**به نام آن که جان را فکرت آموخت**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **آزمایشگاه افق** | **گزارش هفتگی** | **شماره 1** |
| تاریخ: 8/9/1394 | مطالعه پیرامون:محدودیت تابش در فرکانس تراهرتز | محقق: زهرا حاجی­زاده |

**هدف و پرسش اصلی تحقیق (پروژه) من چیست؟**

مطالعه­ای در خصوص طرح معیارهایی نظری برای محدودیت تابش (حداکثر شدت میدان الکتریکی مجاز) در بافت­های زیستی (جزیی­ترین مقیاس) در فرکانس­های تراهرتز

**مطالعات انجام شده:**

مرور دوباره­ی فصل طرح معیارهای نظری برای محدودیت تابش در فرکانس­های تراهرتز (منبع پیشنهادی اول)

مطالعه­ی ناقص Non-thermal Biological Effects of Microwaves (منبع پیشنهادی دوم)

در پاسخ به این پرسش از ۲ تحلیل در تعیین مقدار مجاز شدت میدان الکتریکی در بافت(جزیی­ترین مقیاس) استفاده شده است. رویکرد اول تحلیل­هایی است که مبتنی بر فرضیات جذب حرارتی بافت مورد بررسی است. رویکرد دیگر مبتنی بر آثار غیرحرارتی روی بافت است.

برای بررسی حداکثر توان جذب­شده توسط بافت ذره­ی مجهول درون بافت را با کره­­یb مدل کرده و آن در محیط a در در میدان الکتروشبه­ساکن فرض می­کنند.

به این طریق میدان ثابتی درون کره ایجاد می­شود و حداکثر جذب ذره­ی مجهول به صورت زیر حاصل می­شود.

با مشتق­گیری نسبت به خواص الکتریکی ذره حداکثر توان جذب­شده در ذره به صورت زیر خواهد بود.



K ضریب جذب نامیده شده و مقداری محدود است. پس یک ذره نمی­تواند به طور نامحدود از میدان موجود در محیط توان جذب کند.

نمودار جذب ذره به ازای ترکیب­های مختلف خواص محیط و ذره:

چگالی جذب در دسترس ذره­ی مجهول برابر با توان در دسترس در واحد حجم آن است.

ماده­ی زمینه: محیط آب­زیستی با رسانایی یونیS/m 1 و دمای 37درجه­ی سانتی­گراد برای ذره­ای مکبعی به طول 1میکرومتر.



نسبت چگالی حجمی جذب در دسترس ذره به چگالی حجمی جذب محیط برای تمام باند فرکانسی به صورت

و با نمودار زیر نشان داده شده است:



با توجه به شکل امکان جذب غیرمنتظره­ی ذره­ی مجهول نسبت به زمینه در فرکانس­های بالاتر بیشتر است.( این نسبت در فرکانس 45/2گیگاهرتز به ده برابر جذب همگن می­رسد!)

لازم است بدانیم که با دور شدن شکل ذره­ی مورد بررسی از حالت کروی میدان­های القایی در برخی نقاط حساس هندسی تا چندین مرتبه بالاتر از این میدان­ها هم می­توانند باشند.

**تخمین حدود مجاز برای شدت میدان الکتریکی مجاز درون بافت:**

1. با درنظرگرفتن ملاحظات حرارتی

فرضیات:

- توان جذب­شده در ذره­ی مجهول تنها صرف بالابردن دما می­شود و در تحریک، برهم­کنش­های فیزیکی یا واکنش­های شیمیایی مصرف نمی­گردد.

- توان جذب شده در ذره تنها در خود ذره مصرف می­گردد(فرض تبادل حرارتی ناچیز- متناسب با تحلیل در بدترین حالت ممکن)

تخمینی از افزایش دمای ذره­ی مجهول:

شرط لازم برای عدم افزایش دما به میزانی بیش از TΔ



tΔ بازه­ی زمانی قرار گرفتن ذره در معرض میدان

برای $ΔT=1^{oC}$ حد بالای شدت میدان برابر است با:

شکل زیر این حدود را برای زمان­های تشعشع­دهی مختلف نشان می­دهد.



در فرکانس 1گیگاهرتز برای محیط و ذره­ی آبی و با فرض جذب زمینه­ی معادل با 2Watt/Kg (استاندارد تلفن همراه)، ذره­ای با خواص جذب حداکثر در ذره­ی مورد بررسی، افزایش دمای 3/2 درجه در ده دقیقه انتظار می­رود.

2. با درنظرگرفتن ملاحظات غیرحرارتی

فرض: جذب انرژی چه به صورت حرارت و چه به صورت تغییرات شیمیایی با rε مدل می­شود.

مطرح کردن معیاری که تحت آن، انرژی جذب شده در ابعاد یک ساختار زیستی بایستی از ضریب معینی از نویز حرارتی محیط مولکولی کوچک­تر باشد.



n چه تعداد تغییر بالقوه در مولکول زیستی در واحد حجم قابل قبول شمرده می­شوند.

با فرض n کمتر از 10 درصد در بافت شکل نمونه­ی زیر حاصل می­شود.

شکل زیر نمایانگر معیارهای به دست آمده با هر دو تحلیل برای زمان 20 ثانیه در باند تراهرتز است.



تا به اینجا: محاسبه­ی حدود شدت میدان مجاز درون بافت

اکنون **استخراج حدودی برای شدت میدان الکتریکی تابشی بر بافت:**

در نظر گرفتن مدل نیم­فضا (هوا در بالا و بافت در پایین سطح مرزی) تابش موج تخت از هوا با ضریب عبور (f)τ به درون بافت.

حد شدت میدان تابشی با درنظرگرفتن حداکثر ضریب عبور ممکن به ازای تمامی زوایای تابش در هر فرکانس



(شاید دلیل انتخاب قرنیه در اینجا به این دلیل باشد: (به نقل از wikipedia)

یکی از آثار تشعشعات مایکروویو اثرات گرمایش دی­الکتریک است که در آن هر جسم عایق (مانند بافت موجود زنده) توسط حرکت مولکول‌های قطبی که در میدان الکترومغناطیسی قرار دارند گرم می‌شود. وقتی که فردی از گوشی همراه استفاده می‌کند، بیشتر اثرات گرمایشی در اطراف سطح سر او به وجود می‌آیند و باعث می‌شود که دمای سر حدود کسری از درجه افزایش پیدا کند. این دما کمتر از گرمایی است که در اثر تابش مستقیم خورشید بوجود می‌آید. در این هنگام، جریان [انتقال خون] مغز قادر است با بیشتر کردن جریان خون در آن قسمت گرما را به جاهای دیگر منتشر کند. اما قرنیه چشم این سامانه تعدیل­سازی دما را ندارد و آزمایش تابش ۲ الی ۳ ساعته در چشم‌های خرگوش‌ها در مقیاس SAR ۱۰۰-۱۴۰ W/kg که دمایی موضعی 40 الی 41 درجه سانتی­گراد را تولید کرده باعث بوجود آمدن آب مروارید در آنها شده‌است.)





**بحث و بررسی پیرامون نتایج به دست آمده:**

در این مطالعه تلاش شده بود تا مفهوم جذب توسط ذره­ی مجهول درون بافت از دیدگاه حرارتی (متناظر با افزایش دما) و دیدگاه غیرحرارتی (متناظر با تغییرات بالقوه­ی شیمیایی) بررسی شود.

معیار غیرحرارتی برای فرکانس­های فراتر از باند تراهرتز مناسب­تر از معیار حرارتی است زیرا ترازهای ارتعاشی کم­انرژی­تر و ترازهای مرتبط با تغییر ساختار و عملکرد (مرتبط با جذب غیرحرارتی) پرانرژی­ترند.

باند تراهرتز اولین ناحیه­ی فرکانسی است که در آن انرژی فوتون­ها به سطح نویز حرارتی می­رسد و بنابراین با ده برابرکردن این فرکانس، این انرژی به اندازه­ی یک مولکولATP خواهد رسید.

**جمع­بندی**:

حد بالای شدت میدان الکتریکی زمینه با دیدگاه حرارتی (عدم افزایش دما بیش از 1 درجه در ذره­ی مجهول موجود در بافت) و دیدگاه غیرحرارتی (محدود ماندن توان جذب­شده به ضریبی از سطح نویز حرارتی در ذره­ی مجهول) در 20ثانیه تشعشع­دهی

حد حرارتی: از 10گیگا تا 10 تراهرتز به صورت تقریبی از 100 تا 1 وات بر مترمربع

حد غیرحرارتی: سه مرتبه پایین­تر



**در چه مرحله­ای از روند کلی پیش­بینی شده برای پروژه هستم (احیاناْ همراه با بازنگری در برنامه، مراحل و پیش بینی زمان):**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **مراحل** | **% پیشرفت** | **پیش بینی زمان( هر خانه یک هفته)** |
| مطالعه منبع پیشنهادی اول | 100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| رفع اشکالات منبع پیشنهادی اول | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| مطالعه­ منبع پیشنهادی دوم | 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| رفع اشکالات منبع پیشنهادی دوم | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| زمان پشت سر گذاشته شده: | 1 | 2 | 3 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |

ریزموج­ها (Microwave- MW) در محدوده­ی فرکانسی 300 مگا تا 300 گیگاهرتز قرار دارند.

