

تعیین پارامترهای موثر در خشک کردن ریواس با هوای داغ و بررسی امکان تهیه پودر از آن

حمید توکلی پور^۱، اکرم شریفی^{۲*}، محمد سلامی نیا^۳

^۱استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، سبزوار، ایران

^۲دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، سبزوار، ایران

^۳کارشناس آزمایشگاه گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، سبزوار، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۱۹

چکیده

فرایند خشک کردن برای محصولات فصلی مانند ریواس که در سال فقط چند ماه در دسترس مصرف کننده قرار می‌گیرند، اهمیت زیادی دارد چون با اعمال این فرایند علاوه بر جلوگیری از فساد، امکان استفاده از این محصول در تمام سال فراهم می‌شود. در این تحقیق، بعد از خشک کردن ساقه‌ی ریواس، شاخص‌های کیفی شامل اسیدیته، رطوبت، pH، شدت رنگ، دانسیته، حلالیت و ویتامین ث اندازه‌گیری شد. این شاخص‌ها در سه نمونه‌ای که در دماهای 70، 60، 50 درجه‌ی سانتی‌گراد و توسط خشک‌کن سینی دار آزمایشگاهی خشک شده بود و هم‌چنین در نمونه‌ای که به صورت سنتی تهیه شده بود، سنجیده شد. در نهایت، آزمون حسی برای انتخاب بهترین فرمولاسیون جهت تهیه‌ی چاشنی از پودر ریواس انجام گرفت. نتایج، نشان داد شرایط بهینه‌ی خشک کردن ساقه ریواس در دمای 70°C با بالاترین سرعت و کم‌ترین زمان خشک کردن می‌باشد. در تهیه‌ی چاشنی از پودر ریواس فرمولاسیونی که حاوی 20 گرم پودر ریواس، 5 گرم فلفل سفید، 2/5 گرم پودر خردل و 2/5 گرم جوز هندی بود از نظر ارزیابی‌های حسی به عنوان بهترین فرمولاسیون انتخاب شد. در مقایسه‌ی نمونه‌ها از نظر حفظ خصوصیات کیفی نمونه‌ی خشک شده به روش سنتی، کم‌ترین امتیاز را داشت.

واژه‌های کلیدی: ریواس، خشک کردن، چاشنی، شاخص‌های کیفی.

۱- مقدمه

ریواس^۱ گیاهی علفی و پایا از تیره ی ترشک ها، دو لپه ای بی گلبرگ دارای دو برگ بسیار بزرگ و سبز رنگ است. ارتفاع آن به ۳ متر می رسد و گل های کوچک قرمز رنگ دارد. ساقه ی گیاه راست و دوپهلوی است و از وسط گیاه بیرون می آید. ریواس، حاوی ویتامین های B₁, B₂ و C است و مقادیر قابل توجهی آنتی اکسیدان دارد. Ozturk و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی از ساقه ی ریواس مقدار قابل توجهی آنتی اکسیدانت استخراج کردند (۲۰). رطوبت موجود در ریواس خام ۹۳/۴۴ درصد و رطوبت موجود در ساقه ی خوراکی آن ۹۱/۵۲ درصد می باشد. علاوه بر موارد فوق این گیاه دارای عناصری نظیر پتاسیم، منیزیم و کلسیم و همچنین دارای مقادیری اسیدهای آلی مثل اسید مالیک و سیتریک است (۲۰). ریواس در کوهستان های ایران از جمله در دره ی توچال، شهرستانک، کرج، حصاربند، کوه های اراک، اشتران کوه، گنجان، کردستان، نقرش، خراسان رضوی، آذربایجان، دشت ارژن فارس، قم و بلوچستان به طور خودرو می روید (۴). دمبرگ این گیاه به عنوان میوه مورد توجه قرار می گیرد چرا که می توان از آن در تهیه ی شربت و کمپوت استفاده کرد و یا به صورت دسر مصرف نمود. تولید کمپوت ریواس در انگلستان بسیار متداول است (۱).

یکی از قدیمی ترین و در عین حال گسترده ترین فرایندهای مورد استفاده جهت حفظ مواد غذایی در مقابل فساد، فرایند خشک کردن است که با کاهش فعالیت های میکروبی و آنزیمی و تقلیل سرعت فعل و انفعالات شیمیایی، زمان ماندگاری محصول را افزایش و با کاهش وزن و حجم مواد، بسته بندی، حمل و نقل و انبارداری محصولات را سهولت می بخشد. این فرایند باید به گونه ای اعمال گردد که در کنار حفظ ماده ی غذایی در مقابل فساد، به شاخص های کیفی فرآورده از جمله ارزش غذایی، طعم، عطر، رنگ و بافت کمترین صدمه ی ممکن وارد گردد (۱).

تاریخچه ی تولید فرآورده های خشک در ایران به دوران بسیار قدیم باز می گردد. با گذشت سالیان طولانی در بخش فرآوری این محصولات، تغییرات عمده ای پدیدار نشده و هنوز هم به طور غالب در ایران از روش های سنتی (آفتابی) استفاده می گردد که دارای نارسایی های متعددی است (۶).

مطالعات زیادی روی بهینه سازی فرایند خشک کردن بسیاری از میوه ها و سبزی ها انجام گرفته است. زیرجانی و توکلی پور (۱۳۸۸) تاثیر شرایط مختلف خشک کردن بر ویژگی های موز خشک شده در هوای داغ را مورد بررسی قرار داد. در این تحقیق، برش های موز با سه ضخامت و سه نوع پیش تیمار آماده شد و در یک خشک کن جا به جایی هوای داغ در سه دمای ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درجه ی سانتیگراد تا رسیدن به رطوبت نهایی قرار گرفت. در نهایت، خصوصیات کیفی چیپس موز حاصل، تعیین شد. نتایج، نشان داد کاربرد پیش تیمار و همچنین افزایش دما، آهنگ خشک کردن را افزایش و زمان خشک کردن را کاهش می دهد. افزایش دما روی خصوصیات کیفی اثر منفی داشت (۵). در تحقیق دیگری که توسط ضیاء الحق (۱۳۸۸) انجام شد شرایط بهینه ی آماده سازی و خشک کردن قطعات سیب زمینی، تعیین گردید. در این پژوهش، دو رقم سیب زمینی انتخاب و پس از پوست گیری در دو ضخامت ۱۰ و ۲۰ میلی متری، به قطعات مکعبی برش داده شد و آنزیم بری با استفاده از آب جوش و اسید آسکوربیک روی نمونه ها انجام گرفت و سپس نمونه ها در سه دمای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه ی سانتیگراد در یک خشک کن هوای داغ خشک شد. بعد از اندازه گیری، درصد جذب مجدد آب و چروکیدگی نمونه های خشک شده دمای ۵۰°C به عنوان دمای بهینه ی خشک کردن دو رقم سیب زمینی تعیین گردید (۹).

هدف از این تحقیق، تعیین شرایط بهینه خشک کردن ساقه ی ریواس و تهیه ی یک چاشنی از پودر ریواس است. از این چاشنی با توجه به محتوای آنتی اکسیدانی، مواد معدنی و ویتامین های موجود در ساقه ی ریواس می توان به عنوان یک افزودنی زیست فعال در فرمولاسیون مواد غذایی استفاده کرد. همچنین فرایند خشک کردن برای ساقه ی ریواس علاوه بر جلوگیری از فساد آن، امکان استفاده از این محصول فصلی و بسیار فسادپذیر را در تمام سال فراهم می سازد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- خشک کردن ریواس

ریواس از کوه های روستای زرقان واقع در شمال غرب شهرستان سبزوار جمع آوری شد. کلیه ی نمونه ها در دمای ۴ تا ۵ درجه ی سانتیگراد جهت کاهش میزان تنفس و تغییرات

۱-Rheum ribes L.(Polygonaceae)

ساقه های له شده ریواس و خشک کردن خمیر حاصل در آفتاب، پودر ریواس حاصل می شود که این محصول در روستاهای شمال سبزوار به همین روش تولید و به عنوان چاشنی غذا مصرف می گردد. در نهایت، پودر ریواس برای انجام سنجش های کیفی پس از الصاق برچسب درون شیشه های درب دار در دمای محیط و به دور از نور نگه داری گردید.

۲-۲- آزمایشات کیفی

رطوبت پودر ریواس به روش آن گذاری در دمای ۹۰°C تعیین گردید. میانگین رطوبت پودرها ۵/۶-۵/۵ درصد بود (۳). جهت تعیین اسیدیته و pH پودر ریواس از روش های ذکر شده در استاندارد ملی ایران شماره های ۴۴۰۴ و ۳۷۳ استفاده شد (۱۲، ۱۳). میانگین اسیدیته ی نمونه ها بین ۹/۷-۱/۲ بر حسب اسید مالیک و میانگین pH نمونه ها بین ۳/۴-۲/۹ بود. دانسیته ی حجمی فشرده^۲ و دانسیته ی حجمی غیر فشرده^۳ طبق روش ذکر شده در استاندارد شماره ی ۳۳۴۵ موسسه ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران برای ۴ نمونه پودر ریواس اندازه گیری شد. بدین ترتیب که در یک مزور به حجم ۵۰ میلی لیتر پودر ریواس به صورت غیر فشرده ریخته و سپس وزن آن اندازه گیری شد. برای تعیین دانسیته ی حجمی فشرده مزور ۵۰ میلی لیتری حاوی نمونه، ۳۰۰ بار به یک سطح پلاستیک فشرده کوبیده شد و سپس حجم فشرده شده ذرات از روی مزور خوانده شد و در نهایت از فرمول های زیر دو نوع دانسیته تعیین گردید (۱۵).

$$\text{Loosed density g/ml} = M / V_1$$

$$\text{Packed density g/ml} = M / V_2$$

V_1 : حجم پودر داخل مزور (۵۰ میلی لیتر)، M : وزن پودر ریواس، V_2 : حجم پودر داخل مزور بعد از فشرده شدن برای تعیین ویتامین ث به روش دی کلروفنل ایندوفنل بر طبق روش استاندارد ملی ایران عمل شد (۱۴). برای اندازه گیری شدت رنگ از دستگاه اسپکتروفتومتر^۴ (شیمادزو ساخت ژاپن) استفاده گردید. نمونه های مورد نظر (عصاره ی پودر ریواس) در سل دستگاه قرار داده شد و در طول موج ۴۲۰ نانومتر برای تعیین رنگدانه های قهوه ای، مقدار جذب اندازه گیری گردید.

فیزیولوژیکی و شیمیایی نگه داری شدند. قبل از شروع آزمایش ها زواید ریواس ها جدا و ساقه های ریواس با آب شسته شد. سپس ساقه های ریواس از مقطع طولی به وسیله ی یک چاقوی تیز روی یک تخته برش از جنس پلی اتیلن به قطعاتی با ضخامت ۳ میلی متر، برش خورد. رطوبت ساقه ی ریواس به روش آن گذاری در دمای ۱۰۵°C تعیین گردید (۹). میانگین رطوبت در ساقه ی ریواس تازه ۸۵/۴ درصد در مبنای مرطوب بود. برای بررسی خشک شدن ساقه ی ریواس و تعیین منحنی های خشک کردن و آهنگ خشک کردن آن، ۱۰ گرم ساقه ی ریواس برش خورده توزین و سپس درون پلیت قرار داده شد. پلیت ها به خشک کن سینی دار آزمایشگاهی (جیوتک^۱ ساخت کره) منتقل و در دماهای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه ی سانتی گراد تا رسیدن به وزن تعادلی خشک شدند. نمونه های ریواس به صورت متناوب به فاصله زمانی ۵ دقیقه در یک ساعت اول و ۱۵ دقیقه از ساعت دوم به بعد از خشک کن خارج و توزین و وزن های اندازه گیری شده در فرم های مربوط ثبت گردید. عملیات تا زمان رسیدن به وزن ثابت ادامه داشت. سپس در زمان های مختلف از رابطه ی زیر، درصد رطوبت در مبنای مرطوب محاسبه شد (۲).

$$Mcwb = (M_1 - M_2) / M_1 \times 100$$

$Mcwb$: رطوبت در مبنای مرطوب، M_1 : وزن اولیه،

M_2 : وزن نهایی

در ادامه، رطوبت در مبنای مرطوب به رطوبت در مبنای خشک تبدیل شد و در نهایت، مقدار رطوبت در زمان های مختلف از دوره ی خشک کردن و سرعت خشک کردن ساقه ی ریواس از معادله های زیر محاسبه گردید (۸):

X_1 : رطوبت اولیه، X_2 : رطوبت ثانویه

$$M_1(1 - X_1) = M_2(1 - X_2)$$

$$\text{Rate (kg H}_2\text{O / kg DM. min)} = \Delta \text{ McdB} / \Delta t$$

Δt : تغییرات زمان

با بررسی اطلاعات ثبت شده و تبدیل رطوبت در مبنای مرطوب به رطوبت در مبنای خشک و به دست آوردن سرعت خشک کردن، منحنی های زمان و سرعت خشک کردن در سه دمای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه ی سانتی گراد، ترسیم شد. در پایان کار، ساقه های ریواس خشک شده در خشک کن و نمونه ی خشک شده به روش سنتی آسیاب شد. در روش سنتی بعد از جوشانیدن

2- Packed density

3- Loosed density

4- UV Visible, Shimadzu

1- JEIO TECH, model: of-02G

از قانون بیر-لامبرت

$$A = \epsilon C L$$

: A جذب‌ی که دستگاه نشان می‌دهد، L: طول سل بر حسب سانتی متر، C: غلظت مولی و ϵ جذب مولی در نتیجه، مقدار جذب‌ی که دستگاه نشان می‌دهد با غلظت رنگدانه‌های قهوه‌ای موجود در نمونه، رابطه مستقیم دارد (۸).

$$C \text{ mg/L} = A / \epsilon L$$

برای تعیین میزان حلالیت پودر ریواس ۱ گرم از پودر را در ۱۰۰ میلی لیتر آب حل کرده و محلول حاصل به منظور جدا شدن بخش‌های نامحلول، به مدت ۱۰ دقیقه در سانتریفوژ^۱ با سرعت ۷۵۰۰ دور بر دقیقه قرار گرفت. سپس ۲۵ میلی لیتر از بخش شفاف بالای لوله آزمایش برداشته شد و به مدت ۵ ساعت در آن با دمای ۱۰۵ °C قرار گرفت. مقدار حلالیت بر حسب درصد با رابطه‌ی زیر محاسبه گردید:

$$S = (M_1 - M_2) / 0.25 \times 100$$

در این معادله، M_1 ، M_2 و S به ترتیب وزن ظرف پس از خارج کردن آن از آن، وزن خالی ظرف و حلالیت پس از مدت ۵ ساعت بود (۱۷).

۳-۲- ارزیابی حسی

به منظور بررسی صفات طعم، عطر، رنگ و ظاهر در سه فرمولاسیون تهیه چاشنی شامل:

فرمولاسیون A: ۲۰ گرم پودر ریواس، ۵ گرم فلفل سفید، ۲/۵ گرم پودر خردل و ۲/۵ گرم جوز هندی و فرمولاسیون B: ۲۰ گرم پودر ریواس، ۵ گرم جوز هندی، ۲/۵ گرم فلفل سفید و ۲/۵ گرم پودر خردل، فرمولاسیون C: ۲۰ گرم پودر ریواس، ۵ گرم پودر خردل، ۲/۵ گرم جوز هندی و ۲/۵ گرم فلفل سفید. فرم ارزشیابی تهیه گردید و نمونه‌ها توسط ۲۰ ارزیاب، مورد قضاوت قرار گرفت. ارزیابی خصوصیات حسی بر مبنای مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای صورت گرفت (۱۶). نمونه‌ها، گوشت سینه‌ی مرغ بود که توسط سه فرمولاسیون مذکور عمل آوری و سپس در روغن سرخ شد. شایان ذکر است که ایده‌ی انتخاب فلفل سفید، پودر خردل و جوز هندی بر مبنای چاشنی سنتی بود که در روستاهای شمال سبزوار تهیه می‌شود.

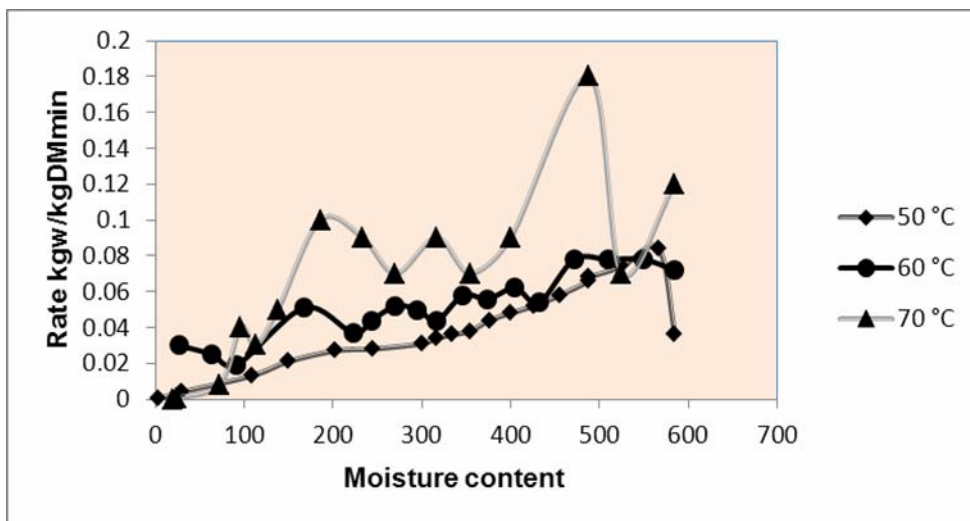
۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

بررسی داده‌های حاصل از آزمایش‌ها با استفاده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در نهایت داده‌ها توسط نرم افزار SAS آنالیز و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD محافظت شده (آزمون حداقل تفاوت معنی دار)، مورد بررسی قرار گرفت (۷). نمودارها به وسیله‌ی نرم افزار Excel ترسیم شد.

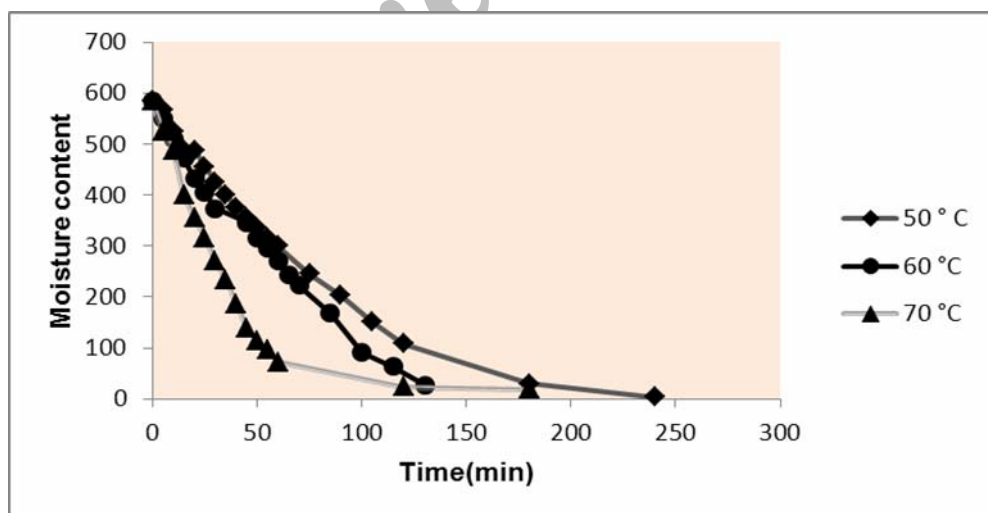
۳- نتایج و بحث

۳-۱- آزمایش‌های خشک کردن

فرایند خشک کردن ساقه‌ی ریواس تا رسیدن به رطوبت ثابت، انجام شد. نتایج حاصل در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. بیش‌ترین سرعت خشک کردن مربوط به نمونه‌ی خشک شده در دمای ۷۰ °C و کم‌ترین مقدار آن مربوط به نمونه‌ی خشک شده در دمای ۵۰ °C بود. منحنی‌های سرعت خشک کردن در دماهای ۶۰، ۵۰، و ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد از یک روند خاص پیروی نمی‌کرد. در دمای ۵۰ °C بیش‌ترین سرعت خشک کردن در نقطه ۵۶۶/۶ درصد رطوبت در مبنای خشک و سرعت $DM_{min} \text{ kg/kg H}_2\text{O} = 0.084$ ، در دمای ۶۰ °C بیش‌ترین سرعت در رطوبت ۵۴۹/۳ درصد و سرعت $DM_{min} \text{ kg/kg H}_2\text{O} = 0.078$ و در دمای ۷۰ °C بیش‌ترین سرعت خشک کردن در رطوبت ۴۸۸/۲ درصد و سرعت $DM_{min} \text{ kg/kg H}_2\text{O} = 0.18$ دیده شد (شکل ۱). همان‌طور که در منحنی‌های آهنگ خشک کردن مشاهده می‌شود خشک کردن نمونه‌ها در سه دما با هوای داغ فاقد مرحله‌ی آهنگ ثابت خشک کردن بود (خشک کردن ریواس به‌طور کامل در مرحله‌ی آهنگ نزولی رخ داد. زیرجانی و همکاران در سال ۱۳۸۷ طی خشک کردن برش‌های موز با استفاده از هوای داغ به نتیجه‌ی مشابهی رسیدند (۶). هم‌چنین، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دما بر میانگین زمان خشک کردن در سطح ۱ درصد، معنی‌دار بود.

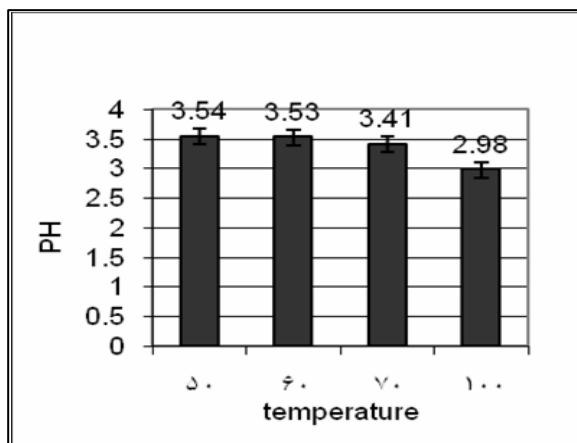


شکل ۱ - منحنی‌های سرعت خشک کردن ساقه‌ی ریواس در سه دمای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه‌ی سانتیگراد



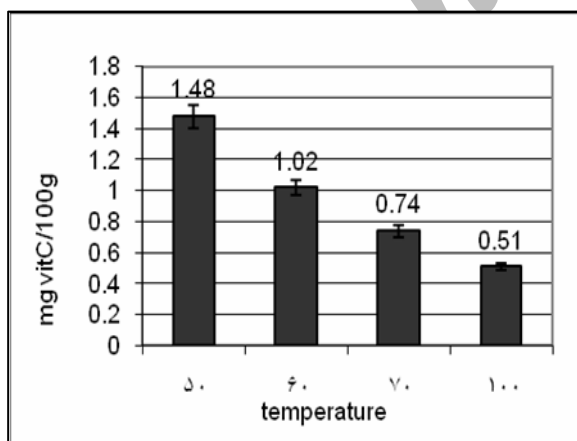
شکل ۲- منحنی‌های زمان خشک کردن ساقه‌ی ریواس در سه دمای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه‌ی سانتیگراد

pH: نتایج، نشان داد اثر دما روی pH معنی دار بود. بیشترین pH در نمونه‌ی خشک شده در دمای ۵۰ °C و کمترین مقدار آن در نمونه‌ی سنتی مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ۴- تغییرات pH بر حسب دما (°C) در پودرهای تولیدی

ویتامین ث: نتایج تجزیه‌ی واریانس و مقایسه‌ی میانگین‌ها بیانگر این بود که افزایش دما تخریب ویتامین ث را تشدید می‌کند. زیر جانی و همکاران (۱۳۸۷) به نتیجه‌ی مشابهی در مورد خشک کردن موز رسیدند (۶). در این تحقیق، کمترین مقدار ویتامین ث در نمونه‌ی تهیه شده به روش سنتی دیده شد (شکل ۵).

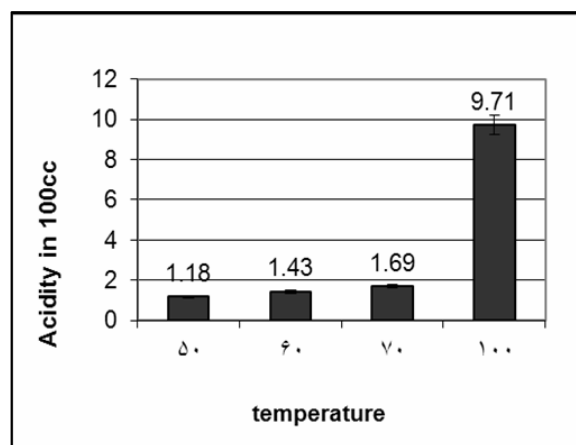


شکل ۵- تغییرات ویتامین ث بر حسب دما (°C) در پودرهای تولیدی

مقایسه‌ی میانگین تیمارها نشان داد بیشترین زمان خشک کردن مربوط به دمای ۵۰ °C و کمترین آن مربوط به دما ۷۰ °C است (شکل ۲). نتایج، بیانگر این بود که با افزایش دما میانگین زمان خشک کردن کاهش می‌یابد. با توجه به شکل ۳، منحنی‌های زمان خشک کردن در سه دمای ۶۰، ۷۰ و ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد از نوع نمایی^۱ و تابع نزولی است. نتایج مشابهی در مورد سایر محصولات توسط وگا و همکاران (۲۰۰۷)، آکپینار (۲۰۰۶) و سیمال و همکاران (۲۰۰۵) به دست آمده است. تحقیقات این دانشمندان بر روی فلفل قرمز، سبزیجات مختلف و کیوی انجام گرفته بود (۲۱، ۲۲).

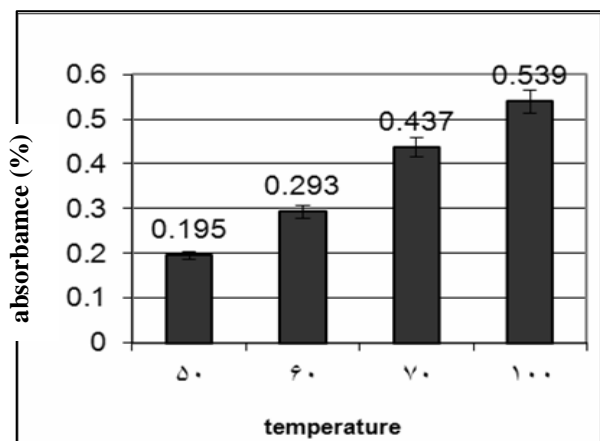
۳-۲- سنجش‌های کیفی

اسیدیته: در مقایسه‌ی اسیدیته پودر ریواس خشک شده با خشک کن جابه‌جایی هوای گرم در دماهای ۶۰، ۷۰ و ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و پودر ریواس تهیه شده به روش سنتی که بعد از جوشانیدن ساقه‌های له شده ریواس و خشک کردن در آفتاب حاصل شده بود (دمای جوش ۱۰۰ °C به عنوان نماد این تیمار برای رسم شکل‌ها در نظر گرفته شد) نتایج، نشان داد با افزایش دما، اسیدیته نیز افزایش یافته است. دلیل این امر تبدیل قندهای موجود در ریواس به اسیدهای آلی می‌باشد. بالاترین اسیدیته مربوط به نمونه‌ی سنتی بود (شکل ۳).



شکل ۳- تغییرات اسیدیته بر حسب دما (°C) در پودرهای تولیدی

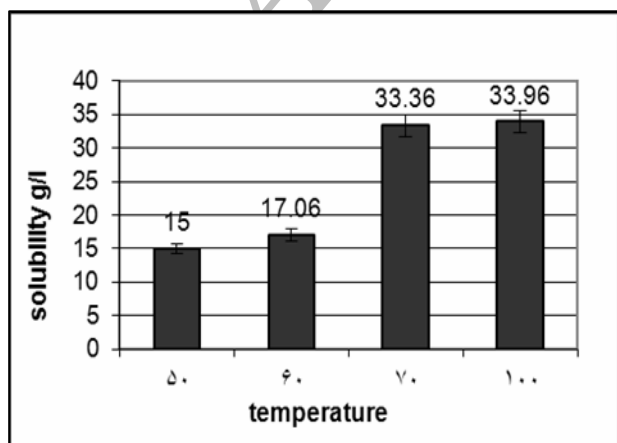
رنگ: بیشترین مقدار جذب که رابطه‌ی مستقیم با شدت رنگدانه‌های قهوه‌ای دارد مربوط به نمونه‌ی سستی و کم‌ترین میزان آن در نمونه‌ی تهیه شده در دمای 50°C دیده شد. افزایش دما باعث افزایش آهنگ واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلارد و تولید رنگدانه‌های تیره می‌شود (شکل ۸).



شکل ۹- تغییرات حلالیت بر حسب دما ($^{\circ}\text{C}$) در پودرهای تولیدی

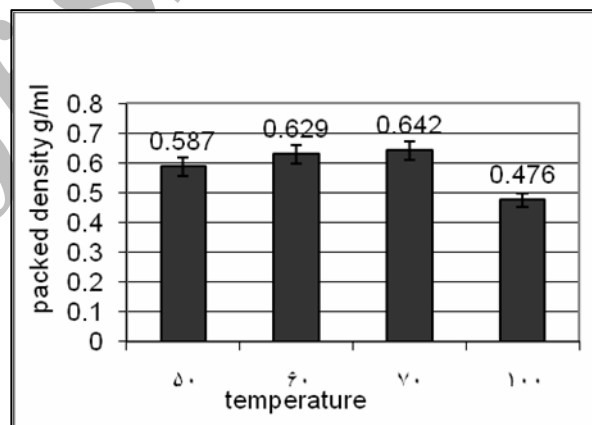
تعیین شرایط بهینه‌ی خشک کردن ریواس

حلالیت: اثر دما روی میزان حلالیت پودرهای تولیدی، قابل توجه بود به طوری که بیشترین حلالیت در نمونه‌ی سستی و کم‌ترین حلالیت در نمونه‌ی خشک شده در دمای 50°C مشاهده شد (شکل ۹). افزایش دمای خشک کردن سبب افزایش حلالیت پودرها شده بود. آتانازیا و همکاران (۲۰۰۴م) در مورد پودر گوجه فرنگی به همین نتیجه رسیدند. به نظر می‌رسد اثری که افزایش دمای خشک کن روی افزایش حلالیت داشته است رابطه‌ی مستقیم با چگونگی خروج رطوبت از بافت نمونه و هم‌چنین درصد رطوبت نمونه دارد (۱۹).

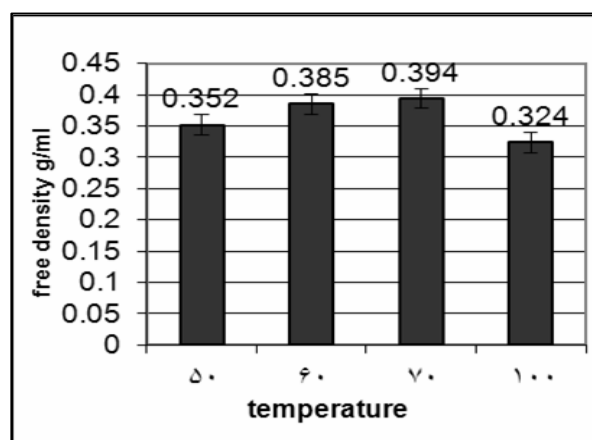


شکل ۸- تغییرات جذب بر حسب دما ($^{\circ}\text{C}$) در پودرهای تولیدی

دانسیتته‌ی حجمی فشرده و غیر فشرده: اثر دما روی دانسیته‌ی حجمی فشرده و غیر فشرده معنی دار بود. با افزایش دما، این پارامتر افزایش می‌یافت. آتانازیا و همکاران (۲۰۰۴م) همین نتیجه را در مورد پودر گوجه فرنگی گرفتند. دانسیته‌ی فشرده و غیر فشرده از مهم‌ترین پارامترهایی هستند که در مورد پودرها اندازه‌گیری می‌شوند (۱۹). این امر از لحاظ حمل و نقل، انبار داری و بسته بندی در صنعت، حائز اهمیت است. زیرا افزایش دانسیته، باعث کاهش حجم محصول می‌شود. البته این مورد درباره‌ی نمونه‌ی سستی صدق نمی‌کند. نمونه‌ی تهیه شده در دمای 70°C ، بالاترین دانسیته‌ی فشرده و غیر فشرده را در اثر شوک حرارتی و چروکیدگی داشت. در حالی که در نمونه‌ی سستی به دلیل افزایش درصد فیبر در اثر جوشاندن دانسیته، کاهش می‌یابد (شکل‌های ۶ و ۷).



شکل ۶- تغییرات دانسیته‌ی فشرده بر حسب دما ($^{\circ}\text{C}$) در پودرهای تولیدی



شکل ۷- تغییرات دانسیته‌ی غیر فشرده بر حسب دما ($^{\circ}\text{C}$) در پودرهای تولیدی

۴- نتیجه گیری

افزایش دما در خشک کردن با هوای داغ، سرعت خشک کردن را افزایش و زمان خشک کردن را کاهش می‌دهد. همچنین مقدار pH و ویتامین ث را کاهش و مقدار اسیدیت، واکنش‌های قهوه‌ای شدن، حلالیت و دانسیته‌ی توده (حجمی) را افزایش می‌دهد. در مقایسه‌ی نمونه‌های خشک شده از نظر حفظ خصوصیات کیفی نمونه سستی کم‌ترین امتیاز را داشت. در آزمایش‌های تجربی انجام شده در فرایند خشک کردن ریواس دمای مطلوب خشک کردن ۷۰ درجه‌ی سانتیگراد با کم‌ترین زمان و بیش‌ترین سرعت خشک کردن تعیین شد. برای تهیه‌ی چاشنی از پودر ریواس، فرمولاسیونی که حاوی ۲۰ گرم پودر ریواس، ۵ گرم فلفل سفید، ۲/۵ گرم پودر خردل ۲/۵ گرم جوز هندی بود از نظر ارزیابی‌ها به عنوان بهترین فرمولاسیون انتخاب گردید.

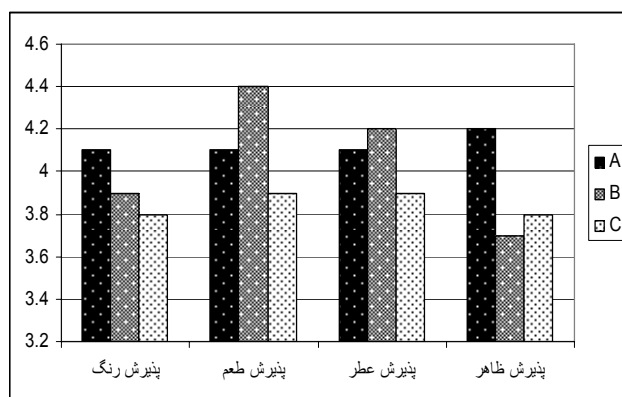
۵- منابع

- ۱- الهامی راد، ا. ۱۳۸۵. مبانی سینتیک واکنش‌ها در مواد غذایی، انتشارات بی‌هق.
- ۲- توکلی پور، ح. و بصیری، ع. ۱۳۷۹. بهینه‌سازی فرایند خشک کردن و شرایط انبار مانی پسته، طرح تحقیقات صنعتی، آموزش و اطلاع رسانی وزارت صنایع، تهران.
- ۳- حسینی، ز. ۱۳۷۸. روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی، انتشارات دانشگاه تبریز.
- ۴- زارع زاده، ع. ۱۳۸۱. دایره‌المعارف گیاهان دارویی، جلد یک، وصال.
- ۵- زیرجانی، ل. و توکلی پور، ح. ۱۳۸۸. تاثیر شرایط مختلف خشک کردن بر ویژگی‌های موز خشک شده در هوای داغ. فصلنامه‌ی علوم و فناوری غذایی، شماره ۱، سال اول.
- ۶- زیرجانی، ل.؛ توکلی پور، ح. و پدram نیا، ا. ۱۳۸۷. بهینه‌سازی فرایند خشک کردن موز با هوای داغ و مایکروویو. مجله‌ی علمی - پژوهشی علوم غذایی و تغذیه، شماره ۱، سال ششم.
- ۷- سلطانی، ا. ۱۳۸۵. تجدید نظر در کاربرد روش‌های آماری در تحقیقات کشاورزی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۸- شریفی، ا.؛ توکلی پور، ح.؛ مسکوکي، ع.م. و الهامی راد، ا. ح. ۱۳۸۷. بررسی روش‌های استخراج و ارزیابی پایداری

برای تعیین شرایط بهینه‌ی خشک کردن ریواس، ابتدا میانگین اعداد حاصل از آنالیز آماری برای ۴ تیمار در هر شاخص، تعیین و سپس با توجه به نوع شاخص مورد بررسی، تیمارها نسبت به اعداد میانگین امتیاز دهی شدند. با توجه به نتایج ارائه شده، حد نصاب امتیاز دهی در شاخص اسیدیت (3/5 (g/100cc، pH= ۳/۳۶)، دانسیته‌ی فشرده (۰/۵۸۳g/ml)، دانسیته‌ی غیر فشرده (۰/۳۶۳ g/ml)، (جذب ۰/۳۶۶)، (ویتامین ث ۰/۹۳۷ mg/100cc) و حلالیت (۳۳/۳۶g/ml) در نظر گرفته شد. با در نظر گرفتن آنالیزهای آماری، در مورد تعیین میانگین سرعت و زمان خشک کردن، حد نصاب امتیازدهی در رابطه با زمان 53/64 دقیقه و در رابطه با سرعت خشک کردن 0/053 kgH₂O/kgDMmin بود. نتایج، نشان داد دمای ۷۰°C بیش‌ترین امتیاز را کسب کرد و به عنوان دمای بهینه برای خشک کردن ساقه‌ی ریواس انتخاب شد. از این نمونه، برای تهیه‌ی فرمولاسیون چاشنی و آزمون حسی استفاده شد.

۳-۳- نتایج آزمون حسی

از نظر رنگ، عطر و طعم بین سه فرمولاسیون، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. ولی در بررسی ظاهری بین فرمولاسیون A و B اختلاف معنی‌دار وجود داشت. با توجه به این که فرمولاسیون A دارای بالاترین امتیاز است، این فرمولاسیون برای تهیه‌ی چاشنی از پودر ریواس توصیه می‌شود (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- نتایج حاصل از آزمونهای حسی روی سه فرمولاسیون چاشنی

22- Vega, A. Fito, P. Andre s, A. and Lemus, R. 2007. Mathematical modeling of hot-air drying kinetics of red bell pepper (var. Lamuyo). *Journal of Food Engineering*, 79(4): 1460–1466

رنگ زرشک. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی سبزوار.

۹- ضیاءالحق، ح. ۱۳۸۸. تعیین شرایط بهینه‌ی آماده سازی و خشک کردن قطعات سیب زمینی. *مجله‌ی پژوهش‌های صنایع غذایی*، شماره‌ی ۲، جلد ۱۹/۱، پاییز و زمستان ۱۳۸۸.

۱۰- فرجی هارمی، ر. ۱۳۷۱. اصول نگه داری مواد غذایی، انتشارات دانشگاه شیراز.

۱۱- ملکی، م. و دختانی، ش. ۱۳۷۴. صنایع غذایی، جلد اول، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه شیراز.

۱۲- موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۱. اندازه گیری PH در فرآورده های میوه و سبزی. استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۴۴۰۴، چاپ اول.

۱۳- موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۱. فرآورده های میوه و سبزی تعیین اسیدیته. استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۳۷۳، چاپ اول.

۱۴- موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۱. اندازه گیری ویتامین ث در میوه‌ها و سبزی‌ها. استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۵۶۰۹، چاپ اول.

۱۵- موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۲. اندازه‌گیری چگالی توده‌ی فشرده و ریزش آزاد. استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۳۳۴۵، چاپ اول.

۱۶- موسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۴۹. روش تشخیص میزان احساس طعم در مواد خوراکی. استاندارد ملی ایران، شماره‌ی ۲۴۴۲، چاپ دوم.

17-AOAC,1990. Official method of analysis. Arlington, USA: Association of Official Analytical Chemists. n 934.06.

18- Akpinar, E. K. Bicer, Y. and Yildiz, C. 2003. Thin layer drying of red pepper. *Journal of Food Engineering*, 55(1) : 99–104.

19- Athanasia, M. Goula, Konstantinos, G. and Adamopoulos. 2004. Spray drying of tomato pulp in dehumidified air: II. The effect on powder properties. *Journal of Food Engineering*, 66 (2005) 35–42.

20-Ozturk, M. 2006. Antioxidant activity of stem and root extracts of Rhubarb (*Rheum ribes*): An edible medicinal plant, *Food Chemistry*, Volume 103(2) : 623–630.

21- Simal, S. Femen, A. Garau, M. C. and Rosello, C. 2005. Use of exponential, Page's and diffusional models to simulate the drying kinetics of kiwi fruit. *Journal of Food Engineering*, 66(3) : 323–328.