الفصل الثاني

المسح المرجعي

Review of literature

2.1 استهلال:

Preface

قبل أن نستفيض في استعراض أهم الدراسات التي أنجزت في هذا المضمار فلعله من المفيد أن نقدم في هذا المقام نبذة موجزة عن جسيم ألفا وأهمية عنصر الهيليوم المتعلق بالدراسة المطروحة0

عرفت أشعة ألفا أو جسيمات ألفا أول ما عرفت عن طريق اكتشاف ظـــاهرة النشـــاط الإشـــعاعي للعناصر الثقيلة فوق اليورانيوم 235 و البولونيوم حيث لوحظ انبعاثها من النويات ذات العـــدد الكتلـــي الكبير (العناصر الثقيلة) مثل اليورانوم 238 والراديوم 226. فجسيم ألفا أو أشعة ألفا هو إشعاع استطاع رذرفورد أن يحرفه عن مساره باستخدام مجال مغناطيسي وعلى الرغم من تسميتها أشعة إلا أنهـــا فـــي الحقيقة هي نواة ذرة الهليوم 4 وتتكون من بروتونين ونيوترونين، تتحد في داخل النـــواة بقـــوة نوويـــة كبيرة، بحيث تعتبر أشد أنوية العناصراستقراراً وتماسكاً نتيجة لأن هؤلاء الأربعة يتميزون بأكبر فقد في الكتلة عند اندماجهم لتكوين نواة الهيليوم، ولهذا فجسيم ألفا ينتج كثيرا في التفاعلات النووية حيث لـــيس من السهل تحلله أو تفككه، وكتلته أربعة أمثال كتلة الهيدروجين تقريباً وهو ذو شحنة كهربائية موجبـــة مقدارها $3.2x10^{-19}$ col وحدة لاحتوائه على 2 من البروتونات، وقوة اختراق ضعيفة مع قدرة ضـــعيفة

على النفاذ لثقلها وانخفاض سرعتها، ويمكن إيقافها بقطعة من الورق المقوى0 وتمتاز هذه الأشعة بقدرة كبيرة على تأيين المواد0

وتتكون جسيمات ألفا بكميات هائلة في الشمس والنجوم ، حيث يندمج نظيرا الهيدروجين (الديوتيريوم والتريتيوم) فيتولد جسيم ألفا (نواة ذرة الهيليوم 4) ونيوترون وقدر من الطاقة كما توضح المعادلة التالية

$$^{2}D + {}^{3}T \rightarrow {}^{4}He_{2} + n + 17.6\ MeV \qquad (2\text{-}1)$$

هذا التفاعل الذي يتم في الشمس بمعدل بالغ العظمة هو الذي يعطي الشمس تلك الطاقة الهائلة، فبدون تولد الهيليوم من الهيدروجين في الشمس ما وجُدت تلك الطاقة الهائلة التي تجعلنا علي قيد الحياة.

أما عنصر الهيليوم فهو غاز لا لون له ولا طعم ولا رائحة وغير سام وليس له تأثير بيولوجي على الكائنات الحية، وهو أخف من الهواء (حيث أنه ثاني أخف عنصر بعد الهيروجين)، إلا أنه ساعد الكثير من العلماء على استقصاء وتفهم البنية الذرية أكثر من أي عنصر آخر. إن معظم ما توفر قديما من الهيليوم نتج من الانفجار العظيم (Big bang) ولكن حديثا يتكون الهيليوم كناتج من الانصهار (الاندماج) النووي (Nuclear fusion) كما ذكرنا أعلاه. ويستخدم الهيليوم في تطبيقات عديدة منها على سبيل المثال لا الحصر دراسات خواص المواد عند درجات الحرارة شديدة الانخفاض وفي بيئات تنمية البلورات الدقيقة في الظروف الحساسة لأنه لا يتفاعل ولا يؤثر في تركيبها، كما يستخدم للمساعدة في ضغط الوقود الغازي المسال (كالهيدروجين المسال) لأنه لا ينفجر تحت ضغوط أو درجات حرارة عالية، ويستخدم أيضا في حفظ الضغوط المناسبة في الصواريخ وفي علاج أمراض الجهاز التنفسي وفي أنظمة الغواصين حيث يستعمل في أجهزة الاستنشاق الخاصة بالغوص في البحار العميقة، كما يستخدم لنفخ البالونات العملية والمناطيد. ومن أهم استخداماته الصناعية هو لحام قوس الهليوم وفي هذه الطريقة

يحفظ الهليوم الخامل الأكسجين الموجود في الجو من التفاعل مع الفلزات فلو وصل الأكسجين للفلز فقد يتسبب إما في احتراق الفلز أو في صدئه، كما يستخدم في منع تفاعل المواد الكيميائية مع عناصر أخرى في أثناء التخزين والمناولة والنقل، كذلك يستخدم في الإعلانات التجارية فهو يعطي اللون الزهري الفاتح في أنابيب التفريغ.

وفي مجال التفاعلات النووية أضحى استخدام قذائف جسيمات ألفا أحد أهم المجسات (Probes) إلى جانب البروتونات والديوترونات المستخدمة لدراسة التركيب النووي للعناصر بشكل عام وللنوى الهالية بشكل خاص [34].

2.2 دراسات مرجعية سابقة:

لقد استخدم النموذج الضوئي بشكل عام خلال العقود الثلاثة الأخيرة بتوسع ملموس لتوليد الجهود الضوئية النووية لجسيمات ألفا والأيونات الثقيلة [39-14,35-10]، مما أدى إلى إمكانية تحليل الاستطارتين المرنة واللامرنة لتفاعلات جسيم ألفا مع النوى الثقيلة، سواء تم ذلك من خلال استخدام صيغة وودز– ساكسون الوضعية (17-1) أو من خلال توظيف نموذجي الطي المنفرد (26-1) والمزدوج (24-1) والنموذج العنقودي.

ولقد أمكن قياس الاستطارة المرنة لجسيمات ألفا مع نوى الكربون 12 والأكسجين 16 وتحليلها عند طاقات 49، 54 م.إ.ف (MeV) باستخدام ناجح لنموذج الطي المزدوج المعتمد على تفاعل النيوكليون–نيوكليون M3Y [38] إلا أنه وجد حتمية لمعايرة الجهد الحقيقي بعامل معايرة (Renormalization factor) في حدود 0.7 - 0.5 حتى يمكن إيجاد تطابق بين القيم المستنتجة نظريا وقرينتها المقاسة عمليا. وفي دراسة أخرى [17] أمكن تحليل نفس التفاعلات ولكن عند طاقات أخرى

على أهداف من نوى الكربون 12 والأوكسجين 16 وذلك بتوظيف نموذج الطي المزدوج المبني على تأثيرفعال هو JLM للنيوكليون– نيوكليون بدلا من تفاعل M3Y، وفي الدراسة تم إظهار ضرورة اعتماد هذا التأثير على كثافة نواة الهدف (جسيم ألفا) حتى نتجنب استخدام عامل المعايرة. ولقد أجرى آخرون [12,25] عدة دراسات عن تفاعلات ألفا مع نوى مختلفة ثقيلة عند طاقات متباينة، وذلك باستخدام جهود الطي المزدوج المبني على صور معدلة من تفاعل DDM3Y المعتمد على الكثافة وهنا تم استنتاج ضرورة إقحام عامل معايرة في حدود 1.3 . ولقد أمكن من خلال هذه الدراسات تقديم وصف نظري ناجح إلى حد معقول.

أما حسين وآخرون (Hossain *et al.*) [20] وداس وآخرون (Das *et al.*) [21] فقد نجحوا في قياس وتحليل الاستطارة المرنة لتفاعل جسيمات ألفا مع نظائر نواة السيليكون باستخدام الجهود الوضعية وكذلك جهود الطي المنفرد المبني على استخدام تفاعل alpha-alpha غير المعتمد على الكثافة، ولم يكن نجاح هذا النموذج ملموسا عند قيم الزوايا العالية. وحديثا أمكن توظيف نموذج ألفا العنقودي لتوليد وصف ناجح تماما لتفاعلات ألفا والكربون12 والأكسجين16 والمغنسيوم24 مع نوى أهداف مختلفة عند مدى واسع من الطاقة [19] سواء باستخدام جهد الطي المنفرد أو المزدوج0

وفي الدراسة المقترحة سيتم بإذن الله – ولأول مرة – توظيف نموذج ألفا العنقودي لاستخلاص وصف نظري للجهود الضوئية النووية المتبادلة بين كل من جسيم ألفا ونوى المغنسيوم–24 والسليكون–28والكبريت–32 والكالسيوم–40 وذلك من منظور نموذج الطي المنفرد0

ولقد استخدم نموذج الطي المزدوج بتوسع في العقود الثلاثة الأخيرة لتوليد الجزأين الحقيقي والتخيلي للجهود الضوئية لجسيمات ألفا والأيونات الثقيلة، حيث يّولد نموذج الطي حداً من الدرجة الأولى في تعبير الجهد الضوئي الميكروسكوبي المستنتج من نظرية فيشباخ للتفاعل الضوئي [5]. إن

هذا التقدم في وصف الاستطارة المرنة لعدة أنظمة بيّن أن هذا الحد هو الجزء السائد في الجهد الضوئي الحقيقي، فالمكونات الأساسية في حسابات الطي هي الكثافة النووية للنوى المتصادمة واختيار التأثير المناسب لنيوكليون – نيوكليون الفعّال، حيث يظهر **إن** أحد وأشهر سمات هذه الاستطارة هو ما يسمى بامتصاص سمات **(**قوس قزح**). ومن** أجل استكمال نجاح هذا الجهد في وصف تفاعلات ألفا افترض وجود جهد إضافي يسمى جهد تبادل النيوكليونات. ويعتبر حساب جهد التبادل عملية معقدة جداً نظراً لعدم محليته، ولكن يمكن إيجاد التعبير المحلي الدقيق من جهد التبادل بمعالجة الحركة النسبية محلياً كموجة مستوية، كالفرض المطوّر لجهد النيوكليون– نيوكليون الضوئي [25] .لا يزال استنتاج جهد التبادل المحلي يحوي مشكلة داخلية ثابتة ويتضمن تكاملاً على مصفوفة كثافات لا محلية للنواتين المتصادمتين .

إن السلوك الشاذ للاستطارة المرنة وما يسمى (Anomalous Large angle scattering) (ALAS) الذي يظهر في الاستطارة المرنة لجسيمات ألفا عند طاقات منخفضة[42-40]، حيث عادة يلاحظ اتساع المقطع العرضي عند الزوايا الخلفية وتظهر هذه الظاهرة بوضوح في الاستطارة عن النوى الخفيفة ذات الأغلفة المغلقة مثل ^{16}O و ^{40}Ca ، لايمكن تفسيرها بالجهد الضوئي الوضعي في صورة وودز– ساكسون (WS)، ويمكن تعليل ALAS في الاستطارة المرنة بواسطة نوعين مبسطين من الجهد المحلي لنواة ألفا ، الأول جهد (MW) نسبة إلى مايكل و كو–وركرز والذي يشار إليه عادة بجهد مايكل [43] والثاني جهد جزئي ذي قلب تنافري قصير المدى، كلا الجهدين نجحا في تفسير سلوك الاستطارة المرنة لجسيمات ألفا بواسطة ^{24}Mg و ^{28}Si .

2.3 أهداف البحث:

تهدف الدراسة الحالية إلى توظيف نموذج ألفا العنقودي مع نموذج الطي المنفرد من أجل استخلاص وصف نظري لتفاعلات جسيمات ألفا مع نوى المغنيسيوم – 24 والسليكون– 28 والكبريت –32 والكالسيوم–40 عند مدى واسع من الطاقة. وهي النوى التي يتوفر فيها شرط أن A=4n حيث n عدد صحيح أكبر من 5. لذا فإننا نأمل من خلال هذه الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

1– اشتقاق كثافة توزيع جسيمات ألفا داخل النوى:المغنيسيوم–24، السليكون–28 ، الكبريت– 32 والكالسيوم–40 باستخدام النموذج العنقودي 0

2– استخلاص الجهد الضوئي النووي لجسيم ألفا مع النوى السابقة0

3– تحليل الاستطارتين المرنة لتفاعل جسيم ألفا مع النوى السابقة عند طاقات مختلفة باستخدام جهود الطي لعناقيد ألفا 0

4– مقارنة النتائج في البند الثالث مع نتائج تحليل الاستطارة المرنة لجسيم ألفا مع النوى السابقة باستخدام نموذج الطي المنفرد 0

ومن أجل مقارنة نتائج الجهود شبه المجهرية المستنتجة لهذه التفاعلات بجهود مجهرية تعتمد طي تأثير نيوكليون–نيوكليون فعال مناسب يعاد تحليل جميع هذه التفاعلات باستخدام جهود مبنية على تـــأثير JLM الفعال.