

## بررسی فرایند استخراج جامد-مایع رنگدانه از پوست انار سیاه: سینتیک و انتقال جرم

ویدا خرمشاهی<sup>۱</sup>، خسرو رستمی<sup>۲</sup>، زهرا اصفهانی بلندبالایی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، vdkhorramshahi@gmail.com

<sup>۲</sup>سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، rostami2002@yahoo.com

<sup>۳</sup>سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، zesfehanni2006@yahoo.com

### چکیده

مدل سازی ریاضی فرایند استخراج جامد-مایع ترکیبات موثر از اندام ها و قسمت های گیاهان نقش مهمی در این تحقیقات دارد. انتخاب بهترین مدل ریاضی برای داده های تجربی بدست آمده، به منظور تخمین ضریب انتقال جرم بسیار مهم است. بر این اساس مدل استخراج ناپیوسته بر مبنای مدل سینتیکی شبه درجه دوم با هدف تعیین ضریب انتقال جرم در نظر گرفته شد. در این مطالعه با استفاده از روش غوطه وری، پارامترهای موثر بر فرایند استخراج رنگدانه از پوست انار سیاه، شامل: نوع حلال، اندازه ذرات، نسبت جامد/مایع و دما مورد بررسی قرار گرفتند. بیشترین بازدهی استخراج برای حلال های آب اسیدی و متانول اسیدی، اندازه ذره ۰/۲۵ میلی متر، نسبت جامد/مایع ۱۰۰/۱ و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد بدست آمد. از بررسی مدل های ریاضی این نتایج بدست آمد که فرایند استخراج از مدل سینتیکی شبه درجه دوم و مدل کلی انتقال جرم از رابطه خطی بخوبی پیروی می کند. برای محلول حاوی رنگدانه، درصد بازدارندگی رادیکال آزاد DPPH، ۹۱/۶٪ و آنتوسیانین کل ۱۲/۴۷ میلی گرم بر لیتر بدست آمد. تمام آزمایش ها نیز سه بار تکرار شده است.

### واژه های کلیدی

مدل سازی ریاضی، ضریب انتقال جرم، مدل سینتیکی شبه درجه دوم، پارامترهای موثر بر استخراج، انار سیاه

### مقدمه

امروزه جوامع بشری به مصرف غذاهای فراسودمند یا عملگرا که علاوه بر فواید غذایی خواص پیشگیری از بیماری ها و سرطان ها را داشته باشند، تمایل پیدا کرده اند. انار و پوست آن بدلیل داشتن ترکیبات فنولیک زیاد و با کیفیت مناسب دارای چنین خواص منحصر به فردی است [۱].

انار با نام علمی *punica granatum* از خانواده پونیکاسه<sup>۱</sup> می باشد. نتایج تحقیقات مختلف، خواص مفید زیادی را به بخش های مختلف این میوه نسبت می دهند. ترکیبات موثر در قسمت های مختلف انار شامل برگ ها، پوست تنه، ریشه، پوست میوه، آب انار و

بذر آن دارای خاصیت ضد میکروبی و همچنین فعالیت آنتی اکسیدانی گسترده ای هستند [۲].

پوست انار محتوی مواد پلی فنول مانند: الاژیک اسید، الاژی تانن ها، گالیک اسید و آنتوسیانین هاست که برای آماده سازی رنگ ها، مواد آرایشی-بهداشتی و فرمولاسیون های درمانی استفاده می شود. مشخص شده است که آنتی اکسیدان های موجود در عصاره آب انار دارای اثرات ضد آرتريت قلبی در انسان می باشند. مطالعات انجام شده نشان داده است که بسیاری از ترکیبات تشکیل دهنده پوست انار مانند کوئرستین، لوتئولین و کامپفرول در برابر دامنه وسیعی از پرواکسیدان ها در سیستم های لیپیدی دارای اثرات آنتی اکسیدانی هستند [۳].

آنتوسیانین ها نیز گروهی از ترکیبات فنولیک هستند که به خانواده فلاونوئید تعلق دارند. آن ها عهده دار رنگ های نارنجی، قرمز، بنفش و آبی در گروه بزرگی از گیاهان هستند. برخی از کشورها از این مواد به عنوان رنگ غذا در نوشیدنی ها، مارمالادها، آب نبات ها، بستنی ها، شیرینی ها و محصولات دارویی استفاده می کنند [۴،۵،۶]. از مهمترین ترکیبات شیمیایی موجود در پوست انار می توان به الاژیک اسید اشاره نمود که ساختار و طبیعت فنولی این ترکیب موجب فعالیت آنتی اکسیدانی قوی آن می شود [۷]. الاژیک اسید دارای خاصیت ضد موتاسیونی، ضد ویروسی و آنتی اکسیدانی است و در کشور ژاپن به عنوان یک آنتی اکسیدان به غذا اضافه می شود. ظرفیت آنتی اکسیدانی عصاره های استخراجی از پوست انار به دلیل فنول هایی نظیر تانن ها، الاژیک اسید و اسیدگالیک است [۸].

شمس اردکانی و همکاران در تحقیقی نشان داد که از بین گونه های مختلف انار ایران، انار پوست سیاه دارای بیشترین محتویات فنولیک می باشد [۹]. محققین دیگر نیز گزارش داده اند که پوست انار بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی را نسبت به دانه و تفاله آن دارد و یک منبع غنی از آنتی اکسیدان های طبیعی محسوب می شود [۱۰، ۱۱، ۱۲]. اخیراً آنتی اکسیدان های طبیعی برای کاربردهای دارویی و غذایی بسیار مورد توجه قرار گرفته اند و نسبت به نوع سنتزی مانند BHA و BHT ترجیح داده می شوند. استخراج توسط حلال اولین مرحله جداسازی این ترکیبات از پوست انار می باشد [۱۳]. به همین دلیل در طراحی صنعتی فرایندهای استخراج داشتن مدلی که فرایند را توصیف کرده و مقادیر پارامترهای انتقال جرم سیستم را تعیین کند لازم است. از جمله این پارامترها، ضریب