



مطالعه‌ی اثر پرتوگیری مزمن در ساکنان مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا در شهر رامسر با استفاده از روش سیتوژنتیکی سنجش هستک

فرشته عباسی سیر^۱، پرویز عبدالمالکی^{۲*}، ابوالقاسم حائری^۱، مهدی حسینی پویا^۳
۱. پژوهشکده رآکتور و ایمنی هسته‌ای، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۸۳۶-۱۴۳۹۵، تهران - ایران
۲. گروه بیوفیزیک، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، صندوق پستی: ۱۵۴-۱۴۱۱۵، تهران - ایران
۳. پژوهشکده کاربرد پرتوها، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، سازمان انرژی اتمی ایران، صندوق پستی: ۸۳۶-۱۴۳۹۵، تهران - ایران

*Email: Parviz@modares.ac.ir

مقاله‌ی پژوهشی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۸/۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۱/۴

چکیده

تأثیر پرتوگیری مزمن بر ساکنین مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا در شهر رامسر، با استفاده از روش سیتوژنتیک سنجش هستک‌های متوقف شده در مرحله سیتوکینز و مقایسه‌ی نتایج میان دو گروه مورد مطالعه و کنترل، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد اختلاف معنی‌داری ($P < 0.001$) در میانگین فرکانس هستک‌های شمارش شده در لنفوسیت‌های خون محیطی گروه مورد مطالعه (ساکن در منطقه‌ی با پرتوزایی طبیعی بالای شهر رامسر) و گروه کنترل (ساکن در شهر تنکابن) وجود دارد. همچنین، بعد از پرتودهی نمونه‌ها، گروه کنترل، افزایش بیش‌تری را در فرکانس هستک‌ها نسبت به گروه مورد مطالعه نشان داد و این امر، شاهدی بر وجود پدیده پاسخ تطبیقی پرتوی، در ساکنین مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا در شهر رامسر می‌باشد. همبستگی میان فرکانس هستک‌ها و سن، در گروه کنترل بیش‌تر از گروه مورد مطالعه مشاهده شد.

کلیدواژه‌ها: پرتوزایی طبیعی بالا، دزیمتری بیولوژیکی، سنجش هستک، پرتوگیری مزمن، پاسخ تطبیقی

Chronic exposure effect study on Ramsar high background natural radiation areas (HBNRAs) residents using micronucleus assay

F. Abbasi Siar^{1,2}, P. Abdolmaleki^{2*}, A. Haeri¹, M. Hosseini Pooya³

1. Reactor and Nuclear Safety Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, AEOL, P.O.Box: 14395-836, Tehran - Iran

2. Biophysics Department, Faculty of Biological Sciences, Tarbiat Modares University, P.O.Box: 14115-154, Tehran - Iran

3. Radiation Application Research School, Nuclear Science and Technology Research Institute, P.O.Box: 14395-836, Tehran - Iran

Research Article

Received 30.10.2021, Accepted 24.1.2022

Abstract

The effect of chronic exposure on Ramsar HBNRAs inhabitants' health was studied using Cytokinesis Blocked Micronucleus (CBMN) Assay. The results showed a significant difference ($P < 0.001$) in the mean frequency of micronucleus of the study group, or resident in Ramsar HBNRAs, and the control group, which were selected from Tonekabon, a city near Ramsar. Significant differences ($P < 0.001$) were observed between the mean micronucleus frequency after irradiation of blood samples, which means that after irradiation of blood samples, the control group showed a higher increase in micronuclei frequency than the study group that can be as a result of the existence of a radio adaptive response in Ramsar HBNRAs. The correlation was observed between the frequency of micronucleus and age in control groups but was not obtained for the study group.

Keywords: High natural radiation, Biological dosimetry, Micro nucleus (MN) assay, Chronic exposure, Radioadaptive response



۱. مقدمه

۱.۱ مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا

مسأله پرتوزایی زمینه بالا در جهان مدت‌ها است که ذهن محققان را به خود معطوف داشته است. مناطقی مانند کراالا در ایالت مدرس هند، جیانگ یانگ در چین و رامسر در ایران وجود دارند که پرتوزایی زمینه در آن‌ها بسیار بالاتر از سایر مناطق جهان است که به نواحی با پرتوزایی طبیعی بالت^۱ موسوم می‌باشند [۱، ۲]. توزیع ناهمگن مواد پرتوزای طبیعی در پوسته خارجی زمین و هم‌چنین وجود جریان‌های آب زیرزمینی و نشر آن از شکستگی‌های عمقی به سطح زمین باعث ایجاد چنین مناطقی در محدوده‌هایی از سطح زمین می‌گردد. براساس گزارش سال ۲۰۰۰ کمیته علمی سازمان ملل متحد در مورد تشعشعات اتمی^۲، شهر ساحلی رامسر از بیش‌ترین سطح پرتوزایی زمینه در بین تمامی مناطق مسکونی دنیا برخوردار است [۳]. این مقدار حدود ۱۳ میلی‌سیورت در سال در کراالا و حدود ۲۴۰ میلی‌سیورت در سال در رامسر گزارش شده است [۴].

مقایسه حدود دز در نواحی مختلف دنیا نشان می‌دهد که میزان پرتو تابشی در برخی از مناطق شهر رامسر چندین برابر دزی است که تخلیه ۲۰۰۰۰۰ نفر از ساکنین مناطق آلوده در حادثه انفجار نیروگاه چرنوبیل بر اساس آن انجام گرفت [۵]. بنا بر یافته‌ها و تئوری‌های موجود، کاهش سطح سلامت در ساکنین مناطق با پرتوزایی زمینه بالا در رامسر که میزان پرتوگیری آن‌ها بعضاً به مراتب بیش‌تر از افراد عادی جامعه (یک میلی‌سیورت در سال (1mSv/y)) است. این نواحی به عنوان آزمایشگاه‌های نادر طبیعی، جهت بررسی آثار مستقیم و غیرمستقیم بیولوژیکی حاصل از پرتوگیری‌های انسان در دزهای کم و زیاد و درازمدت و بررسی‌های اپیدمیولوژیکی ضروری، بدون نیاز به استفاده از تخمین‌های پرتوگیری غیرواقعی بسیار حایز اهمیت‌اند. از طرفی، نتایج بررسی‌های جامع در این نواحی می‌تواند در تعیین ترازهای مداخله از سوی سازمان‌های مسؤل نقش مؤثری ایفا کند. در این راستا مطالعات مستمر و متعددی به ویژه در منطقه‌ی با پرتوزایی طبیعی بالا در شهر رامسر انجام گرفته است که از میان آن‌ها می‌توان به مطالعه‌ی میزان شکست و بیراهی‌های کروموزومی، مطالعه‌ی سلول‌های خونی و بررسی اثر تطبیقی پرتوی در ساکنان مناطق با پرتوزایی طبیعی در شهر رامسر، اشاره نمود [۶-۱۱]. منظور از اثر تطبیق پرتوی^۳

هورمسیس پرتوی^۴ افزایش مقاومت موجودات زنده یا سلول‌ها در محیط کشت، در مقابل دریافت دز قابل توجه پرتوی متعاقب دریافت دزهای کم می‌باشد. این پدیده احتمالاً از طریق فرایندهایی نظیر افزایش فعالیت سیستم ایمنی و یا افزایش کارایی سیستم‌های ترمیم‌کننده آسیب‌های DNA می‌باشد که منجر به مقاومت موجود زنده در مقابل پرتوگیری‌های بعدی با دز بالا می‌شود [۱۲].

۲.۱ دزیمتری بیولوژیکی

دزیمتری بیولوژیک کاربرد وسیعی در تخمین دز پرتو در موارد پرتوگیری شغلی و حوادث پرتوی، به خصوص در مواردی که دزیمتری فیزیکی موجود نبوده و یا اطلاعات حاصل از آن دقیق نباشد، دارد. این روش دزیمتری بر پایه اثرات بیولوژیکی القایی پرتوی در یک نشانگر بیولوژیکی است. میزان این اثرات در ارتباط با دز دریافتی است، لذا به کمک آن می‌توان دز پرتو را تخمین زد. اثرات بیولوژیکی القاء شده در نشانگرها، تغییرات سلولی و مولکولی ناشی از برخورد پرتوهای یون‌ساز به بافت زنده است. اگرچه نشانگرهای بیولوژیک متعددی وجود دارند اما تنها برخی از آن‌ها دزیمتر بیولوژیک محسوب می‌شوند مانند نشانگرهای سلولی، بیوفیزیکی، ایمونولوژیک، بیوشیمیایی، مولکولی و سیتوژنتیک. شکست‌های کروموزومی در لنفوسیت‌های خون محیطی انسان شایع‌ترین و اصلی‌ترین سیستم مطالعه شده است که واجد اکثر خصوصیات یک دزیمتر بیولوژیک ایده‌آل است [۱۳، ۱۴].

سنجش هستک‌های متوقف شده در مرحله‌ی سیتوکینز، از تکنیک‌های معتبر و استاندارد بیودزیمتری است [۱۵، ۱۶]. سلول‌ها در محیط کشت حاوی سیتوکلازین-B (که باعث بلوکه شدن مرحله‌ی سیتوکینز از تقسیم سلولی و تولید سلول‌های دوهسته‌ای می‌شود) کشت داده می‌شوند. سپس ریزهسته‌ها که یک تقسیم سلولی را پشت سر گذاشته‌اند شناسایی و به عنوان نشانگر آسیب‌های کروموزومی استفاده می‌شوند (شکل ۱). هستک‌ها دارای مورفولوژی و ویژگی‌های رنگ‌آمیزی مشابه هسته بوده و در درون سیتوپلاسم سلول‌های دوهسته‌ای دختری قرار می‌گیرند. وقوع هستک‌ها، تحت تأثیر عوامل مختلفی چون سن، جنس، نوع رژیم غذایی و سبک زندگی است. این قطعات در اثر عواملی مثل پرتوهای یونیزان نیز به وجود می‌آیند و تعدادشان با دز پرتوی دریافتی نسبت مستقیم دارد [۱۷]. در مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر پرتوگیری مزمن بر سلامت افراد ساکن در منطقه با استفاده از روش سیتوژنتیک ارزیابی هستک‌های متوقف شده در مرحله سیتوکینز، به عنوان یک

1. High Natural Background Radiation Areas or HBNRAs
2. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation or UNSCEAR
3. Radioadaptive Response



استفاده از معاینات و آزمایشات پزشکی، ایمنی‌شناختی ژنی و مولکولی همراه با مطالعات اپیدمیولوژی و دزیمتری بیولوژیکی نیز ضروری می‌باشد.

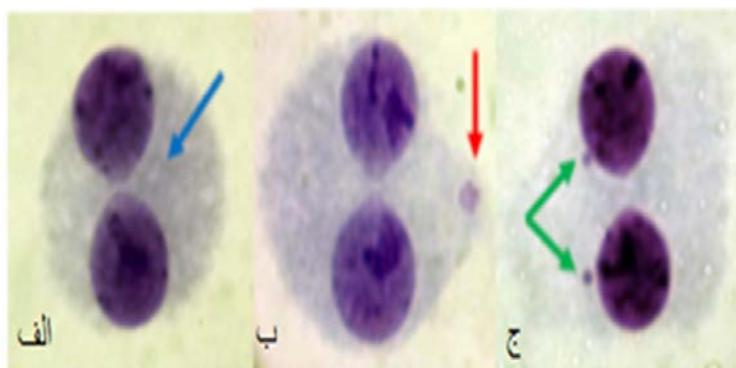
۲. مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا در شهر رامسر که از سال‌ها پیش مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته بودند و حدود تندی دز گاما در آن‌ها مشخص شده است، انجام شد. این مناطق عبارتند از: تالاش محله، چپرسر، آب سیاه، خاک سفید، سادات شهر (شکل ۳) [۲۲]. ۲۴ نفر از ساکنین این مناطق، شامل ۱۱ زن و ۱۳ مرد و در گستره سنی ۳۲-۸۰ سال با سابقه سکونت ۱ تا ۸۰ سال به عنوان اهداکنندگان خون انتخاب شدند. نمونه‌های کنترل از شهر تنکابن که در ۲۰ کیلومتری شهر رامسر قرار دارد و بر اساس مطالعات به عمل آمده پرتوزایی طبیعی در بیش‌تر مناطق آن، در حد طبیعی می‌باشد [۲۳]، انتخاب شدند. تعداد نمونه‌های کنترل کم‌تر از نمونه‌های مورد مطالعه و ۱۳ مورد، شامل ۸ زن و ۵ مرد و در گستره سنی ۳۲-۷۴ سال انتخاب شدند. به منظور انتخاب دقیق‌تر نمونه‌ها، تندی دز گاما در محوطه بیرونی و داخل منازل داوطلبین توسط دزسنج رادوس ۱۱۰ اندازه‌گیری شد و اکثر نمونه‌ها از مناطق با تندی دز گامای بیش‌تر انتخاب شدند. ۵ میلی‌لیتر خون محیطی با استفاده از سرنگ آغشته به هپارین از داوطلبان گرفته شد. در مورد گروه مطالعه و کنترل، هر کدام از نمونه‌های خون به دو لوله هپارینه تقسیم شده که یکی به عنوان نمونه بدون تابش‌دهی و نمونه دیگر جهت پرتودهی در نظر گرفته شد. نمونه‌ها در کم‌ترین زمان ممکن (کم‌تر از ۲۴ ساعت) مطابق پروتکل‌های استاندارد [۱۳، ۱۴]، در دمای حدود 4°C ، به آزمایشگاه سیتوژنتیک منتقل شدند. کشت سلولی در محیط کشت RPMI-۱۶۴۰ و تیمار با FBS و PHA، توقف در مرحله سیتوکینز با استفاده از سیتوکالازین-B، مطابق استانداردهای آژانس بین‌المللی انرژی اتمی انجام شدند. در مرحله برداشت، به منظور تثبیت^۲ از مخلوط ۶ به ۱ اسید استیک و متانول (۳۰ سی‌سی متانول + ۵ سی‌سی اسید استیک گلاسیال) استفاده شد. برای شمارش هستک‌ها لام‌هایی از سلول‌های برداشت شده با رنگ‌آمیزی گیمسا ساخته شد. لام‌های تهیه شده، توسط میکروسکپ نوری با بزرگ‌نمایی $40\times$ شمارش شدند. برای هر نمونه ۱۰۰۰ سلول دوهسته‌ای شمارش گردید و تعداد هستک‌ها در آن‌ها به دست آمد به عبارت دیگر در هر نمونه، فرکانس هستک‌ها که تعداد هستک‌های شمارش شده در ۱۰۰۰ سلول دوهسته‌ای می‌باشد، تعیین شده است.

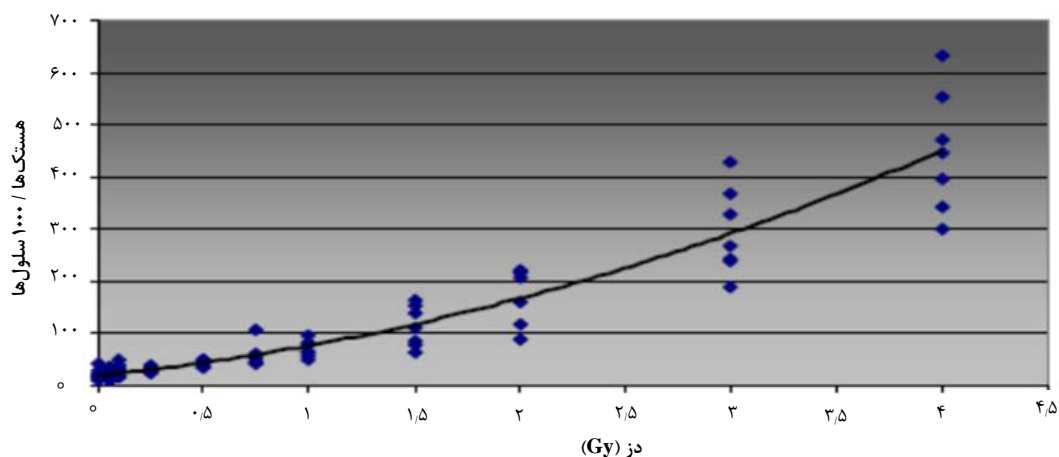
روش معتبر استفاده شده است. رامچاندان و همکاران از این روش برای مطالعه اثر تطبیقی پرتوی در ساکنین منطقه‌ی با پرتوزایی طبیعی بالای کرالا در هند، استفاده نمودند و نتایج مطالعه، اثر تطبیقی پرتوی را در برخی از ساکنین نشان داد [۱۸]. این روش برای پرتوگیری‌های کم و درازمدت از پرتوهای یونیزان مانند پرتوگیری شغلی از حساسیت بالایی برخوردار است. با تهیه منحنی‌های دز- پاسخ استاندارد یعنی منحنی‌ای که در آن فرکانس هستک‌ها در سلول‌های دوهسته‌ای (معمولاً تعداد هستک‌ها در ۵۰۰ یا ۱۰۰۰ سلول دوهسته‌ای شمارش می‌گردد) نسبت به دزهای داده شده به نمونه‌های خون محیطی^۱ رسم می‌شود، می‌توان در تعیین دز بیولوژیک نامعلوم از این منحنی‌ها بهره جست (شکل ۲) و گزارش‌های متعددی در مورد تهیه این منحنی‌ها موجود می‌باشد. منحنی‌های دز- پاسخ تهیه شده به روش سنجش هستک‌ها در دزیمتری بیولوژیکی در دزهای بین ۰.۵-۴ گری که ارتباط ریاضی معنی‌داری میان فرکانس هستک‌ها و دز دریافتی مشاهده می‌شود، جهت تخمین دز پرتوی، به ویژه در حوادث می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند [۱۹-۲۱].

در سال‌های اخیر بررسی تأثیر پرتوگیری بر سلامتی افراد در مناطق با پرتوزایی بالا مورد توجه مراکز تحقیقاتی قرار گرفته و در این زمینه مقالات متعددی انتشار یافته است. این مطالعات نشان می‌دهد که میزان پرتوگیری طبیعی افرادی که در این مناطق زندگی می‌کنند چندین برابر پرتوگیری‌های متداول شغلی می‌باشد. در این رابطه کمیسیون‌های مختلف حفاظت در برابر اشعه تدوین مقررات ویژه‌ای برای تعیین حد دز مجاز برای جمعیت ساکن در مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا را در دست بررسی دارند. در مراکز تحقیقاتی معتبر نیز تحقیقاتی در دست انجام می‌باشد تا راهکارهایی برای به حداقل رساندن پرتوگیری این افراد اتخاذ گردد. در مطالعات و بررسی‌های سیتوژنتیکی، اپیدمیولوژیکی و رادیوبیولوژیکی افرادی که مدت طولانی تحت تأثیر پرتو از منابع طبیعی بالا قرار گرفته‌اند، مشخص گردیده که کروموزوم‌ها دچار آسیب و ناهنجاری یا بیراهی می‌شوند. آسیب‌های کروموزومی، در ترمیم و تکثیر زنجیره DNA که ژن‌ها در آن قرار گرفته‌اند، در حالت عادی می‌تواند منجر به بروز اختلالاتی شده و احتمال بروز انواع سرطان‌ها را پدید آورد. دزیمتری فیزیکی، بیولوژیکی و بررسی‌های ایمونولوژی نیز آسیب‌های وارد شده را نشان داده و تأیید کرده‌اند. لذا انجام بررسی‌های دزیمتری بیولوژیکی به عنوان اساسی‌ترین شاخص در تعیین میزان پرتوگیری مردم ساکن در مناطق با پرتوزایی بالا الزامی می‌باشد. هم‌چنین در این رابطه بررسی تأثیر پرتو‌ها با

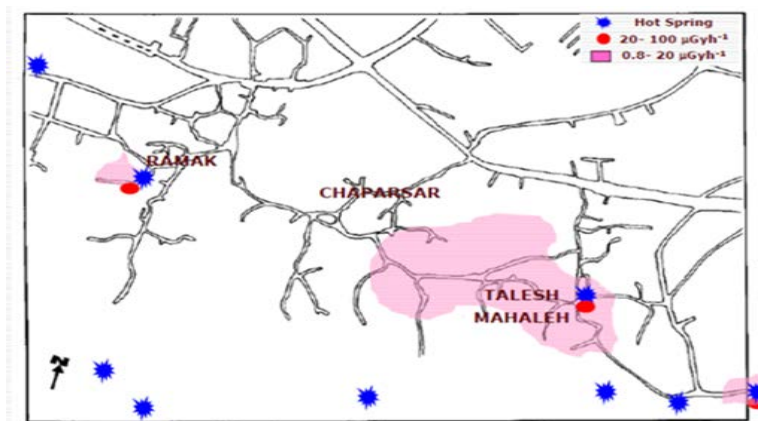




شکل ۱. (الف) سلول دوهسته‌ای بدون هستک، (ب) سلول دوهسته‌ای با یک هستک، (ج) سلول دوهسته‌ای با دو هستک [۲۱].



شکل ۲. منحنی دز- پاسخ برای سنجش هستک در سلول‌های لنفوسیت نمونه خون محیطی انسان که به صورت آزمایشگاهی در دزهای مختلف گاما پرتو دهی شده‌اند [۲۱].



شکل ۳. تندی دز گاما در مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا در شهر رامسر، نقاط آبی (Hot spring) نشانگر چشمه‌های آب گرم در منطقه می‌باشند [۲۲].

تحقیقات کشاورزی هسته‌ای کرج، منتقل شده و تحت تابش (دز چالشی)^۲ دز ۲ گری پرتو گامای کبالت-۶۰ (Co^{۶۰}) قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است.

به منظور ارزیابی و مقایسه پاسخ نمونه‌های مورد مطالعه به پرتو و بررسی اثر تطبیقی به پرتو، بخشی از نمونه خون کامل در مورد هر دو نمونه مورد مطالعه و کنترل، جهت پرتو دهی به آزمایشگاه پرتو دهی و دزیمتری استاندارد ثانویه^۱ واقع در مرکز



۳. نتایج

جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. فرکانس هستک‌های شمارش شده در نمونه‌های مطالعه و کنترل در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است.

در این تحقیق، مجموعاً ۶۹۰۰۰ سلول دوهسته‌ای شمارش گردیده است. نتایج به همراه شاخص تقسیم هسته‌ای در

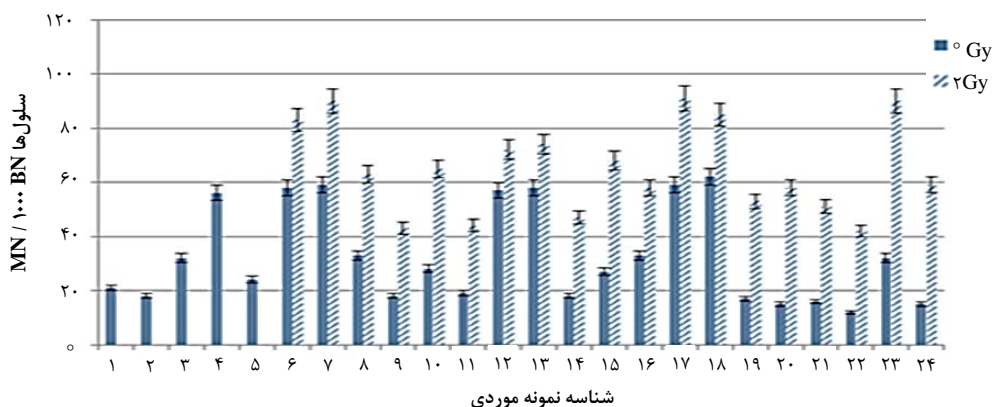
جدول ۱. نتایج شمارش هستک‌ها در نمونه‌های مورد مطالعه (نمونه‌های منطقه با پرتوژیایی طبیعی بالا در شهر رامسر)

شناسه	تعداد هستک‌ها در ۱۰۰۰ سلول دوهسته‌ای قبل از پرتوگیری	شاخص تقسیم هسته‌ای (NDI)	تعداد هستک‌ها در ۱۰۰۰ سلول دوهسته‌ای بعد از پرتوگیری	شاخص تقسیم هسته‌ای (NDI)
Ram-۰۱	۲۱	۱,۵۴	-	-
Ram-۰۲	۱۸	۱,۶۵	-	-
Ram-۰۳	۳۲	۱,۴۰	-	-
Ram-۰۴	۵۶	۱,۲۶	-	-
Ram-۰۵	۲۴	۱,۲۷	-	-
Ram-۰۶	۵۸	۱,۱۸	۸۳	۱,۳۲
Ram-۰۷	۵۹	۱,۱۹	۹۰	۱,۳۱
Ram-۰۸	۳۳	۱,۳۱	۶۳	۱,۳۶
Ram-۰۹	۱۸	۱,۳۶	۴۳	۱,۲۷
Ram-۱۰	۲۸	۱,۱۴	۶۵	۱,۳۶
Ram-۱۱	۱۹	۱,۴۰	۴۴	۱,۲۴
Ram-۱۲	۵۷	۱,۲۴	۷۲	۱,۵۰
Ram-۱۳	۵۹	۱,۲۵	۷۴	۱,۲۳
Ram-۱۴	۱۸	۱,۲۹	۴۷	۱,۳۷
Ram-۱۵	۲۷	۱,۵۶	۶۸	۱,۳۹
Ram-۱۶	۳۳	۱,۴۲	۵۸	۱,۴۴
Ram-۱۷	۵۹	۱,۵۱	۹۱	۱,۲۶
Ram-۱۸	۶۲	۱,۶۶	۸۵	۱,۴۱
Ram-۱۹	۱۷	۱,۴۵	۵۲	۱,۱۸
Ram-۲۰	۳۰	۱,۴۶	۵۸	۱,۲۶
Ram-۲۱	۱۶	۱,۵۶	۵۱	۱,۴۵
Ram-۲۲	۱۲	۱,۶۱	۴۲	۱,۳۲
Ram-۲۳	۳۲	۱,۴۷	۹۰	۱,۶۴
Ram-۲۴	۱۵	۱,۵۵	۵۹	۱,۴۱
میانگین	۳۳,۴۶	۱,۴۱	۶۵,۰۵	۱,۳۶
انحراف معیار	۱۷,۱۷	۰,۱۶	۱۶,۷۴	۰,۱۱

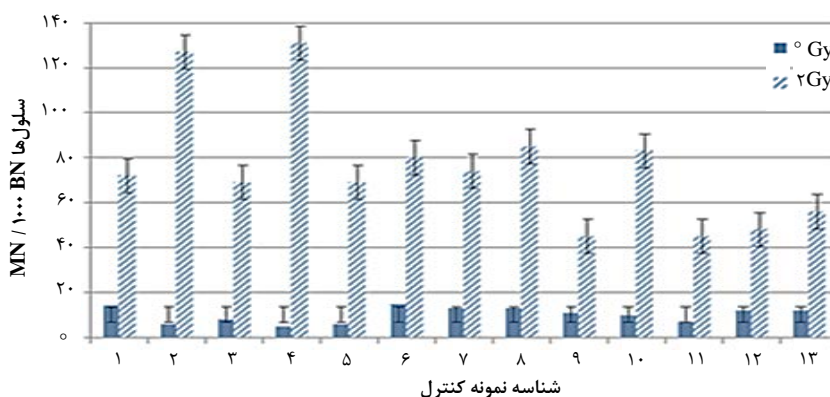
جدول ۲. نتایج شمارش هستک‌ها در نمونه‌های کنترل

شناسه	تعداد هستک‌ها در ۱۰۰۰ سلول دوهسته‌ای قبل از پرتودهی	شاخص تقسیم هسته‌ای (NDI)	تعداد هستک‌ها در ۱۰۰۰ سلول دوهسته‌ای بعد از پرتودهی	شاخص تقسیم هسته‌ای (NDI)
Cont-۰۱	۱۴	۱,۵۰	۱۷۲	۱,۴۴
Cont-۰۲	۶	۱,۵۱	۱۰۷	۱,۵۱
Cont-۰۳	۸	۱,۸۴	۱۲۶	۱,۹۸
Cont-۰۴	۱۲	۱,۲۱	۹۶	۱,۳۱
Cont-۰۵	۵	۱,۶۵	۱۰۲	۲,۰۷
Cont-۰۶	۶	۱,۶۰	۹۶	۱,۶۴
Cont-۰۷	۱۵	۱,۹۹	۱۸۰	۱,۷۳
Cont-۰۸	۱۳	۱,۵۸	۱۵۴	۱,۶۲
Cont-۰۹	۱۳	۱,۵۴	۱۶۵	۱,۷۷
Cont-۱۰	۱۱	۱,۴۹	۶۵	۱,۳۹
Cont-۱۱	۱۰	۱,۸۵	۱۶۳	۱,۹۱
Cont-۱۲	۷	۱,۷۳	۱۲۷	۱,۵۳
Cont-۱۳	۱۲	۱,۲۶	۸۸	۱,۲۲
میانگین	۱۰,۱۵	۱,۶۰	۱۲۶,۲۳	۱,۶۲
انحراف معیار	۳,۳۹	۰,۲۲	۳۷,۲۰	۰,۲۶





شکل ۴. تعداد هستک‌ها در ۱۰۰۰ سلول دوهسته‌ای در نمونه‌های مورد مطالعه (تست) قبل و بعد از پرتودهی.



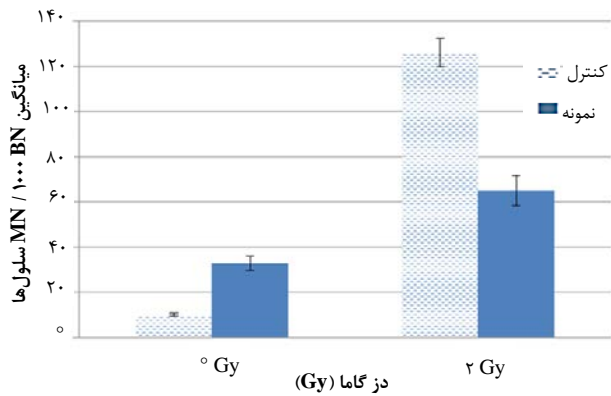
شکل ۵. تعداد هستک‌ها در ۱۰۰۰ سلول دوهسته‌ای در نمونه‌های کنترل، قبل و بعد از پرتودهی.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

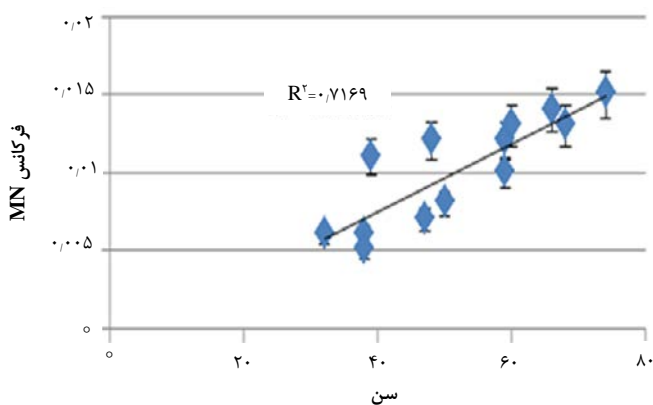
نتایج به دست آمده حاکی از آن است که میانگین تعداد هستک‌های گروه مطالعه قبل از پرتودهی از میانگین تعداد هستک‌های گروه کنترل بیش‌تر است و تفاوت بین میانگین برابر 0.23 می‌باشد. از آن‌جا که سطح معنی‌داری به دست آمده برابر 0.0001 ($P < 0.0001$) می‌باشد لذا می‌توان گفت بین میانگین تعداد هستک‌های گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($t = 4.378$, $df = 32$, $P < 0.0001$). هم‌چنین میانگین تعداد هستک‌های گروه مطالعه بعد از پرتوگیری از میانگین تعداد هستک‌های گروه کنترل کم‌تر است و تفاوت بین میانگین برابر 0.612 می‌باشد (علامت منفی نشان‌دهنده بزرگ‌تر بودن میانگین گروه دوم یعنی کنترل از گروه اول است). در این مورد نیز سطح معنی‌داری به دست آمده برابر 0.0001 می‌باشد لذا می‌توان گفت بین میانگین تعداد هستک‌های گروه آزمایش و کنترل بعد از پرتودهی نیز تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($t = -6.327$, $df = 30$, $P < 0.0001$).

نتایج به دست آمده حاکی از آن است که میانگین تعداد هستک‌های گروه مطالعه قبل از پرتودهی از میانگین تعداد هستک‌های گروه کنترل بیش‌تر است و تفاوت بین میانگین برابر 0.23 می‌باشد. از آن‌جا که سطح معنی‌داری به دست آمده برابر 0.0001 ($P < 0.0001$) می‌باشد لذا می‌توان گفت بین میانگین تعداد هستک‌های گروه آزمایش و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($t = 4.378$, $df = 32$, $P < 0.0001$). مقدار عددی ضریب t در آزمون آماری T-Test برای درجه‌ی آزادی (df) می‌باشد. هم‌چنین میانگین تعداد هستک‌های گروه مطالعه بعد از پرتوگیری از میانگین تعداد هستک‌های گروه کنترل کم‌تر است و تفاوت بین میانگین برابر 0.612 می‌باشد (علامت منفی نشان‌دهنده بزرگ‌تر بودن میانگین گروه دوم یعنی کنترل از گروه اول است). در این مورد نیز سطح معنی‌داری به دست آمده برابر 0.0001 می‌باشد لذا می‌توان گفت بین میانگین تعداد هستک‌های گروه آزمایش و کنترل بعد از پرتودهی نیز تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($t = -6.327$,

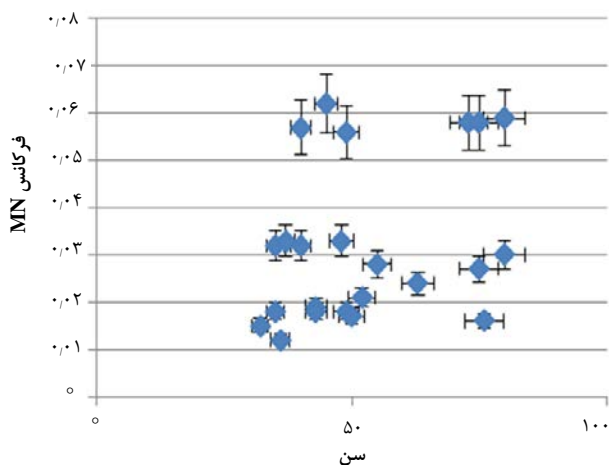




شکل ۶. تعداد هستک‌ها قبل و بعد از پرتودهی نمونه خون در نمونه‌های مورد مطالعه و کنترل.



شکل ۷. فرکانس هستک نسبت به سن در گروه کنترل.



شکل ۸. فرکانس هستک نسبت به سن در گروه مورد مطالعه.

تشکر و قدردانی

از مدیریت‌های محترم دفتر حفاظت در برابر اشعه کشور و شبکه بهداشت شهرستان رامسر، به لحاظ حمایت‌های مالی و معنوی و از زحمات سرکار خانم شریفی (صالحی) و ساکنین محترم مناطق رمک، طالش محله و چپرسر رامسر، مراتب سپاس و قدردانی می‌گردد.

علی‌رغم کم‌تر بودن تعداد هستک‌های گروه کنترل از گروه آزمایش قبل از پرتودهی، پس از اعمال دز چالشی، تعداد هستک‌های گروه کنترل به طور فاحشی نسبت به گروه آزمایش افزایش داشته است که این امر می‌تواند نشان‌دهنده‌ی پدیده‌ی اثر تطبیقی پرتوی در مناطق با پرتوژایی طبیعی بالا شهر رامسر باشد. میانگین هستک‌ها پیش از پرتودهی ۳۳/۴۶ و پس از آن ۶۵/۰۵ برای گروه مورد مطالعه بوده در حالی که این مقادیر برای گروه کنترل به ترتیب ۱۰/۱۵ و ۱۲۶/۲۳ می‌باشد.

همان‌گونه که در بالا اشاره شد، از آن‌جا که تعداد هستک‌ها با دز دریافتی ارتباط مستقیمی دارد، مقایسه ریاضی میانگین‌ها این نتیجه را نشان می‌دهد که به طور طبیعی میزان دز دریافتی گروه مورد مطالعه، با میانگین تعداد هستک ۳۳/۴۷، بیش‌تر از گروه کنترل، با میانگین تعداد هستک ۱۰/۱۵ می‌باشد اما پس از پرتوگیری، نتیجه عکس مشاهده شده است و میانگین تعداد هستک گروه کنترل (۱۲۶/۳۳) از گروه مورد مطالعه (۶۵/۰۵) بیش‌تر شده است. نتایج آزمون‌های تی زوجی و تی دو گروه مستقل از نظر آماری نشان می‌دهد که یک عامل ثانویه که می‌تواند پدیده پاسخ تطبیقی به پرتوها در منطقه مورد مطالعه باشد، منجر به این تغییر شده است. به عبارت دیگر مردم بومی منطقه در مقابل دریافت پرتوها سازگاری بیش‌تری پیدا کرده‌اند و توانسته‌اند در مقابل اثرات ناشی از پرتوهای یون‌ساز مقاومت بیش‌تری داشته باشند. این امر در شکل ۸ نیز به وضوح مشخص می‌باشد. این استنتاج در مطالعات مشابه در مناطق با پرتوژایی طبیعی بالا در ایران، اندونزی و هند، به دست آمده است [۲۴-۲۶].

ارتباط میان سن و فرکانس هستک‌ها در شکل‌های ۷ و ۸ نشان داده شده است. در شکل ۸ عدم ارتباط بین سن و فرکانس هستک در گروه مورد مطالعه به خوبی مشاهده می‌گردد اما این ارتباط در گروه کنترل، به دلیل عدم وجود پرتوژایی بالا و پرتوگیری ناشی از آن، بیش‌تر مشاهده می‌گردد. نتیجه آزمون همبستگی پیرسون در این گروه، ضریب همبستگی میان سن و فرکانس هستک‌ها را ۰/۷۲ نشان می‌دهد (شکل ۷) که نشان‌دهنده‌ی همبستگی بیش‌تر میان سن و فرکانس هستک‌ها در گروه کنترل می‌باشد و امری طبیعی و قابل پیش‌بینی بوده و اصولاً فرکانس هستک‌ها با افزایش سن، افزایش می‌یابد. علت عدم همبستگی میان سن و فرکانس هستک‌ها در گروه مورد مطالعه، می‌تواند وجود پرتوژایی زمینه‌ی طبیعی بالا می‌باشد که مطالعات متعددی با نتایج متفاوت در این مورد گزارش شده است [۱۷، ۲۷].

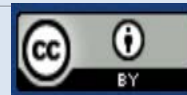


مراجع

1. A. Shabestani Monfared, H. Mozdarani, *Is it time to shed some light on the black box of health policies regarding the inhabitants of the high background radiation areas of Ramsar?*, *Iran. J. Radiat. Res.*, **10(3-4)**, 111-116 (2012).
2. M. Sohrabi M, S.A. Durrani, *In high levels of natural radiation*, eds. *International Atomic Energy Authority*, Vienna, Austria, (1990).
3. UNSCEAR (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation Sources and effects of ionizing radiation*), *United Nations*. New York, (2000).
4. M. Sohrabi, *Recent radiological studies of high level natural radiation areas of Ramsar*, *Proceeding of International Conference of High Levels of Natural Radiation (ICHLNR)*. Ramsar-Iran, PP: 3-7, (1990).
5. S.M.J. Mortazavi, M. Ghiassi-nejad, T. Ikushima, *Do the findings on the health effects of prolonged exposure to very high levels of natural radiation contradict ultra-conservative radiation protection regulations*, In: *Radiation and Homeostasis*. Eds, Elsevier. Amsterdam, 35-37 (2002).
6. A. Shabestani Monfared, et al, *Association between Local External Gamma Rays and Frequency of Cancer in Babol-Iran*, *Dose Response*, **8(3)**, 368-77 (2009).
7. A. Shabestani Monfared, et al, *The inhabitants health status in high and low natural background radiation areas in Ramsar (North of Iran)*, *Journal of Gorganuniversity of Medhcal Sciences*, **6(13)**, 23-29, (2004).
8. S.M.J. Mortazavi, et al, *Cancer Incidence in Areas with Elevated Levels of Natural Radiation*, *Int J Low Radiation*, **2(1/2)**, 20-27 (2006).
9. A. Shabestani Monfared, et al, *High natural background radiation areas in Ramsar, Iran: can inhabitants feel safe?* *Int J Low Radiation*, **3(2/3)**, 171-177 (2006).
10. F. Zakeri, et al., *Chromosome aberrations in peripheral blood lymphocytes of individuals living in high background radiation areas of Ramsar*, *Iran Radiat Environ Biophys*, **50**, 571-8 (2011).
11. S.M.J. Mortazavi, H. Mozdarani, *Non-linear phenomena in biological findings of the residents of high background radiation areas of Ramsar*, *Int. J. Radiat. Res.*, **11(1)**, 4-9 (2013).
12. S. Borzooei Sileh, A. Shabestani Monfared, *Natural Exposure, Radiadaptive response and radiation hormesis*, *Journal of Babol Medical Sciences*, **17(1)**, 15-21 (2014) (In Pesian).
13. IAEA. *Cytogenetic Analysis for Radiation Dose Assessment*, *A Manual Technical reports series no. 405*, Vienna, (2001).
14. IAEA. *Cytogenetic Dosimetry: Applications in Preparedness for and Responseto Radiation Emergencies*, *IAEA-EPR*, Vienna, (2010).
15. IRAN National Standard No. 1662, *Radiation Protection, Criteria for biological dosimetry laboratories using cytogenetic methods*, (2006) (In Persian).
16. IRAN National Standard No. 1662, *Radiation Protection, Criteria for cytogenetic triage laboraories*, (2009), (In Persian).
17. A. Vral, M. Fenech, H. Thierens, *The micronucleus assay as a biological dosimeter of in vivo ionising radiation exposure*, *Mutagenesis*, **26(1)**, 11-17, (2011).
18. E.N. Ramachandran, et al, *Radio-adaptive response in peripheral blood lymphocytes of individuals residing in high-level natural radiation areas of Kerala in the southwest coast of India*, *Mutagenesis*, **00**, 1-7 (2016).
19. P. Atanasova, et al, *The micronuclei frequency as a biological dosimeter of absorbed dose in case of radiation accident*, *Trakia Journal of Sciences*, **7(4)**, 28-32 (2009).
20. M.E. Mendes, et al, *Dose-response calibration curve for micronucleus assay: preliminary*, X Regional Latin American Congress IRPA of Protection and Radiological Safety "Radioprotection: New Challenges for a World in Evolution", Buenos Aires, April 12 to 17, *Argentine Radio Protection Company*, (2015).
21. E. Rastkhah, et al, *The cytokinesis-blocked micronucleus assay: dose-response calibration curve, background frequency in the population and dose estimation*, *Radiat Environ Biophys*, **55(1)**, 41-51 (2016).
22. P. Atanasova, et al, *The micronuclei frequency as a biological dosimeter of absorbed dose in case of radiation accident*, *Trakia Journal of Sciences*, **7(4)**, 28-32 (2009).
23. T. Allahverdi Pourfallah, H. Babapour, M. Shahidi, *Evaluation of High Level Environmental Background Radiation Areas and its Variation in Ramsar*, *Iranian Journal of Medical Physics*, **9(2)**, 87-92 (2012).
24. M. Amirzadi, et al, *Complementary measurements of Radon concentration in water sources and natural exposure in dwellings in the vicinity of the Ramsar HLNRA*, *Iran. Nuclear Technology & Radiation Protection*, **27(4)**, 399-403 (2012).
25. M. Syaifudin, et al, *Micronucleus Assay-based Evaluation of Radiosensitivity of Lymphocytes among Inhabitants Living in High Background Radiation Area of Mamuju, West Sulawesi, Indonesia*, *Genome Integrity*, **2**, **9(2)**, 1-5 (2018).
26. SH. Mohammadi, et al, *Adaptive Response of Blood Lymphocytes of Inhabitants Residing in High background Radiation Areas of Ramsar-Micronuclei, Apoptosis and Comet Assays*, *J. Radiat. Res.*, **47**, 279-285 (2006).
27. C. Bolognesi, et al, *Chromosomal damage and ageing: Effect on micronuclei frequency in peripheral blood lymphocytes*, *Age & Ageing*, **28**, 393-397 (1999).

COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.



استناد به این مقاله

فرشته عباسی سیر، پرویز عبدالملکی، ابوالقاسم حائری، مهدی حسینی پویا (۱۴۰۲)، مطالعه‌ی اثر پرتوگیری مزمن در ساکنان مناطق با پرتوزایی طبیعی بالا در شهر رامسر با استفاده از روش سیتوژنتیکی سنجش هستک، ۱۰۳، ۱۰۳-۱۱۰

DOI: 10.24200/nst.2022.1345

Url: https://jonsat.nstri.ir/article_1345.html

