سرطانزا بودن میدانهای الکترومغناطیسی فرکانس رادیویی

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱/۲۹
سال چهاردهم شماره سوم، خرداد ـ تیر ۱۳۹۴ صص ۳۷۸-۳۷۵
[نشر الکترونیک پیش از انتشار-۱۳۹۴/۲/۱]

Robert Baan[1], Yann Grosse[1], Beatrice Lauby-Secretan[1], Fatiha El Ghissassi[1], Veronique Bouvard[1], Lamia Benbrahim-Tallaa[1], Neela Guha[1], Farhad Islami[1], Laurent Galichet[1], Kurt Straif[1], On behalf of the WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group

[1]International Agency for Research on Cancer, Lyon, France

مترجم: دکتر سپیده امیدواری، مرکز تحقیقات سنجش سلامت، پژوهشکده علوم بهداشتی جهاد دانشگاهی، تهران، ایران

منبع: The Lancet Oncology 2011; 12: 624-626

نشانی: تهران، خیابان فلسطین جنوبی، خیابان شهید نظری، پلاک ۲۳، تلفن: ۶۶۴۸۰۸۰۴، نمابر: ۶۶۴۸۰۸۰۵
Email: somidvari@ihsr.ac.ir

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-01-02]

[DOR: 20.1001.1.16807626.1394.14.3.10.7]

اشاره: نظر به اهمیت موضوع پارازیت های ماهواره ای و اثرات آن بر سلامت، ترجمه خبر منتشر شده در شماره ۱۲ مجله لانست انکولوژی (جولای ۲۰۱۱) جهت هر گونه بهره برداری پژوهشگران ارائه می گردد:

در ماه مه ۲۰۱۱، ۳۰ دانشمند از ۱۴ کشور در آژانس بین المللی پژوهش بر سرطان International Agency for Research on Cancer (IARC) در لیون فرانسه جمع شدند تا سرطانزا بودن میدانهای الکترومغناطیسی فرکانسهای رادیویی (RF-EMF) را مورد بررسی قرار دهند. این ارزیابی ها در جلد ۱۰۲ از تک نگاشتهای IARC به چاپ خواهد رسید* [۱].

مواجهه انسان با RF-EMF (دامنه فرکانس 30KHz -300GHz) می تواند از طریق استفاده از وسائل شخصی (مانند تلفنهای موبایل، تلفن های بی سیم، بلوتوث و رادیوهای غیر حرفه ای/ آماتور)، از منابع شغلی (اجاقها/ گرم کننده های القایی و دی الکتریک با فرکانس بالا، رادارهای ضربان دار پر قدرت) و از منابع محیطی مانند ایستگاه های تلفن موبایل، آنتن های پخش و وسایل پزشکی رخ دهد. برای کارگران، اکثر مواجهه ها با RF-EMF ناشی از منابع نزدیک محل کار هستند، در حالیکه جمعیت عمومی، بالاترین مواجهه را از انتقال دهنده های نزدیک به بدن مانند وسایلی که در دست گرفته می شوند (همچون تلفن های موبایل)، دریافت می کنند. مواجهه با منابع پرقدرت در محل کار، نسبت به مواجهه با تلفن های موبایل، ممکن است باعث تجمع انرژی بیشتری از RF در بدن شود اما به طور کلی انرژی موضعی بجا گذاشته شده در مغز، کم است. مواجهه های معمول مغز با ایستگاه های پایه تلفن موبایل در پشت بام یا بالای برج و یا ایستگاه های رادیو و تلویزیون، مواجهه ای با میدانهای الکترومغناطیسی با دامنه هایی پایین تر از دامنه سیستم جهانی برای گوشی های موبایل (GSM) هستند. میانگین مواجهه از طریق استفاده از تلفن های ارتباط دور بی سیم پرقدرت دیجیتالی (DECT)، حدود ۵ بار کمتر از مواجهه ای است که در مورد تلفن های GSM اندازه گیری شده اند و تلفن های نسل سوم (3G)، هنگامیکه سیگنال ها قوی هستند، حدود ۱۰۰ بار نسبت به تلفنهای GSM انرژی RF کمتری دارد. متشابها، تخمین زده می شود میانگین قدرت خروجی تجهیزات بی نیاز از دست (hands-free) بی سیم بلوتوث، حدود ۱۰۰ بار کمتر از تلفن های موبایل باشد.

EMF های تولید شده به وسیله منابع RF متصل به بدن، منجر به میدان های الکتریکی و مغناطیسی القایی و جریانهای همراه، در درون بافتها می شوند. مهمترین عواملی که میدانهای القاء شده را تعیین می کنند، فاصله منبع از بدن و سطح قدرت خروجی هستند. بعلاوه، بازدهی اتصال (efficiency of coupling) و توزیع میدان حاصله در داخل بدن، قویاً به فرکانس، پلاریزاسیون و جهت فرود موج روی بدن و خصوصیات تشریحی فردی که مورد مواجهه قرار گرفته است (شامل قد، BMI، وضعیت قرارگیری بدن و خواص دی الکتریک بافتها)، بستگی دارد. میدانهای القاء شده در داخل بدن، بسیار غیر هم شکل هستند و بر اساس انواع مختلف دامنه، با نقطه های داغ موضعی (local hotspots) تغییر می کنند.

نگه داشتن یک تلفن موبایل روی گوش برای انجام یک مکالمه صوتی، بسته به طراحی و موقعیت تلفن و آنتن های آن در رابطه با سر، اینکه چگونه تلفن نگه داشته می شود، آناتومی سر و کیفیت پیوند (link) بین ایستگاه پایه و تلفن، می تواند به مقادیر جذب انرژی RF اختصاصی بالا در مغز منجر شود. هنگامیکه تلفن موبایل بوسیله بچه ها مورد استفاده قرار گیرد، در مقایسه با بزرگسالان، تجمع متوسط انرژی RF در مغز، دو برابر بیشتر و در مغز استخوان جمجمه تا ۱۰ برابر بالاتر است [۲]. استفاده از تجهیزات بی نیاز به دست، مواجهه مغز را به زیر ۱۰٪ مواجهه ناشی از استفاده از طریق گوش، کاهش می دهد اما ممکن است این روش، مواجهه قسمت های دیگر بدن را افزایش دهد [۳].

شواهد اپیدمیولوژیک برای وجود ارتباط بین RF-EMF و سرطان، از مطالعات همگروهی (Cohort)، مورد- شاهد (case-control) و مطالعات طولی (time-trend) حاصل می شوند. مواجهه جمعیت ها در این مطالعات با RF-EMF، در محیط های شغلی، از منابع موجود در محیط عمومی، و استفاده از تلفن های بدون سیم (wireless) شامل موبایل و بی سیم (که بیشترین منبع مواجهه مورد مطالعه است)، بوده است.

یک مطالعه همگروهی [۴] و ۵ مطالعه مورد- شاهدی [۹-۵] توسط گروه کاری مورد قضاوت قرار گرفتند تا اطلاعات بالقوه مفیدی را در مورد ارتباطات بین استفاده از تلفنهای بدون سیم و گلیوما بدست دهند. مطالعه همگروهی [۴] شامل ۲۵۷ مورد گلیوما در بین ۴۲۰۰۹۵ تن از مشترکین دو شرکت تلفن موبایل دانمارکی، بین سالهای ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۵ بود. بروز گلیوما در مشترکین، نزدیک به میانگین ملی بود. در این مطالعه، ارزیابی مواجهه بر این اساس در نظر گرفته شده بود که آیا فرد، مشترک یکی از شرکتهای ارائه کننده خدمات موبایل بوده است یا خیر، در حالیکه ارزیابی مواجهه یا عدم مواجهه می بایست بر اساس "استفاده از تلفن موبایل" سنجیده می شد. مسئله مزبور می تواند منجر به تقسیم بندی نادرستِ قابل توجه در ارزیابی مواجهه شده باشد. سه مطالعه مورد- شاهدی اولیه [۷-۵]، دوره زمانی ای را پوشش می دادند که استفاده از تلفن موبایل کم بود، استفاده کنندگان به طور معمول مواجهه های تجمعی کمی داشتند، مدت زمان استفاده از تلفن موبایل از زمان اولین استفاده، کوتاه بود و تخمین های اثر (effect estimates) بطور کلی غیر دقیق بود. گروه کاری این مطالعات را کمتر حاوی اطلاعات مفید در نظر گرفتند. تجزیه و تحلیل مطالعات طولی، افزایشی در تومورهای مغزی پس از افزایش استفاده از تلفن موبایل را نشان ندادند. با این حال، این مطالعات، محدودیت های قابل توجهی دارند چون اغلب این تجزیه و تحلیل ها، روندها را فقط تا اوایل دهه ۲۰۰۰ مورد بررسی قرار داده اند. چنین تجزیه و تحلیل هایی حاوی اطلاعات مفید نیستند چرا که اگر افزایش خطر فقط در صورتی شروع شود که "بیش از یک دهه" از استفاده از تلفن موبایل گذشته باشد، یا اگر استفاده از تلفن فقط بر "درصد کوچکی" از موارد اثر بگذارد (مثلاً افرادی که بسیار زیاد مورد مواجهه قرار گرفته اند یا موجب افزایش خطر در مورد "زیرگروهی" از تومورهای مغزی شود)، قادر به نشان دادن اثرات نخواهند بود.

مطالعه INTERPHONE [۸] که یک مطالعه مورد- شاهدی چند مرکزی است، بزرگترین بررسی در مورد استفاده از تلفن موبایل و تومورهای مغزی (شامل گلیوما، آکوستیک نوروما و مننژیوما) بود. تجزیه و تحلیل تجمیعی (pooled analysis)، شامل ۲۷۰۸ مورد مبتلا به گلیوما و ۲۹۷۲ شاهد (میزان شرکت به ترتیب ۶۴٪ و ۵۳٪) بود. مقایسه آنها که زمانی از تلفن های موبایل استفاده کرده بودند، با آنها که هرگز از تلفن های موبایل استفاده نکرده بودند، یک نسبت شانس (odds ratio) ۰/۸۱ (۰/۹۴ – ۰/۷۰ CI ۹۵٪) بدست داد. برحسب زمان مکالمه تجمعی (cumulative call time)، نسبت های شانس برای همه دهک های مواجهه، بجز بالاترین دهک (بیش از ۱۶۴۰ ساعت استفاده)، زیر عدد یک یا نزدیک به یک بودند اما در مورد بالاترین دهک، نسبت شانس برای گلیوما ۱/۴۰ (۱/۸۹-۱/۰۳ CI ۹۵٪) بود. اظهار عقیده ای در مورد افزایش خطر برای مواجهه در همان طرف (در همان طرفی از سر، که تومور وجود داشت) و برای تومورهای لوب تمپورال (جایی که مواجهه RF بالاترین است)، وجود داشت. ارتباط بین گلیوما و انرژی خاص تجمعی جذب شده در محل تومور، در زیرگروهی از بیماران (۵۵۳ بیمار) که مقادیر RF تخمین زده شده داشتند، مورد بررسی قرار گرفت [۱۰]. نسبت شانس برای گلیوما، با افزایش مقدار RF برای مواجهه به مدت ۷ سال یا بیشتر قبل از زمان تشخیص، افزایش یافت، در حالیکه هیچ ارتباطی با مقدار تخمین زده شده برای مواجهه های کمتر از ۷ سال قبل از زمان تشخیص وجود نداشت.

یک گروه پژوهشی سوئدی، تجزیه و تحلیل تجمیعی از دو مطالعه بسیار مشابه در مورد ارتباطات بین استفاده از تلفن موبایل و بی سیم و گلیوما، آکوستیک نوروما و مننژیوما انجام دادند. این تجزیه و تحلیل شامل ۱۱۴۸ مورد ابتلاء به گلیوما (که بین سالهای ۲۰۰۳-۱۹۹۷ تشخیص داده شده بودند) و ۲۴۳۸ نمونه شاهد که بترتیب از طریق ثبت موارد سرطان و ثبت جمعیت بدست آمده بودند، می شد. پرسشنامه ها که توسط شرکت کنندگان تکمیل می گردیدند، ارسال شدند و سپس با مصاحبه های تلفنی جهت بدست آوردن اطلاعات در مورد مواجهه و وسایل مورد علاقه همراه، شامل استفاده از تلفن های موبایل و بی سیم (بترتیب میزان پاسخدهی ۸۵٪ و ۸۴٪) پی گیری شدند. شرکت کنندگانی که بیش از یک سال از تلفن موبایل استفاده کرده بودند، برای گلیوما، نسبت شانس ۱/۳ (۱/۶-۱/۱ CI ۹۵٪) داشتند. نسبت شانس با افزایش زمان از هنگام اولین استفاده و با مجموع زمان مکالمه افزایش می یافت و به ۳/۲ (۵/۱-۲/۰) برای بیش از ۲۰۰۰ ساعت استفاده می رسید. استفاده در همان طرف از تلفن موبایل، با خطر بالاتر همراه بود. یافته های مشابه در مورد استفاده از تلفن های بی سیم گزارش شدند.

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-01-02]

[DOR: 20.1001.1.16807626.1394.14.3.10.7]

اگرچه هم مطالعه INTERPHONE و هم تجزیه و تحلیل تجمیعی انجام شده در سوئد، در معرض سوگیری (bias) - در نتیجه خطای ناشی از یادآوری و خطا در انتخاب شرکت کنندگان در مطالعه- بودند، گروه کاری نتیجه گرفت که این یافته ها نمی توانند فقط بعنوان انعکاس سوگیری کنار گذاشته شوند و این که یک تفسیر علّی بین مواجهه RF-EMF ناشی از تلفن موبایل و گلیوما امکانپذیر است. یک نتیجه گیری مشابه از این دو مطالعه در مورد آکوستیک نوروما حاصل گردید، گرچه تعداد بیماران به میزان قابل ملاحظه ای کمتر از تعداد بیماران مبتلا به گلیوما بود. بعلاوه یک مطالعه از ژاپن [۱۱]، شواهدی از ارتباط بین افزایش خطر برای آکوستیک نوروما با استفاده در همان طرف از تلفن موبایل را یافت.

در مورد مننژیوما، تومورهای غده پاروتید، لوسمی، لنفوم و دیگر انواع تومور، گروه کاری شواهد موجود را برای دستیابی به یک نتیجه در مورد احتمال ارتباط بین این تومورها و استفاده از تلفن موبایل ناکافی یافت. مطالعات اپیدمیولوژیک ابتلاء به تومورهای مغز، لوسمی، لنفوم و دیگر انواع بدخیمی شامل ملانوم یووه (uveal melanoma)، سرطان های بیضه، پستان، ریه و پوست را در مورد افرادی که به لحاظ شغلی احتمال مواجهه با RF-EMF در باره آنها وجود داشت، مورد بررسی قرار داده اند. گروه کاری متوجه شد که این مطالعات محدودیت های روش شناختی (methodological) داشتند و نتایج متناقض بودند. در بررسی مطالعاتی که به احتمال ارتباط بین مواجهه محیطی با RF-EMF و سرطان پرداخته بودند، گروه کاری شواهد موجود را برای هرگونه نتیجه گیری ناکافی یافت.

گروه کاری نتیجه گرفت که "شواهد محدودی در مورد انسان" برای سرطانزا بودن RF-EMF بر اساس ارتباطات مثبت موجود بین گلیوما و آکوستیک نوروما و مواجهه با RF-EMF ناشی از تلفن های بدون سیم وجود دارد. تعدادی از اعضای گروه کاری، این شواهد موجود در مورد انسانها را "ناکافی" شمردند. از دیدگاه آنها، بین دو مطالعه مورد- شاهد و فقدان ارتباط مواجهه- پاسخ در نتایج مطالعه INTERPHONE ناسازگاری وجود داشت؛ در مطالعه همگروهی دانمارک، در میزان گلیوما یا آکوستیک نوروما افزایشی دیده نشده بود و تاکنون گزارش روند میزان های بروز گلیوما در طول زمان، به موازات روند های زمانی استفاده از تلفن موبایل نبوده اند.

گروه کاری بیش از ۴۰ مطالعه را که سرطانزا بودن RF-EMF را در جوندگان مورد بررسی قرار داده بودند (شامل ۷ سنجش زیستی دو ساله سرطان را)، مورد ارزیابی قرار داد. مواجهه ها شامل RF-EMF ۲۴۵۰ مگا هرتز و RF-EMF مختلفی بودند که امواج صادره از تلفن های موبایل را شبیه سازی می کردند. هیچیک از سنجش های زیستی مستمر بروز افزایش یافته ای از هیچیک از انواع تومورها را در بافتها یا اعضای حیوانات که به مدت دو سال در معرض RF-EMF قرار گرفته بودند، نشان ندادند. تعداد کلی تومورهای بدخیم در حیوانات در معرض RF-EMF در یکی از ۷ سنجش زیستی مستمر افزایش یافته بود. افزایش بروز سرطان در حیوانات تحت مواجهه در ۲ مطالعه از ۱۲ مطالعه با حیوانات مستعد تومور [۱۳-۱۲] و در یک مطالعه از ۱۸ مطالعه ای که از دستورالعمل های initiation-promotion protocol استفاده می کردند، مشاهده شد [۱۴]. در چهار مطالعه از ۶ مطالعه ای که علاوه بر مواجهه با RF-EMF، از یک عامل سرطانزای شناخته شده نیز استفاده کرده بودند، افزایش بروز سرطان پس از مواجهه مشاهده شد، هرچند ارزش پیشگویی کننده این نوع از مطالعه برای سرطان در انسان، ناشناخته است. بطور کلی گروه کاری نتیجه گرفت که "شواهد محدودی" از سرطانزا بودن RF-EMF در حیوانات آزمایشگاهی وجود دارد.

گروه کاری همچنین مطالعات بسیاری را با نتایج مرتبط با مکانیسم های سرطانزایی، شامل genotoxicity، اثرات بر سیستم ایمنی، بیان ژن و پروتئین، cell signalling، oxidative stress و apoptosis را ارزیابی کردند. همچنین مطالعاتی که در مورد اثرات احتمالی RF-EMF بر سدّ خونی مغزی و اثرات مختلف بر مغز بودند، مورد توجه قرار گرفتند. اگرچه شواهدی از اثر RF-EMF بر برخی از این موارد وجود داشت، گروه کاری به این نتیجه کلی رسید که این یافته ها فقط شواهد مکانیسمی ضعیفی را در ارتباط با سرطان ناشی از RF-EMF در انسان ارائه می دهند.

با توجه به وجود شواهد محدود در مورد انسان ها و حیوانات آزمایشگاهی، گروه کاری، RF-EMF را به عنوان "احتمالا سرطانزا برای انسان ها" (گروه 2B) طبقه بندی نمود. این ارزیابی از سوی اکثریت بزرگی از اعضای گروه کاری مورد حمایت قرار گرفت.

منابع

* گزارش در سال ۲۰۱۳ میلادی به چاپ رسیده است.

1. IARC. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol 102. Non-ionizing radiation, part II: radiofrequency electromagnetic fields. Lyon: International Agency for Research on Cancer (in press)

2. Christ A, Gosselin MC, Christopoulou M, Kühn S, Kuster N. Age-dependent tissue-specifi c exposure of cell phone users. *Phys Med Biol* 2010; 55: 1767–83

3. Kühn S, Cabot E, Christ A, Capstick M, Kuster N. Assessment of the radio-frequency electromagnetic fi elds induced in the human body from mobile phones used with hands-free kits. *Phys Med Biol* 2009; 54: 5493–508

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-01-02]
[DOR: 20.1001.1.16807626.1394.14.3.10.7]

4. Schüz J, Jacobsen R, Olsen JH, Boice JD Jr, McLaughlin JK, Johansen C. Cellular telephone use and cancer risk: update of a nationwide Danish cohort. *J Natl Cancer Inst* 2006; 98: 1707–13
5. Muscat JE, Malkin MG, Thompson S, et al. Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA* 2000; 284: 3001–07
6. Inskip PD, Tarone RE, Hatch EE, et al. Cellular-telephone use and brain tumors. *N Engl J Med* 2001; 344**:** 79–86
7. Auvinen A, Hietanen M, Luukkonen R, Koskela RS. Brain tumors and salivary gland cancers among cellular telephone users. *Epidemiology* 2002; 13: 356–59.
8. INTERPHONE Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *Int J Epidemiol* 2010; 39: 675–94
9. Hardell L, Carlberg M, Hansson Mild K. Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects. *Int J Oncol* 2011; 38: 1465–74
10. Cardis E, Armstrong BK, Bowman JD, et al. Risk of brain tumours in relation to estimated RF dose from mobile phones—results from five Interphone countries. *Occup Env Med* 2011; published online June 9. DOI:10.1136/ oemed-2011-100155
11. Sato Y, Akiba S, Kubo O, Yamaguchi N. A case-case study of mobile phone use and acoustic neuroma risk in Japan. *Bioelectromagnetics* 2011; 32: 85–93
12. Repacholi MH, Basten A, Gebski V, Noonan D, Finnie J, Harris AW. Lymphomas in E mu-Pim1 transgenic mice exposed to pulsed 900 MHZ electromagnetic fields. *Radiat Res* 1997; 147: 631–40
13. Szmigielski S, Szudzinski A, Pietraszek A, Bielec M, Janiak M, Wrembel JK. Accelerated development of spontaneous and benzopyrene-induced skin cancer in mice exposed to 2450-MHz microwave radiation. *Bioelectromagnetics* 1982; 3: 179–91
14. Hruby R, Neubauer G, Kuster N, Frauscher M. Study on potential effects of “902-MHz GSM-type Wireless Communication Signals” on DMBA-induced mammary tumours in Sprague-Dawley rats. *Mutat Res* 2008; 649**:** 34–44

[Downloaded from payeshjournal.ir on 2026-01-02]

[DOR: 20.1001.1.16807626.1394.14.3.10.7]