یازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

# بررسی امکان کاربرد عصاره پوست انار در تهیه پوشش سلولزی ضد میکروبی

فاطمه جوکار[۱]، سمیه رهایی[۲*]، محبوبه زارع[۳]، مهراب نصیری کناری[۴]

[۱] کارشناسی ارشد، دانشکده زیست فناوری، دانشگاه تخصصی فناوری های نوین آمل، آمل، ایران f.j198855@gmail.com

[۲] عضو هیئت علمی دانشکده زیست فناوری، دانشگاه تخصصی فناوری های نوین آمل، آمل، ایران S.rahaiee@ausmt.ac.ir

[۳] عضو هیئت علمی دانشکده گیاهان دارویی، دانشگاه تخصصی فناوری های نوین آمل، آمل، ایران mahboobeh.zare93@gmail.com

[۴] دکترای سلولی و مولکولی، پژوهشکده شمال انستیتو پاستور ایران mehrab.nasirikenari@gmail.com

## چکیده

در حال حاضر استفاده از ضایعات محصولات کشاورزی مورد توجه زیادی قرار گرفته است. پوست انار یک منبع فوق العاده از ترکیبات فنولی و فلاوونوییدی است که به صورت ضایعات دور ریخته می شود. نانوسلولزها یک ماده تجدیدپذیر، قابل تجزیه زیستی و در مقیاس نانو هستند که از منشا طبیعی استخراج می شوند. اگزوپلی ساکارید سلولز باکتریایی از قندهای کوچک بوسیله ی باکتری ها تولید می شود اما هیچ گونه فعالیت ضد میکروبی ندارد. در این مقاله در ابتدا عصاره پوست انار تهیه شده و فعالیت های بیولوژیکی ضد باکتریایی (روش آزمون انتشار دیسک (Disk Diffusion)) و آنتی اکسیدانی (روش جذب رایکال آزاد DPPH) بررسی شده است. سپس امکان کاربردعصاره پوست انار در تهیه پوشش سلولزی ضد باکتریایی مورد مطالعه قرار گرفته است.

## واژه‌های کلیدی

عصاره پوست انار، ضد باکتریایی، سلولز باکتریایی، آنتی اکسیدانی، پوشش

**۱. مقدمه**

در حال حاضر استفاده از ضایعات محصولات کشاورزی مورد توجه زیادی قرار گرفته است. محصول ضایعاتی پوست انار با دارا بودن ترکیبات فنولی از خواص آنتی اکسیدانی، ضد باکتریایی و ضد التهابی موثری برخوردار بوده و می تواند با از بین بردن غشای سلولی میکروارگانیسم ها و در نهایت مرگ آن ها، مهار عفونت ها را تسریع ببخشد [1]. پوست انار یک منبع فوق العاده از ترکیبات فنولی و فلاوونوییدی است که به صورت ضایعات دور ریخته می شود. این زباله ها به عنوان منابع فعال زیستی شناخته شده اند و از آنها عصاره گیری می شود[۲]. پوست انار دارای خواص بی نظیر و کاربردهای مختلفی می باشد مانند استفاده از عصاره پوست انار برای درمان پلاک و آفت دهانی و پماد های مبتنی بر عصاره پوست انار برای درمان زخم. در میان محصولات مختلف انار، عصاره پوست انار مشخصا دارای قابلیت و ظرفیت مهار یا ممانعت کنندگی بیشتری در مقابل آنیون های سوپر اکسید، رادیکال های هیدروکسیل و پروکسید است [۳]. این منبع فعال زیستی خواص دارویی مطلوبی مانند اثر ضد التهابی، ضد میکروبی قوی، فعالیت ضد ویروسی و ضد جهش زایی دارد که می تواند در ترکیب با یون ها و مواد موثره تقویت شود و اثر بسزایی در درمان زخم ها داشته باشد[۴]. این فعالیت های ضد میکروبی و ضد التهابی می تواند با ترکیب با سایر یون ها و عناصر تقویت شود [۴]. برخی از عصاره های گیاهی به دلیل داشتن ترکیبات فنلی بالا، فعالیت آنتی اکسیدانی مناسبی را از خود نشان می دهند. عصاره پوست انار یک ترکیب فعال زیستی با فعالیت ضدمیکروبی بالا است که به عنوان یک ترکیب ترمیم کننده زخم پیشنهاد شده است [۵]. بیش ترین ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی انار در پوست آن وجود دارد که حدود ۵۰ درصد از وزن کل انار را تشکیل می دهد که اغلب به عنوان ضایعات دور ریخته می شود [۶]. فلاونوئیدها طبقه وسیعی از متابولیت های کم وزن و ثانویه هستند که بطور گسترده در گیاهان توزیع می شوند. در پوست انار مقادیر زیادی پلی فنول از قبیل تانن های الاژیک، اسید الاژیک و اسید گالیک یافت می شود. مطالعات نشان داده‌اند که عصاره پوست انار دارای فعالیت آنتی اکسیدان و ضد میکروبی قابل توجه‌ای است که عمدتا به دلیل حضور پلی فنول ها و فلاونوئیدها موجود در آن است [۷]. اخیرا مواد تجزیه پذیر زیستی و سازگار با بافت های بدن در سیستم های پزشکی، درمانی و دارو رسانی بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. در این زمینه، پلیمر های طبیعی مانند سلولز، نشاسته و گلیکوژن بسیار مورد توجه قرار هستند. نانوسلولزها یک ماده تجدیدپذیر، قابل تجزیه زیستی و در مقیاس نانو هستند که از منشا طبیعی استخراج می شوند. سلولز میکروبی، با نام های دیگری مانند نانوسلولز باکتریایی و سلولز زیستی نیز شناخته می شود. سلولز باکتریایی از قندهای کوچک بوسیله ی باکتری ها تولید می شود و به عنوان یک اگزوپلی ساکارید در لایه فوقانی (لایه تماس با هوا) تشکیل می شود. سلولز باکتریایی عمدتا از آب (بیشتر از ۹۹٪) ویک شبکه سه بعدی نانوفیبریل با قطر ۲۰تا۱۰۰ نانومتر تشکیل شده است. این نانو فیبریل ها که به دور یک محور آرایش یافته اند شباهتی به سلولز گیاهی ندارند و سلولزی با درصد کریستالیزاسیون بالا (۸۰٪ - ۶۰٪) و استحکام مکانیکی زیاد ایجاد می کنند. نانو فیبریل ها در سلولز باکتری سطح وسیعی را ایجاد می کنند و منجر به افزایش قابلیت نگهداری آب و سایر مایعات توسط آن می شوند [۸ و ۹]. اندازه نانوفیبریل های سلولز باکتریایی ۱۰۰ مرتبه از سلولز گیاهی کوچکتر می باشد. سلولز باکتریایی هیچ گونه فعالیت ضد میکروبی ندارد و مقیاس نانویی سلولز باعث ایجاد یک سطح مقطع بزرگ می شود که می تواند جهت بارگذاری آب و مواد زیستی و بروز خاصیت الاستیکی زیاد و استحکام بالا در حالت مرطوب موثر واقع شود [۱۰]. لذا در این مطالعه، ما امکان کاربرد عصاره پوست انار را در تهیه پوشش های سلولزی ضد باکتریایی مورد بررسی قرار داده ایم.

**۲. روش کار**

**۲-۱ تهیه عصاره پوست انار**

جهت تهیه عصاره هیدروالکلی، ۱۰۰ گرم از پودر پوست انار را به نسبت ۱به ۳ (وزن ماده خشک نسبت به الکل) با الکل اتیلیک ۸۰٪ مخلوط نموده و به مدت ۷۲ ساعت توسط همزن به آرامی مخلوط می شود، تا استخراج عصاره بهتر انجام گیرد. سپس مخلوط حاصله را

ازکاغذ صافی عبور می دهیم تا عصاره اولیه به دست آید. در نهایت، عصاره اولیه درون دستگاه تغلیظ کننده تحت خلا با دمای ۴۰ درجه سانتی گراد قرار داده تا حلال اضافی تبخیر گردد و عصاره تغلیظ شده به دست آید. سپس عصاره تغلیظ شده را در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک می کنیم.

### ۲-۲- تولید سلولز باکتریایی

سویه *Gluconacetobacter xylinus* (PTCC 1734) از مرکز کلکسیون میکروارگانیسم های صنعتی سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران (IROST) تهیه شد. جهت کشت باکتری از محیط تغییر یافته هیسترین- شرام [1] براث استفاده شد. سپس باکتری مذکور در محیط، کشت داده شده و در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰- ۸ روز گرمخانه گذاری گردید. پس از این مدت، یک لایه پلیکل زرد رنگ بر روی سطح محیط کشت مشاهده شد که همان سلولز باکتریایی است. جهت خالص سازی فیلم سلولزی تولید شده، سلولز باکتریایی بدست آمده را در محلول سود ۳٪ به مدت ۲۴ h در دمای محیط قرار می دهیم و سپس توسط آب دیونیزه شستشو داده و pH غشای بدست آمده را در محدوده ۷/۷-۵/۳ تنظیم می کنیم. آنگاه فیلم سلولزی را در اتوکلاو استریل نموده تا تمامی بقایای باکتری از بین رود. در نهایت جهت نگهداری فیلم سلولزی، آن را در آب دیونیزه در دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار می دهیم [۱۱].

### ۲-۳- تعیین میزان فنل و فلاونوئید کل عصاره پوست انار

برای تعیین میزان فنل کل موجود در عصاره پوست انار، میزان ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره (یک میلی گرم در میلی لیتر) را با ۵۰ میکرولیتر فولین (یک مولار) مخلوط و در ادامه ۱.۸۵ سی سی آب دیونیزه اضافه و ترکیب حاصل را ورتکس کرده و به مدت سه دقیقه در محیط اتاق قرار می دهیم. سپس ۳۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم (۲۰٪) را به ترکیب فوق اضافه و دوباره ورتکس می کنیم. در این مرحله ۱.۷ سی سی آب دیونیزه به ترکیب بالا اضافه کرده تا حجم نهایی به چهار هزار میکرولیتر برسد، دوباره ترکیب نهایی را ورتکس کرده و به مدت ۹۰ دقیقه در تاریکی قرار می دهیم و میزان جذب (OD) آنرا در طول موج ۷۶۰ نانومتر اندازه گیری می نماییم.

جهت تعیین میزان فلاونوئید موجود در عصاره پوست انار، ۵۰۰ میکرولیتر از عصاره (غلظت یک میلی گرم در میلی لیتر) را با ۱۰۰ میکرو لیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد و ۱۰۰ میکرولیتر استات پتاسیم یک مولار ترکیب و درادامه به آن چهار هزار و ۳۰۰ میکرولیتر اتانول ۸۰ درصد اضافه کردیم تا به حجم پنج هزار میکرولیتر برسد. ترکیب نهایی را ورتکس نموده و به مدت ۴۰ دقیقه دردمای اتاق قراردادیم و جذب نور در ۴۱۵ نانومتر اندازه گیری گردید.

### ۲-۴- سنجش فعالیت ضد باکتریایی عصاره پوست انار و پوشش سلولزی

جهت مطالعه فعالیت ضد باکتریایی عصاره و پوشش سلولزی، از باکتری های گرم مثبت *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923)، *Bacillus cereus* (PTCC 1015)، *Enterococcus faecalis* و باکتری گرم منفی *Escherichia coli* (PTCC1399) استفاده گردید. فعالیت ضد باکتریایی با استفاده از روش متداول انتشار دیسک [2] اندازه گیری شد. برای این کار، سوسپانسیون های میکروبی رشد یافته در محیط کشت نوترینت براث و استاندارد شده با نیم مک فارلند، را روی سطح محیط کشت مولر هینتون آگار پخش می کنیم. آنگاه دیسک های حاوی غلظت های مختلف عصاره پوست انار (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی گرم بر لیتر) و پوشش سلولزی حاوی عصاره را

[1] Hestrin-Schramm

[2] Disk Diffusion

روی سطح محیط کشت قرار می دهیم. قابل ذکر است که آنتی بیوتیک های جنتامایسین و ونکومایسین به عنوان نمونه های کنترل به ترتیب برای باکتری های گرم منفی و گرم مثبت استفاده شدند.آنگاه، پلیت ها را به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد درون انکوباتور می گذاریم و در نهایت قدرت ضد باکتریایی عصاره را بر اساس قطر ناحیه بازداری توسعه یافته اطراف دیسک ها محاسبه می کنیم [۱۲].

### ۵-۲- سنجش فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره پوست انار

جهت سنجش فعالیت مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH توسط عصاره، ۵۰۰ میکرولیتر از غلظت های مختلف (۲۰۰-۲/۵ میکروگرم بر میکرولیتر) عصاره به ۵۰۰ میکرولیتر محلول DPPH (۵۰ میکرومولار) اضافه شد و با ۱۰۰۰ میکرولیتر متانول به حجم دو هزار میکرولیتر رسید. پس از ۳۰ دقیقه قرار دادن نمونه ها در تاریکی، جذب آنها در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد. سپس میزان مهار رادیکال آزاد DPPH توسط فرمول زیر محاسبه گردید:

$$I_{DPPH}\ (\%) = \left(\frac{A_C - A_S}{A_C}\right) \times 100$$

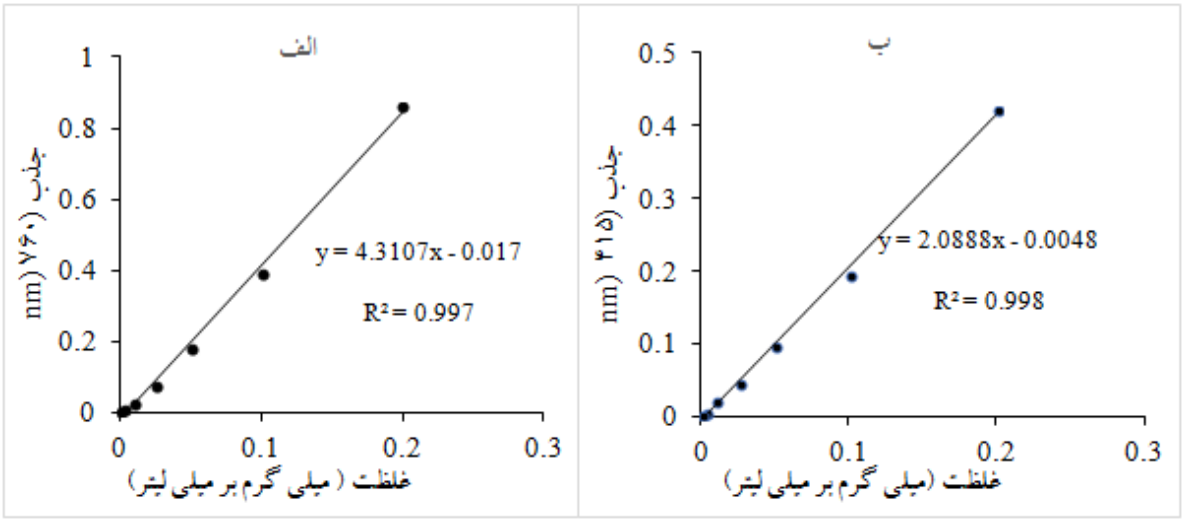
که در آن Ac جذب نمونه کنترل و As جذب نمونه است [۱۳].

## ۳. بحث

در حال حاضر استفاده از گیاهان در زمینه ی دارو درمانی به جای استفاده از داروهای مصنوعی مورد توجه قرار گرفته است. عصاره های مختلف به دست آمده از گیاهان خواص بی نظیری را دارا می باشد. گیاه انار به دلیل خواص چند منظوره، مواد مغذی و ترکیبات فعال زیستی اخیرا مورد توجه صنایع غذایی، داروسازی، پزشکی و صنایع شیمیایی قرار گرفته است.

### ۳-۱- تعیین میزان فنول و فلاونوئید کل عصاره پوست انار

برخی از عصاره های گیاهی به دلیل داشتن ترکیبات فنلی بالا، فعالیت آنتی اکسیدانی مناسبی را از خود نشان می دهند. عصاره پوست انار یک ترکیب فعال زیستی با فعالیت ضدمیکروبی بالا است که به عنوان یک ترکیب ترمیم کننده زخم پیشنهاد شده است [۵]. بیش ترین ترکیبات فنولی و فلاونوئییدی انار در پوست آن وجود دارد که حدود ۵۰ درصد از وزن کل انار را تشکیل می دهد که اغلب به عنوان ضایعات دور ریخته می شود [۶]. فلاونوئیدها طبقه وسیعی از متابولیت های کم وزن و ثانویه هستند که بطور گسترده در گیاهان توزیع می شوند. در پوست انار مقادیر زیادی پلی فنول از قبیل تانن های الاژیک، اسید الاژیک و اسید گالیک یافت می شود. مطالعات نشان داده‌اند که عصاره پوست انار دارای فعالیت آنتی اکسیدان و ضد میکروبی قابل توجه‌ای است که عمدتا به دلیل حضور پلی فنول ها و فلاونوئیدها موجود در آن است. محتوای فنل و فلاونوئید کل عصاره پوست انار با استفاده از معادله خط حاصل از منحنی استاندارد هر یک از آن‌ها تعیین شد (شکل ۱). بر اساس نتایج به دست آمده، میزان ترکیبات فنولی کل عصاره پوست انار ۱۵/۴۲±۰/۱۶ میلی گرم گالیک اسید به ازای گرم ماده خشک و میزان فلاونوئید کل عصاره ۷۰/۵۱±۱/۶۹ میلی گرم کوئرستین به ازای گرم ماده خشک به ثبت رسید.




**شکل ۱** : (الف)منحنی استانداردداسیدگالیک، (ب) منحنی استانداردکوئرستین

### ۲-۳- بررسی اثر ضدباکتریایی عصاره پوست انار

بررسی قطر هاله‌های عدم رشد باکتری‌ها نشان داد که عصاره پوست انار، اثرات ضدباکتریایی قابل توجهی را در برابر گونه‌های باکتریایی ذکر شده به خصوص باکتری های گرم مثبت از خود به نمایش گذاشت. به طوری که بالاترین میزان قطر هاله عدم رشد در برابر باکتری گرم مثبت *Staphylococcus aureus* با میانگین قطر ۱/۴± ۲۷ میلی متر دیده شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت عصاره، میزان قطر هاله عدم رشد نیز افزایش یافته است. جدول (۱) مقایسه کامل قطر هاله عدم رشد باکتریایی در غلظت های مختلف عصاره پوست انار را نشان می‌دهد.

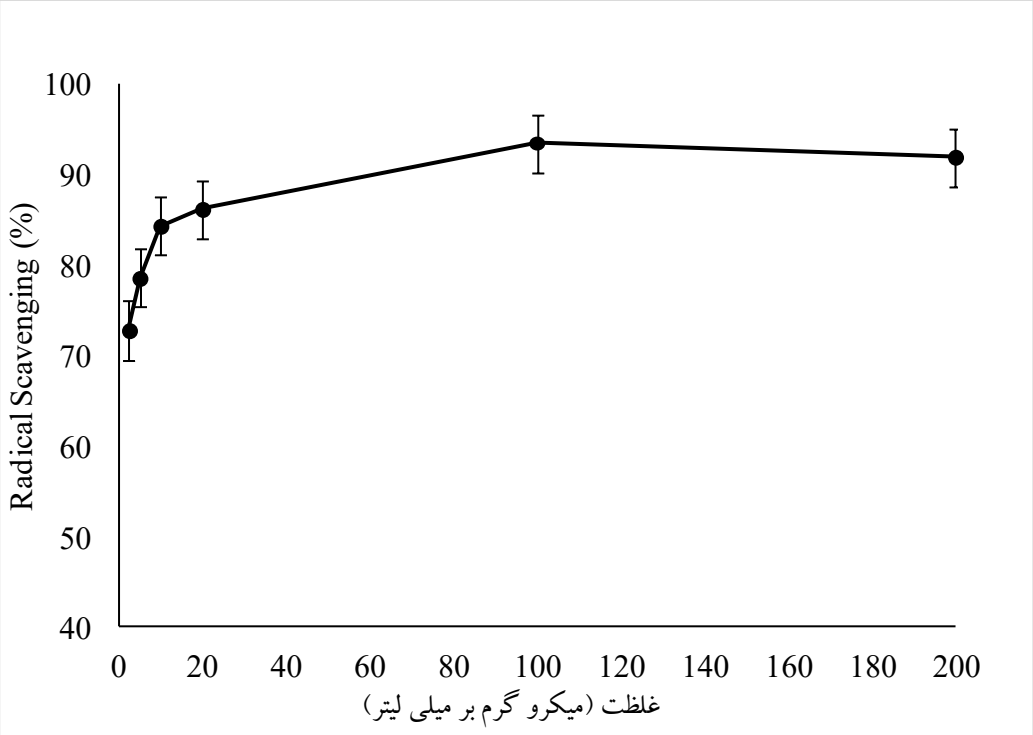
**جدول ۱.** قطر هاله‌ی عدم رشد باکتری‌ها در مقابل غلظت‌های مختلف عصاره پوست انار و آنتی بیوتیک (برحسب میلی‌متر)

| باکتری | غلظت عصاره پوست انار بر حسب میلی‌گرم بر میلی لیتر | | | آنتی بیوتیک |
|---|---|---|---|---|
| | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۱۵۰۰ | |
| *E.coli* (PTCC 1399) | ۱۰/۵ ۰±/۷ fg | ۱۲/۵ ۰±/۷ ef | ۱۴ ۱±/۴ e | ۲۲ ۰±/۰ |
| *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) | ۲۴ ۱±/۴ b | ۲۵ ۱±/۴ ab | ۲۷ ۱±/۴ a | ۲۰ ۰±/۰ |
| *Bacillus cereus* (PTCC 1015) | ۲۱ ۱±/۴ c | ۲۴/۵ ۰±/۷ ab | ۲۵/۵ ۰±/۷ ab | ۱۸ ۰±/۰ |
| *Enterococcus faecalis* (بالینی) | ۹ ۱±/۴ g | ۱۶/۵ ۰±/۷ d | ۱۷ ۰±/۰ d | ۱۹ ۰±/۰ |

* میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشابه هستند، بر مبنای آزمون چند دامنه‌ی دانکن در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری ندارند.

### ۳-۳- بررسی فعالیت مهار کنندگی رادیکال آزاد DPPH

رادیکال آزاد DPPH با پذیرش اتم هیدروژن از گروه‌های هیدروکسیل ترکیبات آنتی اکسیدانی موجود در عصاره، منجر به کاهش محتوای DPPHو تغییر رنگ محلول واکنش از بنفش تیره به زرد روشن می‌شود. فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره پوست انار به روش جذب رادیکال آزاد DPPH مورد مطالعه قرار گرفت. رنگ بنفش محلول DPPH پس از افزودن عصاره به رنگ زرد روشن تبدیل می شود. در واقع هرچه میزان فعالیت مهارکنندگی رادیکال آزاد بیشتر باشد، این تغییر رنگ نیز بیشتر و واضح تر مشاهده می شود. ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره پوست انار به روش جذب رادیکال آزاد نشان داد (شکل۲) که خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره وابسته به غلظت افزایش یافته است. چنانچه در غلظت ۲۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر از عصاره، میزان ۹۱/۹ درصد فعالیت آنتی اکسیدانی مشاهده شد.




**شکل۲:** درصد مهار رادیکال آزاد DPPH توسط غلظت های متفاوت عصاره پوست انار

### ۳-۴- بررسی فعالیت ضد باکتریایی پوشش سلولزی حاوی عصاره پوست انار

بررسی فعالیت ضدباکتریایی پوشش تهیه شده در برابر باکتری‌های مورد مطالعه نشان داد که پوشش حاوی عصاره پوست انار، فعالیت ضدباکتریایی قابل توجه‌ای را از خود به نمایش گذاشته است. به گونه‌ای که بیشترین میزان قطر هاله عدم رشد در برابر باکتری گرم مثبت *Staphylococcus aureus* با میانگین قطر ۱/۴± ۳۰ میلی متر مشاهده شد. با توجه به بررسی فعالیت ضدباکتریایی پوشش سلولزی خالص نیز مشخص شد هیچگونه فعالیت ضدباکتریایی را از خود نشان نداده است به نظر می رسد که فعالیت بالای ضد باکتریایی پوشش ناشی از اثر فعالیت ضد باکتریایی عصاره پوست انار باشد. جدول (۲) قطر هاله‌ی عدم رشد باکتری‌ها برای پوشش سلولزی خالص و پوشش حاوی عصاره پوست انار نشان می دهد. به طور کلی ارزیابی فعالیت ضدباکتریایی عصاره پوست انار به روش دیسک دیفیوژن ثابت کرد که

باکتری‌های گرم مثبت نسبت به باکتری‌های گرم منفی نسبت به عصاره حساس‌تر بوده‌اند. به طوری که بالاترین میزان قطر هاله عدم رشد و همچنین کمترین مقدار MIC و MBC با بیشترین فعالیت ضدباکتریایی عصاره، علیه باکتری گرم مثبت *Staphylococcus aureus* به ثبت رسید. این باکتری ها می توانند از طریق تماس مستقیم، از طریق اجسام آلوده از فردی به فرد دیگر منتقل شوند یا در موارد کمتری، با استنشاق قطرات آلوده که به دلیل عطسه یا سرفه پخش می شوند، به فرد دیگری منتقل می شود و با ایجاد عفونت‌های پوستی وعمقی، مشکلات عدیده ای را برای افراد مبتلا ایجاد کنند. نتایج مطالعات گذشته نشان می‌دهد که اثر ضد باکتریایی عصاره پوست انار در برابر باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از باکتری‌های گرم منفی می‌باشد. حساسیت بیشتر باکتری‌های گرم مثبت نسبت به باکتری‌های گرم منفی می‌تواند ناشی از تفاوت در ویژگی‌های ساختاری و فیزیولوژیکی سلول باکتریایی باشد [۱۴].

**جدول ۲** : قطر هاله‌ی عدم رشد باکتری‌ها برای پوشش سلولزی خالص و پوشش حاوی عصاره پوست انار

| باکتری | پوشش حاوی عصاره | سلولز خالص | آنتی بیوتیک |
|---|---|---|---|
| *E.coli* (PTCC 1399) | ۱±۲۷/۲ | ۰±۰/۰ | ۲۲ ۰±/۰ |
| *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) | ۳۰ ۱±/۴ | ۰±۰/۰ | ۲۰ ۰±/۰ |
| *Bacillus cereus* (PTCC 1015) | ۲۵ ۲±/۱ | ۰±۰/۰ | ۱۸ ۰±/۰ |
| *Enterococcus faecalis* (بالینی) | ۱۹ ۰±/۰ | ۰±۰/۰ | ۱۹ ۰±/۰ |

## ۴. نتیجه گیری

امروزه، بسیاری از پلیمرهای آب دوست هیدروژلی با ساختار شبکه ای سه بعدی به عنوان گزینه ای جدید و مناسب جهت کاربرد در صنایع مختلف غذایی و داوریی شناخته می شوند که به دلیل داشتن خواص منحصر به فرد، از جمله تورم زیاد، تخلخل بالا و مقاومت مکانیکی و حرارتی بالا مورد توجه زیادی قرار گرفته اند. سلولز باکتریایی یک بیو پلیمر عالی است که توسط چندین سویه باکتریایی تولید می‌شود، این پلیمر از واحدهای β-۱ به ۴، D-گلوکز تشکیل شده که از این نظر مشابه سلولز گیاهی است. با این حال به دلیل خالص نبودن سلولز گیاهی (همراهی با لیگنین و همی سلولز)، استفاده از سلولز باکتریایی که پلیمری خالص می باشد ارجحیت بیشتری دارد. نتایج مطالعه نشان داد که سلولز باکتریایی بر خلاف دارا بودن خواص منحصر به فرد فیزیکی، خاصیت ضدباکتریایی ندارد، اما در اثر ترکیب با عصاره پوست انار می‌تواند از اثرات ضد باکتریایی و آنتی اکسیدانی عصاره بهره گرفت و آن را به عنوان یک پوشش ضد باکتریایی ارائه داد. با این حال، در آینده مطالعات بیشتری جهت نشان دادن کارایی پوشش سنتزی انجام خواهد شد.

## منابع

[1] Ragab, T. I., Nada, A. A., Ali, E. A., Soliman, A. A., Emam, M., & El Raey, M. A. 2019. Soft hydrogel based on modified chitosan containing P. granatum peel extract and its nano-forms: Multiparticulate study on chronic wounds treatment. *International journal of biological macromolecules*, *135*, 407-421.

[2] Karim, S., Alkreathy, H. M., Ahmad, A., & Khan, M. I. 2021. Effects of Methanolic Extract Based-Gel From Saudi Pomegranate Peels With Enhanced Healing Potential on Excision Wounds in Diabetic Rats. *Frontiers in Pharmacology*, *12*.

[3] Li Y., Guo, C., Yang, J., We, J., Xu, J., 2006. Cheng S. Evaluation of antioxidant properties of pomegranate peel extract in comparison with pomegranate pulp extract. Food Chemistry 96, 254–260.

[4] Celiksoy, V., Moses, R. L., Sloan, A. J., Moseley, R., & Heard, C. M. 2020. Evaluation of the in vitro oral wound healing effects of pomegranate (Punica granatum) rind extract and punicalagin, in combination with Zn (II). *Biomolecules*, *10*(9), 1234.

[5] Costa, N. N., de Faria Lopes, L., Ferreira, D. F., de Prado, E. M. L., Severi, J. A., Resende, J. A., ... & Villanova, J. C. O. 2020. Polymeric films containing pomegranate peel extract based on PVA/starch/PAA blends for use as wound dressing: In vitro analysis and physicochemical evaluation. *Materials Science and Engineering: C*, *109*, 110643.

[6] More, P. R., & Arya, S. S. 2019. A novel, green cloud point extraction and separation of phenols and flavonoids from pomegranate peel: An optimization study using RCCD. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *7*(5), 103306.

[7] Shinde, V., Shende, A., & Mahadik, K. 2020. Evaluation of antioxidant and wound healing potential of pomegranate peel gel formulation. *International Journal of Pharmacognosy*, *7*(1), 23-28.

[8] Dubey, V., Saxena, C., Singh, L., Ramana, K. V., & Chauhan, R. S. 2002. Pervaporation of binary water–ethanol mixtures through bacterial cellulose membrane. *Separation and Purification Technology*, *27*(2), 163-171.

[9] Sulaeva, I., Hettegger, H., Bergen, A., Rohrer, C., Kostic, M., Konnerth, J., & Potthast, A. 2020. Fabrication of bacterial cellulose-based wound dressings with improved performance by impregnation with alginate. *Materials Science and Engineering: C*, *110*, 110619.

[10] Swingler, S., Gupta, A., Gibson, H., Kowalczuk, M., Heaselgrave, W., & Radecka, I. 2021. Recent Advances and Applications of Bacterial Cellulose in Biomedicine. Polymers 2021, 13, 412.

[11] Pourali, P., & Yahyaei, B. 2019. The healing property of a bioactive wound dressing prepared by the combination of bacterial cellulose (BC) and Zingiber officinale root aqueous extract in rats. *3 Biotech*, *9*(2), 59.

[12] Surendhiran, D., Li, C., Cui, H., & Lin, L. 2020. Fabrication of high stability active nanofibers encapsulated with pomegranate peel extract using chitosan/PEO for meat preservation. *Food Packaging and Shelf Life*, *23*, 100439.

[13] Khalil, R., et al., 2020. Phenolic acid profiling by RP-HPLC: Evaluation of antibacterial and anticancer activities of Conocarpus erectus plant extracts. Biol Clin Sci Res J, 10.

[14] Abdollahzadeh, E., M. Rezaei, and H. Hosseini, 2014. Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control Listeria monocytogenes inoculated in minced fish meat. Food control, 35(1): p. 177-183.