و به سایر بافت‌ها و محیط‌زیست آسیب برسانند.

اما پژوهشگران چطور توانستند این موضوع را حدس بزنند؟

جیسون سرت[2] استادیار مهندسی علوم زیست‌محیطی اکنون سازوکاری را نشان داده است که طبق آن ایزوپرن در تولید ذرات ریزی مشارکت دارد که به سلامت آسیب می‌رسانند.

در این بررسی معلوم شد که ایزوپرن وقتی بر اثر قرار گرفتن در معرض تابش خورشید به‌صورت شیمیایی تغییر کند با اکسیدهای نیتروژن ساخت انسان واکنش می‌کند و ذرات ریزی را به‌وجود می‌آورد. اکسیدهای نیتروژن، آلاینده‌هایی هستند که در اتومبیل‌ها، کامیون‌ها، هواپیماها، نیروگاه‌های ذغال‌سنگ و سایر منابع بزرگ مقیاس تولید می‌شوند.

به گفتهٔ «سرت» کار ارائه شده اطلاعات کاملاً جدیدی را در بحث‌های مربوط به کاهش سراسری آلاینده‌های ساخت انسان در اختیار می‌گذارد.» کار او در ***چکیده مقاله‌های آکادمی ملی علوم*** چاپ شده است. «ایزوپرن برای حفاظت از درختان و گیاهان تکامل یافته است، اما به‌علت حضور اکسیدهای نیتروژن، در تولید تأثیر منفی بر سلامت و محیط‌زیست درگیر شده است.»

او اضافه می‌کند که «بدون شک نمی‌توانیم همهٔ درختان را قطع کنیم، اما می‌توانیم با کاهش گازهای گسیل‌شدهٔ ناشی از فعالیت انسان مانع از تولید ذرات ریز شویم».

با معلوم شدن سازوکار دقیق تولید ذرات ریز، اکنون پژوهشگران می‌توانند آن را وارد مدل‌های کیفیت هوا کنند تا پیش‌بینی‌های بهتری از چگونگی آلوده شدن هوا و تأثیر آن بر آب‌وهوای زمین به‌دست آورند. این کار به پژوهشگران و آژانس‌های زیست‌محیطی امکان می‌دهد که ارزیابی و تصمیم‌گیری‌های لازم را در مورد تأثیر ایزوپرن بر سلامت همگانی و تغییر آب‌وهوا به‌عمل آورند.

سوارت می‌گوید: «ما پدیده‌های غیرعادی طبیعت را مشاهده می‌کنیم، اما باید بدانیم که کارهای ما دارای پیامدهایی است. برهم‌کنش بین این گسیل‌های طبیعی و ساخت بشر است که آلودگی هوا، مِه‌دود، و ذرات ریز را تولید می‌کند ـ و اکنون یک دلیل وقوع این رویداد را می‌دانیم.»

پی‌نوشت‌ها

1. Chapel Hill
2. Jason Surratt

منبع

دانشگاه نورث کارولینا در چپل هیل

آموزشی

فِرهای ریزموج

قسمت دوم

لوئیس ای. بلومفیلد

ترجمه: روح‌الله خلیلی‌بروجنی

www.avang.org

اشاره

قسمت اول این مقاله در شمارهٔ ۱۰۳ مجلهٔ رشد فیزیک با نگاهی به مبانی فیزیکی فرهای ریزموج منتشر شد. در این شماره با نحوهٔ تولید ریزموج‌ها آشنا خواهید شد.

کلیدواژه‌ها: ریزموج‌ها، فرهای ریزموج، مگنترون، القاگر، کاواک

تولید ریزموج‌ها با مگنترون

در قسمت اول مقاله دیدیم که با واجهش ریزموج‌ها به این طرف و آن طرف محفظهٔ فر، میدان‌های الکتریکی متغیر غذا را می‌پزند. اما این ریزموج‌ها چگونه به وجود می‌آیند؟ شاید حدس زده باشید که فر جریان متناوبی در بسامد ۲/۴۵ GHz تولید می‌کند و این جریان باعث لمبر زدن بار در مدار منبع و بالا و پایین رفتن آن در آنتن می‌شود. این درست همان چیزی است که در یک لامپ مگنترون صورت می‌گیرد.

مگنترون یک لامپ خلأ خاص است؛ اتاقکی توخالی که تمام هوای آن خارج شده است. مگنترون که عمدتاً از بخش‌های فلزی و سرامیکی ساخته شده است، از باریکه‌های الکترون برای به راه انداختن بار در تعدادی مدارهای منبع ریزموج بهره می‌گیرد. این مدارهای منبع دارای بسامدهای تشدیدی در ۲/۴۵ GHz هستند که بسامد کار فر است. به کمک این آنتن ظریف، مگنترون ریزموج‌هایی گسیل می‌کند که غذا را می‌پزند.

مدارهای منبع ریزموج در حلقه‌ای دور اتاقک تخلیه‌شدهٔ مگنترون قرار گرفته‌اند. برای اینکه یکی از این مدارهای منبع به‌طور طبیعی در بسامد ۲/۴۵ GHz نوسان کند، خازن آن باید

ظرفیت فوق‌العاده کم و القاگر آن القاییدگی فوق‌العاده کوچکی داشـــته باشـــد. این شـــرایط را می‌توان با نوار فلزی C شکل به دســـت آورد (شکل ۴). خمیدگی آن القاگر و سرهای آن خازن را تشکیل می‌دهند.

بارهای الکتریکی درست مثل یک مدار منبع معمولی روی نوار C شکل به پس و پیش حرکت می‌کنند. این نوار که کاواک تشدیدی نامیده می‌شود، نوسانگر هماهنگ الکترونیکی دیگری است و بنابراین دورهٔ نوسانی دارد که به مقدار بار حرکت کرده بستگی ندارد.

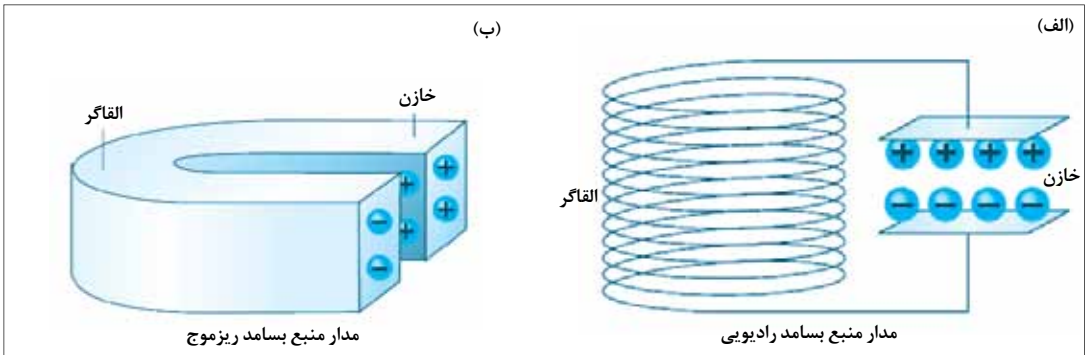
مگنتـــرون یک فر ریزموج نوعی شـــامل هشـــت تـــا از این کاواک‌های تشـــدیدی اســـت که اندازه و شـــکل هر یک طوری تنظیم شده است که بسامد طبیعی آن درست در ۲/۴۵ GHz باشـــد. چون این کاواک‌ها در حلقه‌ای قرار گرفته‌اند که ســـر هر یک با سر کاواک‌های مجاور مشترک است، یک در میان نوسان می‌کنند (شکل ۵). در ابتدای یک چرخهٔ نوسان، نیمی از سرهای فلزی بار مثبت و نیمی بار منفی دارند (شـــکل ۵- الف). هنگام عبور جریان در حلقه جریان می‌یابند و میدان‌های مغناطیســـی در کاواک‌های تشـــدیدی به وجود می‌آید. (شـــکل ۵- ب). این میدان‌های مغناطیسی حتی پس از بین رفتن فاصلهٔ بار، جریان‌ها را در حلقه به پیش می‌رانند. پس از ظاهر شدن دوبارهٔ فاصلهٔ بار، سرهای مثبت و منفی با هم عوض می‌شوند (شکل ۵- پ).

این جریان‌ها که در بسامد ۲/۴۵ GHz در کاواک‌ها نوسان می‌کنند، مگنترون را پر از میدان‌های الکتریکی و مغناطیســـی متنـــاوب می‌کنند. ولـــی، پس از گرفتن انـــرژی از میدان برای پختن غذا یا اتلاف انرژی به علت نقص رسانندگی خود کاواک باید چیزی به‌طور مداوم آن‌ها را تأمین کند. این توان جایگزین را چهار جریان الکترون‌های پرانرژی تأمین می‌کنند.

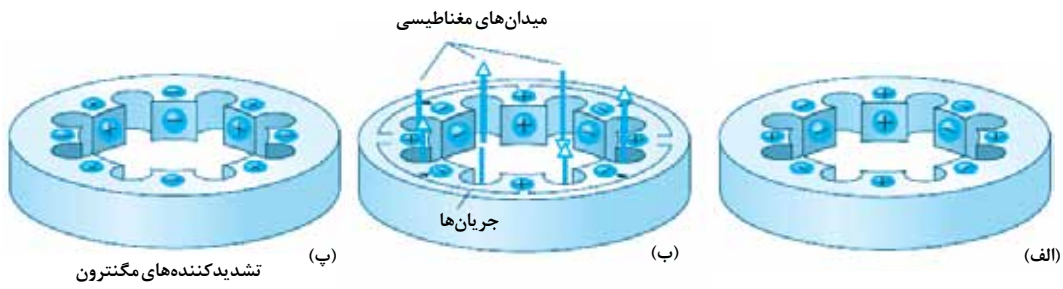
در مرکز لامپ مگنترون، که فقط فضای تهی آن را احاطه کرده است، کاتدی وجود دارد که به صورت الکتریکی گرم شده اســـت و الکترون‌ها را گسیل می‌کند (شکل ۶- الف). یک منبع تغذیهٔ ولتاژ بالا، بار منفی را به این کاتد پمپ می‌کند؛ به‌طوری که یک میدان الکتریکی قوی از بارهای مثبت ســـرهای کاواک به طـــرف آن وجود دارد. اگر میدان‌هـــای دیگری در مگنترون وجود نداشتند، الکترون‌های دارای بار منفی از کاتد گرم خارج می‌شدند و به صورت چهار باریکه از الکترون‌ها به طرف سرهای باردار مثبت شتاب می‌گرفتند (شکل ۶ – ب).

با وجود این، مگنترون آهن‌ربای دائمی بزرگی نیز دارد. پس چرا مگنترون نامیده می‌شود؟ این آهن‌ربا میدان‌های مغناطیسی قوی پایداری تولید می‌کند که در امتداد محور مگنترون، موازی با خود کاتد به طرف بالاســـت (شـــکل ۶- پ). اگر میدان‌های دیگری درون مگنترون وجود نمی‌داشت، الکترون‌ها فقط تحت تأثیر نیروهای لورنتس عمود بر سرعت‌هایشـــان قرار داشتند و به صورت حلقه‌هایی پاد ساعتگرد دور خط‌های شار مغناطیسی می‌چرخیدند؛ رفتاری که حرکت سیکلوترونی نامیده می‌شود. الکترون‌هـــای چرخان در نزدیکی کاتـــد می‌ماندند و هیچ وقت نزدیک کاواک‌ها نمی‌رفتند.

در مگنترون واقعی، میدان الکتریکی شـــکل ۶- ب و میدان مغناطیسی شکل ۶- پ هم‌زمان وجود دارند. چون هر دو میدان بر الکترون‌های در حال حرکت نیروهایی وارد می‌کنند، مســـیر الکترون‌ها فوق‌العاده پیچیده است (شکل ۶- ت). حرکت‌های به طرف بالا و چرخان به صورت چهار باریکهٔ الکترونی که به طرف بیرون قوس وارد می‌شـــوند و به‌طور ساعتگرد می‌چرخند. مثل پره‌های چرخ دوچرخهٔ چرخان، با هم ترکیب می‌شوند. یک باریکهٔ الکترون، مانند وقتی که میدان مغناطیســـی نباشد، به سر باردار مثبت نمی‌رسد بلکه به سر باردار منفی آن می‌رسد. باریکه‌های الکترون درواقع به جدایی بار در کاواک‌ها اضافه می‌کنند!



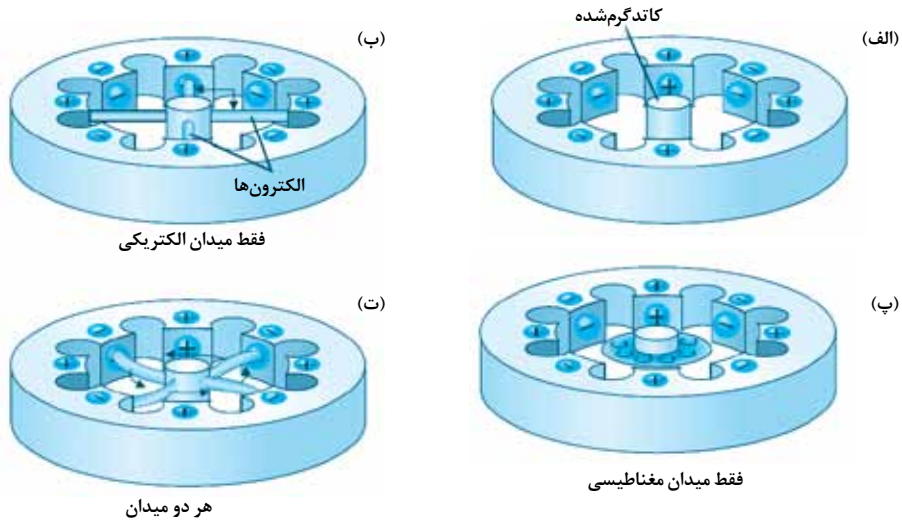
شکل ۴. (الف) در بسامدهای رادیویی مدار منبع القاگر پیچه‌ای از سیم و خازن آن یک جفت صفحه‌های جدا از هم است. (ب) در بسامدهای ریزموجی مدار منبع القاگر فقط خمیدگی نوار C شکل و خازن آن سرهای آن نوار است.



شکل ۵. یک نمونهٔ مگنترون هشت کاواک تشدیدی C شکل دارد که در حلقه‌ای قرار گرفته‌اند. (الف) بار جداشده روی سرهای کاواک‌ها (ب) به صورت جریان‌هایی در حلقه جریان می‌یابد و (پ) برعکس می‌شود. پس از عبور جریان، میدان‌های مغناطیسی در هشت کاواک ظاهر می‌شوند که یک در میان به طرف بالا و پایین هستند.

باریکه‌های الکترون با همگامی کامل با بار نوسان‌کنندهٔ روی کاواک‌ها به سرعت دور کاتد می‌چرخند. باریکه‌ها در زمانی که طول می‌کشد تا بار روی سرها برعکس شوند، از یک سر به سر بعدی می‌روند. در نتیجه، باریکه‌ها همواره وارد سری می‌شوند که دارای بار منفی است. با اضافه شدن به فاصله‌های بار، باریکه‌های الکترون توان لازم برای نوسان‌ها در کاواک‌ها را تأمین می‌کنند، به حرکت آن‌ها تداوم می‌بخشند و به آن‌ها امکان می‌دهند تا توان را به غذا انتقال دهند. باریکه‌های الکترون درواقع با افزودن انرژی به نوسان‌های کاتوره‌ای ظریف که همواره در دستگاه‌های الکتریکی وجود دارند، نوسان در کاواک‌ها را به راه می‌اندازند.

بار در حال نوسان در مگنترون چگونه ریزموج‌های درون اتاقک پخت و پز را به وجود می‌آورد؟ راه‌های متعددی وجود دارد تا ریزموج‌ها از حلقهٔ کاواک‌ها گرفته شوند. یک روش گرفتن آن‌ها این است که یک پیچهٔ سیمی تک‌دور در یکی از کاواک‌های مگنترون قرار داده شود. وقتی میدان مغناطیسی در آن کاواک تغییر می‌کند، یک جریان متناوب ۲/۴۵ GHz در پیچه القا می‌شود. یک انتهای این پیچه به حلقه متصل است، ولی انتهای دیگر از سوراخ هوابندی شدهٔ عایقی در حلقه از مگنترون خارج می‌شود و به یک آنتن یک‌چهارم طول موج وصل می‌گردد. این آنتن ۳ سانتی‌متری ریزموج‌ها را به لولهٔ فلزی متصل به اتاقک پخت گسیل می‌کند. این ریزموج‌ها در سرتاسر لوله بازمی‌تابند و وارد اتاقک پخت می‌شوند؛ که در آن غذا پخته می‌شود.



شکل ۶. (الف) الکترون‌ها را کاتد گرم در مرکز کاواک‌های تشدیدی حلقهٔ مگنترون گسیل می‌کند. (ب) میدان‌های الکتریکی به تنهایی الکترون‌ها را به طرف سرهای باردار مثبت کاواک شتاب می‌دهند. (پ) میدان مغناطیسی به تنهایی (به طرف بالا) باعث می‌شود الکترون‌ها در حلقه‌هایی پادساعتگرد به دور کاتد بچرخند. (ت). با هم، این میدان‌ها باریکه‌های الکترونی پره‌مانند تولید می‌کنند که به‌طور پادساعتگرد دور کاتد می‌چرخند و همواره به سرهای به‌طور منفی باردار کاواک‌ها برخورد می‌کنند.

منبع

Louis A BoomFieled, How things work, 4th Edition, 2010.