

پخش اتمسفری عناصر رادیواکتیو از راکتور متسامور در عملکرد عادی

مصطفی نریمانی قورتلار، صالح اشرفی

گروه فیزیک هسته‌ای، دانشکده فیزیک، دانشگاه تبریز

چکیده

مهم ترین مسیر انتشار آلاینده های خارج شده از راکتورهای هسته ای در عملکرد عادی، جو زمین می باشد. هدف از این مطالعه تعیین مناطق محتمل خطر و مناسب برای بررسی اثرات منفی راکتور بر روی محیط زیست می باشد. این کار با روی هم انداختن مسیر حرکت آلودگی و نقاط نشست مواد پرتوزای خارج شده از دودکش راکتور توسط سیستم تهویه امکان پذیر است. بدین منظور در این شبیه سازی، پخش جوی عناصر رادیواکتیو با یک روش متفاوت با استفاده از مدل ترجکتوری - فرکونسی در دوره ۲۵ ساله (از زمان راه اندازی دوباره راکتور تاکنون) با نرم افزار ¹HYSPLIT انجام شده است. در محاسبات با توجه به بازه های زمانی از داده های هواشناسی (NOAA²(Reanalysis) استفاده شد. در نتیجه، در صورت نشت راکتور در عملکرد عادی، بخش شمال غربی کشور ایران در تمامی شرایط جزء محتمل ترین نقاط نشست آلودگی بوده و به احتمال زیاد در صورت نمونه برداری از این مناطق آثاری از عناصر رادیو اکتیو مشاهده خواهد شد.

کلیدواژه : HYSPLIT، NOAA(Reanalysis)، راکتور متسامور، عملکرد عادی

Atmospheric diffusion of radioactive elements from the Metsamor reactor in normal operation

M.Narimani Gortlar, Saleh Ashrafi

Department of Nuclear Physics, Faculty of Physics, University of Tabriz

The most important route of emission of pollutants from nuclear reactors in normal operation is the Earth's atmosphere. The purpose of this study is to determine the potential hazard and suitable areas to investigate the negative effects of the reactor on the environment. This is possible by Overlap the pollution path and the settling points of the radioactive material coming out of the reactor chimney by the ventilation system. For this purpose, in this simulation, atmospheric diffusion of radioactive elements has been done in a different way using the trajectory-frequency model in a 25-year period (since the reactor was re-launched until now) with HYSPLIT software. NOAA (Reanalysis) meteorological data were used in the calculations according to the time intervals. As a result, in case of reactor leakage in normal operation, the northwestern part of Iran is one of the most probable points of pollution in all conditions and most likely Sampling of these areas will show traces of radioactive elements.

Keywords: HYSPLIT, NOAA (Reanalysis), Metsamor reactor, Normal operation

Email: mostafanarimani78@gmail.com

¹ HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory

² National Oceanic and Atmospheric Administration

1. مقدمه

در عملکرد عادی هر راکتور، مقداری مواد رادیواکتیو در محیط آزاد می‌شود. این ورود مواد رادیواکتیو به محیط می‌تواند از طرق مختلف صورت بگیرد. مقادیر بسیار کمی از مواد پرتوزا از طریق نشت به زمین وارد می‌شوند. مهم‌ترین راه انتشار مواد پرتوزا از دودکش راکتور توسط سیستم‌های تهویه می‌باشد. در این تحقیق تنها به انتشار هسته‌های پرتوزایی که از دودکش راکتور خارج می‌شوند، پرداخته شده است. [1,2]

راکتورهای هسته‌ای به طور معمول یا در اثر نقص سیستم‌های ایمنی و همچنین در اثر سوانح هسته‌ای و بلاهای طبیعی، رادیونوکلیدهایی را از طریق سیستم تهویه در محیط آزاد می‌کنند و موجب افزایش دز در محیط اطراف راکتور می‌شوند. پارامترهای مختلفی در میزان توزیع و نحوه انتشار مواد رادیواکتیو خروجی از راکتور ها نقش دارند: شکل و حالت مواد رادیواکتیو خروجی، کیفیت فیلترهای جذب، سیستم تهویه، ارتفاع دودکش، سرعت باد، میزان بارندگی و غیره از جمله آنها هستند.

راکتور مورد مطالعه در این پروژه راکتور متسامور ارمنستان می‌باشد. این راکتور طبق گزارش سازمان انرژی اتمی ارمنستان در کنفرانس هسته‌ای سال ۲۰۱۰ مقداری مواد آلاینده در عملکرد عادی منتشر می‌کند. متن گزارش کنفرانس انرژی اتمی ارمنستان تمامی اطلاعات از زمان راه اندازی دوباره راکتور تا سال ۲۰۱۰ را شامل می‌شود [3]. با توجه به این گزارشات می‌توان به این موضوع پی برد که ارمنستان مدتی پس از راه اندازی دوباره راکتور، برای جلوگیری از ورود مواد آلاینده‌ی هسته‌ای به جو اقدام به نصب فیلتر در موقعیت دودکش کرده است. از دیگر موارد مهم اشاره شده در این کنفرانس می‌توان به میزان عناصر منتشر شده و دز سالانه اشاره کرد. این اطلاعات به طور قطع دلیل موثقی برای تحقیق در رابطه با تاثیرات نشت آلاینده‌های هسته‌ای در عملکرد عادی راکتور به ما می‌دهد. زیرا که کشور همسایه به علت اهمیت این موضوع پیش از این به ارزیابی تأثیرات رادیولوژیکی انتشار روتین از نیروگاه هسته‌ای متسامور ارمنستان در استان ایزد (ترکیه) اقدام کرده است. [4]

از بین تمامی عناصر منتشر شده عنصر ^{137}Cs برای ما اهمیت دارد. دلیل این انتخاب، به ویژگی‌های آن و درصد بالای انتشار این مواد نسبت به سایر عناصر برمی‌گردد. عنصر سزیم با توجه به نیمه عمر بالای ۳۰ سال و قابلیت حل شدن در آب‌های سطحی بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد. زیرا که رود ارس از سه کشور ارمنستان، آذربایجان و ایران گذشته و در صورت آلودگی، به طور قطع اثرات اش بر مردم و محیط زیست قابل مشاهده خواهد بود.

2. روش کار

مدل HYSPLIT یک ابزار محاسباتی است که برای ایجاد خط سیر بسته هوا و انجام شبیه‌سازی‌های انتقال، پخش و نهشت آلاینده‌های هوا در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی شامل محلی، منطقه‌ای و دور بود طراحی شده است به طور ساده دو روش برای انجام شبیه‌سازی {trajectory, dispersion} در نرم افزار وجود دارد. [5]

ما در این پروژه از روش اول ترکتوری استفاده کردیم: اولاً دلیل عدم انتخاب روش دوم را به طور مختصر می‌گوییم زیرا در این روش برای انجام شبیه‌سازی نیاز به وارد کردن یک سری پارامتر برای انجام شبیه‌سازی و محاسبات مسیر پراکندگی و غلظت با استفاده از مدل HYSPLIT، به داده‌هایی از جمله موقعیت جغرافیایی راکتور، مشخصات مربوط به دودکش، داده

های هواشناسی و نهایتاً مقدار ویژگی های عناصر آزاد شده نیاز است. از آنجایی که ما از میزان انتشار سزیم از سال ۲۰۱۰ به بعد اطلاع درستی نداریم. بنابراین برای انجام شبیه سازی *despersion* اطلاعات کافی نداشته و بر اساس حدس و گمان نمی شود به نتایج درست رسید [3].

در رابطه با کارهای انجام شده قبلی در مورد این راکتور، می توان به این گزینه اشاره کرد که با توجه به تغییر شرایط آب و هوایی در هر لحظه نمی توان با انجام شبیه سازی غلظت بر اساس یک حادثه فرضی مشابه با بازه زمانی یک هفته، ماه یا حتی سالانه الگوی کلی از نحوه پخش آلودگی بدست آورد. بدین منظور استفاده از روش ترجکتوری - فرکونسی در بازه زمانی بلند مدت معقول به نظر می رسد.

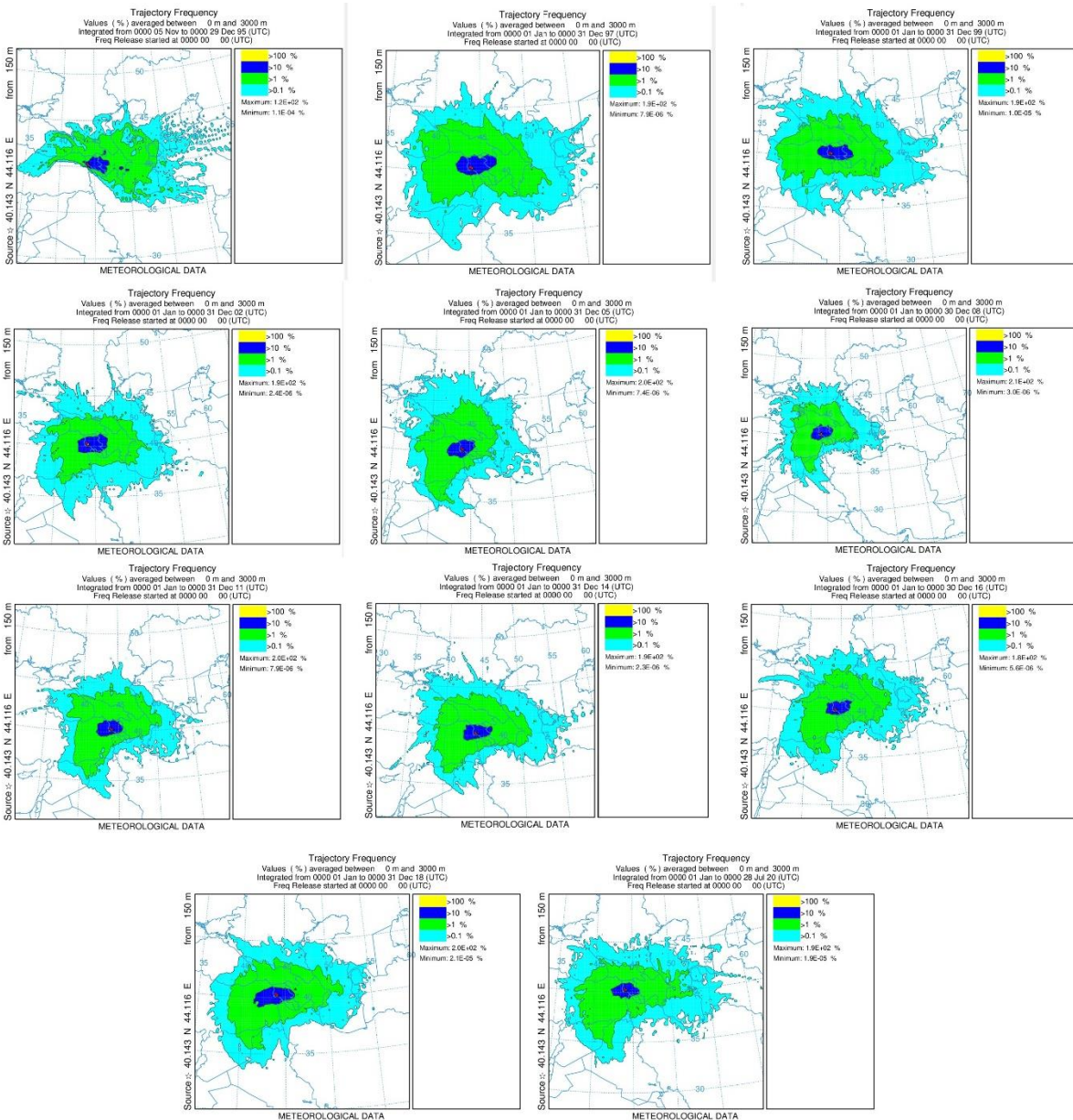
ما روش اول را انتخاب کردیم به نحوی که در این روش خطوط مسیر آلودگی نمایش داده می شود. این آلودگی می تواند ذرات هسته ای، دود حاصل از آتش سوزی یا هر چیزی باشد. برای این منظور ما داده های هواشناسی را به طور سالانه وارد مدل کرده، موقعیت و ارتفاع دودکش را به عنوان مبدا برای پخش *puff* در محاسبات وارد می کنیم. در انجام شبیه سازی ها فرض می کنیم که هر 3 ساعت (با توجه به آپدیت شدن فایل های هواشناسی هر سه ساعت یکبار) یک بار یک *puff* از موقعیت دودکش آزاد شده و به مدت 48 ساعت با اعمال زمان اقامت (یعنی این امکان وجود دارد که مواد پس از نشستن روی زمین دوباره توسط باد بلند شود) برای یک سال اجرا می کنیم.

بنابراین بدیهی است که برای مشاهده این عملکرد ما به داده هایی نیاز داریم که تمامی بازه زمانی 25 ساله را ساپورت کند. از این رو ما داده های هواشناسی ری آنالیز *Reanalysis* را به داده های *gdas* ترجیح داده ایم. داده های *gdas* از سال 2005 تا اکنون موجود است ولی فایل های ری آنالیز *Reanalysis* از سال 1948 تا اکنون موجود است. توضیحات مختصری در مورد این نوع داده هواشناسی در پایین ذکر شده است.

داده های ری آنالیز هر ساله در قالب سازگار با *HYSPLIT* بر حسب سطح فشار، تجزیه و تحلیل مجدد می شوند. این داده های جهانی دارای شبکه های با طول و عرض جغرافیایی 2.5 درجه می باشد که به صورت یک پرونده 122 مگابایتی در هر ماه بایگانی می شوند. زیر مجموعه ای از این داده ها (سطح فشار جهانی) از *ARL* با فرمت مناسب برای محاسبات حمل و نقل و پراکندگی با استفاده از *HYSPLIT* از طریق *GUI* در دسترس است. (<ftp://arlftp.arlhq.noaa.gov/archives/reanalysis>)

پرونده داده به نحوه روبه رو نام گذاری می شوند (*RP.....gbl*) که *R* نشانگر تجزیه و تحلیل مجدد و *P* نشان دهنده داده های سطوح تحت فشار هستند و در میان آنها سال و ماه ذکر می گردد. سایر جزئیات طرح ریزی از قبیل فشار، درصد پوشش ابر های بالا، میانی و پایین، میزان بارش، رطوبت نسبی و سرعت افقی و قائم و غیره. در شاخص پرونده رمزگذاری می شوند و توسط *HYSPLIT* در حین محاسبات مسیر یا پراکندگی پردازش می شوند.

در پایان یک نمودار گرافیکی بدست خواهیم آورد که خطوط مسیر آلودگی و نشست مواد را روی هم انداخته و مکان ها را بر حسب درصد های مختلف آلودگی تفکیک می کند. ما این کار را به طور مداوم برای هر سال به صورت جداگانه انجام می دهیم و در نهایت با تجزیه و تحلیل نتایج محتمل ترین مکان های آلودگی را به دست می آوریم.



شکل ۱: احتمال آلودگی مناطق ناشی از عملکرد عادی راکتور در بازه زمانی یکساله با روش ترجکتوری - فرکونسی

نتیجه گیری :

هر گونه نشت در شرایط هواشناسی مستعد، منجر به پخش مواد آلاینده در سطح ایران شده و بخش های شمال غربی کشور نسبت به سایر مناطق پتانسیل بالایی برای نشست آلودگی خواهند داشت. نگرانی هایی در رابطه با اثرات این مواد بر مردم و محیط زیست وجود دارد. به ویژه در بخش های شمال غربی کشور، با توجه به وجود مرزهای خاکی و نزدیکی رودخانه ی ارس به این مرزها، نشت گسترده ی مواد و اثرات آن بر زنجیره ی غذایی مردم اهمیت پایش محیط زیستی و مطالعاتی از این دست را نمایان ساخته است.

با توجه به این نکته که پراکندگی جوی مواد وابسته به شرایط جوی منطقه است و این شرایط برحسب زمان متغیر هستند، مطالعات اقلیمی در این رابطه ضروری است. در این راستا در رابطه با پراکندگی جوی آلاینده های پرتوزا ناشی از عملکرد عادی نیروگاه ارمستان طی یک دوره ی بلندمدت ما به نتایج بالا رسیدیم ولی به علت محدودیت در نمایش نتایج، به جای قرار دادن نتایج تمام ۲۵ سال، تعداد محدودی از نتایج را گلچین کرده و به استحضار رساندیم.

مراجع

- [1] Draxler, R., An Overview of the HYSPLIT Modeling System for Trajectory and Dispersion Applications, Available: <http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>
- [2] Roland R. Draxler, G.D. Hess, DESCRIPTION OF THE HYSPLIT_4 MODELING SYSTEM, NOAA Technical Memorandum ERL ARL-224, Air Resources Laboratory Silver Spring, Maryland, December 1997, Revised: 2004, January
- [3] SAFETY, O. N. (2010). NATIONAL REPORT OF THE REPUBLIC OF ARMENIA.
- [4] AKSOY, M. N. (2019). *THE ASSESSMENT OF THE RADIOLOGICAL IMPACTS OF ROUTINE RELEASES FROM METSAMOR NUCLEAR POWER PLANT (ARMENIA) ON THE PROVINCE OF İĞDIR (TURKEY) BY TWO APPROACHES* (Doctoral dissertation, MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY).
- [5] R.R. Draxler and G. Hess. An overview of the HYSPLIT_4 modeling system for trajectories, dispersion, and deposition. Australian Meteorological Magazine. 47 (1998) 295–308.