

## • مقاله مروری

### بارداری و پرتوهای کیهانی در پرواز

\*دکتر آرمن استندری

#### چکیده

پرتوهای کیهانی یک خطر شغلی برای پرسنل پروازی کشوری و نظامی به شمار می‌رود. پرتوهای یونیزه کننده علاوه بر اثرات مستقیم بر پرسنل پروازی، برای جنین مسافران و پرسنل پروازی باردار نیز مضر هستند. مطالعات حیوانی با استفاده از پرتوهای با دوز پایین و مطالعات انسانی بر روی بازماندگان حوادث هیروشیما، ناکازاکی و چرنوبیل که در معرض دوز بالای پرتوهای یونیزان قرار گرفته‌اند، نشان می‌دهد که افراد بارداری که ساعات طولانی پرواز می‌کنند جنین خود را در معرض خطراتی مانند کاهش عملکرد شناختی و بهره‌هوشی و حتی عقب‌ماندگی شدید ذهنی و نیز افزایش بروز بدیمی‌های دوران کودکی و لوکمی قرار می‌دهند.

پرتوهای کیهانی در هفته‌های ۸-۱۵ حاملگی که زمان شکل‌گیری سیستم عصبی است، بیشترین تأثیر را دارند.

نهادهای بین‌المللی مانند کمیسیون بین‌المللی محافظت در برابر پرتوتابی، رهنمودهایی درباره حداکثر میزان مجاز پرتوتابی برای جمعیت عادی، پرسنل پروازی و زنان باردار ارایه داده‌اند. در حالی‌که خلبانان و مهندسین پرواز معمولاً در محدوده مجاز تعریف شده توسط این نهادها قرار دارند ولی مهمانداران و یا کارکنان خطوط چarter که بیش از سایرین پرواز می‌کنند به سادگی از این حدود مجاز فراتر می‌روند. در کشورهای پیشرفته پرسنل پروازی جزء گروه پر خطر از نظر مواجهه شغلی با پرتو قرار داده شده و خطوط هوایی ملزم به آگاه ساختن خدمه خود درباره خطرات پرتوتابی کیهانی و آموزش آنان در این رابطه شده‌اند. اگر چه اثرات پرتوتابی کیهانی هین پرواز بر جنین ناچیز است ولی پرسنل پروازی، کودکان متولد نشده خود را در معرض خطراتی قرار می‌دهند که شاید در صورت آگاهی در مورد آن دیگر حاضر به پذیرفتن چنین خطری نمی‌شوند.

کلمات کلیدی: پرتوهای کیهانی، بارداری، پرواز

مجله علمی ابن سينا / اداره بهداشت و درمان نهاجا (سال نهم، شماره سوم، زمستان ۱۳۸۵، مسلسل ۲۴)

### ۳- فعالیت خورشیدی طبیعی

#### (Normal Solar Activity)

فعالیت خورشید به طور قابل پیش‌بینی در یک دوره ۱۱ ساله تغییر می‌کند. فعالیت بیشتر مقدار پرتوهای کیهانی را افزایش می‌دهد و بلعکس.

### ۴- رخدادهای پروتونی خورشیدی

#### (Solar Proton Events or Solar Events)

گاهی مقادیر فراوانی ذرات باردار به صورت انفجاری به داخل فضا رها می‌شوند که می‌توانند سطوح پرتوتابی در جو زمین را به شدت افزایش دهند. این رخدادها قابل پیش‌بینی نیستند و همچنین سطح پرتوتابی آنها در کره زمین یکنواخت نیست. رخدادهای خورشیدی عظیم که سبب افزایش قابل توجه می‌زان پرتوهای کیهانی رسیده به زمین شوند پدیده‌های نادری هستند. برای اندازه‌گیری اثرات پرتوهای یونیزه کننده از معیاری به نام "دوز مؤثر" استفاده می‌شود. دوز مؤثر معیاری از آسیب‌رسانی پرتوهای یونیزه کننده است که این اصل را در نظر می‌گیرد که مقادیر مساوی پرتوهای جذب شده از منابع متفاوت پرتوهای یونیزه کننده لزوماً به یک اندازه مضر نیستند. دوز مؤثر با واحد میلی‌سیورت (millisievert, mSV) اندازه‌گیری می‌شود. خدمه پروازی که ۶۰۰-۸۰۰ ساعت در سال پرواز می‌کنند در معرض ۲ تا ۵ میلی‌سیورت پرتوتابی قرار می‌گیرند که این مقدار علاوه بر ۲-۳ میلی‌سیورت پرتوتابی زمینه‌ای است که از منابع طبیعی و مصنوعی (وسایل پزشکی) ناشی می‌شود.

### اثرات پرتوهای کیهانی بر سلامتی

بروز بدخیمی، مهمترین تأثیری است که در رابطه با پرتوتابی با دوز کم مطرح شده است. از آنجا که پرتوهای کیهانی جزو پرتوهای کم‌توان به شمار می‌روند خطر سلطان ناشی از آنها نیز ناچیز به نظر می‌رسد و اندازه‌گیری این خطر نیز با استفاده از امکانات حاضر کار دشواری است. شواهد اندکی در دست است که نشان دهد مواجهه شغلی با پرتوهای کیهانی احتمال ابتلا به سلطان را افزایش می‌دهد. چند مطالعه انجام شده بر روی

#### مقدمه

پرتوهای کیهانی، نوعی از پرتوهای یونیزه کننده هستند. ذرات تشبعش، دائماً در جهان حرکت می‌کنند و به جو زمین می‌رسند. پرتوهای کیهانی، عمدها از ذرات اولیه (مانند پروتون، الکترون و ذرات سنگین‌تر) و ذرات ثانویه (مانند نوترون) تشکیل شده‌اند که در هنگام ورود به جو زمین شکل می‌گیرند. در سطح دریا پرتوهای کیهانی ۱۳٪ پرتوتابی زمینه‌ای را تشکیل می‌دهند. پرتوهای کیهانی از سایر انواع پرتوتابی متفاوتند. برای مثال، کارکنان تأسیسات هسته‌ای و یا پرسنل پزشکی بیشتر در معرض پرتوهای گاما و X هستند. در حالی که نوترون‌ها ۵۰٪ دوز پرتوتابی مؤثر را تشکیل می‌دهند که کروی پروازی و مسافرین از پرتوهای کیهانی دریافت می‌کنند. تأثیرات زیستی این نوترون‌ها و پرتوهای کیهانی به طور کلی به خوبی شناخته شده‌اند و این یکی از دلایلی است که مطالعات گوناگونی درباره سلامتی کروی پروازی در نقاط مختلف دنیا در حال انجام است. میزان پرتوهای کیهانی در جو زمین به چهار عامل بستگی دارد که به ترتیب اهمیت در زیر شرح داده شده‌اند:

**۱- ارتفاع:** لایه‌های جو زمین نقش حمایتی قابل توجهی در برابر پرتوهای کیهانی ایفا می‌کنند. در ارتفاعات بالاتر، این نقش حمایتی کم‌رنگ‌تر می‌شود و میزان پرتوتابی کیهانی افزایش می‌یابد. مقدار مواجهه با پرتوهای کیهانی در ارتفاعی که هوایپماهای معمولی پرواز می‌کنند، یعنی ۳۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ پا (۹-۱۲km)، تقریباً ۱۰۰ برابر مقدار مواجهه در سطح زمین است.

**۲- عرض جغرافیایی:** میدان مغناطیسی زمین بیشتر ذرات پرتوهای کیهانی را که به آن می‌رسند منحرف می‌کند. این امر در استوا بیشترین تأثیر را دارد و با افزایش عرض جغرافیایی کاهش می‌یابد به طوری که در قطب‌ها تقریباً از بین می‌رود. در نتیجه میزان مواجهه در قطبین دو برابر مقدار مشابه در استواست.

بین هفته‌های سوم تا هشتم بارداری، نگرانی عمدۀ درباره پرتوگیری مربوط به نقایص ساختمانی است. احتمال چنین عارضه‌ای در فردی که هر هفته تقریباً ۱۰ پرواز نسبتاً طولانی یک‌طرفه داشته باشد  $\frac{3}{1}$  در ۱۰۰۰۰ است.

در هفته‌های نهم تا بیست و ششم، عارضه اصلی ناشی از پرتوگیری عقب‌ماندگی شدید ذهنی است.

به علاوه چنینی که در معرض پرتوهای کیهانی قرار داشته باشد مستعد ابتلا به سلطان‌های کودکان است. در مطالعه LBW(Low Birth Weight) تولدپرترم و نقایص هنگام تولد (کلی، نقایص بزرگ، نقایص لوله عصبی، کامشکری، هیپواسپادیازیس و نشانگان داون) در نوزادان خلبانان و مهمانداران خطوط هوایی پرداخته است، افزایش قابل توجهی در نتایج بارداری نامطلوب یافت نشده است.

### رهنمودهای موجود درباره حدود مجاز پرتوگیری

در سال ۱۹۹۰ کمیته بین‌المللی محافظت در برابر پرتوتابی (ICRP) توصیه نمود که خدمه‌ی هواپیماهای جت به عنوان گروه در معرض خطر ناشی از پرتوتابی قرار گیرند. رهنمودهای درباره حدود پرتوگیری مجاز شغلی توسط آژانس‌های بین‌المللی (WHO) ارایه شده‌اند. طبق توصیه‌ی سازمان بهداشت جهانی (WHO) مواجهه شغلی هر فرد نباید به طور متوسط بیش از  $20 \text{ mSV}$  در سال در طول پنج سال متوالی و یا  $50 \text{ mSV}$  در هر سال باشد. در مورد افراد باردار دوز مؤثر معادل نباید از  $1 \text{ mSV}$  زمان اظهار بارداری تجاوز نماید. بسیاری از خطوط هوایی، خدمه پرواز باردار را از زمان اعلام بارداری ground می‌کنند تا از خطرات کلی ناشی از پرواز جلوگیری نمایند. برای جمعیت عادی حدود مجاز مواجهه با پرتوهای کیهانی دقیقاً مشخص نشده است. البته می‌توان از حد  $1 \text{ mSV}$  در سال که برای موارد مواجهه مصنوعی بیان شده است، به عنوان راهنمایی کمک گرفت. برخی از افرادی که زیاد سفر می‌کنند، ممکن است تحت شرایط خاصی، از این حدود فراتر روند ولی در حال حاضر قصد و

خدمه‌ی پروازی افزایش بروز ملانوم و برخی از انواع سلطان‌های پوستی غیرملانومی را نشان داده‌اند. پرتوهای فرابنفش، مانند آنچه در هنگام برزه شدن رخ می‌دهد، رابطه محکمی با این سلطان‌ها دارند ولی درباره ارتباط میان پرتوهای کیهانی و چنین سلطان‌هایی به مطالعات بیشتری نیاز است. افزایش میزان سلطان پستان تازه تشخیص داده شده و یا مرگ مرتبط با آن نیز در خدمه پروازی مؤنث در چند مطالعه نشان داده شده است. این افزایش به وسیله عواملی غیر از پرتوگیری -مانند سابقه تولیدمتلی فرد- قابل توجیه نبوده است. موارد پراکنده‌ای از افزایش بروز برخی دیگر از انواع سلطان‌ها گزارش شده است ولی به نظر می‌رسد این گزارش‌ها، بیشتر یافته‌هایی اتفاقی بوده‌اند و در سایر مطالعات تأیید نشده‌اند. پس از انجام مطالعات دقیق‌تر و پیگیری خدمه‌های پروازی که قبل‌تحت بررسی بوده‌اند، شواهد بیشتری در دسترس قرار خواهد گرفت.

### اثرات پرتوهای کیهانی بر بادراری

مطالعات بسیار اندکی وجود دارند که تأثیر مستقیم پرتوهای کیهانی را بر بادراری و سلامت جنین بررسی نموده‌اند. با این حال بر پایه دانش موجود، دوز پرتوتابی محدودی که در جریان سفرهای هوایی اتفاقی کسب می‌شود خطر ناچیزی بر جنین تحملی می‌کند. اما خدمه پروازی بارداری که به پروازهای منظم و فراوان در طول بارداری ادامه دهند ممکن است از حدود بی‌خطر توصیه شده فراتر روند.

برای چنینی که در معرض پرتوتابی قرار گرفته باشد، احتمال ایجاد آسیب، به سن بارداری و مقدار پرتوهای کسب شده، بستگی دارد؛ به طوری که در هفته اول بارداری (منظور بعد از لفاح است) و پیش از لانه‌گزینی رویان در دیواره رحم، خطر اصلی ناشی از پرتوتابی، مرگ داخل رحمی است. پس از لانه‌گزینی مقدار پرتوی مورد نیاز برای مرگ رویان بسیار بیشتر از آن چیزی است که ممکن است در طول سفرهای هوایی کسب شود.

محاذ توصیه شده فراتر نرونده برای افراد بارداری که قصد سفرهای تفریحی را دارند، پزشکان باید خطر بسیار ناچیز ناشی از پرتوتایی در جریان سفرهای کم را شرح دهند.

تحقیق درباره اثر پرتوهای کیهانی بر خدمه‌ی پروازی چالش‌های فراوانی پیش رو دارد. تنوع گستردگی پرتوهای اولیه و ثانویه یونیزه کننده، طیف وسیع انرژی‌های دخیل و نقش جو و میدان مغناطیسی زمین و خورشید بر پیچیدگی این سناریو افزوده است. به علاوه در پروازهای هوایی ارتفاع، عرض جغرافیایی، مدت پرواز و نیز مرحله فعالیت خورشیدی نیز از جمله عوامل اثرگذار هستند. افزایش پروازهای هوایی و به دنبال آن افزایش تعداد کارکنانی که در چین محیطی فعالیت می‌کنند نگرانی‌های تازه‌ای درباره خطر پرتوگیری به همراه آورده است. با این حال، شواهد موجود درباره رابطه سببی میان پرتوهای کیهانی و خطرات آن بر سلامتی انسان روشن نمی‌باشند؛ اگرچه در مطالعات اخیر افزایش بروز برخی سرطان‌ها گزارش شده است.

mekanismi برای پایش مقدار مواجهه‌ی چنین افرادی وجود ندارد.

### بحث و نتیجه‌گیری

در حال حاضر صدها هزار نفر، از جمله خدمه‌ی پروازی و بازرگانانی که زیاد سفر می‌کنند، مقدار پرتوهای بیشتری از آنچه الزامات قانونی توصیه و اجبار نموده‌اند، دریافت می‌کنند. خدمه‌ی پروازی از سطح‌های خود (Federal Aviation Association) معرض اشعه شناخته شده‌اند و بنابراین در محدوده‌ای فعالیت می‌کنند که ۵۰ برابر بیشتر از محدوده مجاز برای مردم عادی می‌باشد. تعهدات قانونی ممکن است شرکت‌های هوایی را مجبور کند که مشتریان پرسفر خود را نیز در این دسته‌بندی قراردهنند. برای مسافرانی که سالانه بیش از هزار کیلومتر از طریق هوا نقل مکان می‌کنند خطر ناشی از پرتوهای کیهانی ناچیز ولی غیرقابل چشم‌پوشی است. بهویژه برای افراد بارداری که می‌خواهند برنامه سفر خود را طوری تنظیم کنند که از حدود

### REFERENCES

1. Cosmic Radiation and Air Travel. World Health Organization INFORMATION SHEET Nov. 2005
2. Barish Robert J, In-flight radiation exposure during pregnancy.SB - Obstet Gynecol 2004 jun 103 (6) 1326-30
3. Irgens Agot et all, Pregnancy outcome among offspring of airline pilots and cabin attendants.SB - Scand J Work Environ Health 2003;29(2):94-9
4. O'Sullivan et all, Recent studies on the exposure of aircrew to cosmic and solar radiation.SB - Radiat Prot Dosimetry 2002;100(1-4):495-8
5. Exposure of airline pilots and cabin crew to cosmic radiation during flight--what's the fuss?SB - Ann Acad Med Singapore 2001 Sep;30(5):494-8
6. Robert J. Barish, PhD In-Flight Radiation: Counseling Patients About Risk Journal of the American Board of Family Practice 1999
7. RADIATION EXPOSURE OF AIR CARRIER CREWMEMBERSU.S. Department of TransportationFederal Aviation AdministrationAdvisory Circular March 5, 1990 AC No: 120-52
8. Friedberg W, Faulkner DN, Snyder L, Darden EB Jr, O'Brien K. Update on possible health effects from exposure to galactic cosmic radiation. Aviat Space Environ Med 1990;61:868

## Pregnancy and In Flight Cosmic Radiation

### **Abstract**

Radiation is all around us. It is naturally present in our environment and has been since the birth of this planet. Consequently, life has evolved in an environment which has significant levels of ionizing radiation. It comes from outer space (cosmic), the ground (terrestrial), and even from within our own bodies. It is present in the air we breathe, the food we eat, the water we drink, and in the construction materials used to build our homes. Certain foods such as bananas and Brazil nuts naturally contain higher levels of radiation than other foods. Brick and stone homes have higher natural radiation levels than homes made of other building materials such as wood.

Several hundred thousand cockpit and cabin crew worldwide are occupationally exposed to cosmic radiation, and the number of frequent flyers is steadily increasing. Our understanding of the health effects of cosmic radiation has been advanced through recent scientific studies focusing on aircrew. Although the risk inferred to the fetus by cosmic radiation is very small but it is not negligible. In this review we try to introduce the risks and current recommendations for those who wish to schedule their flights to avoid endangering their offsprings.

**Eskandari A M.D.**

IRIAF Health Administration

**Keywords:** **Cosmic radiation, Pregnancy, Recommendation.**