

# تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر پیامدهای بارداری و بعد از

## تولد: مرور سیستماتیک

مروراید ایرانی<sup>۱</sup>، مریم آراممهر<sup>۲\*</sup>، سیده عادله رحمانیان<sup>۳</sup>، صدیقه احمدی<sup>۴</sup>

۱. دکتری بهداشت باروری، گروه مامایی، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران.
۲. کارشناس ارشد مامایی، گروه مامایی، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران.
۳. کارشناس ارشد مامایی، شبکه بهداشت و درمان شیروان، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران.
۴. کارشناس ارشد مامایی، بیمارستان رازی تربت حیدریه (سازمان تأمین اجتماعی)، تربت حیدریه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۷

### خلاصه

**مقدمه:** انسان به‌طور دانسته یا ندانسته، هر روز در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی قرار می‌گیرد و در عصر حاضر، الکترونیسته جزء جدایی‌ناپذیر زندگی می‌باشد. لذا مطالعه حاضر با هدف مرور سیستماتیک مطالعات انجام شده در مورد تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر پیامدهای بارداری و بعد از تولد انجام شد.

**روش کار:** در این مطالعه مروری که بر اساس گایدلاین PRISMA نگارش شد، تمامی مطالعات کوهورت و مورد - شاهدهی از پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر PubMed، Scopus، Iran Medex، SID، Web of Science، Medlib، Magiran، Science Direct و Google Scholar با کلیدواژه‌های میدان الکترومغناطیسی، تلفن همراه، ایستگاه‌های پایه تلفن همراه، تماشای تلویزیون، استفاده از اینترنت، پیامدهای بارداری، مرگ پری‌ناتال، پره‌اکلامپسی، سرطان‌های دوران کودکی، آسم در فرزندان، نقایص مادرزادی، اختلالات رفتاری و عاطفی و معادل انگلیسی آنها بدون محدودیت زمانی تا مه ۲۰۲۲ جستجو شدند. کیفیت مطالعات با معیار نیوکاسل اتاوا بررسی شد. تجزیه و تحلیل مطالب به‌صورت کیفی صورت گرفت.

**یافته‌ها:** در این مطالعه ۴۷۷ مقاله استخراج شد. سپس ۱۰ مطالعه با نمره ۶ و بالاتر با معیار نیوکاسل اتاوا، مورد بررسی قرار گرفت. بررسی متغیرهای ارزیابی شده در مقالات نشان داد، تماس پدر با امواج الکترومغناطیسی با خطر مرگ‌ومیر پری‌ناتال، پره‌اکلامپسی و نقایص هنگام تولد و مواجهه مادر با خطر آسم، کاهش مایع آمنیوتیک، کاهش مهارت‌های حرکتی، تأخیر رشد عصبی کودکان همراه بوده است، ولی زندگی زنان باردار در مجاورت دکل‌ها، کابل‌های ولتاژ برق بالا و ایستگاه‌های پایه تلفن همراه، باعث افزایش ناهنجاری‌های مادرزادی، سرطان‌های کودکی و مشکلات رفتاری و عاطفی کودکان (مانند بیش‌فعالی، بی‌توجهی) نشد.

**نتیجه‌گیری:** تماس پدر یا مادر طی بارداری با امواج الکترومغناطیسی می‌تواند باعث مشکلاتی در بارداری و فرزندان آنها شود، لذا توصیه می‌شود تا حد امکان مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیسی را کنترل نمایند.

**کلمات کلیدی:** امواج الکترومغناطیسی، بارداری، پیامدهای بارداری، دوره پس از زایمان، ناهنجاری

\* نویسنده مسئول مکاتبات: مریم آراممهر؛ دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران. تلفن: ۰۵۱-۳۲۷۱۵۲۱۰  
پست الکترونیک: maryam.aradmehr@yahoo.com

## مقدمه

امواج الکترومغناطیسی از میدان‌های الکترومغناطیسی عمود بر هم تشکیل شده و می‌تواند از دستگاه‌های مختلف که با نیروی الکتریسته و مغناطیس کار می‌کنند، تولید گردد (۱). میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس‌های مایکروویو و رادیویی، ابزار خوبی جهت شناخت زمینه‌های بیولوژیکی، مولکولی، رشد و نمو طبیعی، پاسخ‌های ایمنی و فرآیند ارتباط بین سلول‌ها را فراهم نموده‌اند (۲). با توجه به اینکه در عصر حاضر، الکتریسته جزء جدایی‌ناپذیر زندگی می‌باشد، انسان به‌طور دانسته یا ندانسته هر روز در معرض تشعشعات و میدان‌های الکترومغناطیسی قرار می‌گیرد. منابع متداول پرتوهای الکترومغناطیس در مشاغل یا محیط زندگی شامل: پرتو ماوراء بنفش، وسایل تشخیص طبی یا تجهیزات پزشکی مانند MRI یا الکترودهای جراحی، انکوباتور، انواع میکروسکوپ، انواع گیرنده‌ها و فرستنده‌های پزشکی، نظامی، رادیو و تلویزیون، وسایل و تجهیزات الکتریکی مانند یخچال، هود، ماکروویو، کامپیوتر، ماهواره‌ها، تلفن، اینترنت و مخابرات، خطوط انتقال نیرو، نیروگاه‌های برق و امواج ناوربی می‌باشند (۳، ۴).

امواج الکترومغناطیسی می‌تواند بر بدن موجودات زنده اثر بگذارد (۳). اخیراً، مرکز تحقیقات بین‌المللی سرطان‌شناسی، امواج رادیوفرکانسی را در طبقه‌بندی تشعشعات کارسینوژنیک احتمالی گنجانده است (۵). برگ (۱۹۹۹) شدت، زمان در معرض بودن و فرکانس امواج را سه فاکتور مهم جهت تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر روی عملکرد سلول‌های بدن دانست (۶). کاربرد و گسترش روزافزون وسایل و لوازم خانگی مولد میدان الکترومغناطیسی، باعث توجه فراوان مراکز تحقیقاتی نظیر سازمان جهانی بهداشت به بررسی اثرات زیان‌بار آن بر سلامتی انسان شده است (۷) و نگرانی‌ها در مورد زنان باردار، به‌دلیل اثرات ناهنجاری‌زایی امواج الکترومغناطیس بر فرآیندهای مختلف رشد و نمو بیشتر شده است، لذا تحقیقات متعددی در زمینه اثرات امواج الکترومغناطیس بر بارداری انجام شده و نتایج متفاوتی از مرگ اولیه جنین

و ناهنجاری‌های جنینی تا تغییرات رفتاری بعد از تولد گزارش شده است (۸، ۹).

دارابی و همکار (۲۰۱۲) در پژوهشی نشان دادند که قرارگیری موش‌های باردار در مقابل امواج الکترومغناطیسی بسیار ضعیف، سبب کاهش تعداد رویان‌ها در مرحله مورولا، کاهش تعداد سلول‌های توده درونی رویان و تروفواکتودرم می‌گردد (۱۰). در مطالعه هینریچ و همکاران (۲۰۱۰)، بین مواجهه بزرگسالان با میدان مغناطیسی رادیوفرکانسی تلفن همراه و علائم سردرد، تحریک‌پذیری و خستگی ارتباط آماری معنی‌داری گزارش شد، ولی در کودکان مواجهه یافته با امواج تلفن همراه ارتباط معنی‌داری وجود نداشت (۱۱). در مطالعات دیگر از جمله چوی و همکاران (۲۰۱۷) و وریچهد و همکاران (۲۰۱۰) نیز به بروز اختلالات رفتاری و نقایص تکامل عصبی تحت تأثیر امواج اشاره داشتند. مکانیسم‌های احتمالی که در این زمینه بر اساس مدل‌های تحقیقاتی مطرح شده است، شامل اثرات گرمایشی امواج بر تکامل عصبی جنین می‌باشد، هرچند میزان جذب امواج ساطع شده از تلفن همراه به‌وسیله رحم مادر پایین است (۱۲، ۱۳).

مطالعه جلودار و همکار (۲۰۰۹) نشان داد که قرار گرفتن در معرض امواج مایکروویو نشت یافته از اجاق مایکروفر در دوران بارداری، برای رشد و سلامت جنین مضر بوده و خطر مرگ را افزایش می‌دهد (۱۴). گوشی‌های همراه، انرژی فرکانس رادیویی منتشر می‌کنند که یک نوع پرتو غیریون‌ساز است. بافت بدن انسان در قسمتی که به آنتن نزدیک‌تر است، این انرژی را جذب می‌کند. این نیروها، با میدان وابسته به نیروی مغناطیسی در بدن انسان تداخل دارند و موجب ایجاد اختلالاتی در عملکرد سیستم‌های مختلف بدن فرد و حتی جنین در حال رشد می‌شوند (۱۵، ۱۶). در پژوهش حسینی و همکاران (۲۰۱۹) تماس مادران باردار با امواج (تلفن، اینترنت و وایفای) باعث کاهش میزان مایع آمنیوتیک در دوران بارداری شد (۱۷). مطالعه ال‌سید و همکاران (۲۰۱۱) بر روی موش‌های صحرایی باردار نشان داد که امواج موبایل باعث افزایش احتمال سقط جنین در مادران و کاهش وزن و طول

بدن در نوزادان و بروز اختلالاتی در سیستم اسکلتی نظیر دم کوتاه و بدون انحنا، عدم وجود دنده‌های آزاد و عدم وجود مهره‌های مربوط به دم می‌شود (۱۸). مطالعات مروری محدودی که تاکنون در زمینه تأثیر امواج الکترومغناطیس در انسان انجام شده، مانند مطالعه ال جراح و همکار (۲۰۲۲) (۱۹) و دو مطالعه اشرفی‌نیا و همکاران (۲۰۲۱، ۲۰۲۲) (۵، ۲۰) صرفاً به مرور مقالات در زمینه تأثیر امواج تلفن همراه بر بارداری پرداخته‌اند.

از آنجایی که کیفیت مرتبط با سلامت زندگی که متأثر از تشعشع امواج الکترومغناطیسی (EMF)<sup>۱</sup> بر زندگی هر فرد می‌باشد، جزء مسائل بسیار بحث‌برانگیز می‌باشد (۲۱) و با توجه به افزایش روزافزون استفاده از امواج الکترومغناطیسی در صنعت و پزشکی برای مقاصد مختلف و استفاده میلیاردها نفر در سراسر دنیا از موبایل (به‌عنوان وسیله مولد امواج الکترومغناطیس)، بررسی همه جانبه‌ای درباره اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی بر پیامد بارداری مادر و نوزاد و روند تکوین و تولید اندام‌های مختلف در جنین ضروری به‌نظر می‌رسد. از سوی دیگر نگرانی عمومی از مواجهه با امواج به‌خصوص در دوره‌های بحرانی مانند زندگی داخل رحمی و اوایل کودکی به‌عنوان یکی از چالش‌های جدید در عصر حاضر می‌باشد (۲۲)، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر پیامدهای بارداری مادر و نوزاد به روش مرور سیستماتیک انجام گردید.

## روش کار

مطالعه مرور سیستماتیک حاضر حاصل مرور شواهد منتشر شده پیرامون ارتباط امواج و میدان‌های الکترومغناطیسی و پیامدهای بارداری و نوزادی تا ۲۰۲۲ در پایگاه‌های فارسی و انگلیسی بدون محدودیت زمانی می‌باشد که بر اساس گایدلاین پریزما نگارش شد. تمام مطالعات منتشر شده مورد شاهدهی و کوهورت که پیامدهای بارداری را به‌دنبال تماس هر یک از والدین با EFM در طی بارداری در هر یک از سه ماهه اول و دوم

بارداری داشتند، جزء معیارهای ورود به مطالعه بودند. هرگونه تماسی از میدان‌های مغناطیسی شامل استفاده از موبایل، ایستگاه‌های تلفن همراه، تماشای تلویزیون، استفاده از اینترنت، کار پدر با قایق و تماس‌های شغلی با امواج مدنظر قرار گرفت. پیامدهای مورد بررسی شامل پره‌اکلامپسی، مرگ‌ومیر پری‌ناتال، ناهنجاری مادرزادی، میزان مایع آمنیوتیک، آسم در فرزندان، مشکلات رفتاری، عاطفی و سرطان‌های زودرس کودکی بودند. مقالاتی که صرفاً خلاصه آنها در دسترس بود و نویسندگان آنها به ایمیل درخواست ارسال مقاله کامل بعد از یک ماه پاسخ ندادند، مطالعات با زبان‌های غیر از فارسی و انگلیسی و مطالعاتی که بر روی حیوانات انجام شده بود، از مطالعه خارج شدند.

مقالات مرتبط انگلیسی و فارسی، در محدوده زمانی ذکر شده ابتدا در Google Scholar جستجو، سپس جستجوی اختصاصی در پایگاه‌های اطلاعاتی Scopus، PubMed، Science Direct، CINAHL، Web of Science، ProQuest، Iran Medex، Magiran، Medlib و SID انجام گرفت. سپس چکیده مقالات از پایگاه‌های تعیین شده استخراج و از نظر تعداد مقالات در زمینه ارتباط با امواج الکترومغناطیسی و نتایج بارداری و بعد از تولد در کودکان بررسی شدند. پس از حذف مقالات کاملاً غیرمرتبط با هدف پژوهش، متن کامل مقالات مرتبط تهیه شده و در اختیار مرورگرها قرار گرفت. در واقع از استراتژی جستجو و کلیدواژه‌های زیر و معادل انگلیسی آنها با تمامی ترکیبات احتمالی به کمک عملکردهای AND و OR استفاده شد. کلیدواژه‌های فارسی شامل: میدان الکترومغناطیسی، تلفن همراه، ایستگاه‌های پایه تلفن همراه، تماشای تلویزیون، استفاده از اینترنت، پیامدهای بارداری، مرگ پری‌ناتال، پره‌اکلامپسی، سرطان‌های دوران کودکی، آسم در فرزندان، نقایص مادرزادی، اختلالات رفتاری و عاطفی و معادل انگلیسی آنها: Electromagnetic Field، mobile phones، mobile phone base stations، watching TV، using Internet، pregnancy outcome، perinatal

<sup>1</sup> Electromagnetic Field

مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱). این چکلیست شامل سه بخش یعنی معیارهایی برای بررسی انتخاب افراد تحت مطالعه، مقایسه آن‌ها و همچنین مواجهه و پیامد می‌باشد و حداقل و حداکثر امتیاز این ابزار بین ۰ تا ۹ می‌باشد. در این ابزار، مقالاتی که نمره ۶ و بالاتر کسب می‌کنند، جزء مقالات با کیفیت بالا محسوب می‌شوند (۲۳، ۲۴).

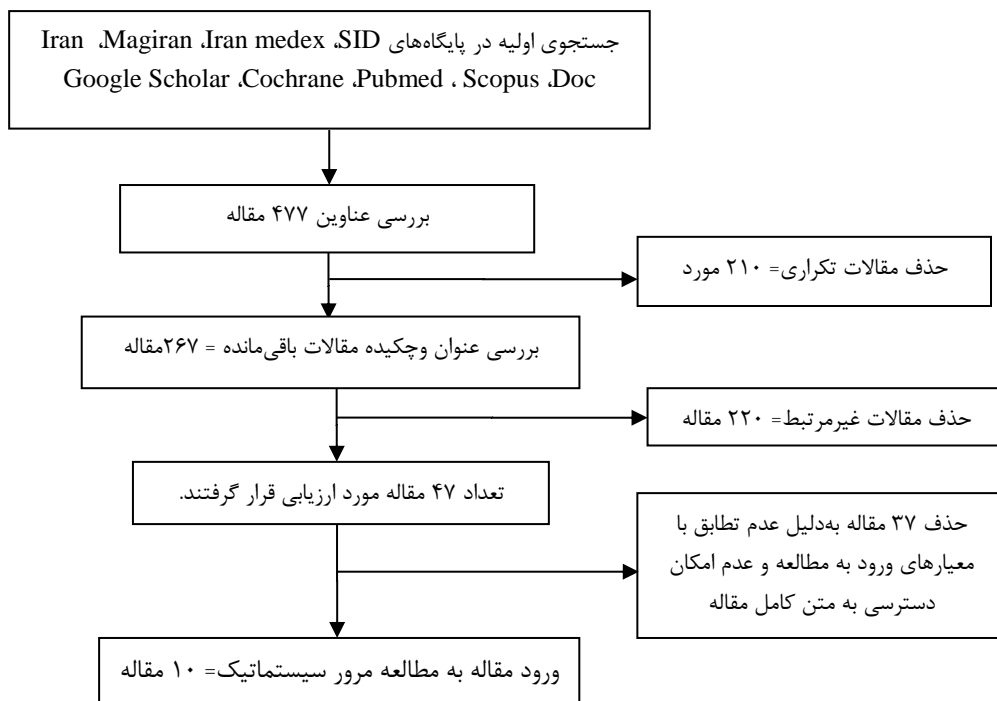
### یافته‌ها

در جستجوی اولیه، ۴۷۷ مقاله یافت شد که پس از مرور عناوین و چکیده مقالات و حذف موارد تکراری و غیرمرتبط، ۱۰ مقاله مرتبط احتمالی مورد بررسی قرار گرفت. از این بین، ۴۶۷ مقاله به دلیل عدم تطابق با معیارهای ورود به مطالعه، عدم دسترسی به اصل مقاله و عدم اطلاعات کافی در چکیده مقاله حذف شدند و در نهایت ۱۰ کوهورت و مورد و شاهدهی مورد بررسی قرار گرفتند (نمودار ۱). مطالعات مورد بررسی از نوع کوهورت و مورد شاهدهی بودند که مشخصات این مطالعات در جدول ۱ نشان داده شده است.

childhood cancers, preeclampsia, death, birth defects, asthma in offspring, emotional disorders و behavioral disorders بود.

سپس فهرستی از تمام مقالات موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی یاد شده تهیه شد. عناوین مقالات به دست آمده توسط پژوهشگران بررسی و موارد تکراری حذف گردید، سپس عنوان و چکیده مقالات باقی‌مانده به دقت مورد مطالعه قرار گرفت و مقالات غیرمرتبط رد شد. در نهایت متن کامل مقالات مرتبط احتمالی بررسی و نسبت به انتخاب مقالات مناسب اقدام گردید. برای جلوگیری از سوگرایی، تمام مراحل استخراج و بررسی منابع توسط دو پژوهشگر و به صورت مستقل از هم انجام گرفت. در مواردی که اختلاف نظر بین دو پژوهشگر وجود داشت، بررسی مقاله توسط فرد سوم انجام گرفت.

کیفیت مقالات وارد شده به این مرور سیستماتیک با استفاده از معیار نیوکاسل اتاوا (NOS) که یک چکلیست استاندارد و مشهور بین‌المللی جهت ارزیابی کیفیت مطالعات هم‌گروهی و مورد شاهدهی می‌باشد،



نمودار ۱- فلوچارت مراحل ورود مطالعات به مرور سیستماتیک

در این مطالعه مروری، از ۱۰ مطالعه گزارش شده، ۸ مورد به صورت کوهورت و ۲ مورد به صورت مورد - شامدی بودند که از این تعداد، ۴ مطالعه (۴۰٪) در کشور نروژ (۲۲، ۲۵، ۲۶، ۲۷)، ۲ مطالعه (۲۰٪) در ایران (۱۷، ۲۸) و ۴ مطالعه (۴۰٪) به ترتیب در آمریکا (۲۹)، لندن (۳۰)، کره جنوبی (۱۲) و هلند (۳۱) انجام شده بود. در زمینه تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر پیامدهای بارداری، ۵ مطالعه (۵۰٪) و در زمینه تأثیر بر پیامدهای بعد از تولد در کودکان نیز ۵ مطالعه (۵۰٪) یافت شد.

### پیامدهای بارداری

در مطالعه باست و همکاران (۲۰۱۲) که پیامدهای بارداری پس از مواجهه پدران با میدان‌های رادیوفرکانسی قایق‌های گشت سریع را بررسی کردند، میزان مواجهه پدران در دو دوره حاد و غیرحاد یعنی ۳ ماه قبل از لقاح و تماس بیشتر از ۳ ماه قبل از لقاح را بررسی کردند و نتایج نشان داد که تماس پدر در دوره حاد (۳ ماه قبل از لقاح) با مرگ‌ومیر پری‌ناتال ( $p=0/01$ ) با خطر نسبی  $2/87$  (۹۵٪ CI،  $1/25-6/59$ ) و پره‌اکلامپسی ( $p=0/03$ ) با خطر نسبی  $2/67$  (۹۵٪ CI،  $1/50-4/75$ ) در ارتباط است (۲۵)، اما نتایج مطالعه آینده‌نگر باست و همکاران (۲۰۱۵) در زمینه پیامدهای بارداری به دنبال مواجهه والدین با تلفن همراه که توسط پرسشنامه در هفته ۱۵ و ۳۰ بارداری تکمیل شد، نشان داد که بین میزان تماس با تلفن همراه و مرگ‌ومیر دوره پره‌ناتال با خطر نسبی  $0/92$  (۹۵٪ CI،  $0/82-1/03$ ) و پره‌اکلامپسی با خطر نسبی  $0/92$  (۹۵٪ CI،  $0/13-1/13$ ) افزایش ریسک خطر وجود ندارد (۲۷).

در مطالعه مه‌رام و همکار (۲۰۱۳) در زمینه تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین بر بارداری، در گروه مورد یعنی زنان بارداری که در مجاورت دکل‌ها و کابل‌های ولتاژ برق بالا زندگی می‌کردند، در مقایسه با گروه کنترل، اختلاف آماری معنی‌داری در ناهنجاری‌های مادرزادی مشاهده نشد ( $p=0/637$ ) (۲۸). برخلاف نتایج مه‌رام و همکاران، مطالعه امجون و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد بین تماس شغلی پدران با امواج الکترومغناطیسی متوسط و نقیص

هنگام تولد با نسبت شانس  $2/4$  ( $1/22-4/70$ ) ارتباط وجود دارد (۲۶).

در مطالعه حسینی و همکاران (۲۰۱۹) تحت عنوان "ارزیابی و پیش‌بینی تأثیر امواج پرازیت‌ها و استفاده از موبایل در مادران باردار بر میزان آب دور جنین بر مبنای الگوریتم‌های داده‌کاوی" که بر روی ۸۰ مادر باردار مراجعه کننده به کلینیک‌های بارداری انجام شد، الگوریتم‌های داده‌کاوی که با کمک متخصصین زنان و نیز متخصصین مخابرات طراحی شد، به موارد مختلف نحوه استفاده از اینترنت و تلفن همراه در زندگی روزمره مادران باردار پرداخت. نتایج این مطالعه بر اساس الگوریتمی با دقتی برابر ۸۰٪ نشان داد، در صورتی که مادران باردار بالای ۶ ساعت در روز از تلفن همراه و ۴ ساعت به بالا از اینترنت و ۸ ساعت به بالا اینترنت با وای‌فای روشن استفاده نمایند، حتماً آب دور جنین آنها کم خواهد شد (۱۷).

### پیامدهای بعد از تولد

نتایج مطالعه لی و همکاران (۲۰۱۱) در ارتباط با مواجهه مادران با میدان‌های مغناطیسی در طول بارداری و خطر آسم در فرزندان نشان داد مواجهه مادر با امواج میدان مغناطیسی در دوران بارداری با افزایش میزان آسم در فرزندان آنها، با خطر نسبی  $1/15$  (۹۵٪ CI،  $1/27-1/04$ ) همراه است که این خطر نسبی وابسته به دوز می‌باشد؛ به طوری که هر یک میلی‌گاوس افزایش سطح مواجهه مادر با امواج میدان مغناطیسی، با افزایش  $1/15$ ٪ میزان آسم در فرزندان همراه بوده است (۲۹).

الیوت و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه خود اظهار داشتند، هیچ ارتباطی بین خطر ابتلاء به سرطان‌های زودرس کودکی و تخمین میزان مواجهه مادر با ایستگاه‌های پایه تلفن همراه در دوران بارداری وجود ندارد ( $p=0/31$ ) (۹۵٪ CI،  $0/48-0/90$ ؛  $OR=1/16$ ) (۳۰).

پاپادوپولو و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه خود بر روی ۴۵۳۸۹ جفت مادر و کودک گزارش کردند، کودکانی که مادران آنها در ماه‌های اول بارداری از تلفن همراه استفاده کرده‌اند در مقایسه با مادرانی که از تلفن همراه

رشد روانی حرکتی (PDI)<sup>۱</sup> و شاخص رشد ذهنی (MDI)<sup>۲</sup> در نوزادان و کودکان در ۶، ۱۲، ۱۶ و ۳۶ ماهگی همراه است (۱۲). گاکسن و همکاران (۲۰۱۳) نیز در یک مطالعه آینده‌نگر بر ۲۶۱۸ کودک گزارش کردند که ارتباطی بین مشکلات رفتاری و تعداد تماس‌ها در دوران بارداری وجود ندارد (۱/۰۷-۰/۵۳؛ OR=۰/۷۵) (۳۱).

استفاده نکرده‌اند، در سن ۳ سالگی مهارت‌های حرکتی پایین‌تری دارند، اما این تفاوت در سن ۵ سالگی مشاهده نشد (۲۲). بر اساس نتایج مطالعه چوی و همکاران (۲۰۱۷) در زمینه رشد شاخص عصبی در ۳ سال اول بعد از استفاده از تلفن همراه، مواجهه با امواج رادیویی و سرب در دوران بارداری، استفاده از تلفن همراه در دوران بارداری به‌طور قابل توجهی با شاخص

جدول ۱- مشخصات مطالعات انجام شده در زمینه امواج الکترومغناطیسی و پیامدهای بارداری و بعد از تولد و نمره کیفیت مقالات با استفاده از معیار نیوکاسل اتاوا

نمره نیوکاسل اتاوا (NOS)	متغیرهای کنترل شده	خلاصه نتایج/ نتیجه‌گیری	حجم نمونه		مدت زمان پیگیری	جمعیت مورد بررسی	متغیر مورد بررسی	نوع مطالعه	نویسنده / سال / رفرنس
			گروه شاهد/ کنترل	گروه مورد/ مواجهه					
۹	سن مادر و پدر، تعداد حاملگی، متغیرهای جمعیت‌شناسی سلامتی مادر قبل حاملگی و در طول حاملگی، عوارض دوران بارداری و زایمان	کار پدر روی قایق‌های گشت زنی سریع در طی دوره حاد (مواجهه با امواج الکترومغناطیسی در طول ۳ ماه قبل از لقاح) با مرگ‌ومیر پری‌ناتال و پره‌اکلامپسی همراه بود.	۴۴۵۶	۶۶۰	۱۹۶۷-۲۰۰۸	پدران نیروی دریایی نیروی دارای صاحب فرزندان تک‌قلو	پره‌اکلامپسی، مرگ‌ومیر پری‌ناتال	کوهورت گذشته: گر	باست و همکاران (۲۰۱۲) (۲۵)
۷	سن حاملگی، نوع زایمان	در دو گروه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در ناهنجاری‌های مادرزادی مشاهده نشد (P=۰/۶۳۷).	۱۵۸	۲۲۲	۲۰۱۱	همه زنان باردار ساکن در مناطق با و بدون فرکانس بسیار کم میدان‌های الکترومغناطیسی	ناهنجاری‌های مادرزادی	کوهورت	مهرام و همکار (۲۰۱۳) (۲۸)
۸	سال و مکان تولد، سطح تحصیلات پدر، سن مادر	ارتباطی بین مواجهه شغلی پدر با امواج الکترومغناطیسی متوسط و نقایص هنگام تولد یافت شد.	۳۷۶۸۳۷	۲۴۸۸۵	۱۹۹۵ تا ۱۹۷۶	پدران نوزادان دارای نقایص هنگام تولد و یا پیامدهای نامطلوب بارداری	ناهنجاری‌های مادرزادی	کوهورت گذشته: نگر	امجون و همکاران (۲۰۰۶) (۲۶)
۹	سلامت مادر قبل و در دوران بارداری، عوارض در دوران بارداری، سیگار کشیدن مادر و پدر، سن پدر و مادر، تعداد حاملگی	بین میزان تماس با تلفن همراه و مرگ‌ومیر دوره پره‌ناتال و پره‌اکلامپسی افزایش ریسک خطر وجود نداشت.	۲۴۱۷۱	۱۵۱۳۹	۱۹۹۹-۲۰۰۹	پدران نیروی دریایی همسران در سن حاملگی حداقل ۱۵ هفته	پره‌اکلامپسی، مرگ‌ومیر پری‌ناتال	مطالعه کوهورت آینده‌نگر	باست و همکاران (۲۰۱۵) (۲۷)
۸	-	در صورتی که مادران باردار، بالای ۶ ساعت در روز از تلفن همراه و ۴ ساعت به بالا از اینترنت و ۸ ساعت به بالا اینترنت با وایفای روشن استفاده نمایند، حتماً آب دور جنین آنها کم خواهد شد.	۴۰	۴۰	۲۰۱۸	مادران باردار مراجعه‌کننده به کلینیک‌ها و بیمارستان‌ها و نیز مادران تازه زایمان کرده	میزان مایع آمنیوتیک	مورد-شاهد	حسینی و همکاران (۲۰۱۹) (۱۷)
۹	سن، تحصیلات، نژاد و شایع توده بدنی مادر، درآمد خانواده، سیگار کشیدن والدین در طول حاملگی، عفونت در حاملگی، مصرف	هر یک میلی‌گوس افزایش سطح مواجهه مادر با امواج میدان مغناطیسی در دوران بارداری با افزایش ۱۵٪ میزان آسم در فرزندان همراه	۶۲۶	۱۳۰	۲۰۱۰-۱۹۹۶	زنان باردار ۵ تا ۱۳ هفته	آسم در فرزندان	کوهورت آینده‌نگر	لی و همکاران (۲۰۱۱) (۲۹)

<sup>1</sup> psychomotor development index  
<sup>2</sup> mental development index

	آنتی‌بیوتیک در بارداری، نوع زایمان، تاریخچه آسم مادر، تغذیه نوزاد با شیر مادر، جنسیت نوزاد، پاریتی مادر، وزن کم هنگام تولد، زایمان زودرس	بود.						
۸	هیچ ارتباطی بین خطر ابتلاء به سرطان‌های زودرس کودکی و تخمین میزان مواجهه مادر با ایستگاه‌های پایه تلفن همراه در دوران بارداری وجود نداشت.	۵۵۸۸	۱۳۹۷	-۲۰۰۱ ۱۹۹۹	مادران باردار و فرزندان آنها تا سن ۴ سالگی	سرطان‌های زودرس کودکی	مورد-شاهدی	الیوت و همکاران (۲۰۱۰) (۳۰)
۹	سن، تحصیلات و شغل مادر، درآمد، وضعیت تاهل، مصرف سیگار، الکل و مکمل اسیدفولیک در بارداری، نوع زایمان، مدت بارداری	تماس با موبایل در دوران بارداری با کاهش مهارت‌های حرکتی در کودکان ۳ ساله همراه بود.	۴۴۲۸	۴۰۶۹۱	-۲۰۰۸ ۱۹۹۹	مادران باردار ۱۷-۱۸ هفته استفاده کننده از تلفن و فرزندان آنها در ۳-۵ سالگی	مهارت‌های حرکتی کودکان	پاپادوپولو و همکاران (۲۰۱۷) (۲۲)
۹	جنسیت فرزند، سن، شغل و تحصیلات مادر، درآمد خانوار، سن بارداری، دفعات استفاده از هدست	استفاده مادران از موبایل در دوران بارداری اثر بالقوه تعدیل کننده بر تأخیر یا کاهش رشد عصبی کودکان در ۶، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ماهگی دارد.	۱۱۹۸	۴۱۸	-۲۰۱۰ ۲۰۰۶	زنان باردار و فرزندان آنها تا سن ۳ سالگی	رشد عصبی کودکان	جوی و همکاران (۲۰۱۷) (۱۲)
۸	سن و تحصیلات مادر، وزن و قد مادر، مصرف سیگار و الکل در بارداری، وضعیت اضطراب، افسردگی در بارداری	استفاده مادران از موبایل در دوران بارداری با بیش‌فعالی، بی‌توجهی و مشکلات رفتاری و عاطفی کودکان در ۵ سالگی همراه نبود.	۳۱۳	۲۲۳	-۲۰۰۴ ۲۰۰۳	زنان باردار و فرزندان آنها در ۷ سالگی	مشکلات رفتاری کودکان	گاکسن و همکاران (۲۰۱۳) (۳۱)

## بحث

در عصر امروز، با توجه به پیشرفت روزافزون تکنولوژی، افراد در محل کار و زندگی روزانه خود، به‌نحوی در معرض مواجهه با امواج مختلف رادیویی و الکترومغناطیس قرار می‌گیرند. در مطالعاتی که از گذشته تاکنون انجام گرفته، مشخص شده است میدان‌های الکترومغناطیس با ایجاد تغییرات فیزیکی و شیمیایی در بدن موجودات زنده، بر روی برخی فرآیندهای مهم بیوشیمیایی بدن انسان تأثیر می‌گذارند (۳). در مطالعات مروری یافت شده در زمینه تأثیر امواج الکترومغناطیس در انسان، مانند مطالعه ال‌جراح و همکار (۲۰۲۲) با عنوان تأثیر اشعه گوسی هوشمند بر بارداری (۱۹)، مطالعه اشرفی‌نیا (۲۰۲۱) با عنوان "تأثیر مواجهه مادران باردار و کودکان در استفاده از تلفن همراه بر مشکلات جسمی و رفتاری دوره کودکی" و در مطالعه دیگر اشرفی‌نیا (۲۰۲۲) با عنوان

"آیا قرار گرفتن در معرض تلفن همراه قبل و بعد از تولد با افزایش عوارض جانبی مادر، نوزاد و کودک همراه است" (۵، ۲۰)، صرفاً به مرور مقالات در زمینه تأثیر امواج تلفن همراه بر بارداری پرداخته‌اند. همچنین در این مطالعات مروری، تمام انواع مقالات از هر نوع وارد مطالعه شده‌اند. در حالی که در مطالعه حاضر، فقط مقالات مورد شاهدهی و کوهورت مدنظر قرار گرفته‌اند (که دلیل انتخاب مقالات مورد شاهدهی و کوهورت، اختصاصی‌تر بودن این مقالات از نظر روش و بنابراین قابل استنادتر بودن نتایج این مطالعات بوده است). همچنین مقالات با هرگونه منبع تماس میدان مغناطیسی (مانند استفاده از موبایل، ایستگاه‌های تلفن همراه، تماشای تلویزیون، استفاده از اینترنت، کار پدر با قایق و تماس‌های شغلی) وارد مطالعه شده‌اند. از دیگر تفاوت‌های مطالعه حاضر با مطالعات مروری یافت شده، می‌توان به بررسی جامع و گسترده پیامدهای

در زمینه ناهنجاری‌های جنینی، نتایج مطالعه امجون و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد، تماس شغلی پدران با امواج الکترومغناطیسی متوسط باعث نقایص هنگام تولد می‌شود (۲۶)، در حالی‌که در مطالعه مهرا م و همکار (۲۰۱۳) تماس مادران در دوران بارداری با میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین، تأثیری بر ناهنجاری‌های مادرزادی نداشت (۲۸). ناهمسو بودن نتایج دو مطالعه فوق، می‌تواند به دلیل تفاوت در روش اجرای دو مطالعه (تفاوت در گروه مواجهه و شدت امواج بررسی شده) باشد. در مطالعه امجون، شدت امواج متوسط و در مطالعه مهرا م، تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین بررسی شدند. با توجه به نقاط قوت مطالعه امجون که تحقیق در بازه زمانی طولانی بر روی حجم نمونه بزرگ و با کنترل عوامل مداخله‌گر انجام شد، به نظر می‌رسد مواجهه پدر با امواج، با تأثیر بر کیفیت اسپرم بر ناهنجاری جنین نقش مؤثری داشته باشد. برای اظهار نظر قطعی در زمینه تأثیر مواجهه مادر با امواج الکترومغناطیس بر ناهنجاری‌های جنینی، به نظر می‌رسد نیاز به انجام مطالعات گسترده‌تر با حجم نمونه بیشتر و با کنترل عوامل تأثیرگذار بر نتایج می‌باشد.

پژوهش حسینی و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد تماس مادران با امواج (تلفن، اینترنت و وایفای) باعث کاهش میزان مایع آمنیوتیک در دوران بارداری می‌شود (۱۷). فاکتور مهم بررسی شده در این مطالعه، مدت زمان استفاده از تلفن همراه، اینترنت و وای‌فای، در امواج و فرکانس‌های متفاوت بود. مطالعه حسینی با استفاده از روش‌های داده‌کاوی در دو فاز اصلی انجام شد و تاکنون در این زمینه تحقیقی به صورت داده‌کاوی انجام نشده است. در فاز اول این مطالعه پس از جمع‌آوری داده‌ها با اعمال الگوریتم‌های داده‌کاوی، به استخراج قوانین مؤثر بر کم شدن میزان آب دور جنین پرداخته شد. در فاز دوم این پژوهش، با استفاده از الگوریتم‌های دسته‌بندی، به پیش‌بینی بروز کم شدن آب دور جنین در مادران باردار پرداخته شد (۱۷). در این پژوهش الگوریتم SVM<sup>۱</sup> (ماشین بردار پشتیبانی) موفق به

دوران بارداری و بعد از بارداری توسط مطالعه حاضر و همچنین استفاده از مقالات در زمینه تأثیر امواج بر هر دو والد (نه فقط مادر) اشاره کرد. از سوی دیگر در مطالعات مروری یافت شده، فقط مقالات به زبان انگلیسی وارد مطالعه شده‌اند، در حالی‌که در مطالعه حاضر مقالات منتشر شده به زبان فارسی مورد بررسی قرار گرفتند.

مطالعه باست و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که مواجهه پدران با میدان‌های مغناطیسی ناشی از قایق‌های گشت‌زنی سریع در طی دوره قبل از لقاح (دوره حاد) می‌تواند منجر به پره‌اکلامپسی و مرگ‌ومیر پری‌ناتال شود (۲۵)، در حالی‌که در مطالعه دیگر باست و همکاران (۲۰۱۵) بر روی حجم نمونه بزرگ‌تر، استفاده هر یک از والدین از تلفن همراه در دوران بارداری با مرگ‌ومیر پره‌ناتال و پره‌اکلامپسی همراه نبود (۲۷). تفاوت نتایج این دو مطالعه، می‌تواند به دلیل تفاوت در منبع مولد امواج، گروه مواجهه و دوره زمانی مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیسی باشد؛ چراکه در مطالعه باست و همکاران (۲۰۱۲) تماس پدر با میدان‌های مغناطیسی ناشی از قایق‌های گشت‌زنی سریع ۳ ماه قبل از لقاح (۲۵) و در مطالعه باست و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر استفاده والدین از تلفن همراه در طی دوره بارداری بررسی شد (۲۷). بسیاری از تماس‌ها در دوران قبل از لقاح، می‌تواند با تأثیر بر کیفیت اسپرم، پیامدهای بارداری را تحت تأثیر قرار دهد. به عنوان مثال در متآنالیز لیو و همکاران (۲۰۱۴) که با هدف تعیین ارتباط استفاده از تلفن همراه بر کیفیت اسپرم انجام شد، اکثر مطالعات این مرور که در محیط آزمایشگاه و روی مطالعات حیوانی انجام شدند، اثرات منفی استفاده از تلفن همراه بر پارامترهای مایع سیمن را نشان دادند (۳۲). با توجه به نتیجه مطالعه باست (۲۰۱۲) (۲۵)، به نظر می‌رسد مواجهه پدر با امواج مغناطیسی در دوره حاد (قبل لقاح) بر روی کیفیت اسپرم‌ها تأثیرگذار باشد و شاید دلیل تأثیرگذاری امواج بر مرگ‌ومیر پره‌ناتال و پره‌اکلامپسی در این مطالعه، زمان مواجهه با امواج مغناطیسی باشد.

<sup>1</sup> Support Vector Machine



کسب بهترین نتیجه با دقتی برابر با ۸۰٪ شد. در این مطالعه هرچند مدت زمان زیادی جهت جمع‌آوری نمونه‌ها صرف شد؛ اما باز هم کمبود نمونه‌های قابل دسترس مخصوصاً نمونه‌هایی که آب دور جنین آنها کم می‌باشد، وجود داشت (۴۰ نمونه مورد و ۴۰ نمونه شاهد) و به کنترل عوامل مخدوش کننده نیز اشاره‌ای نشده بود. همچنین امکان سوگیری در پاسخ‌دهی وجود داشت، زیرا اطلاعات جمع‌آوری شده توسط شرکت‌کنندگان گزارش شده بود که می‌تواند قابلیت اطمینان پاسخ‌ها را تحت تأثیر قرار دهد و مادر ممکن است میزان استفاده از تلفن همراه در دوران بارداری را دست کم یا بیش از حد تخمین زده باشد. بنابراین نتیجه‌گیری قطعی در مورد تأثیر امواج الکترومغناطیسی بر میزان آب دور جنین، نیازمند طراحی و مطالعات گسترده‌تر با تعداد نمونه‌های بیشتر در این زمینه می‌باشد.

نتایج مطالعه لی و همکاران (۲۰۱۱) در ارتباط با مواجهه مادران با میدان‌های مغناطیسی در طول بارداری و خطر آسم در فرزندان نشان داد، مواجهه مادر با امواج میدان مغناطیسی در دوران بارداری با افزایش میزان آسم در فرزندان آنها همراه بوده که این خطر نسبی وابسته به دوز است (۲۹). هرچند فاکتورهای خطر قبل از تولد برای بیماری آسم به‌خوبی شناخته شده نیست، ولی تماس با آلرژن‌ها و فاکتورهای محیطی در دوران بارداری، می‌تواند تکامل سیستم ایمنی و ریه‌های جنین را نیز تحت تأثیر قرار داده و از این طریق بر خطر بروز آسم پس از تولد مؤثر باشد (۳۳، ۳۴). پاتوژنز زمینه‌ای بیماری آسم، احتمالاً ساختاری و به‌دلیل نقص عملکردی در اپی‌تلیوم و اختلال در سیستم ایمنی ذاتی می‌باشد و مواجهه با سطوح بالای امواج الکترومغناطیسی می‌تواند با رشد سلول‌های اپی‌تلیال و ایمنی ذاتی تداخل ایجاد کند (۳۵). برای درک این مکانیسم، نیاز به تحقیقات چند رشته‌ای مشترک می‌باشد.

در مطالعه الیوت و همکاران (۲۰۱۰) هیچ ارتباطی بین خطر ابتلاء به سرطان‌های زودرس کودکی و میزان مواجهه مادر با فرکانس‌های رادیویی ناشی از

ایستگاه‌های پایه تلفن همراه در دوران بارداری وجود نداشت (۳۰). البته میزان مواجهه با این فرکانس‌ها در جمعیت کلی، بسیار پایین بوده و ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ برابر پایین‌تر از درجات دستورالعمل کمیسیون بین‌المللی حفاظت در برابر تشعشعات غیریونیزان می‌باشد، با این حال حتی در سطوح پایین مواجهه، نگرانی‌های نظری در خصوص اثرات امواج بر کودکان، به‌دلیل افزایش دوز نسبی (به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) و حساسیت بالقوه بیشتر کودکان در مقایسه با بزرگسالان وجود دارد. به این دلایل در انگلستان توصیه شده است که مواجهه کودکان با تلفن همراه، باید به حداقل ممکن برسد (۳۰، ۳۶).

در زمینه تأثیر استفاده مادر از تلفن همراه بر مهارت‌های حرکتی و ذهنی فرزندان، ۳ مطالعه کوهورت انجام شده بود. در دو مطالعه پاپادوپولو و همکاران (۲۰۱۷) و چوی و همکاران (۲۰۱۷) استفاده از تلفن همراه در ماه‌های اول بارداری باعث کاهش مهارت‌های حرکتی و کاهش رشد شاخص ذهنی تا سن ۳ سالگی شد و این نتایج با کنترل پاسخ‌های وابسته به دوز، تأیید گردید (۱۲، ۲۲)، اما در مطالعه پاپادوپولو و همکاران (۲۰۱۷)، کاهش مهارت‌های حرکتی در سن ۵ سالگی مشاهده نشد که با مطالعه گاکسین و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی داشت. گاکسین در مطالعه خود با عنوان تأثیر استفاده مادران از موبایل در دوران بارداری با بیش‌فعالی، بی‌توجهی و مشکلات رفتاری و عاطفی کودکان در ۵ سالگی، نشان داد استفاده مادر از تلفن همراه یا بی‌سیم در دوران بارداری، تأثیری بر افزایش شیوع مشکلات رفتاری در کودکان ندارد (۳۱). نقطه قوت مطالعه پاپادوپولو، تعداد نمونه‌های زیاد (۴۵۳۸۹ جفت مادر-کودک) و دوره پیگیری طولانی (طی دوره ۵ ساله) بود. این تحقیق، بزرگ‌ترین مطالعه‌ای بود که در زمینه همراهی بین استفاده از تلفن همراه توسط مادر و مهارت‌های حرکتی کودکان انجام شده بود. با توجه به کیفیت بالای تحقیقات انجام شده در این زمینه به‌نظر می‌رسد، امواج تا سن ۳ سالگی باعث کاهش مهارت‌های حرکتی و ذهنی فرزندان می‌شود، ولی این تأثیر در سن ۵ سالگی مشاهده نشده است.

از نقاط قوت مطالعه حاضر می‌توان به بررسی جامع مطالعات انجام شده در زمینه تأثیر امواج بر پیامدهای بارداری و بعد از تولد اشاره کرد. به دلیل تعداد مطالعات محدود در مورد هر کدام از پیامدهای بارداری و ناهمگنی مطالعات مورد بررسی (به‌عنوان مثال متفاوت بودن منبع مولد امواج، ابزار اندازه‌گیری امواج و گروه مواجهه در مطالعات)، امکان انجام مطالعه حاضر به‌صورت متاآنالیز وجود نداشت. از محدودیت‌های دیگر مطالعه حاضر، عدم دسترسی به نتایج مطالعاتی همچون پایان‌نامه‌ها و مطالعات منتشر نشده بود که می‌توانست بر نتایج این مطالعه بیافزاید. از نقاط ضعف برخی مقالات استفاده شده در مطالعه حاضر، تحت نظر قرار ندادن برخی ریسک فاکتورهایی بود که برای رخداد هر یک از پیامدهای ذکر شده، وجود داشته است. جهت نتیجه‌گیری قطعی در زمینه تأثیر امواج بر پیامدهای بارداری و بعد از تولد، پیشنهاد می‌شود مطالعات گسترده‌تری انجام شود و میزان مواجهه با ابزارهای دقیق‌تری اندازه‌گیری و بدین‌ترتیب دوز و شدت مواجهه خطرناک در مطالعات مشخص شود.

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج مطالعه مروری حاضر، تماس پدر با امواج الکترومغناطیسی ۳ ماه قبل از لقاح (دوره حاد) با خطر مرگ‌ومیر پری‌ناتال و پره‌اکلامپسی همراه بوده، همچنین تماس شغلی پدران با امواج الکترومغناطیسی (با شدت متوسط)، باعث افزایش نقایص هنگام تولد می‌شود.

زندگی زنان باردار در مجاورت دکل‌ها و کابل‌های ولتاژ برق بالا، باعث افزایش ناهنجاری‌های مادرزادی نشد، همچنین مواجهه مادر با ایستگاه‌های پایه تلفن همراه در دوران بارداری، خطر ابتلاء به سرطان‌های کودکانی را افزایش نداد، ولی تماس مادر با امواج مغناطیسی در دوران بارداری با افزایش خطر میزان آسم در فرزندان آنها همراه بود؛ به‌طوری‌که هر یک میلی‌گاوس افزایش سطح مواجهه مادر با امواج میدان مغناطیسی، با افزایش ۱۵٪ میزان آسم در فرزندان همراه بود.

نتایج مطالعه مروری اشرفی‌نیا و همکاران (۲۰۲۱) نیز بین مواجهه با امواج رادیوفرکانسی تلفن همراه و میدان‌های مغناطیسی و مشکلات جسمی (لوسمی و میگرن) و رفتاری و عاطفی کودکان، ارتباط معنی‌داری را نشان داد که در این پژوهش بر اهمیت و ضرورت تحقیقات بیشتر به‌منظور بررسی تأثیر بیولوژیک امواج در بارداری، بر سلامت مادر و جنین و پس از تولد در دوره کودکی تأکید شده بود (۵). در مطالعه مروری دیگری که توسط اشرفی‌نیا و همکاران (۲۰۲۲) در زمینه اثرات تلفن همراه قبل و بعد از تولد بر روی ۶ مطالعه انجام شد، نتایج این مطالعه بحث‌برانگیز بود؛ به‌طوری‌که امواج تلفن همراه بر نوزادان تأثیری نداشتند، در حالی‌که بر روی مشکلات رفتاری کودکان تأثیرگذار بود و مطالعات مرور شده، نتایج متفاوتی را نشان داده بودند؛ به‌عنوان مثال یک مطالعه ارتباط معنی‌داری بین استفاده از تلفن همراه و اختلالات گفتاری در کودکان نشان داده بود، ولی در مطالعه دیگر استفاده مادران از تلفن همراه در طول بارداری ارتباط معنی‌داری با تحولات روانی و ذهنی کودک نداشت (۲۰). مکانیزم‌های بیولوژیک زیادی در مورد تأثیر داخل رحمی مواجهه با امواج رادیویی و الکترومغناطیس روی مغز جنین مطرح شده است. سد خونی-مغزی نابالغ جنین می‌تواند از طریق امواج موبایل نزدیک بدن مادر، تحت تأثیر قرار گیرد. مواجهه با این امواج، باعث افزایش انتقال انرژی و در نتیجه افزایش نفوذپذیری سد خونی-مغزی نسبت به ماکرومولکول‌ها می‌شود. این افزایش نفوذپذیری می‌تواند باعث افزایش انتقال سرب (به‌عنوان یک نوروٹوکسین) از خون مادر به بدن جنین و اختلال در تکامل عصبی جنین گردد. همچنین مواجهه با امواج رادیویی و الکترومغناطیسی می‌تواند باعث اختلال در ترشح ملاتونین از غده هیپوفیز گردد. سلول‌های بنیادی جنین نیز (که سلول‌های عصبی را در آینده ایجاد می‌کنند)، از این طریق می‌توانند تحت تأثیر مواجهه با امواج قرار گیرند. البته تاکنون مطالعه‌ای که هر یک از این فرضیه‌ها را تأیید نماید، انجام نشده (۱۲، ۳۷) و نیاز به انجام مطالعات فراتر در این زمینه می‌باشد.

الکترومغناطیسی، با تغییر سبک زندگی در نحوه استفاده از موبایل و اینترنت، وسایل الکتریکی، اجاق مایکروفر و سایر وسایل، تا حدی شرایط را کنترل نمایند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی تربت حیدریه با کد اخلاق IR.THUMS.REC.1402.009 می‌باشد که با حمایت مالی معاونت پژوهشی آن دانشگاه انجام شده است. بدین‌وسیله از همکاری و مساعدت آن معاونت محترم و همچنین از تمامی پژوهشگرانی که از مطالعات آنها در مرور نقادانه کنونی استفاده گردید، تشکر و قدردانی می‌شود.

در مورد تأثیر استفاده از تلفن همراه و اینترنت، مواجهه هر یک از والدین با تلفن همراه باعث افزایش خطر مرگومیر پری‌ناتال و پره‌اکلامپسی نشد، ولی چنانچه مادران باردار، بالای ۶ ساعت در روز از تلفن همراه، ۴ ساعت به بالا از اینترنت و ۸ ساعت به بالا از اینترنت با وای‌فای روشن استفاده نمایند، حتماً آب دور جنین آنها کم خواهد شد. کودکانی که مادران آنها در ماه‌های اول بارداری از تلفن همراه استفاده کرده بودند، در سن ۳ سالگی مهارت‌های حرکتی پایین‌تری داشتند (اما این تفاوت در سن ۵ سالگی مشاهده نشد). همچنین استفاده مادران از موبایل بر تأخیر رشد عصبی کودکان در ۶، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ ماهگی داشت، ولی با مشکلات رفتاری و عاطفی کودکان (مانند بیش‌فعالی، بی‌توجهی) در ۵ سالگی همراه نبود. لذا توصیه می‌شود زنان باردار و پدران برای جلوگیری از مواجهه با میدان‌های

### منابع

1. Falone S, Mirabilio A, Carbone MC, Zimmiti V, Di Loreto S, Marigliò MA, et al. Chronic exposure to 50 Hz magnetic fields causes a significant weakening of antioxidant defence systems in aged rat brain. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology* 2008; 40(12):2762-70.
2. Parivar K, Nabiuni M, Golestanian N, Amini E. Effect of low frequency electromagnetic fields on the spermatogenesis and blood serum protein of Balb/c mice. *J Cell Tissue* 2011; 2(1):47-56.
3. Stuchy MA. *Magnetics and biology. Health Physic* 1987; 57(11):215.
4. Gupta AK, Bafna M, Srivastava S, Khanna RK, Vijay YK. Study of electromagnetic shielding effectiveness of metal oxide polymer composite in their bulk and layered forms. *Environmental Science and Pollution Research* 2021; 28(4):3880-7.
5. Ashrafinia F, Kiani M, Ghazanfarpour M, Baghini FS. The Effect of Maternal and children exposed to cell phone use on physical and behavioral problems in childhood: A systematic review. *Journal of Pediatric Nursing* 2021; 8(2):12-22.
6. Berg H. Problems of weak electromagnetic field effects in cell biology. *Bioelectrochemistry and bioenergetics* 1999; 48(2):355-60.
7. Baharara J, Parivar K, Oryan S, Ashraf A. Effects of low frequency electromagnetic fields on gonads and fertility of female Balb/C mouse. *Arak Medical University Journal* 2006; 9(2):1-1.
8. Nakamura H, Matsuzaki I, Hatta K, Nobukuni Y, Kambayashi Y, Ogino K. Nonthermal effects of mobile-phone frequency microwaves on uteroplacental functions in pregnant rats. *Reproductive Toxicology* 2003; 17(3):321-6.
9. Adeli M, Moghaddam-Banaem L, Shahali S, Ghandi N. Changes in sexual life in women with genital warts: a qualitative study. *Health Education and Health Promotion* 2022; 10(3):593-602.
10. Darabi MR, Bayat PD. Effects of low electromagnetic field on mice embryos development. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences* 2012; 14(3):33-9.
11. Heinrich S, Thomas S, Heumann C, von Kries R, Radon K. Association between exposure to radiofrequency electromagnetic fields assessed by dosimetry and acute symptoms in children and adolescents: a population based cross-sectional study. *Environmental health* 2010; 9:1-9.
12. Choi KH, Ha M, Ha EH, Park H, Kim Y, Hong YC, et al. Neurodevelopment for the first three years following prenatal mobile phone use, radio frequency radiation and lead exposure. *Environmental research* 2017; 156:810-7.
13. Vrijheid M, Martinez D, Forns J, Guxens M, Julvez J, Ferrer M, et al. Brief report: Prenatal exposure to cell phone use and neurodevelopment at 14 months. *Epidemiology* 2010; 259-62.
14. Jelodar G, Roudashtian M. Effect of Radiation Leakage of Microwave Oven on Pregnant Mice. *Journal of Babol University of Medical Sciences* 2009; 11(3):13-9.
15. Abad M, Malekafzali H, Simbar M, Seyed MH, Merghati KE. Association between electromagnetic field exposure and abortion in pregnant women living in Tehran. *Iran J Reprod Med* 2016; 14(5):347-354.

16. Aradmehr M. Socio-demographic and religious factors affecting fertility rate among childbearing women in Easter Iran: A population-based study. *Reproductive Health* 2019; 7(1):1553-9.
17. Hosseini Z, Moayyedi F, Dashti E. Evaluation and Prediction of the Impact of Parasite Waves and Cell Phone Use by Pregnant Mothers on the Volume of Amniotic Fluid based on Data Mining Algorithms. *Journal of Health and Biomedical Informatics* 2019; 6(3): 243-54.
18. El-Sayed A, Badr HS, Yahia R, Salem SM, Kandil AM. Effects of thirty minute mobile phone irradiation on morphological and physiological parameters and gene expression in pregnant rats and their fetuses. *African Journal of Biotechnology* 2011; 10(84):19670-80.
19. Al-Jarrah I, Rababa M. Impacts of smartphone radiation on pregnancy: A systematic review. *Heliyon* 2022; e08915.
20. Ashrafinia F, Moeindarbari S, Razmjouei P, Ghazanfarpour M, Najafi MN, Ghalibaf AA, et al. Can prenatal and postnatal cell phone exposure increase adverse maternal, infant and child outcomes?. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia* 2022; 43:870-7.
21. Shamsi MF, Ziaei S, Firoozabadi M, Kazemnejad A. Exposure to extremely low frequency electromagnetic fields during pregnancy and the risk of spontaneous abortion: a case-control study. *J Res Health Sci* 2013; 13(2):131-134.
22. Papadopoulou E, Haugen M, Schjøberg S, Magnus P, Brunborg G, Vrijheid M, et al. Maternal cell phone use in early pregnancy and child's language, communication and motor skills at 3 and 5 years: the Norwegian mother and child cohort study (MoBa). *BMC public health* 2017; 17:1-1.
23. Wells GA, Shea B, O'connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. *Ottawa Hospital Research Institute. Clinical Epidemiology*; 2016.
24. Stang A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses. *European journal of epidemiology* 2010; 25:603-5.
25. Baste V, Moen BE, Oftedal G, Strand LÅ, Bjørge L, Mild KH. Pregnancy outcomes after paternal radiofrequency field exposure aboard fast patrol boats. *Journal of occupational and environmental medicine* 2012; 431-8.
26. Mjøen G, Sætre DO, Lie RT, Tynes T, Blaasaas KG, Hannevik M, et al. Paternal occupational exposure to radiofrequency electromagnetic fields and risk of adverse pregnancy outcome. *European journal of epidemiology* 2006; 21:529-35.
27. Baste V, Oftedal G, Møllerløkken OJ, Mild KH, Moen BE. Prospective study of pregnancy outcomes after parental cell phone exposure: the Norwegian Mother and Child Cohort Study. *Epidemiology* 2015; 26(4):613-21.
28. Mahram M, Ghazavi M. The effect of extremely low frequency electromagnetic fields on pregnancy and fetal growth and development. *Archives of Iranian medicine* 2013; 16(4):221-4.
29. Li DK, Chen H, Odouli R. Maternal exposure to magnetic fields during pregnancy in relation to the risk of asthma in offspring. *Archives of pediatrics & adolescent medicine* 2011; 165(10):945-50.
30. Elliott P, Toledano MB, Bennett J, Beale L, De Hoogh K, Best N, et al. Mobile phone base stations and early childhood cancers: case-control study. *Bmj* 2010; 340.
31. Guxens M, van Eijsden M, Vermeulen R, Loomans E, Vrijkotte TG, Komhout H, et al. Maternal cell phone and cordless phone use during pregnancy and behaviour problems in 5-year-old children. *J Epidemiol Community Health* 2013; 67(5):432-8.
32. Liu K, Li Y, Zhang G, Liu J, Cao J, Ao L, et al. Association between mobile phone use and semen quality: a systemic review and meta-analysis. *Andrology* 2014; 2(4):491-501.
33. Dietert RR, Etzel RA, Chen D, Halonen M, Holladay SD, Jarabek AM, et al. Workshop to identify critical windows of exposure for children's health: immune and respiratory systems work group summary. *Environmental health perspectives* 2000; 108(suppl 3):483-90.
34. Sarbooji Hosein Abadi T, Namazi Nia M, Mazlom SR. Effect of self-determination theory-based discharge program on lifestyle and readmission of patients with heart failure: A clinical trial. *Evidence Based Care Journal* 2020; 10(1):25-35.
35. Holgate ST, Arshad HS, Roberts GC, Howarth PH, Thurner P, Davies DE. A new look at the pathogenesis of asthma. *Clinical science* 2010; 118(7):439-50.
36. Krewski D, Glickman BW, Habash RW, Habbick B, Lotz WG, Mandeville R, et al. Recent advances in research on radiofrequency fields and health: 2001–2003. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* 2007; 10(4):287-318.
37. Bellieni CV, Pinto I. Fetal and neonatal effects of EMF. *BioInitiative Report Section* 2012; 19.