



بررسی میزان غلظت و دز حاصل از مواد رادیو اکتیو ناشی از نیروگاه اتمی متسامور ارمنستان در عملکرد عادی

مصطفی نریمانی قورتلار، صالح اشرفی

گروه فیزیک هسته ای، دانشکده فیزیک، دانشگاه تبریز

چکیده

نیروگاه اتمی متسامور بنا به گزارش کنفرانس انرژی اتمی ارمنستان در سال ۲۰۱۰ از زمان راه اندازی دوباره راکتور مقداری عناصر پرتوزا در عملکرد عادی منتشر می کند. از مهم ترین عناصر منتشر شده در این نیروگاه، می توان به ^{137}Cs ، ^{131}I و ^{90}Sr اشاره کرد. هسته پرتوزای ناشی از راکتور، تحت شرایط جوی مساعد صد ها یا هزاران کیلومتر را آلوده می کنند. در این پروژه با استفاده از اطلاعات موجود در رابطه با غلظت و سهم انتشار عناصر پرتوزای خاص، به دنبال بررسی اثرات این مواد در کشور ایران هستیم. در همین راستا با استفاده از نرم افزار HYSPLIT به شبیه سازی پخش جوی عناصر پرتوزا در ارتفاع ۰ متر (برای ته نشست عناصر پرتوزا) از سطح زمین می پردازیم. برای اجرای شبیه سازی، از بین سال های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ سال هایی که بیشترین و کمترین مقدار انتشار را داشتند انتخاب کرده و فصل زمستان (به علت تنوع بالای شرایط آب و هوایی) را به عنوان بازه زمانی انتشار در نظر می گیریم. در نهایت نرخ دز منتشر شده و غلظت سزیم در مناطق ایران مشاهده خواهد شد.

کلیدواژه: نیروگاه اتمی متسامور، نرم افزار HYSPLIT، عناصر پرتوزا، غلظت و دز مواد رادیواکتیو

study of concentration and dose of radioactive materials from Metsamor nuclear power plant in Armenia in normal operation

Mostafa Narimani Gortlar, Saleh Ashrafi

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

Abstract :

According to a report by the Armenian Atomic Energy Conference in 2010, the Metsamor nuclear power plant emits some radioactive elements in normal operation since the reactor was re-launched. The most important elements released in this power plant are ^{137}Cs , ^{131}I and ^{90}Sr . The radioactive nucleid from the reactor pollute hundreds or thousands of kilometers under favorable weather conditions. In this project, using the available information regarding the concentration and share of emission of specific radioactive elements, we seek to investigate the effects of these substances in Iran. In this regard, using HYSPLIT software, we simulate the atmospheric distribution of radioactive elements at a height of 0 meters (for the deposition of radioactive elements) from the ground.

To perform the simulation, we select the years with the highest and lowest emissions from 1995 to 2010, and consider winter (due to the high variability of weather conditions) as the release period. Finally, the published dose rate and cesium concentration will be observed in the regions of Iran.

Keywords: Metsamor Nuclear Power Plant, HYSPLIT Software, Radioactive Elements, Concentration and Dose of Radioactive Materials

Email: mostafanarimani78@gmail.com



۱ - مقدمه

راکتورهای هسته ای به طور معمول و یا در اثر نقص سیستم های ایمنی و همچنین در اثر سوانح هسته ای و بلایای طبیعی، رادیونوکلوئیدهایی را از طریق سیستم تهویه در محیط آزاد می کنند و موجب افزایش دز محیط اطراف راکتور می شوند. پارامترهای مختلفی در میزان توزیع و نحوه انتشار مواد رادیواکتیو خروجی از راکتور نقش دارند؛ شکل و حالت مواد رادیواکتیو خروجی، کیفیت فیلترهای جذب و سیستم تهویه، ارتفاع دودکش سرعت باد، میزان بارندگی سالیانه منطقه، شرایط آب و هوایی محیط، ارتفاع ساختمان های ساکنین اطراف راکتور از آن جمله اند.

انتشار عناصر پرتوزا در مسئله مقیاس منطقه ای نیست و هسته های پرتوزا تحت شرایط جوی، صدها و هزاران کیلومتر پخش و انتقال می یابند و تاثیر دراز مدت نامطلوب و خطرناک روی محیط زیست و سلامتی انسان ها می گذارند. به هر حال راکتورهای هسته ای، ذرات رادیواکتیو مایع و گازی ساطع می کنند و از آن جایی که اثرات تابش ها به طور خاص یک نگرانی مهم برای مردم و کشور است، ایمنی هسته ای و محافظت انسان و طبیعت در برابر اشعه یونیزان موضوع مهمی است. البته قابل ذکر است که راکتورهای هسته ای به گونه ای کاملاً دقیق طراحی، ساخت و مانیتور می شوند که تا حد امکان از آزادسازی مواد رادیواکتیو جلوگیری شود.

در این پروژه به دنبال بررسی پخش جوی عناصر و میزان دز دریافتی در کشور ایران ناشی از راکتور متسامور می باشیم. بدین منظور به طور مختصر در مورد این راکتور در پاراگراف پائین توضیحاتی آورده ایم.

نیروگاه هسته ای ارمنستان، یکی از پنج نیروگاه نسل اول فعال در جهان است. این نیروگاه واقع در متسامور، در ۱۶ کیلومتری مرز شرقی ترکیه و تقریباً در ۸۰ کیلومتری ایران، ۱۱۰ کیلومتری گرجستان و ۱۲۰ کیلومتری آذربایجان واقع شده است. نیروگاه ارمنستان شامل دو واحد قدرت با راکتورهای VVER-440/270 است. واحد اول ۴۴ سال و واحد دوم ۴۰ سال پیش به بهره برداری رسیده است. این نیروگاه با راکتور مدل VVER-440 که مختص راکتورهای روسی است کار خود را آغاز کرد و حدود ۴۲ درصد از برق ارمنستان را تولید می کند. مشکل اصلی در طراحی این راکتورها فقدان محفظه خارجی راکتور می باشد. علاوه بر آن، ارمنستان بر روی یکی از دو کمر بند بزرگ زلزله خیز جهان موسوم به کمر بند آلیا قرار دارد و زمین لرزه های بزرگی از مرتبه ۶.۸ ریشتری در آن رخ داده است. علاوه بر تمام اصلاحات انجام گرفته شده در طراحی راکتور در سال های اخیر و با توجه به طول عمر مفید این سازه و زلزله خیز بودن منطقه احداث این نیروگاه، بررسی انتشار مواد رادیواکتیو خروجی و تاثیر این خروجی ها بر مردم و محیط زیست حائز اهمیت است [۲ و ۱].

در سال ۲۰۱۰ با انتشار گزارش سازمان انرژی اتمی ارمنستان از انتشار مواد رادیواکتیو به جو اطمینان حاصل کردیم [۳]. پس از آن با مطالعه اثرات راکتور بر منطقه توسط کشور ترکیه از میزان درصد های انتشاری مواد نیز با خبر شدیم [۴].

با توجه به تکرار پذیر بودن توده های هوایی هر ۱۰ سال یکبار، انتخاب بازه زمانی مناسب شرط اول شبیه سازی خواهد بود. اجرای شبیه سازی منوط به سال های قبل از ۲۰۱۰ خواهد بود زیرا که اطلاعات دقیق از میزان نشت از سال ۲۰۱۰ تا اکنون موجود نمی باشد. بنابراین برای مشاهده میزان غلظت و دز مواد رادیواکتیو ته نشست شده در منطقه ایران، در اجرای شبیه سازی اطلاعات هواشناسی فصل زمستان سال های ۱۹۸۸ با بیشترین و ۲۰۰۱ را با کمترین میزان انتشار در نظر می گیریم. دلیل این انتخاب به

موجود بودن اطلاعات هواشناسی، مشاهده تغییرات جوی در بازه زمانی بلند مدت برای یک زمان بخصوص و موجود بودن آهنگ انتشار و در برگرفتن شرایط آب و هوایی متفاوت بر می گردد.

به طبع انتخاب سال مورد نظر برای انجام شبیه سازی نیاز به بررسی عناصری داریم که دارای تاثیر بلند مدت باشد. در همین راستا عنصر ^{137}Cs با نیمه عمر بالا ۳۰ سال را به عنوان نمونه مورد بررسی انتخاب کردیم.

عنصر ^{137}Cs دارای نیمه عمر بالای ۳۰ سال است. همچنین به دلیل قابلیت حلالی با در مایعات بیشتر مورد توجه می باشد. زیرا که در میان کشور ارمنستان و ایران رود ارس واقع شده است. با توجه به تامین شدن برخی از منابع آب شرب و کشاورزی منطقه از این رود، آلودگی این رود اثرات زیست محیطی خطرناکی برجای خواهد گذاشت. همین امر یکی از دلایل انتخاب ارتفاع صفر متر برای بررسی عناصر ته نشست شده می باشد. زیرا اگر در تحقیقات آتی به دنبال بررسی اثرات منفی این انتشار بگردیم نیاز به آشکارسازی نمونه هایی از مناطق محتمل خطر خواهد بود به همین جهت ما نیاز به غلظت عناصری داریم که ته نشست خواهند شد.

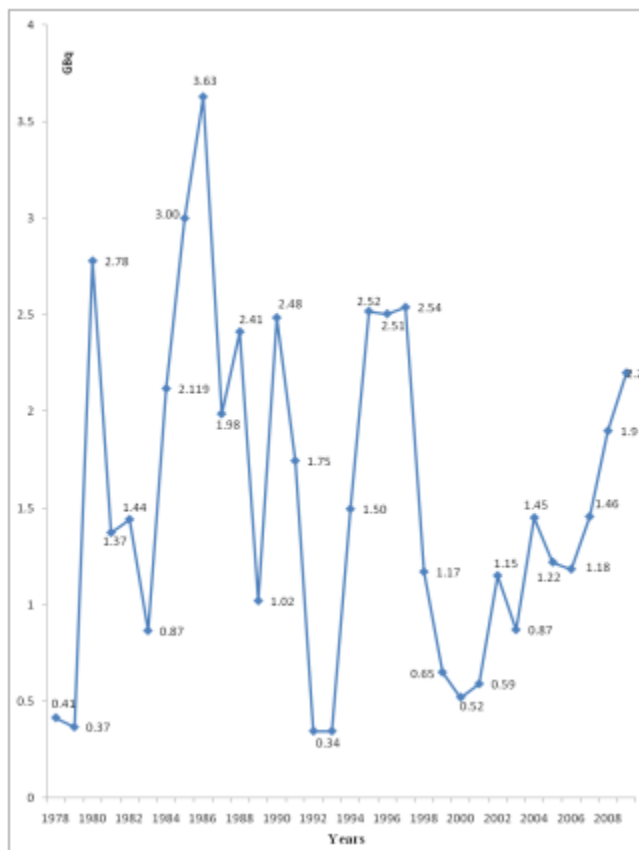
۲- روش کار

مدل HYSPLIT نسخه ۴، طور مشترک به وسیله سازمان ملی جوی و اقیانوسی، آزمایشگاه منابع هوایی و سازمان هواشناسی استرالیا توسعه یافت. HYSPLIT یک ابزار محاسباتی است که برای ایجاد خط سیر بسته هوا و انجام شبیه سازی های انتقال، پخش و نهشت آلاینده های هوا در مقیاس های مختلف زمانی و مکانی شامل محلی، منطقه ای و دوربرد طراحی شده است (دراکسلر و رلف) روش محاسبه مدل، HYSPLIT ترکیبی از روش لاگرانژی و اویلری است (دراکسلر، ۲۰۰۴) این دو روش، برای شبیه سازی پخش آلاینده های هوا، به طور گسترده به کار گرفته شده اند. روش اویلری زمانی بکار می رود که فرایند انتشار پیچیده باشد (دراکسلر و هس، ۱۹۹۸) این روش، غلظت هوا برای هر سلول شبکه به وسیله انتگرال گرفتن روی شارهای آلاینده های که به دلیل پخش یا فرارفت وارد هر سلول شبکه می شوند، محاسبه می گردد (دراکسلر، ۲۰۰۴) روش لاگرانژی معمولاً زمانی استفاده می شود که انتشار از یک منبع نقطه ای صورت بگیرد (دراکسلر و هس، ۱۹۹۸) در این روش، غلظت هوا به وسیله جمع سهم هر پف آلاینده که به صورت افقی از میان شبکه حرکت می کند، محاسبه می شود (دراکسلر، ۲۰۰۴) داده های هواشناختی مورد نیاز مدل HYSPLIT حداقل باید شامل مؤلفه های افقی باد، دما، ارتفاع یا فشار و فشار سطح باشد (دراکسلر و هس، ۱۹۹۷) در این مدل علاوه بر داده های هواشناختی، مشخصات هندسی، آهنگ خروج آلاینده ها از چشمه های آلودگی، سرعت نهشت و نیمه عمر آلاینده های هسته ای به عنوان ورودی مورد نیاز است.

ابتدا فایل های هواشناسی مورد نیاز برای اجرای شبیه سازی با نرم افزار HYSPLIT از سایت NOAA برداشته شد. برای اجرای این شبیه سازی فایل های Reanalysis با طول و عرض جغرافیایی ۲.۵ درجه استفاده شد.

سپس با مشخص شدن میزان رادیواکتیو منتشر شده از نیروگاه به طور سالانه و سهم اصلی انتشار مواد رادیواکتیو از دودکش راکتور (ارتفاع ۱۵۰ متر)، میزان غلظت منتشر شده سزیم را، در فصل زمستان سال های مورد بررسی تخمین زدیم.

عنصر ^{137}Cs سالانه ۲۸.۱٪ از سهم انتشار را به خود اختصاص می دهد. میزان انتشار سالانه در نمودار زیر آمده است [۳].



شکل ۱. تخلیه سالانه رادیونوکلیدهای با عمر طولانی (Sr + Cs) از NPP ارمنستان در دوره بهره برداری [۳]

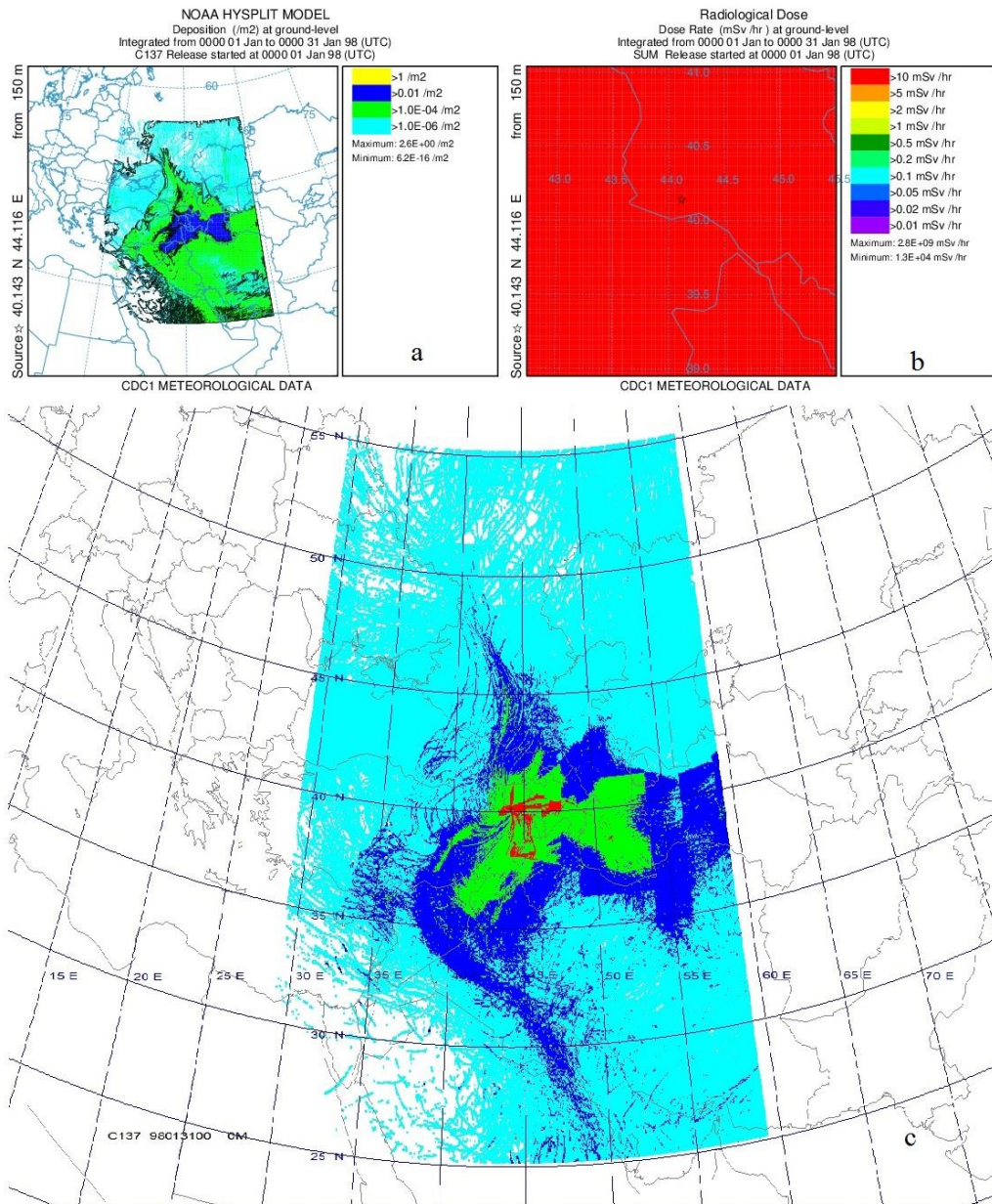
حال با توجه به نتایج نمودار بیشترین میزان انتشار سالانه به سال ۱۹۸۸ و کمترین به سال ۲۰۰۱ اختصاص می یابد. در نهایت با اجرای شبیه سازی غلظت و نرخ دز انتشاری از راکتور مشخص می گردد.

نتیجه گیری:

میزان غلظت سزیم در سال ۱۹۸۸ با بیشترین مقدار انتشار در مناطق مختلف ایران مابین $(1 \text{ تا } 1 \times 10^{-4} \frac{Bq}{kg})$ متغیر می باشد. در حالی که در سال ۲۰۰۱ با کمترین میزان انتشار در حدود $(1 \text{ تا } 1 \times 10^{-6} \frac{Bq}{kg})$ متغیر است. این اختلاف به تنهایی نشان دهنده تاثیر میزان انتشار از منبع می باشد. همچنین با مشاهده میزان نرخ انتشار دز در مناطق شمال غرب کشور بیشتر از $(10 \frac{mSv}{hr})$ ، خطر آلودگی ناشی از نشت نیروگاه بر مردم آن منطقه بسیار مهم و نیازمند پایش محیط زیستی و بررسی بیشتر می باشد.

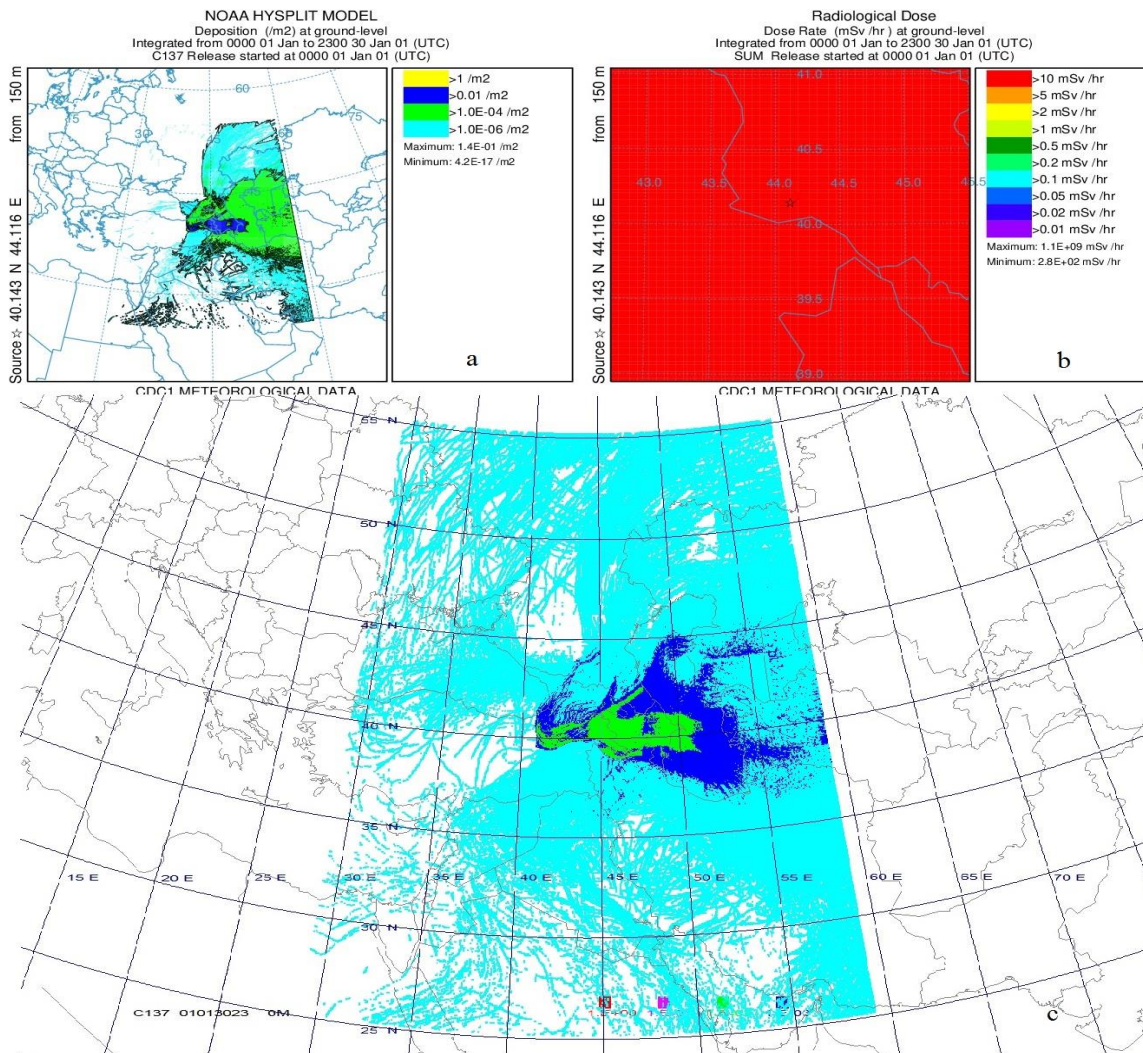
در ادامه می توان گفت که چون در اجرای شبیه سازی به میزان ته نشست عنصر سزیم با نیمه عمر بالا ۳۰ سال توجه کرده ایم، به طور قطع با آشکارسازی از مناطق شمال غرب کشور به ویژه اطراف رود ارس، وجود سزیم در خاک و محصولات گیاهی این مناطق

مشاهده خواهد شد. بنابراین به عنوان امری ضروری در رابطه با پدافند غیر عامل توجه و رسیدگی به این منطقه از اهمیت بالایی برخوردار است.



شکل ۲. (a) میزان غلظت سزیم منتشر شده در فصل زمستان سال ۱۹۸۸ بر حسب $\frac{Bq}{kg}$ (b) نرخ دز منتشر شده از راکتور در فصل زمستان سال

۱۹۸۸ بر حسب $\frac{mSv}{hr}$ (c) وسعت آلودگی پخش شده در پایان سه ماه فصل زمستان



شکل ۲. (a) میزان غلظت سزیم منتشر شده در فصل زمستان سال ۲۰۰۱ بر حسب $\frac{Bq}{kg}$ (b) نرخ دز منتشر شده از راکتور در فصل زمستان سال ۲۰۰۱ بر حسب $\frac{mSv}{hr}$ (c) وسعت آلودگی پخش شده در پایان سه ماه فصل زمستان

بررسی منابع

- [^۱] N. Simos, K. Perkins, J. Jo, J. Carew and J. Ramsey. Armenian nuclear power plant: USNRC assistance program for Seismic Upgrade and Safety Analysis, SMiRT 17, 34 (2003) 993–1003.
- [^۲] G. Sevikyan, M. Vardanyan, S. Apikyan, Nuclear energy in Armenia history, problems, possibilities and outlook. Nuclear Power and Energy Security. Springer, 1 (2009) 133–142
- [^۳] SAFETY, O. N. (2010). NATIONAL REPORT OF THE REPUBLIC OF ARMENIA.
- [^۴] 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).