(مقاله پژوهشی)

بررسی ویژگی های فیزیکوشیمیایی و میکروبی پودر حاصل از خوراک محتوی پوست نرم پسته و آب انگور با استفاده از خشک کن پاششی

حسن محمدی آراسته [۱]، عبدالرضا میرچولی برازق [۲*]، موسی الرضا هوشمند دلیر [۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوار، ایران .

۲- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد سبزوار، دانشگاه آزاد اسلامی، سبزوا ، ایران .

تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۰۴/۲۲ تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۵/۰۹

چکیده

در این پژوهش، آب دو واریته انگور عسکری و سلطانی بیدانه استخراج شده و سپس بطور مجزا با پوست نرم و سبز پسته اوحدی و کله قوچی مخلوط کرده و توسط مخلوط کن های با دور بالا به مدت ۵ دقیقه هم زده شدند. خوراک های آماده شده با بریکس ۴۰ توسط یک اسپری درایر در مقیاس پایلوت در کارخانه تبدیل به پودرشده و ویژگی های فیزیکوشیمیایی و میکروبی پودرهای تولید شده مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که پودرهای تولید شده دارای حدود ۵۰ درصد کربوهیدرات،۲۰ درصد پروتئین،۱۰درصد چربی و ۱۰ درصد خاکستر بودند. تانن اگرچه در پوست سبز پسته تا قبل از بلانچینگ حدود ۶ درصد بود اما بلانچینگ بطور معنی داری منجر به کاهش آن شد. بین تیمارهای مختلف از نظر اندازه ذرات ، قابلیت جذب آب ، دانسیته و حلالیت نیزاختلاف معنی دار بود($P< ۰/۰۵$). پودرها از حلالیت حدود ۷۵ درصد ، اندازه ذرات ۲۰۰ میکرون و دانسیته ۰/۳۹ گرم بر میلی لیتر برخوردار بودند. در بخش میکروبی، هیچ گونه کپک، مخمر و اشریشیا کلی در نمونه های پودر مشاهده نگردید. فقط از نظر شمارش کلی میکروارگانیسم ها، نتایج مثبت بود که البته بیش از استاندارد نبود. در نهایت نتایج نشان داد که پوست سبز پسته به عنوان یک محصول ضایعاتی با پروتئین و فیبر بالا می تواند مکمل خوبی برای آب انگور در فرآیند خشک کن های پاششی باشد.

واژه های کلیدی: آب انگور، پوست نرم و سبز پسته، ویژگی های فیزیکوشیمیایی و میکروبی ، پودر، اسپری درایر

*مسئول مکاتبات : Smirchouli@yahoo.com

۱-مقدمه

ایران یکی از بزرگترین تولیدکنندگان محصولات کشاورزی در جهان است.شرایط مناسب کشاورزی از جمله تنوع اقلیمی، خاک حاصلخیز، نیروی کار مناسب و ... موجب شده است تا ایران در تولید انواع محصولات کشاورزی در جایگاه ویژه ای باشد. به عنوان مثال ایران در تولید زیره، زعفران، زرشک ، انار و پسته مقام اول؛ خرما و زردآلو مقام دوم؛ کیوی ، گیلاس و گردو مقام سوم را در جهان دارا می باشد(۴). اما همانطور که ایران به عنوان یکی از بزرگترین تولیدکنندگان محصولات کشاورزی می باشد از طرفی نیز به عنوان یکی از کشورهای مطرح در زمینه ضایعات محصولات غذایی شناخته می شود. زیرا بر اساس آمارهای رسمی وزارت جهاد کشاورزی و سازمان خوارو بار و کشاورزی ملل متحد ۳۰ درصد محصولات کشاورزی در ایران به ضایعات تبدیل می شود(۴ ،۱۸). انگور یکی از میوه هایی است که دربعضی از مناطق ایران مانند خراسان، قزوین و کردستان به طور گسترده کشت می شود. تولید انگور در ایران حدود۱۷۰۰ هزارتن است که با این مقدار تولید درجایگاه یازدهم جهان قرار دارد(۴). انگور با داشتن مواد مغذی از جمله : پتاسیم، کلسیم، فسفر، سدیم، منیزیم، آهن و ویتامین های K ، E و C از ارزش غذایی خاصی در بین میوه جات برخوردار است. وجود ترکیبات‌آنتی‌اکسیدانی(ترکیبات فنلی- کاروتنوئیدها) در انواع انگورها نیز موجب شده است تا این میوه مورد توجه بیشتری قرار گیرد(۱، ۳، ۸). اما برخی از واریته های انگور که در ایران کشت شده اند به دلایل مختلف برای عرضه به بازار و صادرات مناسب نمی باشند. ضمنا به علت داشتن بافتی نرم در برابر صدمات مکانیکی و حمل و نقل بسیار صدمه پذیربوده و موجب شده است تا ضایعات انگور در ایران حدود ۳۵ درصد باشد(۴). امروزه تولید پودر از مواد اولیه ای همچون شیر ، شیر سویا ، عصاره میوه ها، آب پنیر و ....؛ و سپس استفاده از آن ها در محصولات جدید پیشرفت عظیمی را در صنعت مواد غذایی ایجاد کرده است. اما باید توجه داشت که در عمل، تولید پودر از خوراکی که دارای درصد قند بالا و حاوی اسیدهای آلی فراوان است بسیار مشکل می باشد. چون هم امکان اسپری کردن آن وجود ندارد (باعث بسته شدن نازل اسپری درایرمی گردد) و هم به بدنه برج های خشک کن می‌چسبد(۲۳). ضمنا جاذبه الرطوبه بوده و بعد از پودر کردن ممکن است کلوخه شود. درنتیجه باید آب انگورهای ضایعاتی را با موادی که دارای پروتئین زیاد و یا فیبر بالا هستند، به صورتی ترکیب نمود تا درطول خشک کردن دچار این چنین مشکلاتی نشوند(۱۲). پسته از جمله محصولاتی است که تولید آن در ایران به بیش از ۲۰۰ هزار تن می رسد. با این میزان تولید، ایران جایگاه اول را در جهان دارد(۴). به طور متوسط ۱/۵ برابر وزن پسته خشک، ضایعات پسته با ترکیب فیزیکی ۶۴/۵ درصد پوست نرم و سبز رویی، ۲۵ درصد خوشه، ۱۰ درصد برگ و ۰/۵ درصد پوست استخوانی تولید می شود. اگر مقدار تولید پسته در سال حدود ۲۰۰ هزار تن در نظر گرفته شود. حدود ۳۰۰ هزارتن ضایعات جانبی دارد. که از این ۳۰۰ هزار تن، ۱۹۳/۵ هزار تن آن پوست سبز و نرم خارجی است (۷). با اینکه پوست سبز پسته دارای ارزش تغذیه ای فراوانی است و می تواند با بررسی های بیشتر در فرمولاسیون مواد غذایی انسانی به کار رود. اما تاکنون بیشتر به عنوان خوراک دام استفاده شده است. البته برخی از پژوهشگران از پوست سبز پسته برای تهیه مربا و مارمالاد، استخراج اسانس و تولید آنتی اکسیدان استفاده کرده اند (۶، ۹). در این پژوهش از پوست سبز پسته به عنوان یک مکمل حاوی پروتئین و فیبر بالا برای آب انگور استفاده شد. سپس خوراک حاصل توسط خشک کن پاششی بدون چسبندگی به بدنه برج خشک کن، تبدیل به پودر گردید و در نهایت پودر بدست آمده از نظر استاندارد، دارای ویژگی های فیزیکوشیمایی و میکروبی قابل قبولی بود.

۲. مواد و روش ها

۲-۱- تهیه پوست سبز پسته

پسته اوحدی و پسته کله قوچی از کشاورزان باغدار در استان خراسان رضوی بطور مستقیم خریداری شد. پوست نرم و سبز پسته ها جدا و برای جلو گیری از واکنش های آنزیمی و کاهش آلودگی های میکروبی با استفاده از آب جوش بلانچ(۱۰۰ درجه سانتیگراد، ۳ دقیقه) و بلافاصله با آب، سرد و بوسیله هوای گرم (۷۰ درجه سانتیگراد) عمل خشک کردن انجام گرفت. پس از خشک شدن کامل، پوست ها سورت شده و با آسیاب تبدیل به پودر شدند.

۲-۲- روش تهیه آب انگور

دو واریته انگور عسکری و انگورسلطانی بی دانه که دارای ضایعات بالا می باشند برای تهیه آب انگور مورد استفاده قرار گرفتند. ابتدا انگور از بازار میوه خریداری و به کارخانه منتقل شد. انگورها سورت ، شستشو و پهن شدند تا آب حاصل از شستشو خشک شود. سپس انگورها له و با استفاده از صافی پارچه ای و فیلتر مکانیکی صاف شدند. عصاره صاف شده در داخل شیشه های مخصوص پر و برای جلوگیری از واکنش های آنزیمی و کاهش آلودگی های میکروبی در دمای ۸۵ درجه سانتیگراد به مدت ۵ دقیقه پاستوریزه و سریعا سرد شدند. یک نمونه برای انجام آزمون ها به آزمایشگاه منتقل و سایر نمونه ها تا زمان فرموله کردن با پودر کاج پسته در یخچال(دمای ۴ درجه سانتیگراد) نگهداری شدند.

۲-۳- روش تهیه خوراک اولیه و خشک کردن

با توجه به این که سیالاتی که با روش پاششی خشک می شوند باید بریکسی در حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد داشته باشند در نتیجه با استفاده ازروش مربع پیرسون، آب انگور با پودر کاج پسته به نسبتی ترکیب شدند تا دارای بریکس۴۰ شدند. ابتدا درصد مواد جامد محلول در آب انگور عسکری و آب انگورسلطانی بیدانه اندازه گیری و سپس پودر کاج پسته (اوحدی – قوچی) به آن ها افزوده شد و با استفاده از مخلوط کن به مدت پنج دقیقه مخلوط شدند. دو ساعت مخلوط در یخچال گذاشته شد تا مواد به نحو مطلوبی ترکیب شوند .سپس خوراک توسط مخلوط کن به مدت ۵ دقیقه همزده شده و به منظور اسپری کردن و خشک کردن به کارخانه منتقل شدند.

جدول۱- مشخصات خشک کن پاششی

اسپری درایر	مشخصات
برج عمودی	ارتفاع ٤ متر
نوع روش اتمیزه کردن	دیسکی
سرعت چرخش دیسک	دوازده هزار دور در دقیقه
دمای هوای ورودی به برج	۱۸۰-۱۷۰ درجه سانتیگراد
دمای هوای خروجی از برج	۹۰ – ۸۵ درجه سانتیگراد
دمای خوراک ورودی به برج	۷۰ -٦٥ درجه سانتیگراد
دمای پودر خروجی از برج	۷۵ -۷۰ درجه سانتیگراد

۲-٦- آزمون های فیزیکوشیمیایی انجام شده بر روی پودرها

۲-٦-۱- پروتئین

برای تعیین درصد پروتئین، از روش کلدال و برای تعیین درصدکربوهیدرات در نمونه ها از روش استاندارد شماره ۲۴۸۷ استفاده شد (۱۱).

۲-٦-۲- تانن

برای اندازه گیری درصد تانن در نمونه ها از روش استاندارد شماره ۲۶۸۵ استفاده شد(۱۰).

۲-٦-۳- اندازه ذرات پودر

برای اندازه گیری اندازه ذرات پودراز دستگاه شیمادزو، مدل ۲۲۰۱ استفاده گردید. این دستگاه قادر است ذرات خشک و یا مرطوب را با دقتی بالا در محدوده ۰/۰۳ تا ۱۰۰۰ میکرون را اندازه گیری نماید(۵، ۲۱).

۲-٦-٤- راندمان تولید پودر

برای محاسبه راندمان تولید پودر از فرمول زیر استفاده گردید.(۵).

$$\text{راندمان تولید پودر (٪)} = \frac{\text{وزن پودر حاصل}}{\text{کیلوگرم ماده جامد خوراک}} \times 100$$

۲-٦-٥- قابلیت جذب آب

برای اندازه گیری قابلیت جذب آب توسط پودر ؛ ۱۳ گرم پودر با۱۰۰میلی لیتر آب با دمای ۲۰ درجه سانتیگراد مخلوط گردید و پس ازحل شدن کامل پودر زمان محاسبه شد (۲۰ ، ۲۱).

۲-٦-٦- قابلیت حل شدن پودر

برای اندازه گیری قابلیت حل شدن پودر؛ ۱۰گرم پودر با۱۰۰میلی لیتر آب با دمای۲۴ درجه سانتیگراد مخلوط گردید و با یک میکسر با سرعت بالا به مدت۹۰ ثانیه هم زده شد. مخلوط به مدت ۱۵دقیقه ساکن گذاشته شده و سپس آن را با یک اسپاتول هم زده ، ۵۰ میلی لیتر آن را داخل یک لوله شیشه ای سانتریفوژ ریخته و برای ۵ دقیقه سانتریفوژ گردید. آب داخل لوله با دقت خارج، و با آب خالص پر شد. و دوباره به مدت ۵ دقیقه عمل سانتریفوژ صورت گرفت. پس از آن لوله را از سانتریفوژ خارج کرده و مقدار رسوب موجود در شیشه خوانده شد. اختلاف بین رسوب با پودر اولیه بعنوان درصد حلالیت پودر ثبت گردید (۲۰ ، ۲۱).

۲-٦-۷- دانسیته

برای اندازه گیری دانسیته توده، ابتدا۲۰ گرم از پودر در یک سیلندر مدرج ۱۰۰ میلی لیتری ریخته شد و سپس حجمی را که پودر اشغال کرده بود ثبت، و از تقسیم جرم پودر بر حجم اشغال شده ؛ دانسیته توده محاسبه گردید. در ادامه با فشردن پودر داخل سیلندر تاحدممکن ، دوباره حجم ثبت گردید و در این حالت نیز جرم پودر اولیه بر حجم فشرده شده تقسیم و دانسیته ضربه بدست آمد(۲۱).

۲-۷- آزمون های میکروبی انجام شده بر روی پودرها

برای بررسی وجود یا عدم وجود باکتری اشریشیا کلی در نمونه های پودر، از استاندارد ملی ایران ، شماره ۵۲۳۴ ؛ کپک و مخمر، شماره ۱۰۱۵۴؛ و شمارش‌کلی میکروارگانیسم ها، شماره ۵۴۸۴استفاده گردید(۱۱).

۲-۸- طرح آماری

در این مرحله، از طرح فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی با دو تکرار استفاده شد. کلیه اطلاعات و داده‌های گردآوری شده با استفاده از نرم افزار آماری SAS تحت ویندوز آنالیز شد. میانگین تکرارهادرقالب آزمون دانکندرسطح آماری ۵٪ موردمقایسه قرار گرفتند.

۳- نتایج و بحث

جدول۲ برخی از ترکیبات موجود در انگور عسکری و انگور سلطانی بیدانه را نشان می دهد. همانطور که مشاهده می گردد انگور عسکری از بریکس و درصد قند بیشتری نسبت به انگورسلطانی برخوردار است. از آن جائی که آب استخراج شده از هریک از آن ها باید با پودر پوست نرم پسته مخلوط ، فرموله و سپس توسط اسپری درایر خشک شود، در نتیجه میزان قند موجود در خوراک نهایی بسیار مهم است. جدول ۳ نوع و درصد ترکیبات مختلف را در پوست نرم و سبز پسته اوحدی و کله قوچی نشان می دهد. نکته مهم در مورد آن ها این است که میزان کربوهیدرات کل و پروتئین در هر دو واریته نسبتا بالا است. ترکیباتی که در خوراک فرموله شده برای تولید پودر از اهمیت ویژه ای برخوردارند. میزان تانن اگرچه حدود ۱/۵ درصد است اما

نسبت به قبل از بلانچینگ که حدود ۶ درصد بود بسیار مناسب می باشد. و نهایت این که میزان خاکستر در پوست نرم پسته بالا است که می تواند بر کیفیت پودر نهایی تاثیر منفی داشته باشد. جدول ۴ ، تیمارهای تحقیق را نشان می دهد.

جدول۲- درصد ترکیبات موجود در آب انگور

ترکیبات / ماده غذایی	آب (٪)	pH	پروتئین (٪)	قند (٪)	بریکس (٪)	خاکستر(٪)
انگورعسکری	۸۰/۲۶ ± ۰/۳٤	٤/۲۷± ۰/۰٦	۰/۲۱± ۰/۰۰۵	۱۷/۸± ۰/۱۵	۱۸/۹ ± ۰/۱٦	۰/۲۵± ۰/۰٤
انگورسلطانی	۸٦/۰۹ ± ۰/۱۳	٤/۱۵± ۰/۰۲	۰/۱۵± ۰/۰۰۲	۱۱/۵± ۰/۲۲	۱۲/۸ ± ۰/۲۵	۰/۲۱± ۰/۰۵

جدول۳- درصد ترکیبات موجود در پوست نرم پسته (خشک شده)

ترکیبات / ضایعات	رطوبت (٪)	پروتئین(٪)	کربوهیدرات(٪)	چربی (٪)	خاکستر(٪)	تانن(٪)
اوحدی	۷/۲۳ ± ۰/۲۹	۲٤/۳۳± ۱/۰۵	٤۳/۵± ۱/٦۵	۱۲/۱۸ ± ۰/۷٦	۱٤/۰٤± ۰/۳۸	۱/۲٦± ۰/۱۱
کله قوچی	۷/۹۸ ± ۰/۱٦	۲۱/۱۵± ۰/۹۲	۳۹/٤± ۱/۰۷	۱٤/٤۵ ± ۰/٦۲	۱۷/۱۵± ۰/۷۱	۱/۷۳± ۰/۱٤

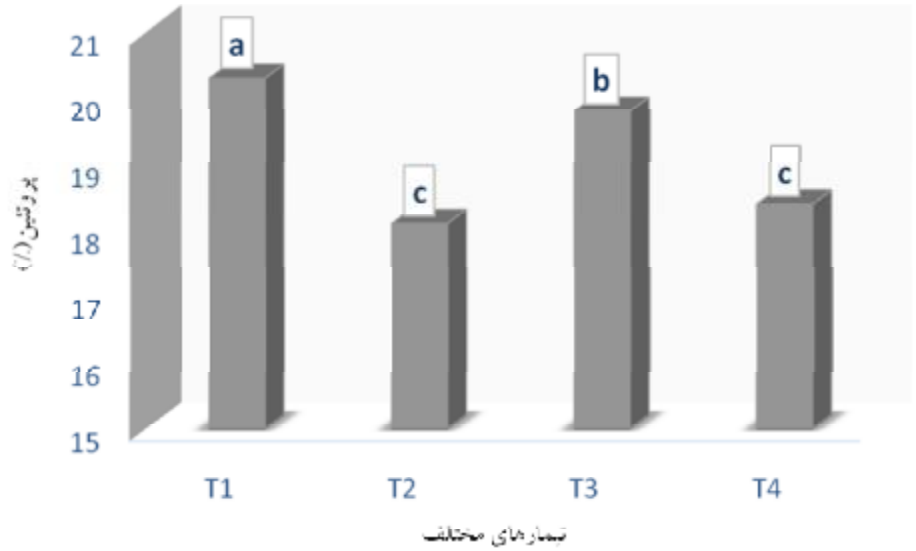
جدول ٤- تیمارهای تحقیق

تیمار	ویژگی
T_1	پودر حاصل از خوراک فرموله شده حاوی آب انگور عسکری و پوست نرم پسته اوحدی
T_2	پودر حاصل از خوراک فرموله شده حاوی آب انگور عسکری و پوست نرم پسته کله قوچی
T_3	پودر حاصل از خوراک فرموله شده حاوی آب انگور سلطانی بیدانه و پوست نرم پسته اوحدی
T_4	پودر حاصل از خوراک فرموله شده حاوی آب انگور سلطانی بیدانه و پوست نرم پسته کله قوچی

۳-۱-خواص فیزیکوشیمیایی پودرهای حاصل از تیمارهای مختلف

۳-۱-۱- درصد پروتئین

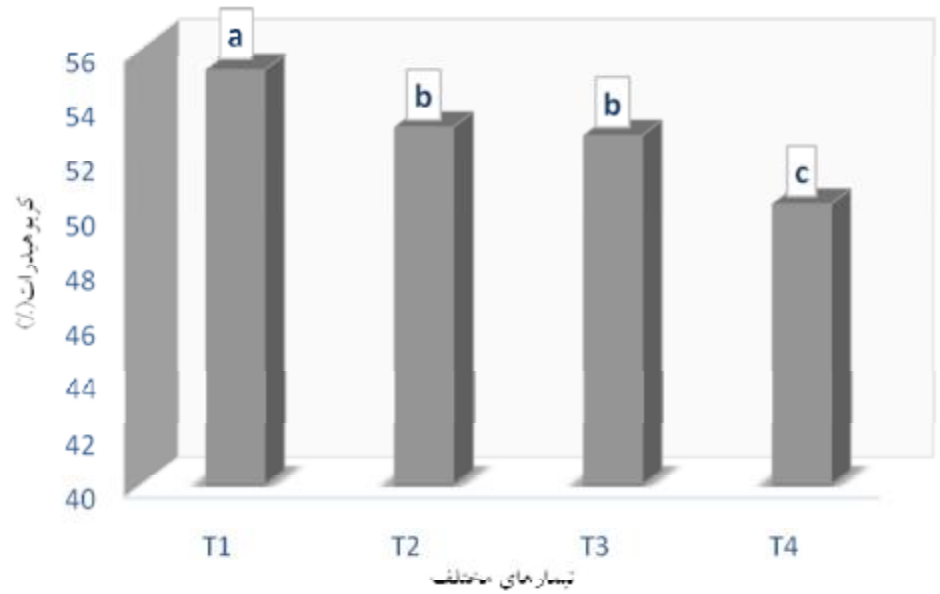
نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) نشان دهنده آن بود که بین نمونه های مختلف از نظردرصد پروتئین اختلاف معنی دار می باشد (P<۰/۰۱). با نگاهی به جدول ۲، مشاهده می شود که هر دو واریته آب انگور از درصد پروتئین پایینی برخوردارند درحالی که پوست نرم و سبز پسته ها بیش از ۲۰ درصد پروتئین دارند. ضمنا پوست سبز واریته اوحدی نسبت به کله قوچی حدود ۳درصد پروتئین بیشتری دارد. پس در نتیجه این افزایش پروتئین موجود در واریته اوحدی نسبت به کله قوچی می تواند دلیل اصلی افزایش درصد پروتئین در نمونه های پودری باشد که خوراک اولیه آن ها آب انگور و پوست نرم و سبز پسته اوحدی بوده است. وجود پروتئین زیاد در پودرها از اهمیت بالایی برخوردار است. زیرا علاوه بر این که موجب افزایش ارزش تغذیه ای پودرها می گردد از طرفی این میزان پروتئین در پودر بیان کننده آن است که خوراک اولیه به مقدار قابل توجهی دارای پروتئین بوده است که توانسته است به خشک کردن بهتر خوراک کمک نماید(۲۳). فراری و همکاران(۲۰۱۲) گزارش نمودند که افزودن پروتئین به خوراک هایی که دارای قند بالا می باشند می تواند مشکل چسبندگی را در برج های خشک کن برطرف نماید (۱۷).



شکل۱- درصدپروتئین پودرها در تیمارهای مختلف

۳-۱-۲- درصدکربوهیدرات

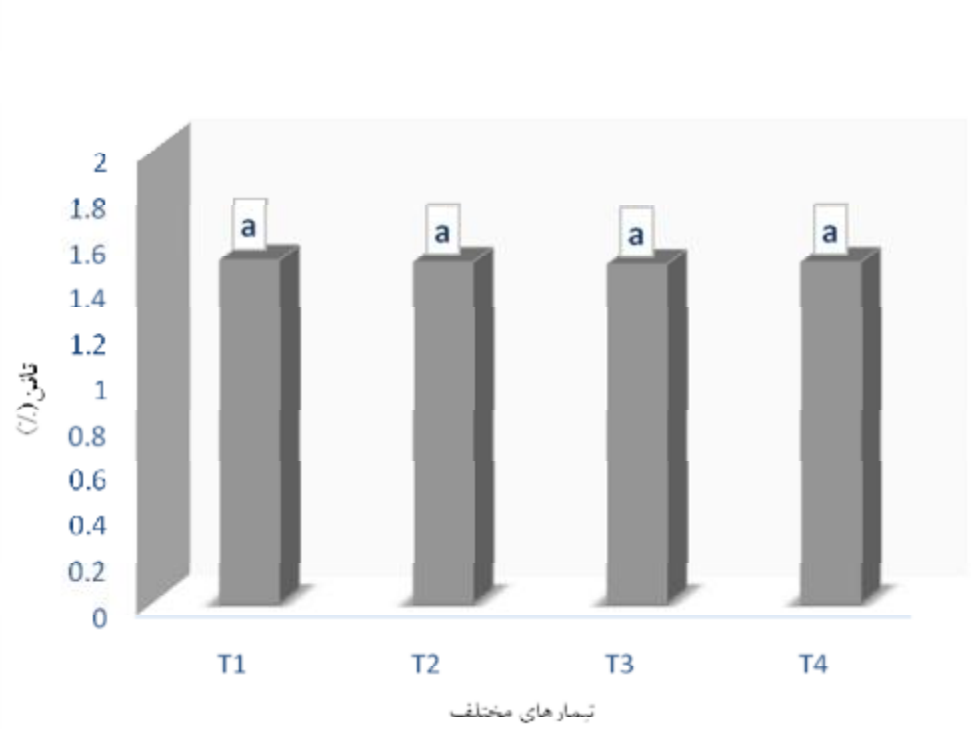
نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) نشان دهنده آن بود که بین نمونه های مختلف از نظردرصد کربوهیدرات اختلاف معنی دار می باشد ($P<۰/۰۱$). پودر مربوط به تیمار T_1دارای بیشترین کربوهیدرات و پودر مربوط به تیمار T_4حاوی کمترین کربوهیدرات می باشد. تیمار T_1 حاصل از خوراک حاوی انگور عسکری و پوست نرم پسته اوحدی است. میزان قند موجود در انگور عسکری ۶/۳ درصد بیشتر از انگور سلطانی ، و میزان کربوهیدرات موجود در پوست نرم پسته اوحدی ۴ درصد بیشتر از کربوهیدرات موجود در پوست نرم پسته کله قوچی می باشد. به همین دلیل کربوهیدرات در پودر تیمارT_1 بیشترین و در تیمار T_4کمترین است. بین تیمار T_2و تیمار T_3 اختلاف معنی دار نیست. درتیمار T_2 اگرچه میزان قند انگور عسکری از سلطانی بیشتر است اما از طرفی میزان کربوهیدرات در پوست نرم پسته کله قوچی کمتر از اوحدی می باشد. اما پودری با حدود ۵۰ درصد کربوهیدرات که به وسیله اسپری درایر تولید شده است از اهمیت قابل توجهی برخوردار می باشد. زیرا وجود پروتئین بالا و بخش وسیعی از کربوهیدرات موجود در پوست نرم و سبز پسته بصورت فیبر، باعث می شوند تا خوراک مذکور بدون چسبندگی به بدنه برج خشک شوند. فانگ و همکاران (۲۰۱۲) آب توت سیاه غنی از قند را با مکمل مالتودکسترین و پروتئین آب پنیر توسط اسپری درایر مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که تنها ۱ درصد پروتئین آب پنیر به آب توت سیاه تا بیش از ۵۰ درصد موجب تهیه پودر بدون هیچ مشکلی شد(۱۵).



شکل۲- درصدکربوهیدرات پودرها در تیمارهای مختلف

۳-۱-۳-تانن

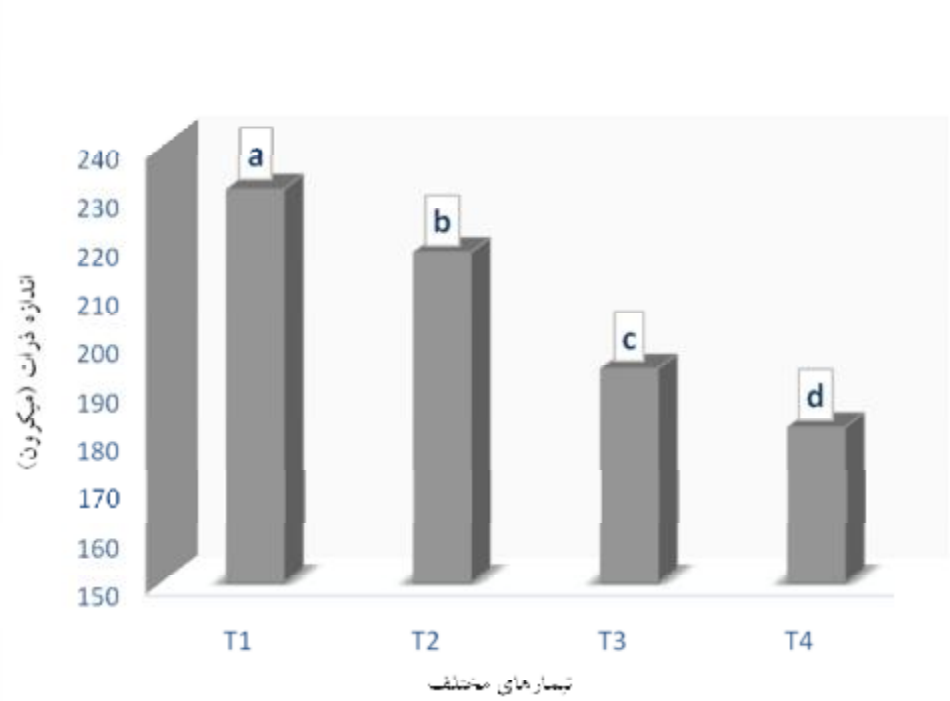
نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) نشان دهنده آن بود که بین نمونه های مختلف از نظردرصد تانن اختلاف معنی دار نمی باشد ($P<۰/۰۱$). میزان تانن در پوست نرم و سبز پسته اوحدی در ایتدای فرآوری و به صورت کاملا خام ۴/۱ و در واریته کله قوچی ۴/۷ بود. اما مقدار تانن در پودرهای تولید شده حدود ۱/۵ درصد شد. بلانچینگ پوست های سبز پسته در حین فرآیند تولید و قبل از مخلوط کردن با آب انگور موجب کاهش معنی داری در میزان تانن نمونه های پودر گردید. زیرا تنها ترکیب مضر موجود در پوست های سبز پسته ، تانن می باشد. محققین مختلف مقدار تانن موجود در پوست سبز واریته های گوناگون پسته را بین ۵ تا ۷ درصد گزارش کرده اند(۷). تانن ها ترکیبات پلی فنلی با وزن مولکولی بالا(۳۰۰۰-۵۰۰ دالتون) می باشند که در آب محلول بوده و قابلیت اتصال و رسوب پروتئین ها را دارند. البته تانن ها به دو گروه قابل هیدرولیز و متراکم تقسیم می گردند. تانن های متراکم اثرات مضری بر روی دستگاه گوارش می گذارند. زیرا قادرند در دستگاه گوارش با ایجاد پیوند با پروتئین مواد غذایی ، موجب کاهش هضم آن ها شوند(۷). اگرچه تانن به مقدار قابل توجهی در پودرهای تولید شده کاهش یافت. اما می تواند با اعمال روش های دیگری که میزان آن را بیش از این کاهش دهد مورد ارزیابی قرار گیرد.



شکل۳- درصد تانن پودرها در تیمارهای مختلف

۳-۱-٤- اندازه ذرات پودر

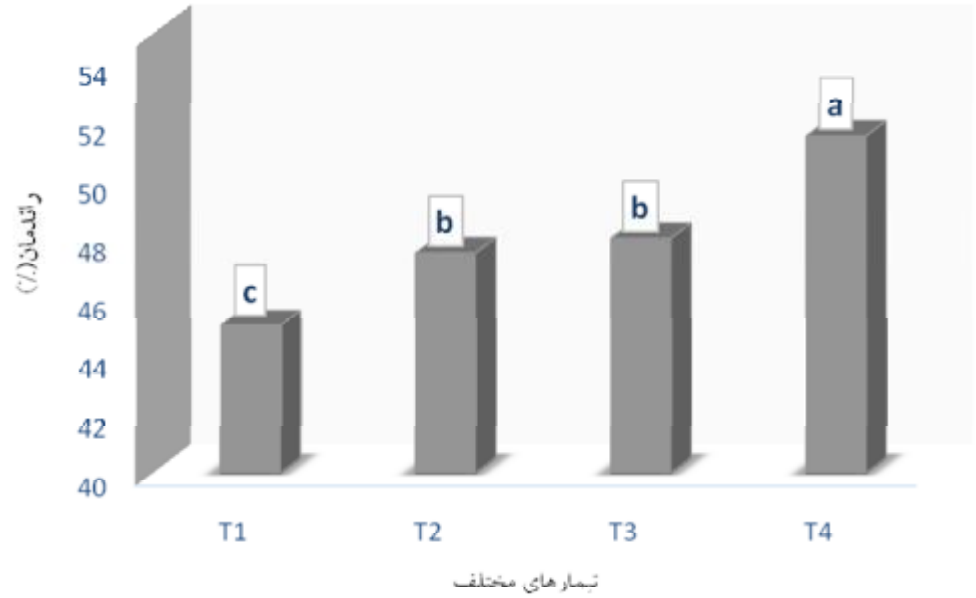
نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) برای اندازه ذرات پودر نشان دهنده آن بود که بین نمونه های مختلف، اختلاف معنی دار وجود دارد ($P< ۰/۰۵$). اندازه ذرات پودر در نمونه های مختلف بطور متوسط بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ میکرون بود. هر چه قدر پودری ریزتر و از تخلخل بیشتری برخوردار باشد. مطلوبتر خواهد بود زیرا سریع تر آب جذب خواهد کرد و راحت تر حل خواهدشد. اما پودرهایی که درشتند و یا پودرهایی که ریزند اما دارای تخلخل نیستند از کیفیت پایینی برخوردارند. عوامل زیادی بر اندازه ذرات پودر موثرند. به عنوان مثال اسپری درایرهای نازلی نسبت به دیسکی پودرهایی یکنواخت تر و دارای اندازه ای ریزتر تولید می کنند. سرعت چرخش دیسک اتمایزر نیز بر اندازه ذرات پودر موثر می باشد. هرچه قدر سرعت چرخش بیشتر، اندازه ذرات پودر کوچکتر خواهد بود. در این پژوهش نوع اتمایزر، سرعت چرخش دیسک ، دمای هوای ورودی و خروجی برای تمامی فرمول ها یکسان بود فقط نوع خوراک با یکدیگر متفاوت بود. تیمار T_1 و T_2 که در مقایسه با تیمارهای دیگر دارای اندازه ذرات بزرگتری می باشند. خوراک آن ها حاوی آب انگور عسکری است که ۱۷/۸ درصد قند ساده دارد. در حالی که تیمار T_3 و T_4 که حاوی آب انگور سلطانی می باشند ۱۱/۵ درصد قند دارند. قندهای مونو ساکارید علاوه بر این که منجربه چسبندگی پودر به بدنه برج خشک کن می شوند ضمنا باعث چسبیده شدن پودرها به یکدیگر نیز می گردند. در نتیجه یکی از مهم ترین دلایل افزایش اندازه ذرات پودر در تیمارهای T_1 و T_2 میزان قند ساده بیشتر در آن ها است. چگینی و همکاران(۲۰۰۵) در پژوهشی کیفیت پودر عصاره پرتقال به دست آمده از اسپری درایر را مورد ارزیابی قرار دادند. آن ها نیز وجود کربوهیدرات بالا در عصاره پرتقال را عاملی برای افزایش اندازه ذرات پودر ذکر نمودند. در ادامه با افزایش سرعت اتمیزه کردن و افزایش دمای ورودی به برج خشک کن ، توانستند تا ۴۰ درصد اندازه ذرات پودر را کاهش دهند(۱۴).



شکل٤-اندازه ذرات پودرها در تیمارهای مختلف

۳-۱-۵- راندمان تولید پودر

نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) برای راندمان تولید پودر نشاندهنده آن بود که بین نمونه های مختلف ، اختلاف معنی دار وجود دارد (P< ۰/۰۵). یکی از مهم ترین اهداف این پژوهش این بود که از آب انگورهای عسکری و سلطانی بی دانه، پودری با بالاترین راندمان تولید شود. با توجه به اینکه آب انگور عسکری و سلطانی حاوی قندهای مونوساکارید بالایی هستند. اگرآب انگور به تنهایی وارد برج خشک کن می شد به دلیل قندهای ساده فراوان، احتمال چسبندگی پودرها به بدنه برج خشک کن وجود داشت که در نتیجه منجر به کاهش راندمان تولید می شد. مظفر و همکاران (۲۰۱۸) مواد غذایی که می توانند به وسیله اسپری درایر خشک شوند را به دو گروه چسبنده و غیر چسبنده تقسیم کرده اند. مواد غیر چسبنده مانند پودر تخم مرغ، پودرهای لبنی، محلول های مالتودکسترین، صمغ ها و پروتئین ها. مواد غذایی چسبنده شامل آب میوه ها و پالپ های میوه غنی از قند و اسید، عسل و غیره. مواد غذایی چسبنده علاوه بر اینکه باعث چسبندگی پودرها به بدنه برج خشک کن می شوند از طرفی نیز موجب چسبیده شدن ذرات پودر به یکدیگر و افزایش اندازه ذرات خواهند شد(۲۳). آن ها در ادامه گزارش نمودند که برای کاهش چسبندگی مواد غذایی که دارای قندهای با وزن مولکولی پایین هستند می توان به آن ها مالتو دکسترین، صمغ عربی، نشاسته های اصلاح شده و یا پروتئین اضافه کرد(۲۳). در این تحقیق نیزوجود پروتئین و فیبر بالا در پوست سبز پسته ها باعث شد تا منجر به کاهش چسبندگی و افزایش راندمان شود.



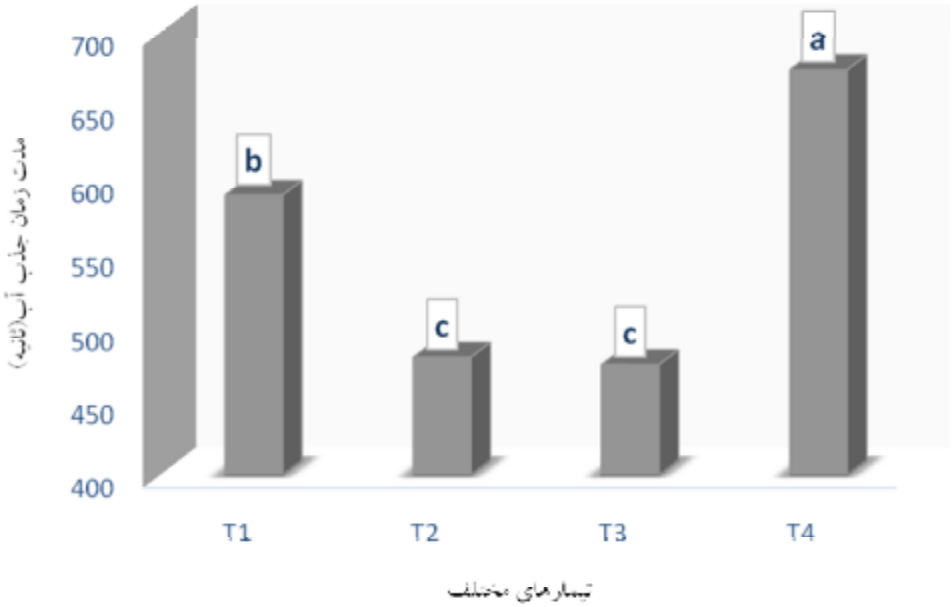
شکل۵- راندمان تولید پودر در تیمارهای مختلف

لین و همکاران(۲۰۱۸) شرایط خشک کردن پاششی را برای کاهش چسبندگی پودرها به بدنه خشک کن مورد مطالعه قرار دادند.در نهایت با بهینه کردن برخی از عوامل توانستند چسبندگی پودر به بدنه برج را کاهش و در نتیجه باعث افزایش راندمان تولید پودر شوند(۲۲). وانگ و همکاران (۲۰۱۳) برای تبدیل سس سویا به پودر ، آب پنیر ایزوله شده و مالتودکسترین را به سس اضافه نمودند و سپس اثر هر یک از آن ها را بر خواص پودرهای تولید شده مورد مقایسه قرار دادند. نتایج بیان کننده آن بود که افزودن ۱۰ درصد پروتئین آب پنیر به سس نسبت به ۳۰ درصد مالتودکسترین به سس اثر معنی دار بیشتری بر میزان بازده تولید پودر داشت(۲۶). پیغمبر دوست و همکاران (۱۳۹۴) در تولید پودر عصاره مالت ، گزارش نمودند که برای افزایش راندمان تولید و کاهش چسبندگی ، نیاز است تا ترکیب مکملی به عصاره مالت افزوده شود آنها افزودن مالتو دکسترین را در غلظت های ۲۰ ، ۳۰ و ۴۰ درصد بررسی کرده و در نهایت غلظت ۴۰ درصد را بهترین غلظت برای بیشترین راندمان تولید اعلان نمودند(۲).

۳-۱-٦- قابلیت جذب آب

نتایج تجزیه واریانس(ANOVA) نشان داد که از نظر قابلیت جذب آب، بین تمامی نمونه ها اختلاف معنی دار می باشد (P<۰/۰۵). در هنگام بازسازی پودرها، هرچه قدر پودری با سرعت بیشتری آب جذب کند و سریعتر حل شود مطلوب ترخواهد بود. زمان جذب آب برای یک پودر از اهمیت خاصی برخوردار است. عوامل زیادی بر سرعت جذب آب توسط پودرها موثر می باشند. برای مثال هر چه قدر پودری دارای چربی بالاتری باشد برای جذب آب به زمان بیشتری نیاز خواهد داشت. اندازه ذرات پودر و متخلخل بودن آن ها نیز بر سرعت جذب آب تاثیرگذارند. هرچه قدر پودرها درشت تر و از تخلخل کمتری برخوردار باشند به زمان بیشتری برای جذب آب نیاز دارند. اگر تیمار T_4 دارای بیشترین زمان (حدود۱۱دقیقه) برای جذب آب بوده است. دلیل آن وجود چربی بالا در آن نسبت به سایر تیمارها می باشد.اما دلیل این که تیمار T_1 پس از تیمار T_4 بیشترین زمان جذب را داشته است. با نگاهی به نمودار ۵، مشاهده می شود که این تیمار از اندازه ذرات بزرگتری در

مقایسه با سایر تیمارها برخوردار بوده است.اگرچهدو تیمار T_2 و T_3، نسبت به دیگر تیمارها دارای زمان جذب آب کمتری بوده انداما حدود هشت دقیقه زمان جذب آب داشته اند. بطور کلی وجود چربی حدود ۱۰ تا ۱۲ درصد ، پودر غیرفوری ، درشت بودن اندازه ذرات پودر، متخلخل نبودن پودرها از مهمترین عوامل موثر بر بالا بودن زمان جذب آب توسط پودرهای تولید شده در این پژوهش می باشند. سانتانا و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که ذراتی که دارای قطر کوچکتر و متراکم تر هستند تخلخل کمتری دارند بنابراین نفوذ مایع به داخل این گونه پودرها دشوارتر بوده و بازسازی آنها با مشکل روبرو می شود. آن ها زمان جذب آب توسط پودر شیر نارگیل را۱۲دقیقه عنوان نمودند که از آن به عنوان یک زمان جذب آب بسیار ضعیف نام بردند(۲۵). چگینی و همکاران(۲۰۰۵) اثرسرعت جریان خوراک به داخل برج خشک کن، سرعت اتمیزه کردن و دمای هوای ورودی به برج خشک کن را بر ویژگی های فیزیکوشیمیایی پودر آب پرتقال مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که افزایش دمای هوای ورودی به برج خشک کن موجب افزایش زمان جذب آب توسط پودرهای تولید شده می گردد(۱۴).

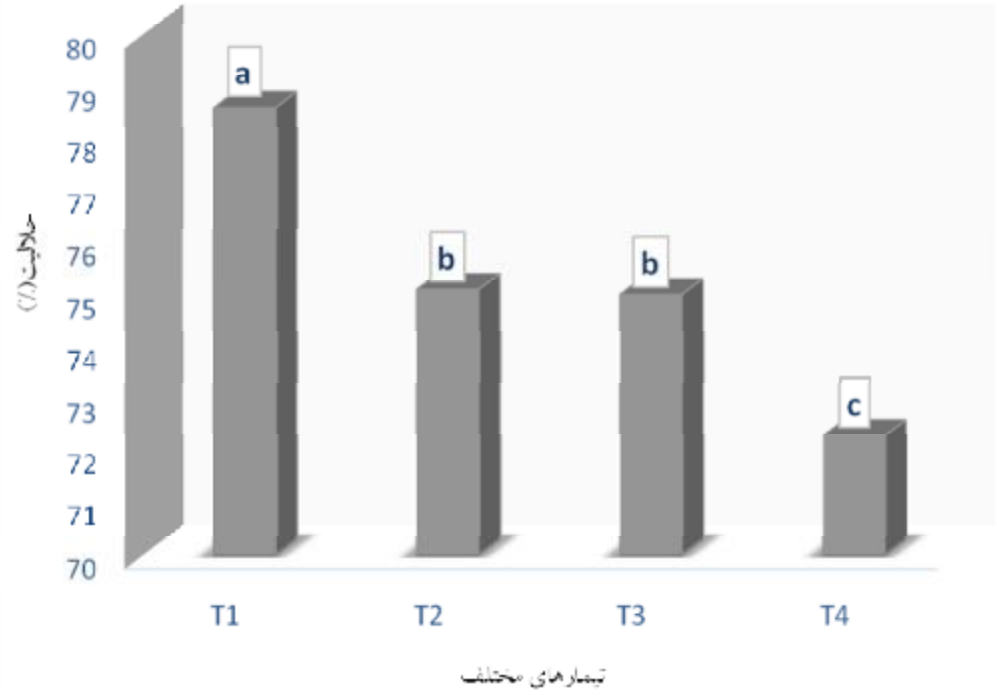


شکل٦- مدت زمان جذب آب توسط پودرها در تیمارهای مختلف

۳-۱-۷- حلالیت پودرها

نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) نشاندهنده آن بود که از نظر حلالیت، بین تمامی نمونه های پودر اختلاف معنی دار می باشد ($P<0/05$). حلالیت پودرها به مانند جذب آب آن ها به عوامل مختلفی بستگی دارد. برای مثال هر چه قدر پودری دارای چربی بالاتری باشد از حلالیت کمتری برخوردار خواهد بود.بنیائی و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نمودند که خوراک هایی که دارای پروتئین می باشند و توسط اسپری درایر خشک می شوند. دمای بالای داخل برج خشک کن باعث می شود تا پروتئین هایی که به دماهای بالا حساس می باشند دناتوره شوند. در هنگام بازسازی پودرها، چون پروتئین های دناتوره شده قابلیت جذب آب و حل شدن را از دست داده اند در نتیجه میزان حلالیت پودر کاهش و درصد رسوب افزایش می یابد(۱۳)

نتایج این تحقیق بطور متوسط درصد حلالیت را بین تیمارهای مختلف ۷۲ تا ۷۹ درصد نشان داده است. که برای اینچنین خوراکی بسیار مناسب است. اما دلیل این که T4 از حلالیت کمتری برخوردار است چون این تیمار از درصد چربی بالاتری برخوردار است. پاترسون و همکاران(۲۰۰۷) گزارش کردند که وجود چربی بالا در پودر باعث افزایش زمان حل شدن آن در آب می گردد. بدین صورت که پودرهای حاصل از شیر پس چرخ دارای حلالیت بالاتری نسبت به پودرهای حاصل از شیر کامل هستند(۲۴).

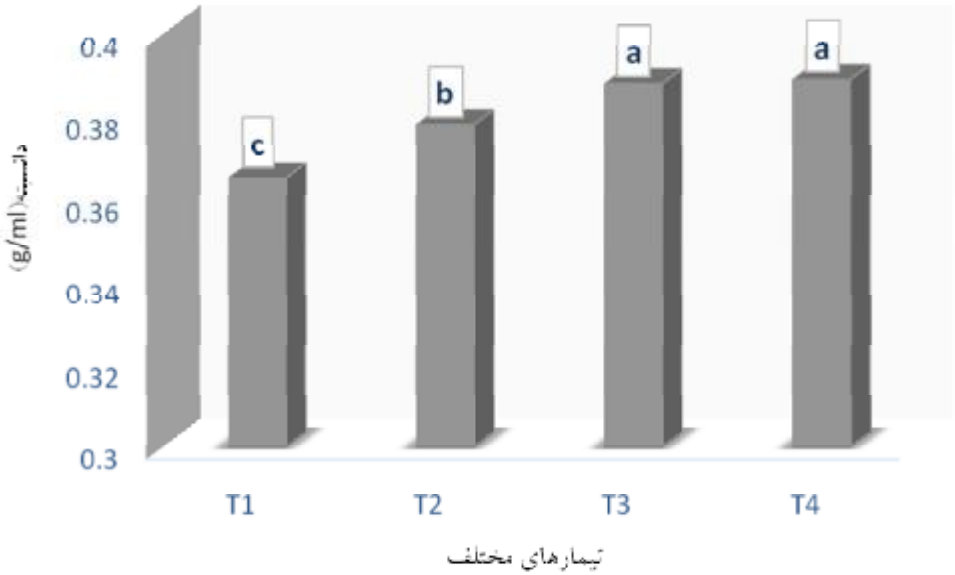


شکل۷- حلالیت پودرها در تیمارهای مختلف

۳-۱-۸- دانسیته

نتایج آنالیز واریانس(ANOVA) برای دانسیته پودرها نشاندهنده آن بود که بین نمونه های مختلف، اختلاف معنی دار وجود دارد (P<۰/۰۵). دانسیته پودرها در تیمارهای مختلف بین ۰/۳۷ تا ۰/۳۹ گرم بر میلی لیتر متغییر می باشد. بین تیمارT_3 و T_4 از نظر دانسیته اختلاف معنی دار نیست اما با سایر تیمارها اختلاف شان معنی دار است.هر چه قدر پودر های تولید شده از اندازه ذرات یکنواخت تر و متخلخل تر باشند دارای دانسیته مناسب تری خواهند بود. اما ذرات درشت و غیر متخلخل و چسبندگی ذرات به یکدیگر درحین فرآیند منجر به دانسیته ضعیف تری می شوند. برای مثال اگر تیمار T_1 وT_2 دارای دانسیته کمتری نسبت به تیمار T_3 و T_4 می باشند. به خاطر این است که تیمارT_1 و T_2 دارای قند ساده فراوان تر، چسبندگی بیشتر و در نتیجه دانسیته پایین تر شده اند. ذرات سنگین، بزرگ و غیر متخلخل موجب می شوند تا دانسیته کاهش یابد. رطوبت خوراک اولیه، دمای هوای ورودی و خروجی از خشک کن، نوع اتمایزر استفاده شده، رطوبت پودر در هنگام خروج از برج و ... بر دانسیته پودرها موثر می باشند. سانتانا و همکاران (۲۰۱۳) درتحقیقی، میکروانکپسوله شدن

اجزاء شیرنارگیل را مورد بررسی قرار دادند سپس بر اساس نتایج حاصل گزارش کردند که پودر شیر نارگیل از دانسیته ظاهری ۰/۳۹گرم بر میلی لیتر برخوردار بود(۲۵). جیناپونگ و همکاران (۲۰۰۸) در تولید پودر شیر سویا ؛ به دانسیته ظاهری ۰/۴۱ تا ۰/۴۵ گرم بر میلی لیترسیدند(۱۶). فرناندز و همکاران (۲۰۱۳) درارزیابی انکپسوله نمودن روغن رزماری، به دانسیته مشابهی دست پیدا نمودند(۲۰).



شکل۸- دانسیته پودرها در تیمارهای مختلف

۳-۲- آزمون های میکروبی

نتایج تجزیه واریانس(ANOVA) نشان داد که بین پودرهای تولید شده ازنظر وجود اشریشیا کلی، کپک و مخمر اختلاف معنی دار وجود ندارد (P<۰/۰۵). نتایج مربوط به فعالیت میکروارگانیسم ها در نمونه های مختلف پودر حاکی از آن بود که هیچ گونه اشریشیا کلی ، مخمر و کپکی در هیچ یک از نمونه ها دیده نشد.اما ارزیابی پودرها از نظر شمارش کلی میکروارگانیسم ها مثبت بود. در تیمارهای مختلف تعداد میکروارگانیسم های کل از ۳۰۰ تا ۵۰۰ کلنی شمارش شد. اما این مقدار کلنی نیز کمتر از استاندارد بوده و درصورتی که شرایط نگهداری و بسته بندی کنترل گردد این تعداد میکروارگانیسم های کل برای نمونه ها مشکلی را به همراه نخواهد داشت. زیرا استاندارد شمارش کلی میکروارگانیسم ها را در یک گرم پودر تا ۲۵ هزار عدد تایید کرده است.

جدول ۵-. تعداد میکروارگانیسم های مختلف در نمونه های پودر

نمونه	حد استاندارد = در یک گرم	T_1	T_2	T_3	T_4
اشریشیا کلی	منفی	منفی	منفی	منفی	منفی
شمارش کلی میکروارگانیسم ها	$۲/۵ \times ۱۰^{٤}$	۳×۱۰^{۲}	$٤/۵ \times ۱۰^{۲}$	۳×۱۰^{۲}	۳×۱۰^{۲}
مخمر	۱۰۰ عدد	منفی	منفی	منفی	منفی
کپک	۱۰۰ عدد	منفی	منفی	منفی	منفی

٤- نتیجه گیری

نتایج نشان داد که اولا با افزودن پوست سبز پسته (حاوی پروتئین و فیبر بالا) به آب انگور باعث شد تا بدون چسبندگی به بدنه برج خشک کن، پودری با راندمان مطلوب تولید گردد. ثانیا در این تحقیق از ضایعات استفاده گردید. ثالثا آنالیز نمونه ها نشاندهنده آن بود که پودر تولیدی دارای پروتئین ، کربوهیدرات و چربی مناسبی بوده که می توان از آن در فرآورده های جانبی همچون شکلات سازی ، سوسیس و کالباس ، بستنی سازی و غیره استفاده نمود. در نهایت اینکه نتایج این پژوهش کمک می کند تا دیگر محققین از آب میوه های دیگر بجای آب انگور به همراه پوست سبز و نرم پسته جهت تولید پودراستفاده نمایند.

٥-منابع

۱. افشاری، ح.، ساجدی، ص.، حکم آبادی، ح. ۱۳۹۳. اثر اسید جیبرلیک و حلقه برداری بر خصوصیات میوه انگوررقم عسکری، *نشریه علوم و صنایع غذایی*، جلد ۲۸، شماره ۲، صفحه ۲۷٦- ۲٦۹.

۲. پیغمبر دوست، س. ه.، سرابندی، خ. ۱۳۹٤. تاثیرشرایط خشک کردن پاششی بر خواص فیزیکی، شیمیایی، عملکردی و بازده تولید پودر عصاره مالت، *نشریه پژوهش های صنایع غذایی*، جلد ۲۵، شماره دوم، صفحه ۳۱٤ – ۳۰۱ .

۳. حسن پور، ع.، مدرس مطلق، ا.، اسمعیلی، م.، رحمانی دیندار، ع. ۱۳۹۰. تغییرات خواص مکانیکی انگور سفید بیدانه در طی رسیدن، *نشریه پژوهش های صنایع غذایی*، جلد ۲۱، شماره ۳، صفحه ۳۵۵-۳٤۳.

٤. سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی.، اداره آمار و اطلاعات کشاورزی. سال ۱۳۹۵ .

۵. سرابندی، خ.، صادقی ماهونک، ع. ر. ۱۳۹۵. اثر دمای هوای ورودی و میزان مالتو دکسترین بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی پودر شیره خرمای خشک شده به روش پاششی، *فصلنامه فن آوری های نوین غذایی*، سال چهارم، شماره ۱٤، صفحه۱۵– ۱.

٦. سلطانی ، ن. ۱۳۷۵. تجزیه و شناسایی اسانس پوست سبز پسته به روش G.C.MS، پایان نامه دکترا، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده داروسازی .

۷. فروغ عامری، ن.، فضائلی، ح. ۱۳۸۰. بررسی روش های مختلف تهیه پوست خارجی پسته تازه سیلو شده. سومین سمینار پژوهشی تغذیه دام و طیور کشور.

۸ . کریمی، ر.، میرزایی، ف.، رسولی، م. ۱۳۹٦. فنولیک اسیدها، فلاونوئیدها، ظرفیت آنتی اکسیدانی و عنصرهای معدنی میوه پنج رقم انگور، *مجله علوم و فن آوری باغبانی ایران*. جلد ۱۸، شماره ۱، صفحه ۱۰۲–۸۹ .

۹. محمدی مقدم، ت. ۱۳۸۷. بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مارمالاد پوست سبز پسته، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۰. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۳. ویژگی ها و روش های آزمون آب میوه ها، شماره۲٤۸۷.

۱۱. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۳. ویژگی ها و روش های آزمون آب میوه ها، شماره۲٦۸۵

۱۲. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۳. ویژگی ها و روش های آزمون آب میوه ها، شماره۳٤۸۵ .

۱۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۳. ویژگی ها و روش های آزمون آب میوه ها شماره ۱-۱۰۸۹۹.

۱٤. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران .۱۳۹٦. ویژگی ها و روش های آزمون های فیزیکوشیمیایی و میکروبی پودرهای مختلف ، شماره ۲٤۸۷

۱۵.موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران .۱۳۹٦ . ویژگی ها و روش های آزمون های فیزیکوشیمیایی و میکروبی پودرهای مختلف ، شماره٥۲۳٤

۱٦. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران .۱۳۹٦ . ویژگی ها و روش های آزمون های فیزیکوشیمیایی و میکروبی پودرهای مختلف ، شماره٥٤۸٤

۱۷. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران .۱۳۹٦ . ویژگی ها و روش های آزمون های فیزیکوشیمیایی و میکروبی پودرهای مختلف ، شماره ۱۰۱٥٤

18. Bhandari, B. R., Data, N., Howes, T. 1997. Problems associated with spray drying of sugar-rich foods, *Drying Technology*, 15: 671–684.

19. Boonyai, P., Bhandari, B. R., Howes, T. 2004. Stickiness measurement techniques for food powders: a review, *Powder Technology*, 145: 34-46.

20. Chegini, G.R., Ghobadian, B. 2005. Effect of spray-drying conditions on physical properties of orange juice powder, *Drying Technology*, 23: 657-668.

21. Fang, Z., Bhandari, B. 2012. Comparing the efficiency of protein and maltodextrin on spray drying of bayberry juice, *Food Research International*, 48: 478–483.

22. Fernandes, V. B., Borges, S.V., Botrel, D. A. 2013. Influence of spray drying operating conditions on microencapsulated rosemary essential oil properties. *Technologia de Alimentos.*, 33: 171-178.

23. Ferrari, C.C., Germer, S. P. M., de Aguirre, J.M. 2012. Effects of spray-drying conditions on the physicochemical properties of blackberry powder, *Drying Technology*, 30: 154-163.

24- Food and Agricultural Organization (FAO). 2011. <www.fao.org>.

25. Goli, A.H., Barzegar, M., Saharri, M.A. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio hull extract food chemistry, 93, 521-535.

26. Jinapong, N., Suphantharika, M., Jamnong, P. 2008. "Production of Instant Soymilk Powders by Ultrafiltration, Spray Drying and Fluidized Bed Agglomeration, *Journal of Food Engineering*, 84(2):194-205.

27. Koc,M., Koc,B., Yilmazer, M. S., Ertekin, F. K., Susyal, G., Bagdathoglu, N. 2011. Physicochemical Characterization of Whole Egg Powder Microencapsulated by Spray Drying, *Drying Technology*, 29: 780–788.

28. Lin, Y., Liu, Y., Wang, L., Xie, Y., Gao, Z., Wang, S. 2018. Optimization of drying conditions and components to reduce wall sticking during spray drying of infant formula milk, International Journal Agriculture and Biotechnology Enginnering, 12(2): 214-218.

29. Muzaffar, K., Nayik, G.A., Kumar, P. 2018. Production of Fruit Juice Powders by Spray Drying Technology, International Journal of Advance Research in Science and Engineering, 7(3): 59-67.

30. Paterson, A. H., Zuo, J. Y., Bronlund, J. E., Chatterjee, R. 2007. Stickiness curves of high fat dairy powders using the particle gun, *International Dairy Journal*, 17: 998–1005.

31. Santana, A. A., Oliveira, R. A. D., Pinedo, A. A., Kurozawak, L. E., Park, K. J. 2013. Micro encapsulation of babassu coconut milk .*Food Science and Technology*, 33: 737-744.

32. Wang, W., Jiang, Y., Zhou, W. 2013. Characteristics of soy sauce powders spray-dried using whey proteins and maltodextrin as drying aids, *Journal of Food Engineering*, 119, 724-730.

(Original Research Paper)

Investigation of the Physicochemical and Microbial Properties of Produced Powder from Feed Containing Pistachio Hull and Grape Juice by Spray Drier

Hasan mohammady Arasteh[1], Abdolreza Mirchouli Borazgh[2]*, Musarreza Houshmand Dalir[2]

1 – M.Sc Student of Food Science and Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran..
2-Department of Food Science Technology, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran.

Received: 13/07/2019 Accepted: 31/07/2019

Abstract

In this study, grapes juice of royal and Soltani with soft skin of pistachio(Ohadi,kallequchi) mixture; and then mixed with high-speed mixers for 5 minutes. The feeds were converted into powder by a pilot scale spray drier, andPhysicochemical and microbial characteristics of the prepared powders were studied.The results of the analysis of variance indicated that the produced powders contain about 50% carbohydrates, 20% protein, 10% fat and 10% ash.There was a significant difference between the treatments for the mentioned compounds ($P<0.05$).However,tannin was about 6% in the green skin of pistachios, But blanching of the green skin led to a significant decrease of about 1.5% in the powder. There was a significant difference between treatments for particle size, density and solubility ($P<0.05$). Powders also have a solubility in the range of 75% , particle size of 200 microns and density of 0/39 gr/ml. In the microbial part, no mold, yeast, and E. coli were observed in powder samples.Only in the total count was positive results, which was not more than standard. Finally, the results showed that soft and green skin of pistachios as a protein and fiber-high waste, can be a good supplement for grape juice in the process of spray dryers.

Keywords: Grape juice, Pistachio Green Skin, Physicochemical and Microbial Characteristics, Powder, Spray Drier

*Corresponding Author: Smirchouli@yahoo.com