

اثر افزودن صمغ دانه چیا بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی پودر زرشک تولید شده به روش کف پوشی

محمد نوشاد^{۱*}، پریسا قاسمی^۲، سمیرا دهقانی^۲

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی،

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

(تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۵/۱۴)

چکیده

در این پژوهش، تأثیر غلظت صمغ دانه چیا (۰/۳ - ۰/۱ درصد) و سفیده تخم مرغ (۵ - ۱۵ درصد) بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی (پایداری کف، دانسیته کف، دانسیته فشرده و غیر فشرده پودر، pH، مقدار آنتوسیانین کل، حلالیت و نم گیری) پودر زرشک تولید شده به روش کف پوشی ارزیابی شد. نتایج نشان داد، افزایش غلظت سفیده تخم مرغ و صمغ دانه چیا سبب افزایش پایداری کف و میزان حلالیت پودر شد در حالی که دانسیته کف و میزان نم گیری پودر کاهش یافت. افزایش غلظت سفیده تخم مرغ سبب کاهش میزان دانسیته فشرده و مقدار آنتوسیانین کل نمونه ها شد. افزایش غلظت صمغ دانه چیا (۰/۱ تا ۰/۲ درصد) سبب افزایش دانسیته فشرده نمونه ها شد در حالی که با افزایش غلظت صمغ دانه چیا (۰/۲ تا ۰/۳ درصد) میزان دانسیته فشرده پودر کاهش یافت. افزودن صمغ دانه چیا تأثیر معناداری ($p < ۰/۵$) بر میزان آنتوسیانین کل نمونه ها نداشت. بر اساس نتایج به دست آمده pH، پودرهای تولیدی در محدوده ۳/۲۵ - ۳/۳۹ بود. افزودن پودر سفیده تخم مرغ تا ۱۰ درصد تأثیر معناداری ($p < ۰/۰۵$) بر مقدار pH نداشت در حالی که افزودن پودر سفیده تخم مرغ (۱۰ تا ۱۵ درصد) باعث افزایش معنادار ($p < ۰/۰۵$) مقدار pH شد. هم چنین افزایش غلظت صمغ دانه چیا (۰/۳ - ۰/۱ درصد) سبب افزایش معنادار ($p < ۰/۰۵$)، pH نمونه ها شد.

کلید واژگان: زرشک، خشک کردن کف پوشی، صمغ دانه چیا، ویژگی های فیزیکوشیمیایی.

* مسئول مکاتبات: Mo.noshad@gmail.com

۱- مقدمه

زرشک (*Berberis vulgaris* L.) متعلق به تیره بربریدیاسه^۱ و با نام انگلیسی *Berberis*، درختچه ای خاردار، کوتاه، خزان کننده و بومی نواحی کوهستانی مدیترانه در آسیا، اروپا است [۱]. در ایران میوه خشک شده زرشک به عنوان افزودنی در غذاها مورد استفاده قرار می گیرد و میوه های تازه برای تولید ژله ها، شربت ها، آب میوه، کنسانتره و نوشابه های گاز دار استفاده می شود. هم چنین امروزه استفاده از آنتوسیانین های موجود در زرشک به عنوان رنگ خوراکی و افزودنی طبیعی در صنایع غذایی مورد توجه قرار گرفته است [۲].

خشک کردن یک فرآیند مهم برای نگهداری مواد غذایی است. در طی خشک کردن، آب از ماده غذایی خارج شده و منجر به خشک شدن مواد غذایی با عمر طولانی مدت و کاهش فعالیت آبی آن می شود. به علاوه سبب کاهش قابل توجهی در وزن و حجم، هزینه بسته بندی، ذخیره سازی و حمل و نقل نیز می شود [۳]. روش های زیادی برای خشک کردن مواد غذایی وجود دارد، که یکی از این روش ها، خشک کردن به صورت کف پوشی می باشد. در این روش پس از افزودن مواد کف زا و پایدارکننده به مواد غذایی مایع و شبه مایع، با استفاده از هم زن، مواد غذایی تبدیل به کف پایدار شده و سپس خشک می شوند [۴]. به دلیل خشک شدن سریع در دمای پایین در این روش، کمترین آسیب به کیفیت و ارزش غذایی محصول وارد می شود که همین امر سبب تولید پودر با کیفیت خوب و متخلخل می شود [۳].

استفاده از پایدار کننده های هیدروکلوئیدی از مهم ترین روش هایی است که جهت پایداری کف تولید شده در روش خشک کردن کف پوشی مورد توجه قرار گرفته است. پورحاجی و همکاران (۱۳۹۶) از صمغ گزانتان جهت پایداری کف در خشک کردن شیر موز استفاده کردند. نتایج این پژوهش نشان داد، افزودن صمغ گزانتان سبب پایداری کف و افزایش دانسیته پودر تولیدی شد [۵]. نتایج پژوهش عبادتی و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد، افزودن مالتودکسترین سبب افزایش دانسیته و حلالیت پودر دوج خشک شده به روش کف پوشی شد [۴].

چیا با نام علمی (*Salvia hispanica* L.)، حاوی ۵٪ موسیلاژ است که در کشورهای قاره آمریکا به صورت تجاری، کشت و به بازار عرضه می گردد. صمغ دانه چیا پلی ساکارد

منشعب است که از گزیلوز، مانوز، آرابینوز، گلوکز، گالاکتورونیک اسید و گلوکورونیک اسید تشکیل شده است. صمغ دانه چیا حلالیت بسیار زیادی در آب دارد و تشکیل یک محلول بسیار ویسکوز در غلظت های پایین می دهد [۶]. بنابراین هدف از این پژوهش، تولید پودر زرشک با استفاده از روش خشک کردن کف پوشی و بررسی اثر افزودن صمغ دانه چیا بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی پودر تولید شده بود.

۲- مواد و روش

۲-۱- مواد اولیه

کنسانتره زرشک با بریکس ۶۵ از کارخانه آب میوه کشاورز شهرستان کازرون خریداری شد. دانه چیا و تخم مرغ (برای تهیه سفیده تخم مرغ) از بازار محلی ملاثانی خریداری شد.

۲-۲- استخراج موسیلاژ از دانه چیا

جهت استخراج موسیلاژ، آب به دانه چیا (نسبت ۲۵ به ۱ وزنی/وزنی) اضافه شد. پس از ۳۰ دقیقه، موسیلاژ استخراج شده با دستگاه اکسترودر جداسازی شد. موسیلاژ به دست آمده به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ (Hermle, Z 206 A، ساخت آلمان) شد و سپس به مدت ۴۸ ساعت در خشک کن انجمادی (SBPE, SUT-01، ساخت ایران) خشک شد.

۲-۳- خشک کردن کف پوشی

تهیه کف بدین صورت بود که ابتدا طی یک سری آزمایش های اولیه (بریکس مختلف، زمان همزدن، درصد موسیلاژ و سفیده تخم مرغ) با هدف رسیدن به فرمولاسیون کفی که پایداری کافی داشته باشد، به طوریکه تا زمان ریختن در ظرف و انتقال به آون ساختار کف حفظ گردد، صورت پذیرفت. براساس نتایج اولیه کف بصورت ذیل تولید گردید:

ابتدا با اضافه کردن آب به کنسانتره زرشک، آب میوه با بریکس ۲۴ تولید شد. سپس غلظت های مختلف صمغ دانه چیا (۰/۳-۰/۱ درصد) و سفیده تخم مرغ (۱۵-۵ درصد) به آب میوه اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه توسط هم زن خانگی (Moulinex, BM6) هم زده شد. کف تولید شده به سینی هایی از جنس آلومینیوم با ارتفاع ۰/۶ میلی متر منتقل شدند و در خشک کن (Heraeus) با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد خشک شدند.

۲-۴- دانسیته کف (FD)

از معادله (۱) برای اندازه گیری دانسیته کف استفاده شد [۷]. لازم به ذکر است به منظور حفظ ساختار کف، کف تولید شده با دقت از دستگاه کف ساز خارج شد.

معادله (۱)

$$FD = M/V$$

در این معادله M وزن کف و V حجم کف می باشد.

۲-۵- پایداری کف

از روش دهقان نیا و همکاران (۲۰۱۹) برای اندازه گیری پایداری کف استفاده شد. برای این منظور مقدار ۵۰ میلی لیتر از کف را به درون قیف بوخنر با قطر ۹۰ میلی متر که با کاغذ صافی پوشیده شده بود، منتقل شد. پس از قرار دادن قیف درون یک استوانه مدرج، از معادله (۲) میزان پایداری کف محاسبه شد [۸].

معادله (۲)

$$\text{Foam Stability} = (V_{\text{Foam}} / V_{0 \text{ Foam}}) \times 100$$

در این معادله V_{Foam} تفاوت بین حجم کف اولیه و حجم مایع منتقل شده و $V_{0 \text{ Foam}}$ حجم کف اولیه است.

۲-۶- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی پودر

۲-۶-۱- دانسیته حجمی فشرده و غیر فشرده

دانسیته حجمی فشرده و دانسیته حجمی غیر فشرده بر اساس روش دهقان نیا و همکاران (۲۰۱۹) محاسبه شد [۸].

۲-۶-۲- شاخص حلالیت آب (WSI) و شاخص

جذب آب (WAI)

از روش Asokapandian و همکاران (۲۰۱۶) برای اندازه گیری شاخص حلالیت و شاخص جذب آب توسط پودر تولید شده، استفاده شد. برای این منظور، پس از افزودن ۳۰ میلی لیتر آب مقطر به ۲/۵ گرم پودر زرشک، محلول به دست آمده به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت (rpm) ۱۰۰۰۰، سانتریفیوژ شد. سپس بخش شفاف بالای لوله آزمایش برداشته شد و به مدت ۸ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد. سپس با استفاده از معادلات (۳) و (۴) شاخص حلالیت و شاخص جذب آب پودرها محاسبه شد [۹].

معادله (۳)

$$WSI = m_2 - m_1 / m_3$$

در این معادله m_2 وزن خالی پلیت، m_1 وزن نمونه و پلیت پس از خارج کردن آن از آون و m_3 وزن بخش شفاف بعد از سانتریفیوژ است.

معادله (۴)

$$WAI = m_{re} / m_0 - m_{re}$$

در این معادله وزن بخش رسوب کرده از سانتریفیوژ، m_0 وزن اولیه نمونه m_{re} و m_{re} وزن نمونه پس از خروج از آن است.

۲-۶-۳- آبیگری مجدد پودر

مقدار ۵ گرم پودر نمونه در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر به مدت ۶۰ دقیقه غوطه ور شد. پس از فیلتر کردن، با استفاده از معادله (۵) میزان آب گیری مجدد نمونه ها محاسبه شد [۱۰].

معادله (۵)

$$\text{Rehydratibn} = W_2 / W_1$$

در این معادله W_2 وزن ماده تخلیه شده gr و W_1 وزن ماده خشک شده gr می باشد.

۲-۶-۴- نم گیری

برای اندازه گیری میزان نم گیری پودرهای تولید شده به روش استاتیک، ۱ گرم از پودر نمونه ها درون ظروف غیر قابل نفوذ به رطوبت، حاوی محلول اشباع کلرید سدیم (RH = ۷۵٪) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد. پس از یک هفته و رسیدن به وزن ثابت، از معادله (۶) میزان نم گیری نمونه ها محاسبه شد [۱۰ و ۱۱].

معادله (۶)

$$Hq_{\text{bygroscopic}} = \frac{\Delta m / (m + m_1)}{1 + (\Delta m / m)}$$

در این معادله Δm افزایش وزن پودر پس از رسیدن به تعادل، m مقدار جرم اولیه پودر و m_1 مقدار آب آزاد پودر قبل از بیان رطوبت هوا g/100g است.

۲-۶-۵- pH

ابتدا نمونه ها به نسبت ۱ به ۱۰ با آب مقطر مخلوط شدند. سپس pH محلول ها با استفاده از pH متر (Metrohm) اندازه گیری شد [۱۲].

1. Foam density

2. Water solubility index

3. Water absorption index

۲-۶-۶- مقدار کل آنتوسیانین

مقدار کل آنتوسیانین نمونه ها (TAC) با استفاده از روش افتراقی pH با دو سیستم بافر اندازه گیری شد. بافر کلرید پتاسیم با $pH=1$ (0.025M) و بافر استات سدیم با (0.4M) $pH=4.5$ استفاده شد. برای این منظور ابتدا، ۲ گرم از پودر را در ۲۰ میلی لیتر آب مقطر حل کرده و سپس محلول به دست آمده به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰ rpm سانتریفوژ شدند. ۱ میلی لیتر از نمونه ها با ۲۴ میلی لیتر از بافرها مخلوط شدند. مقدار جذب توسط نمونه ها در طول موج ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل دستگاه اندازه گیری شد.

$$A = (A_{510} - A_{700})PH_1 - (A_{510} - A_{700}) PH_{4.5}$$

که A_{510} و A_{700} به ترتیب مقدار جذب توسط نمونه در طول موج ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر می باشد. مقدار کل آنتوسیانین هر نمونه با استفاده از معادله زیر محاسبه شد:

$$TAC = A \times MW \times DF / MA$$

MW وزن مولکولی سیانیدین - ۳ گلوکوسید (۴۴۹۲)، DF فاکتور رقیق سازی (۲۵) و MA ضریب خاموشی مول سیانیدین - ۳ گلوکوسید (۲۶۹۰۰۰) می باشد [۱۳].

۳- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آزمایش ها بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS و با روش آنالیز واریانس (ANOVA) در سطح احتمال (۰/۰۵) $p <$ انجام شد.

۴- نتایج و بحث

۴-۱- دانسیته کف

یکی از پارامترهای مهم در سیستم های کفی بررسی دانسیته آن ها است که بیانگر مقدار هوای محبوس شده در طی همزدن در کف می باشد و هرچه میزان هوای وارد شده به درون کف بیشتر باشد دانسیته کمتر و انبساط کف بیشتر خواهد بود. همچنین کاهش دانسیته سبب افزایش سطح فوم و سرعت

تبخیر سریع تر در خشک شدن کف می شود [۱۴]. نتایج آنالیز واریانس نشان داد (جدول ۱)، افزایش غلظت سفیده تخم مرغ و صمغ دانه چیا تأثیر معناداری (۰/۰۵) $p <$ بر میزان دانسیته کف داشت. هم چنین اثر متقابل غلظت آلبومین و صمغ دانه چیا نیز بر میزان دانسیته کف معنادار بود (۰/۰۵) $p <$. بر اساس نتایج به دست آمده، افزایش غلظت سفیده تخم مرغ سبب کاهش دانسیته کف شد که این امر نشان دهنده بهبود خاصیت کف زایی در سیستم است. در حالی که افزایش غلظت صمغ دانه چیا باعث کاهش دانسیته کف شد. افزودن هیدروکلوئیدها سبب افزایش ویسکوزیته ماده غذایی مایع می شود. این افزایش ویسکوزیته، مانع ورود هوا به درون کف شده که در نتیجه میزان هوای محبوس شده در سیستم کف کاهش می یابد که این امر سبب کاهش انبساط و حجم کف شده و در نتیجه میزان دانسیته کف، افزایش می یابد. نتایج مشابه توسط عزیزپور و همکاران (۱۳۹۱) برای پوره میگو، صلاحی و همکاران (۱۳۹۴) برای پوره طالبی و پورحاجی و همکاران (۱۳۹۷) برای شیرموز گزارش کردند [۱۵، ۱۶ و ۱۷].

Table 1 Effect of Albumin and chia seed mucilage concentration on foam density and foam physical stability

Source	df	Foam density	Foam physical stability
Intercept	1	1.888E4**	150444.409E4**
Albumin	2	0.127**	104.709**
Mucilage	2	0.001**	5.509**
Albumin * mucilage	4	0.002**	0.859 ^{ns}
Error	9	0.000	0.520
R ²		0.996	0.98
R ² adj		0.993	0.961

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

df, degrees of freedom

ns, is not significant at $P > 0.05$

۴-۲- پایداری کف

پایداری کف نشان دهنده ظرفیت نگهداری آب است. یکی از راه ها تعیین درجه پایداری کف، اندازه گیری مقدار مایع تخلیه (حجم زهکشی) از کف در طی مدت زمان تعیین شده، است. مایع در کف بین ساختمان رشته ای نازک و در فصل مشترک آن توزیع شده است [۱۸]. بر اساس نتایج به دست آمده (جدول ۱)، افزایش غلظت سفیده تخم مرغ و صمغ دانه چیا تأثیر معناداری (۰/۰۵) $p <$ بر میزان پایداری کف داشت. با

رفتار آمورفی (بی شکلی) آن کاهش می یابد و همین امر سبب افزایش دانسیته فشرده پودر می شود و در ادامه به دلیل افزایش اندازه ذرات پودر که در نتیجه تغییر در ساختار پروتئین آلبومین ایجاد می شود، دانسیته فشرده پودر کاهش می یابد [۱۹].

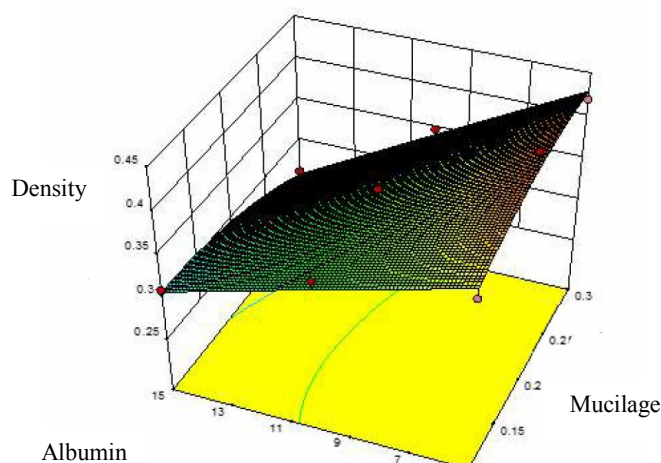


Fig 2 Effect of Albumin and chia seed concentration on density of powder

۴-۳-۲- شاخص حلالیت آب

حلالیت یک شاخص عمده برای توانایی پودر برای همگن شدن با آب است. یک پودر ایده آل و با کیفیت باید بلافاصله و بدون شناور شدن و تشکیل توده، قابلیت حل شدن در آب را داشته باشد [۹ و ۱۰]. بر اساس نتایج به دست آمده (جدول ۲)، افزایش غلظت سفیده تخم مرغ و صمغ دانه چیا و اثر متقابل آن ها تأثیر معناداری ($p < 0.05$) بر میزان حلالیت نمونه ها داشت. به طوری که افزایش غلظت سفیده تخم مرغ و صمغ دانه چیا، میزان حلالیت پودرها نیز افزایش یافت (شکل ۳). افزایش غلظت صمغ دانه چیا و سفیده تخم مرغ باعث پایداری ساختمان کف و نگه داری بهتر حباب در نمونه در طی فرآیند خشک شدن می شود که همین امر سبب افزایش تخلخل پودر و بهبود حلالیت پودر می شود. عبادتی و همکاران (۱۳۹۴) که از مالتودکسترین و آلبومین در تولید پودر شیر موز استفاده کردند، نتایج مشابهی را گزارش کردند [۴].

افزایش غلظت عامل کف زا (سفیده تخم مرغ)، پایداری کف افزایش یافت. هم چنین افزایش غلظت صمغ دانه چیا باعث پایداری بیشتر کف شد که احتمالاً به دلیل افزایش ضخامت بین رشته ها است که به عنوان یک پوشش برای حباب ها عمل می کند و سبب تثبیت کف می شود (شکل ۱). پورحاجی و همکاران (۱۳۹۷) بیان کردند، هیدروکلوئیدها از طریق افزایش ویسکوزیته باعث ایجاد ساختمان شبکه ای در فاز پیوسته می شوند که از این طریق از شکسته شدن دیواره مشترک حباب ها جلوگیری می کنند و در نتیجه سبب بهبود پایداری کف می شوند.

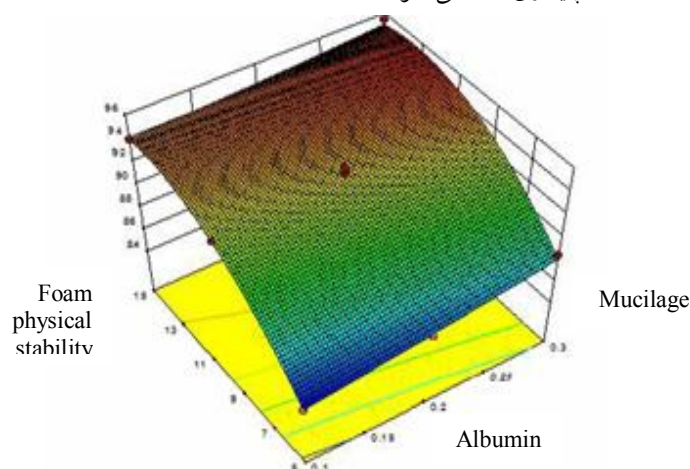


Fig 1 Effect of Albumin and chia seed mucilage concentration on foam stability

۴-۳-۱- ویژگی های فیزیکوشیمیایی پودر

۴-۳-۱-۱- دانسیته فشرده و غیره فشرده

نتایج آنالیز واریانس نشان داد (جدول ۲)، غلظت صمغ دانه چیا، غلظت سفیده تخم مرغ و اثر متقابل آن ها بر میزان دانسیته فشرده نمونه ها تأثیر معناداری ($p < 0.05$) داشت. افزایش غلظت سفیده تخم مرغ سبب کاهش میزان دانسیته فشرده نمونه ها شد (شکل ۲). افزایش غلظت صمغ دانه چیا (0.1 تا 0.2 درصد) سبب افزایش دانسیته فشرده نمونه ها شد در حالی که افزایش غلظت صمغ دانه چیا (0.2 تا 0.3 درصد) سبب کاهش میزان دانسیته فشرده پودر شد. این روند احتمالاً به این دلیل می باشد که صمغ دانه چیا به دلیل داشتن مولکول های بزرگ باعث افزایش دمای انتقال شیشه ای در پودر می شود و در نتیجه اندازه ذرات پودر به دلیل کاهش

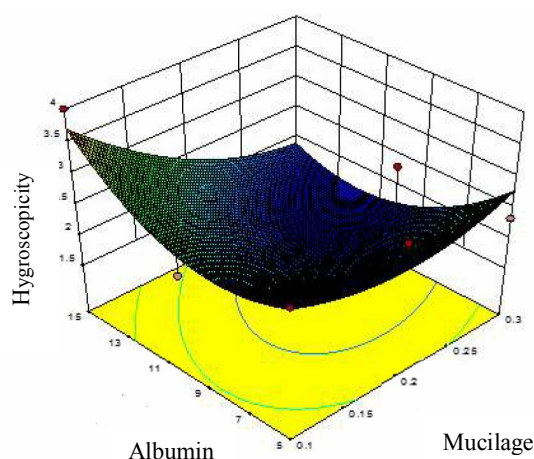


Fig 4 Effect of Albumin and chia seed concentration on Hygroscopicity

این روند احتمالاً به این دلیل می باشد که صمغ دانه چیا به دلیل داشتن مولکول های بزرگ و هم چنین تغییر در ساختار پروتئین های سفیده تخم مرغ باعث افزایش دمای انتقال شیشه ای در پودر می شود. افزایش دمای انتقال شیشه ای باعث کاهش میزان نم گیری پودر می شود. چنین روند مشابهی را Seerangurayar و همکاران (۲۰۱۷) برای خشک کردن شیر خرمای به روش کف پوشی گزارش کردند [۲۱].

۴-۳-۵- pH

pH آب زرشک با بریکس ۲۴، حدود ۲/۴-۲/۳ اندازه گیری شد. بر اساس نتایج به دست آمده pH، پودرهای تولیدی در محدوده ۳/۳۹-۳/۲۵ بود. افزودن پودر سفیده تخم مرغ تا ۱۰ درصد تأثیر معناداری ($p < 0.05$) بر مقدار pH نداشت در حالی که افزودن پودر سفیده تخم مرغ (۱۰ تا ۱۵ درصد) باعث افزایش معنادار ($p < 0.05$) مقدار pH شد که احتمالاً به دلیل pH قلیایی و طبیعی سفیده تخم مرغ (pH ۹) است. هم چنین افزایش غلظت صمغ دانه چیا (۰/۳-۰/۱ درصد) سبب افزایش معنادار ($p < 0.05$)، pH نمونه ها شد. عباسی و عزیز پور (۲۰۱۵) گزارش کردند، استفاده از متیل سلولز (۲-۱ درصد) در خشک کردن آلبالو به روش کف پوشی سبب افزایش معنادار ($p > 0.05$)، pH پودرهای تولید شده شد [۲۲].

۴-۳-۶- مقدار آنتوسیانین کل

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۲) نشان داد، افزایش درصد سفیده تخم مرغ تأثیر معناداری ($p < 0.05$) بر میزان آنتوسیانین

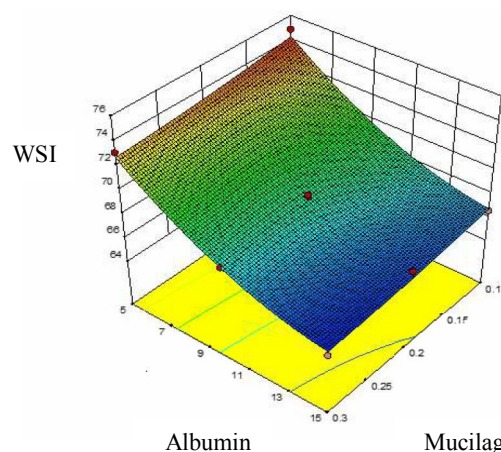


Fig 3 Effect of Albumin and chia seed concentration on WSI

۴-۳-۳- آبگیری مجدد پودر

آب گیری مجدد شاخصی است که به طور گسترده به عنوان شاخص کیفیت محصولات خشک شده از آن استفاده می شود. قابلیت آب گیری مجدد معیاری است که میزان صدمات حاصل از خشک کردن مواد غذایی را نشان می دهد [۲۰] از مهم ترین عواملی که بر قابلیت آبگیری مجدد تأثیر دارد، تخلخل است. براساس نتایج به دست آمده، افزایش غلظت پودر سفیده تخم مرغ و صمغ دانه چیا باعث افزایش قابلیت آبگیری مجدد توسط نمونه ها شد. افزایش غلظت صمغ دانه چیا و سفیده تخم مرغ باعث پایداری ساختمان کف و نگه داری بهتر حباب در نمونه در طی فرآیند خشک شدن می شود که همین امر سبب افزایش تخلخل پودر می شود و همین امر سبب افزایش قابلیت آب گیری مجدد توسط نمونه ها شده است.

۴-۳-۴- نم گیری

نم گیری، توانایی جذب رطوبت توسط پودر در رطوبت های نسبی بالا (مانند شرایط انبارمانی نامناسب و بدون بسته بندی پودر) را نشان می دهد که بر میزان پایداری فیزیکی، شیمیایی و میکروبیولوژیکی پودر تأثیر دارد. نتایج به دست آمده نشان داد، افزایش غلظت آلبومین و صمغ دانه چیا باعث کاهش میزان نم گیری توسط نمونه ها شد (شکل ۴).

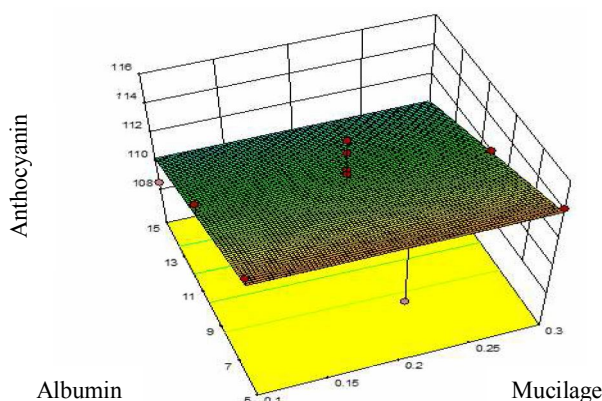


Fig 5 Effect of Albumin and chia seed concentration on total Anthocyanin content.

Table 2 Effect of Albumin and chia seed mucilage of physicochemical properties of powder

Source	df	WSI	WAI	Bulk density	Tap density	pH	Rehydration	Hygroscopicity	Anthocyanin
Intercept	1	105398.648E5**	19.971E3**	2.283E4**	2.928**	196.284E6**	89.601E4**	92.843E3**	223604.365E4**
Albumin	2	18.708**	1.746**	0.027**	0.021**	0.018**	0.078**	1.251**	31.166 ^{ns}
Mucilage	2	8.751**	0.210**	0.001**	0.002**	0.001**	0.002 ^{ns}	0.439**	1.725 ^{ns}
Albumin* mucilage	4	3.207*	0.035*	0.001**	0.001**	0.000 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.169*	6.745 ^{ns}
Error	9	0.935	0.003	5.000E-5	7.778E-5	3.333E-5	0.005	0.020	5.107
R ²		0.88	0.993	0.993	0.986	0.992	0.782	0.957	0.669
R ² adj		0.789	0.987	0.986	0.973	0.985	0.588	0.919	0.374

* Significant at 5% level

** Significant at 1% level

df, degrees of freedom

ns, is not significant at $P > 0.05$

۷- منابع

- [1] Mazandarani, M., Ghasemi, N., & Baiat, H. 2014. Study of the most important secondary materials and their comparison in different organs of Barberry plant (*Berberis vulgaris* L.) in southeast of Golestan province. Quarterly journal of plant science, 26(2), 59-70
- [2] Alemardan, A., Asadi, W., Rezaei, M., Tabrizi, L., & Mohammadi, S. 2013. Cultivation of Iranian seedless barberry (*Berberis integerrima* 'Bidaneh'): A medicinal shrub. Industrial Crops and Products, 50, 276-287.
- [3] Sangamithra, A., Venkatachalam, S., John, S. G., & Kuppaswamy, K. 2015. Foam mat drying of food materials: A review. Journal of Food Processing and Preservation, 6(39), 3165-3174.
- [4] Ebadati, H.R., Sharifi, A., & Niakasari, M. 2017. Optimization of Dough Powder Production Process by Drying Substrate by Response Level Method. Journal Innovation in Food Science and Technology, 8 (4): 17-16.

۵- نتیجه گیری

در این پژوهش برای به حداقل رساندن صدمات به ویژگی های فیزیکی و شیمیایی در هنگام تولید پودر زرشک، از روش خشک کردن کف پوشی استفاده شد. نتایج نشان داد، افزایش غلظت سفیده تخم مرغ سبب کاهش میزان آنتوسیانین کل، دانسیته پودر و نم گیری پودر شد. با افزایش غلظت سفیده تخم مرغ، pH پودرهای تولید شده نیز افزایش یافت. استفاده از صمغ دانه چیا سبب افزایش پایداری کف، میزان حلالیت پودر تولید شده و pH شد. در حالی که استفاده از صمغ دانه چیا تأثیری بر مقدار کل آنتوسیانین نمونه ها نداشت. با توجه به نتایج به دست آمده می توان از روش خشک کردن کف پوشی برای تولید صنعتی پودر زرشک استفاده کرد.

۶- تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند که از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت های مالی و معنوی تشکر و قدردانی نمایند.

- pomegranate concentrate powder produced by foam mat drying method. Food Science and Technology, 63(14), 221-230.
- [14] Pourmahdi, A., Mohebbi, M., Gohari Ardabil, A., Varidi, M., & Salahi, M. R. 2018. Optimization of potato puree powder production using foam mat drying method. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 14(4), 585-600.
- [15] Azizpour, M., 2013. Optimum conditions for the production of *Penaeus indicus* powder using a substrate drying process. Graduate Certificate (Faculty of Agriculture, Prediscience University of Mashhad).
- [16] Salahi, M., 2015. foam mat Drying of Taliban Pulp (*Cucumis melo*): Optimizing the production conditions of the floor and evaluating the properties of the powder. Graduate Certificate (Faculty of Agriculture, Prediscience University of Mashhad).
- [17] Pourhaji, F., Tabatabaei Yazdi, F., Mortazavi, S. A., Mohebbi, M., & Mazaheri Tehrani, M. 2018. Foam mat drying of banana milk using microwave and evaluation of resulting powders's properties. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 14(2), 283-296.
- [18] Bag, S. K., Srivastav, P. P., & Mishra, H. N. 2011. Optimization of process parameters for foaming of bael (*Aegle marmelos* L.) fruit pulp. Food and bioprocess technology, 4(8), 1450-1458.
- [19] Khalilian, S. Shahidi, F. Mohebbi, M., Khalilian, M. 2013. Evaluation of drying condition on characteristics of pomegranate powder produced using foam-mat drying. 21th National Congress of Food Science and Technology, Shiraz.
- [20] Martinez-Navarrete, N., Camacho, M., Agudelo, C., Salvador, A. 2019. Sensory characterization of juice obtained via rehydration of freeze-dried and spray-dried grapefruit. Journal of the Science of Food and Agriculture. 99, 244-252.
- [21] Seerangurayar, T., Manickavasagan, A., Al-Ismaili, A. M., & Al-Mulla, Y. A. 2017. Effect of carrier agents on flowability and microstructural properties of foam-mat freeze dried date powder. Journal of Food Engineering, 215, 33-43.
- [22] Abbasi, E., & Azizpour, M. 2016. Evaluation of physicochemical properties of foam mat dried sour cherry powder. LWT - Food Science and Technology, 68, 105-110.
- [5] Pourhaji, F., Tabatabaei Yazdi, F., Mortazavi, S. A., Mohebbi, M., & Mazaheri Tehrani, M. 2018. Optimize the production of banana milk and examine the mass transfer movement of the optimum sample in hot air drying. Journal Innovation in Food Science and Technology, 10(1), 37-49.
- [6] Avila-de la Rosa, G., Alvarez-Ramirez, J., Vernon-Carter, E. J., Carrillo-Navas, H., & Pérez-Alonso, C. 2015. Viscoelasticity of chia (*Salvia hispanica* L.) seed mucilage dispersion in the vicinity of an oil-water interface. Food Hydrocolloids, 49, 200-207.
- [7] Franco, T. S., Ellendersen, L. N., Fattori, D., Granato, D., & Masson, M. L. 2015. Influence of the addition of ovalbumin and emulsifier on the physical properties and stability of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) juice foams prepared for foam mat drying process. Food and bioprocess technology, 8(10), 2012-2026.
- [8] Dehghannya, J., Pourahmad, M., Ghanbarzadeh, B., & Ghaffari, H. 2019. Heat and mass transfer enhancement during foam-mat drying process of lime juice: Impact of convective hot air temperature. International Journal of Thermal Sciences, 135, 30-43.
- [9] Asokapandian, S., Venkatachalam, S., Swamy, G. J., & Kuppasamy, K. 2016. Optimization of foaming properties and foam mat drying of muskmelon using soy protein. Journal of food process engineering, 39(6), 692-701.
- [10] Shaari, N. A., Sulaiman, R., Rahman, R. A., & Bakar, J. 2018. Production of pineapple fruit (*Ananas comosus*) powder using foam mat drying: Effect of whipping time and egg albumen concentration. Journal of Food Processing and Preservation, 42(2), e13467.
- [11] Ng, M. L., & Sulaiman, R. 2018. Development of beetroot (*Beta vulgaris*) powder using foam mat drying. Lwt, 88, 80-86.
- [12] Pandith, J. A. 2018. Induction heating assisted foam mat drying of papaya pulp: drying kinetics, drying modeling, and effects on quality attributes. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 20(2), 206-215.
- [13] Shahidi, F., Varidi, M., Mohebi, M., Khalilian, S., & Khalilian, M. 2017. Evaluation of physicochemical properties of

Effect of Chia seed gum on physicochemical properties of powder production using foam-mat drying method

Noshad, N.^{1*}, Ghasemi, P.¹, Dehghani, S.¹

1. Department of Food Science & Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

(Received: 2019/05/03 Accepted: 2019/08/05)

In this study, the effect of chia seed gum (0.1-0.3%) and albumin (5-15%) on physicochemical properties of barberry powder (stability and density of foam, pH, density of powder, total anthocyanin content, Hygroscopic, water solubility index and Water absorption index) produced by foam-mat drying was evaluated. Results showed the increase of albumin and chia seed gum increased the stability of the foam and the solubility of the powder, while the foam density and hygroscopic of powder decreased. Increasing the concentration of albumin reduced the density and total anthocyanin content of the samples. Increasing the chia seed gum (0.1-0.2%) increased the density of powder, while increasing the chia seed gum (0.2-0.3%) reduced the density of powder and incorporated chia seed gum had no significant effect ($P < 0.05$) on total anthocyanin content. Based on the results, pH of powders produced in the range of 3.35-3.31. The incorporation of albumin to 10%, had no significant effect ($P < 0.05$) on pH, while incorporation of albumin (10 to 15%) significantly increased pH. Also, increasing chia seed gum (0.1-0.3 %) significantly increased the pH of the powders.

Key Words: Barberry; Foam-mat drying; Chia seed gum; physicochemical properties.

* Corresponding Author E-Mail Address: Mo.noshad@gmail.com