**مجله علوم و صنایع غذایی ایران**

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

**مقاله علمی_پژوهشی**

# بررسی تابش فرابنفش و مرئی بر *استافیلوکوکوس اورئوس*، *سودوموناس آئروژینوزا* محیط کشت و شمارش کلی میکروب دهان و سطوح جامد

**محمد گلی[1و 2]، شریفه شاهی [2و3*]، مهدی مقضی[3]، رحمان امینی[3]، میترا منصوری بنی[1]، محمد درویشی [2و4و5]، محسن رنجبران[2]**

1- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)، اصفهان، ایران.

2- مرکز تحقیقات لیزر و بیوفوتونیک در فناوریهای زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)، اصفهان، ایران.

3- گروه مهندسی پزشکی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)، اصفهان، ایران.

4- دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان(خوراسگان)، اصفهان، ایران.

5- عضو حرفه ای، بنیاد تحقیقات جراحی فک و صورت و ایمپلنتولوژی و بیومتریال.

**اطلاعات مقاله**

**تاریخ های مقاله :**

**تاریخ دریافت: 1401 /02/01**

**تاریخ پذیرش: 1401/03/17**

**کلمات کلیدی:**

تابش فرابنفش،

دیود نوری مرئی آبی،

پاتوژن زدایی،

شمارش کلی باکتری دهانی،

سطوح جامد،

محیط کشت.

**DOI: 10.22034/FSCT.19.126.333**

**DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.126.30.1**

* مسئول مکاتبات:

shahilaser@khuisf.ac.ir

**چکیده**

**تابش غیر یونیزان فرابنفش بخشی از ناحیه طیف امواج الکترومغناطیس است که دارای اثر زیان آور شناخته شده بر میکروارگانیسم ها شامل باکتریها، ویروسها و قارچها می‌باشد. هدف از این پژوهش در دوران مبارزه با ویروس‌ها و غلبه بر میکروارگانیسم‌های متنوع بیماریزا، بررسی ویژگیهای موثر و مضر این نوع تابش در سه ناحیه (UVB, UVC و UVA)، با رویکرد خواص بیولوژیکی و موارد کاربردی در ضدعفونی و استریلیزه‌کردن می باشد. در این مطالعه پژوهشی به منظور اثر بخشی بر میکروارگانیسم ها در ناحیه طیفی فرابنفش و پیرامون آن نزدیک ناحیه مرئی، از دو نمونه آزمون با لامپ های تجاری UVC وblue-LED استفاده شد. در این پژوهش به بررسی اثر تابش UVC بر میکروارگانیسمهای بیماریزای *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا* موجود در محیط مایع و کشت سطحی جامد، بررسی اثر تابش UVC بر شمارش کلی میکروارگانیسمهای سطوح جامد کاغذی و تلفن همراه پرداخته شد. در اخر به بررسی اثر نور مرئی ال ای دی در ناحیه آبی بر شمارش کلی میکروبهای دهانی متصل به مسواک پس از مسواک زنی مورد بررسی قرار گرفت. در دو آزمون انجام گرفته با تابش در ناحیه فرابنفش و نزدیک آن در ناحیه مرئی، اثر کشندگی بر باکتریها و میکروارگانیسم های کلی با بیش از 90 درصد اثربخشی و نابودی باکتریها نتیجه گیری شد که نشانگر موثر بودن این گونه تابش‌ها در ضدعفونی، باکتری زدایی و استریلیزه کردن مواد دارد. بررسی های طیف سنجی لامپ‌های تجاری در ناحیه فرابنفش همراه با خواص اثر بخشی آنها بر میکروارگانیسم زدایی شاهدی بر مفید بودن این نوع تابش علاوه بر خطرات بیولوژیکی آن دارد که لزوم مراقبت نحوه کاربری آنرا می طلبد. تابش فرابنفش در صنعت و پزشکی فرایندی سرد، خشک ، ساده ، موثر و کم هزینه در رابطه با سایر فرایندهای استریل‌سازی است و هیچ نوع پرتوی یونیزه شده ای را تولید نمی‌کند.**

## 1- مقدمه

تابش امواج الکترومغناطیسی را در اصل می توان به سه ناحیه گسترده تابش مرئی، فروسرخ و فرابنفش تقسیم کرد. نور مرئی در بازه طول موجی 400-700 نانومتر تعریف می شود که طول موج های بالاتر از این ناحیه به بازه طول موجی تابش فروسرخ نامگذاری شده است. نورفرابنفش[1] از طیف امواج الکترومغناطیسی تابشی غیر یونیزان است که بسامد بیشتر از نور ناحیه مرئی دارد، همانطورکه رنگ بنفش بالاترین بسامد نورمرئی می باشد. از این رو نور فرابنفش اصطلاحی است که برای نور با بسامد های بالاتراز نور مرئی به کار می رود. پرتو فرابنفش در سال 1801 توسط دانشمند آلمانی جان ریتر، کسی که نوعی نور مرئی ، فراتراز بنفش که قادر به اکسید کردن هالیدهای نقره ای بود را مشاهده وکشف کرد. در پایان قرن نوزدهم این نوع تابش، نور فرابنفش نامگذاری شد. نور فرابنفش بازه وسیعی از طول موج‌ها درفضای غیر یونیزه کننده طیف الکترومغناطیسی، بین ناحیه تابشی پرتو ایکس (100 نانومتر) و پیرامون نور مرئی(تقریبا 400 نانومتر) را اشغال می‌کند [1].

به طور خلاصه تابش ناحیه فرابنفش (نامرئی) در بازه 100-400 نانومتر را می توان به سه ناحیه طول موجی تقسیم کرد:

- تابش UVA ( با ویژگی برنزه کردن پوست،400-320 نانومتر)
- تابشUVB (با ویژگی درمانی، 320-280 نانومتر)
- تابشUVC ( با ویژگی ویروس و میکروب کشی، 280-100 نانومتر)

در این پژوهش بیشترین تمرکز نویسندگان بر ناحیه سوم یا همان تابش UVC است. اثرات میکروب زدایی تابش UVC، موجب تخریب DNA در باکتری‌ها، ویروس‌ها ، هاگ‌ها، قارچ‌ها، کپک‌ها و کنه‌ها شده، از رشد و تکثیر آنها جلوگیری می‌کند. این فناوری یک روش ضدعفونی کننده فیزیکی با فواید مناسب و فرایندی زیست محیطی است که برخلاف مواد شیمیایی، بدون ایجاد هیچ مقاومتی در برابر میکروارگانیسم ها کارایی دارد. طول موج های بلند (UVA، 400-320 نانومتر) و متوسط (UVB، 320-280 نانومتر) تابش فرابنفش موجود در نور خورشید دارای خاصیت کم میکروب کشی هستند و از لایه استراتوسفر جو به میزان قابل ملاحظه‌ای عبور کرده به زمین می رسند، در حالی که، طول موج های کوتاه تابش فرابنفش ( UVC،280 -100 نانومتر) ظرفیت میکروب کشی بالاتری دارند، اما به طور طبیعی از خورشید قابل دستیابی نیستند و با روش‌های تبدیل انرژی الکتریکی تولید می‌شوند. درلایه استراتوسفر جو ، تابش UVC توسط ازن جذب شده ، توسط مولکولهایی مانند اکسیژن و نیتروژن پراکنده می‌شود. در حالی که در تروپوسفر تابش فرابنفش C توسط آلاینده ها جذب شده، توسط ذرات پراکنده می شود. ناحیه نامگذاری شده با خلاء فرابنفش[2] که قادر به تولید گاز سمی ازن است در بازه 200-100 نانومتر از نور تابشی ناحیه UVC پیرامون طول موج 185نانومتر قرار دارد. ناحیه فرابنفش با قدرت میکروب کشی[3] قویتر پیرامون طول موج 253/7 نانومتر یا همان 254 نانومتر قرار دارد و ازن چندانی تولید نمی‌کند [1]. در شرایط فیزیولوژیکی، کره زمین و پوست انسان فقط در معرض تابش فرابنفش A و فرابنفش B است. در تابستان تابش نور خورشید حاوی حدود شش درصد فرابنفش B و 94 درصد فرابنفش A است که در فیزیولوژی طبیعی رشد، تشخیص و تاثیر سلولی، ملانوژنز و تولید ویتامین D بسیار تاثیر گذار است. با این وجود مقادیر زیاد این تابش می تواند باعث آفتاب سوختگی و هایپرپلازی شود و قرار گرفتن طولانی مدت باعث پیری پوست شده، خطر ابتلا به انواع خاصی از سرطان پوست را افزایش می‌دهد. تابش پرتو فرابنفش به غیر از طیف خورشید به روش‌های تولید مصنوعی در مدهای پیوسته یا پالسی قابل کاربری است که مد پالسی آن برای غیر فعال‌سازی میکروبی کاربردی‌تر و موثرتر است. لازم به ذکر است که نور فرابنفش تولید شده تجاری، بازه طول موجی از ناحیه فرابنفش است و طول موج تکی تولید نمی‌کند. به عنوان مثال، نورفرابنفش با طول موج 185 نانومتر برای تولید نور فرابنفش در قله طیف (185نانومتر) تنظیم شده است، اما ممکن است نورفرابنفش را در بازه (240-100 نانومتر) یا حتی بیشتر تولید کند[2].

ال ای دی ها فقط برای روشنایی خانه و محل کار نیستند. تابش انواع لامپ ال ای دی رنگی خاص بر روی سطوح بسته به هر مورد استفاده، می‌تواند میکروب‌ها، باکتری‌ها و سایر عوامل بیماری‌زا را از بین ببرد. هنگام استفاده از نور ضد میکروبی، هر سطحی که بتوان دید، روشن می‌شود که به معنای ضدعفونی شدن آن است. رنگ های مختلف لامپ های ال ای

1. Ultra violet (UV)

2. Vacuum UV
3. Ultra violet germicidal irradiation (UVGI)

دی اثرات متفاوتی دارند مثلا ال ای دی‌های مخصوص سفید، توانایی کشتن باکتری‌ها، کپک‌ها و قارچ‌ها را دارند و در عین حال به افراد، گیاهان و حیوانات خانگی آسیبی نمی‌رسانند. بنابراین، برای مثال، بیمارستان‌ها می‌توانند در طول روز بدون نیاز به تخلیه مردم از آنها استفاده کنند. نور آبی تشدید شده یکی دیگر از نورهای رنگی است که ثابت شده است باکتری های خاصی مانند *اشریشیا کلی* و باکتری *لیستریا مونوسایتوژنز* را می‌کشد و ویروس مرس را غیرفعال می‌کند. در حالی که ال ای دی قرمز و آبی به طور جداگانه هر دو باکتری ها را از بین می‌برند، بهترین نوع نور ال ای دی ، نوری است که نور ال ای دی قرمز و آبی را ترکیب کند[2]. در این پژوهش به بررسی اثر تابش UVC بر میکروارگانیسمهای بیماریزای *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا* موجود در محیط مایع و کشت سطحی جامد، بررسی اثر تابش UVC بر شمارش کلی (توتال کانت) میکروارگانیسمهای سطوح جامد کاغذی و تلفن همراه، و در اخر به بررسی اثر نور مرئی LED ناحیه آبی نزدیک ناحیه فرابنفش بر شمارش کلی میکروبهای دهانی متصل به مسواک پس از مسواک زنی مورد بررسی قرار گرفت.

## 2- مواد و روشها

### 2-1- مواد

در این پژوهش به منظور اثر بخشی طیفهای امواج الکترومغناطیس بر میکروارگانیسم‌ها از دو نوع لامپ تجاری شامل لامپ UVC و دیودهای نوری مرئی (آوانتز، هلند) در بازه‌های طیفی هدف استفاده شد. از دو باکتری بیماریزای *استافیلوکوکوس اورئوس*، *سودوموناس آئروژینوزا* (مرکز کلکسیون میکروارگانیسم های صنعتی، ایران) و محیط کشت اختصاصی مانیتول سالت آگار، مولر هینتون آگار و پلیت کانت آگار (مرک، آلمان) استفاده شد.

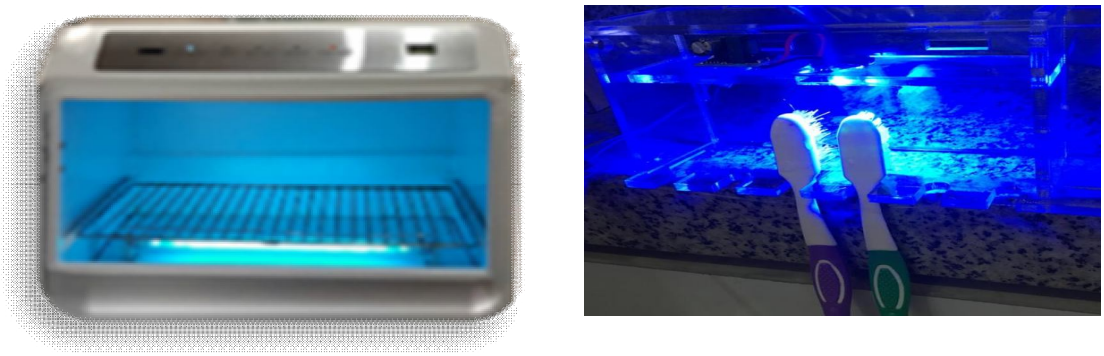
### 2-2-روش‌ها

**2-2-1-آزمون اول: تاثیر تابش UVC در نابودی میکروارگانیسمهای تلقیح شده در محیط کشت مایع و جامد، سطوح کاغذی و تلفن همراه**

آزمون در دستگاه با روکش استیل خاص به ابعاد 60×40×50 سانتی متر مجهز به درزگیر، درب و فیلتر مناسب (شکل 1) حاوی دو لامپ مولد UVC با توان 15 وات در طول موج اثر بخشی 254 نانومتر(شکل 2) انجام گرفت. از ناحیه طیفی UVC برای بررسی نابودی *دو باکتری بیماریزای شایع محیطی تهیه شده به روش* نیم مک فارلند رقیق شده با نرمال سالین استفاده شد. از کشت مایع و کشت سطحی جامد اختصاصی مانیتول سالت آگار و مولر هینتون آگار با شمارش‌های متفاوت (جدول 1) بترتیب برای شمارش نهایی *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا* تیمار اشعه دیده شده استفاده شد. همچنین برای بررسی نابودی شمارش کلی سطوح جامد کاغذی و تلفن همراه از محیط کشت پلیت کانت آگار استفاده شد. برای نمونه شاهد (کنترل مثبت) هم محیطهای مایع و جامد، و سطوح جامد کاغذی و تلفن همراهی که مورد تیمار اشعه دهی قرار نگرفت استفاده گردید. درصد کشندگی عبارت است از تعداد باکتریهای از بین رفته پس از تیمار اشعه دهی در مقایسه با شمارش اولیه باکتریایی قبل از تیمار اشعه دهی می‌باشد. این آزمایشات در ده تکرار صورت گرفت[3].

**2-2-2-آزمون دوم: تاثیر تابش لامپ LED مرئی ناحیه آبی در میکروارگانیسم زدایی باکتریهای دهانی**

برای تعیین اثر بخشی طیف نوری لامپ های LED ناحیه آبی بر مسواک و میکروارگانیسم های دهانی آزمون دوم انجام شد که در شکل 1 نشان داده شده است. چشمه نوری مورد نظر طبق نتایج طیف سنجی در بخش یافته ها در بازه 400-500 نانومتر آبی رنگ از ناحیه طیفی امواج الکترومغناطیسی پیرامون ناحیه فرابنفش قراردارد. از دیود نوری به مدت دو ساعت برای بررسی نابودی شمارش کلی باکتریهای دهانی متصل شده به مسواک، پس از مسواک زنی پنج دقیقه ای از محیط کشت پلیت کانت آگار استفاده شد. برای نمونه شاهد (کنترل مثبت) هم از مسواکهایی که پس از مسواک زنی مورد تیمار اشعه قرار نگرفت استفاده شد. برای شمارش باکتریهای مسواک پس از هر بار عملیات مسواک‌زنی، مسواک‌ها در نرمال سالین شستشو شد و از این محلول شستشو کشت سطحی بر پلیت کانت آگار انجام گردید. این آزمایش در پنج تکرار انجام گردید[3].



**A** **B**

**Fig 1** Ultraviolet-C generator (A), and Disinfectant device (B) with visible light emitting diode (blue)

### 3-2-2-تجزیه و تحلیل آماری

در آزمون تاثیر اشعه فرابنفش بر دو باکتری استافیلوکوکوس اورئوس و *سودوموناس آئروژینوزا* در قالب بلوک کاملا تصادفی و با سه فاکتور بترتیب شامل فاکتور اول، زمان تیمار اشعه دهی در دو سطح 40 و 80 ثانیه، فاکتور دوم شامل نوع محیط کشت در دو سطح کشت سطحی و مایع و فاکتور سوم شامل لگاریتم شمارش اولیه باکتریها در سه سطح 4، 5 و 6 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه دانکن در سطح معنی دار 95 درصد استفاده شد. برای ازمون ها در این تحقیق از نرم افزار آماری اس-پی-اس-اس ورژن 16 برای ارزیابی های آماری استفاده شد.

## 3- نتایج

### 3-1-یافته آزمون 1

در شکل 2 طیف خروجی تابش لامپ UVC دارای دامنه قله انرژی پیرامون طول موج 254 نانومتر و قله های با انرژی کمتر پیرامون 430 و 550 نانومتر می باشد.

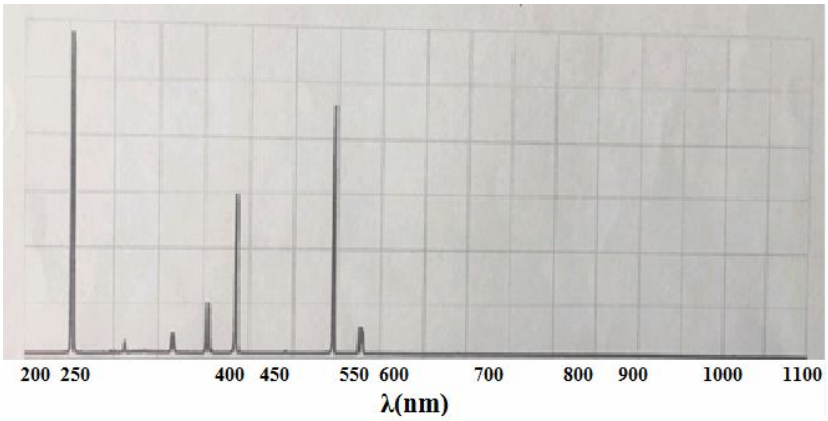



**Fig 2** UV-15 combination lamp output spectrum

جداول 1، 2 و 3 نتایج این بررسی ها در دو بازه زمانی با درصد کشندگی مختلف را نشان می دهد. نتیجه این بررسی ها نشان داد که با افزایش زمان تابش دهی اثر باکتری زدایی بیشتر شد، همچنین در محیط جامد (سطح جامد) اثر بیشتری نسبت به محیط مایع (غوطه وری) مشاهده گردید. سپس اثرگذاری این دستگاه بر روی آلودگیهای موجود بر دو سطح کاغذ و تلفن همراه که آغشته به کلیه باکتریهای موجود در محیط می باشند، طبق نتایج جدول 3 مورد بررسی قرار داده شد. ابتدا میزان باکتری اولیه موجود بر روی این سطوح (قسمتی از سطح) سنجیده شد، سپس با اعمال تابش فرابنفش به مدت 4 دقیقه در دستگاه اثر کشندگی بر روی هر یک از سطوح بررسی شد و با توجه به بیش از 91/86 درصد اثربخشی و نابودی باکتریهای موجود بر روی سطوح مورد نظر، نتیجه گیری شد که تابش محفظه نوری با راندمان بالا، اثر قابل توجهی در از بین بردن باکتریهای موجود بر سطوح را دارد.

**Table 1** Effect of UV-C radiation on bacterial count of surface culture and immersion of *Staphylococcus aureus* at different irradiation times

| **Bacteria type** | ***Staphylococcus aureus*** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Time** | **40 sec** | | | | | | **80 sec** | | | | | |
| **Culture type** | **Surface culture** | | | **Liquid culture** | | | **Surface culture** | | | **Liquid culture** | | |
| **The first total count (cfu/ml)** | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ |
| **Lethality (%)** | 98.40± 0.82$^a$ | 98.65± 0.01$^a$ | 99.92± 0.02$^a$ | 84.05± 0.49$^b$ | 90.25± 0.48$^c$ | 98.4± 0.22$^c$ | 99.04± 0.09$^a$ | 99.49± 0.11$^a$ | 99.88± 0.01$^a$ | 83.87± 0.12$^b$ | 97.00± 0.47$^b$ | 99.40± 0.01$^b$ |

Dissimilar letters in each row indicate for each the first total count a significant difference at the 99.5% confidence level. The number of each sample was 10

**Table 2** Effect of UV-C radiation on bacterial count of surface culture and immersion of *Pseudomonas aeruginosa* at different irradiation times

| **Bacteria type** | ***Pseudomonas aeruginosa*** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Time (second)** | **40 sec** | | | | | | **80 sec** | | | | | |
| **Culture type** | **Surface culture** | | | **Liquid culture** | | | **Surface culture** | | | **Liquid culture** | | |
| **The first total (cfu/ml) count** | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ | $10^4$ | $10^5$ | $10^6$ |
| **Lethality (%)** | 99.99± 0.002$^a$ | 99.99± 0.002$^a$ | 99.99± 0.003$^a$ | 99.98± 0.005$^a$ | 99.98± 0.005$^a$ | 99.98± 0.003$^a$ | 99.99± 0.002$^a$ | 99.99± 0.003$^a$ | 99.99± 0.004$^a$ | 99.99± 0.003$^a$ | 99.99± 0.003$^a$ | 99.99± 0.003$^b$ |

Dissimilar letters in each row indicate for each the first total count a significant difference at the 99.5% confidence level. The number of each sample was 10

**Table 3** Effect of UV-C radiation on bacterial count of paper and mobile surface

| **Parameters** | **Total count** | |
|---|---|---|
| **Time (second)** | **240 sec** | |
| **Sample** | Paper surface | Mobile surface |
| **The first total count (cfu/cm$^2$)** | 25.1±0.9$^b$ | 105.6±8.5$^a$ |
| **Total count after radiation (cfu/cm$^2$)** | 1.8±0.13$^b$ | 8.6±0.7$^a$ |
| **Lethality (%)** | 92.85±0.47$^a$ | 91.86±0.14$^b$ |

Dissimilar letters in each row indicate a significant difference at the 99.5% confidence level. The number of each sample was 10

## 3-1-یافته آزمون 2

در شکل 3 نتایج طیف خروجی لامپ LED مرئی (آبی) پیرامون ناحیه فرابنفش در بازه طول موجی 500-400 نانومتر نشان داده شده است. همان طور که در شکل مشهود است این تابش دارای قله دامنه انرژی پیرامون طول موج 480 نانومتر می باشد.

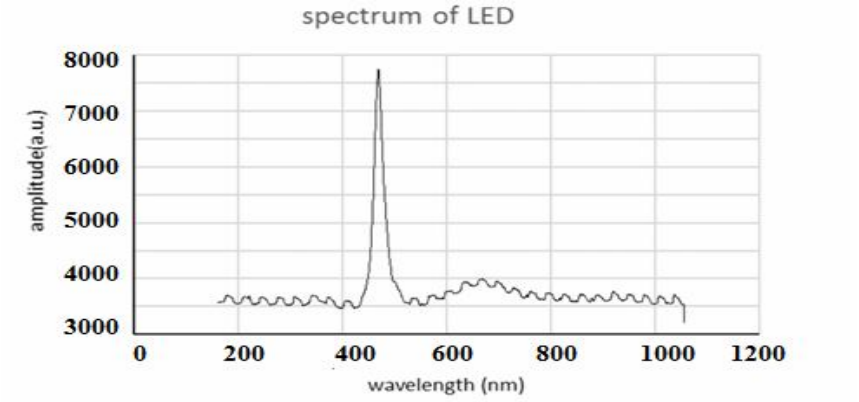



**Fig 3** Output spectrum of visible light emitting diode (blue)

در آزمون دوم مقایسه نتایج شمارش کلی بر مسواک‌های تحت تابش دیود نوری نشان داد که بار میکروبی مسواک‌ها به طور قابل توجهی کاهش پیدا کرد. بعبارتی درصد کشندگی حداقل 91/67 تا حداکثر 95/46 درصد دیده شد که از نظر آماری درخور توجه است (جدول 4).

**Table 4** Effect of visible light emitting diode radiation on the total count of oral bacteria (number of colonies per ml of toothbrush detergent solution)

| Test stage | Toothbrush 1 | Toothbrush 2 | Toothbrush 3 | Toothbrush 4 | Toothbrush 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| After brushing with toothpaste | 22 | 37 | 17 | 12 | 13 |
| After 2 hours of irradiation Ultraviolet light emitting diode | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Lethality (%) | 95.46 | 94.59 | 94.12 | 91.67 | 92.31 |

## 4- بحث و نتیجه گیری

مطالعات ضد میکروبی تابش فرابنفش علاوه بر تاثیرات بر پوست و سیستم خود ایمنی نیز در گزارش های دیگری تایید شده است. اولین مطالعه برای توصیف القای پپتیدهای ضد میکروبی با تابش فرابنفش نشان داد که این تابش به شدت با گیرنده ویتامین دی همبستگی دارد. این مطالعه بالینی نشان داد که تابش UVB موجب القا پپتید LL-37 و هم چنین ویتامین دی می‌شود [4]. با این حال، بیش از یک قرن پیش، مشاهده شد که نور خورشید می تواند سل را درمان کند. این امر در سال 2006 نیز با کشف اینکه فعال شدن گیرنده های TLR[4] توسط *مایکوباکتریوم توبرکلوزیس* موجب جذب ویتامین دی و آنزیمی می‌شود که ویتامین دی غیرفعال را به ویتامین دی فعال تبدیل می‌کند، تایید گردید. در نهایت ویتامین دی به نوبه خود باعث تولید اتوکرین و آزاد سازی LL-37 از مونوسیت‌ها می‌شود که باعث از بین رفتن باکتری‌ها می‌گردد [5]. تابش فرابنفش هم چنین قادر است عفونت پنهان ویروس هرپس سیمپلکس و عفونت ویروس واریسلا زوستر را دوباره فعال کرده، منجر به زونا شود[6-8]. ارتباط مثبتی بین زونا و قرار گرفتن در معرض تابش فرابنفش در مناطق معتدل جهان وجود دارد [9]. با این وجود، علیرغم مطالعاتی که نشان می‌دهد تابش فرابنفش پاسخ ایمنی به عفونت‌های باکتریایی، قارچی و ویروسی را سرکوب می‌کند، تابش فرابنفش خورشید ممکن است عفونت های باکتریایی پوستی را بهبود بخشد [10]. اگرچه برخی از عفونت‌ها در معرض تابش فرابنفش در انسان به وضوح اصلاح می‌شوند، اما تعداد آنها به طور قابل توجهی کمتر از موارد توصیف شده در مدل‌های جوندگان است. به دلیل تفاوت بین گونه ها در تولید AMP های پوستی و یا به دلیل کاستی‌های اپیدمیولوژیک و با توجه به تعیین پارامترهای کمی قرار گیری انسان در معرض تابش حدس زده می شود[11]. علاوه بر خواص بیولوژیکی تابش فرابنفش، خواص ضدعفونی و میکروب زدایی تابش فرابنفش نیز در این پژوهش به صورت تجربی و بررسی مطالعات مروری مورد بررسی قرار گرفت که در ادامه بیشتر مورد بحث قرار خواهد گرفت. ویروس ها ذرات کوچک و مستقلی هستند که از بلورها وماکرومولکول‌ها ساخته شده‌اند و برخلاف باکتری‌ها، فقط درسلول میزبان تکثیر می‌شوند. کاربرد UVGI برای ضدعفونی و میکروب زدایی از اواسط قرن بیستم، به صورت عملیاتی پذیرفته شده است. نخست از این نوع تابش، برای رعایت اصول بهداشتی پزشکی و امور استریل کنندگی استفاده شد. در سالهای اخیر به ویژه در دوران مواجه با ویروس کرونا به طور چشمگیری، از این فرایند با دوز تابشی بالاتر برای استریل کردن آب آشامیدنی، پساب، لوازم، مواد، بسته بندی-های غذایی و دستگاههای تصفیه هوا استفاده شده است. همان گونه که پیش تر بیان شد، نفوذ نور تابشی UVC در سطح زمین بسیار ضعیف است، زیرا لایه ازن جو، آن را فیلتر می‌کند. دستگاه های UVGI جدید با تابش موثر می‌توانند درسیستم های آب و هوای درحال گردش درمحیط میزبان، میکروارگانیسم‌ها مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، کپک‌ها و سایر عوامل بیماری زا را تحت تاثیر قراردهند[10]. تابش فرابنفش توسط پروتئین، DNA و RNA در میکروارگانیسم‌ها جذب

4. Toll like receptors

می‌شود. جذب تابش فرابنفش توسط پروتئین‌ها در غشاهای با نفوذ بالای دوز فرابنفش درنهایت منجر به اختلال درغشای سلول و درنتیجه مرگ سلول می‌شود. بااین حال، در اثر دوز تابشی کمتر، جذب فرابنفش توسط DNA یا RNA دربرخی ویروسها میتواند توانایی تکثیر میکروارگانیسم را مختل کند. در هر حال سلولی که قادر به تکثیر نباشد، می تواند منجر به بیماری شود. بعضی ازمیکروارگانسیم ها (به ویژه باکتری‌ها) مکانیزم ترمیمی دارند که باعث جدا شدن دیمرهای تیمین می‌شوند، این فرایند با جذب نور فرابنفش آغاز می‌شود و بنابراین فعال‌سازی مجدد نوری نامیده می‌شود. این موضوع می تواند بر مکانیسم ترمیمی غلبه کند، اما نیاز به دوز تابشی فرابنفش بالاتری دارد. براساس اطلاعات فوق، تابش UVC برای غیرفعال کردن کرونا ویروس‌ها موثر گزارش شده است [1].

بررسی های انجام شده با طول موج تابشی 254 در طیف UVC و مقایسه اثر آن با تابش های مشابه خورشیدی ناحیه UVA/UVB در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی نشان داد که تنها چند ویروس منتخب مربوط به ذرات معلق درهوا، سطوح و محلول های مایع قابل کنترل هستند [2]. همچنین میکروارگانیسم های رایج موجود همانگونه که در آزمون یک نیز انجام شد با این روش قابل کنترل می باشند. علاوه بر خواص میکروب‌زدایی قوی‌تر ناحیه تابش UVC که اصولا در سیستم‌های تجاری قابل تولید و کاربردی است، در سیستم تجاری مورد آزمون شماره دو با آرایه دیود نوری مرئی نیز با طیف پیرامون طول موج‌های ناحیه UVA به غیرفعال‌سازی موثر میکروارگانیسم‌ها پرداخته شد. در پژوهش گزارش شده مشابه نیز با این ناحیه طیفی به طور موثر ویروس های X174, MS2, QB غیرفعال گردید [12]. در هر حال دیودهای نوری مرئی، که به سرعت در حال تولید هستند ، می‌توانند عوامل بیماریزا را غیرفعال کرده، بسته‌های غذایی و دارویی و سایر مواد را نیز در مراحل بسته بندی حفاظت کنند. بنابراین، این نوع تابش‌های غیر گرمایی و سرد برای ایمن نگه داشتن غذا و بسته‌بندی‌ها و لوازم، بدون استفاده از ضدعفونی کننده‌های شیمیایی یا مواد افزودنی رشد باکتری‌ها را کند و متوقف می‌کنند که از نظر اقتصادی و زیست محیطی نیز بسیار مفید می‌باشند [3]. هم چنین تابش میکروب کش فرابنفش (UVGI) روش ضدعفونی کننده ای است که با استفاده از نور فرابنفش با طول موج کوتاه (UV-C) میکروارگانیسم ها را به وسیله ازبین بردن اسیدهای نوکلئیک و ایجاد اختلال درDNA شان مانع از انجام عملکرد حیاتی سلول می‌شود. تابش UVC با خواص میکروارگانیسم زدایی در کاربردهای مختلفی مانند موادغذایی، لوازم ،تصفیه آب و هوا ، شستشوی سیستم های درجا و ضدعفونی سطوح بسته بندی ومخازن ذخیره سازی استفاده می‌شود. تابش دیودهای نوری مرئی (آبی) در بازه طول موج 500-400 نانومتر نشان داد که این بازه مرئی نیز در مواردی قادر به میکروب زدایی از وسایل بوده و در کاربردهای خانگی، پیراپزشکی، دندانپزشکی و آزمایشگاهی کاربرد دارند[3].

تابش فرابنفش به عنوان یکی از بی خطرترین و نزدیک ترین روش به طبیعت در فرایند گندزدایی بدون نیاز به مواد شیمیایی است که باکتری ها به علت داشتن پروتئین و اسید نوکلئیک، می‌توانند مقدار زیادی از تابش را جذب نمایند و اگر باکتری‌ها در مسیر تابش مزبور قرار گیرند به علت آسیب رسیدن به دئوکسی ریبونوکلئیک اسید، از بین خواهند رفت. برخی آندوسپورهای باکتریایی در برابر این تابش مقاوم هستند و علت آن موادی است که در پوشش اسپور آنها وجود دارد و سبب جذب تابش می‌گردند. بنابراین تابش فرا بنفش یک عامل استریل کننده نیست ولی می‌تواند به عنوان یک گندزدا مورد استفاد قرار گیرند. با این حال، نور فرابنفش فرایند فیزیکی است که مزایای مختلفی دارد که پسماند شیمیایی ایجاد نمی-کند و یک فرایند سرد، خشک ، ساده ، موثر و کم هزینه در رابطه با سایر فرایندهای استریل‌سازی است، علاوه براینکه هیچ نوع پرتوی یونیزه شده تولید نمی‌کند[2-3].

## 5- تشکر و قدردانی

این اطلاعات برگرفته از طرح پژوهشی مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) با شناسه اخلاق IR.IAU.KHUISF.REC.1400.215 بوده و نویسندگان مقاله، از همکاران در مرکز تحقیقات لیزر و بیوفوتونیک در فناوریهای زیستی و شرکت دانش بنیان معیار دانش در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) به دلیل همکاری‌های علمی و پژوهشی در راستای محقق شدن این تحقیق کمال تشکر را دارد.

## 6- منابع

[1] Cheng N, Moe P, Salas BV, Beltran-Partida E, Nedev NR. Inactivation of Enveloped Viruses (Coronavirus, H5N1 Virus) and Disinfection of the Air with Legionella-X 100 Via Ultraviolet Germicidal Irradiation (UVGI). Autonomous University of Baja California-UABC2, 2020; 1-18.

[2] Lima FR, Vieira KS, Santos M, de Souza PM. Effects of Radiation Technologies on Food Nutritional Quality. Descrip. Food sci, 2018; 5: 137-152.

[3] D'Souza C, Yuk HG, Khoo GH, Zhou W. Application of light-emitting diodes in food production, postharvest preservation, and microbiological food safety. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf, 2015; 14(6): 719-740.

[4] Schwarz A, Maeda A, Kernebeck K, van Steeg H, Beissert S, Schwarz T. Prevention of UV Radiation–Induced Immunosuppression by IL-12 is Dependent on DNA Repair. J Exp Med, 2005; 201(2): 173-179.

[5] Liu PT, Stenger S, Li H, Wenzel L, Tan BH, Krutzik SR, Ochoa MT, Schauber J, Wu K, Meinken C, Kamen DL, Wagner M, Bals R, Steinmeyer A, Zügel U, Gallo RL, Eisenberg D, Hewison M, Hollis BW, Adams JS, Bloom BR, Modlin RL. Toll-like Receptor Triggering of a Vitamin D-Mediated Human Antimicrobial Response. Science, 2006; 311(5768): 1770-1773.

[6] Stein B, Angel P, Van Dam H, Ponta H, Herrlich P, van der Eb A, Rahmsdorf HJ. Ultraviolet-Radiation Induced c-jun Gene Transcription: Two AP-1 like Binding Sites Mediate the Response. Photochem photobiol, 1992; 55(3): 409-415.

[7] Loiacono CM, Taus NS, Mitchell WJ. The Herpes Simplex Virus Type 1 ICP0 Promoter is Activated by Viral Reactivation Stimuli in Trigeminal Ganglia Neurons of Transgenic Mice. J. Neurovirol, 2003; 9(3): 336-345.

[8] Zak-Prelich M, Borkowski JL, Alexander F, Norval M. The Role of Solar Ultraviolet Irradiation in Zoster. Epidemiol. Infect, 2002; 129(3): 593-597.

[9] Korostil IA, Regan DG. Varicella-Zoster Virus in Perth, Western Australia: Seasonality and Reactivation. PLoS One, 2016; 11(3): e0151319.

[10] Boere TM, Visser DH, Marceline Van Furth A, Lips P, Cobelens FGJ. Solar Ultraviolet B Exposure and Global Variation in Tuberculosis Incidence: An Ecological Analysis. Eur. Respir. J, 2017; 49(6): e1601979.

[11] Norval M, Halliday GM. The Consequences of UV-Induced Immunosuppression for Human Health. Photochem. Photobiol. 2011; 87(5): 965-977.

[12] Do-Kyun K, Dong-Hyun K. UVC LED Irradiation Effectively Inactivates Aerosolized Viruses, Bacteria, and Fungi in a Chamber-Type Air Disinfection System. Appl. environ. Microbiol. 2018; 84(17): e00944-18.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

# Evaluation of ultraviolet and visible radiation on *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* of culture medium and total count of oral microbes and solid surfaces

**Goli, M. [1,2], Shahi, S. [2,3*], Moghzi, M. [3], Amini, R. [3], Mansoori Beni, M. [1], Darvishi, M. [2,4,5], Ranjbaran, S. M. [2]**

1. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
2. Laser and Biophotonic in Biotechnologies Research Center, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
3. Department of Medical Engineering, Faculty of Engineering, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
4. Dentistry Student, Faculty of Dentistry, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
5. Professional Member, Maxillofacial Surgery & Implantology & Biomaterial Research Foundation.

**ARTICLE INFO**

**Article History:**

Received 2022/ 04/ 21
Accepted 2022/ 06/ 07

**Keywords:**

UV radiation,
Visible blue-LED light,
Pathogenicity,
Oral bacterial count,
Solid surfaces,
Culture medium.

**DOI: 10.22034/FSCT.19.126.333**
**DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.126.30.1**

*Corresponding Author E-Mail:
shahilaser@khuisf.ac.ir

**ABSTRACT**

Non-ionizing ultraviolet (UV) radiation is a kind of electromagnetic radiation that has been shown to be harmful to microorganisms such as bacteria, viruses, and fungus. The goal of this study is to evaluate the effective and hazardous features of this type of radiation in three regions (UVA, UVB, and UVC), using the approach of biological properties and applications in disinfection and sterilizing. In this research study, in order to be effective on microorganisms in the ultraviolet spectrum and its surroundings near the visible area, two test samples with commercial UVC and blue-LED lamps were used. In this study, the effect of ultraviolet C radiation on pathogenic microorganisms of *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* in liquid environment and solid surface culture, the effect of ultraviolet C radiation on the total count (total count) of microorganisms on paper and mobile surfaces, and finally to The effect of UV LED on the total number of oral microbes attached to the toothbrush after brushing was investigated. In two tests performed with radiation in the ultraviolet region and near it in the visible region, the lethal effect on bacteria and microorganisms was concluded with more than 90% effectiveness and destruction of bacteria. Which indicates the effectiveness of such radiation in disinfecting, disinfecting and sterilizing equipment. Spectroscopic investigations of UV commercial lamps, as well as their efficacy on microbes, demonstrate the use of this sort of radiation, in addition to its biological hazards, which necessitate careful consideration of how it is utilized. In comparison to alternative sterilizing methods, the use of UV radiation in business and medicine is a cool, dry, easy, effective, and economical technique that produces no ionized radiation.