



# آیا ماکروویو سرطان‌زا است؟

## Is The Microwave Carcinogenic?

زهرا ابراهیمی کلاریجانی

دانشجوی مقطع دکتری تخصصی بیوتکنولوژی مواد غذایی دانشگاه تهران

Ebrahimi.k.zahra@gmail.com

### چکیده

آیا این موضوع حقیقت دارد که نباید از ماکروویو در تهیه مواد غذایی استفاده کرد زیرا اشعه‌ی سرطان‌زا تولید می‌کند؟

اصولاً یک ماده هنگامی سرطان‌زا می‌شود که باعث شود سلول‌ها در اثر جهش، از چرخه عادی تقسیم خود خارج شوند. اشعه‌ی یونیزه‌کننده از جمله گاما و x با طول موج پایین و عمق نفوذ بالا قادر به ایجاد جهش در سلول‌ها می‌باشد؛ در حالی که اشعه‌ی غیریونیزه از جمله ماکروویو در محدوده طول موج بالاتر و انرژی پایین‌تری قرار دارند و تاکنون در طول یک و نیم قرن پس از چاپ اولین مقاله در مورد ماکروویو، تحقیقی مبنی بر سرطان‌زایی این اشعه از دستگاه ماکروویو یا مواد غذایی فرآوری شده به کمک این اشعه به چاپ نرسیده است. در فرآوری مواد غذایی به کمک ماکروویو، حرارت از بیرون انتقال نمی‌یابد؛ بلکه در درون ماده غذایی در اثر اصطکاکی که به دلیل جابه‌جاوی مولکول‌های قطبی در جهت میدان مغناطیسی ماکروویو رخ می‌دهد، ایجاد می‌گردد؛ بنابراین نیازی نیست که زمان و انرژی زیادی صرف گرم کردن ظرف شود؛ بلکه از ابتدای شروع فرایند، ماده غذایی به طور سریع و یکنواخت به شرط دارا بودن شکل هندسی منظم- گرم می‌شود. زمان کوتاه رسیدن به حرارت موردنیاز، سبب می‌شود خواص ظاهری و تغذیه‌ای مواد غذایی از جمله ویتامین‌های آن، کمتر دچار آسیب‌های حرارتی شوند. پس می‌توان گفت ماکروویو گزینه مناسبی جهت فرآوری مواد غذایی است و وجود چندین مقاله در رابطه با بهبود فرایند مواد غذایی با به کارگیری ماکروویو در ماده‌های ابتدایی سال ۲۰۱۹ نیز مovid این موضوع است.

**کلمات کلیدی:** ماکروویو- سرطان‌زا- جهش

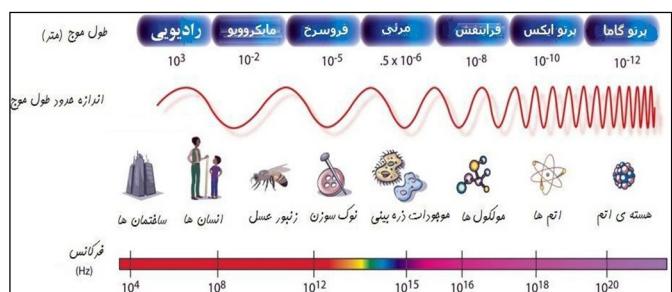
### مبنای عملکرد ماکروویو در صنایع غذایی

ماکروویو، امواج فروسخ و امواج دی‌الکتریک، تشعشعات غیریونیزه‌ای هستند که به کمک انرژی تابشی کار می‌کنند. امواج ماکروویو برخلاف امواج فروسخ که سطحی هستند، نفوذ حجمی دارند. ماکروویو در طیف امواج الکترومغناطیس قرار دارد. میدان‌های مغناطیسی خطوط نامرئی نیرویی است که هنگام تولید یا مصرف الکتریسیته در اطراف جسم ایجاد می‌شوند. فرایند گرم شدن مواد غذایی در ماکروویو در دو سطح میکروسکوپی با پدیده حرکت یون‌ها به سمت قطبین و در مقیاس ماکروسکوپی با پدیده گردش دوقطبی‌ها انجام می‌شود که دومی از اهمیت بیشتری برخوردار است. هنگامی که ماده غذایی در معرض انرژی ماکروویو قرار می‌گیرد، مولکول‌های قطبی ماده غذایی نظری آب، تمایل به همسو شدن با میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط ماکروویو در دستگاه پیدا می‌کنند؛ با تغییرات پی‌درپی میدان مغناطیسی، مولکول‌های قطبی غذا نیز در پی آن، جابه‌جا می‌شوند. اصطکاک ایجاد شده در اثر برخورد و سایش مولکول‌ها به هم هنگام جابه‌جایی، سبب ایجاد گرما در ماده غذایی می‌گردد؛ بنابراین هیچ گونه گرمایی از بیرون و توسط دستگاه به ماده غذایی انتقال نمی‌یابد؛ بلکه گرما در درون ماده غذایی تولید می‌شود و انتقال انرژی توسط اشعه انجام می‌شود نه جابه‌جا و هدایت که پدیده‌های رایج رخ داده هنگام انتقال حرارت در روش‌های حرارت‌دهی مستقیم می‌باشدند.

این امر بدان معنا است که مشکلات انتقال حرارت که در بسیاری از روش‌های حرارت‌دهی مواد غذایی عامل محدود کننده است، در این فرایند مطرح نمی‌شود.

### سرطان در بدن موجود زنده رخ می‌دهد نه در ماده غذایی

بهتر است ابتدا بدانیم چه چیزی سبب ایجاد سرطان می‌شود. اصولاً یکی از حالات‌های سرطانی شدن هنگامی رخ می‌دهد که سلول‌های جاندار در اثر جهش از چرخه عادی تقسیم خود خارج شوند. سرطانی شدن با میزان قدرت اشعه و مدت زمان در معرض آن قرار گرفتن مرتبط است. اشعه‌ی یونیزه‌کننده از جمله اشعه گاما و اشعه x با طول موج پایین و عمق نفوذ بالایی که دارند، قادر به ایجاد جهش در سلول‌ها می‌باشند؛ در حالی که اشعه‌ی غیریونیزه از جمله ماکروویو در محدوده طول موج بالاتر و انرژی پایین‌تری قرار دارند. محدوده طول موج ماکروویو در میکرومتر نیست؛ بلکه در دسی‌متر و میلی‌متر است. (شکل ۱)



شکل ۱. محدوده طول موج ماکروویو در مقایسه با سایر امواج

برای اهداف پاستوریزاسیون بدون سوختگی سطحی - که پدیده رایج در فرایندهای پاستوریزاسیون معمول است- و استریلیزاسیون مواد غذایی استفاده نمود؛ قابل توجه است که در این حالت، اثرات مخرب این فرایند بر میکرووار گانیسم‌ها ناشی از حرارت ایجاد شده در مادة غذایی است. به دلیل قطبیت مولکول‌های آب، ماکروویو بر مواد غذایی مرتبط موتور است. برخی ترکیبات نظیر چربی انژری ماکروویو را با کفایت آب جذب نمی‌کنند؛ اما ظرفیت گرمایی آن‌ها بسیار کم‌تر از آب است و درنتیجه، علی‌رغم جذب کم، سریع‌تر گرم می‌شوند.

### موارد استفاده از ماکروویو

از ماکروویو می‌توان به‌تهابی یا همراه با سایر فرایندها به جهت کوتاه کردن زمان فرایند استفاده نمود. هنگام خشک‌کردن مواد غذایی با روش‌های متداول بحث زمان طولانی و هم‌چنین از بین رفتن مواد موثره غذا وجود دارد در حالی که هنگام استفاده از ماکروویو این معایب مطرح نیست. مشکل اصلی هنگام خشک‌کردن مواد غذایی، مرحله نهایی خشک‌کردن است در این مرحله، سطح رطوبت در مواد غذایی به حداقل مقدار خود رسیده است و با ادامه فرایند و حرارت‌دهی بیشتر، اغلب سوختگی رخ می‌دهد. استفاده از ماکروویو در مرحله نهایی خشک‌کردن مانع از ایجاد این سوختگی می‌گردد.

همچنین هنگام خشک‌کردن انجامدادی، به علت خاصیت انتخابی برای کریستال‌های آب، مرحله نهایی خشک‌شدن بسیار سریع‌تر صورت می‌پذیرد. همچنین در فرایندهایی که نیاز به استخراج حلال دارند، ایجاد دماهای بالا به جهت تبخیر حلال، سبب اتلاف انژری می‌شود در حالی که با استفاده از ماکروویو می‌توان در دماهای بسیار پایین تر به این هدف دست یافت.

از ماکروویومی‌توان جهت تنقیح مواد غذایی حساس به حرارت نیز استفاده نمود. برای نگهداری طولانی مدت سبزیجات و میوه‌های نیاز به فرایند آنزیم‌بری است. در این فرایند، فعلیت آنزیم‌هایی که سبب کاهش زمان نگهداری مواد غذایی می‌شوند متوقف می‌شود. آنزیم‌بری سبب افت مواد غذایی شده و زیان‌های تغذیه‌ای و اقتصادی در پی دارد در حالی که استفاده از ماکروویو در فرایند آنزیم‌بری علاوه بر عدم ایجاد افت، سبب حفظ مواد مغذی محصول نیز می‌گردد.

پس می‌توان گفت ماکروویو گزینه مناسبی جهت فرآوری مواد غذایی است و وجود چندین مقاله در این‌جا به بحث فرایند مواد غذایی با کارگیری ماکروویو در ماههای ابتدایی سال ۲۰۱۹ در مجلاتی نظیر، *Critical reviews in food science and nutrition* ۵۹

and *Journal of the Science of Food and Agriculture*

آن‌ها در ماههای ابتدایی سال ۲۰۱۹ در مجلاتی نظیر، *Critical reviews in food science and nutrition* ۵۹

۱- اصول نگهداری مواد غذایی، بیگ زاده، حجت، ۱۳۹۳، نشر سپهر.  
۲- تکنولوژی فرآوری مواد غذایی: مقدمه‌ای بر ماشین‌آلات صنایع غذایی، فلاوز، پی‌جی، ترجمه فلاحی، مسعود، ۱۳۷۶، نشر پارشاوا.

هم‌چنین مسئله نقطه سرد نیز در این روش منتفی است. نقطه سرد در غذا نقطه‌ای است تقریباً واقع در مرکز هندسی ماده غذایی که با روش‌های حرارت‌دهی معمول، کمترین حرارت را دریافت می‌کند؛ درحالی که با استفاده از ماکروویو، نقطه سرد جزو اولین نقاطی است که گرم می‌شود. این فرایند به سرعت و یکنواخت اتفاق می‌افتد، بدین معنا که ماده‌ی غذایی به شرط دارا بودن شکل هندسی منظم- از داخل شروع به گرم شدن می‌کند و در همه جهت‌ها به طور یکنواخت گرم می‌شود. در این حالت سوختگی و سخت شدن سطحی به علت مجاورت با گرمای رخ نمی‌دهد و این یکی از مزایای عمده فرایند گرم شدن مواد غذایی به کمک ماکروویو است. البته این پدیده برای مواد غذایی که بر شته شدن سطحی در آن‌ها مطلوب و مقصود است نظری نان، مناسب نیست. در هنگام پخت نان حرارت مستقیم نیاز است تا رنگ مطلوب سطح نان در مجاورت گرما حاصل شود و می‌توان در کنار ماکروویو از حرارت مستقیم جهت بر شته شدن سطح استفاده نمود. به کمک ماکروویو، مواد غذایی- بسته به نوع آن‌ها- در کوتاه‌ترین زمان به حرارت مدنظر می‌رسند. این زمان کوتاه فرایند، سبب می‌شود خواص ظاهری و تغذیه‌ای مواد غذایی از جمله ویتمان‌های آن‌ها، کمتر دچار آسیب‌های حرارتی شوند و این مورد نیز سبب می‌شود فرایند ماکروویو در جوامع پیشرفت‌هه توجه زیادی به عنوان یکی از روش‌های فرایند سالم مواد غذایی دریافت نماید. این زمان کوتاه و عدم نیاز به انژری حرارتی سبب صرفه‌جویی در مصرف انژری و زمان که دو فاکتور مهم در برآوردهای اقتصادی در صنعت غذا به شمار می‌روند، می‌گردد. موادی نظیر شیر و آب، به کمک ماکروویو در کسری از دقیقه به دمای مدنظر می‌رسند. میزان جذب انژری ماکروویو توسط مواد غذایی «فاکتور اتلاف» نام دارد و هرچه این فاکتور بیشتر باشد، ماده سریع‌تر گرم می‌شود. مواد شفاف نظیر شیشه، کاغذ و پلیمرها فاکتور اتلاف پایینی دارند و از این‌رو می‌توان از ظروف شیشه‌ای با دریوش پلاستیکی در دستگاه ماکروویو استفاده نمود. استفاده از هر ظرف پلاستیکی برای گرم کردن غذا حتی در ماکروویو پیشنهاد نمی‌شود؛ زیرا حرارت ایجاد شده در اثر گرم شدن ماده غذایی سبب گرم شدن ظروف شده و امکان مهاجرت پلی‌مرها به درون ماده غذایی وجود دارد. در واقع ظروف پلاستیکی مخصوص ماکروویو در بازار موجود بوده و دارای علامت مخصوص می‌باشند. فلزات امواج ماکروویو را منعکس می‌کنند و به همین جهت به هیچ‌عنوان نباید از ظروف فلزی جهت فرایند مواد غذایی در ماکروویو استفاده نمود؛ زیرا با ایجاد جرقه علاوه بر آسیب به دستگاه، آسیب جانی نیز در پی دارد. یک سیستم ماکروویو کاملاً ایزوله است و انژری آن به بیرون از دستگاه منتقل نمی‌شود؛ بنابراین خطر هرگونه آسیب رسیدن به انسان از طریق این دستگاه منتفی است. عایق‌های دستگاه پس از مدت زمان‌های تعیین شده که برای هر دستگاهی بسته به قدرت آن متفاوت است، بایستی تعویض گردد. قدرت ماکروویوهای خانگی تا ۱۵۰۰ وات و در موارد صنعتی تا ۵۰ کیلووات است. مواد پر اتلاف نظیر مایعات توسط ماکروویو در کسری از زمان به درجه حرارت بسیار بالایی می‌رسند بنابراین، می‌توان از ماکروویو