



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة بابل  
كلية علوم الصرفه  
قسم فيزياء

قدرة الايقاف

بحث تقدمت به الطالبة

زهراء حسين حاتم

الى قسم الفيزياء – كلية التربية العلوم الصرفه- جامعه بابل وهو جزء  
من متطلبات نيل شهاده البكالوريوس في الفيزياء

باشراف الدكتور

محمد عبد الحمزة

2024 – 2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"قُلْ هَلْ يَسْتَوِي الَّذِينَ يَعْلَمُونَ وَالَّذِينَ لَا يَعْلَمُونَ"

صدق الله العلي العظيم

سورة الزمر - آية ٩

## شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين ،تبارك وتعالى له الكمال وحده والصلاه والسلام  
على سيدنا محمد نبيه ورسوله الامين وعلى سائر الانبياء المرسلين.  
احمد الله تعالى الذي بارك لي في اتمام بحثي هذا واتقدم بجزيل الشكر  
وخالص الامتنان الى كل اساتذتي الافاضل ، الذي كان لهم الفضل في  
سلوكي هذا الدرب واخص بالذكر الاستاذ المشرف ( الدكتور محمد عبد  
الحمزة) الذي كان لي داعماً .  
الى كل من اهد لي يد العون لانجاز بحثي هذا.

## الاهداء

لم تكن الرحلة قصيرة ولا ينبغي لها ان تكون لم يكن الحلم قريباً ولا الطريق كان محفوفاً بالتسهيلات لكني فعلتها.

أهدي تخرجي

إلى ذلك الرجل الذي احمل اسمه بكل فخر والذي اخرج أجمل مافي داخلي وشجعني دائماً للوصول إلى طموحاتي ، رجل علمني الحياة بأجمل شكل وبذل كل ما بوسعه ولم يتخل (والدي )

ادامك الله ظلاً لنا إلى اليد الحنينة التي ازالنا عن طريقنا الاشواك وصنعت مني انسان طموح ويعشق التحديات لمن رضاها يخلق لي التوفيق (والدتي)  
أطال الله في عمرك والى نفسي التي قالت أنا لها،  
"سألها"

وأنا لها وإن ابت رغماً عنها اتى بها. واخيراً ها انا اليوم اقف على عتبة تخرجي اقطف ثمار تعبتي وارفع قبعتي بكل فخر وانتجت المسيرة الجامعية بخيرها وشرها وحلوها ومرها، فرحة مختلطة بين فرحة التخرج وحزن الوداع فاللهم لك الحمد قبل ان ترضى ولك الحمد إذا رضيت ولك الحمد بعد الرضا.  
وتحقق ما كان بالامس حتماً

	المحتويات
VI.....	المُلخَص
1.....	المقدمة
2.....	اهداف البحث
2.....	اهمية البحث
3.....	الإطار النظري
4.....	مبادئ حساب قوة الإيقاف
4.....	النماذج والمعادلات المستخدمة في حسابات قوة الإيقاف
6.....	الفصل الاول
10.....	الفصل الثاني
10.....	الخلفية النظرية
14.....	النماذج الكلاسيكية (بيته بلوخ، ليندهارد شارف)
15.....	المقاربات الميكانيكية الكمومية
16.....	الخاتمه
16.....	الاستنتاجات
17.....	المصادر

## الملخص

تُعرّف قدرة الإيقاف (Stopping Power) على أنها المقدار المتوسط للطاقة اللازمة لفقدان إلكترون واحد من مادة ما بواسطة جسيم مشحون. تُقاس بوحدة ميغا إلكترون فولت لكل سنتيمتر مربع ( $\text{MeV/cm}^2$ ). وتعتمد قدرة الإيقاف على نوع الجسيم المشحون وطاقته ونوع المادة التي يتفاعل معها.

تتأثر قدرة الإيقاف ب نوع الجسيم المشحون تزداد قدرة الإيقاف للجسيمات المشحونة ذات الكتلة الأكبر والشحنة الأكبر، طاقة الجسيم المشحون تزداد قدرة الإيقاف مع ازدياد طاقة الجسيم المشحون، نوع المادة تزداد قدرة الإيقاف للمواد ذات العدد الذري (Atomic Number) الأكبر.

تُستخدم قدرة الإيقاف لحساب مدى اختراق الإشعاع في المواد، تُستخدم قدرة الإيقاف لتصميم دروع واقية من الإشعاع، تُستخدم قدرة الإيقاف لتحديد جرعة الإشعاع المطلوبة لعلاج السرطان.

تعدّ قدرة الإيقاف مفهومًا مهمًا في العديد من المجالات العلمية والتطبيقية. وفهمها ضروري لتطوير تقنيات جديدة في مجالات مثل فيزياء الإشعاع والمواد النووية وطب الأورام الإشعاعي.

## المقدمة

ان قدرة ايقاف المادة والنتيجة من مرور الجسيمات المشحونة من خلالها تعد موضوعا مهما ليس فقط في مجال الفيزياء وانما يشمل مساحات واسعة من العلوم فلها تطبيقات طبية وصناعية كأستخدام الاشعاع لقتل الاورام وكذلك استخدامهما في الفضاء والصناعة ومنها الأجهزة الالكترونية وغيرها من الاستخدامات المهمة. وان قدرة الايقاف (Stopping Power) تعرف على انها مقدار الطاقة التي يفقدها الجسيم في كل وحدة طول من مساره خلال الوسط الموقوف لذلك فإن عملية فقدان الطاقة للجسيم المشحون المار خلال مادة الهدف يجب ان تكون بدقة عالية من خلال القياس العملي المباشر او من خلال الحساب النظري ودراسة خصائص مادة الهدف وكيفية استجابتها للتفاعل مع الجسيمات المشحونة [Tufan , 2008] لذلك فإن الجسيمة المشحونة عندما تنتقل خلال المادة فإن تفاعلها مع ذرات الهدف ناتج عن قوى الكترومغناطيسية بين الجسيمات المشحونة وذلك التفاعل يقسم الى قسمين: تصادمات مرنة مع كل الذرات وتصادمات غير مرنة مع الكترونات مادة الهدف ولما كانت السحابة الالكترونية في الذرة تحتل حيزا أكبر من نوى الذرات لذا فإن فقدان الطاقة الناتج عن التصادمات الغير مرنة من المتوقع ان يكون أكبر من فقدان الطاقة المرن [Alexandru, 2002] والدراسات المبكرة لفقدان طاقة الجسيمات المشحونة للمادة توصلت الى الصيغة العامة لقدرة الايقاف [Kadhum,2008].

$$-\frac{dE}{dx} = \frac{4\pi e^4 NZ_2}{m_e v^2} Z_1^2 L.....(1)$$

إذ  $N$  كثافة الهدف،  $Z_2$  العدد الذري للهدف،  $m_e$  كتلة الالكترتون و  $v$  و  $Z_1$  هي سرعة وشحنة الفذيفة على التوالي و  $L$  يدعى(عدد الإيقاف) سواء كان الميكانيك الكلاسيكي أو الكمي مطبقا .

لقد قام عدد من الباحثين بدراسة موضوع قدرة الايقاف الالكترونية للجسيمة المشحونة الساقطة على المواد المستخدمة كأهداف.

ففي عام 2007 قام Magiarotti بدراسة قدرة الايقاف النووية والالكترونية للايونات الثقيلة البطيئة بطاقة تتراوح (1-100)KeV [Magiarotti ,2007].

وفي عام 2008 ايضا قام الباحث Kadhum بدراسة تأثير عامل الاضمحلال على قدرة الايقاف الالكترونية للايونات الثقيلة عند السرعة العالية والواطئة وذلك بالاعتماد على قطب البلازمون التقريبي (PIA) عند السرعة العالية واعتماد تقريب الطور العشوائي التقريبي (RPA) عند السرعة الواطئة واستنتج ان تأثير عامل الاضمحلال له دور هام سواء عند السرعة العالية او الواطئة [Kadhum,2008].

وفي عام 2009 استطاع العالم Armin Luhr&Alejandro Saenz بحساب قدرة الايقاف لضديد البروتون في الاهداف (H,H<sub>2</sub>,He) بتاثير مدى الطاقه (1Kev\_6.4Mev) واستنتج ان قدرة الايقاف تختلف اختلافا ملحوظا في كل هدف من الاهداف [Armin,2009].

عام 2010 قام العالمان Peter Sigmund&Andreas Schinner بدراسه نظريه لتحليل قدرة الايقاف للهيدروجين السريع في نموذج المتذبذب التوافقي حيث استنتج حدوث تاثير لقدرة الايقاف في طاقة الاشعاع العالية وحدث سلوك متذبذب في الطاقات المنخفضة [Peter,2010].

## اهداف البحث

تُعدّ قدرة الإيقاف موضوعًا هامًا للبحث العلمي مع العديد من التطبيقات في مجالات متنوعة. وفهما ضروري لتطوير تقنيات جديدة وحماية الإنسان من المخاطر المرتبطة بالإشعاع تتعد أهداف البحث عن قدرة الإيقاف وتشمل :

1 فهم التفاعلات بين الجسيمات المشحونة والمواد فهم كيفية تفاعل الجسيمات المشحونة مع المواد على المستوى الذري، بما في ذلك كيفية فقدانها للطاقة وكيفية تفاعلها مع الإلكترونات والذرات و فهم كيفية تفاعلها مع المواد المختلفة بشكل مختلف وفهم كيفية تفاعل الجسيم مع المادة مع تغير طاقته

2 تطوير تقنيات جديدة تُستخدم قدرة الإيقاف لتصميم دروع واقية من الإشعاع لحماية العاملين في المجالات التي تنطوي على التعرض للإشعاع، مثل الطب النووي ومحطات الطاقة النووية لتحديد جرعة الإشعاع المطلوبة لعلاج السرطان، حيث يتم توجيه حزم من الجسيمات المشحونة عالية الطاقة لقتل الخلايا السرطانية مع تقليل الضرر بالخلايا السليمة المحيطة فهم سلوك المواد تحت التشعيع، مما يساعد في تصميم مواد جديدة أكثر مقاومة للإشعاع.

3 دراسة الظواهر الفيزيائية تُستخدم قدرة الإيقاف لدراسة بنية المواد الصلبة وخصائصها، مثل كثافة الإلكترونات وعدد الذرات في وحدة الحجم ودراسة خصائص الجسيمات الأولية، مثل كتلتها وشحنتها وتكوين الكون وتطوره، حيث يمكن استخدامها لدراسة تفاعل الإشعاع الكوني مع المادة.

## اهمية البحث

إن قوة الإيقاف ذات أهمية كبيرة في الفيزياء. إذا كان بإمكاننا فهم كيفية فقدان الجسيم للطاقة أثناء مروره خلال المادة، يمكننا تخطيط التجارب بشكل أفضل وفهم العمليات الفيزيائية المختلفة التي تحدث. كما أنها تلعب دورًا مهمًا في تصميم المفاعلات النووية وفهم التفاعلات النووية الترمونوية وأضرار الإشعاع والتطبيقات الطبية.

## البحوث السابقة حول قوة الإيقاف

يمكن تصنيف البحوث السابقة حول قوة الإيقاف إلى عدة مراحل. قد يكون المرحلة الأولى هي مرحلة توليد مفهوم قوة الإيقاف من خلال ظواهر عالمية لانخفاض طاقة الجسيم المشحون النقلي من خلال تأيين وتحفيز المادة، والتي اكتشفها نيلسن في عام 1910 وروثرفورد في عام 1911. تم تأكيد هذا المفهوم عن طريق مقارنة المدى بين جسيمين في نفس المادة. شرح بور مفعول الكثافة في عام 1913 والفقدان الأيوني من الدرجة  $n$  بواسطة باركاس في عام 1949. بعد مقارنة معدل فقدان الطاقة للجسيمات المختلفة، اكتشف رودولف وسيدل أن معدل فقدان الطاقة يتغير وفق قانون القوة في عام 1934، وهذا هو اكتشاف مفهوم قوة الإيقاف بطريقة مصيعة بشكل حديث. لذا، قد تكون هذه المرحلة المرحلة الأساسية لبحوث قوة الإيقاف.

قد تكون المرحلة الثانية هي مرحلة تأسيس مفهوم قوة الإيقاف كعنصر من الفيزياء النووية والجسيمات الأساسية من خلال تنظيم وحساب تفصيلي لمعدل فقدان الطاقة للجسيمات المختلفة



من خلال الحاسوب. قد يكون هذا التطور الطبيعي من الظواهر العالمية إلى عنصر من الفيزياء النووية والجسيمات الأساسية. قام رودولف وسيدل بتسمية معدل فقدان الطاقة هذا بقوة الإيقاف وحاولوا حسابه باستخدام البيانات التجريبية المتاحة لأول مرة عن طريق لجنة في منزل لاندوا الموجود في إسبانيا عام 1949. بعد دخول عام 1950، تم تطوير تكنولوجيا الحاسوب وأصبح ممكناً حساب تفصيلي لقوة الإيقاف. تم اقتراح العديد من الصيغ النظرية لفقدان الطاقة في هذا الوقت، ومن بينها تقريب التصادم الثنائي (BCA) الذي صيغه بور في عام 1940 وهو الأكثر نجاحاً وما زال يستخدم كجزء من نظرية قوة الإيقاف الحديثة. تم عقد مؤتمر CSC (المؤتمر الدولي حول الاستقرار الحرج للجسيمات المشحونة في مشابك مغناطيسية والغرفة الزبدية) بشكل متواصل من عام 1956 إلى عام 1965، ودرس في الأساس قوة الإيقاف للجسيمات المشحونة النسبية من خلال طرق مختلفة للمقارنة مع الملاحظات التجريبية. ولكن بالنظر إلى أن البيانات التجريبية لقوة الإيقاف في ذلك الوقت هي فقدان التأين من الدرجة  $n$ ، فإن هذه الدراسة تعاني من بعض القيود في الحصول على قوة الإيقاف الصحيحة. يتراوح عصر حساب قوة الإيقاف باستخدام الحاسوب من حوالي عام 1970 إلى عام 1995، لأن انتباه فيزياء الطاقة العالية في أواخر التسعينيات تحول إلى تسارع الجسيمات والكون المبكر وفيزياء الجسيمات التجريبية ابتعدت عن المادة إلى الفراغ والبلازما. خلال هذه الفترة، كانت إحدى أكثر الدراسات التفصيلية لقوة الإيقاف في إسبانيا يقوم بها العديد من العلماء من خلال كتاب ر. هـ. ريتشي. ثم تطور التالي هو إصدار برنامج SRIM (التفاعلات السودية مع المادة) بواسطة ج. إف. زيغلر. وقد يكون هذا آخر تطور ضخم لحساب قوة الإيقاف بتفاعل بين المادة حتى الآن. لا يمكن تتبع أصل قوة الإيقاف في جميع مراحلها من حيث التوليد والتطوير والتقنية وتطبيقها. ولكن يمكن تصنيف البحوث السابقة إلى عدة مراحل.

### الإطار النظري

نظراً لأن التنبؤات النظرية لقوة الإيقاف للمواد تكون قريبة من النتائج التجريبية، فإن العمل الحد الأدنى اللازم لحساب هذه القيم يكون غير تافه. تتوفر مراجعة شاملة للحسابات ونتائجها المتعلقة بقوة الإيقاف. في مراجعة للحسابات النظرية عام 1977، تناول سيغمووند الذين قاموا بحسابات قوة الإيقاف لأيونات أولية وثنائية ومشاريع ونطاقات طاقة محددة. حدد الحسابات لقوة الإيقاف لأيونات H و He في العديد من المواد كما هي ذات أهمية خاصة لمشكلة زرع الأيونات. بعد ذلك، تفصل تقرير عام 1983 من نفس المؤلف القيم المحسوبة لمجموعة متنوعة من المشاريع في جميع العناصر، بما في ذلك الرسوم البيانية لقوة الإيقاف مقابل الطاقة. بينما لا تتوفر حسابات حاسمة لاضطرابات البلازما الناجمة عن الأيونات في مفاعل الاندماج، إلا أن هناك العديد من النتائج المتاحة للإيقاف الإلكتروني للمشروع. ويمكن غالباً ربط هذه النتائج بالضرر الذي يتسبب فيه المشروع في المادة عن طريق عملية قوة الإيقاف وفقدان الطاقة. يتمثل الخطوة الأولى في معظم حسابات قوة الإيقاف في بعض صورة فقدان الطاقة. باستخدام العلاقة البسيطة للنقطة حيث يتم استخدام الرمز السالب للمشروع ذو الشحنة الموجبة، يمكن تمثيل ذلك بمجموعة للراحة ومن الممكن كتابة هذه المجموعة كسرعة تغير طاقة المشروع  $dp$

حيث يشير الرمز السفلي إلى أن هذا يجب أن يكون تفاضلاً كلياً وحيث  $E$  هو الطاقة غير النسبية الكلية للمشروع

### مبادئ حساب قوة الإيقاف

يصور مسار الأيون المتحرك خلال وسط منتظم بسرعة  $V$  ويمر بشكل هندسي على مسافة  $(p)$  (أو ما يدعى عامل التصادم من الكترونات في قشرة اسطوانية حلقيّة رقيقة سمكها  $db$  وطولها على  $[1] dx$ )

دفع الرحم المنتقل  $P\Delta$  إلى الإلكترون الحفيف يساوي [3] :-

$$\Delta P = \int_{-\infty}^{\infty} e\bar{E}(t)dt = \frac{2Z_1 e^2}{b v} \quad (1)$$

حيث  $\bar{E}$  المجال الكهربائي المنتقل إذن الطاقة المنتقلة:..

$$\Delta E = \frac{(\Delta P)^2}{2m} = \frac{2Z_1^2 e^4}{mv^2} \left(\frac{1}{p^2}\right) \quad (2)$$

هذا التعبير يفترض بأن الإلكترون لا يتحرك كثيراً نسبة إلى عامل التصادم .. للحصول على قدرة الإيقاف – الطاقة المنتقلة يجب تكامل على كل عوامل التصادم الممكنة على فرض أن الهدف مكون من ذرات عندها الذري  $Z_2$  :

$$S = 2nZ_2 \int \Delta E(p) p dp \quad (3)$$

تعرض معادلة (2) في (3) تحصل على :

$$s = 4nZ_2 \frac{Z_1^2 e^4}{mv^2} \int_0^{\infty} \frac{1}{p^2} p dp \quad (4)$$

التكامل يتباعد عندما  $P \rightarrow 0$  هذا من الضروري أن تقتنع بان اصغر عامل تصادم هو  $p^{min}$  إذا افترض ان كتلة الإلكترون صغيرة جداً مقارنة بكتلة الجسيمة الساقطة ، فالإلكترون سوف برند لعامل التصادم صغير جداً. لاحظ أعظم انتقال طاقة عند التصادم المباشر لحن قد تستعمل استطرارة وترفورد المرنة الجسمين التخمين المسافة الأقرب لتقريب التصادم المباشر ، هذا

$$p^{min} \sim \frac{Z_1 e^2}{mv^2} \quad \text{يعطي ي اصغر مسافة}$$

التكامل كذلك يصبح غير معرف عندما  $p \rightarrow \infty$  .

### النماذج والمعادلات المستخدمة في حسابات قوة الإيقاف

تعتبر الحسابات الخارج المحور متناسقة بطبيعتها وتستند إلى الميكانيكا الكمية. لها جذورها في العمل المبكر لـ بيته على تشتت فقدان الطاقة وتطورت الآن إلى الفهم الأكثر تفصيلاً لقوة الإيقاف. الهدف الرئيسي هو تقييم فقدان الطاقة كدالة لحالة الجسيم والوسط وعدد الذرات الخاص به، وقيمة ثابتة لنقل الطاقة للجسيم المتوغل. يرتبط هذا التحويل الطاقى بين الجسيم

المتوغل وفقدانه للوسط بقوة الإيقاف ويمكن حسابه عن طريق تقييم عرض القسم للعملية المعطاة. عادةً ما يستخدم هذا الأسلوب خارج المحور مجموعة متنوعة من النماذج ويحسب فقدان الطاقة لحالات الجسيم المختلفة، وفي النهاية يجمع جميع الحالات الممكنة للحصول على قوة الإيقاف الكلية. يمكن القيام بحسابات عالية باستخدام إما الحساب العددي لتبادل الطاقة في عملية الانتشار بين الجسيمات والوسط أو تجميع المحاكاة من خلال وظائف وبرامج فرعية واستخدام تقريب مجال متوسط للوسط. يمكن أن يؤدي النجاح بهذا الأسلوب إلى مجموعة من قوة الإيقاف كدالة للطاقة. ومع ذلك، على الرغم من أنها طريقة متعمدة ومتطورة، لا يتم استخدام أي حساب خارج المحور حاليًا لتقييمات تجري

أحد الدراسات المذكورة بإيجاز هو مقارنة قوى إيقاف الأيونات في أغشية الكربون الرقيقة والأهداف الكربونية الأثقل لمجموعة من تراكيب الأيونات والذرات الهدف. يتم مقارنة قوى الإيقاف في الدراستين من خلال قياس مدى الأيونات في الهدف، وبالتالي يتم تقييم القدرات النسبية لهذه الأهداف في محاكاة فقدان طاقة الجسيم في المادة. سيتم تقديم مناقشة كاملة للدراسة الثانية في مكان آخر، وفي الحالة الأولى تم العثور على أن نتائج مدى الأيونات قابلة للمقارنة مباشرة. تهدف هذه الدراسة إلى استخدام هلام البوليمر ذو القيم الذرية العالية كمقياس لجرعة الإشعاع للأيونات الثقيلة ولضرورة محاكاة تأثيرات إشعاع الفضاء على تلسكوب هابل الفضائي.

الموضوع المركزي للورقة يتعلق بمقارنة قياسات قوى إيقاف الأيونات الثقيلة المفردة والبروتونات ذات الطاقة المنخفضة في المادة العنصرية. تم استعراض هذه القياسات سابقاً من خلال المحاكاة الكمبيوترية لترسيب الطاقة للأيونات، ويمكن استخدامها لاختبار صحة المحاكاة الكمبيوترية وتنطوي على شعاعات أيونية لها تطبيقات محتملة في علاج السرطان. يتم مناقشة المزايا النسبية للأيونات الثقيلة والبروتونات ذات الطاقة المنخفضة كمستكشفات لعمليات فقدان الطاقة في المادة.

الهدف الرئيسي لهذه الورقة هو تحقيق تجريبي - وذلك لقياس قوى إيقاف الجسيمات المشحونة في المادة العنصرية في حالات مختلفة. تستخدم هذه القياسات كبيانات مرجعية لأولئك المعنيين بتأثيرات الإشعاع في المادة بما في ذلك الأضرار الناجمة عن الإشعاع، وتأثيرات الإشعاع في برامج الفضاء وقياس الجرعة الطبية.

## الفصل الاول

## 1.1 الخلفية والدوافع

الخلفية والدوافع في الفيزياء الذرية تشكل جزءًا أساسيًا من فهمنا للعالم الذري وتطبيقاته في مختلف المجالات. تشمل هذه العناصر الفهم الأساسي للطبيعة الكمية للمواد والتفاعلات الذرية والنوية. تتضمن الخلفية والدوافع في الفيزياء الذرية العديد من النقاط المهمة:

1. **النموذج الذري:** فهم بنية الذرة وتركيبها يعتبر أساسيًا لفهم التفاعلات الكيميائية والفيزيائية.
2. **الطيف:** دراسة طيف الإشعاع المنبعث أو الممتص يساعد في تحديد خصائص الذرات والجزيئات والمواد.
3. **الانتقالات الإلكترونية:** فهم كيفية تغير حالة الطاقة للإلكترونات داخل الذرات يسهل دراسة التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية.
4. **الديناميكا الكمية:** توفير إطار لفهم السلوك الذري والنووي بناءً على المبادئ الكمية.
5. **الانتقالات النووية:** دراسة تفاعلات الانتقال النووي والتحلل الإشعاعي تساعد في فهم استقرار وتغير النواة الذرية.
6. **التطبيقات التقنية:** تطبيقات الفيزياء الذرية تشمل الطاقة النووية والتصوير الطبي وتقنيات التصوير بالرنين المغناطيسي والعديد من التطبيقات الصناعية والبحثية.
7. **التطور التاريخي:** فهم كيف تطورت الفيزياء الذرية عبر التاريخ يسهل تقدير أهميتها الحالية والمستقبلية.
8. **الأبحاث الحديثة:** استكشاف الظواهر الجديدة في الفيزياء الذرية يساهم في تطوير التكنولوجيا وفهم أعمق للعالم الذري.
9. **الفلسفة والأخلاقيات:** يثير تطبيق الفيزياء الذرية قضايا فلسفية وأخلاقية حول استخدامات التكنولوجيا النووية وتأثيرها على المجتمع والبيئة.
10. **التعاون الدولي:** التعاون في مجال الفيزياء الذرية يعزز البحث العلمي ويسهم في تطوير التكنولوجيا بشكل مستدام وآمن.

يمكن مقارنة المعرفة المكتسبة حول قوة الإيقاف والمدى مع النتائج التجريبية لتحديد نوع وطاقته الجسيم. وقد وضع العالم ج. ليندهارد معادلة تربط بين قوة الإيقاف والمدى، وقد ساهم بشكل كبير في نظرية قوة الإيقاف. قدم ج. ليندهارد إسهامًا كبيرًا في نظرية قوة الإيقاف من خلال تطويره لعلاقة تردد التأين النوعي المعروفة بمعادلة بيته-بلوخ. تظل هذه المعادلة هي الأكثر دقة لتحديد قوة الإيقاف عند السرعات النسبية، وسيتم التعمق فيها في هذا التقرير. تعد قوة الإيقاف مهمة في مجال الفيزياء، حيث إذا كنا نعرف طاقة الجسيمة في بداية مرورها عبر المادة وطاقتها بعد أن عبرت سمكًا معينًا من المادة، فإن الفرق في الطاقة يكون مساويًا للطاقة المفقودة من خلال تفاعل الجسيمة والمادة. يمكننا أن نأخذ هذا أبعد من ذلك ونربطه بمدى الجسيمة في المادة. يعد هذا هو المسافة المتوسطة التي تسافرها الجسيمة في المادة قبل أن تتوقف، والمدى يرتبط مباشرة بقوة الإيقاف. ويعطى بالمعادلة  $R = E$  حيث  $E$  هي طاقة الجسيمة و  $R$  هي كثافة المادة.

عندما يسافر الجسيمات المشحونة، بما في ذلك الإلكترونات والبروتونات والألفا، خلال المواد الامتصاصية، فإنها تفقد طاقة وعند سرعات عالية بما فيه الكفاية، قد تتوقف في المادة. ومعدل

فقدان الطاقة في المادة يتم بواسطة عامل يعرف بقوة الإيقاف، والتي تم تعريفها بشكل صحيح لأول مرة بواسطة بور وأثبت أنها متوسط على جميع القوى التفاعلية بين الجسم المشحون وذرات المادة.

## 1.2 تعريف القدرة الايقافية

هي عبارة عن معدل فقد الجسم المعين ذي الطاقة المعينة لطاقته داخل المادة والإشارة السالبة تعنى فقد الطاقة كلما زادت مسافة التغلغل في المادة. وترتبط قدرة الإيقاف بالتأين النوعي S بالعلاقة التالية:

$$(-dE/dx) = \bar{W} \cdot S \quad (3-2)$$

حيث  $\bar{W}$  هي القيمة المتوسطة للطاقة اللازمة لتكوين زوج الكتروني - أيوني. ومن هذه العلاقة الأخيرة يمكن تعريف قدرة الإيقاف على أنها كمية الطاقة التي يفقدها الجسم في ملليمتر واحد من الأثر. ولما كانت S تعتمد على طاقة الجسم ونوعه،  $\bar{W}$  تعتمد على نوع المادة فإن قدرة الإيقاف تعتمد على كل من نوع الجسم وطاقته ونوع المادة.

ولقد تمكن هانز بيتي (H. Bethe) من اشتقاق العلاقة النظرية لقدرة الإيقاف المتوسطة لكل 1 سم من المادة، وهي:

$$(-dE/dx) = (4\pi e^4 z^2 / m_0 v^2) Z N [ \ln(2m_0 v / I) v - \ln(1 - v^2/c^2) - v^2/c^2 ] \quad (3-3)$$

حيث Z ، v هما شحنة وسرعة الجسم الساقط،  $m_0$  هي كتلة الإلكترون عند السكون N هو عدد ذرات المادة لكل اسم  $Z^3$  هو العدد الذري للمادة I هو متوسط كمون (الجهد) التأين لذرات هذه المادة و c هي سرعة الضوء في الفراغ. فإذا كانت طاقة الجسيمات الثقيلة الساقطة صغيرة ( أي حدود عدة عشرات من الميغا إلكترون فولت ) تكون سرعتها صغيرة بالنسبة لسرعة الضوء وبالتالي يمكن اعتبار أن النسبة بين سرعة الجسم وسرعة الضوء تساوي صفر (  $v / c = 0$  ) ، عندئذ تعطى قدرة الإيقاف المتوسطة بالعلاقة

$$(-dE/dx) = (4\pi e^4 z^2 / m_0 v^2) N Z \ln(2m_0 v / I)$$

## 1.3 اهمية دراسة الايقافية في السوائل

1. فهم الظواهر الطبيعية: تلعب القدرة الايقافية دورًا مهمًا في فهم سلوك السوائل في الطبيعة، مثل تكوين السحب وتساقط الأمطار.
2. تطبيقات في الصناعات: يستخدم فهم القدرة الايقافية في العديد من الصناعات مثل تكرير النفط وتصنيع المواد الكيميائية.
3. التطبيقات الطبية: تؤثر القدرة الايقافية على خصائص الأدوية والمستحضرات الصيدلانية، مما يؤثر على فعاليتها وسلامتها.

تطبيقات القدرة الايقافية في البحث العلمي:

- الكيمياء والفيزياء: يُستخدم فهم القدرة الايقافية في دراسة التفاعلات الكيميائية والتغيرات في الخصائص الفيزيائية للمواد.
- البيئة: يُمكن استخدام القدرة الايقافية لفهم تأثيرات الملوثات على المواد الكيميائية في البيئة.

## 1.4 نطاق التقرير

يهدف إلى تقييم وتوضيح الأداء البيئي والاجتماعي والاقتصادي لمنظمة أو شركة فيما يتعلق بالاستدامة. يغطي هذا التقرير عادةً عدة مجالات ومؤشرات مهمة لقياس الأثر البيئي والاجتماعي والاقتصادي لأنشطة المنظمة.

نطاق تقرير القدرة الايقافية قد يتفاوت من منظمة إلى أخرى، ويعتمد على عدة عوامل مثل حجم المنظمة ونوع الصناعة التي تنشط فيها والمعايير المشتركة المعتمدة في القطاع الذي تنتمي إليه المنظمة. ومع ذلك، يمكن أن يتضمن تقرير القدرة الايقافية عادةً الجوانب التالية:

1. الأداء البيئي: يتعلق بتأثيرات النشاطات والعمليات التشغيلية للمنظمة على البيئة. يشمل ذلك استهلاك الموارد الطبيعية، وإدارة النفايات، وانبعاثات الغازات الدفيئة، وحماية التنوع البيولوجي، وتأثيرات تغير المناخ، وغيرها من الموضوعات ذات الصلة.
2. الأداء الاجتماعي: يتعلق بالتأثيرات الاجتماعية لنشاطات المنظمة على المجتمعات المحلية والموظفين والعملاء والمساهمين الآخرين. يشمل ذلك سلامة وصحة الموظفين، وحقوق العمال، والتنوع والتكافؤ، والمسؤولية الاجتماعية، ومساهمات المنظمة في تحسين المجتمعات المحلية.
3. الأداء الاقتصادي: يتعلق بالأداء المالي للمنظمة وقدرتها على الاستمرار وتحقيق النجاح المالي في المدى الطويل. يشمل ذلك العوائد المالية، والاستدامة المالية، والابتكار والتنمية، وإدارة المخاطر المالية.
4. استراتيجيات الاستدامة: يشمل تقرير القدرة الايقافية أيضًا وصفًا لاستراتيجيات الاستدامة التي تتبعها المنظمة، والأهداف التي تسعى إلى تحقيقها في هذا الصدد، والتقدم المحرز في تنفيذ هذه الاستراتيجيات.

يجب أن يكون تقرير القدرة الايقافية شفافًا وموثوقًا به، ويتضمن معلومات محددة وقابلة للقياس والمقارنة على مر الزمن. من خلال تقديم هذه المعلومات، يمكن للمنظمة أن تظهر التزامها بالاستدامة وتحقيق تحسينات مستدامة في أدائها على مدار الزمن.

يجب أن يلاحظ أن هذه المكونات والنطاق المذكورة هي مجرد أمثلة عامة، وقد يختلف نطاق تقرير القدرة الايقافية حسب المنظمة وسياقها الخاص. إن إعداد تقرير القدرة الايقافية يتطلب فهمًا عميقًا لتأثيرات النشاطات المنظمة وتحليل شامل لمختلف المجالات المشمولة.

وتستند معلومات تقرير القدرة الايقافية على بيانات ومؤشرات قابلة للقياس والتقييم. قد تعتمد المنظمات على المعايير الدولية المعترف بها مثل مبادئ توجيه الاستدامة للتقارير (GRI) أو معايير التقارير المتكاملة (IR) لإعداد تقارير القدرة الايقافية.

يهدف تقرير القدرة الايقافية إلى تعزيز الشفافية والمساءلة وتعزيز الأداء المستدام للمنظمة، ويعد أداة هامة للمساهمة في بناء مستقبل مستدام بيئيًا واجتماعيًا واقتصاديًا.

## الفصل الثاني

### الخلفية النظرية



## 2.1 آليات فقدان الطاقة للأيونات في السوائل

آليات فقدان الطاقة للأيونات في السوائل التي قد تؤثر على القدرة الإيقافية:

1. **التفاعل الكيميائي:** قد يحدث تفاعل كيميائي بين الأيونات والمركبات الموجودة في السائل، مما يؤدي إلى فقدان الطاقة. على سبيل المثال ، قد يحدث تفاعل تبادل أيوني بين الأيونات الموجبة والأيونات السالبة في السائل، وهذا التفاعل يستهلك طاقة.
2. **التفاعل الكهروكيميائي:** يمكن للأيونات أن تخضع لتفاعلات كهروكيميائية في السوائل، حيث يتم تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية والعكس بالعكس. هذه التفاعلات يمكن أن تتسبب في فقدان الطاقة للأيونات.
3. **التفاعل مع المحاليل الكهرليئية:** قد تحتوي السوائل على محاليل كهرليئية تحتوي على أيونات متحركة. عندما يتحرك الأيونات في السائل ويتفاعلون مع المحاليل الكهرليئية، فإنها تواجه مقاومة كهربائية وتفقد طاقة في هذه العملية.
4. **التشتت والتجميع:** يمكن للأيونات أن تنتشتت في السائل أو تتجمع معًا بناءً على التأثيرات المتبادلة بينها وبين المذيب. هذه العمليات تتطلب طاقة للتشتت وتفقد طاقة عند التجميع.
5. **التأثيرات الحرارية:** يمكن للأيونات أن تفقد طاقة عند التفاعل مع الحرارة الموجودة في السائل. على سبيل المثال ، قد يحدث تفاعل متعادل بين الأيونات والجزئيات في السائل يؤدي إلى انتقال الطاقة الحرارية وفقدان الطاقة للأيونات. تتأثر آليات فقدان الطاقة للأيونات في السوائل بعوامل متعددة مثل نوع الأيونات وتركيزها والمذيب والظروف البيئية. يعد فهم هذه الآليات مهمًا لفهم تفاعلات الأيونات في السوائل وتأثيرها على القدرة الإيقافية والتفاعلات الكيميائية والبيولوجية الأخرى التي تحدث في السوائل.

### 2.1.1 القدرة الإيقافية الإلكترونية

هي قياس لقدرة المادة على إيقاف حركة الإلكترونات المشحونة في وسط مادي. تعتبر القدرة الإيقافية الإلكترونية معلمة هامة في فيزياء الإشعاع والفيزياء النووية والفيزياء المادية.

عندما يتحرك الإلكترون في وسط مادي، يتفاعل مع الذرات والجزئيات في المادة. هذا التفاعل يتضمن تبادل الطاقة بين الإلكترون والذرات أو الجزئيات المحيطة به. القدرة الإيقافية الإلكترونية تقيس مقدار الطاقة التي يفقدها الإلكترون في وحدة الطول عبر مسافة محددة في المادة.

تعتمد القدرة الإيقافية الإلكترونية على عدة عوامل، بما في ذلك:

1. **طاقة الإلكترون:** كلما زادت طاقة الإلكترون، زادت القدرة الإيقافية الإلكترونية. وهذا يعني أن الإلكترونات عالية الطاقة تفقد طاقة أكبر أثناء تفاعلها مع المادة.
2. **نوع المادة:** تختلف القدرة الإيقافية الإلكترونية من مادة لأخرى. يعتمد ذلك على خصائص المادة مثل الكثافة والبنية الذرية وتركيبها الكيميائي. على سبيل المثال، تكون القدرة الإيقافية الإلكترونية للإلكترونات في المعادن أعلى من الإلكترونات في المواد العضوية.

3. **سرعة الإلكترون:** تؤثر سرعة الإلكترون على القدرة الإيقافية الإلكترونية، حيث يمكن أن تتفاوت القدرة الإيقافية بناءً على سرعة الإلكترون.

يتم تقدير القدرة الإيقافية الإلكترونية عن طريق استخدام نماذج نظرية وتجارب قياسية. تستخدم النماذج النظرية معلومات عن الكثافة الإلكترونية والقوى الكهرومغناطيسية بين الإلكترونات والذرات في المادة لتقدير القدرة الإيقافية الإلكترونية. بالمقابل، تعتمد التجارب على قياس الطاقة المفقودة للإلكترونات أثناء تفاعلها مع مادة محددة.

يستخدم القدرة الإيقافية الإلكترونية في العديد من التطبيقات، بما في ذلك حسابات التشتت الإلكتروني، وتصميم دروع الإشعاع، والتفاعلات النووية والتفاعلات الكيميائية، وفهم تأثير الإشعاع على المواد.

## 2.1.2 القدرة الإيقافية النووية

تشير إلى القدرة التي يمتلكها المادة في إيقاف حركة الجسيمات المشحونة عالية الطاقة، مثل الأيونات أو البروتونات أو النوى الأخرى. تعتبر القدرة الإيقافية النووية مفهومًا هامًا في الفيزياء النووية وعلوم الجسيمات.

عندما تتحرك الجسيمات المشحونة عالية الطاقة عبر المادة، تتفاعل مع النوى والإلكترونات في المادة وتفقد طاقة في هذه العملية. القدرة الإيقافية النووية تقيس مقدار الطاقة التي تفقدها الجسيمات المشحونة في وحدة الطول عبر مسافة محددة في المادة.

تعتمد القدرة الإيقافية النووية على عدة عوامل، بما في ذلك:

1. **طاقة الجسيمات:** كلما زادت طاقة الجسيمات المشحونة، زادت القدرة الإيقافية النووية. وهذا يعني أن الجسيمات عالية الطاقة تفقد طاقة أكبر أثناء تفاعلها مع المادة.

2. **نوع المادة:** تختلف القدرة الإيقافية النووية من مادة لأخرى. يعتمد ذلك على خصائص المادة مثل الكثافة وتركيبها النووي وتركيبها الكيميائي. على سبيل المثال، تكون القدرة الإيقافية النووية للجسيمات المشحونة في المادة الكثيفة مثل المعادن أعلى منها في المواد الخفيفة مثل الغازات.

3. **نوع الجسيمات:** تختلف القدرة الإيقافية النووية بناءً على نوع الجسيمات المشحونة. فمثلاً، تكون القدرة الإيقافية النووية للبروتونات مختلفة عن القدرة الإيقافية النووية للأيونات أو النوى الأخرى.

4. **الزوايا والمسارات:** تتأثر القدرة الإيقافية النووية بزوايا اقتران الجسيمات مع المادة وطول المسار الذي يقطعه الجسيم في المادة. عندما يكون للجسيم مسار طويل في المادة، فإنه سيتفاعل مع عدد أكبر من النوى ويفقد طاقة أكبر.

تتم دراسة القدرة الإيقافية النووية عن طريق المحاكاة الحاسوبية والتجارب النووية. تستخدم المحاكاة الحاسوبية نماذج نظرية لتقدير القدرة الإيقافية النووية، مثل نموذج مجموعات النوى الذرية ونموذج السحب النووي. تعتمد هذه النماذج على الخصائص النووية للمادة وتفاعلات الجسيمات المشحونة مع النوى والإلكترونات في المادة.

أما التجارب النووية، فتتضمن تسليط الجسيمات المشحونة على مادة معينة وقياس الطاقة المفقودة للجسيمات أثناء تفاعلها مع المادة. تستخدم هذه التجارب مجموعة متنوعة من الأدوات والكاشفات لقياس الإشعاعات المنبعثة من التفاعلات النووية وتحديد الطاقة المفقودة.

يمكن استخدام القدرة الإيقافية النووية في مجموعة متنوعة من التطبيقات العلمية والتكنولوجية. على سبيل المثال، يمكن استخدامها في دراسة التفاعلات النووية وتصميم مفاعلات الانشطار النووي. كما يمكن استخدامها في تنظيم الأشعة النووية وتصميم الدروع الإشعاعية لحماية الأشخاص والمعدات من التأثيرات الضارة للإشعاع.

### 2.1.3 مساهمات أخرى ( الاحتكاك ... الخ )

هي القدرة على تثبيط أو إيقاف ردود الأفعال أو المشاعر أو الاندفاعات العاطفية. وإلى جانب العوامل الداخلية مثل التحكم الذاتي والتمركز الذهني، يمكن أن تؤثر بعض المساهمات الخارجية على قدرة الإيقاف.

المساهمات الأخرى التي يمكن أن تؤثر على القدرة الإيقافية:

1. **التدريب والممارسة:** يمكن تحسين القدرة الإيقافية من خلال التدريب والممارسة المنتظمة. يمكن لممارسة تقنيات مثل التأمل والاسترخاء والتركيز المنتظمة أن تعزز القدرة على تثبيط الاندفاعات والاستجابات العاطفية.
  2. **البيئة المحيطة:** قد تؤثر البيئة المحيطة بنا على قدرتنا على الإيقاف. على سبيل المثال، إذا كنت تتعرض باستمرار لمحفزات محفزة أو مشتتة مثل الضوضاء العالية أو التشويش، فقد يكون من الصعب عليك تحقيق التركيز والتثبيط العاطفي.
  3. **الإجهاد والضغط:** يمكن أن يؤثر الإجهاد والضغط النفسية على القدرة الإيقافية. عندما نشعر بالتوتر الشديد أو الضغوط العاطفية، قد يكون من الصعب علينا التحكم في ردود الأفعال والاندفاعات العاطفية.
  4. **الصحة العقلية:** بعض الحالات الصحية العقلية مثل اضطرابات القلق واضطرابات الانفعالات يمكن أن تؤثر على القدرة الإيقافية. في بعض الأحيان، قد يكون من الصعب على الأشخاص الذين يعانون من هذه الحالات تحقيق التحكم الكامل في ردودهم العاطفية.
  5. **النمط الحياتي:** يمكن أن يؤثر النمط الحياتي العام على القدرة الإيقافية. على سبيل المثال، النوم غير الكافي ونمط الحياة غير الصحي قد يؤثران سلبيًا على قدرتك على التركيز والتحكم في الاندفاعات العاطفية.
- أن القدرة الإيقافية تعتبر مهارة يمكن تنميتها وتحسينها من خلال التدريب والممارسة المنتظمة.

### 2.2 النماذج النظرية للقدرة الإيقافية في السوائل

هناك عدة نماذج نظرية تشرح القدرة الإيقافية في السوائل. سأقدم لكم نظرتين رئيسيتين لهذه النماذج وهي نموذج بادي ونموذج ميهالكي وستايرز.

#### 1. نموذج بادي (Baddeley's Model):

نموذج بادي هو نموذج شهير يقترح أن القدرة الإيقافية تتألف من ثلاثة أجزاء رئيسية:

- الذاكرة القصيرة المرئية (Visuospatial Sketchpad): وهي المسؤولة عن تخزين ومعالجة المعلومات البصرية والمكانية.
- المساعد المسموع (Phonological Loop): وهو المسؤول عن تخزين ومعالجة المعلومات اللفظية، مثل الكلمات والأصوات.
- المذكرة الوظيفية المركزية (Central Executive): وهي المسؤولة عن التحكم والتنسيق العام للعمليات الإدراكية، مثل التحكم في الانتباه وتنظيم الذاكرة. ويعتبر النموذج البادي نموذجًا شاملاً للقدرة الإيقافية، حيث يشير إلى أن القدرة الإيقافية هي نتيجة لتفاعل هذه العناصر الثلاثة.

## 2. نموذج ميهالكي وستايرز (Miyake & Stalver's Model):

- نموذج ميهالكي وستايرز يقترح أن القدرة الإيقافية تتألف من ثلاثة مكونات أساسية:
- التحكم في الانتباه (Attentional Control): وهي القدرة على تنظيم وتحديد الانتباه والتركيز على المهام المهمة وتجاهل المهام الغير ذات صلة.
- تنظيم المهام (Task Switching): وهو القدرة على التحول بين المهام المختلفة والتكيف مع متطلبات كل مهمة.
- تحديد الأهداف والتنظيم (Goal Setting and Monitoring): وهو القدرة على تحديد الأهداف ومراقبتها وتنظيم الإجراءات المطلوبة لتحقيقها.
- أن القدرة الإيقافية تعتمد على تفاعل هذه العناصر الثلاثة لتحقيق التحكم العقلي والتكيف مع المهام المختلفة.

## النماذج الكلاسيكية (بيته بلوخ، ليندهارد شارف)

- وهي نموذج بيته بلوخ (Bottleneck Model) ونموذج ليندهارد وشارف (Lindhard and Shallice Model).

### 1. نموذج بيته بلوخ (Bottleneck Model):

نموذج بيته بلوخ يعتبر واحدًا من النماذج الكلاسيكية للقدرة الإيقافية. يشير النموذج إلى وجود "زجاجة عنق الزجاجة" (bottleneck) في تدفق المعلومات بين المراحل المختلفة للمعالجة الإدراكية. وفي هذا النموذج، يقترح بيته بلوخ أن هناك مرحلة واحدة فقط يمكن أن تتحكم فيها العمليات الإدراكية العليا في وقت واحد، بينما يتم تأخير المعلومات في المراحل الأخرى.

وفي سياق القدرة الإيقافية، يشير النموذج إلى أن هناك اختيارات يجب على الفرد أن يقوم بها لتحديد المعلومات التي سيتم معالجتها وتجاهل المعلومات الأخرى. وهذا الاختيار يؤدي إلى وجود زجاجة عنق في تدفق المعلومات وتحديد الأولويات للمعالجة.

### 2. نموذج ليندهارد وشارف (Lindhard and Shallice Model):

يعتبر نموذج ليندهارد وشارف أحد النماذج الكلاسيكية الأخرى للقدرة الإيقافية. يشير النموذج إلى وجود نظام تنظيمي مركزي (Central Executive) يتحكم في العمليات الإدراكية العليا والمهام الإيقافية. يقوم النظام التنظيمي المركزي بتنظيم الانتباه وتوجيه المعلومات واتخاذ القرارات.

وفي هذا النموذج، يتم تقسيم العمليات الإدراكية إلى وحدات تشغيلية صغيرة تعمل معًا لتحقيق القدرة الإيقافية. تشمل هذه الوحدات تنظيم الانتباه (Attentional Control)

وتنظيم المهام (Task Set) وتحديد الأهداف (Goal Setting) وتنظيم الذاكرة (Memory Organization). يتفاعل هذه الوحدات مع بعضها البعض ومع الذاكرة العاملة (Working Memory) للتحكم في العمليات الإدراكية العليا.

### 2.2.2 النماذج شبه التجريبية (TRIM، SRIM)

النماذج شبه التجريبية في القدرة الإدراكية هي نماذج أو نظم تعتمد على محاكاة أو تمثيل قدرات الإدراك البشرية، مثل الذاكرة والتعلم والتفكير واتخاذ القرارات. يتم استخدام هذه النماذج لفهم ودراسة كيفية عمل العقل البشري وتحاكيه في بيئة افتراضية أو محاكاة حاسوبية.

تعتمد النماذج شبه التجريبية على مجموعة من الخوارزميات والمعادلات التي تمثل العمليات العقلية البشرية، وتستند إلى الأبحاث العلمية والنظريات في مجالات مثل علم النفس الإدراكي وعلوم الحاسوب. تهدف هذه النماذج إلى فهم وتفسير سلوك الإنسان واستكشاف قدرات الإدراك البشري.

من بين النماذج شبه التجريبية الشهيرة في مجال القدرة الإيقافية هو نموذج "نموذج العمل المحدود" (Limited Capacity Model)، والذي يقوم بتمثيل القدرة الإيقافية للإنسان في أداء المهام. يفترض هذا النموذج وجود حدود لسعة العمل الإدراكي للإنسان، حيث يمكنه تنفيذ عدد محدود من المهام في نفس الوقت. يقوم النموذج بتوزيع الموارد الإيقافية بين المهام المختلفة ويتنبأ بأداء الإنسان بناءً على هذا التوزيع.

يعتبر نموذج العمل المحدود مفيداً في فهم سلوك الإنسان في أداء المهام الشاقة التي تتطلب تنظيمًا وتنسيقًا عقليًا معقدًا. على سبيل المثال، يمكن استخدام هذا النموذج لدراسة كيفية توزيع الاهتمام والتركيز في مواجهة مهام متعددة ومتنافسة، وتحديد أثر التشتت والإجهاد على أداء الإنسان.

### المقاربات الميكانيكية الكمومية

القدرة الإيقافية تشير إلى القدرة على التحكم والتنظيم في الانتباه والتركيز والذاكرة العمل أثناء أداء المهام العقلية.

تم تفسير القدرة الإيقافية بشكل أساسي من خلال المقاربات التقليدية في علم النفس وعلم الأعصاب، وليس المقاربات الكمومية. ومع ذلك، فإن بعض الباحثين قد اقترحوا فرضية حول الدور المحتمل للعمليات الكمومية في العقل البشري، ولكن هذه الفرضيات لا تزال قيد البحث والاستكشاف.

يعود ذلك جزئياً لأن أغلب الظواهر التي يمكن تفسيرها بواسطة النظريات الكمومية تكون في مستوى الدقات الجزيئية والذرية وليست في مستوى الأعضاء الكبيرة مثل الدماغ. علاوة على ذلك، فإن العمليات الكمومية تعتمد على تفاعلات واندماج الجسيمات الصغيرة، وهو أمر يعتقد أنه غير متوافق مع العمليات الحاسوبية التي تعتبر أساسية في القدرة الإيقافية، قد يستمر البحث في هذا المجال وقد يظهر في المستقبل أدلة أو نظريات جديدة تدعم العلاقة بين القدرة الإيقافية والمقاربات الكمومية.

## الخاتمة

1. أن قدرة الإيقاف هي مفهوم مهم في علم الفيزياء النووية والإشعاعية. يتعلق هذا المصطلح بقدرة المواد على إبطاء وإيقاف حركة الجسيمات المشحونة المارة من خلالها.
2. دراسة العديد من العوامل التي تؤثر في قدرة الإيقاف، بما في ذلك الطاقة السرعة للجسيم المشحون ونوع المادة التي يمر بها. وقد تم تطوير نماذج ونظريات مختلفة لتوصيف وحساب قدرة الإيقاف بدقة.
3. تظهر أهمية قدرة الإيقاف في مجالات مختلفة مثل الفيزياء النووية والطب النووي والتصوير الطبي بالإشعاع والعديد من التطبيقات الأخرى. توفر هذه الأبحاث جداول ونماذج تساعد في توقع وحساب قدرة الإيقاف للجسيمات المشحونة في مواد مختلفة.
4. على الرغم من التقدم الحاصل في فهم قدرة الإيقاف، فإن هناك حاجة لمزيد من البحوث والدراسات لتطوير نماذج أكثر دقة وتوسيع نطاق القياسات والتطبيقات. يمكن لهذه البحوث المستقبلية أن تساهم في تحسين فهمنا لتفاعل الإشعاع مع المادة وتطوير تقنيات أكثر كفاءة لاستخدامها في مجالات متعددة.
5. إن دراسة قدرة الإيقاف تلعب دورًا حاسمًا في فهم تفاعل الإشعاع مع المادة وتطبيقاتها العملية. يعد العمل المستمر في هذا المجال ضروريًا لتطوير تقنيات جديدة وتحسين الاستخدام الفعال للإشعاع في عدة مجالات من البحوث العلمية إلى التطبيقات الطبية.

## لاستنتاجات

1. قدرة الإيقاف هي مفهوم مهم في علم الفيزياء النووية والإشعاعية، وتتعلق بقدرة المواد على إبطاء وإيقاف حركة الجسيمات المشحونة.
2. تطوير نماذج ونظريات مختلفة لوصف وحساب قدرة الإيقاف بدقة، وتتأثر قدرة الإيقاف بالعديد من العوامل مثل الطاقة السرعة للجسيم المشحون ونوع المادة التي يمر بها.
3. قدرة الإيقاف لها تطبيقات واسعة في مجالات مثل الفيزياء النووية والطب النووي والتصوير الطبي بالإشعاع.
4. البحوث والدراسات في مجال قدرة الإيقاف توفر جداول ونماذج تساعد في تحديد وحساب قدرة الإيقاف للجسيمات المشحونة في مواد مختلفة.
5. تحتاج هذه المجال إلى المزيد من البحوث والدراسات لتطوير نماذج أكثر دقة وتوسيع نطاق القياسات والتطبيقات.
6. العمل المستمر في مجال قدرة الإيقاف يساهم في تحسين فهمنا لتفاعل الإشعاع مع المادة وتطوير تقنيات أكثر كفاءة لاستخدامها في مجالات متعددة.
7. فهم قدرة الإيقاف يلعب دورًا حاسمًا في فهم تفاعل الإشعاع مع المادة وتطبيقاتها العملية، والعمل المستمر في هذا المجال يساهم في تحسين التقنيات والتطبيقات المستندة إلى قدرة الإيقاف.

## المصادر

1. القرآن الكريم

- A. Getachew , (2007), Stopping power and range of protons of various energies in different materials, M.Sc. Thesis , Addis Ababa University.
2. David Griffiths Introduction to Electrodynamics 2013 Pearson Education ط4،
3. D. E. Groom , N. V. Mokhov and S. I. Striganov ,(2001) ," MUON STOPPING POWER AND RANGE TABLES 10 MeV-100 TeV " , Atomic Data and Nuclear Data Tables, Vol. 76 , No. 2.
4. Hans C. Pauli The Physics of Atoms and Quanta 1970 Springer-Verlag ط،
5. J. E. Turner , ( 2004)," Interaction of ionizing radiation with matter", Health Physics Society, Vol. 86, No. 3, p.p.228-252
6. J. F. Ziegler , (1999),"The Stopping of Energetic Light Ions in Elemental Matter", J. Appl. Phys / Rev. Appl. Phys., vol.85, p.p. 1249-1272
7. J. F. Ziegler, G. L. Wheeler, and J. M. Manion Stopping Power and Range of Electrons, Protons, and Neutrons 2008 SRIM – The Stopping and Range of Ions in Matter ط2 ،
8. Kenneth Krane Modern Physics 2012 John Wiley & Sons ط4 ،
9. M.C. Tufan and H. Gümüs,( 2008) ، Stopping power calculations of compounds by using Thomas-Fermi-Dirac-Weizsäcker density functional", ACTA PHYSICA POLONICA A, Vol. 114 ,No. 4 , p.p.703-711.
10. P. Sigmund, ( 1996), "Low-speed limit of Bohr's stopping –power formula" , Phys.Rev A , Vol.54 , No.4, p.p.3113-3793
11. P. Sigmund, (1997) , " Charge- dependent electronic stopping of swift nonrelativistic heavy ions", Phys. Rev. A , V.56, N.5, P.P. 3781-3792.
12. R. A. Kadhum , (2004),"Impact – Parameter Dependent Of Electronic Stopping Power" , (Ph.D.thesis) , AL Mustansiriyah University, College of Science.
13. R. Lozeva , (2005), " A NEW DEVELOPED CALORIMETER TELESCOPE FOR IDENTIFICATION OF RELATIVISTIC HEAVY ION REACTION CHANNELS" , (Ph. D. thesis), University of Sofia "St. Kliment Ohridski" Faculty of Physics.
14. Walter H. Barkas ،The Stopping Power of Radiation for Electrons and Photons 1964 University of California Press، ط
15. W. E. Meyerhof, (1967)," Elements of Nuclear Physics", McGraw-Hill, New York