



## مطالعه‌ی ضریب انرژی سطحی فرمالیزم مجاورت در واپاشی‌های آلفا با استفاده از برهم‌کنش‌های نوکلئون-نوکلئون وابسته به چگالی

قرائی، رضا\* - محمدی، سارا

دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

### چکیده:

با بهره‌گیری از چارچوب مدل میکروسکوپی دابل-فولدینگ، به مطالعه‌ی سیستماتیک ضریب کشش سطحی  $\gamma$  فرمالیزم مجاورت برپایه‌ی برهم‌کنش‌های نوکلئون-نوکلئون وابسته به چگالی برای ۲۴۵ واپاشی آلفای مختلف با شرط  $61 \leq Z_P \leq 99$  آنها پرداخته شده است. در این تحقیق، فرمی جدید برای ضریب  $\gamma$  ارائه شد که با اعمال آن در نسخه‌ی اصلی پتانسیل مجاورت می‌توان پیش‌بینی‌های قابل قبولی را برای نیمه عمرهای تجربی واپاشی‌های آلفای انتخابی بدست آورد. علاوه بر این، نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که مدل پتانسیل Prox.77 به همراه فرم پیشنهادی حاضر برای ضریب انرژی سطحی قادر به توصیف ساختار لایه‌ای هسته‌ها می‌باشد.

کلمات کلیدی: واپاشی‌های آلفا، ضریب انرژی سطحی فرمالیزم مجاورت، مدل دابل-فولدینگ

## Study of the surface energy coefficient of proximity formalism in alpha decays using density-dependent nucleon-nucleon interactions

Gharaei, Reza; Mohammadi, Sara

Department of Physics, Sciences Faculty, Hakim Sabzevari University

### Abstract:

Within the framework of the microscopic double-folding model, systematically the surface energy coefficient  $\gamma$  of proximity formalism from the density-dependent nucleon-nucleon interactions for 245 alpha decays with condition  $61 \leq Z_P \leq 99$  has been studied. In this research, a new form of the coefficient has been presented in which the experimental half-lives of the selected  $\alpha$  decays with good accuracy can be predicted. In addition, the obtained results reveal that the proximity potential Prox. 77 accompanied by the present proposed form of surface energy coefficient can describe the nuclear shell structure.

Keywords: Alpha decays, surface energy coefficient of proximity formalism, double-folding model

### مقدمه:

یکی از مهم‌ترین کانال‌های شناخته شده برای فروپاشی هسته‌های سنگین و فوق سنگین ناپایدار، واپاشی‌های آلفا است. اهمیت این نوع از واپاشی‌ها را می‌توان در افزایش درک نسبت به ساختار هسته و ویژگی‌های مرتبط با آن نظیر طول عمر حالت پایه‌ی هسته‌ها [۱]، برهم‌کنش‌های هسته‌ای [۲]، اسپین و پاریتی‌های هسته‌ای [۳] دانست. از نقطه نظر تجربی، کشف



واپاشی آلفا به آزمایشات صورت گرفته توسط ارنست رادرفورد در مورد تابش‌های ناشی از اورانیم و هدایت الکتریکی آن‌ها برمی‌گردد [۴]. در سال ۱۹۲۸ میلادی گاموف نشان داد خروج ذره‌ی آلفا از هسته‌ی مادر و انتشار آن را می‌توان ناشی از پدیده‌ی تونل زنی کوانتومی دانست [۵]. تحت این شرایط انتظار خواهیم داشت که پتانسیل برهم‌کنشی میان هسته‌ی دختر و ذره‌ی  ${}^4\text{He}$  و انتخاب یک مدل مناسب برای تعیین آن، نقش مهمی را در دستیابی به پیش‌بینی‌های هر چه دقیق‌تر از نیمه‌عمر واپاشی‌های آلفا ایفا کند. در طی سال‌های اخیر، رهیافت‌های تئوری گوناگونی برای محاسبه‌ی پتانسیل هسته‌ای در واپاشی‌های آلفا پیشنهاد شده است [۶-۹]. در این بین، پتانسیل مجاورت بعنوان یک مدل پدیده‌شناختی، فرمالیزم ساده و در عین حال پرکاربردی را برای محاسبه‌ی پتانسیل برهم‌کنشی ارائه می‌دهد که مبتنی بر "نظریه‌ی مجاورت" است [۹]. در سال ۱۹۷۷ میلادی بلاکی و همکارانش، نخستین نسخه از پتانسیل مجاورت را براساس این نظریه معرفی کردند که امروزه آنرا با نام Proximity 1977 (Prox. 77) می‌شناسند. وجود فاکتورهای قابل تنظیم همچون پارامتر شعاعی  $R$ ، پارامتر ضخامت سطح  $b$  و تابع جهانی  $\Phi(s)$  در فرمالیزم مدل مجاورت، موجب شده است که نسخه‌های مختلفی از این مدل معرفی شود [۱۰]. محققان در طی سال‌های اخیر همواره در تلاش بوده‌اند تا اعتبار این نسخه‌ها را برای پیش‌بینی داده‌های تجربی نیمه‌عمر واپاشی‌های مختلف مورد ارزیابی قرار دهند [۱۱-۱۴].

در تحقیق حاضر هدف این است تا با بهره‌گیری رویکردی جدید، برای نخستین بار به مطالعه‌ی ضریب انرژی سطحی  $\gamma$  فرمالیزم مجاورت در واپاشی‌های آلفا با استفاده از برهم‌کنش‌های وابسته به چگالی از نوع نیروهای Michigan-3-Yukawa (M3Y) بپردازیم. برای این منظور، تلاش خواهیم کرد تا در مرحله‌ی نخست پتانسیل هسته‌ای را برای تعداد ۲۴۵ واپاشی آلفا با شرط  $61 \leq Z \leq 99$  برای عدد اتمی هسته‌های مادر با استفاده از نسخه‌ی CDM3Y6 محاسبه کنیم. در گام بعد بواسطه‌ی ارتباطی که میان مدل‌های مجاورت و واپیچش-دوگانه (DF) برقرار خواهیم کرد، مقادیر ضریب  $\gamma$  در فرمالیزم مجاورت را برای واپاشی‌های مختلف محاسبه کرده و با هدف دستیابی به فرم جدیدی برای این ضریب، به بررسی رفتار مقادیر بدست آمده برحسب پارامتر عدم تقارن خواهیم پرداخت. در نهایت، پس از اعمال فرم پیشنهادی ضریب کشش سطحی در فرمالیزم پتانسیل Prox. 77، به ارزیابی اعتبار آن در پیش‌بینی داده‌های تجربی نیمه‌عمر واپاشی-های آلفای مختلف و همچنین وجود خاصیت لایه‌ای در این نوع از واپاشی‌ها خواهیم پرداخت.

## روش کار:

پتانسیل برهم‌کنشی کل  $V_T(r)$  میان ذره‌ی آلفا و هسته‌ی دختر، با فرض صفر بودن تکانه‌ی زاویه‌ی نسبی  $l$ ، مطابق معادله‌ی (۱) از مجموع دو بخش پتانسیل کولنی  $V_C(r)$  و پتانسیل هسته‌ای  $V_N(r)$  تشکیل شده است،

$$V_T(r) = V_N(r) + V_C(r) = V_N(r) + Z_d Z_\alpha e^2 / r. \quad (1)$$



که در آن  $r$  فاصله‌ی بین مراکز جرم هسته‌ی دختر و ذره‌ی آلفا است. در بحث واپاشی‌های آلفا نیمه‌عمر هسته‌های مادر  $T_{\frac{1}{2}}$  از طریق رابطه‌ی (۲) قابل محاسبه می‌باشد [۱۳]،

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{h \ln 2}{2E_{\nu} P_0 P}, \quad (2)$$

که در این رابطه  $P$  احتمال نفوذپذیری از میان سد کولنی در فاصله‌ی نقاط بازگشتی  $R_a$  تا  $R_b$  است و با استفاده از تقریب نیمه‌کلاسیکی WKB براساس رابطه‌ی (۳) تعیین می‌گردد [۱۳]،

$$P = \exp \left[ -\frac{2}{\hbar} \int_{R_a}^{R_b} \sqrt{2\mu(V_T(r) - Q_{\alpha})} \right], \quad (3)$$

که  $Q_{\alpha}$  انرژی آزاد شده در واپاشی آلفا است. در رابطه‌ی (۲)،  $E_{\nu}$  و  $P_0$  به ترتیب انرژی ارتعاشی نقطه‌ی صفر ذره‌ی آلفای گسیل‌یافته و فاکتور پیش‌سازی می‌باشند. براساس مطالعات انجام شده در مرجع [۱۵]، مقدار فاکتور  $P_0$  برای هسته‌های مادر زوج-زوج، زوج-فرد (فرد-زوج) و فرد-فرد را به ترتیب می‌توان برابر  $۰,۴۳$ ،  $۰,۳۵$  و  $۰,۱۸$  در نظر گرفت.

#### فرمالیزم مدل‌های پتانسیل مجاورت و دابل-فولدینگ

در این تحقیق برای محاسبه‌ی پتانسیل برهم‌کنشی  $V_N(r)$  میان ذره‌ی آلفا و هسته‌ی دختر از نسخه‌ی اصلی پتانسیل مجاورت بهره گرفته شده است که به صورت رابطه‌ی (۴) تعریف می‌گردد [۹]،

$$V_N^{Prox.77}(r) = 4\pi b \bar{R} \gamma \Phi \left( \frac{r - C_1 - C_2}{b} \right), \quad (4)$$

همانگونه که مشاهده می‌شود این پتانسیل از دو بخش تشکیل شده است: بخش اول، شامل پارامترهای  $(b\bar{R}\gamma)$  می‌باشد که به ویژگی‌های مربوط به شکل و هندسه‌ی هسته‌ها، همچون انرژی سطحی  $\gamma$ ، ضخامت سطح  $b$  و شعاع انحنای متوسط  $\bar{R} = C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$  (تعریف شده برحسب شعاع‌های نیم‌چگالی) هسته‌ها وابسته است. بخش دوم، تابع جهانی  $\Phi(s)$  که مستقل از این خواص می‌باشد و تنها به  $s = r - C_1 - C_2$ ، یعنی فاصله‌ی جدایی سطوح دو هسته‌ی دختر و آلفا، بستگی دارد. برای آشنایی بیشتر باشیوه‌ی محاسبه‌ی بخش‌های مختلف این مدل پتانسیل می‌توان به کار Dutta و همکارانش مراجعه کرد [۱۰]. براساس مدل میکروسکوپیکی DF، پتانسیل هسته‌ای میان دو هسته‌ی برهم‌کنشی از طریق رابطه‌ی انتگرالی (۵) تعریف می‌گردد [۷،۸]:

$$V_N^{DF}(r) = \iint \rho_1(\vec{r}_1) v(\vec{s} = |\vec{r} + \vec{r}_2 - \vec{r}_1|) \rho_2(\vec{r}_2) d^3 r_1 d^3 r_2, \quad (5)$$

محاسبه‌ی این انتگرال نیاز به اطلاع از دو بخش اصلی دارد: ۱- توابع توزیع چگالی هسته‌ای ذره‌ی آلفا  $\rho_1(\vec{r}_1)$  و هسته‌ی دختر  $\rho_2(\vec{r}_2)$  می‌باشند که در این تحقیق برای پارامترسازی آنها به ترتیب از توابع توزیع نوسانگر هماهنگ و دو پارامتری فرمی-دیراک استفاده شده است [۱۶]. ۲- بخش مرکزی  $v(\vec{s})$  که برای محاسبه‌ی آن از نیروهای وابسته به چگالی نوع CDM3Y6 استفاده می‌شود [۸].



### نتایج:

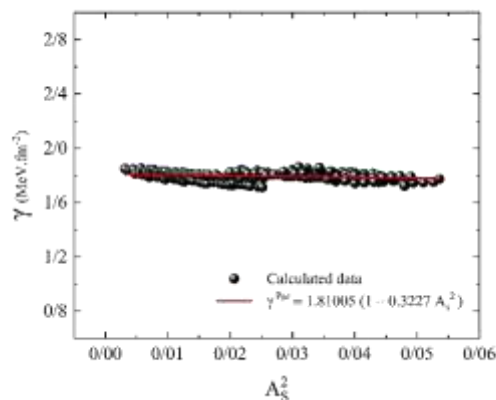
هدف از این تحقیق، معرفی و ارائه‌ی یک فرم جدید از ضریب انرژی سطحی فرمالیزم مجاورت به کمک برهم‌کنش‌های نوکلئون-نوکلئون همراه با نیروهای M3Y وابسته به چگالی از نوع CDM3Y6 است. محاسبات برای ۲۴۵ واپاشی در محدوده‌ی عدد اتمی  $61 \leq Z \leq 99$  انجام شده است. بمنظور بدست آوردن مقادیر ضریب انرژی سطحی  $\gamma$  و با توجه به معادله (۴)، می‌توان رابطه‌ی (۶) را برای محاسبه‌ی مقادیر این ضریب در واپاشی‌های مختلف ارائه داد،

$$\gamma = \frac{V_N^{DF}(r)}{4\pi b R \varphi(r)} \quad (6)$$

برای محاسبه‌ی مقادیر پتانسیل هسته‌ای در این رابطه، از مدل میکروسکوپیکی DF به همراه نسخه‌ی CDM3Y6 بهره گرفته شده است. برای تعیین مقادیر تابع جهانی توجه به این نکته ضروری است که رفتار شعاعی این تابع در شرایط کلی از رفتار پتانسیل هسته‌ای تبعیت می‌کند. از این رو، در این بخش از فرم معرفی شده‌ی این تابع براساس مدل DF [۱۷] استفاده شده است،

$$\varphi(s) = \frac{p_1}{1 + \exp((s+p_2)/p_3)} \quad (7)$$

که مقادیر ثابت‌های  $p_1$  و  $p_2$  و  $p_3$ ، به ترتیب برابر  $17.72$ ،  $1.30$  و  $0.854$  می‌باشند. قابل ذکر است که در این محاسبات هر دو کمیت پتانسیل هسته‌ای و تابع جهانی، در فاصله‌ی تماسی  $r = R_t = R_\alpha + R_d$  بدست آمده‌اند، که در آن  $R_t$  شعاع تماس دو هسته و  $R_\alpha$  و  $R_d$  به ترتیب شعاع هسته‌های آلفا و دختر می‌باشند. در شکل (۱)، رفتار مقادیر  $\gamma$  محاسبه شده برحسب مجذور پارامتر عدم تقارن  $A_S$  برای مجموع ۲۴۵ واپاشی انتخابی نمایش داده شده است.



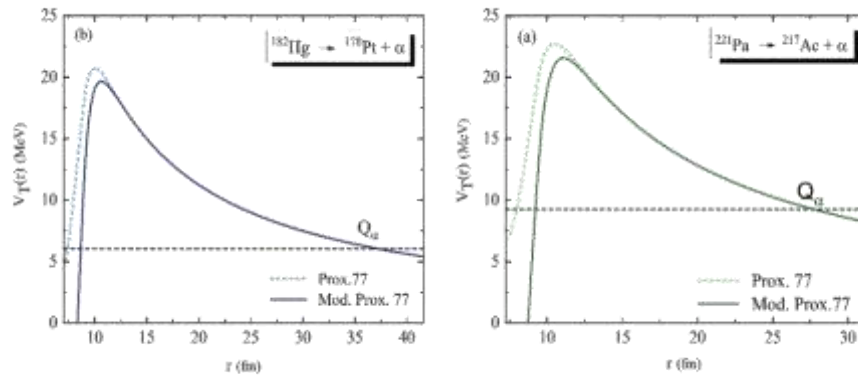
شکل ۱: رفتار مقادیر بدست آمده برای ضریب انرژی سطحی  $\gamma$  برحسب توان دوم پارامتر عدم تقارن  $A_S$ . خط برازش شده به مجموعه نقاط با رنگ قرمز نمایش داده شده است.



همانگونه که مشاهده می‌گردد، مقادیر بدست آمده‌ی ضریب انرژی سطحی با افزایش اثرات عدم تقارن در سیستم‌های برهم‌کنشی (از مقدار اولیه‌ی ۰,۰۰۳ تا مقدار نهایی ۰,۰۵۳) بصورت خطی کاهش می‌یابند. چنین رفتاری در مورد فرایندهای فیزیکی دیگر نظیر واکنش‌های همجوشی نیز مشاهده شده است [۱۰]. در مطالعه‌ی حاضر برای فرمول‌بندی رفتار مشاهده شده‌ی ضریب  $\gamma$ ، از رابطه‌ی پیشنهادی زیر استفاده شده است،

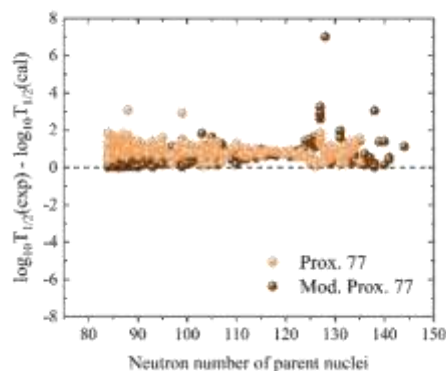
$$\gamma = a(1 - bA_s^2), \quad (8)$$

که ضرایب  $a$  و  $b$  ثابت‌هایی هستند که براساس محاسبات انجام گرفته در این تحقیق برای نسخه‌ی CDM3Y6 به ترتیب دارای مقادیر ۱,۸۱۰۰۵ و ۰,۳۲۲۷ می‌باشند. لازم به ذکر است که پارامتر عدم تقارن برحسب اعداد نوترونی و پروتونی هسته‌ی مادر و بصورت  $A_s = (N_p - Z_p) / (N_p + Z_p)$  تعریف می‌شود. با اعمال رابطه‌ی (۸) برای ضریب انرژی سطحی در فرمالیزم مجاورت، رابطه‌ی (۴)، می‌توان به فرم اصلاح شده‌ای از پتانسیل هسته‌ای برای واپاشی‌های مختلف دست یافت. سپس از طریق جمع‌بندی مقادیر این پتانسیل با پتانسیل کولنی، پتانسیل برهم‌کنشی کل را بدست آورد. لازم به ذکر است که با فرض قرار داشتن هسته‌های مادر و دختر در حالت پایه، از اثرات تکانه‌ی زاویه‌ای سیستم برهم‌کنشی در محاسبه‌ی پتانسیل برهم‌کنشی کل صرف نظر شده است. مقایسه مقادیر بدست آمده برای پتانسیل برهم‌کنشی کل در مجموع ۲۴۵ واپاشی انتخابی با مقادیر متناظر حاصل از نسخه‌ی اصلی Prox.77 آشکار می‌سازد که با اعمال ضریب  $\gamma$  پیشنهادی در فرمالیزم مجاورت، ویژگی‌های سد پتانسیل، همچون ارتفاع و محل آن دستخوش تغییرات شده‌اند. در حقیقت با این انتخاب، ارتفاع و ضخامت سد پتانسیل در هر واپاشی کاهش و به تبع آن عبور از آن افزایش یافته است. بنابراین استفاده از ضریب  $\gamma$  پیشنهادی، موجب افزایش قدرت پتانسیل هسته‌ای می‌شود. برای فهم بیشتر این نتیجه، رفتار پتانسیل برهم‌کنشی کل  $V_T(r)$  به صورت تابعی از فاصله‌ی بین هسته‌ای  $i$ ، بر پایه‌ی نسخه‌ی اصلی فرمالیزم مجاورت و فرم اصلاح شده‌ی پیشنهادی برای دو واپاشی دلخواه  $^{182}\text{Hg} \rightarrow ^{178}\text{Pt} + \alpha$  و  $^{221}\text{Pa} \rightarrow ^{217}\text{Ac} + \alpha$  در شکل (۲) نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که در این تحقیق نتایج فرم اصلاح شده‌ی پیشنهادی برای پتانسیل مجاورت را با Mod. Prox. 77 نامگذاری کردیم. بعلاوه خط‌چین در شکل، مقدار انرژی آزادشده در واپاشی آلفا  $Q_\alpha$  را نشان می‌دهد.



شکل (۲): رفتار پتانسیل برهم‌کنشی کل  $V_T(r)$  به‌عنوان تابعی از فاصله‌ی  $r$  برای دو واپاشی دلخواه (a)  $^{221}\text{Pa} \rightarrow ^{217}\text{Ac} + \alpha$  و (b)  $^{182}\text{Hg} \rightarrow ^{178}\text{Pt} + \alpha$  براساس نسخه‌ی Prox. 77 و فرم اصلاح شده‌ی آن (Mod. Prox. 77).

به منظور بررسی اعتبار فرمول پیشنهادی برای ضریب انرژی سطحی، مقایسه‌ای بین مقادیر تئوری و تجربی نیمه‌عمرهای واپاشی‌های انتخابی با استفاده از فرم اصلاح شده‌ی فرمالیزم مجاورت انجام شد. در این محاسبات احتمال نفوذ از سد پتانسیل  $P$ ، در چارچوب مدل نیمه کلاسیکی WKB مطابق رابطه‌ی (۳) تعیین شد. در نهایت، از طریق رابطه‌ی (۲)، نیمه‌عمرهای واپاشی آلفای هسته‌ی مادر بدست آمد. نتایج این محاسبات براساس اختلاف میان مقادیر تئوری و تجربی لگاریتم‌های نیمه‌عمر بر حسب عدد نوترونی هسته‌ی مادر، در شکل (۳) نمایش داده شده است. مشاهده می‌شود که مقادیر محاسبه‌شده‌ی نیمه‌عمر برپایه‌ی نسخه‌ی اصلاح شده‌ی مدل Prox. 77 در مقایسه با آنهایی که براساس فرم اصلی فرمالیزم مجاورت بدست آمده‌اند به داده‌های تجربی نزدیک‌ترند.



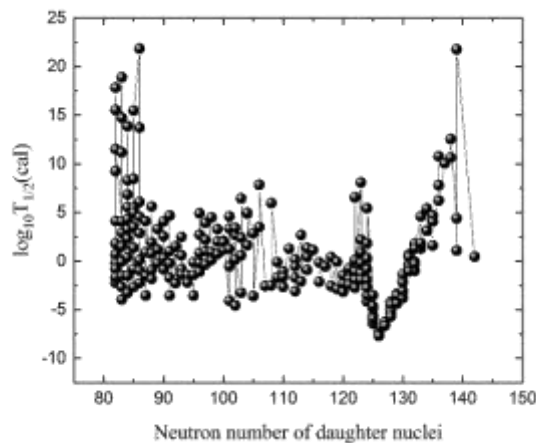
شکل (۳): اختلاف لگاریتم‌های نیمه‌عمرهای محاسبه شده براساس کار حاضر و نسخه‌ی Prox77 با داده‌های تجربی، برحسب عدد نوترونی هسته‌ی مادر در محدوده‌ی واپاشی‌های مورد بررسی.



برای درک بیشتر، مقادیر انحراف استاندارد نیمه‌عمرهای بدست آمده نسبت به داده‌های متناظر تجربی را براساس رابطه-  
ی (۹) محاسبه کرده‌ایم،

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^n \left( \log_{10} T_{\frac{1}{2}}^{exp} - \log_{10} T_{\frac{1}{2}}^{cal(p77)} \right)^2}. \quad (9)$$

نتایج حاصل با استفاده از رابطه‌ی (۹) به ترتیب برای مدل Prox. 1977 و فرم اصلاح شده‌ی پیشنهادی حاضر، برابر ۰,۹۸۷۱ و ۰,۸۳۶۷ می‌باشند که این مقادیر نشان می‌دهد استفاده از فرم پیشنهادی حاضر برای ضریب ۷ در نسخه‌ی اصلی فرمالیزم مجاورت باعث بهبود در پیش‌بینی داده‌های تجربی نیمه‌عمر واپاشی‌های آلفای انتخابی می‌شود. در این تحقیق، همچنین جستجویی را برای وجود ساختار لایه‌ای هسته‌ای برپایه‌ی مدل اصلاح شده‌ی مجاورت انجام شد. برای این منظور، در شکل (۴) مقادیر لگاریتم نیمه‌عمرهای بدست آمده از این مدل را به صورت تابعی از عدد نوترونی هسته‌های دختر در محدوده‌ی  $82 \leq N \leq 142$  نمایش داده شده است.



شکل (۴): رفتار لگاریتمی نیمه‌عمرهای مدل مجاورت اصلاح شده بر حسب عدد نوترونی هسته‌های دختر در محدوده‌ی  $82 \leq N \leq 142$ .

مشاهده می‌شود که قبل از  $N = 126$  مقادیر نیمه‌عمر رفتاری ارتعاشی را با افزایش اعداد نوترونی هسته‌های دختر نشان می‌دهد. در بازه‌ی  $N = 126-142$ ، این مقادیر به سرعت افزایش می‌یابند. برای اعداد نوترونی بزرگتر ۱۴۲، مقادیر لگاریتم نیمه‌عمر با افزایش عدد نوترونی کاهش می‌یابند. در مجموع، نتایج شکل (۲) آشکار می‌سازد که مدل پتانسیل مجاورت برپایه‌ی فرم پیشنهادی حاضر برای ضریب انرژی سطحی وجود ساختار لایه‌ای هسته‌ها را در عدد نوترونی  $N = 126$  تأیید می‌کند.





## بحث و نتیجه‌گیری:

هدف از این تحقیق، مطالعه‌ی ضریب انرژی سطحی  $\gamma$  فرمالیزم مجاورت به کمک برهم‌کنش‌های نوکلئون-نوکلئون وابسته به چگالی از نوع نیروهای M3Y می‌باشد. برای دستیابی به این هدف، پتانسیل هسته‌ای را با استفاده از مدل DF همراه با نسخه‌ی CDM3Y6 برای ۲۴۵ واپاشی آلفا با محدوده‌ی عدداتی هسته‌ی مادر  $61 \leq Z \leq 99$  محاسبه شد. سپس برپایه‌ی ارتباط برقرار شده میان نتایج مدل DF و فرمالیزم مجاورت، مقادیر ضریب مذکور در نقطه‌ی تماس هسته‌ی دختر و ذره‌ی آلفا تخمین زده شده است. در نهایت، رفتار مقادیر بدست آمده‌ی  $\gamma$  برحسب پارامتر عدم تقارن  $A_s$  سیستم‌های برهم‌کنشی مورد ارزیابی قرار گرفت. مهمترین نتایج حاصل از تحقیق حاضر را می‌توان در موارد ذیل خلاصه کرد. (۱) بررسی رفتار مقادیر بدست آمده برای ضریب کشش سطحی برحسب پارامتر عدم تقارن نشان داد که با افزایش اثرات عدم تقارن سیستم‌های برهم‌کنشی قدرت این ضریب بصورت خطی کاهش می‌یابد. با برآزش به این مقادیر، فرمی جدید از ضریب  $\gamma$  را برحسب پارامتر  $A_s$  پیشنهاد داده شد. (۲) نتایج بدست آمده برای پتانسیل برهم‌کنشی براساس مدل مجاورت همراه با فرم پیشنهادی  $\gamma$  آشکار می‌سازد که اعمال رابطه‌ی (۸)، موجب کاهش ارتفاع سد پتانسیل کولنی و به دنبال آن، افزایش احتمال نفوذ از سد در سیستم هسته‌ی دختر-ذره‌ی آلفا خواهد شد. (۳) تحقیق برای اعتبار فرم پیشنهادی ضریب انرژی سطحی نشان می‌دهد که مدل Mod. Prox. 77 داده‌های تجربی نیمه‌عمر را با دقت خوبی در محدوده‌ی واپاشی‌های انتخابی بازتولید می‌کند. (۴) با بررسی رفتار لگاریتم نیمه‌عمرهای حاصل از مدل اصلاح شده‌ی Prox. 77 برحسب عدد نوترونی هسته‌های دختر نشان داده شده است که فرم پیشنهادی برای ضریب کشش سطحی تضمین‌کننده‌ی وجود خاصیت لایه‌ای در هسته‌ها می‌باشد.

## مراجع:

- [1] A. Sobiczewski, Phys. Rev. C, 94, 051302(R) (2016).
- [2] V. Yu. Denisov, and H. Ikezoe, Phys. Rev. C 72, 064613 (2005).
- [3] J. Dong et al., Nucl. Phys. A 832, 198 (2010).
- [4] E. Rutherford, T. Royds, Philos. Mag. 1 (1908) 281.
- [5] G. Gamow, Z. Phys. 51, 204 (1928).
- [6] G. Royer, and B. Remaud, Nucl. Phys. A 444, 477 (1985).
- [7] G. R. Satchler, and W. G. Love, Phys. Rep. 55, 183 (1979).
- [8] D. T. Khoa, and G. R. Satchler, Nucl. Phys. A 668, 3 (2000).
- [9] J. Blocki, J. Randrup, W. J. Swiatecki, and C. F. Tsang, Ann. Phys. (NY) 105, 427 (1977).
- [10] I. Dutt, R.K. Puri, Phys. Rev. C 81, 064609 (2010).
- [11] O. N. Ghodsi, and A. Daei. Ataollah, Phys. Rev. C 93, 024612 (2016).
- [12] K. P. Santhosh, and I. Sukumaran, Eur. Phys. J. A 53, 246 (2017).
- [13] G. L. Zhang, H. B. Zheng, and W. W. Qu, Eur. Phys. J. A 49, 10 (2013).
- [14] M. Golshanian, O. N. Ghodsi, and R. Gharaei, Mod. Phys. Lett. A 28, 1350164 (2013).
- [15] D. N. Poenaru, W. Greiner et al., Z. Phys. A 325, 435 (1986).
- [16] W. M. Seif, and H. Mansour, Int. J. Mod. Phys. E 24, 1550083 (2015).
- [17] C. L. Guo, G. L. Zhang, and X. Y. Le, Nucl. Phys. A 897, 54 (2013).





بیت و پنجمین کنفرانس هسته‌ای ایران  
۲۰۱ اسفندماه ۱۳۹۲ - دانشگاه آزاد اسلامی (واحد پوشش)

