

## مقایسه آماری میزان نشتی امواج مایکروویو

### در اطراف فرهای مایکروویو خانگی وارداتی به ایران بین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸

مجید زمانی\* و احسان رحیمیان محمدی

بخش پرتوهای غیر یونساز، امور حفاظت در برابر اشعه کشور، سازمان انرژی اتمی ایران، تهران، ایران

\* تهران، امیرآباد، انتهای خیابان کارگر شمالی، سازمان انرژی اتمی ایران، کد پستی: ۱۳۳۹-۱۴۱۵۵

پست الکترونیکی: mjzamani@aeoi.org.ir

#### چکیده

بر اساس اهداف حفاظت در برابر اشعه، به منظور جلوگیری از بروز آثار بیولوژیکی قطعی و احتمالی، شدت امواج مایکروویو که معمولاً در اطراف در فر به بیرون انتشار می‌یابد، نباید از حدود تعیین شده برای مردم عادی در «استاندارد ملی ایران- پرتوهای غیر یونساز- حدود پرتوگیری- کد ۸۵۶۷» بیشتر باشد. مطابق استاندارد مذکور، مقدار حد پرتوگیری این امواج در فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز، برابر با ۱ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع است؛ بنابراین لازم است فرهای وارداتی مورد آزمون قرار گیرند. در مدت زمان چهار سال، از بین فرهای وارد شده به کشور، تعداد ۵۷۵ نمونه با مارک‌ها و مدل‌های مختلف آزمون شده و از لحاظ بیشینه شدت پرتوهای مایکروویو در اطراف فر، به چهار طبقه A، B، C و D تقسیم شده‌اند. میزان نشتی در هر یک از طبقه‌های مذکور به ترتیب، کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵ و برای طبقه آخر، بزرگ‌تر از ۰/۵ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع است. نتایج آماری به دست آمده گزارش و سپس مقایسه شده‌اند.

کلیدواژگان: امواج مایکروویو، فر مایکروویو، حدود پرتوگیری، نشت امواج مایکروویو.

#### ۱. مقدمه

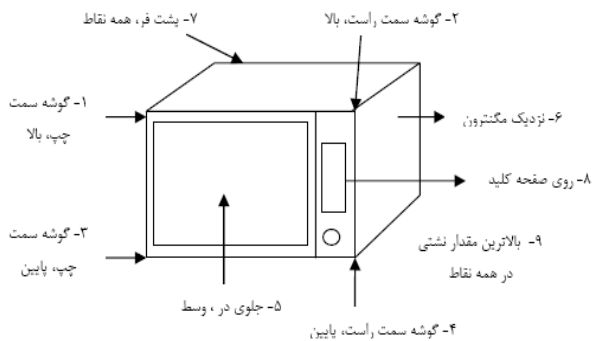
بافت را نمی‌توانند دفع کنند، جذب تابش باعث نابودی بافت‌ها یا ایجاد عوارض جسمانی نظیر آب‌مروارید در چشم می‌شود. امواج رادیویی و مایکروویو، بخشی از طیف امواج الکترومغناطیسی می‌باشند که فرکانس آن‌ها در بازه ۳۰۰KHz تا ۳۰۰GHz است و در صنعت، برای فرآوری مواد و در آشپزخانه برای پختن غذا از آن‌ها استفاده می‌شود. این امواج در برخورد با یک ماده ممکن است منعکس، منتشر و یا جذب شوند. فلزات، این امواج را کاملاً منعکس، و غیر فلزات مانند شیشه و پلاستیک امواج را عبور می‌دهند و موادی که دارای آب هستند، مانند غذا، انرژی این امواج را جذب می‌کنند. امواج تولید شده با فرکانس ۲۴۵۰ مگا هرتز در فر مایکروویو، وارد فضای بسته اجاق فلزی می‌شوند، از دیواره‌ها منعکس و توسط غذا جذب می‌گردند و

استفاده از امواج مایکروویو، یکی از روش‌های متداول در فرآیند پخت و گرم کردن غذا می‌باشد. حرارت‌دهی در دماهای بالا باعث از بین رفتن مواد مغذی می‌شود، بدین سبب استفاده از فر مایکروویو به عنوان روش جدیدی برای پخت غذا مطرح شده است. در روش‌های متداول، حرارت از منبع خارجی به ماده غذایی اعمال می‌شود ولی در فرهای مایکروویو، حرارت لازم توسط امواج مایکروویو، به داخل ماده غذایی ارسال می‌گردد. قرار گرفتن در معرض تابش‌های مایکروویو می‌تواند باعث جذب انرژی توسط بافت‌های بدن و در نتیجه ایجاد گرما در بافت شود. بافت اندام‌هایی مانند مغز، چشم و اندام‌های جنسی، امواج مایکروویو را جذب می‌کنند و چون گرمای تولید شده در

برای یک نمونه فر در شکل (۲) نشان داده شده است. پاسخ فرکانسی دستگاه اندازه‌گیری مورد استفاده، در ناحیه فرکانس کار فرهای میکروویو قرار دارد.



شکل (۱): روش اندازه‌گیری امواج میکروویو در نقاط مختلف اطراف فرهای میکروویو خانگی



شکل (۲): نقاط انتخاب شده برای اندازه‌گیری چگالی پرتو یک نمونه فر

طبقه‌بندی فرهای میکروویو مورد آزمون با توجه به حد پرتوگیری استاندارد برای مردم در فرکانس کار فرهای میکروویو خانگی، برحسب بیشترین مقدار شدت پرتوهای میکروویو خروجی در اطراف فر انجام شده است. بر این اساس فرهای میکروویو به چهار طبقه A، B، C و D تقسیم شده‌اند. طبقه اول (نامگذاری شده به نام فرهای نوع A) متعلق به نمونه‌هایی است که بیشترین مقدار شدت پرتوهای میکروویو خروجی آنها ( $S_A$ ) کمتر یا مساوی  $0.1$  میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع است. مقدار چگالی توان، برای طبقه‌های بعدی (فرهای نوع B، C، D) به ترتیب، مقادیر  $S_B \leq 0.3$ ،  $S_C \leq 0.5$  و  $S_D > 0.5$  در نظر گرفته شده است. بر این اساس، فرهای نوع A به عنوان فرهای مرغوب و فرهای نوع D به عنوان فرهای

طی فرآیندهای قطبش و چرخش دوقطبی، داخل آن تولید گرما می‌کنند.

روش پخت با امواج میکروویو مانند سایر روش‌ها می‌باشد با این تفاوت که زمان پخت آن کوتاه‌تر است. طراحی فرهای میکروویو به گونه‌ای است که امواج تنها زمانی انتشار می‌یابند که فر، روشن و در آن بسته باشد. به محض باز شدن در، تولید امواج متوقف می‌شود. البته در حین روشن بودن فر، ممکن است مقداری از امواج از داخل محفظه فر به بیرون نشت کند. معمولاً این میزان نشتی کمتر از حد استاندارد است و خطری برای سلامتی ایجاد نمی‌کند [۱]. این امواج می‌توانند از اطراف در فرهای آسیب‌دیده، کثیف یا تعمیر شده به بیرون نفوذ کنند؛ بنابراین فر باید در شرایط خوبی نگهداری شود از جمله سطح داخلی آن نباید خراب باشد، همچنین نباید خوردگی، ضرب‌دیدگی، زنگ‌زدگی روی در یا لولا و یا سطح داخلی آن ایجاد شود. در این مقاله، با توجه به اهمیت عوارض ناشی از نشت بالاتر از حد استاندارد امواج میکروویو، میزان نشت امواج از فرهای وارداتی مورد توجه قرار گرفته است.

## ۲. مواد و روش‌ها

در این بررسی، تعداد ۵۷۵ عدد فر میکروویو با مارک و مدل‌های تجاری مختلف و ساخته شده توسط شرکت‌های متفاوت از کشورهای مختلف هنگام ورود به کشور، از لحاظ میزان نشتی امواج مورد بررسی و آزمون قرار گرفته‌اند. همه فرهای بررسی شده نو بوده و هیچ‌گونه ضرب‌دیدگی، فرورفتگی و یا آسیبی نداشته‌اند. حجم داخلی این فرها بین ۲۲ تا ۴۴ لیتر بوده است. به منظور اندازه‌گیری میزان نشتی پرتوهای میکروویو در اطراف فر، از یک دستگاه استاندارد اندازه‌گیری پرتوهای میکروویو مخصوص فرهای میکروویو (به نام نشت‌یاب فر میکروویو) استفاده شده است. این دستگاه، کمیت شدت پرتو یا چگالی توان امواج میکروویو، در فرکانس  $2450 \pm 50$  مگاهرتز، را اندازه‌گیری می‌کند (شکل ۱). با استفاده از حسگر متصل به روبشگر دستگاه، اندازه‌گیری کمیت فوق در نقاط مختلف اطراف فر و به فاصله ۵ سانتی‌متری از بدنه دستگاه انجام شده است. همه اندازه‌گیری‌ها در وضعیت‌های کاملاً مشابه انجام شده است. نقاط اندازه‌گیری شده

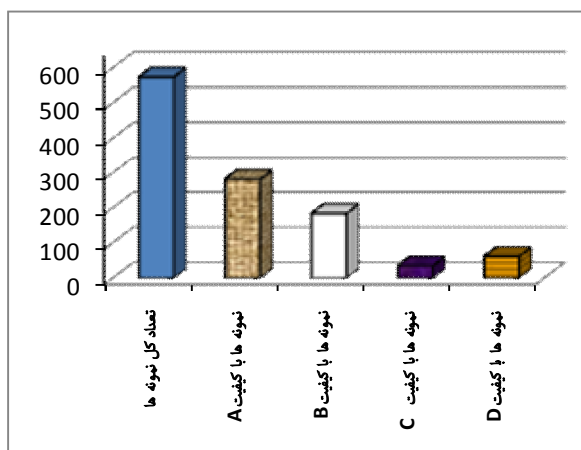
کشور، مورد آزمون اندازه‌گیری نشستی پرتوهای مایکروویو قرار گرفته‌اند. همه این آزمایش‌ها مطابق روش آزمون ذکر شده انجام شده است. نتایج در جدول‌های (۱) و (۲) و نمودار (۳) نشان داده شده‌اند.

جدول (۱): تقسیم‌بندی فرهای مایکروویو مورد آزمون بر اساس کیفیت آن‌ها (میزان نشستی امواج)

تعداد کل فرها	تعداد فرها با کیفیت A	تعداد فرها با کیفیت B	تعداد فرها با کیفیت C	تعداد فرها با کیفیت D
۵۷۵	۲۸۳	۱۸۵	۳۶	۶۲

جدول (۲): نتایج اندازه‌گیری میزان شدت پرتوهای مایکروویو در اطراف فرهای مایکروویو

کیفیت	درصد نمونه‌ها با کیفیت A	درصد نمونه‌ها با کیفیت B	درصد نمونه‌ها با کیفیت C	درصد نمونه‌ها با کیفیت D
فراوانی	۴۹.۲۱	۳۲.۱۷	۶.۲۶	۱۰.۷۸



شکل (۳): طبقه‌بندی نمونه‌ها بر اساس بیشینه نشستی امواج

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده می‌شود حدود نیمی از نمونه‌ها دارای کیفیت گروه A بوده و بقیه نمونه‌ها در گروه‌های B، C و D قرار گرفته‌اند. تنها حدود ۱۱ درصد از نمونه‌های مورد بررسی (تعداد ۶۲ نمونه)، از لحاظ مطابقت نتیجه آزمون

نامرغوب طبقه‌بندی شده‌اند. بر اساس استاندارد ملی ایران، پرتوهای غیریونساز، حدود پرتوگیری، کد ۸۵۶۷ حد مجاز پرتوگیری برای فرهای مستعمل، ۱ میلی‌وات بر سانتی‌متر مربع است، با وجود این، شدت پرتوهای مایکروویو در اطراف فرهای طبقه D هنوز کمتر از حد استاندارد است [۲].

در اندازه‌گیری مقدار نشستی امواج مایکروویو، نقاطی که در نزدیکی درز در و لولاها هستند، از لحاظ نشستی از اهمیت بالاتری برخوردارند. برای انجام اندازه‌گیری، ابتدا مقدار  $275 \pm 15$  میلی‌لیتر آب با دمای  $20 \pm 5$  درجه سانتی‌گراد را در مرکز سینی گردان فر قرار داده می‌شود، سپس فر مایکروویو فقط برای ارسال امواج مایکروویو تنظیم می‌شود (گزینه‌های سرخ‌کن، پخت ترکیبی و یا انتقال گرمایی انتخاب نشده است). پس از آن، فر مایکروویو را روشن نموده تا از سالم بودن آن از طریق گرم شدن این مقدار آب پس از چند ثانیه اطمینان حاصل شود. پس از حصول اطمینان از سالم بودن فر مایکروویو، آب با مشخصات فوق تعویض می‌شود و فر برای مدت زمان حدود ۶ دقیقه در حالت روشن قرار داده می‌شود. دستگاه اندازه‌گیری روشن می‌گردد و پس از گذشتن ۲ دقیقه به منظور رسیدن دستگاه به حالت پایدار، اندازه‌گیری شروع می‌شود [۳ و ۴]. برای این کار، تمامی نقاط ذکر شده در شکل (۲) مورد اندازه‌گیری قرار گرفته و نتایج ثبت شده است. در مواردی که قرائت دستگاه بین دو مقدار در نقطه‌ای خاص نوسان داشته باشد، مقدار میانگین چگالی پرتوهای مایکروویو در آن نقطه ثبت شده است. برای بقیه نقاط، مقدار بیشینه نشستی برای آن نقطه ثبت شده است. پس از اندازه‌گیری در این مرحله، با جاروب کردن تمامی سطح خارجی فر توسط حسگر با سرعت ۲.۵ سانتی‌متر بر ثانیه، مقداری به عنوان بیشترین نشستی امواج برای آن فر در نظر گرفته شده است. این مقدار در شکل (۲) با نقطه شماره ۹ نشان‌گذاری شده است.

#### ۳. نتایج اندازه‌گیری

در بین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸، تعداد دستگاه فر مایکروویو نو، به صورت کاملاً تصادفی از بین فرهای وارداتی به

مورد، در مرحله اول، رد شده است. کیفیت کلیه فرهای گروه‌های A، B و C تأیید شده است، اگرچه کیفیت گروه A از بقیه خیلی بهتر است. با انجام دادن چنین آزمون‌هایی می‌توان از ورود کالاهای با مرغوبیت پایین به کشور ممانعت کرد.

انجام شده با گزارش‌های آزمون اندازه‌گیری نشت امواج مایکروویو در محل کارخانه سازنده، مورد تأیید واقع نشده است. به عبارت دیگر، مطابق با ضوابط اعمال شده [۵]، از میان کل نمونه‌های دریافت شده در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸، تعداد ۱۲

## مراجع

[1] IRPA, ICNIRP Guideline for Limiting Exposure to time-varying Electric, Magnetic and Electromagnetic field (Up to 300 GHZ), Published in Health Physics, 1998, 74(4): pp.494-522.

[۲] استاندارد ملی ایران، پرتوهای غیر یونساز، حدود پرتوگیری، کد ۸۵۶۷ - سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۱، (www.isiri.ir)

[3] Holaday Microwave Corporation, ETS Lingren, HI-1501 Operation Manual for Users, USA, Vers.1.1, 2003.

[4] Australian Radiation Protection Agency, Advanced Measurements of Microwave Ovens Leackage, M.Bangay & C Zombolas, ARPA, 2001.

[۵] ضوابط اخذ پروانه اشتغال واردات منابع مولد پرتوهای رادیویی و مایکروویو، سازمان انرژی اتمی ایران مرکز نظام ایمنی هسته‌ای کشور، کد -1-17/12-100-RP-RE-INRA اسفند ماه ۱۳۹۰.