

اندازه گیری پرتوزایی رادیوکربن (^{14}C) در نقاط مختلف شهر تهران

فرید اصغری زاده، محمد حسن ملاح، سید محمد کاظم کمالی و محمد مهدی امیدی
آزمایشگاههای تحقیقاتی جابربن حیان
سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده

منشاء تولید رادیوکربن در طبیعت پرتوهای کیهانی است که بر اساس واکنش هسته‌ای $^{14}\text{C}(n,p)^{14}\text{N}$ انجام می‌گیرد. در این کار تحقیقی پرتوزایی (رادپواکتیو) ویژه رادیوکربن در سه منطقه واقع در شمال و مرکز و جنوب شهر تهران اندازه گیری شده و با میانگین اندازه گیریهای پرتوزایی ویژه آن در نیم قرن گذشته مقایسه گردیده است. تغییراتی که در این مقایسه مشاهده شده است ناشی از آلودگی هوا در اثر سوختهای فسیلی و آزمایشها و انفجارات هسته‌ای می‌باشد. برای اندازه گیری پرتوزایی ^{14}C در این مناطق سه گانه، نمونه‌های گیاهی به وسیله دستگاه ستر بتزن (که در آزمایشگاههای تحقیقاتی جابربن حیان طراحی و ساخته شده است) آماده گردیده‌اند و ^{14}C موجود در بتزن تهیه شده، به وسیله شمارشگر سوسون (ستیلایون) مایع شمارش و تجزیه و تحلیل شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهند که در این مناطق سوختن سوختهای فسیلی اثر محسوسی بر پرتوزایی ویژه ^{14}C دارند که نشانگر آلودگی هوا در این مناطق است.

مقدمه

رادیوکربن در اثر برخورد نوترونهای حرارتی موجود در پرتوهای کیهانی بر ایزت موجود در هوا طبق واکنش هسته‌ای $^{14}\text{C}(n,p)^{14}\text{N}$ تولید می‌شود و با تابش β^- (که انرژی ماکزیموم آن ۱۵۸ کیلو الکترون ولت است) با نیمه عمر 5730 ± 40 سال تجزیه می‌گردد. رادیوکربن تشکیل شده در بالای جو، به صورت $^{14}\text{CO}_2$ اکسیده می‌شود و میزان تولید آن در جو کره زمین از $1/7$ تا $2/5$ اتم در سانتی متر مکعب در ثانیه است. پس از مخلوط شدن ^{14}C با CO_2 موجود در اتمسفر (۰.۰۳ vol. %)، این رادیوایزوتوپ به عنوان جزئی از کربن موجود در محیط زیست در نظر گرفته می‌شود.

^{14}C که در بالای جو زمین در ارتفاع حدود ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر از سطح زمین تولید می‌شود به $^{14}\text{CO}_2$ تبدیل می‌گردد و با CO_2 موجود در اتمسفر زمین مخلوط می‌شود. در اثر عمل نورساخت^(۱) گیاهان و تغذیه موجودات زنده از آنها، در گیاهان و موجودات زنده نیز ^{14}C بافت می‌شود. مقدار ^{14}C در حدود $0/07 \pm 13/56$ فروپاشی در دقیقه در هر گرم کربن (dpm/grC) می‌باشد و متوسط پرتوزایی ویژه ^{14}C برای موجودات زنده معادل با $15/3$ فروپاشی در دقیقه برگرم است که در ترکیبات معدنی برابر $16/1$ در نظر گرفته می‌شود [۱].

مقدار رادیوکربن در طبیعت به سه طریق تغییر می‌کند:

- ۱- آزمایشها و انفجارات هسته‌ای که غلظت آن را به میزان ۳٪ افزایش داده است، (اثر بمب) [۲].
 - ۲- صنایع و تأسیسات هسته‌ای که در اثر واکنشهای هسته‌ای $^{14}\text{C}(n,p)^{14}\text{N}$ و $^{14}\text{O}(n,\alpha)^{14}\text{C}$ مقدار رادیوکربن در طبیعت را اندکی افزایش می‌دهد، (اثر بمب) [۳].
 - ۳- استفاده بشر از سوختهای فسیلی، که نسبت $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ را به ویژه در شهرها و مراکز صنعتی که به علت آزادسازی دی‌اکسید کربن حاصل از سوختن سوختهای فسیلی، بطور پیوسته کاهش می‌دهد (اثر سوئس)^(۲).
- اینک با توجه به مقدار رادیوکربن حساب شده، می‌توان با اندازه گیری دقیق شدت پرتوزایی آن در گیاهان، اثر هریک از منابع تغییر دهنده را که به آنها اشاره شد، در تغییر غلظت رادیوکربن بررسی کرد.

روش کار

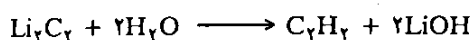
نمونه برداری در مهرماه ۱۳۷۸ از درختان راش سه منطقه پیش

1- photosynthesis

2- SUESS



می‌شود در مخزن مخصوص (۵ لیتری) جمع‌آوری نموده‌ایم.



طی عمل جداگانه‌ای، فروکاو (کاتالیزور) آلومینا - سیلیکای مورد نیاز برای سنتز بنزن را به مدت ۳/۵ ساعت در شرایط خلأ و دمای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد در ستون فروکافت (کاتالیست) دستگاه قرار داده‌ایم تا خالص‌سازی شده و آب آن گرفته شود. در پایان استیلن تهیه شده را وارد این ستون فروکافت کرده‌ایم و با عمل سه‌پارسازی (تریمریزاسیون)، بنزن (C_6H_6) حاصل را بصورت یخ خشک در گیرانداز ویژه‌ای جمع‌آوری و پس از تقطیر به ظرفهای کوچک تفلنی ۷ میلی‌لیتری مخصوص شمارش نمونه منتقل کرده‌ایم. در هر ظرف کوچک، ابتدا ۰/۴ میلی‌لیتر بنزن ریخته سپس ۶/۶ میلی‌لیتر مایع سوسونز «کوکول» (Optiphase Hisafe 3) به آن اضافه نموده‌ایم. نمونه شاهد، اسید اگزالیک استاندارد ($\text{HO}_2\text{CCO}_2\text{H}$) بوده، که بر طبق روش شرح داده شده به بنزن تبدیل شده است.

برای تهیه طیف بتای ^{14}C نمونه‌های موجود، از دستگاه طیف‌سنج بتای

«Ultra Low Level Liquid Scintillation Spectrometer, 1220 QUANTULUSTM, Wallac»

استفاده شد.

بازده ایسن دستگاه برای شمارش بتای کربن -۱۴ ۹۵/۹۱٪ است. هر نمونه در هر سری شمارش، پنج بار به مدت ۱۸۰ دقیقه مورد شمارش قرار گرفت و شمارش زمینه در محاسبات منظور شد.

نتیجه محاسبات برای نمونه شاهد (اسید اگزالیک استاندارد) و سه نمونه تحت آزمایش در جدول ۱ عرضه شده است.

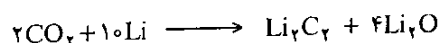
بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد که پرتوزایی ویژه ^{14}C در نقاط مختلف شهر تهران نسبت به نمونه شاهد (dpm/grC) به میزان قابل توجهی کمتر است. این امر بیانگر اثر سونس و استفاده زیاد از سوختهای فسیلی می‌باشد. همچنین نتایج بدست آمده از مقایسه نمونه‌ای از پارک

گفته تهران انجام گرفت. دلیل انتخاب این درخت وفور آن در مناطق مذکور است. انتخاب این مناطق سه‌گانه بر این اساس صورت گرفته است که در شمال تهران، به ویژه پارک جمشیدیه، آلودگی هوا به مراتب کمتر از مناطق دیگر تهران است. انتخاب محل سازمان انرژی اتمی ایران در بخش مرکزی تهران به علت وجود درختان نزدیک آزمایشگاههای تولید رادیوایزوتوپها و رآکتور تحقیقاتی به منظور بررسی اثر بمب بوده است، و میدان امام خمینی در بخش جنوبی تهران به منظور بررسی اثر سونس برای نمونه‌برداری انتخاب شده است.

نمونه‌ها را پس از خرد کردن ابتدا به مدت ۲۴ ساعت درون اسید کلریدریک ۳ نرمال قرار داده و اسید شویی کرده‌ایم؛ سپس آنها را با آب مقطر شسته‌ایم و برای اطمینان از شستشوی کامل، pH آب خروجی نهایی را اندازه گرفته‌ایم تا برابر pH آب مقطر مورد استفاده باشد. در آخر، نمونه‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در کوره‌ای با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد کاملاً خشک و آماده آذرکافت (پیرولیز) نموده‌ایم: ۴۰ گرم از هر نمونه خشک شده را به مدت ۱۰ دقیقه در جریان گاز ازت در فشار ۱۴ اتمسفر و دمای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد در دستگاه سنتز بنزن پیرولیز کرده‌ایم. ۵ گرم از هر نمونه پیرولیز شده را درون ستون احتراق دستگاه قرار داده و به وسیله دو کوره جداگانه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد با وارد کردن اکسیژن از یک طرف دستگاه، سوزانده‌ایم. دی‌اکسیدکربن تولید شده را پس از عبور دادن از گیراندازهای (دام‌ها) ^(۱) دستگاه و ستون رطوبت‌گیر سیلیکاژل جمع‌آوری و به وسیله ازت مایع سرد کرده و به مخزن جمع‌آوری دی‌اکسیدکربن وارد کرده‌ایم.

۱۵ گرم فلز لیتیوم را در ظرف واکنش در شرایط خلأ و دمای ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد ریخته و پس از ۲۰ دقیقه، دی‌اکسیدکربن جمع‌آوری شده در مخزن را به این ظرف واکنش هدایت کرده‌ایم. پس از گذشت ۴ دقیقه، کاربرد لیتیوم در اثر واکنش زیر بدست آمد:



برای خارج کردن گاز رادون احتمالی از ظرف واکنش، این ظرف را به مدت ۴۵ دقیقه در دمای ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد نگهداشته سپس آنرا تا دمای اتاق سرد کرده‌ایم.

آب دوبار تقطیر شده را به ظرف واکنش حاوی کاربرد لیتیوم وارد کرده و گاز استیلن (C_2H_2) را که در اثر عمل هیدرولیز تولید



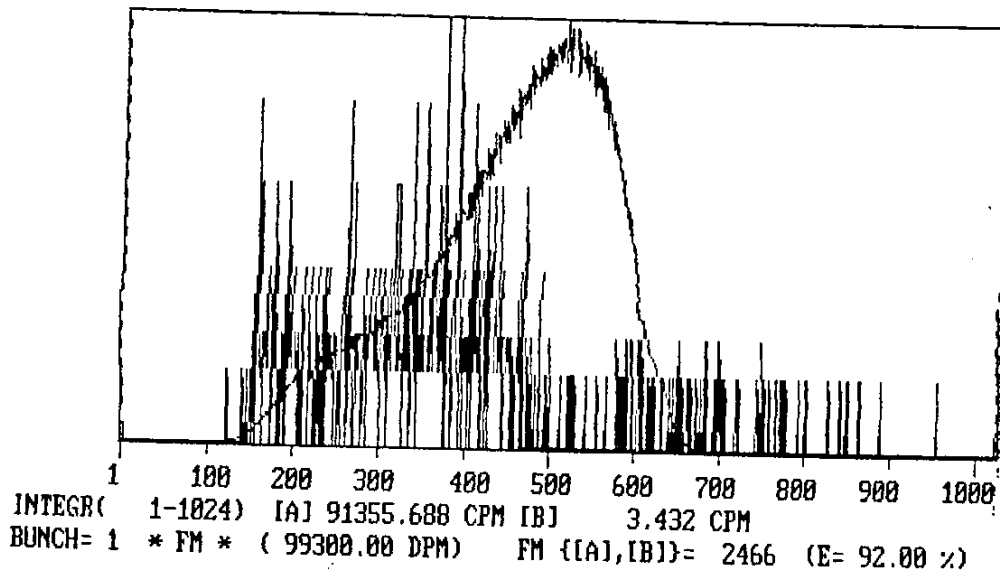
روند کار و نتایج بدست آمده نشان دهنده این مطلب است که این آزمایشها را می توان به نمونه ها و مناطق بیشتر تعمیم داد. نتیجه دیگر بدست آمده، بررسی کار سیستم سنتز بنزن ساخته شده در این آزمایشگاه بوده که نتایج بدست آمده در امر تهیه بنزن از نمونه های گیاهی صحت کارکرد آن را بخوبی نشان داده است. شکل ۱ طیف بتای بدست آمده از نمونه گرفته شده از بخش مرکزی تهران را نشان می دهد. در این طیف محور عمودی تعداد شمارش در هر دقیقه (CPM) و محور افقی کانالهای انرژی طیف نمانسج را نشان می دهد.

شمال تهران با نمونه بدست آمده از میدان امام خمینی نشانگر آلودگی شدید در مناطق جنوبی تهران در اثر استفاده از سوختهای فسیلی است. بالاخره نتایج بدست آمده از مقایسه نمونه های ذکر شده با نمونه نزدیک رآکتور تحقیقاتی سازمان انرژی اتمی، اثر کارکرد تأسیسات هسته ای و افزایش میزان پرتو زایی ویژه ^{14}C (اثر بمب) را نشان نمی دهد.

جدول ۱- پرتو زایی ویژه رادیوکربن در نمونه های تحت آزمایش

کد نمونه	محل نمونه برداری	پرتو زایی ویژه (dpm/grC)
۱	نمونه شاهد (اسید گزالیک استاندارد)	۱۵/۷۵
۲	جنوب تهران (میدان امام خمینی)	۵/۱۲
۳	شمال تهران (پارک جمشیدیه)	۸/۱۳
۴	مرکز تهران (سازمان انرژی اتمی ایران، انتهای خیابان کارگر شمالی)	۸/۸۸

[A] 365.880 CPM/ch 58.60 min C:\FARID\CARB4\Q010100N.000 SP#11 STD
 [B] 0.034 CPM/ch 177.75 min C:\FARID\CARB4\Q060600N.000 SP#11 SAM



شکل ۱- طیف بتای ^{14}C مربوط به نمونه گیاهی از بخش مرکزی تهران

مراجع

- ۱- گزارش طراحی و ساخت «دستگاه سنتز بنزن»، محمد قنادی مراغه و همکاران، ۷۸-۱۳۷۷
2. E. Csongor, I. Szabo, E. Hertelendi, "Preparation of counting gas of proportional counters for radiocarbon dating", Radiochemical and Radioanalytical Letters, 55,303(1982).
3. M. Veres, E. Hertelendi, Gy. Uchrin, E. Csaba I.Barnabas, P. ormai, I. Volent and I. Futo, "Concentration of radiocarbon and its chemical forms in gaseous effluents, environmental air, Nuclear waste and primary water of a pressurized water reactor power plant in Hungary, Proceedings of the 15th International Radiocarbon conference, Eds:G.T.Cook, D.D. Harkness, B.F. Miller and E.M.Scott. Radiocarbon, 37, No.2, 497 (1995).

Determination of specific radioactivity of radiocarbon(^{14}C) in various regions of Tehran

F.Asgharizadeh, M.H.Mallah, S.M.K. Kamali and M.M. Omidi
Jaber Ebne Hayan Research Laboratories
Atomic Energy Organization of Iran

Abstract

Radiocarbon (^{14}C) is produced naturally by cosmic radiation from nitrogen based on the nuclear reaction: $^{14}\text{N}(n,p)^{14}\text{C}$. The specific radioactivity of radiocarbon (dpm/grC) has been measured in three areas of Tehran. The obtained results are compared with the specific radioactivity of radiocarbon in the last century. There are three anthropogenic sources changing the natural ^{14}C background activity. The observed changes are caused by fossil fuels effects (suess effect) and subsequented air pollution, and nuclear industry (bomb effect). For determination of the radioactivity concentration of radiocarbon, plant samples have been prepared with "Benzene Syntesis System". Ultra low level liquid scintillation (LS) counter, QuantulusTM 1220 were used to measure and to evaluate the prepared labeled benzene with ^{14}C . The obtained results indicated that fossil fuels have perceptible effects on the specific radioactivity of ^{14}C in selected regions, and thereby, assert the air pollution in these regions.

Greenhouse effect and surface ozone in tehran city center

by

F.M. Shahrtash, Dr. M.Shahrtash
Atomic Energy Organization of Iran

Abstract

Daily analyses of surface ozone were made by means of idiometry and spectrophotometry in the arange of wavelength from 274 to 301 nm in the urban atmosphere of Tehran, during the Oct-Dec. of 1991. The measurements have shown an ozone concentration of 20-60 ppb. Other measurements of actinometry and pyranometry were also made at the same time for the solar radiation measurements. In addition, a few measurements were made on certain wavelengths of 525,630, and 695nm. Our analyses are in agreement with the solar radiation reduction and surface ozone production in certain days of the year, which result the secondary reactions in the NO_x model. The meteroological data made at the Mehrabad station in alocation of 35.41N and 51.21E and 1191m latitude. Measurements were made for skewT maps which has shown a static stability and temperature inversion in agreement with the solar radiation reduction made in the mentioned wavelengths.