

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL

پروپوزال

مركز آموزش  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



مركز آموزش  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



مركز آموزش  
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو



## طراحی و ساخت سطح سنج هسته‌ای با استفاده از کد MCNP4C و مقایسه آن با نتایج

### تجربی

فلاحتی، میثم\* - آفریده، حسین - اطاعتی، غلامرضا

دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی هسته‌ای و فیزیک، گروه کاربرد پرتوها

### چکیده:

امروزه استفاده از سطح سنج‌ها در کنترل فرایندهای مختلف از نظر میزان موجودی و ایمنی واحد‌های صنعتی از مهم‌ترین ابزارهای کلیدی مدیریت در صنایع مختلف از جمله نفت، گاز، پتروشیمی و صنایع فرایندی می‌باشد. این ابزارها به جهت دقت، سرعت بالا و نصب آسان، عدم تماس مستقیم با ماده، کاربرد وسیعی دارند در این آزمایش‌ها از اثر تضعیف گاما در هنگام عبور از مواد استفاده شد و آشکارساز بلند سوسوزن پلاستیک با ابعاد (۵ × ۵ × ۷۵) سانتیمتر (BC400) و چشمه گامای ۲ میلی کوری سزیم مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به شبیه‌سازی‌های انجام شده با کد مونت کارلوی MCNP4C سیستم‌های بهینه جهت طراحی و آزمایش پیشنهاد گردید. مقایسه بین نتایج تجربی و شبیه‌سازی، نشان داده شد که این سیستم قادر به اندازه‌گیری سطح سیال درون مخزن با دقت حدود ۱٪ است.

کلمات کلیدی: سطح سنج، چشمه، آشکارساز پلاستیک، پرتوهای عبوری، کد MCNP

### مقدمه:

اندازه‌گیری حجم و یا سطح محتویات یک مخزن از دیرباز در بسیاری از صنایع و کاربردهای علمی مورد توجه بوده است. در اغلب این موارد امکان مشاهده مستقیم سیال وجود ندارد و یا به اندازه‌گیری پیوسته و کنترل دائمی مقدار سیال در داخل آن نیاز می‌باشد. لذا برای دستیابی به این اهداف حسگرهای سطح سنج به یاری صنایع آمدند.

از لحاظ فناوری روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری سطح وجود دارد. از جمله: شیشه‌مرئی<sup>۱</sup>، جابجاشونده<sup>۲</sup>، حسگرهای شناور<sup>۳</sup>، استفاده از سنجش وزن مایع و مخزن (لودسل)<sup>۴</sup>، استفاده از حباب‌سازها<sup>۵</sup>، استفاده از حسگرهای فشار تفاضلی، استفاده از امواج رادار<sup>۶</sup>، استفاده از امواج نوری و لیزری،

<sup>۱</sup> Sight Glass

<sup>۲</sup> Displacer Type

<sup>۳</sup> Float Types

<sup>۴</sup> Load Cell

<sup>۵</sup> Bubbler

<sup>۶</sup> Radar Type



## 18<sup>th</sup> Iranian's Nuclear Conference

استفاده از پرتوهای رادیواکتیو، حسگرهای صوتی و مافوق صوتی<sup>۷</sup>، استفاده از حسگرهای القایی، پروب‌های خازنی و موارد دیگر [۱].

در روش‌های مختلف، سنسجس سطح را یا به صورت تک نقطه‌ای یا پیوسته انجام می‌دهند. در اندازه‌گیری نقطه‌ای، بر سطح مواد در یک نقطه از پیش تعیین شده نظارت می‌شود تا از سرریز و یا تخلیه کامل مخازن جلوگیری کند و اندازه‌گیری پیوسته نیز بر میزان سطح مواد در مخزن دائماً و بی‌وقفه نظارت می‌کند [۱]. سیستم‌های اندازه‌گیری نقطه‌ای و پیوسته سطح، در بسیاری از صنایع از جمله اکتشاف و استخراج نفت و گاز، پالایشگاه‌های نفت و گاز، پتروشیمی و صنایع شیمیایی، صنایع داروسازی، سیمان، معدن، کاغذسازی، برق و قدرت، غذایی و آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲].

### شبیه سازی باکد هسته ای MCNP

MCNP یکی از کدهای مبتنی بر روش مونت کارلو است که در آن بر اساس روش‌های مختلف عددی و آماری انتقال ذرات و پرتوها را شبیه سازی می‌کنند. این کد قادر است انتقال نوترون، الکترون، فوتون و پروتون رابه تنهایی و یا با هم در نظر بگیرد. همه این موارد در حالی است که این کد مجموعه پدیده‌های انجام شده در برخورد ذرات از فاصله تولد تا مرگ را در نظر می‌گیرد و قادر به شبیه سازی هر شکل هندسی با هر پیچیدگی خواهد بود [۶].

### روش کار :

در بین روش‌های مختلف اندازه‌گیری رادیوایزوتوپی از جمله: انتقال، پراکندگی و گسیل مشخصه، مواردی وجود دارد که چشمه مهروموم شده در خارج فرآیند قرار می‌گیرد و یا ردیاب‌ها داخل فرایند می‌باشند [۴]. اندازه‌گیری تابش‌های عبوری یکی از پرکاربردترین روش‌های موجود است که در آن چشمه در یک سمت فرآیند و آشکارساز در سمت مقابل آن قرار می‌گیرد. پرتو گاما در اثر عبور از ماده مورد نظر تضعیف می‌شود و با توجه به رابطه نمایی لامبرت - بیرز ( $I = I_0 e^{-\mu x}$ ) شدت پرتوهای دریافتی توسط آشکارساز، نمایشگر میزان ماده موجود و در نتیجه ارتفاع از مبدا خواهد بود.

سیستم‌های اندازه‌گیری سطح به روش هسته‌ای از ۳ بخش کلی شامل: چشمه تابش، آشکارسازها و سیستم الکترونیک تحلیل داده و نمایشگر تشکیل شده‌اند. در کاربردهای اندازه‌گیری سطح، چشمه تابش گاما به سبب قدرت نفوذ بالا و عدم انحراف در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان چشمه گاما از رادیوایزوتوپ  $^{137}\text{Cs}$  استفاده می‌شود زیرا انرژی گامای خروجی از آن کم ( $662/0 \text{ keV}$ ) و نیمه عمر آن زیاد (بالای ۳۰ سال) می‌باشد [۳].



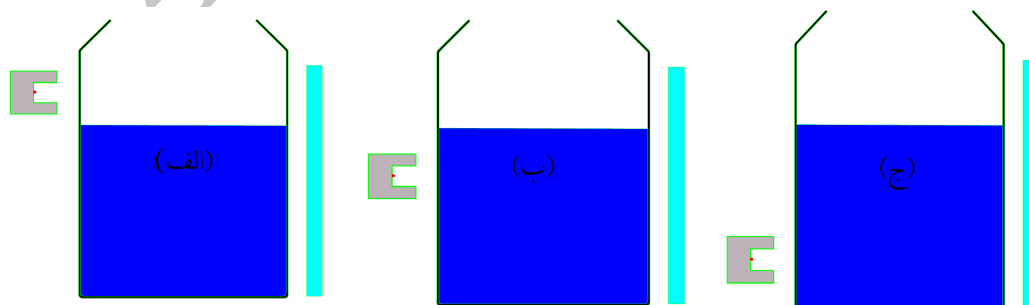
از آشکارسازهای مختلف از جمله گایگر مولر، سوسوزن و محفظه یونش برای آشکارسازی سیستم‌های اندازه‌گیری سطح استفاده می‌شود. آشکارسازهای سوسوزن آلی به جهت بازدهی بالا، قابلیت ساخت با ابعاد بزرگ و با هزینه کم، بسیار پرکاربرد می‌باشند. امروزه آشکارسازهای سبک پلاستیکی در ابعاد بزرگ و طول‌های زیاد ساخته می‌شوند که برای مخازن بلند با اشکال مختلف بسیار مهم و پرکاربرد هستند.

حساسیت اندازه‌گیری، وابسته به نوع چشمه و آشکارساز و موقعیت قرارگیری این دو نسبت به هم است. از آنجا که در این روش از پرتوهای گامای عبوری استفاده شده است باریکه گاما در حین عبور از دیواره مخزن و مایع موجود در مخزن جذب شده و با مشاهده اثر تضعیف گامای عبوری در طرف دیگر مخزن ارتفاع مورد نظر مورد پایش قرار می‌گیرد. در این طرح نیز از یک آشکارساز پلاستیک بلند در شبیه‌سازی و همچنین در آزمایشات تجربی استفاده شده است [۴،۵].

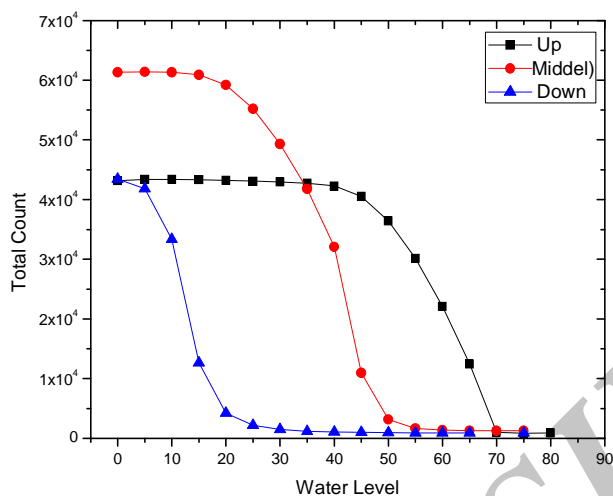
از آنجا که آشکارسازهای کوچک یدورسدیم (NaI) در حالتی که چشمه در بالای مخزن و آشکارساز در پایین‌تر قرار گیرد پاسخ خطی را نسبت به تغییرات آب در داخل مخزن از خود نشان می‌دهند [۷] در این آزمایش از یک آشکارساز پلاستیک سوسوزن استفاده شده و با استفاده از کد MCNP شبیه‌سازی می‌نمایم و نتایج را با مقادیر تجربی مقایسه خواهیم کرد.

## نتایج :

در این آزمایش‌ها از یک چشمه نقطه‌ای گامای  $^{137}\text{Cs}$  به همراه موازی‌ساز و حفاظ سربی نگهدارنده آن در مقابل آشکارساز پلاستیک (BC400) با ابعاد (۷۵ × ۵ × ۵) سانتیمتر استفاده شد. همچنین یک مخزن حاوی آب از جنس پلی‌اتیلن با ارتفاع ۸۰ سانتیمتر، قطر داخلی ۶۶ سانتیمتر، ضخامت بدنه ۰/۶ سانتیمتر مطابق شکل ۱ بکار گرفته شد. نتایج حاصل از شمارش در آشکارساز با استفاده از تالی F8 در بازه انرژی ۱۰۰ keV تا ۸۰۰ keV در سه نقطه ممکن برای چشمه و افزایش تدریجی ارتفاع آب در مخزن به صورت زیر نشان داده شده است



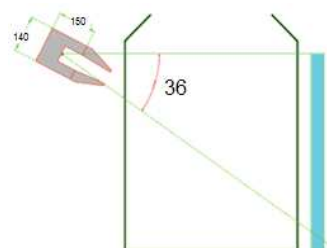
شکل ۱- تغییرات حاصل از جابجایی چشمه در ۳ منطقه: الف) بالا ب) وسط ج) پایین مخزن



شکل ۲- تغییرات شمارش در آشکارساز سوسوزن پلاستیک بر حسب ارتفاع در موقعیت‌های شکل ۱

با توجه به نتایج فوق اگر چشمه در بالای مخزن قرار داده شود (موقعیت الف) اولاً پاسخ‌های خطی را برای ارتفاع خوبی از مخزن خواهیم داشت و ثانیاً نسبت به دیگر مکان‌ها ارتفاع بیشتری از مخزن را مورد پایش قرار داده ایم که این امر نیز با تغییر زاویه باریکه عبوری بطوریکه پهنای خروجی از موازی‌ساز، ارتفاع بیشتری از مخزن را تحت پوشش قرار دهد و سطح بیشتری از آشکارساز را نیز فراگیرد، قابل بهبود خواهد بود.

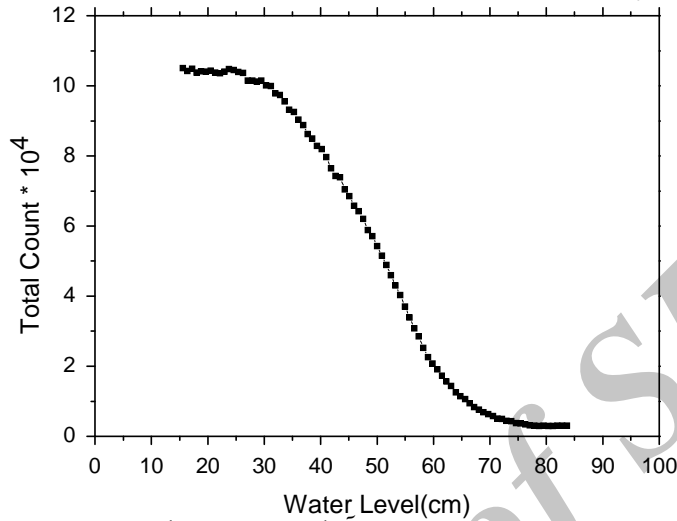
برای مشاهده ارتفاع سطح در یک مخزن پلی اتیلن با ارتفاع ۸۵ سانتی‌متر و ضخامت بدنه ۶/۰ سانتی‌متر احتیاج به موارد ذیل داریم: چشمه سزیم ( $^{137}\text{Cs}$ ) با اکتیویته ۲ میلی کوری به همراه یک موازی‌ساز که تحت زاویه ۳۶ درجه نسبت به مخزن و آشکارساز قرار گرفته است. همچنین از یک آشکارساز پلاستیک (BC400) با ابعاد (۵×۵×۷۵) سانتی‌متر نیز در مقابل چشمه استفاده شد و مقایسه‌ای بین مقادیر تجربی و شبیه‌سازی انجام گرفته است. نتایج شمارش برای تالی F8 در کد شبیه‌سازی MCNP به صورت زیر نشان داده شده است.



شکل ۳- نحوه چینش آشکارساز و چشمه و نگهدارنده در حالت شبیه‌سازی و تجربی

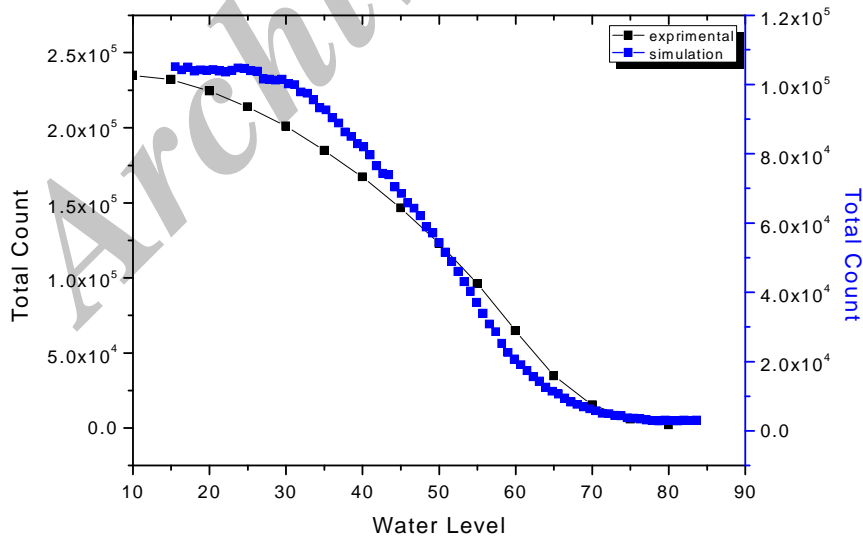


مشاهده نتایج تجربی به شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۴- نتایج تجربی تغییرات شمارش پرتوهای رسیده به آشکارساز پلاستیک برای چشمه ۲ میلی کوری

مقایسه بین نتایج تجربی و شبیه سازی که با ضریب ۰.۳/۲ از هم فاصله دارند در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۵- مقایسه نتایج شمارش های آشکارساز در حالت تجربی و شبیه سازی با چشمه ۲ میلی کوری



## 18<sup>th</sup> Iranian's Nuclear Conference

با استفاده از نتایج تجربی و معادله برازش بر روی هریک از خروجی‌ها نشان داده شد که با استفاده از ضریب اختلاف بین مقادیر تجربی و شبیه‌سازی با دقت حدود ۱٪ میتوان به ارتفاع دقیق سطح آب در مخزن رسید.

### بحث و نتیجه‌گیری :

در این طرح با استفاده از پرتوهای عبوری در مقابل یک مخزن پلی اتیلنی و با استفاده از آشکارساز بلند پلاستیک سوسوزن، یک سیستم بهینه شده جهت پایش و اندازه‌گیری ارتفاع مخزن طراحی و ساخته شد. نتیجه شبیه‌سازی‌ها توسط کد MCNP جهت طراحی بهترین محل قرارگیری چشمه و آشکارساز نشان داد که برای ساخت سطح سنج هسته‌ای بهترین مکان استفاده از پرتوهای گامای عبوری در حالتی است که چشمه و کلید سطح سنج در مقابل هم قرار گرفته‌اند. با مقایسه بین نتایج شبیه‌سازی MCNP و تجربی در هریک از حالت‌ها نشان داده خواهد شد که تطابق بسیار خوبی در این نتایج وجود دارد. به طوریکه با استفاده از یک ضریب تصحیح حاصل از نتایج تجربی می‌توان با استناد به نتایج شبیه‌سازی MCNP از آن برای طراحی‌های ارتفاع سنج هسته‌ای استفاده نمود. با کالیبره کردن دستگاه و استفاده از نقاط بدست آمده میتوان نتایج را در معادله برازش موجود قرار داد و از آن بعنوان مقادیر تعیین ارتفاع پیوسته سطح مورد استفاده قرار داد.

### مراجع :

- [1] W. C. Dunn; Introduction to Instrumentation, Sensors and Process Control; ARTECH HOUSE, INC; 2006,
- [2] Gamma Master Customer of Endress+Hauser Co, pdf
- [3] H.Cember, Introduction to Health Physics, Pergamon Press, 1983
- [4] LB 471 Instruction Manual, Process Control, Limit Switch, Mini-Switch LB 471, Instrument Manual of Berthold Co.
- [5] <http://www.us.endress.com/#products/~level-measurement-radiometric>.
- [6] J. K. Shultis and R. E. Faw ; AN MCNP PRIMER, Copyright 2004–2006
- [7] M. Ansari, M. Shahriari ; Design of a Nuclear Level Switch using MCNP code. IEEE NPSS (Toronto), UOIT, Oshawa, ON, 25 & 26 June, 2010)

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL  
پروپوزال

پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین  
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI  
Scopus

آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو