(مقاله پژوهشی)

غنی‌سازی نان قالبی با عصاره و پودر عصاره مالت جو خشک شده به روش پاششی: ویژگی‌های کیفی،حسی و قابلیت ماندگاری

شیما کاوه[۱]، علیرضا صادقی ماهونک[۲]، مجتبی رئیسی[۳*]

۱-دانشجوی دکتری شیمی موادغذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران..

۳- استادیار، مرکز تحقیقات سلامت فراورده های غذایی، دارویی و طبیعی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۲۴

چکیده

بیاتی نان باعث غیرقابل پذیرش شدن آن می‌گردد. عصاره مالت سرشار از مواد مغذی، فیبر و ویتامین‌های B_1 و B_2 است که کاربرد آن به‌دلیل چسبندگی بالا و احتمال فسادمیکروبی در محصولات غذایی دشوار است. خشک کردن پاششی رایج ترین روش مورد استفاده برای افزایش پایداری و سهولت استفاده از انواع محصولات غذایی از طریق تبدیل آن‌ها به شکل پودر است. هدف از این پژوهش تولید پودر عصاره مالت با استفاده از حامل‌های مالتودکسترین، کنسانتره پروتئین آب پنیر و ترکیبی از این دو و بررسی ویژگی‌های فیزیکی پودر حاصل بود. سپس تاثیر استفاده از عصاره مالت و پودر آن در سطوح (۱۰ و ۷/۵، ۵، ۲/۵٪) بر ویژگی‌های حسی، کیفی و بیاتی نان طی دوره نگهداری ارزیابی شد. نتایج نشان دادند که استفاده همزمان از مالتودکسترین و کنسانتره پروتئین آب‌پنیر به نسبت ۱:۱ به‌میزان قابل توجهی باعث افزایش بازده تولید پودر (۵۸٪) شد و پودر حاصل حلالیت و قابلیت جذب رطوبت مناسبی داشت. استفاده از عصاره مالت و پودر آن به‌میزان ۷/۵ ٪ منجر به افزایش چشمگیر حجم و ارتفاع تاج نان شد، در حالی‌که مولفه رنگی L^* به‌میزان قابل توجهی کاهش یافت. افزودن عصاره مالت و پودر آن (حاوی مالتودکسترین و کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌عنوان حامل و به نسبت ۱:۱) به میزان ۱۰ درصد به‌ترتیب منجر به افزایش رطوبت نان تا ۳۷/۵ ٪ و ۳۴/۵۳ ٪ شد و تاثیر قابل توجهی در به تاخیر انداختن بیاتی در طول دوره نگهداری داشت. ارزیابی ویژگی‌های حسی نشان داد که بالاترین امتیاز پذیرش کلی مربوط به نمونه‌های حاوی ۵ و ۷/۵ ٪ پودر عصاره مالت و ۵٪ عصاره مالت بود. بنابراین از نظر اقتصادی استفاده از عصاره مالت و پودر آن تا سطح ۵٪ راهکاری مفید در تولید نان فراسودمند با ویژگی‌های حسی مطلوب می‌باشد.

واژه های کلیدی: عصاره مالت، خشک کردن پاششی، مالتودکسترین، نان، بیاتی.

*مسئول مکاتبات: Raeisi.mojtaba@yahoo.com

۱- مقدمه

نان از منابع عمده تغذیه‌ای ارزان قیمت مردم در بسیاری از کشورهای جهان می‌باشد که غنی از کربوهیدرات، پروتئین و ویتامین است. بخش عمده ای از نان تولیدی در ایران از آرد گندم می‌باشد که از نظر برخی از آمینواسیدهای ضروری مانند لیزین فقیر می‌باشد بنابراین اختلاط آرد گندم با آرد سایر غلات و یا استفاده از افزودنی‌ها منجر به جبران کمبودهای تغذیه‌ای آرد گندم می‌گردد و راهکاری مفید در جهت تولید نان فراسودمند است (۲۳). بیاتی سریع نان از مهم ترین علت ضایعات بالای آن می‌باشد. بهبود فرآیند پخت، بسته بندی‌های نوین و استفاده از افزودنی‌ها از جمله مهم‌ترین‌راهکارهای موجود در جهت به‌تاخیر انداختن بیاتی و بهبود کیفیت نان می باشد (۱۹). در میان افزودنی‌های مناسب برای بهبود کیفیت نان عصاره مالت از جمله بهبود دهنده‌های مغذی است که با دارا بودن کربوهیدرات‌های تخمیر پذیر و فعالیت آنزیمی قابل توجه منجر به تسریع تخمیر، افزایش حجم نان، بهبود الاستیسیته، عطر، رنگ و تردی نان و در نتیجه نرم شدن بافت و افزایش قابلیت نگهداری نان می‌گردد (۷). در مورد به‌تعویق انداختن بیاتی نان پژوهش‌های مختلفی صورت گرفته است. شیخ‌الاسلامی(۱۳۹۳)، با بررسی تاثیر رقم (فلات، گاسکوژن، ملات و قدس) آرد مالت گندم بر خواص حسی نان قالبی بیان کرد که درصد آرد مالت باید بر اساس فعالیت آمیلازی آن تعیین شود و با افزودن حداکثر ۲/۵ درصد آرد مالت به نان قالبی ویژگی‌های حسی و خواص ارگانولپتیکی آن بهبود یافت (۷). امیدفر و همکاران (۱۳۹۳)، با افزودن عصاره و پودرمالت ذرت به نان بربری بیان کردند که افزودن۱درصد از عصاره مالت ذرت منجر به بهبود ویژگی‌های تکنولوژیکی و حسی نان گشت (۱). ماکینن و آرنت (۲۰۱۲) با بررسی تاثیر آرد مالت جو، یولاف و گندم در سطوح ۵- ۰/۵ درصد بر ویژگی‌های حسی نان قالبی گزارش کردند که افزودن هر سه نوع مالت منجر به افزایش معنی‌دار حجم و خواص تغذیه‌ای نان گردید اما مالت جو و گندم باعث تولید نانی با پوسته چسبناک شدند آن‌ها علت این یافته را فعالیت بالای آمیلازی مالت جو و گندم بیان کردند (۲۵). استفاده از عصاره مالت در صنعت مواد غذایی به‌دلیل‌چسبندگی بالا و امکان تخمیر، فساد میکروبی و دشواری استفاده دشوار می باشد. بنابراین استفاده از فرآیند خشک‌کردن پاششی در جهت تولید پودر عصاره مالت منجر به پایداری بیشتر، نگهداری آسان‌تر و سهولت کاربرد آن در فرمولاسیون‌های مواد غذایی می‌گردد (۲۴). خشک کردن مواد غذایی سرشار از قند مانند آب‌میوه‌ها، عسل و عصاره مالت به دلیل چسبندگی بالا با چالش‌های فراوانی مواجه است. خشک کردن پاششی در صنعت غذا روشی رایج برای خشک کردن ترکیبات حساس باحفظ ترکیبات فعال و مواد مغذی می‌باشد؛ دمای انتقال شیشه‌ای مهم‌ترین شاخص تعیین کننده در خشک کردن پاششی مواد غنی از قند می‌باشد. دمای نقطه چسبندگی حدودا ۲۰ درجه سانتی‌گراد از دمای انتقال شیشه‌ای بالاتر است که با افزایش دما ذرات حالت چسبنده از خود نشان می‌دهند (۳۷). استفاده از کمک خشک‌کن‌ها منجر به افزایش دمای انتقال شیشه‌ای و همچنین افزایش دمای نقطه‌ی چسبندگی کل محصول می‌گردد که این امر منجر به کاهش چسبندگی ذرات به دیواره خشک کن و در نتیجه افزایش بازدهی پودر می‌گردد (۱۵). در بین حامل‌های مختلف مالتودکسترین با دارا بودن حلالیت بالا، گرانروی کم در غلظت بالا و نداشتن طعم و آرومای نامطبوع و قیمت مناسب از پرکاربردترین حامل‌های مورد استفاده در فرآیند خشک کردن پاششی می‌باشد. پروتئین‌های آب پنیر از فرآورده‌های جانبی صنایع لبنی هستند، که به‌دلیل ویژگی‌های امولسیون کنندگی خوب و قابلیت تشکیل فیلم با چسبندگی و نم‌پذیری کم، در غلظت‌های کم موجب افزایش بازده تولید پودر می‌شوند (۱۴). از کاربردهای مالتودکسترین در خشک کردن ترکیبات سرشار از قند می‌توان به شیره خرما (۶) و عصاره مالت (۳) اشاره نمود. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تاثیر ترکیب و نوع حامل بر بازده تولید و ویژگی‌های فیزیکی پودر عصاره مالت بود. سپس تیمار بهینه انتخاب گردید و عصاره و پودر

عصاره مالت در نسبت‌های ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد به فرمولاسیون نان قالبی افزوده شد و ویژگی‌های کیفی، قابلیت نگهداری و خواص حسی آن مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه محلول خوراک

عصاره مالت (به‌مالت، شهرکرد، ایران) خریداری شد. برخی از ویژگی‌های عصاره مالت در جدول شماره ۱ ذکر شده است. از مالتودکسترین (پوران پودر سپاهان، اصفهان، ایران- DE=۱۸-۲۰) و کنسانتره پروتئین آب پنیر (مرک، آلمان- خلوص٪۷۰) و مخلوطی از این دو به نسبت ۱:۱ به‌عنوان حامل، در غلظت‌های ۲۰٪ وزنی/حجمی برای تهیه خوراک استفاده شد.

جدول۱- برخی از ویژگی‌های عصاره مالت مورد استفاده

ترکیب	مقدار در هر ۱۰۰ گرم
پروتئین	٤/۹±۰/۳۰
رطوبت	۱۷/۱±۰/۲
بریکس	۷۵/۳۳±۰/۵۸
ماده جامد کل	۸٤/۱۳±۰/۸۰

*نتایج میانگین ۳ تکرار می‌باشد.

۲-۲- خشک کردن پاششی

از یک خشک‌کن پاششی در مقیاس پایلوت (آذر مخزن، ایران) استفاده گردید. محفظه خشک‌کن به‌صورت استوانه‌ای با قسمت تحتانی مخروطی شکل با قطر قسمت استوانه‌ای ۱/۵ m و ارتفاع کل محفظه ۳ m بود. از هوای ورودی با دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌صورت هم‌جهت با خوراک برای خشک‌کردن استفاده شد. هر یک از حامل‌ها به‌طور جداگانه در آب‌مقطر در دمای محیط با استفاده از همزن مغناطیسی حل گردید و عصاره مالت تا بریکس۵۰ با آب مقطر رقیق و سپس حجم یکسانی از محلول حامل با غلظت ۲۰٪ به محلول عصاره مالت افزوده و به‌طور کامل مخلوط گردید. خوراک‌های تهیه شده (جدول شماره ۲) به‌طور هم‌جهت با هوای ورودی به دستگاه وارد شدند. پودر حاصل از خروجی اصلی تا رسیدن به دمای ثابت و ممانعت از تغییرات رطوبت در دسیکاتور قرار گرفته و سپس در شیشه‌های تیره و دور از نور تا زمان انجام آزمایشات نگه‌داری گردید. آب مقطر به‌مدت ۱۰ min قبل از شروع خشک کردن تا رسیدن دمای خشک‌کن به‌میزان ثابت، به‌عنوان خوراک به دستگاه داده شد.

جدول۲- فرمولاسیون خوراک‌های تهیه شده

تیمار	۱	۲	۳
غلظت مالتو دکسترین(٪)	۲۰	۰	۱۰
غلظت پروتئین آب پنیر(٪)	۰	۲۰	۱۰

۲-۳- بازده تولید پودر

بازده تولید پودر، از شاخص‌های مهم در فرایند خشک کردن پاششی می‌باشد که با استفاده از معادله ۱ محاسبه گردید (۱۶). در این پژوهش مقدار پودر جمع‌آوری شده در مخزن شیشه‌ای انتهایی دستگاه به‌عنوان محصول اصلی در نظر گرفته شد.

$$\text{بازده تولید پودر}(\%) = \frac{\text{وزن پودر حاصل بر حسب ماده خشک}}{\text{جرم کل ماده جامد موجود در خوراک ورودی}} \times 100 \qquad (1)$$

۲-۳-مقدار رطوبت

حدود ۲ g پودر در یک پتری‌دیش به‌مدت ۳-۲ ساعت در یک آون در دمای ۱۰۵±۲ °C قرار داده شد، در نهایت در دسیکاتور خنک و سپس وزن گردید، فرایند خشک شدن تا رسیدن به وزن ثابت ادامه یافت. مقدار رطوبت از طریق معادله ۲ محاسبه گردید (۳۳).

$$\text{مقدار رطوبت}(\%) = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100 \qquad (2)$$

که در آن W_1 وزن ظرف خالی، W_2مجموع وزن پودر و ظرف و W_3مجموع وزن پودر خشک شده و ظرف بعد از آون‌گذاری می‌باشند.

۲-٤- حلالیت

برای سنجش میزان حلالیت، ۱ g پودر به دقت به ۱۰۰ ml آب مقطر تحت شرایط هم زدن با یک همزن مغناطیسی در ۷۰۰rpm به‌مدت ۴ min اضافه گردید. محلول حاصل در ۳۰۰۰×g برای ۴ min سانتریفوژ شد. حجم۲۵ ml از محلول فوقانی جدا و به یک پتری دیش که از قبل وزن گردیده منتقل و در آون ۱۰۵°C به‌مدت ۵ h خشک - گردید. وزن ماده جامد خشک شده نسبت به پودر اولیه بر حسب ٪، جهت تعیین مقدار انحلال‌پذیری در آب به کار رفت (۱۸).

۲-۵-قابلیت جذب رطوبت

قابلیت جذب رطوبت پودرها به شکل گرم آب جذب شده توسط ۱۰۰گرم پودر طی ۷ روز نگه‌داری در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی RH=٪۷۵ در یک دسیکاتور با محلول اشباع کلرید سدیم تعیین گردید (۳۱).

۲-٦-دانسیته توده

دانسیته توده با افزودن تدریجی ۲ گرم پودر عصاره مالت به استوانه مدرج (۱۰ml) با درجه‌بندی ۰/۱ml و از نسبت جرم پودر به حجم اشغال شده در استوانه مدرج، به‌صورت (گرم بر میلی لیتر) محاسبه گردید (۳۳).

۲-۷- تهیه نان

با توجه به بازده تولید پودر به‌عنوان یک شاخص اقتصادی در ارزیابی موفقیت آمیز بودن فرآیند خشک کردن پاششی و با در نظر گرفتن سایر پارامترهای فیزیکی و پایداری نمونه‌ها، تیمار۳ (حاوی مالتودکسترین و کنسانتره پروتئین آب پنیر به نسبت ۱:۱) به‌عنوان تیمار بهینه انتخاب شد و در تولید نان مورد استفاده قرارگرفت.

۲-۷-۱-فرمولاسیون نان قالبی

فرمول پایه خمیر نان شامل ۱۰۰ گرم آرد گندم (ویژگی‌های آرد مورد استفاده در جدول شماره ۳ ذکر گردیده است)، ۱ درصد شکر، ۱ درصد بهبود دهنده، ۲ درصد مخمر، ۰/۷ درصد نمک، ۶۰ میلی لیتر آب، عصاره و پودر عصاره مالت هر کدام به‌طور جداگانه به‌میزان ۲/۵، ۵، ۷/۵ و ۱۰ درصد وزنی آرد بود. به‌منظور تهیه خمیر ابتدا کلیه مواد خشک در مخزن همزن خانگی با یکدیگر مخلوط شدند سپس آب اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه عمل همزدن ادامه یافت. سپس تخمیر اولیه در۳۰ درجه سانتی گراد و به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. در ادامه خمیر به قطعات ۱۰۰ گرمی تقسیم و درون قالب‌های مخصوص قرار داده شد و قالب‌ها به‌مدت ۹۰ دقیقه در انکوباتور با رطوبت نسبی ۸۰ درصد و دمای ۴۰ درجه سانتی گراد استراحت داده شدند.در نهایت فرآیند پخت در فر با دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد (۳).

جدول ۳- ویژگی‌های آرد مورد استفاده

	رطوبت	خاکستر	پروتئین	چربی
آرد گندم	۱۲/۷±۰/۰۱	۰/۷۵±۰/۰۳	۱۲/٦±۰/۰٤	۱/۱۷±۰/۰۲

۲-۷-۲--حجم نان

جهت اندازه‌گیری حجم از روش جابه‌جایی دانه کلزا استفاده شد. در این روش دانه کلزا تا خط نشانه در محفظه فلزی ریخته و حجم آن یادداشت گردید. سپس هر یک از نمونه‌های نان قالبی داخل محفظه خالی قرار داده شد و با سرعتی یکنواخت دانه کلزا درون آن ریخته و تا خط نشانه پر شد. باقی مانده دانه‌ها که نشان دهنده اختلاف حجم است، درون استوانه مدرج ریخته و حجم نان بر حسب میلی لیتر محاسبه شد (۱۳).

۲-۷-۳--مقدار رطوبت و فعالیت آبی نان

پس از سرد شدن نان در دمای اتاق ۵ گرم از مغز و پوسته نان در آون دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳-۲ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد. فعالیت آبی نمونه‌های نان نیز با استفاده از دستگاه aw متر (شرکت Novasina، ساخت کشور سوییس) اندازه گیری شد.

۲-۷-٤-ارتفاع تاج نان

ارتفاع تاج نان توسط خط کش اندازه‌گیری شد.

۲-۷-۵-آنالیز رنگی

ویژگی‌های رنگی نان‌های تولیدی با استفاده از شاخص‌های *L، *a و*b، با استفاده از دستگاه هانترلب (مدل CAM-system 500، انگلستان) ارزیابی گردید.

۲-۷-٦-ارزیابی بافت نان طی دوره نگهداری

ارزیابی بافت نان در روزهای ۱، ۳ و ۵ نگهداری در دمای محیط (۲۵ درجه سانتی گراد) با استفاده از دستگاه بافت سنج مدل (TA-XT Plus, Stable Micro Systems Ltd., Surrey, UK) اندازه گیری شد. طبق دستورالعمل دستگاه، قطعات یکسانی از نمونه‌های نان (۲×۲×۲) تهیه شد. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب استوانه ای با انتهای صاف با قطر۲ سانتی متر با سرعت۳۰ میلی‌متر در دقیقه از مرکز نان به‌عنوان شاخص سفتی محاسبه گردید (۲۸).

۲-۷-۷-ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها توسط۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده صورت گرفت. نمونه‌ها از نظر رنگ، طعم، بافت و مقبولیت کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. امتیازها بر اساس ارزیابی هدونیک ۵ نقطه‌ای (۵ برای بهترین حالت و ۱ برای بدترین حالت) در نظر گرفته شد.

۲-۸- آنالیز آماری

در این پژوهش نتایج آزمون‌ها با کاربرد آنالیز واریانس یک طرفه و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶مورد ارزیابی قرارگرفت. کلیه آزمون‌ها در ۳ تکرار و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن جهت بررسی معنی‌دار بودن متغیر در سطح اطمینان ۹۵٪ و رسم نمودارها نیز با نرم افزار Excel 2013 انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بازده تولید پودر

ازاصلی‌ترین پارامترها در فرآیند خشک کردن پاششی بازده تولید پودر است، که بیانگر اقتصادی بودن، کارایی و میزان موفقیت فرآیند می‌باشد. با توجه به جدول شماره ۴، مالتودکسترین در مقایسه با کنسانتره پروتئین آب‌پنیر عملکرد بهتری داشته و منجر به افزایش بازده تولید گشته است. این امر به‌دلیل ماهیت مالتودکسترین است که در مقایسه با کنسانتره پروتئین آب پنیر، گرانروی خوراک را به‌میزان کم‌تری افزایش می‌دهد در نتیجه استفاده از مالتودکسترین در مقایسه با کنسانتره پروتئین آب‌پنیر بازده بهتری داشته است. از سوی دیگر بیشترین بازده تولید پودر ۵۸٪ با استفاده از مالتودکسترین همراه با کنسانتره پروتئین آب‌پنیر به‌عنوان حامل (تیمار ۳) حاصل شد. مالتودکسترین

با افزایش دمای انتقال شیشه‌ای خوراک و ایجاد لایه‌ای غیر چسبنده در اطراف ذرات، منجر به کاهش چسبندگی آن‌ها می‌گردد؛ همچنین استفاده از کنسانتره پروتئین آب‌پنیر منجر به حرکت پروتئین‌ها به سطح ذرات شده که در نتیجه فیلمی غنی از پروتئین تشکیل می‌شود؛ که باعث کاهش چسبندگی ذرات به یکدیگر و به محفظه‌ی خشک‌کن می‌گردد (۳۲) و به این ترتیب استفاده از کنسانتره پروتئین آب‌پنیر و مالتودکسترین با تشدید کاهش چسبندگی ذرات بیشترین بازده تولید پودر را در پی داشته‌اند. این نتایج در تطابق با یافته‌های کاوه و همکاران (۱۳۹۷) و گولا و آدامپولوس (۲۰۱۰) در خشک کردن پاششی عصاره استویا و کنسانتره آب پرتقال می‌باشد (۹ و ۲۲).

۳-۲ مقدار رطوبت

مقدار رطوبت نمونه‌ها بین ۵/۴۳-۳/۲۶ درصد متغیر بود. نتایج نشان دادند که بیشترین (۵/۴۳ ٪) و کمترین (۳/۲۶ ٪) میزان رطوبت به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۲ (حاصل از کنسانتره پروتئین آب پنیر) و ۱ (حاصل از مالتودکسترین) بود. این یافته به‌دلیل تشکیل سریع فیلم و قابلیت بالای پروتئین‌ها در نگهداری آب می‌باشد در حالی که استفاده از مالتودکسترین به‌دلیل افزایش آب آزاد و قابل دسترس برای تبخیر، مقدار رطوبت پودرها کاهش می‌یابد (۱۷ و ۳۴). این یافته‌ها موافق با نتایج خشک کردن آب هندوانه (۲۰۰۷) و آب‌آلبالو (۲۰۱۷) می‌باشد که با افزایش غلظت مالتودکسترین میزان رطوبت پودرها کاهش یافت، اما پودرهای حاصل از کنسانتره پروتئین آب‌پنیر دارای میزان رطوبت بالاتری بودند (۳۰ و ۳۴).

جدول٤- اثر نوع و غلظت ماده‌ی دیواره بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پودر عصاره مالت

تیمارها	بازده تولیدپودر (٪)	رطوبت (٪)	جذب رطوبت (٪)	حلالیت (٪)	دانسیته‌توده(g/ml)
۱	۵۱/٦٦±۱/۵^{b}	۳/۲٦±۰/۲۱^{c}	۲۸/۰۰±۱/۰^{a}	۹۷±۱/۰^{a}	۰/٦٤±۰/۰۱^{a}
۲	٤۷/۰۰±۱/۰^{c}	۵/٤۳±۰/۲۵^{a}	۱۹/۳۳±۱/۵^{b}	۸۱/٦٦±۱/۵^{c}	۰/۵۰±۰/۰۳^{c}
۳	۵۸/۰۰±۱/۰^{a}	٤/۲۳±۰/۱۱^{b}	۲۱/٦٦±۲/۰۸^{b}	۸۷/۳۳±۲/۰۸^{b}	۰/۵٦±۰/۰۱^{b}

*میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در سطح $p<۰/۰۵$ می‌باشد.

۳-۳-حلالیت

از ویژگی‌های عملکردی مهم پودرهای‌غذایی حلالیت آن‌ها می‌باشد که از نظر اقتصادی، بازارپسندی محصول و سهولت استفاده بویژه در تولید پودرهای فوری اهمیت ویژه‌ای دارد. مطابق جدول شماره ۴، پودرهای حاصل از ۲۰ درصد مالتودکسترین (تیمار ۱)، دارای بیشترین (۹۷٪) حلالیت و کمترین حلالیت (۸۱/۶۶ ٪) مربوط به پودرهای حاصل از ۲۰ درصد کنسانتره پروتئین آب پنیر (تیمار ۲) بود. این یافته به دلیل ماهیت مالتودکسترین می‌باشد که از قابلیت انحلال در آب بیشتری نسبت به کنسانتره پروتئین آب‌پنیر برخوردار است، در نتیجه استفاده از آن به‌عنوان حامل منجر به افزایش حلالیت پودرهای حاصل می‌گردد (۱۰). به‌طورکلی انحلال‌پذیری پودرهای تولید شده به روش پاششی به اندازه و شکل ذرات، ماهیت و غلظت حامل و شرایط خشک کردن بستگی دارد. تشکیل مواد نامحلول طی فرایند خشک کردن و چسبیدن پودر به دیواره محفظه خشک کن می‌تواند منجر به کاهش انحلال پذیری پودرها گردد (۲۰). وانگ و ژو (۲۰۱۳) با بررسی اثر حامل‌های مختلف بر حلالیت پودرهای خشک شده به‌روش پاششی بیان کردند که بیشترین میزان حلالیت (۹۷/۹ ٪) مربوط به پودرهای حاصل از مالتودکسترین بود (۳۵).

۳-٤- قابلیت جذب رطوبت

جذب رطوبت توسط پودرها به‌دلیل تشدید در سرعت واکنش‌های میکروبی و شیمیایی، کاهش پایداری و قابلیت نگه‌داری پودرها را در پی دارد. این شاخص به عوامل متعددی مانند ترکیب ماده اولیه، نوع و غلظت حامل و دمای انتقال شیشه‌ای محصول نهایی بستگی دارد. بیشترین میزان

جذب رطوبت (۲۸٪) مربوط به نمونه حاوی مالتودکسترین (تیمار۱) بود (جدول شماره ۴). استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر به‌عنوان حامل به‌میزان قابل توجهی منجر به کاهش قابلیت جذب رطوبت نمونه‌ها گشت. احتمالا این امر به‌دلیل قابلیت تشکیل فیلم پروتئین‌ها با چسبندگی و قابلیت جذب رطوبت کم‌تر است (۳۴). این نتایج در تطابق با یافته‌های سرابندی و همکاران (۲۰۱۷) و هوساری و همکاران (۲۰۱۴) در خشک کردن پاششی آب آلبالو و پالپ تمرهندی می‌باشد که بیشترین میزان جذب رطوبت را با استفاده از مالتودکسترین گزارش کردند و بیان کردند که به کارگیری کنسانتره پروتئین آب پنیر به میزان قابل توجهی منجر به کاهش قابلیت جذب رطوبت پودرها شد (۳۴ و ۱۶).

۳-۵-دانسیته توده

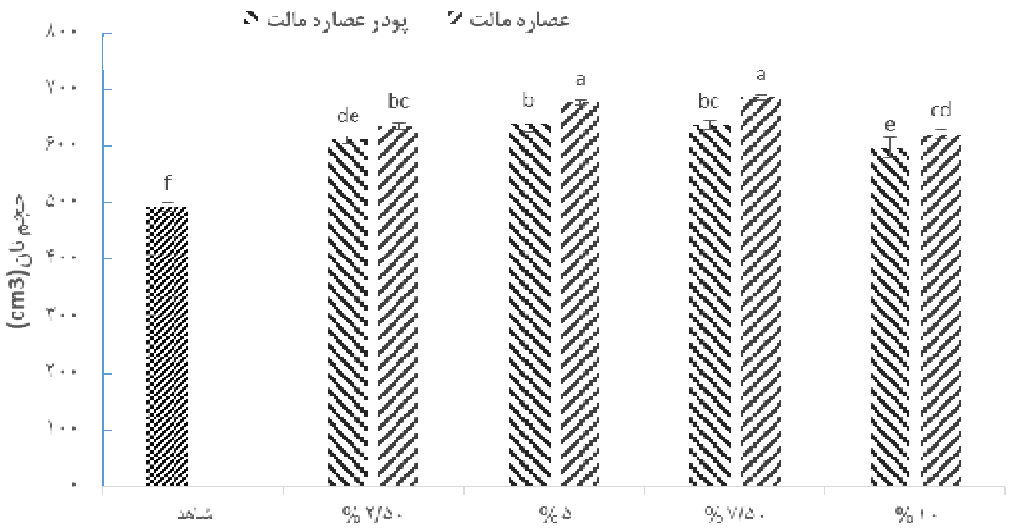
چگالی پودر شاخصی مهم از نظر اقتصادی و حمل و نقل است که به ماهیت ماده، رطوبت، نوع و شرایط خشک کردن بستگی دارد. با توجه به جدول شماره ۴، بیشترین میزان دانسیته (۰/۶۴) مربوط به پودر حاصل از مالتودکسترین (تیمار ۱) بود و استفاده از کنسانتره پروتئین آب پنیر به تنهایی و یا همراه با مالتودکسترین به‌میزان قابل توجهی منجر به کاهش دانسیته پودرهای حاصل شد. تاثیر کنسانتره پروتئین آب‌پنیر در کاهش میزان دانسیته توده پودرها به علت قابلیت تشکیل فیلم پروتئین‌ها است که با به‌دام‌اندازی هوا منجر به کاهش دانسیته پودر حاصل می‌گردد. شی و همکاران (۲۰۱۳) و فضائیلی و همکاران(۲۰۱۲) نیز به‌ترتیب با خشک کردن پاششی عسل و توت‌سیاه به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان کردند که استفاده از کنسانتره پروتئین آب‌پنیر در خشک کردن پاششی منجر به کاهش دانسیته پودرهای حاصل می‌گردد (۳۲ و ۲۱). به‌طورکلی دانسیته توده به اندازه، شکل، رطوبت، ترکیب شیمیایی و میزان هوای محبوس شده در داخل ذره بستگی دارد که این عوامل به ویژگی‌های خوراک، میزان هوای‌ورودی، درجه حرارت و زمان خشک کردن، عملیات فرآوری و حمل و نقل بستگی دارد (۱۵).

با در نظر گرفتن بازده تولید پودر، حلالیت، قابلیت جذب رطوبت و سایر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی پودر عصاره مالت خشک شده به روش پاششی، پودرهای تولید شده با ترکیب مالتودکسترین و کنسانتره پروتئین آب پنیر به نسبت ۱:۱ (تیمار۳) از بهترین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی برخوردار بودند و به‌عنوان تیمار مورد استفاده در تولید نان انتخاب شدند.

۳-۶-حجم نان

حجم از مهم‌ترین ویژگی‌های نان می‌باشد که تاثیر مستقیمی بر افزایش ماندگاری محصول و بازار پسندی آن دارد. همان طور که در شکل۱ نشان داده شده است. افزودن پود و عصاره مالت به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش حجم نان نسبت به نمونه شاهد شد. افزودن عصاره مالت و پودر عصاره مالت تا ۷/۵ درصد به‌ترتیب منجر به افزایش حجم نان به میزان cm^3 ۶۸۵/۶۲ و ۶۳۶/۵۹ شد. این امر به‌دلیل تامین قندهای قابل استفاده برای سلول‌های مخمر می‌باشد که با تشدید فعالیت مخمر باعث افزایش بیشتر تولید گاز دی اکسید کربن و افزایش حجم نان می‌گردد. افزودن عصاره مالت در نسبت یکسان نسبت به پودر عصاره مالت تاثیر بیشتری بر افزایش حجم نان داشت علت این امر می‌تواند آنزیم‌های آلفا آمیلاز بیشتر موجود در عصاره نسبت به پودر باشد چرا که فرایند خشک کردن منجر به غیرفعال‌سازی آنزیم‌های موجود در عصاره می‌گردد و همچنین استفاده از حامل‌ها در هنگام خشک کردن پاششی عصاره مالت منجر به کاهش خلوص پودر حاصل می‌گردد. افزایش بیشتر میزان عصاره و پودر عصاره مالت تا ۱۰ درصد منجر به کاهش حجم نان گشت، چرا که افزایش بیش از حد ماده جامد در نتیجه افزودن عصاره و پودر عصاره مالت باعث کاهش آب در دسترس برای تبخیر می‌شود که از عوامل مهم در افزایش حجم نان طی پخت است (۴). این نتایج در تطابق با یافته‌های شیخ الاسلامی (۱۳۹۳) می‌باشد که افزودن آرد مالت را راهکاری مناسب و مفید در جهت افزایش حجم نان قالبی بیان کرد (۶). امیدفر و همکاران (۱۳۹۳) نیز با بررسی افزودن عصاره و پودر عصاره مالت ذرت بر

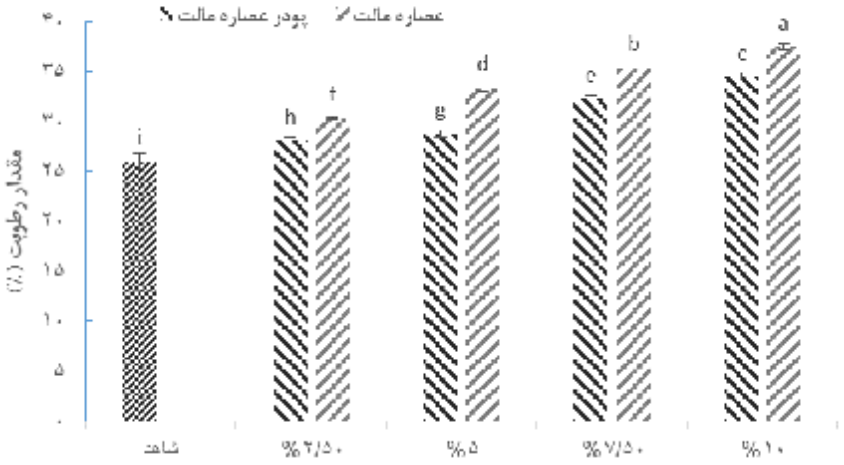
خواص کیفی نان بربری گزارش کردند که عصاره نسبت به پودر تاثیر بیشتری بر افزایش حجم نان داشت (۱).



شکل ۱- تاثیر نسبت‌های مختلف عصاره و پودر عصاره مالت جو بر حجم نان

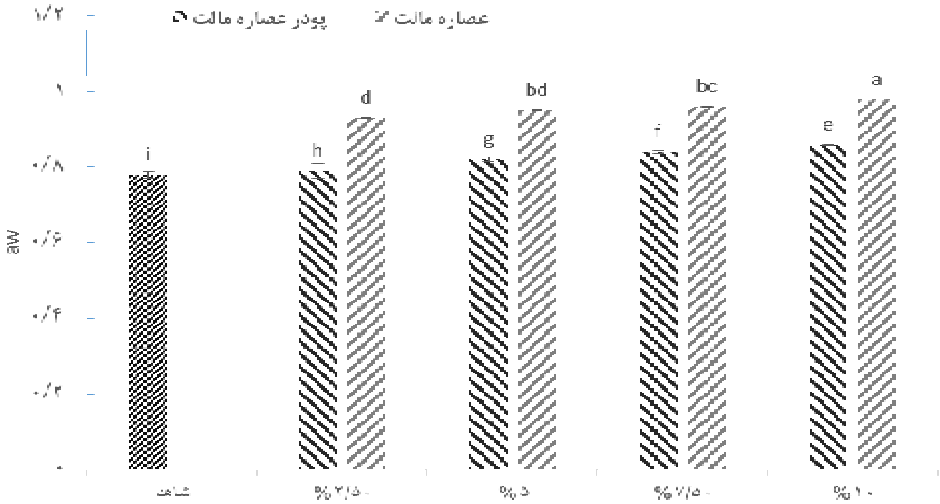
۳-۷- مقدار رطوبت و فعالیت آبی

با توجه به شکل شماره ۲، با افزودن عصاره و پودر عصاره مالت میزان رطوبت نان‌های حاصل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین (۳۷/۵ ٪) و کم ترین (۲۸/۶ ٪) میزان رطوبت مربوط به نمونه‌ی ۱۰ درصد عصاره مالت و نمونه ۲/۵ درصد پودر عصاره مالت بود. افزودن عصاره مالت و پودر آن تاثیر مناسبی در حفظ رطوبت نان و جلوگیری از بیاتی آن دارد، چرا که این ترکیبات به‌دلیل دارا بودن ترکیبات قندی محلول در آب تاثیر مثبتی بر روی افزایش جذب آب خمیر و رطوبت محصول نهایی پس از فرآیند پخت دارند. همچنین فیبر موجود در آنها نیز می‌تواند با جذب و نگهداری آب، منجر به حفظ رطوبت طی پخت و در طول نگهداری شود (۱۹). نمونه‌های حاوی عصاره مالت نسبت به نمونه‌های دارای پودر عصاره میزان رطوبت بالاتری داشتند. این امر به‌دلیل فعالیت بیشتر آنزیم‌آلفا آمیلاز در عصاره مالت نسبت به پودر آن می‌باشد که با جذب بیشتر آب خمیر منجر به افزایش رطوبت در نان‌های حاصل می‌گردد(۱). نظری (۱۳۹۷) نیز گزارش داد که استفاده از پودرمالت سورگوم در فرمولاسیون نان بدون گلوتن منجر به افزایش رطوبت نان حاصل گردید و علت این امر را بالا بودن فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در پودر مالت بیان کرد که منجر به افزایش میزان نشاسته آسیب دیده در خمیر شده و به نوبه خود باعث افزایش جذب آب خمیر و در نتیجه افزایش رطوبت نان پس از فرآیند پخت می‌گردد (۱۱).



شکل ۲- تاثیر نسبت‌های مختلف عصاره و پودر عصاره مالت جو بر مقدار رطوبت نان

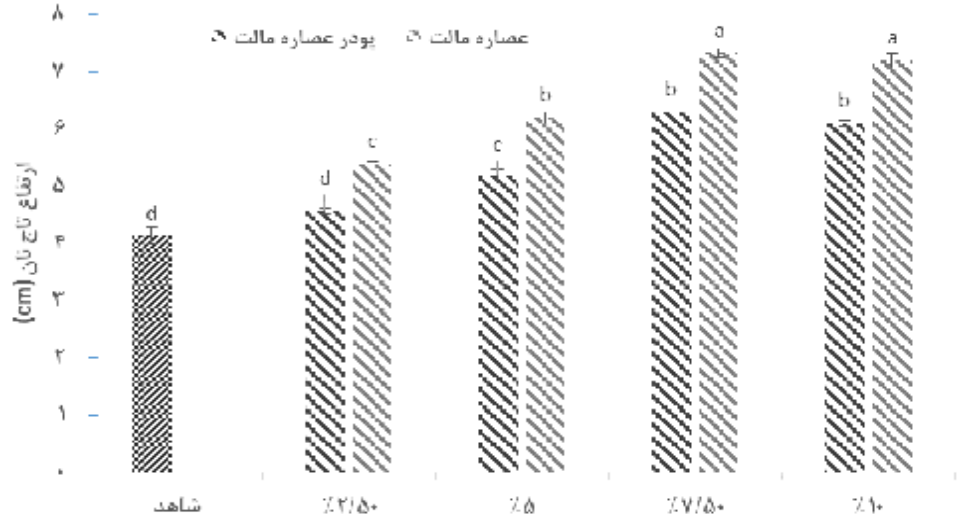
فعالیت آبی، میزان آب قابل دسترس در یک سیستم غذایی را نشان می‌دهد و عامل وقوع واکنش‌های بیوشیمیایی می‌باشد که با افزایش آن واکنش‌های بیوشیمیایی تشدید می‌گردند و کاهش ماندگاری محصول را در پی دارد. با توجه به شکل ۳، با افزایش میزان عصاره مالت و پودر آن میزان فعالیت آبی نان به‌طور معنی داری افزایش یافت. نان‌های حاوی عصاره مالت به‌طور قابل توجهی دارای فعالیت آبی بالاتری نسبت به نان‌های حاوی پودر عصاره مالت بودند به‌طوریکه بیشترین (۰/۹۸) میزان فعالیت آبی مربوط به نمونه حاوی ۱۰ درصد عصاره مالت بود. علت این یافته این است که عصاره مالت توانایی بالایی در برقراری اتصال با مولکول‌های آب داشته و منجر به حفظ رطوبت می‌گردد (۱۲). نتایج مشابهی در خصوص افزایش فعالیت آبی نان با افزودن تفاله هویج در تحقیقات طالبی و همکاران (۱۳۹۸) حاصل شد. این محققین علت این امر را افزایش میزان فیبر نان و توانایی آن در حفظ و نگهداری رطوبت نان بیان کردند (۹).



شکل ۳- تاثیر نسبت‌های مختلف عصاره و پودر عصاره مالت جو بر مقدار فعالیت آبی نان

۳-۸- ارتفاع تاج نان

افزایش ارتفاع نان نمایانگر بهبود شکل ظاهری نمونه‌های نان می‌باشد که افزایش بازارپسندی محصول را در پی دارد. همانگونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، افزودن عصاره مالت تا ۲/۵ درصد تاثیر قابل توجهی بر افزایش ارتفاع تاج نان نداشت. افزودن ۷/۵ درصد پودر عصاره مالت به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش ارتفاع نان تا ۶/۳ سانتی متر شد درحالیکه افزایش بیشتر میزان آن در فرمولاسیون تاثیر قابل توجهی بر میزان ارتفاع تاج نان نداشت. بیشترین میزان ارتفاع تاج نان (۷/۳۲ سانتی متر) با افزودن عصاره مالت تا ۷/۵ درصد حاصل شد و افزودن بیشتر تاثیر معنی‌داری بر این شاخص نداشت. این امر می‌تواند به‌دلیل افزایش میزان قند قابل تخمیر در نان باشد که در نتیجه با تولید گاز بیشتر خمیر می‌تواند انبساط بیشتری پیدا نماید و به دلیل توانایی بیشتر عصاره‌مالت در نگهداری حباب‌های هوا، میزان ارتفاع تاج نان حاصل از آن نسبت به نان حاوی پودر عصاره مالت به‌میزان قابل ملاحظه‌ای بیشتر می‌باشد. از سوی دیگر افزایش عصاره و پودر عصاره مالت بیشتر از ۷/۵ درصد به‌دلیل افزایش میزان قند فرمولاسیون و چسبندگی خمیر مانع از انبساط بیشتر خمیر می‌گردد (۲۹). این نتایج موافق با یافته‌های روانفر و همکاران (۱۳۹۳) می باشد که با افزودن آرد مالت تا ۱ درصد افزایش قابل توجه ارتفاع نان را گزارش دادند (۵).



شکل ٤- تاثیر نسبت‌های مختلف عصاره و پودر عصاره مالت جو بر ارتفاع تاج نان

۳-۹- آنالیز رنگی

رنگ از ویژگی‌های کیفی مهم مواد غذایی است که نقش مهمی‌درمقبولیت محصولات غذایی دارد و چنان‌چه محصول از رنگ مناسبی برخوردار نباشد با کاهش شدید بازارپسندی مواجه خواهد شد. سایر ویژگی‌های کیفی مانند عطر، طعم و بافت از پارامترهایی هستند که پس از مصرف محصول غذایی مورد قضاوت قرار می‌گیرند بنابراین رنگ عامل موثر در جلب نظر و انتخاب ماده غذایی است. L^* معیاری از روشنایی نمونه‌ها می‌باشد، همانطور که در جدول شماره ۵ مشاهده می‌شود نمونه‌شاهد با شاخص L^* (۸۴/۶۳) روشن ترین نمونه بود و با افزایش میزان عصاره و پودر آن مقدار L^* کاهش یافت. نمونه‌های حاوی عصاره مالت در مقایسه با نمونه‌های حاوی پودر آن تیره‌تر بودند، به‌طوری که کم‌ترین (۵۸/۱۲) میزان L^* مربوط به نان حاوی۱۰ درصد عصاره مالت بود. این امر به‌دلیل تیره‌تر بودن رنگ عصاره مالت نسبت به پودر آن و همچنین افزایش سرعت واکنش‌های قهوه‌ای شدن می‌باشد. همچنین وجود کنسانتره پروتئین آب پنیر و مالتودکسترین به‌عنوان حامل در تولید پودر عصاره مالت منجر به روشن تر شدن نان‌های حاوی

پودرعصاره مالت نسبت به نمونه‌های حاوی عصاره شده است. از سوی دیگر با افزودن عصاره و پودر آن میزان a* نمونه‌ها افزایش یافت به‌طوری‌که کم‌ترین میزان (۲/۲۰) مربوط به نمونه شاهد و بیشترین (۱۰/۱) میزان به نمونه حاوی ۱۰ درصد عصاره مالت تعلق داشت. شاخص a* نمونه‌های حاوی عصاره مالت به‌میزان قابل توجهی بالاتر از نمونه‌های حاوی پودر عصاره مالت بود. افزایش شاخص a* به معنای افزایش میزان قرمز شدن نمونه‌ها می‌باشد. افزایش قندهای احیاءکننده موجود در عصاره مالت منجر به تشدید واکنش مایلارد می‌گردد که این امر باعث ایجاد رنگ قهوه‌ای شده که به‌معنای افزایش مولفه قرمزی است (۸). نمونه‌های حاوی پودر و عصاره مالت، در مقایسه با نمونه شاهد به میزان قابل توجهی دارای شاخص b* (مولفه زردی) بالاتری بودند، به طوریکه بیشترین (۳۸/۰۲) میزان b* مربوط به نمونه حاوی ۱۰ درصد عصاره مالت بود. این نتایج در تطابق با یافته‌های نظری (۱۳۹۷) و امیدفر و همکاران (۱۳۹۴) بود که به‌ترتیب تاثیر عصاره مالت سورگوم و مالت ذرت را بر رنگ مغز نان بررسی کردند (۱۰ و ۱).

جدول۵- تاثیر نسبت‌های مختلف عصاره و پودر عصاره مالت جو بر شاخص‌های رنگی مغز نان

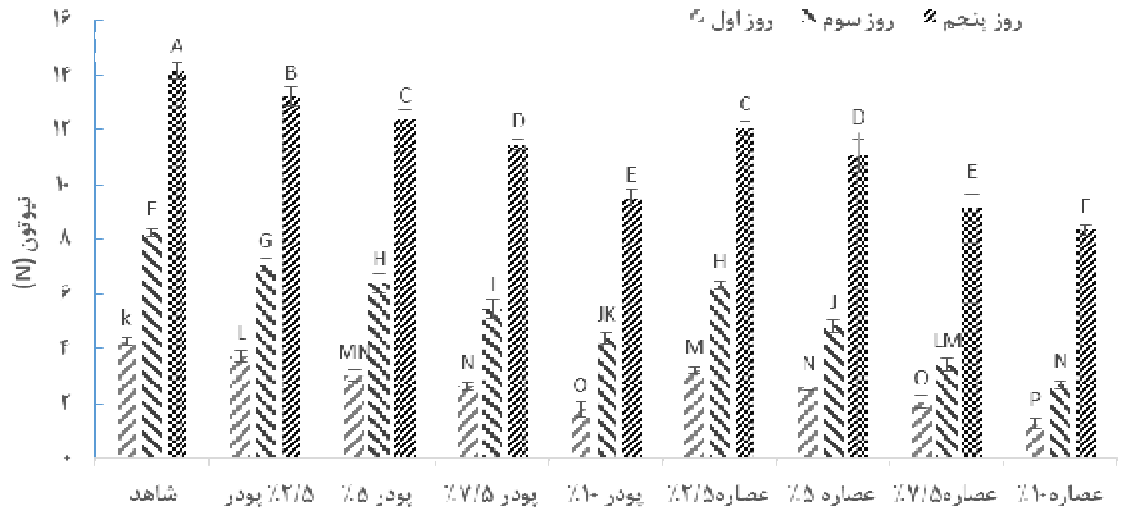
تیمار های نان	L*	a*	b*
شاهد	۸٤/٦۳±۰/٤٤^{a}	۲/۲۰±۰/۱^{g}	۲۵/٦۲±۰/۱٦^{g}
پودر عصاره مالت ۲/۵ ٪	۸۱/۵٦±۰/٤۸^{b}	٤/۷۵±۰/۱۱^{f}	۲۸/۹۹±۰/۷٦^{f}
پودر عصاره مالت ۵ ٪	۷۷/٤٤±۰/٦۲^{c}	۵/۳٤±۰/٤۳^{e}	۳۱/۲٤±۰/۱۲^{e}
پودر عصاره مالت ۷/۵ ٪	۷۵/٤۲±۰/۲۷^{d}	٦/۱۵±۰/۰۸^{d}	۳۳/٤۰±۰/۲۰^{c}
پودر عصاره مالت ۱۰ ٪	۷۲/٦۸±۰/۰٦^{e}	٦/٤۹±۰/۲۳^{d}	۳٤/۸۳±۰/۳۰^{b}
عصاره مالت ۲/۵ ٪	۷٤/٤۳±۰/۳٦^{d}	٦/۵۳±۰/۱٤^{d}	۳۲/۳۷±۰/۹۵^{d}
عصاره مالت ۵٪	٦۷/۸۵±۰/۹۸^{f}	۷/۲٦±۰/۲۷^{c}	۳۳/٦۲±۰/۳۷^{c}
عصاره مالت ۷/۵ ٪	٦۲/۰٦±۰/۹۸^{g}	۸/۷٦±۰/۳۰^{b}	۳٤/۸٤±۰/۰۸^{b}
عصاره مالت ۱۰ ٪	۵۸/۱۲±۰/۹٤^{h}	۱۰/۱±۰/۰۷^{a}	۳۸/۰۲±۰/۲۲^{a}

*میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در سطح $p<۰/۰۵$ می‌باشد.

۳-۱۰- ارزیابی بافت نان طی دروه نگهداری

ویژگی‌های بافتی مواد غذایی در بازار پسندی محصولات غذایی نقش بسزایی دارد بطوریکه در برخی از مواد غذایی، بافت حتی از رنگ و طعم نیز مهمتر می‌باشد. سفتی بافت نان در روز اول به‌عنوان شاخصی کیفی تلقی می‌شود و تغییرات آن در طول زمان نگهداری معیاری از ماندگاری می‌باشد. با توجه به شکل ۵، با افزایش میزان عصاره مالت و پودر آن در فرمولاسیون نان، از میزان سفتی نان کاسته شد به‌طوریکه بیشینه نیروی مورد نیاز برای فشردن نان‌ها در روز اول نگهداری در نمونه شاهد ۴/۵۲ نیوتون بود در حالی که در نمونه حاوی ۱۰ درصد عصاره مالت و پودر آن به‌ترتیب به ۱/۲۶ و ۱/۸ نیوتون کاهش یافت. ترکیبات فیبری موجود در عصاره مالت و پودر آن با جذب آب مانع از اتلاف رطوبت که از عوامل بیاتی و سفتی نان است، می‌گردند. از طرف دیگر استفاده از عصاره و پودر عصاره مالت منجر به تخمیر بهتر خمیر و در نتیجه تولید نان با بافت نرم‌تر می‌گردد. سفتی نان در طول زمان نگهداری به‌میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت اما میزان این افزایش در نمونه شاهد بیشترین و در نمونه حاوی عصاره مالت و پودر آن کم‌تر بود. به‌طوریکه بیشترین نیروی مورد نیاز برای فشردن نان در روز پنجم نگهداری در نمونه شاهد ۱۷/۴ نیوتون، در نمونه حاوی ۱۰ درصد عصاره مالت ۸/۳۳ نیوتون و در نمونه حاوی پودر عصاره مالت با درصد مشابه ۹/۵ نیوتون بود، این نتایج حاکی از تاثیر مثبت عصاره مالت و پودر آن در به تاخیر انداختن بیاتی نان می‌باشد که در این زمینه عصاره مالت تاثیر بهتری داشت. این امر به‌دلیل تاثیر مثبت عصاره و

پودر آن در حفظ بیشتر رطوبت و جلوگیری از خروج آن از مغز نان به سمت پوسته در طول دوره نگهداری می‌باشد. میزان سفتی کمتر و بیاتی کندتر در نان‌های حاوی عصاره مالت ناشی از تاثیر بیشتر آن در تبدیل نشاسته به دکسترین بوده که از قدرت تورم نشاسته و سفت شدن نان می‌کاهد (۲۶). امیدفر و همکاران (۱۳۹۴) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند و علت کاهش سفتی نان با افزودن عصاره مالت را ترکیبات فیبری موجود در آن دانستند که با جذب آب مانع از اتلاف رطوبت که از عوامل سفتی نان است، می‌گردد (۱). ماکینن و آرنت (۲۰۱۲) نیز کاهش سفتی مغز نان را با افزودن آرد مالت جو گزارش کردند. آن‌ها علت این امر وجود آمیلازها و توانایی آن‌ها در کاهش قدرت تورم نشاسته و ممانعت از تشکیل پیوند عرضی بین پروتئین گلوتن و نشاسته نسبت دادند (۲۵).



شکل ۵- تاثیر افزودن عصاره و پودر عصاره مالت جو بر سفتی مغز نان طی دوره نگهداری

۳-۱۱- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی به اندازه‌گیری کیفیت یک محصول بر اساس اطلاعات دریافتی از پنج حس بینایی، شنوایی، چشایی و لامسه گفته می‌شود که بهترین روش در جهت بررسی بازارپسندی محصولات جدید غذایی در مراحل اولیه فرمولاسیون می‌باشد. همان‌طور که در جدول شماره۶، مشاهده می‌شود با افزایش میزان پودر عصاره مالت تا ۷/۵ درصد و عصاره مالت تا ۵ درصد پذیرش کلی نمونه‌های نان به میزان قابل ملاحظه‌ای بیشتر از نمونه شاهد شد. در مورد ارزیابی رنگ نمونه‌ها، از نظر ارزیاب‌ها نان‌های حاوی ۲/۵ و ۵ درصد عصاره مالت و نمونه شاهد از رنگ مطلوبی برخوردار بودند. نمونه حاوی۱۰ درصد عصاره مالت از کمترین امتیاز برخوردار گشت، این امر می‌تواند به‌خاطر رنگ تیره نان باشد که از نظر برخی از مصرف‌کنندگان نامطلوب است. افزایش پودر و عصاره مالت منجر به بهبود بافت نان نسبت به نمونه شاهد شد، به‌طوریکه مطلوب‌ترین نمونه نان مربوط به نان‌های حاوی ۷/۵ درصد پودر و عصاره مالت بود. از نظر طعم نمونه‌های حاوی ۲/۵ و ۵ درصد پودر عصاره مالت و ۲/۵ درصد عصاره مالت دارای طعم مطلوبی بوند و با افزایش میزان عصاره مالت و پودر آن از مطلوبیت آن‌ها کاسته شد؛ این امر می‌تواند به‌دلیل پس مزه تلخ مالت باشد که متناسب با ذائقه برخی از افراد نیست. از سوی دیگر تولید پودر عصاره مالت منجر به کاهش طعم تلخ آن شده است به‌طوری‌که از نظر مصرف‌کنندگان تفاوت معنی‌داری بین نان حاوی ۵ درصد پودر عصاره مالت با نان شاهد وجود نداشت. به‌طورکلی دلیل بهبود ویژگی‌های حسی نمونه‌های نان با افزودن عصاره مالت و پودر آن، فعالیت بیشتر آنزیم‌های تجزیه کننده نشاسته می‌باشد که با تامین‌مواد اولیه

جهت انجام واکنش‌های قهوه‌ای شدن مایلارد باعث بهبود رنگ و ظاهر پوسته می‌گردد و از طرف دیگر از طریق واکنش‌های استرکر و تولید ترکیبات معطر مانند آلدئیدها عطر و طعم مطلوبی را در نان ایجاد می‌کنند. عصاره مالت و پودر آن با حفظ رطوبت نان طی پخت مانع از خشکی بیش از حد نان شده که در نتیجه نانی با بافت مطلوب از نظر مصرف‌کنندگان حاصل می‌شود (۱). نظری (۱۳۹۶) نیز بهبود ویژگی‌های حسی نان قالبی بدون گلوتن را در اثر افزودن پودر مالت سورگوم گزارش داد، او علت این امر را فعالیت بیشتر آنزیم‌های تجزیه کننده نشاسته بیان کرد که منجر به بهبود رنگ و ظاهر نان از طریق انجام واکنش مایلارد می‌گردد (۱۱). این نتایج همچنین در تطابق با یافته-های روانفر و همکاران (۱۳۹۳) و شیخ الاسلامی(۱۳۹۳) می‌باشد (۴ و ۶).

جدول٦- تاثیر افزودن عصاره و پودر عصاره مالت جو بر ویژگی‌های حسی نان

آزمون حسی	پذیرش کلی	رنگ	بافت	طعم
شاهد	۳±۱^{bc}	٤/٦±۰/٥٧^{a}	۳/۳±۰/٥٧^{bc}	٤/٦±۰/٥٧^{a}
پودر عصاره مالت ۲/۵ ٪	۳/٦±۰/٥٧^{abc}	٤/٦±۰/٥٧^{ab}	٤/۳±۰/٥٧^{ab}	٤/۰±۱/۰^{ab}
پودر عصاره مالت ۵ ٪	٤/٦±۰/٥٧^{a}	٤/٦±۰/٥٧^{abc}	٤/۳±۰/٥٧^{ab}	۳/۳±۰/٥٧^{bc}
پودر عصاره مالت ۷/۵ ٪	٤/٦±۰/٥٧^{a}	۳/۳±۰/٥٧^{bcd}	٤/٦±۰/٥٧^{a}	۳/۳±۰/٥٧^{bcd}
پودر عصاره مالت ۱۰ ٪	٤/۳±۰/٥٧^{ab}	۳/۳±۰/٥٧^{cd}	۳/۳±۰/٥٧^{bc}	۲/۳±۰/٥٧^{c}
عصاره مالت ۲/۵ ٪	۳/٦±۱/۱٥^{abc}	٤/٦±۰/٥٧^{ab}	۲/۳±۰/٥٧^{c}	٤/۳±۰/٥٧^{ab}
عصاره مالت ۵٪	٤/٦±۰/٥٧^{a}	٤/۳±۰/٥٧^{abc}	٤/۰±۱/۰^{ab}	٤/۰±۱/۰^{ab}
عصاره مالت ۷/۵ ٪	۳/۳±۰/٥٧^{abc}	۳/۳±۰/٥٧^{bcd}	٤/٦±۰/٥٧^{a}	۲/۳±۰/٥٧^{c}
عصاره مالت ۱۰ ٪	۲/۳±۰/٥٧^{c}	۲/۳±۰/٥٧^{d}	۳/۳±۰/٥٧^{bc}	۲/۳±۰/٥٧^{c}

*میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون نشان از عدم تفاوت معنی‌دار در سطح $p<۰/۰۵$ می‌باشد.

٤- نتیجه گیری

با توجه به مزایای خشک‌کردن پاششی در ریزپوشانی ترکیبات زیست فعال، مواد غذایی غنی از قند و تولید پودرهایی با پایداری بیش‌تر، در این پژوهش پودر عصاره مالت با استفاده از حامل‌های مالتودکسترین، کنسانتره پروتئین آب‌پنیر و ترکیبی از آن‌ها تولید شد. نتایج نشان داد که ترکیبی از کنسانتره پروتئین آب‌پنیر و مالتودکسترین منجر به افزایش بازده تولید پودر شد و پودرهایی با قابلیت جذب رطوبت و حلالیت قابل قبول حاصل شد. کاربرد عصاره مالت و پودر آن در تولید نان قالبی به‌طور چشمگیری منجر به بهبود ویژگی‌های حسی نان گشت. بدین صورت که حجم، ارتفاع تاج و رطوبت و فعالیت آبی نان به‌طور قابل ملاحظه ای افزایش یافت. این امر همچنین منجر به تولید نان‌هایی با سفتی کم‌تر شد که در این زمینه عصاره مالت نسبت به پودر آن منجر به کنترل بهتر بیاتی نان در طول دوره نگهداری شد. تیمارهای حاوی ۵ درصد عصاره مالت و پودر آن از نظر مصرف‌کنندگان امتیاز پذیرش بالاتری را نسبت به نمونه شاهد به‌دست آوردند. بنابراین استفاده از عصاره مالت و پودر آن راهکاری مناسب در جهت بهبود خواص فیزیکوشیمیایی و حسی نان قالبی و در نتیجه افزایش بازارپسندی نان می‌باشد.

٥-منابع

١. امید فر، ا.، عطای صالحی، ا.، شیخ الاسلامی، ز. ١٣٩٤. تأثیر افزودن مالت ذرت بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری نان بربری. *پژوهش های علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ١١، شماره ٥، ٦٣٠-٦٢٠.

۲. پوراسماعیل، ن.، عزیزی، م.، عباسی، س.، محمدی، م. ۱۳۹۰. فرمولاسیون نان بدون گلوتن با استفاده از گوآر و آنزیم ترانس گلوتامیناز میکروبی. *پژوهش‌های صنایع غذایی*، دوره ۲۱، شماره ۱، ۸۱-۶۹.

۳. پیغمبردوست، ه.، سرابندی، خ. ۱۳۹۷. تأثیر شرایط خشک کردن پاششی بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، عملکردی و بازده تولید پودر عصاره مالت. *پژوهش های صنایع غذایی*، دوره ۲۷، شماره ۲، ۹۰-۷۵.

٤. حجتی، م.، عزیزی، م. ح.، احمدی ندوشن، م. ۱۳۸۱. تاثیر فعالیت آلفا آمیلاز در کیفیت نان باگت. *مجله کشاورزی و عمران روستایی*، دوره ٤، شماره ۱، ۳٦-۲۹.

۵. روانفر، ن.، محمدزاده میلانی، ج.، رفتنی امیری، ز. ۱۳۹۳. ارزیابی تاثیر آرد مالت جو بر ویژگی های کیفی خمیر و نان بربری. *پژوهش های صنایع غذایی*، دوره ۲٤، شماره ٤، ٤۹٦-٤۸۷.

٦. سرابندی، خ.، صادقی ماهونک، ع. ۱۳۹۷. تأثیر شرایط فرآیند خشک کردن پاششی بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی، عملکردی و میکروساختار پودرهای شیره خرما. *علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ۱۵، شماره ۷٤، ۱٦۸-۱۵۵.

۷. شیخ الاسلامی، ز. ۱۳۹۵. تأثیر رقم و آرد مالت تهیه شده از گندم بر بهبود خواص تکنولوژیک و حسی نان قالبی. *علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ۱۳، شماره ۵۰، ۱۰- ۱.

۸. صحرائیان، ب.، حبیبی نجفی، م.، حداد خداپرست، م.، شیخ الاسلامی، ز.، نقی پور، ف. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر صمغ بومی بالنگو شیرازی برخصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی نان بربری نیمه حجیم بدون گلوتن. *علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ٤۲، شماره ۱۱، ۱۳۹-۱۲۹.

۹. طالبی، ا.، محترمی، ف. ۱۳۹۸. اثر پودر تفاله هویج بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی نان فاقد گلوتن. *علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ۱٦، شماره ۸٦، ۳۸۵-۳۷۳.

۱۰. کاوه، ش.، صادقی ماهونک، ع.، سرابندی، خ.، گرائیلی، ز. ۱۳۹۷. خشک کردن پاششی عصاره استویا: ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، عملکردی و میکروساختار. *فناوری‌های نوین غذایی*، دوره ۵، شماره ٤، ٦۵۰-٦۳۷.

۱۱. نظری، ز. ۱۳۹۷. بررسی اثر پودر مالت سورگوم بر ویژگی های رئولوژیکی خمیر و خواص کیفی و ماندگاری نان قالبی بدون گلوتن. *علوم و صنایع غذایی ایران*، دوره ۱۵، شماره ۸۱، ۱۲٦-۱۱۳.

۱۲. نوری، م.، ناصحی، ب.، سماواتی، و. آبدانان مهدی زاده، س. ۱۳۹۵. تاثیر صمغ فارسی و پودر تفاله هویج بر روند بیاتی دونات پیش فرایند شده توسط مایکروویو. *پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی*، دوره ۵، شماره ۲، ۱۸۲-۱۷۱.

13. AACC. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (AACC). Am. Assoc. Cereal Chem. 2000.
14. Adhikari, B., Howes, T., Bhandari, BR., Troung, V. 2004. Effect of addition of maltodextrin on drying kinetics and stickiness of sugar and acid-rich foods during convective drying: experiments and modelling. *Journal of Food Engineering*,: 62(1):53-68.
15. Adhikari, B., Howes, T., Shrestha, AK., Bhandari, BR. 2007. Development of stickiness of whey protein isolate and lactose droplets during convective drying. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 46(5):420-8.
16. Bhandari, BR., Datta, N., Howes, T. 1997. Problems associated with spray drying of sugar-rich foods. *Drying technology*, 15(2):671-84.

17. Bhusari, SN., Muzaffar, K., Kumar, P. 2014. Effect of carrier agents on physical and microstructural properties of spray dried tamarind pulp powder. *Powder Technology*, 266:354-64.
18. Cano-Chauca, M., Stringheta, PC., Ramos, AM., Cal-Vidal, J. 2005. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6(4):420-8.
19. Davidou, S., Le Meste, M., Debever, E., Bekaert, DJ. 1996. A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid. *Food hydrocolloids*, 10(4):375-83.
20. El-Samahy, SK., El-Hady, EA., Habiba, RA., Moussa-Ayoub, TE. 2007. Some functional, chemical, and sensory characteristics of cactus pear rice-based extrudates. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 9:136-47.
21. Fazaeli, M., Emam-Djomeh, Z., Ashtari, AK., Omid, M. 2012. Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder. *Food and bioproducts processing*, 90(4):667-75.
22. Goula, AM., Adamopoulos, KG. 2010. A new technique for spray drying orange juice concentrate. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(2):342-51.
23. Guarda, A., Rosell, CM., Benedito, C., Galotto, MJ. 2004. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food hydrocolloids*, 18(2):241-7.
24. Hansen, M., Pedersen, B., Munck, L., Eggum, BO. 1989. Weaning foods with improved energy and nutrient density prepared from germinated cereals. 1. Preparation and dietary bulk of gruels based on barley. *Food and nutrition bulletin*, 11(2):1-6.
25. Mäkinen, OE., Arendt, EK. 2012. Oat malt as a baking ingredient–A comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and dough properties. *Journal of cereal science*, 56(3):747-53.
26. Martin, ML., Hoseney, RC. 1991. A mechanism of bread firming. II, Role of starch hydrolyzing enzymes. *Cereal chemistry*, 68(5):503-7.
27. Oliveira, WP., Bott, RF., Souza, CR. 2006. Manufacture of standardized dried extracts from medicinal Brazilian plants. *Drying Technology*, 24(4):523-33.
28. Pourfarzad, A., Khodaparast, MH., Karimi, M., Mortazavi, SA., Davoodi, MG., Hemmatian Sourki, A., Razavizadegan jahromi, SH. 2011. Effect of polyols on shelf-life and quality of flat bread fortified with soy flour. *Journal of Food Process Engineering*, 34(5):1435-48.
29. Pyler, EJ., Gorton, LA. *Baking science & technology*. Sosland Publishing Company. 1988.
30. Quek, SY., Chok, NK., Swedlund, P. 2007. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 46(5):386-92.
31. Santhalakshmy, S., Bosco, SJ., Francis, S., Sabeena, M. 2015. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. *Powder Technology*, 274:37-43.
32. Shi, Q., Fang, Z., Bhandari, B. 2013. Effect of addition of whey protein isolate on spray-drying behavior of honey with maltodextrin as a carrier material. *Drying Technology*, 31(13-14):1681-92.
33. Shrestha, AK., Ua-Arak, T., Adhikari, BP., Howes, T., Bhandari, BR. 2007. Glass transition behavior of spray dried orange juice powder measured by differential scanning calorimetry (DSC) and thermal mechanical compression test (TMCT). *International Journal of Food Properties*, 10(3):661-73.
34. Sarabandi, K., Peighambardoust, SH., Mahoonak, AS., Samaei, SP. 2017. Effect of carrier types and compositions on the production yield, microstructure and physical characteristics of spray dried sour

cherry juice concentrate. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(4):1602-12.

35. Wang, W., Jiang, Y., Zhou, W. 2013. Characteristics of soy sauce powders spray-dried using dairy whey proteins and maltodextrins as drying aids. *Journal of Food Engineering*, 119(4):724-30.

(Original Research Paper)

Enrichment of Pan Bread with Barley Malt Extract and Malt Extract Powder Produced by Spray Drying: Quality, Sensory Properties and Shelf-Life

Shima Kaveh[1], Alireza Sadeghi Mahoonak[2], Mojtaba Raeisi[3*]

1-Ph.D Student of Food Chemistry, Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2-Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Food Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3-Assistant Professor, Food, Drug, Natural Products Health Research Center, Golestan University of Medical Science, Gorgan, Iran.

Received:09/02/2020 Accepted:13/06/2020

Abstract

Bread staling makes it unacceptable. Malt extract is high in nutrients, fiber and B_1 and B_2 vitamins, which is difficult to apply due to its high adhesion and potential for microbial contamination in food products. Spray drying is a way to increase the stability and easy application of sugar-rich food ingredients in food products. The aim of this study was to produce malt extract powder using maltodextrin, WPC and their combination and investigation of the physical properties of the produced powder. Then, the effect of using malt extract and its powder on different levels (2.5, 5, 7.5, and 10%) on the sensory, qualitative and staling properties of bread during storage was evaluated. The results showed that use of combination of maltodextrin and WPC significantly increased the powder production efficiency (58%) and resulted in good solubility and moisture absorption. Using malt extract and its powder in level of 7.5% resulted in a significant increase in the bread volume and height, while the L * decreased significantly. Adding 10% malt extract and its powder (containing maltodextrin and WPC as carrier, in ratio of 1:1) increased the bread moisture content up to 37.5% and 34.53%, respectively, and had a significant effect on delaying staling during the storage period. Evaluation of sensory characteristics showed that the highest overall acceptability score belongs to samples containing 5 and 7.5% malt extract powder and 5% malt extract. Therefore, using malt extract and its powder up to 5% is a useful economical strategy in producing high-quality bread with desirable sensory properties.

Keywords: Malt Extract, Spray Drying, Maltodextrin, Bread, Staling.

[*]Corresponding Author: Raeisi.mojtaba@yahoo.com