Evaluation of the effects of radio frequency waves and mobile phone distance on cow brain tissue temperature

Ebrahimi H., MSc[1], Pourabdian S., PhD[2], Forouharmajd F., PhD[3]
1. MSc of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
2. Associate Professor, Faculty member of Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
3. Assistant Professor, Faculty member of Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran (Corresponding Author), Tel:+98-31-37923265, forouhar@hlth.mui.ac.ir

ABSTRACT

Background and Aim: Considering the great advances and extensive use of cell phones and its effects on the human communications and interactions, investigation of potential negative effects of cell phones on the users' health is necessary. The aim of this study was to determine the effect of the distance between cell phones and brain tissue on the temperature of the central and gray matters of the brain, because of the heat generated by radiofrequency waves.

Methods: This was an experimental study. Cow brain tissue was analyzed in a compartment with three depths of 2 mm, 12 mm and 22 mm, and at the distances of 4 mm and 4 cm from a cell phone, for 15 minutes. Lutron thermometer was used to measure the tissue temperature. Data analysis performed by using Lutron and MATLAB software packages.

Results: Temperature increase was more at the distance of 4 mm and in the depths of 2, 12, and 22 mm compared to that at the distance of 4 cm. Also temperature increase after removal of the confrontation was more than the baseline temperature at both distances which was higher at the distance of 4 mm.

Conclusion: Decreased distance between brain tissue and cell phone can increase the tissue temperature. Increasing the cell phone distance from the brain tissue can result in slower trend in temperature increase and decreased collective temperature after discontinuing the confrontation.

Key words: Mobile phone, Radiofrequency waves, Brain tissue, Temperature.

Received: May 30, 2017 **Accepted:** Apr 9, 2018

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjku.23.2.37]

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان / دوره بیست و سوم / خرداد و تیر ۱۳۹۷/۴۵-۳۷

بررسی اثر امواج رادیوفرکانسی و فاصله تلفن همراه بر روی دمای بافت مغز گاو

حسین ابراهیمی[۱]، سیامک پورعبدیان[۲]، فرهاد فروهر مجد[۳]

۱. کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲. دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳. استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران نویسنده مسئول: تلفن ثابت: ۳۷۹۲۳۲۶۵ - ۰۳۱- forouhar@hlth.mui.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: به دلیل پیشرفت سریع و استفاده وسیع از تلفن همراه و تأثیر آن بر ارتباطات و تعاملات انسانی، بررسی اثرات منفی احتمالی استفاده از تلفن همراه بر سلامت کاربران امری ضروری است. هدف از این مطالعه تعیین تأثیر افزایش فاصله تلفن همراه با بافت مغز بر دمای قشر مرکزی و خاکستری مغز ناشی از حرارت امواج رادیو فرکانسی بود.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، بافت مغز گاو در یک اتاقک در سه عمق ۱۲،۲ و ۲۲ میلیمتری بافت و در فاصله ی ۴ میلیمتری و ۴ سانتیمتری تلفن همراه از بافت به مدت ۱۵ دقیقه بررسی شد. برای اندازه گیری دمای بافت از دماسنج لوترون استفاده گردید. تحلیل داده ها توسط نرم افزار لوترون و MATLAB صورت پذیرفت.

یافته ها: در فاصله ۴ میلیمتری و در عمق های ۲، ۱۲ و۲۲ میلیمتری نسبت به فاصله ۴ سانتیمتری افزایش دمای بیشتری را نشان داد. همچنین افزایش دما بعد از قطع تماس نسبت به دمای پایه در هر دو فاصله مشاهده شد که در فاصله ۴ میلیمتری بیشتر بود.

نتیجه گیری: تماس با تلفن همراه در نزدیکی بافت مغز باعث افزایش دمای بافت می شود در حالی که هرچه منبع مواجهه یعنی تلفن همراه از بافت دورتر شود افزایش دمای بافت روند کندتری را نشان می دهد و گرمای تجمعی که بعد از قطع مواجهه مشاهده شد، نیز کمتر می شود.

کلمات کلیدی: تلفن همراه، امواج رادیوفرکانسی، بافت مغز، دما

وصول مقاله:۹۶/۳/۹ اصلاحیه نهایی:۹۶/۱۱/۲۱ پذیرش:۹۷/۱/۲۰

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjku.23.2.37]

مقدمه

در یک دنیای مدرن و با تکنولوژی پیشرفته زندگی می کنیم و نیاز به دسترسی اطلاعات و ارتباطات در همه جا، دنیای جدیدی را ایجاد کرده است(۱). وسیله ای مثل تلفن همراه در ارتباطات انسان به علت داشتن فناوری برتر مخابراتی، بسیار مورد استفاده قرار گرفته است، اما تلفن همراه یک منبع اصلی امواج الکترومغناطیسی است که این امواج می تواند به بافت های بدن انسان نفوذ کند(۲). سازمان بهداشت جهانی انتشار امواج رادیوفرکانسی را یکی از منابع آلوده کننده که برای انسان خطرناک می باشد، گزارش نموده است (۳). تلفن همراه یک اختراع مهم است که روش ایجاد ارتباط در دنیای امروزی را تغییر داده است(۴). اما استفاده از تلفن همراه در سال های اخیر رشد بی رویه داشته است. گزارشات اخیر نشان داده که تقریبا ۷ بیلیون دستگاه تلفن همراه در جهان وجود دارد(۵). این افزایش سریع استفاده از تلفن همراه نگرانی هایی درباره امواج رادیوفرکانسی ساطع شده از آن را به همراه دارد. یکی از اثرات امواج رادیوفرکانسی ناشی از تلفن همراه افزایش دمای بافت های بدن می باشد(۶). استفاده از تلفن همراه در نزدیک سر نگرانی های عمومی درباره اثرات مضر بر روی سیستم اعصاب مرکزی در کودکان و بزرگترها را به همراه داشته است(۷). مغز عنصر اساسی سیستم اعصاب مرکزی است و در داخل جمجمه قرار دارد که به طور ویژه هنگام مکالمه با تلفن در مواجهه با امواج رادیوفرکانسی قرار دارد(۸). درمطالعه ای پس از مواجهه ۳۰ دقیقه ای تلفن همراه با بافت مغز دمای آن ۴/۵ درجه سانتیگراد افزایش یافت(۶). استفاده کنندگان از تلفن همراه اغلب از گرم شدن ناحیه گوش در اثر تماس با تلفن همراه شکایت دارند این افزایش دما ممکن است به علت باطری تلفن همراه ، امواج رادیوفرکانسی و الکترومغناطیسی که توسط سر فرد جذب می شود، باشد(۹). به علت اینکه آنتن تلفن همراه هنگام مکالمه در نزدیک گوش و سر قرار دارد، سر به ناچار با امواج رادیوفرکانسی مواجهه دارد که باعث نگرانی هایی در این زمینه شده است(۱۰). Lindholm و همکاران بیان نمودند در مواجهه کاربران با امواج رادیوفرکانسی تلفن همراه به مدت ۳۵ دقیقه دمای کانال گوش کاربران تا ۱/۵ درجه سانتیگراد افزایش یافت(۷). پژوهشی در سال ۲۰۰۱ گزارش نمود دمای پوست در زمان مواجهه با تلفن همراه به اندازه ۰/۰۱ درجه سانتیگراد افزایش می یابد(۱۱). مطالعه دیگری نشان داده است که افزایش بسیار کم حدود ۰/۲-۰/۳ درجه سانتیگراد در هیپوتالاموس منجر به تغییر رفتاری تنظیم دمای بدن می شود(۱۲). قرار گرفتن تلفن همراه در نزدیکی گوش و سر باعث مواجهه بافت ها و ساختارهای اطراف گوش و سر با امواج رادیو فرکانسی می شود. سیستم های عصبی محیطی و مرکزی که هماهنگ کننده اعمال حیاتی بدن هستند نیز تحت تأثیر این امواج قرار میگیرند. نتایج مطالعات مواجهه مدل های حیوانی و انسانی با تلفن همراه، افزایش سردرد، برهم خوردن الگوی خواب، تغییر چرخه سلول های عصبی را نشان داده اند(۱۳). همچنین چندین بررسی آزمایشگاهی و مطالعه بر روی بافت زنده تأثیر حرارتی امواج رادیو فرکانسی را بر روی سد خونی- مغزی، تغییرات کروموزومی، سیستم ایمنی، فعالیت انتقال دهنده های عصبی، تومور مغزی و نرخ جهش سلولی؛ نشان داده شده است(۵).

رشد سریع صنعت ارتباطات و مخابرات و استفاده عمومی از تلفن همراه نگرانی هایی را بر سر احتمال بروز عوارض نامطلوب بر سلامتی کاربران به علت وجود میدان های رادیوفرکانسی ناشی از تلفن های همراه ایجاد کرده است. از طرفی با توجه به اینکه هنگام مکالمه، تلفن همراه نزدیک گوش و سر قرار می گیرد و همچنین حساسیت بافت مغز به تغییر دما، هدف از این مطالعه تعیین اثر امواج رادیوفرکانسی و فاصله تلفن همراه بر روی دمای بافت مغز گاو بود.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjku.23.2.37]

روش بررسی

مطالعه حاضر از نوع تجربی بود. جهت بررسی اثر فاصله تلفن همراه با بافت از بافت مغز گاو با وزن ۴۳۲ گرم استفاده شد. مغز بلافاصله پس از ذبح حیوان به آزمایشگاه منتقل شد.

تجهیزات آزمایشگاهی:

به منظور افزایش دقت اندازه گیری و کاهش خطای ناشی از دما، رطوبت و سیستم های تهویه مطبوع در حین اندازه گیری، یک اتاقک با ابعاد ارتفاع ۴۰، طول ۸۰ و عرض ۳۰ سانتیمتری از جنس پلکسی گلاس طراحی و ساخته شد که بافت درون این اتاقک قرار گرفته و از تماس با شرایط محیطی آزمایشگاه جدا شد و بعد از تنظیمات لازم درب اتاقک بسته می شد.

برای اندازه گیری دمای بافت از دماسنج لوترون (مدل MT-917) با دقت ±۰/۰۱ استفاده شد. دماسنج دارای ۵ عدد پروب اندازه گیری بود که برای پژوهش حاضر از پروب TP100 استفاده شد. این پروب برای اندازه گیری عمق ها و ضخامت های مختلف استفاده می شود و محدوده دمایی آن از ۱۹۹/۹۹+ تا ۱۹۹/۹۹- و جنس آن از پلاتین و قطر آن در حدود ۳ میلیمتر بود. دماسنج لوترون قادر به اندازه گیری با دو واحد فارنهایت و سلسیوس بود که برای این بررسی از واحد سلسیوس استفاده گردید. دماسنج توسط یک کابل (مدل USB-01) به سیستم کامپیوتر وصل شد. محدوده دمایی این کابل USB بین ۵۰ تا ۰ درجه سانتیگراد بود و در رطوبت زیر ۸۰٪ کاربرد داشت. با نصب برنامه نرم افزاری لوترون، تغییرات دمایی به صورت لحظه ای اندازه گیری و ثبت گردید.

آماده سازی و مواجهه:

بافت مغز در داخل اتاقک قرار گرفت سپس پروب TP100 با توجه به اندازه گیری دمای قشر خاکستری و قشر سفید مغز در عمق های ۲ و ۱۲ و ۲۲ میلیمتری بافت قرار داده شد که تعیین دقیق عمق بافت با کولیس دیجیتال انجام گرفت. اولین عمق مربوط به قشر خاکستری مغز با عمق ۲ میلیمتری بود. برای بررسی تأثیر حرارتی امواج رادیوفرکانسی تلفن همراه از یک تلفن هوشمند استفاده شد که روی پایه در فاصله ۴ میلیمتری از بافت مغز و در سمت چپ آن، مانند زمانی که فرد درحال مکالمه با تلفن همراه است، قرار گرفت. بعد از انجام تنظیمات، دماسنج روشن و توسط کابل USB به سیستم کامپیوتر وصل شد و نرم افزار مربوط راه اندازی شد.

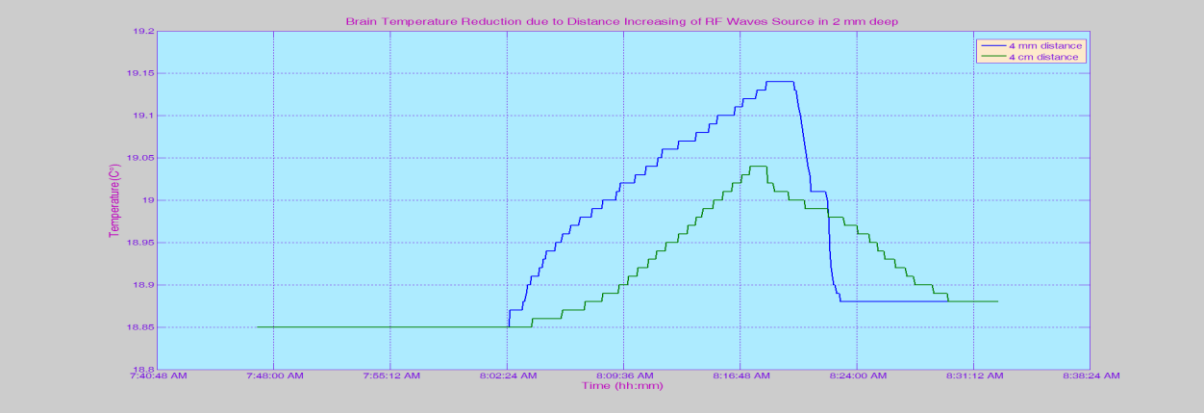
در ابتدا برای برقراری تعادل دمایی بین بافت و محیط داخل اتاقک و کاهش خطا، تماس بین بافت و تلفن همراه برقرار نشد تا زمانی که دمای بافت با دمای اتاقک یکسان شد و دماسنج دمای ثابتی را نشان داد به طوری که بعد از ثابت شدن دمای بافت ۱۵ دقیقه توسط نرم افزار دمای ثابت ثبت شد که این دما، دمای پایه (دمای بافت قبل از مواجهه با تلفن همراه) نام داشت. سپس تماس بین بافت و تلفن همراه برقرار گردید همانند زمانی که فرد در حال مکالمه با تلفن همراه است. زمان مواجهه ۱۵ دقیقه درنظر گرفته شد. با اتمام مدت زمان مواجهه، تماس قطع شد. در مرحله ی بعد به مدت ۱۵ دقیقه بافت در اتاقک نگه داشته شد تا دمای آن بدون مواجهه و حضور امواج رادیوفرکانسی کاهش یابد. در تمام مراحل قبل، حین و بعد از مواجهه با امواج رادیوفرکانسی تلفن همراه، دماسنج متصل به سیستم کامپیوتر بود و تغییرات دمایی بافت توسط نرم افزار ثبت شد. بدین ترتیب دما بافت مغز در فاصله های ۴ میلیمتری و ۴ سانتیمتری تلفن همراه از بافت برای هر سه عمق ۲، ۱۲ و ۲۲ میلیمتری قبل مواجهه، حین مواجهه و بعد از قطع مواجهه با تلفن همراه هر کدام ۳ بار اندازه گیری و میانگین گرفته شد و میانگین دما در نتایج مطالعه بیان گردید. در نهایت تغییرات دمایی نسبت به زمان بدست آمده به نرم افزار MATLAB 2012 منتقل شد و گراف مربوط به هر عمق رسم گردید.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjku.23.2.37]

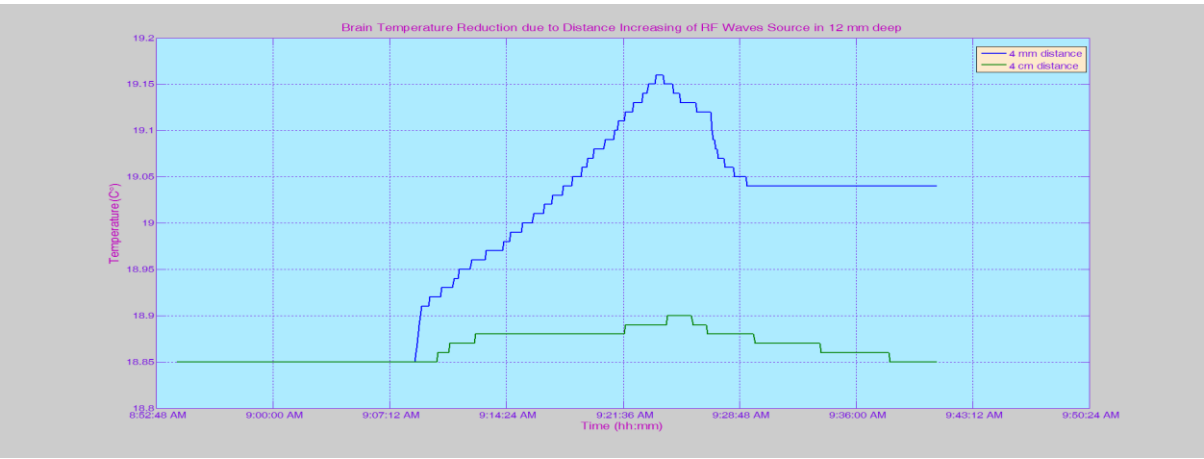
یافته ها

در عمق ۲ میلیمتری (قشر خاکستری مغز) و در فواصل ۴ میلیمتری و۴ سانتیمتری دمای پایه ۱۷/۹۴ درجه سانتیگراد بود که بعد از تماس به مدت ۱۵ دقیقه دمای بخش خاکستری مغز در فاصله ۴ میلیمتری به اندازه ۰/۲۹ درجه سانیگراد و در فاصله۴ سانتیمتری به میزان ۰/۱۹ درجه سانتیگراد افزایش داشت. نمودار ۱ تغییرات دما در فواصل فوق را نشان می دهد.



نمودار ۱. تغییرات دمای بافت در عمق ۲ میلیمتری در فواصل ۴ سانتیمتری و ۴ میلیمتری

در عمق ۱۲ میلیمتری (در قشر سفید مغز) دمای پایه بعد از ۱۵ دقیقه برای هر دو فاصله ۴ میلیمتری و ۴ سانتیمتری برابر ۱۸/۸۵ درجه سانتیگراد بود. بعد از تماس بافت مغز با تلفن همراه در فاصله ۴ میلیمتری دمای بافت ۰/۳۱ درجه سانتیگراد و در فاصله۴ سانتیمتری دمای بافت ۰/۰۵ درجه سانتیگراد افزایش دما مشاهده شد. نمودار ۲ تغییرات دمایی در فواصل مورد نظر در عمق ۱۲ میلیمتری را نشان می دهد.

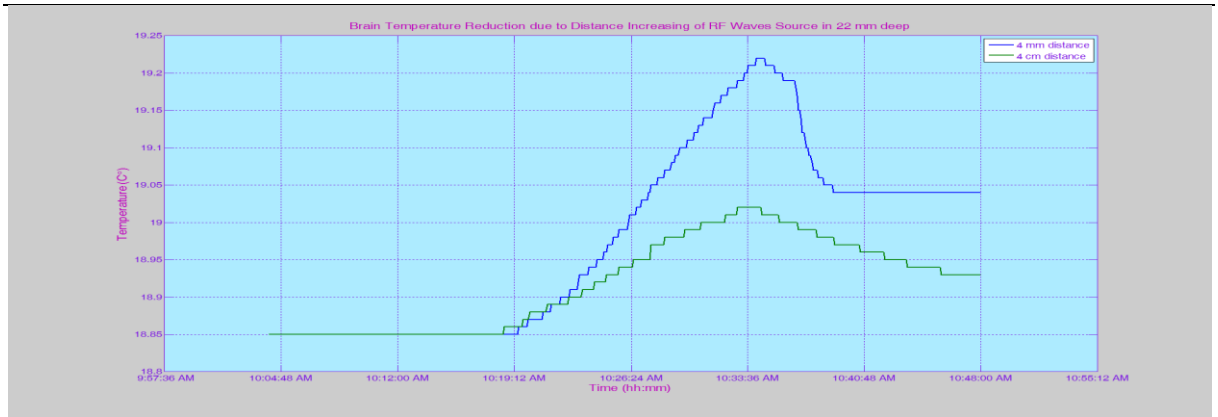


نمودار ۲. تغییرات دمای بافت در عمق ۱۲ میلیمتری در فواصل ۴ سانتیمتری و ۴ میلیمتری

دمای بافت در عمق ۲۲ میلیمتری (در قشر سفید مغز) بعد از مواجهه با تلفن همراه در مدت ۱۵ دقیقه در فواصل ۴ میلیمتری و ۴ سانتیمتری به ترتیب به ۱۹/۸۳ درجه و ۱۹/۶۳ درجه سانتیگراد رسید. دمای پایه در این عمق ۱۹/۴۶ درجه سانتیگراد بود که در این عمق افزایش دما در فاصله ۴ میلیمتری و ۴ سانتیمتری به ترتیب ۰/۳۷ و ۰/۱۷ درجه سانتیگراد افزایش داشت. نمودار ۳ تغییرات دمایی در فواصل مورد نظر در عمق ۲۲ میلیمتری را نشان می دهد.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjku.23.2.37]



نمودار ۳ .تغییرات دمای بافت در عمق ۲۲ میلیمتری در فواصل۴ سانتیمتری و۴ میلیمتری

در زمان قرارگیری تلفن همراه در فاصله ۴ میلیمتری از بافت مغز میزان افزایش دما در بافت در هر سه عمق۲، ۱۲ و ۲۲ میلیمتری بیشتر از فاصله ۴ سانتیمتری بود. به عبارت دیگر با توجه به نمودارهای ۱، ۲ و ۳ در فاصله ۴ میلیمتری نسبت به فاصله ۴ سانتیمتری شیب منحنی ها در هر سه عمق با سرعت بیشتری افزایش یافت.

دمای بافت مغز در فاصله های۴ میلیمتری و ۴ سانتیمتری از تلفن همراه در هر سه عمق بافت به مدت ۱۵ دقیقه بعد از قطع مواجهه مورد بررسی قرار گرفت. دمای بافت مغز در فاصله های۴ میلیمتری و ۴ سانتیمتری در هر سه ضخامت نسبت به زمان مواجهه کاهش داشت اما در مقایسه با دمای پایه بالا بود. به بیان دیگر با قطع مواجهه بافت مغز با تلفن همراه دمای بافت بعد از ۱۵ دقیقه به دمای پایه برنگشت و دمای بافت مغز حتی بعد از قطع مواجهه بالاتر از دمای پایه بود و میزان بالا بودن دما در فاصله۴ میلیمتری بیشتر از فاصله ۴ سانتیمتری بود. به عنوان نمونه در ضخامت۲۲ میلیمتری در فاصله های۴ میلیمتری و ۴ سانتیمتری به ترتیب ۰/۲۲ و ۰/۰۸ درجه سانتیگراد بالاتر از دمای پایه بود. در ضخامت ۱۲ میلیمتری در فاصله۴ سانتیمتری دمای بافت بعد از قطع مواجهه به دمای پایه رسید در حالی که در فاصله ۴ میلیمتری ، دمای بافت ۰/۱۹ درجه سانتیگراد بالاتر از دمای پایه بود.

بحث

در مطالعه ما نتایج به دست آمده مواجهه بافت مغز به مدت ۱۵ دقیقه با تلفن همراه منجر به افزایش دما در بافت شد در واقع در هر سه عمق ۲، ۱۲ و ۲۲ میلیمتری در زمان مواجهه نسبت به دمای پایه افزایش دما مشاهده شد که با نتایج مطالعه Rusnani و همکاران همسو بود. آنان گزارش نمودند در دو مدت زمان ۱۵ و ۳۰ دقیقه مواجهه با تلفن همراه دما در ناحیه ی سر و گوش های کاربران افزایش می یابد که با افزایش مدت زمان مکالمه میزان افزایش دما در این نواحی بیشتر می شود. آنها نشان دادند مواجهه ی سر با تلفن همراه در مدت زمان ۳۰ – ۱۵ دقیقه دما در این ناحیه ۲/۹ – ۰/۳ درجه سانتیگراد افزایش داشت(۹).

در مواجهه بافت مغز با تلفن همراه دمای بافت در هر سه عمق ۲، ۱۲ و ۲۲ میلیمتری در فاصله ۴ میلیمتری نسبت به فاصله ۴ سانتیمتری افزایش بیشتری داشت. به عنوان نمونه در عمق ۱۲ میلیمتری بافت مغز در فاصله ۴ میلیمتری و ۴ سانتیمتری به ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۰۵ درجه سانتیگراد افزایش دما مشاهده شد. در فاصله ۴ میلیمتری نه تنها دمای بافت مغز بیشتر از فاصله ۴ سانتیمتری بود بلکه شیب افزایش دما در فاصله ۴ میلیمتری نیز بیشتر بود که با نتایج بررسی Hossain و همکاران همسو بود. آنان گزارش نمودند که با افزایش فاصله سر از آنتن تلفن همراه مقدار جذب ویژه (SAR) کاهش پیدا می کند(۱۴). Kivekas و همکاران در بررسی عملکرد داخلی تلفن همراه و ارتباط بین فاصله

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjku.23.2.37]

آنتن تلفن همراه از بدن و مقادیر SAR گزارش نمودند، آسان ترین روش برای کاهش مقدار جذب ویژه، افزایش فاصله کاربر از آنتن تلفن همراه می باشد(۱۵).

میزان دمای بافت مغز در عمق های ۲، ۱۲ و ۲۲ میلیمتری به مدت ۱۵ دقیقه بعد از مواجهه با تلفن همراه در مقایسه با دمای بافت در حین مواجهه کاهش داشت اما با وجود کاهش دما، درجه حرارت بافت مغز در هر سه عمق در فاصله های ۴ میلیمتری و ۴ سانتیمتری ، بعد از مواجهه با تلفن همراه در مقایسه با دمای پایه بالا بود؛ به عبارت دیگر نه تنها در حین مواجهه با تلفن همراه افزایش دما در بافت مغز مشاهده شد بلکه افزایش دمای بافت مغز حتی بعد از قطع مواجهه حالت تجمعی داشت و تا مدتی بعد از قطع مواجهه با تلفن همراه دمای بافت نسبت به قبل از مواجهه بالا بود. میزان بالا بودن دمای بافت مغز حتی در زمان بعد از مواجهه با تلفن همراه در فاصله ۴ میلیمتری از تلفن همراه بیشتر از فاصله ۴ سانتیمتری بود. نکته قابل تأمل اینکه در تمام مراحل بررسی زمان مواجهه و بعد از مواجهه با تلفن همراه با افزایش عمق بافت دمای بافت مغز نیز افزایش بیشتری داشت. این نتیجه نشان داد، هرچه لایه های بافت بیشتر باشد دمایی که در آن تجمع می کند بیشتر است در نتیجه احتمال دارد اثراتی که به علت استفاده از تلفن همراه ایجاد می شود در بافت های عمقی بیشتر باشد از طرفی نیز امکان دارد بافت های عمقی (قشر سفید مغز) حساسیت بیشتری در مواجهه با تلفن همراه داشته باشند و این حساسیت با جذب بیشتری انرژی و درنتیجه افزایش بیشتر دما بروز کند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد در هر دو حالت زمان مواجهه و بعد از مواجهه با تلفن همراه، کاهش فاصله ی بافت مغز با تلفن همراه سبب افزایش بالای دمای بافت می شود. به عبارت دیگر با افزایش فاصله تلفن همراه از بافت مغز میزان دمای ناشی از امواج رادیو فرکانسی تلفن همراه کاهش یافت. فاصله بافت مغز تا تلفن همراه با میزان افزایش دمای بافت رابطه معکوس داشت که با افزایش فاصله، افزایش کمتری در دمای بافت مغز مشاهده شد. Hirata و همکاران بیان کردند چندین فاکتور بر مقدار جذب ویژه امواج الکترومغناطیسی مؤثر است که می توان به اندازه بافت ، ویژگی های الکتریکی بافت و فاصله بین منبع امواج الکترومغناطیسی و بدن فرد اشاره کرد(۱۶).

اغلب اثرات بیولوژیک خطرناک در رابطه با امواج تلفن همراه بر روی انسان به اثرات ناشی از افزایش دما نسبت داده شده است. به گونه ای که مقادیری از امواج تلفن همراه با عبور از یک محیط توسط جریان یونی القا شده از سوی میدان الکتریکی و ارتعاش مولکول های قطبی به صورت گرما به بدن انسان منتقل می شود(۱۷). Wessapan و همکاران در پژوهش خود نشان دادند، در اثر مواجهه با تلفن همراه مقدار گرمای تولید شده در بافت مغز بیشتر از پوست است زیرا مغز بافتی با متابولیک بالا در تولید گرما می باشد درنتیجه در بافت مغز نسبت با سایر بافت ها با متابولیک پایین در تولید گرما، دما بیشتر است(۱۲).

با افزایش دمای مغز، سریعاً جریان خون مغزی افزایش می یابد و واکنشهای خودتنظیمی حرارتی جنبی فعال می شود. اندازه گیری پاسخ های خودکار قلب و ارزیابی جریان خون مغز به عنوان شواهد غیر مستقیم از فعل و انفعال گردش خون و تنظیم درجه حرارت در حین مواجهه با امواج رادیوفرکانسی مورد استفاده قرار می گیرد. بدین ترتیب تکرار مواجهه با تلفن همراه، افزایش دمای بافت در حین مواجهه و بالا بودن دمای بافت مغز حتی مدتی پس از مواجهه با گذشت زمان اثرات نامطلوبی بر سلامتی مغز می گذارد(۷).

احتمالاً تفاوت دما در عمق های مختلف بافت مغز به گونه ای که در عمق ۲۲ میلیمتری بافت مغز دمای بالاتری نسبت به عمق های ۱۲ و ۲ میلیمتری وجود داشت را می توان از یک طرف به ناهمگن بودن بافت مغز طی حرکت از سمت قشر مغز به عمق آن منتسب نمود که حاصل تغییر بافت خاکستری مغز به بافت سفید است. قشر خاکستری مغز میزان آب بیشتر و چربی کمتر و در مقابل بافت سفید مغز دارای چربی بیشتری می باشد بدین ترتیب بافتی که دارای چربی بیشتری باشد میزان دمایی که در آن تولید می شود نیز بیشتر است(۱۲). از دیدگاه دیگر از جنبه ایجاد دمای بهینه القایی

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjku.23.2.37]

در عمق های مختلف با توجه به متغیرهای متفاوتی چون فرکانس امواج و جهت تابش منتسب نمود(۱۸و۱۶).

در مطالعه ی انجام شده توسط Beason و همکاران در رابطه با تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر مغز، نشان دادند که امواج مشابه سیستم ارتباطی تلفن همراه می تواند در ۵۲٪ موارد منجر به افزایش فعالیت نورونی مغز و در ۱۷٪ موارد منجر به کاهش فعالیت نورونی مغز گردد(۱۸). نتایج حاصل از برخی مطالعات همه گیرشناسی نشان می دهد که امواج تلفن همراه حتی با چگالی توان کمتر از حد مجاز باعث بروز علایمی مانند سردرد، احساس گرما در گوش، ضعف حافظه و خستگی می شود(۱۹). مرتضوی و همکاران در مطالعه تأثیر امواج ناشی از تابش تلفن همراه بر علائم حیاتی کاربران ارتباط معنی داری بین استفاده از تلفن همراه و اختلال در توجه، یادگیری و تمرکز کاربران به دست آوردند(۲۰). تأثیر منفی امواج حاصل از تلفن همراه بر روی فعالیت ها و توانایی های مغز در برخی مطالعات به اثبات رسیده است(۲۲-۲۰). Saikhedkar و همکاران اثرات تابش امواج تلفن همراه بر ساختار و عملکرد مغز موش را مورد مطالعه قرار دادند، نشان دادند امواج تلفن همراه می تواند سبب افزایش سطح اضطراب و کاهش یادگیری در موش ها شود(۲۳). در مطالعه ای گزارش شد امواج تلفن همراه سبب تغییرات قابل ملاحظه ای در میزان غلظت دوپامین، نوراپی نفرین و سروتونین در چهار ناحیه ی هیپوکامپ، هیپوتالاموس، بصل مغز میانی و مدولا در مغز موش های بالغ می شوند. این تغییرات در مقدار غلظت میانجی های عصبی می تواند در ایجاد اضطراب و مشکلات مربوط به حافظه و یادگیری مؤثر باشد(۲۴).

نتیجه گیری

میزان دمای بافت مغز در فاصله ۴ میلیمتری نه تنها بیشتر از فاصله ۴ سانتیمتری بود بلکه در فاصله ۴ میلیمتری با افزایش عمق بافت میزان دما نیز بیشتر بود درواقع در فاصله ۴ میلیمتری بافت با تلفن همراه دما در قشرهای خاکستری و سفید مغز حتی بعد از مواجهه حالت تجمعی داشته و این تجمع دما در عمق های بالاتر که قشر سفید مغز می باشد، بیشتر بود. از طرفی فاصله بافت مغز با تلفن همراه در میزان افزایش دمای بافت تأثیر واضح و مشخصی داشت به طوری که با افزایش فاصله میزان افزایش دمای بافت کاهش یافت. بنابراین فاصله بافت مغز با تلفن همراه پارامتری بسیار مهم در کاهش میزان حرارت ناشی از امواج تلفن همراه در این مطالعه مطرح شد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان به شماره ۳۹۴۱۰۴۷ بود. نویسندگان بر خود لازم می دانند صمیمانه از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و مسئول آزمایشگاه عوامل زیان‌آور فیزیکی دانشکده بهداشت تشکر و قدردانی نمایند.

ملاحظات اخلاقی: پروتکل این مطالعه در کمیته پزشکی دانشگاه علوم پزشکی استان اصفهان به شماره مرجع IR.MUI.REC.1394.3.1047 به تأیید رسیده است.

Reference

1. Stankovic´ V, Jovanovic´ D, Krstic´ D, Markovic´ V, Cvetkovic´ N. Temperature distribution and Specific Absorption Rate inside a child's head. Int J *Heat Mass Transfer* 2017; 104: 559–65.

2. Anguera J, Andújar A, Huynh M-C, Orlenius C, Picher C, Puente C. Advances in antenna technology for wireless handheld devices. Int J Antennas Propag 2013; 2013: 1-25.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjku.23.2.37]

3. Khurana VG, Teo C, Kundi M, Hardell L, Carlberg M. Cell phones and brain tumors: a review including the long-term epidemiologic data. Surg Neurol 2009; 72: 205-14.
4. Hussein S, El-Saba A-A, Galal MK. Biochemical and histological studies on adverse effects of mobile phone radiation on rat's brain. J Chem Neuroanat 2016; 78: 10-19.
5. Lahiri B, Bagavathiappan S, Soumya C, Jayakumar T, Philip J. Infrared thermography based studies on mobile phone induced heating. Infrared Phys Technol 2015; 71: 242-51.
6. Develi I, Sorgucu U. Prediction of temperature distribution in human BEL exposed to 900MHz mobile phone radiation using ANFIS. Appl Soft Comput 2015; 37: 1029-36.
7. Lindholm H, Alanko T, Rintamäki H, Kännälä S, Toivonen T, Sistonen H, et al. Thermal effects of mobile phone RF fields on children: a provocation study. Prog Biophys Mol Biol 2011; 107: 399-403.
8. Perrin A, Cretallaz C, Collin A, Amourette C, Yardin C. Effects of radiofrequency field on the blood-brain barrier: A systematic review from 2005 to 2009. Comptes Rendus Physique 2010; 11: 602-12.
9. Rusnani A, Norsuzila N, editors. Measurement and analysis of temperature rise caused by handheld mobile telephones using infrared thermal imaging. RF and Microwave Conference. 2008 Dec. 1-2, Kuala Lumpur, Malaysia.
10. Isa R, Pasya I, Taib M, Jahidin A, Omar W, Fuad N, et al. Classification of brainwave asymmetry influenced by mobile phone radiofrequency emission. Procedia Soc Behav Sci 2013; 97: 538-45.
11. Anderson V, Rowley J. Measurements of skin surface temperature during mobile phone use. Bioelectromagnetics 2007; 28: 159-62.
12. Wessapan T, Srisawatdhisukul S, Rattanadecho P. Specific absorption rate and temperature distributions in human head subjected to mobile phone radiation at different frequencies. Int J Heat Mass Transfer 2012; 55: 347-59.
13. Kaplan, S, Deniz OG, Önger ME, Türkmen AP, Yurt KK, Aydin I, et al. Electromagnetic field and brain development. J Chem Neuroanat 2016; 75: 52–61.
14. Hossain M, Faruque MRI, Islam MT. Analysis on the effect of the distances and inclination angles between human head and mobile phone on SAR. Prog Biophys Mol Biol 2015; 119: 103-10.
15. Kivekas O, Ollikainen J, Lehtiniemi T, Vainikainen P. Bandwidth, SAR, and efficiency of internal mobile phone antennas. IEEE T Electromagn C 2004; 46: 71-86.
16. Hirata A, Sugiyama H, Fujiwara O. Estimation of core temperature elevation in humans and animals for whole-body averaged SAR. Prog Electromagn Res 2009; 99: 53-70.
17. Alaei P. Introduction to health physics. Med Phys 2008; 35: 5959.
18. Beason RC, Semm P. Responses of neurons to an amplitude modulated microwave stimulus. Neurosci Lett 2002; 333: 175-8.
19. Hocking B, Westerman R. Neurological effects of radiofrequency radiation. Occup Med 2003; 53: 123-7.
20. Mortazavi SMJ, Atefi M. The ability of GSM mobile phone users in detecting exposure to electromagnetic fields and the bioeffects of these fields on their vital signs. JKMU 2010; 17: 257-67.
21. Kesari KK, Siddiqui M, Meena R, Verma H, Kumar S. Cell phone radiation exposure on brain and associated biological systems. Indian J Exp Biol 2013; 51: 187-200.
22. Li H-J, Peng R-Y, Wang C-Z, Qiao S-M, Yong Z, Gao Y-B, et al. Alterations of cognitive function and 5-HT system in rats after long term microwave exposure. Physiol Behav 2015; 140: 236-46.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjku.23.2.37]

23. Saikhedkar N, Bhatnagar M, Jain A, Sukhwal P ,Sharma C, Jaiswal N. Effects of mobile phone radiation (900 MHz radiofrequency) on structure and functions of rat brain. Neurol Res 2014; 36: 1072-9.
24. Ezz HA, Khadrawy Y, Ahmed N, Radwan N, El Bakry M. The effect of pulsed electromagnetic radiation from mobile phone on the levels of monoamine neurotransmitters in four different areas of rat brain. Eur Rev Med Pharmacol Sci 2013; 17: 1782-8.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-05]

[DOI: 10.29252/sjku.23.2.37]