمكن وصفها نقية ( $E_1$  أو  $E_2$ ) ، إذ يتم حساب

$\alpha_2(J_i)$  لهذه الانتقالات من العلاقة:

$$\alpha_2(J_i) = \frac{\rho_2(J_i)}{B_2(J_i)} \dots\dots\dots (16)$$

ويجب ان تحقق  $\alpha_2(J_i) < 1$  الشرط .

ويتم - بعد ذلك - إيجاد المناظرة لـ  $\alpha_2(J_i)$  لكل ( $J_i$ ) باستخدام الجداول في المصدر [6] ، وإيجاد نصف

الاتساع (Half width) له ومن ثم إيجاد قيم  $\alpha_4(J_i)$  المناظرة لكل من  $a_2, a_4$  و  $\left(\frac{\sigma}{J_i}\right)$  باستعمال الجداول

أنفسها ، وتم الاستعانة بطريقة (CST) لإيجاد مثبتات التولد  $P(m_i)$  وإيجاد قيم  $\rho_2(J_i)$  و  $\rho_4(J_i)$  و معاملات التوزيع الزاوي للانتقالات النقية ومقارنتها بالنتائج المنشورة. كذلك اجريت حسابات التوزيع الزاوي لأشعة كاما

$\omega(\theta)$  عند  $\theta = 90^\circ$  للاستفادة منها في حساب نسب الخط لجميع الانتقالات النقية والمختلطة للتفاعل

$^{80}_{39}Y (pn \gamma , ^{24}_{12}Mg , ^{58}_{28}Ni)$  . ومن ثم حسبت معاملات التوزيع الزاوي  $a_2, a_4$  بالاعتماد على قيم  $\delta$

المحسوبة من قبل الزهيري و مقارنتها بالنتائج التجريبية المنشورة. وكذلك تتم الاستعانة بطريقة (LSF) في إيجاد قيم

$\rho_2(J_i)$  للمستويات التي لا تمتلك انتقالات نقية أو التي لا تحقق الشرط  $(\alpha_2(J_i) < 1)$  .

ان هذه الطريقة تعتمد على الطرائق الثلاث  $\left(\frac{\sigma}{J_i}\right)$  و (CST) و (LSF) وعلى القوانين الرئيسية للتوزيع

الزاوي.

إن الطرائق الثلاث التي تم الاعتماد على قوانينها أعتمد عليها ضمناً، أي تم تكوين طريقة واحدة تعتمد على ثلاث

طرائق ، ويمكن إطلاق مصطلح التحليل المحسّن على هذه الطريقة.

### الاستنتاجات

في هذه الدراسة حسب نسب الخط ( $\delta$ ) لانتقالات كاما من المستويات ذي البرم الواطئة والعالية المتولدة من

التفاعل النووي :  $^{80}_{39}Y (pn \gamma , ^{24}_{12}Mg , ^{58}_{28}Ni)$  باستعمال طريقة جديدة أطلقنا عليها تسمية طريقة التحليل

المحسّن ، ذلك لأن نتائجها متوافقة على نحو كبير جدا مع القياسات العملية وطرائق CST ، و LSF فضلاً عن

إمكانيتها تحديد مواقع الأخطاء التجريبية أو الحسابية الناتجة من أخطاء المعطيات .

طُبِّقت هذه الطريقة على التفاعل اعلاه الذي سبق وأن دُرِس من عدد من الباحثين باستعمال الطرائق الثلاث المذكورة في أعلاه وكانت نتائج حسابات نسب الخلط للانتقالات كما لـ  $^{80}_{39}Y$  كما هو مؤشر في جدول (4) و جدول (5) كما يأتي :

من أصل (42) انتقالاً كامياً نقياً التي عدت نقية اظهرت النتائج توافقاً جيداً جداً لـ (24) انتقالاً كما حدّد عدم توافق في (18) انتقالاً كامياً يعود سبب ذلك ايضاً - بحسب رأينا - إلى الاعتماد على قيم  $a_2$  التجريبية فقط. ونعتقد ان ذلك بسبب عمر النصف الصغير جداً (35 ثانية) الذي قد يُعد أحد الأسباب الرئيسة في احتساب الأخطاء التجريبية . وفي حساب نسب الخلط ( $\delta$ ) للانتقالات المختلطة فمن أصل (21) انتقالاً هنالك عدم توافق في (3) قيم فحسب ، وقد تُبِتت الأخطاء التجريبية لهذه الانتقالات

### ملاحظات حول الجول 5:

ان نتائج حسابات نسب الخلط ( $\delta$ ) للانتقالات كما المختلطة لـ  $^{80}Y$  قد نُفذت باستعمال البرنامج الحسوبي (Matlab) من دون الاعتماد على طاقة المستوى أو التماثل.

أولاً:- إن اغلب انتقالات كما المختلطة لـ  $^{80}Y$  تكون فيها نتائج نسب الخلط ( $\delta$ ) للقيمتين متوافقة مع القياسات السابقة ضمن نسب الخطأ أو ان نسب الخلط ( $\delta$ ) (لإحدى القيمتين) متوافقة على نحو جيد جدا مع القياسات في المصدر

ثانياً :- بعض انتقالات كما المختلطة لـ  $^{80}Y$  تكون فيها نتائج نسب الخلط ( $\delta$ ) غير متوافقة مع القياسات السابقة التي اشير اليها بعلامة النجمة (\*) والسبب يعود لتأثير قيم  $a_4$  التجريبية التي استعملت في إيجاد نسب الخلط ( $\delta$ ) ، إذ إن قيم  $a_4$  التجريبية لهذه الانتقالات غير دقيقة لـ  $^{80}Y$  ، وسبب ظهور الاختلافات في قيم نسب الخلط لبعض الانتقالات ؛ كون نسب الخلط ( $\delta$ ) التي تتم المقارنة معها هي نسب الخلط للقيم المتبنية (Adopted Value) وهي ناتجة من ثلاثة قياسات لنسب الخلط (طريقة  $a_2$  وطريقة  $LSF$  وطريقة  $CST$ ) .

### المصادر

1. Poletti, A.R. and Warburton, E.K. (1965). Phys.Rev. 137, B595
2. Yamazaki, M. (1976), In Beam  $\gamma$ -Ray Spectroscopy, North- Holland publishing company,
3. Al-Zuhairy, M.H.M. (2002). Ph.D Thesis, University of Baghdad
4. Krane, K.S. (1980). Atomic Data Nucl. Data Tables, 25, 29,
5. Youhana, H.M.; Al-Obeidi S.R and Al-Amili M.A (1996), Iraqi J.Sci. 37 (2):775
6. Youhana H.M. (2001). Ibn AL-haitham J. for pure and App. Sci. 14(4A):45
7. Youhana H.M.; Al-Obeidi S.R and Al-Amili M.A., Abid H.E. and Abdulla A.A. (1986). Nucl.Phys.A458,51
8. Mohammed-Karim A. (2006). Ph.d Thesis, University of Salahaddin, Erbil
9. Bucurescu, D.; Ur M .Ionescu-Bujor C.A .; Iordachesau, A.; Bazzacco, D.; Brandolini, F. de Angelis ,G.; DE Poli M.; Cadea, A.; Lunardi, S.; Marginean, N.; Medina n.H.; Napoli ,D.r.; Pavan, P.; Rossi, C. Alvarez, P. Spolaore ; (2002). Nucl.Phys ; A705,3

جدول (1): قيم معاملات تسوهرن التصريف للانتقالات التي عدت نقيبة ( $E1$  أو  $E2$ ) وقيم  $\frac{\sigma}{J_i}$  وقيم التنسر

الاحصائي الثابت  $\rho_2(J_i)$  التي تم حسابها بالطريقة الحالية لـ  $^{80}Y$

$J_i$ ex	$J_f$ ex	$\alpha_2(J_i)$ th	$\frac{\sigma}{J_i}$ th	$(\sigma)$ p.w.	$\rho_2(J_i)$ p.w. $\rho_2(J_i)$ LSF [3]	$\rho_2(J_i)_{ave}$ p.w.
4	2	0.3654	0.607	2.428	-0.4161 -0.41644	-0.4163
5	3	0.4105	0.554	2.770	-0.4633 -0.46482	-0.4641
6	4	0.4643	0.501	3.006	-0.5237 -0.52378	-0.5237
7	5	0.5241	0.454	3.178	-0.5878 -0.5899	-0.5888
8	6	0.5902	0.403	3.224	-0.6688 -0.66338	-0.6661
9	7	0.6608	0.361	3.249	-0.7400 -0.74194	-0.7410
10	8	0.7345	0.314	3.14	-0.8232 -0.82402	-0.8236
11	9	0.8098	0.263	2.893	-0.9081 -0.90799	-0.9080
12	10	0.8853	0.204	2.448	-0.9916 -0.9922	-0.9919
13	11	0.9596	0.118	1.534	-1.0770 -1.07506	-1.0760

ملاحظة: تم استخدام (ex) مختصرا (experimental) و (th) مختصرا (theoretical)

جدول (2): قيم  $\rho_4(J_i)$  بدلالة  $J_i$  التي حُسبت بطريقتين مختلفتين للنظير  $^{80}Y$ .

أذ يستفاد منها بشكل أساسي لإيجاد معاملات التوزيع الزاوي  $a_4$  والتي تم اعتمادها في البحث الحالي أذ كان يتم إهمالها سابقا

$J_i$ ex	$J_f$ ex	$\frac{\sigma}{J_i}$	$\alpha_4(J_i)$ p.w.	$\rho_4(J_i)_1$ p.w.	$\rho_4(J_i)_2$ p.w.	$\rho_4(J_i)_{ave}$ p.w.
4	2	0.607	0.0633	0.0764	0.0764	0.0764
5	3	0.554	0.0857	0.1008	0.1006	0.1007
6	4	0.501	0.117	0.1358	0.1359	0.1359
7	5	0.454	0.156	0.1796	0.1792	0.1794
8	6	0.403	0.215	0.2462	0.2463	0.2463
9	7	0.361	0.282	0.3218	0.3206	0.3212
10	8	0.314	0.376	0.4279	0.4278	0.4279
11	9	0.263	0.504	0.5725	0.5711	0.5718
12	10	0.204	0.666	0.7553	0.7545	0.7549
13	11	0.118	0.875	0.9912	0.9923	0.9918

جدول (3) : قيم  $a_2$  و  $a_4$  لانتقالات كاما النقية والانتقالات التي عدت نقية من مستويات  $^{80}\gamma$  بطريقة التحليل المحسن ومقارنتها مع النتائج العملية

$E$ level(keV) ex	$E_\gamma$ (keV) ex	$J_i^\pi - J_f^\pi$ ex	$\frac{a_2}{a_4}$ [9] ex	$\frac{a_2}{a_4}$ p.w.
648.1	336.1	$4^+ - 2^+$	0.18(12) 0.10(16)	0.19
663.2	339.7	$4^- - 2^-$	0.19(9) -0.04(13)	-0.02
878.2	418.0	$5^- - 3^-$	0.28(14) 0.07(21)	0.20 -0.02
570.0	570.1	$6^- - 4^-$	0.12(5) 0.06(8)	0.21 -0.03
1175.2	527.1	$6^+ - 4^+$	0.25(10) 0.05(16)	
1085.2	537.0	$6^+ - 4^+$	0.20(10) -0.02(17)	
1059.0	802.1	$(6^+ - 5^-)$	-0.28(8) 0.16(13)	-0.15 0.00
1059.0	489.9	$6^+ - 6^-$	0.24(3) -0.03(7)	0.23 0.00
937.6	680.6	$7^- - 5^-$	0.19(3) -0.05(5)	0.23 -0.034
1509.0	623.0	$7^+ - 5^+$	0.23(13) -0.01(16)	
1358.6	788.4	$8^- - 6^-$	0.24(5) -0.03(7)	0.25 -0.06
1490.2	315.0	$8^+ - 6^+$	0.22(9) 0.23(15)	
	304.7	$8^+ - 6^+$	0.17(22) -0.01(36)	
1764.1	588.9	$8^+ - 6^+$	0.26(6) -0.09(9)	
1915.7	730.5	$8^+ - 6^+$	0.14(19) -0.24(30)	
1956.7	750.2	$8^- - 6^-$	0.28(5) -0.08(9)	
1490.2	553.0	$8^+ - 7^-$	-0.15(4) 0.10(12)	-0.18 0.00
1823.7	535.7	$9^+ - 7^+$	0.34(11) -0.14(11)	0.28 -0.05
1825.2	887.6	$9^- - 7^-$	0.24(3) -0.17(5)	
2322.7	813.8	$9^+ - 7^+$	0.21(32) -0.31(51)	
2267.5	777.3	$10^+ - 8^+$	0.29(3) -0.10(5)	0.30 -0.07
2351.0	992.3	$10^- - 8^-$	0.26(6) -0.24(9)	



2618.0	853.9	$10^+ - 8^+$	0.29(6) -0.24(9)	
2915.7	959.0	$10^- - 8^-$	0.35(7) -0.01(8)	

ملاحظة:  $a_4 p.w.$  تشير إلى قيم  $a_2$  لبعض الانتقالات اشعة كاما التي تم حسابها بطريقة التحليل المحسن اعتمادا على

قيم  $\rho_2(J_i)$  و  $\rho_4(J_i)_{ave}$  واعتمادا على نسب الخلط ( $\delta$ ) الخلط للقيم المتبناة (Adopted Value) وهي ناتجة قياسات لنسب الخلط (طريقة  $a_2$  وطريقة  $LSF$  وطريقة  $CST$ )

جدول (4): بعض قيم نسب الخلط لانتقالات كاما النقية من مستويات  $0^{80}Y$

$E \text{ level}(keV)$ ex	$E_\gamma (keV)$ ex	$J_i^\pi - J_f^\pi$ ex	$a_2$ $a_4$ [9] ex	$\delta$ [3] th	$\delta p.w.$
570.0	570.1	$6^- - 4^-$	0.12(5) 0.06(8)	-0.15(8)	-0.38(3)*
648.1	336.1	$4^+ - 2^+$	0.18(12) 0.10(16)	$(0.01^{+0.31}_{-0.29})$	-0.32
663.2	339.7	$4^- - 2^-$	0.19(9) -0.04(13)	0.01(21)	0.05(2)
878.2	418.0	$5^- - 3^-$	0.28(14) 0.07(21)	$0.17^{+0.45}_{-0.28}$	0.04(5)
937.6	680.6	$7^- - 5^-$	0.19(3) -0.05(5)	-0.06(4)	-0.06(2)
1059.5	802.1	$6^+ - 5^-$	-0.28(8) 0.16(13)	-0.14(10)	-0.29(2) *
	489.9	$6^+ - 6^-$	0.24(3) -0.03(7)	$0.04^{+?}_{-0.12}$	0.17 -0.14
1175.2	527.1	$6^+ - 4^+$	0.25(10) 0.05(16)	$0.07^{+0.25}_{-0.17}$	-0.04(5)
1185.2	537.0	$6^+ - 4^+$	0.20(10) -0.02(17)	-0.02(17)	-0.04(6)
1358.6	788.4	$8^- - 6^-$	0.24(5) -0.03(7)	-0.02(7)	-0.04(1)
1490.2	553.0	$8^+ - 7^+$	-0.15(4) 0.10(12)	0.02(4)	-0.04(4)
	315.0	$8^+ - 6^+$	0.22(9) 0.23(15)	-0.04(12)	-0.51(7) *
	304.7	$8^+ - 6^+$	0.17(22) -0.01(36)	$-(0.11^{+0.33}_{-0.30})$	-0.20(11)

1509.0	623.0	$7^+ - 5^+$	0.23(13) -0.01(16)	0.00(20)	-0.04(2)
1764.1	588.9	$8^+ - 6^+$	0.26(6) -0.09(9)	0.01(8)	0.08(2)
1823.7	533.7	$9^+ - 7^+$	0.34(11) -0.14(11)	0.07(14)	$0.26^{+0.08}_{-0.06}$

ملاحظة: تشير علامة النجمة\*الى عدم توافق قيم نسب الخط المحسوبة مع القيم في [3] ؛ كون نسب الخط ( $\delta$ ) التي تتم المقارنة معها هي نسب الخط للقيم المتبناة (Adopted Value) وهي نتيجة من ثلاثة قياسات لنسب الخط (طريقة  $a_2$  وطريقة  $LSF$  وطريقة  $CST$ ).

جدول (5) : بعض قيم نسب الخط لانتقالات كاما المختلطة من مستويات  $^{80}Y$

$E_{\text{level}}(keV)_{\text{ex}}$	$E_{\gamma}(keV)_{\text{ex}}$	$J_i^{\pi} - J_f^{\pi}_{\text{ex}}$	$a_2/a_4^{[9]}_{\text{ex}}$	$\delta_{\text{th}}^{[3]}$	$\delta \text{ p.w.}$
257.0	257.0	$5^- - 4^-$	-0.12(3) 0.06(5)	0.04(3) -7.3(25)	-0.03(1) -7.0(5)
323.6	95.5	$2^- - 1^-$	-0.12(3) -0.07(6)	0.04(5) -3.0(5)	0.12(2)* $-4.5^{+0.4}_{-0.6}$ *
455.2	143.0	$3^+ - 2^+$	-0.14(2) -0.07(3)	-0.01(3) -3.8(5)	0.06* -6.9(2)*
459.8	132.6	$3^- - 2^-$	-0.16(4) -0.06(6)	-0.04(6) -3.4(9)	0.02(1) -5.4(2)
570.0	312.9	$6^- - 5^-$	-0.17(5) 0.13(10)	-0.02(4) -6.3(23)	-0.13(3)* -4.8(7)*
468.1	192.9	$4^+ - 3^+$	-0.09(3) -0.02(3)	0.05(4) -7.3(24)	0.07(1) $-13.4^{+1.5}_{-1.0}$
663.2	203.0	$4^- - 3^-$	-0.17(5) -0.05(8)	-0.05(5) -4.1(14)	$0.00^{+0.01}_{-0.05}$ $-6.7^{+0.5}_{-0.7}$
878.1	215.1	$5^- - 4^-$	-0.18(5) 0.02(9)	-0.02(4) -5.0(18)	-0.07(2) $-5.6^{+0.6}_{-0.8}$
886.0	237.9	$5^+ - 4^+$	-0.14(3) 0.00(5)	0.01(3) -6.3(17)	0.00(1) -8.9(7)
1175.2	289.0	$6^+ - 5^+$	-0.04(4) 0.01(7)	0.11(2) only	0.10(2) only
1185.2	299.2	$6^+ - 5^+$	-0.05(4) 0.02(8)	0.10(2) only	0.09(3) only
1206.5	328.2	$6^- - 5^-$	-0.22(3) -0.01(45)	-0.08(2) -4.7(7)	$-0.07^{+0.32}_{-0.44}$ 6.7
1290.0	231.0	$7^+ - 6^+$	-0.36(5) 0.04(9)	-0.21(5) -2.9(5)	-0.23(2) -3.5(3)
1488.1	281.4	$7^- - 6^-$	-0.23(3) 0.07(5)	-0.07(3) -4.9(8)	-0.11(1) -5.7(3)
1490.2	200.0	$8^+ - 7^+$	-0.59(4) 0.06(8)	-0.42(6) -1.7(2)	-0.47(4) -1.96(14)

## Improved Analysis of Angular Distribution of $\gamma$ - RAY's product From Reactions ${}_{28}^{58}\text{Ni}(\text{Mg}, p n \gamma) {}_{39}^{80}\text{Y}$

**M. N.Sarsam and H. M.Youhana and I. N. Ibrahim**  
**Department of Physics, College of Education Ibn Al-Haitham, University of Baghdad**

### Abstract

The  $\delta$  - Mixing ratios of  $\gamma$  - transitions from low and high spin states populated from the nuclear reaction  ${}_{28}^{58}\text{Ni}(\text{Mg}, p n \gamma) {}_{39}^{80}\text{Y}$  are calculated using a new method which we called it as Improved Analysis Method. The comparison of the results of experimental values, CST method, LST and adopted  $\delta$  - mixing ratios with the results of the presented work confirm the validity of this method.