جدا کردن رنگ کاراملی از ملاس چغندرقند و بررسی ویژگی‌ها و کاربرد آن در صنایع غذایی

جواد کرامت و سعید ملک[۱]

چکیده

به منظور بررسی رنگ ملاس چغندر قند و امکان جای‌گزینی آن با کارامل مصرفی صنایع غذایی، به ویژه نوشابه‌سازی، مقداری از ملاس رقیق شده، پس از تنظیم pH، از یک ستون رزین آمبرلایت به عنوان رزین جاذب ترکیبات رنگی گذرانده شد، و رنگ آن به کمک الکل اسیدی جداگردید. بیشترین درصد جداسازی (۷۶/۳٪) در شرایط میزان رقت ملاس برابر با ۱۰ درجه بریکس و مقدار رزین برابر ۱۵۰ میلی‌لیتر به دست آمد. حلال جداسازی، و رنگ جامد به‌کمک تبخیر توسط خشک‌کن تصعیدی تولید شد. ویژگی‌های رنگ تولیدی از جمله قابلیت حل، میزان خاکستر، قند و قدرت رنگ‌دهی تعیین گردید. هم‌چنین، پایداری رنگ تولید شده در شرایط مختلف، از جمله pHهای اسیدی، دما و نور مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر آن، شاخص‌های کمی محلول رنگ به‌کمک دستگاه هانترلب تعیین شد.

رنگ تولیدی با کارامل مورد مصرف در نوشابه سیاه زمزم مقایسه شد، و ملاحظه گردید که طول موج حداکثر جذب در آنها تقریباً یکسان است. هم چنین، از نظر حساسیت به تغییر pH نیز کاملاً مشابه بودند. نوشابه‌های تولید شده با رنگ تولیدی و کارامل، از نظر انبارداری در شرایط مختلف دما و نور نیز با یکدیگر مقایسه شدند، و مشخص شد که رنگ تولید شده بسیار مناسب‌تر است. به طور کلی، نتیجه‌گیری شد که رنگ تولیدی جانشین بسیار مناسبی برای کارامل وارداتی در تولید نوشابه‌های گازدار سیاه رنگ می‌باشد.

پودر رنگ تولید شده به عنوان جانشین بخشی از پودر کاکائو در تولید شیرکاکائو نیز به کار رفت. آزمایش‌های تشخیص حسی نشان داد که می‌توان به میزان ۲۰٪ پودر رنگ تولیدی را جانشین پودر کاکائو نمود.

کارامل تولید شده از ملاس از نظر بهداشتی کاملاً سالم است. ارزیابی اقتصادی نیز براساس هزینه‌های ثابت و متغیر و قیمت فعلی ملاس انجام شد، و قیمت تولید هر گرم رنگ حدود ۱۰ ریال برآورد گردید. بنابراین، تولید کارامل از ملاس کاملاً اقتصادی است.

واژه‌های کلیدی: *رنگ غذایی، ملاس، کارامل*

مقدمه

ویژگی‌های ظاهری یک غذا تعیین کننده اصلی پسندیدگی آن است. یکی از ویژگی‌های مزبور رنگ غذا است. پسندیدگی رنگ نزد مصرف کننده نشانی از اصالت، سلامت و مرغوبیت غذا است و او را خواهان خرید و مصرف می‌کند. در حقیقت اولین عامل جلب نظر مصرف کننده برای خرید یک غذا رنگ آن است. این حس طبیعی در بین انسان‌های ابتدایی و تمدن‌های

۱. استادیار صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. مربی و عضو هیئت علمی سازمان تحقیقات کشاورزی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]

باستان نیز وجود داشته است. پیشرفت جوامع بشری باعث پیدایش صنعت تولید رنگ‌های غذایی شده است. رنگ کرشنییل از تمدن‌های قدیم آزتک در آمریکای مرکزی، و رنگ تیریان بنفش از چندهزار سال پیش در مصر مصرف می‌شده است (۱۹).

در صنایع غذایی به دلایل مختلف، از جمله برای جبران رنگی که در اثر فرایند از بین می‌رود، یا ایجاد رنگی خاص در فراورده‌هایی که طبیعتاً" فاقد رنگ هستند، نظیر نوشابه‌ها و انواع بستنی، تقویت و تشدید رنگ، و یا یک‌نواخت کردن رنگ غذا، مانند فراورده‌های گوشتی، به فراورده‌های غذایی رنگ افزوده می‌شود. بنابراین، تولید رنگ‌های خوراکی یکی از نیازهای مهم در صنایع غذایی می‌باشد.

به طور کلی، رنگ‌های غذایی به دو گروه تقسیم می‌شوند:

۱. رنگ‌های مصنوعی[1] که از آمیختن یک یا چند ماده، و ایجاد یک کمپلکس رنگی ساخته می‌شوند. این رنگ‌ها اگرچه بسیار گوناگون، ارزان و دارای قدرت رنگ‌دهی زیاد هستند، ولی عوارض سوء ناشی از مصرف بسیاری از آنان به اثبات رسیده، و سازمان‌های جهانی نظیر FDA و WHO مصرف آنها را ممنوع اعلام کرده‌اند. باوجود این، هنوز رنگ‌هایی چون لاکتوفلاوین و کوئینولئین (زرد)، کارمیوزین و آزوروبین (قرمز)، رنگ سیاه براق BN و رنگ سیاه کاربومدینالی (اخیراً" بالقوه سرطان‌زا شناخته شده است) در صنایع غذایی به کار برده می‌شوند.

۲. رنگ‌های طبیعی که شامل رنگیزه‌های گیاهی یا حیوانی هستند، مانند کارتنوییدها، آنتوسیانین‌ها، هموگلوبین و مایوگلوبین. هم چنین رنگ‌های بامنشأ طبیعی، که بر اثر بعضی از فرایندها به وجود می‌آیند، مانند ملانوییدین‌ها و کارامل (۴).

کارامل از شمار رنگ‌های خوراکی است که در صنایع غذایی، به ویژه صنایع نوشابه سازی بسیار کاربرد دارد. طی سال‌های اخیر، فقط واحدهای نوشابه سازی سالیانه حدود یک هزار تن کارامل از خارج وارد نموده و به مصرف رسانده‌اند، و با افزودن مصرف صنایع دیگر، مانند واحدهای تولید شکلات، آب نبات و بیسکویت‌های شکلاتی، مقدار واردات کارامل قطعاً" از این مقدار نیز بیشتر می‌باشد. در حالی که میزان تولید کارامل در داخل کشور بسیار ناچیز است (۳).

بررسی شیمیایی ترکیبات رنگی موجود در ملاس، این ترکیبات را در سه گروه قرار می‌دهد: الف) ترکیبات رنگی با منشأ گیاهی مانند فلاونوییدها، ب) مواد رنگی تولید شده براثر فرایند تصفیه شربت خام چغندر قند یا نیشکر، شامل کارامل، ملانوییدین‌ها، ملانین‌ها و فراورده‌های حاصل از تجزیه قلیایی قندهای احیاکننده مانند فروکتوز و گلوکز و ج) ترکیباتی که ذاتاً" رنگی نبوده ولی به عنوان پیش‌ساز رنگ‌ها عمل می‌کنند، مانند فنلیک اسیدها، آمینواسیدها و قندهای احیاکننده، که به عنوان یک ترکیب واسطه‌ای در تشکیل پلیمرهای سیاه رنگ نقش دارند. بخش انبوه ترکیبات رنگی در ملاس را کارامل، ملانوییدین‌ها و ترکیبات حاصل از تجزیه قلیایی فروکتوز و گلوکز تشکیل می‌دهند (۷، ۸، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۶ و ۱۸).

مقدار ملاس تولیدی کارخانه‌های قند در سال‌های مختلف، نسبت به میزان تولید چغندر قند و نیشکر متغیر است. ولی به طور متوسط در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۷ به میزان ۳۵۶۴۳۰ تن بوده است، که حدود ۶۵۸۰۷ تن به تفاله چغندر افزوده شده، و حدود ۶۰۰۰۰ تن در صنایع داخلی مانند تولید الکل به مصرف رسیده است. سهمی از ملاس تولیدی (در حدود ۸۶۱۶۸ تن) نیز در روش‌های قندگیری از ملاس به کار رفته است. در پاره‌ای از سال‌ها نیز مقادیر مختلفی، بین ۴۰۰۰۰ تا حداکثر ۸۰۰۰۰ تن، توسط شرکت کشت و صنعت کارون به خارج از کشور صادر شده است (گزارش‌های عملکرد کارخانه‌های قند ایران از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۷، توسط سندیکای کارخانه‌های قند و شکر ایران). ولی به علت مشکلات گوناگون، مانند نبودن تأسیسات بندری مناسب و قیمت ناچیز ملاس در بازارهای جهانی (به گفتهٔ مجلهٔ صنعت قند[2]، قیمت هرتن ملاس در ماه ژوئن ۱۹۹۹ میلادی معادل ۴۵ دلار آمریکا بوده است، یعنی هرکیلوگرم حدود

1. Dye 2. Sugar Industry

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]

۴۰۰ ریال)، صادرات ملاس به خارج از کشور مقرون به صرفه نمی‌باشد.

بنابراین، از کل ملاس تولیدی کشور به طور متوسط حدود ۲۰۰۰۰۰ تن به مصرف رسیده و حدود ۱۵۰۰۰۰ تن به هدر می‌رود. قیمت ملاس در مردادماه ۱۳۷۸ حدود هرکیلوگرم ۱۵۰ ریال بوده، که به هیچ وجه حتی هزینه‌های حمل و نقل آن را تأمین نمی‌کند. ورود این ملاس به طبیعت صدمات زیست محیطی غیر قابل جبرانی را نیز به بار می‌آورد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ملاس می‌تواند به عنوان یک ماده اولیه ارزان قیمت برای تولید کاراملی، که محصولی نسبتاً گران قیمت و وارداتی است، به کار برده شود.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش از رزین آمبرلایت ساخت شرکت رُم اندهاس[1] به عنوان رزین جاذب ترکیبات رنگی (۵)، و از الکل اسیدی شده به عنوان حلال و جداکنندهٔ این ترکیبات استفاده شد. ستون‌های شیشه‌ای با ۴۰ سانتی‌متر طول و چهار سانتی‌متر قطر که در انتهای هر یک فیلتر شیشه‌ای[2] کار گذاشته شده بود، طراحی و ساخته شد، که با نصب قیف‌های جداکننده با حجم‌های مناسب، و استفاده از اختلاف سطح مایعات طبق قانون ظروف مرتبطه، محلول ملاس رقیق شده به داخل ستون‌های محتوی رزین فرستاده شد و سپس با فرستادن حلال به داخل ستون‌های رزین، ترکیبات رنگی جذب شده جدا گردید (۱۳). نمونه‌های ملاس از کارخانه قند اصفهان تهیه، و به طور تصادفی انتخاب و با یکدیگر مخلوط شد، و نمونه میانگین تهیه گردید. درجه بریکس محلول ملاس رقیق شده حدود ۱۰، و دبی خروجی ستون‌ها نیز حدود ۱۰ میلی لیتر در دقیقه تنظیم شد.

محلول رنگ جدا شده با استفاده از دستگاه تبخیر در خلأ ساخت شرکت هیدالف[3] آلمان، در دمای کمتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد تغلیظ شد و حلال به طور کامل جداسازی گردید.

آزمایش های لازم به شرح ذیل روی محلول رنگ حاصل انجام شد. هم چنین، با استفاده از دستگاه خشک‌کن تصعیدی ساخت شرکت ریکاکیکایی[4] ژاپن، پودر جامد رنگ تولید شد، و آزمایش‌های لازم روی پودر رنگ نیز به انجام رسید. آزمایش‌های انجام شده روی محلول رنگ و پودر رنگ تولیدی عبارت بود از:

۱. اندازه‌گیری شدت رنگ محلول رنگ: شدت رنگ محلول رنگ تولید شده مطابق روش استاندارد ICUMSA تعیین شد (۱۵).

۲. اندازه‌گیری میزان خاکستر: میزان خاکستر کل در نمونه ملاس مصرف شده و در رنگ تولید شده مطابق روش استاندارد خاکستر کردن خشک تعیین گردید (۲).

۳. اندازه‌گیری میزان قند کل: میزان قند کل در نمونه ملاس مصرف شده و در رنگ تولید شده به ترتیب توسط روش پلاریمتری و روش سوموگی- نلسون اندازه‌گیری شد (۲).

۴. اندازه‌گیری عدد شاخص حساسیت رنگ[5]: در pHهای ۴ و ۹ میزان جذب رنگ تولید شده درطول موج ۴۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد، و مطابق معادله ذیل عدد شاخص حساسیت تعیین گردید (۱۷).

$$IV = \frac{A420\ (pH = ۹)}{A420\ (pH = ۴)}$$

۵. تعیین میزان قابلیت حل پودر رنگ تولید شده در محیط‌های آبکی: میزان قابلیت حل پودر رنگ به طور تجربی در آب تعیین شد.

۶. تعیین قدرت رنگ دهی رنگ تولید شده: به منظور تعیین قدرت رنگ دهی رنگ تولید شده، به ویژه در هنگام استفاده در صنایع نوشابه‌سازی، مطابق روش استاندارد واحد EBC[6] رنگ تولیدی اندازه‌گیری گردید. واحد EBC بدین ترتیب تعیین شد که ۰/۲۵ گرم از نمونه توزین شده و با آب به یک بشر ۵۰ میلی‌لیتری منتقل گردید. سپس محلول در یک بالن

1. Rohm and Haas Co., Philadelphia, U. S. A.
2. Sintered glass filter
3. Heidalph Co.
4. Rikakikai
5. Indicator Value
6. European Brewing Comission

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]

حجمی به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. میزان جذب محلول در طول موج ۶۱۰ نانومتر و در pH برابر هفت تعیین، و عدد EBC مطابق معادله ذیل محاسبه گردید:

$$\text{واحد EBC} = \frac{\text{۲۰۰۰۰} \times \text{تفاضل جذب نمونه و ش}}{\text{۱۰} \times \text{۰/۱۰۴} \times \text{وزن نمونه به گرم}}$$

۷. بررسی امکان تولید نوشابه گازدار سیاه رنگ با استفاده از رنگ تولید شده، به جای استفاده از کارامل وارداتی: نمونه‌های شاهد با استفاده از کارامل وارداتی، و نمونه‌های آزمایشی با استفاده از رنگ تولید شده، و مطابق با فرمولاسیون تهیه یک لیتر نوشابه سیاه زمزم (۰/۷ گرم اسید فسفریک، ۱/۲ گرم عصاره و کارامل، ۱۰۰ گرم شکر و حدود ۹۰۰ گرم آب) تهیه گردید. مقدار استفاده از رنگ تولیدی به جای کارامل، بر پایهٔ دست‌یابی به شدت رنگ برابر در نمونه‌های آزمایشی و شاهد تعیین شد. میزان دو گرم از پودر رنگ در فرمولاسیون جانشین کارامل شد، تا میزان جذب نمونه آزمایشی در طول موج ۴۲۰ نانومتر، برابر میزان جذب نمونه شاهد در همین طول موج گردد.

۸. بررسی اثر نور، دما و مدت نگهداری بر پایداری رنگ تولیدی، در مقایسه با کارامل وارداتی در نوشابه‌های تهیه شده: نمونه‌های تهیه شده با رنگ تولیدی و نمونه‌های شاهد در شرایط دمای محیط و در معرض نور مستقیم فلورسنت نگهداری شدند. هم چنین، نمونه‌هایی نیز در یخچال و در دمای محیط، ولی در شرایط تاریکی نگهداری شدند. در طول مدت انبارداری و پس از ۸، ۱۵، ۳۲، ۳۹ و ۴۶ روز انبارداری، میزان شدت رنگ باقی‌مانده در نمونه‌های آزمایشی و شاهد مطابق روش ICUMSA تعیین شد.

۹. بررسی پایداری رنگ تولیدی در pHهای مختلف محیط: پایداری رنگ تولیدی در مقایسه با کارامل وارداتی، در pHهای ۱/۵، ۲، ۲/۳، ۲/۷، ۳، ۵ و ۷ تعیین گردید. محلول‌های نمونه و شاهد با میزان جذب برابر تهیه شدند، و پس از تنظیم pHهای مختلف، با افزودن مقادیر مناسب از محلول سود، میزان شدت رنگ هر یک با استفاده از روش ICUMSA اندازه‌گیری گردید.

۱۰. مقایسه طول موج حداکثر جذب رنگ تولید شده و کارامل: طیف جذبی (در محدوده طول موج‌های ۱۹۰ تا ۶۰۰ نانومتر) نمونه‌های آزمایشی و شاهد تهیه، و طول موج حداکثر جذب برای آنها تعیین گردید.

۱۱. اندازه‌گیری و مقایسه ویژگی‌های کمی رنگ نوشابه‌های تهیه شده با رنگ تولیدی و با کارامل، توسط دستگاه رنگ سنج هانترلب: شاخص‌های L، a و b در مورد نمونه‌های آزمایشی و شاهد، توسط دستگاه هانترلب مدل DP-3000 اندازه‌گیری و مقایسه شد (۹ و ۱۴).

۱۲. بررسی امکان جای‌گزینی رنگ تولید شده به عنوان بخشی از پودر کاکائو در تولید شیر کاکائو: بدین منظور نمونه‌های شیر کاکائو مطابق فرمول کارخانه شیر پاستوریزه اصفهان، با استفاده از پودر کاکائو به عنوان نمونه‌های شاهد، و با جای‌گزینی بخشی از پودر کاکائو با پودر رنگ تولید شده با نسبت‌های مختلف به عنوان نمونه‌های آزمایشی، تهیه شد. فرمول ساخت عبارت بود از ۰/۸ درصد پودر کاکائو، هفت درصد شکر، و ۹۲/۲ درصد شیر با ۲/۵ درصد چربی. نمونه‌های آزمایشی با ۱۲/۵، ۱۸/۷، ۲۰، ۲۵، ۵۰، ۶۲/۵ و ۷۵ درصد جانشینی تهیه گردید. ملاک جانشینی بر پایهٔ تنظیم مقدار جذب برابر در طول موج ۴۲۰ نانومتر برای محلول‌های پودر کاکائو و رنگ تولید شده بود. نمونه‌های تهیه شده و شاهد با انجام آزمایش‌های حسی توسط افراد گوناگون، و مطابق روش تک‌برخوردی[1] و با استفاده از درجه‌بندی هدونیک[2] مقایسه و ارزیابی گردیدند (۱۴).

۱۳. سنجش بازده تولید پودر رنگ از ملاس: با اندازه‌گیری‌های انجام شده و محاسبات، مقدار گرم پودر رنگ تولید شده به ازای مصرف یک کیلوگرم ملاس تعیین گردید. هم چنین، برآورد اقتصادی تولید پودر رنگ به‌طور تقریبی، و بر پایهٔ نرخ‌های زمان انجام پژوهش انجام شد.

1. Single Stimulus
2. Hedonic scale

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]

به منظور تعیین اثر متقابل مقدار رزین (حجم با واحد میلی لیتر) و درجه بریکس محلول ملاس رقیق شده بر بازده جداسازی رنگ توسط رزین، از آزمون دانکن و مدل آماری زیر استفاده گردید:

$$Xijk = \mu + Sj + Sk + Sjk + \Sigma jk$$

نتایج و بحث

۱. برابر شکل ۱، مقدار رزین و درجه بریکس اثر معنی‌داری ($P<0/05$) بر بازده جداسازی رنگ داشتند (۱). با توجه به نتایج به دست آمده و لزوم دست‌یابی به بیشترین بازده جداسازی، درجه مطلوب بریکس محلول ملاس رقیق شده برابر ۱۰، و مقدار رزین ۱۵۰ میلی‌لیتر، به عنوان بهترین شرایط جداسازی تعیین شد. در هر آزمایش فرستادن نمونه به ستون تا اشباع کامل رزین ادامه یافت.

۲. مقدار خاکستر ملاس به طور میانگین با چهار تکرار برابر ۸/۰ درصد، و مقدار خاکستر رنگ تولیدی ۰/۳ درصد بود. بنابراین، خاکستر رنگ تولیدی نسبت به ملاس ۹۷/۲ درصد کاهش یافت، که مؤید درجه خلوص رنگ تولیدی و قدرت زیاد جذب انتخابی رزین کاربردی می‌باشد.

۳. مقدار قند کل ملاس به طور میانگین با چهار تکرار ۴۷/۵ درصد بود، در حالی که میزان قند کل رنگ تولیدی با استفاده از روش سوموگی- نلسون و برابر شکل ۲، ۱/۳ درصد بود. بنابراین، میزان قند در رنگ تولیدی نسبت به ملاس ۹۷/۳ درصد کاهش یافت، که نشان دهندهٔ قدرت زیاد جذب انتخابی رزین است. میزان ناچیز قند در رنگ تولیدی نیز مؤید درجه بالای خلوص و پایداری نسبت به عوامل فاسد کننده میکروبی، و قابلیت زیاد انبارداری آن است.

۴. شاخص IV برای رنگ تولید شده برابر ۱/۲۹ و برای کارامل برابر با ۱/۲۴ محاسبه گردید. قابل مقایسه بودن شاخص IV رنگ تولید شده و کارامل نشان‌دهنده شباهت این دو، و حساسیت نداشتن رنگ تولیدی به تغییر pH محیط می‌باشد. بنابراین، رنگ تولید شده در محدوده گسترده‌ای از خوراکی‌ها، با شرایط اسیدی مختلف قابل استفاده است.

۵. قابلیت حل پودر رنگ تولید شده در آب، در درجه حرارت محیط (۲۰ درجه سانتی‌گراد)، برابر ۱۲۰ درصد بود. این حلالیت زیاد نشان‌دهنده بازده زیاد نسبت استفاده از رنگ و خراب نشدن آن به صورت رسوب در مواد غذایی است.

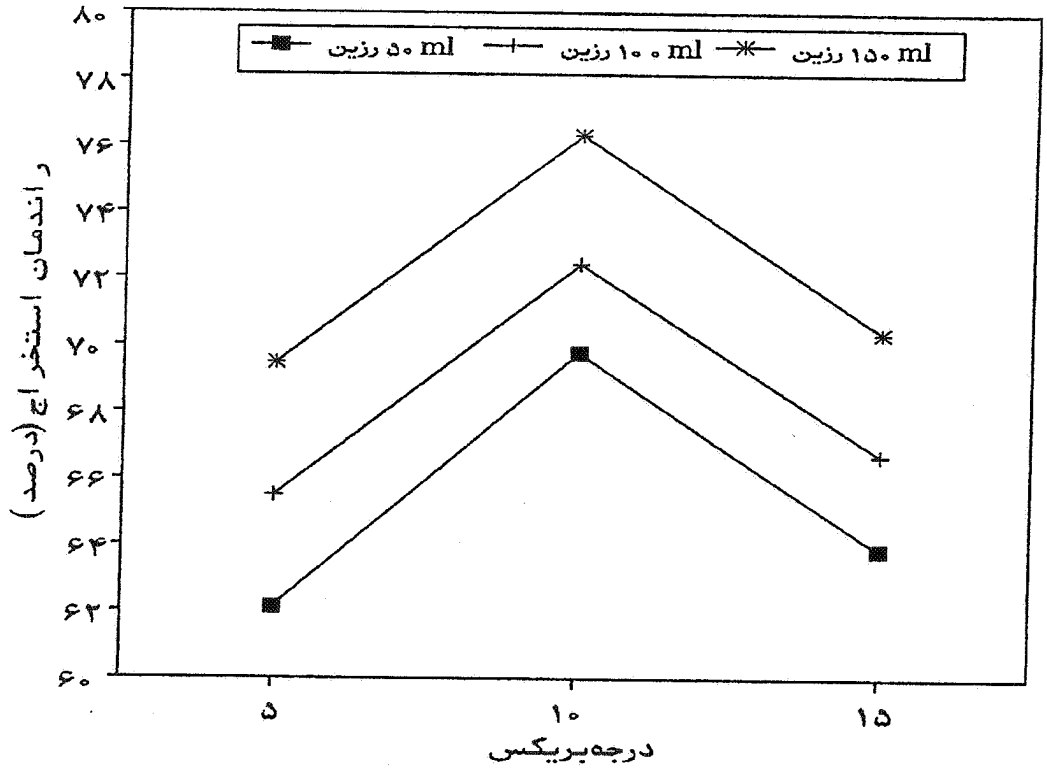
۶. توان رنگ‌دهی رنگ تولیدی برحسب واحد EBC، در مقایسه با کارامل، حدود ۵۴ درصد بود، که با توجه به قیمت بسیار کمتر رنگ تولیدی و نداشتن نیاز به ارز برای واردات، و سلامت آن نسبت به کارامل، که مصرف آن را تا بیش از دو برابر کارامل ممکن می‌سازد، رنگ تولید شده از توان رنگ‌دهی خوبی برخوردار است (۶ و ۱۰).

۷. پایداری رنگ تولید شده در برابر نور، دما و مدت نگهداری در مقایسه با کارامل، در نوشابه سیاه زمزم تعیین شد. اهمیت پایداری رنگ در این است که فراورده‌هایی که احتمالاً با این رنگ تهیه می‌شوند در شرایط مختلفی انبارداری می‌گردند. پایداری رنگ تولیدی و کارامل در دمای محیط و دمای چهار درجه سانتی‌گراد مقایسه شد (شکل‌های ۳ و ۴). نتایج نشان داد که در رنگ تولیدی شدت رنگ از روز اول تا روز پانزدهم انبارداری سیر نزولی داشته و سپس افزایش یافته است. همین تغییرات در کارامل نیز مشاهده شد، با این تفاوت که روند افزایش شدت رنگ کمتر از روند افزایش در رنگ تولیدی بود. علت افزایش شدت رنگ، احتمالاً حل شدن نهایی رنگ می‌باشد.

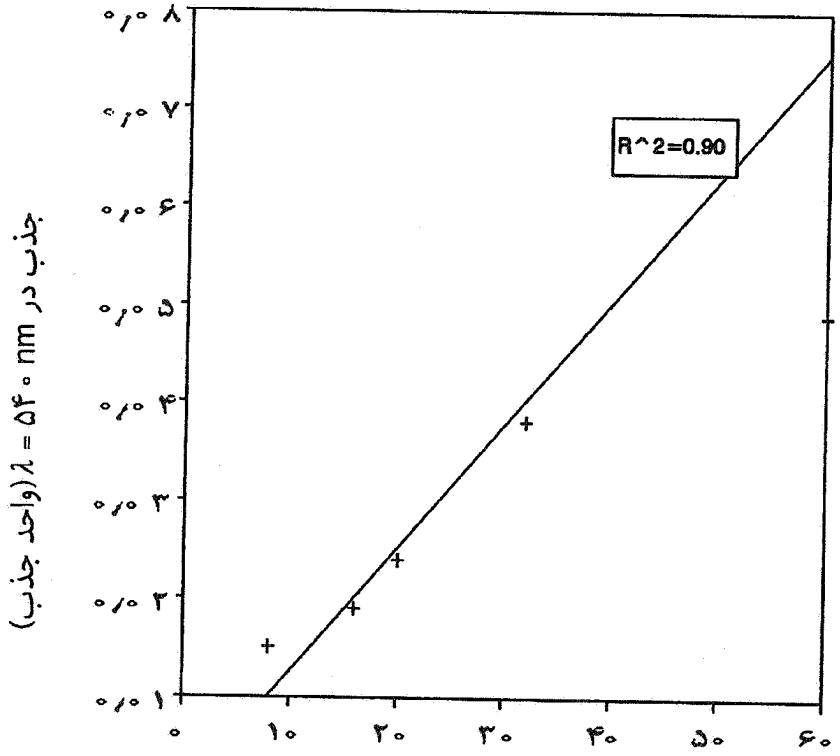
دمای انبار تأثیر محسوسی بر پایداری رنگ تولید شده و یا کارامل نداشت. بنابراین، از نظر پایداری رنگ، انبارداری در یخچال یا حرارت محیط تفاوت معنی‌داری ندارد. مقایسه انبارداری در شرایط روشنایی دایم فلورسنت با تاریکی، نشان داد که در شرایط نور، شدت رنگ تولیدی و کارامل به تدریج کاهش یافته است (شکل ۵)، ولی در شرایط تاریکی، پس از یک کاهش اولیه نسبتاً شدید (به مدت دو هفته)، شدت رنگ مجدداً افزایش یافته، به نحوی که پس از ۴۲ روز انبارداری، شدت رنگ نوشابه‌های نگهداری شده در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]



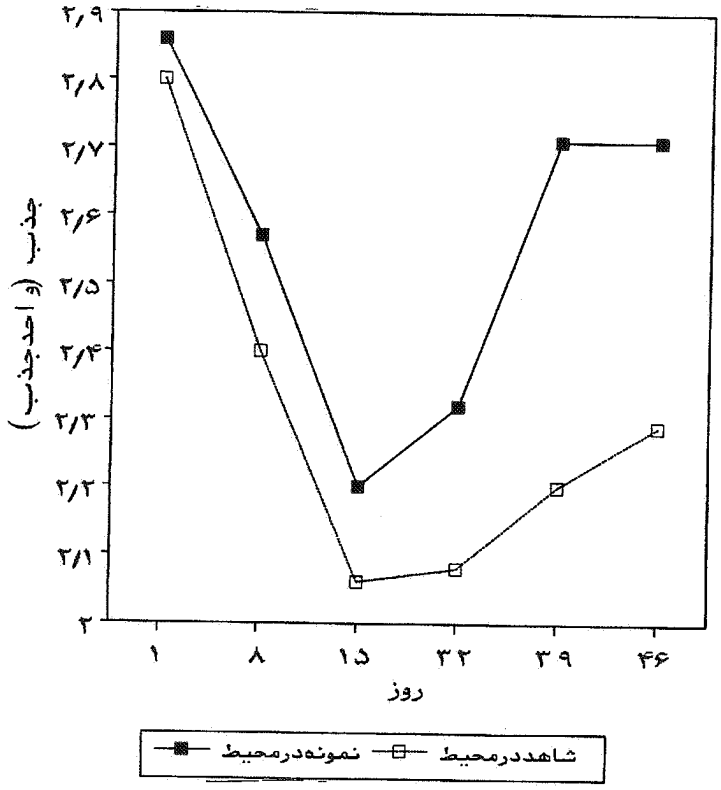
شکل ۱. بازده جداسازی رنگ از ملاس



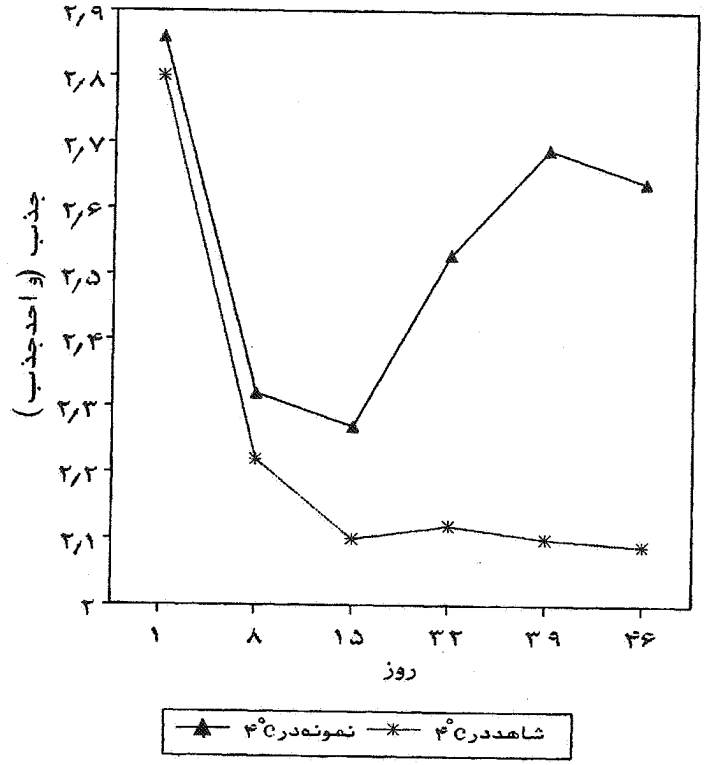
شکل ۲. منحنی استاندارد محلول ساکارز در غلظت‌های مختلف

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]



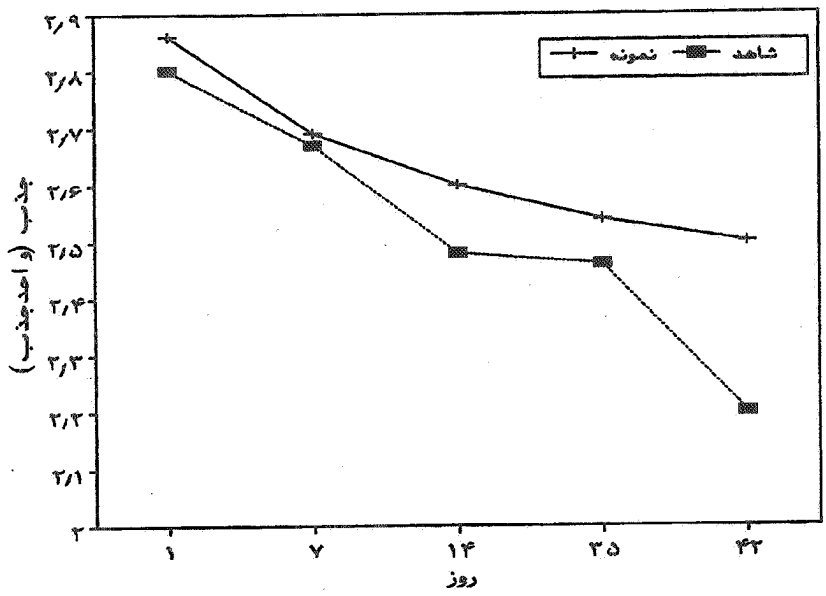
شکل ۳. مقایسه رنگ تولیدی (نمونه) و کارامل (شاهد) در نوشابه زمزم، در دمای محیط



شکل ۴. مقایسه رنگ تولیدی (نمونه) و کارامل (شاهد) در نمونه زمزم، در دمای ۴°C

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]



شکل ۵. مقایسه اثر نور و طول زمان بر پایداری رنگ تولیدی و کارامل

شرایط تاریکی به مراتب بیشتر از شدت رنگ نوشابه‌های نگهداری شده در شرایط نور بوده است (شکل‌های ۳ و ۴). بنابراین، پایداری رنگ تولید شده در شرایط مختلف، نه تنها با پایداری کارامل در همان شرایط قابل مقایسه بوده، بلکه در نهایت، برابر شکل ۶، شدت رنگ تولید شده از شدت رنگ کارامل بیشتر بوده است.

۸. نتایج نشان داد که با افزایش pH محیط، شدت رنگ نیز افزایش یافته، و از این نظر اختلاف معنی‌داری بین رنگ تولید شده و کارامل ملاحظه نشد (جدول ۱). در نتیجه، رنگ تولید شده برای مصرف در غذاهای مختلف، بدون توجه به pH آنها، کاملاً" قابل مصرف بوده، و در غذاهای با pH نزدیک به خنثی از شدت رنگ بیشتری برخوردار است.

۹. طول موج حداکثر جذب برای رنگ تولید شده و کارامل، با اندازه‌گیری طیف جذبی آنها در محدوده ۱۹۰ تا ۶۰۰ نانومتر، مطابق شکل‌های ۷ و ۸ به ترتیب ۲۷۸ و ۲۷۷ نانومتر به دست آمد. بنابراین نوع رنگ در رنگ تولید شده و کارامل تقریباً" یکسان است.

۱۰. اندازهٔ شاخص‌های L، a و b نشان داد که رنگ تولید شده از نظر کمی نیز بسیار مشابه کارامل می‌باشد (شکل ۹). البته شاخص L در مورد رنگ تولید شده حدود ۱۵ درصد بیشتر از این شاخص برای کارامل است، که در صورت لزوم، هنگام کاربرد رنگ تولید شده می‌توان با افزایش غلظت رنگ این اختلاف را نیز کاهش داد.

بررسی‌های فوق نشان می‌دهد که در صورت تولید رنگ از ملاس، این رنگ بسیار مشابه کارامل بوده و می‌تواند جانشین بسیار مناسبی برای آن در تولید نوشابه‌های گازدار سیاه رنگ باشد.

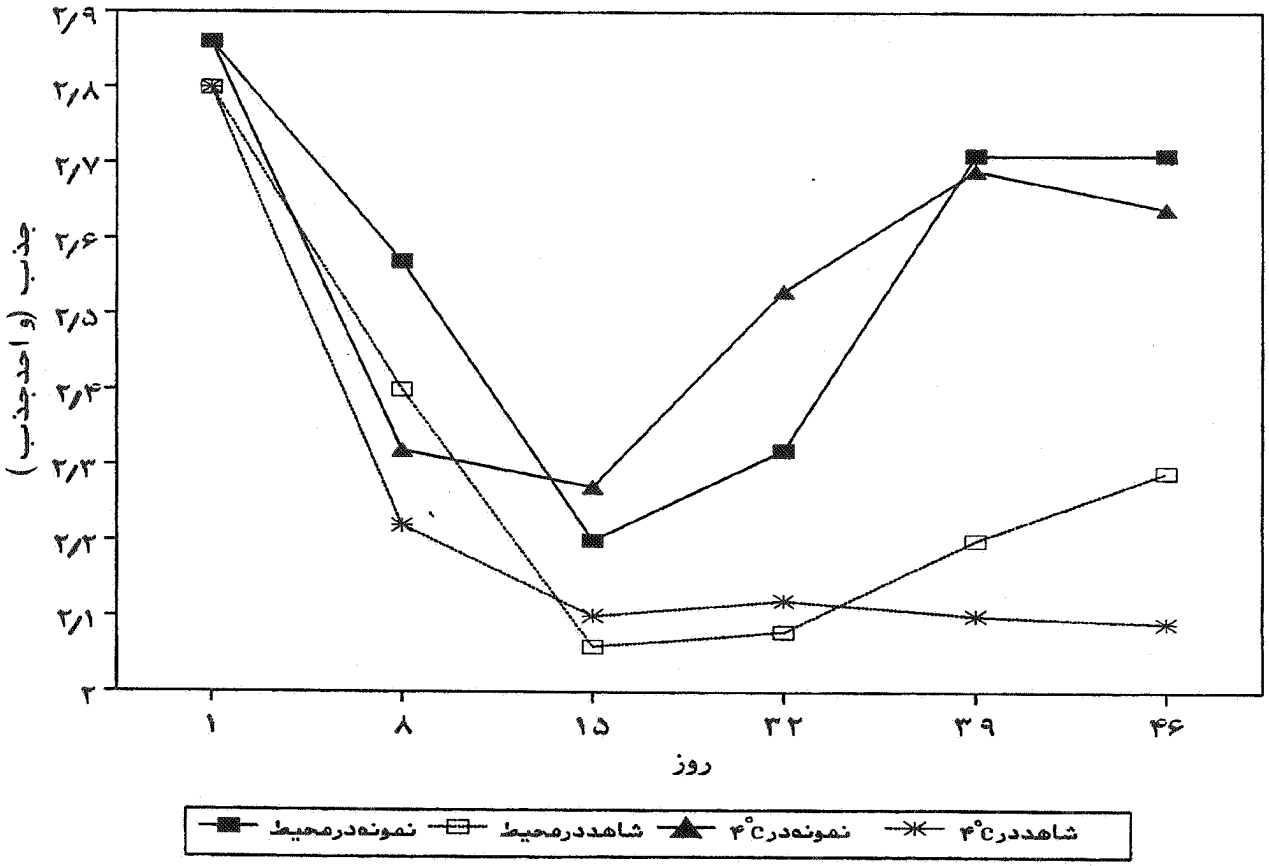
علاوه بر نوشابه‌های گازدار سیاه، از رنگ تولید شده می‌توان به عنوان جای‌گزین بخشی از پودر کاکائو در دیگر فراورده‌های خوراکی، مانند شیرکاکائو، کیک و بیسکویت شکلاتی و شکلات‌ها استفاده کرد. بنابراین، امکان استفاده از رنگ تولید شده در شیر کاکائو بررسی شد، و نتایج نشان داد که می‌توان تا حدود ۲۰ درصد از پودر کاکائو را با رنگ تولید شده جانشین کرد. هشتاد درصد از افرادی که در آزمایش‌های حسی شرکت کرده بودند، هیچ گونه اختلافی از نظر عطر، طعم و رنگ محصول در مقایسه با شیرکاکائو معمولی قائل نشدند (جدول ۲). نسبت جای‌گزینی برابر ۰/۰۲ گرم پودر رنگ تولید شده و ۱/۵ گرم پودر کاکائو، به ازای یک بطر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]

جدول ۱. مقایسه اثر pH بر پایداری رنگ تولیدی و کارامل

پ - هاش	مقدار جذب	
	نمونه (رنگ تولیدی)	شاهد (کارامل)
۱/۵	۰/۵	۰/۵۳
۲	۰/۵۳	۰/۵۴
۲/۲	۰/۵۳	۰/۵۵
۲/۷	۰/۵۳	۰/۵۶
۳	۰/۵۳	۰/۵۶
۵	۰/۵۵	۰/۵۶
۷	۰/۵۷	۰/۵۷



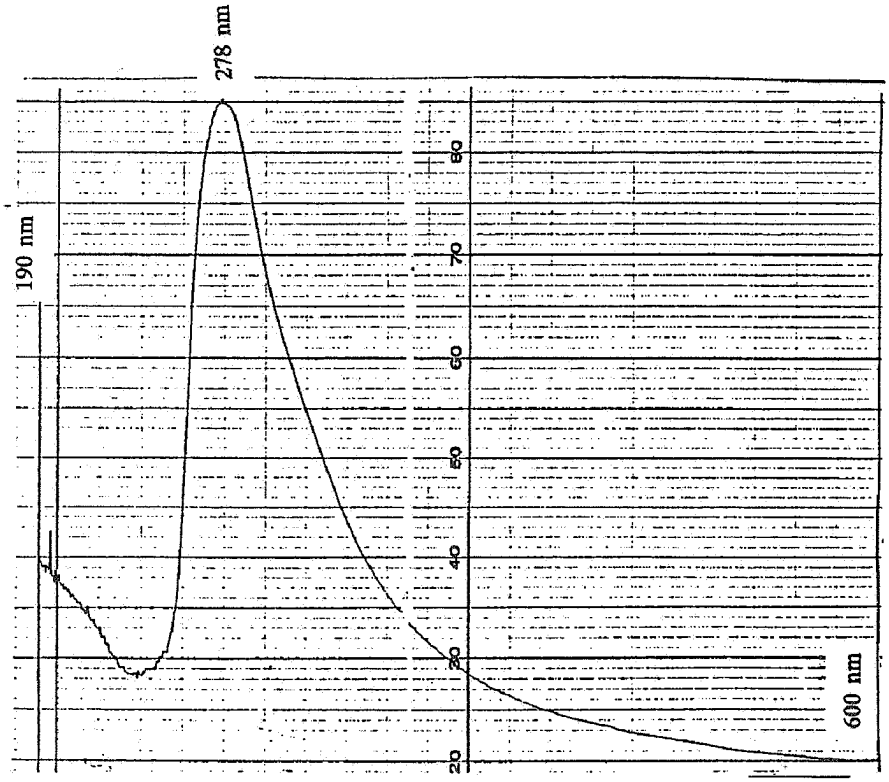
شکل ۶. مقایسه رنگ تولیدی (نمونه) و کارامل (شاهد) در نوشابه زمزم، در دمای محیط و ۴°C

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]

جدول ۲. تشخیص حسی درصدهای مختلف جانشین‌سازی کاکائو توسط رنگ تولیدی در شیر کاکائو

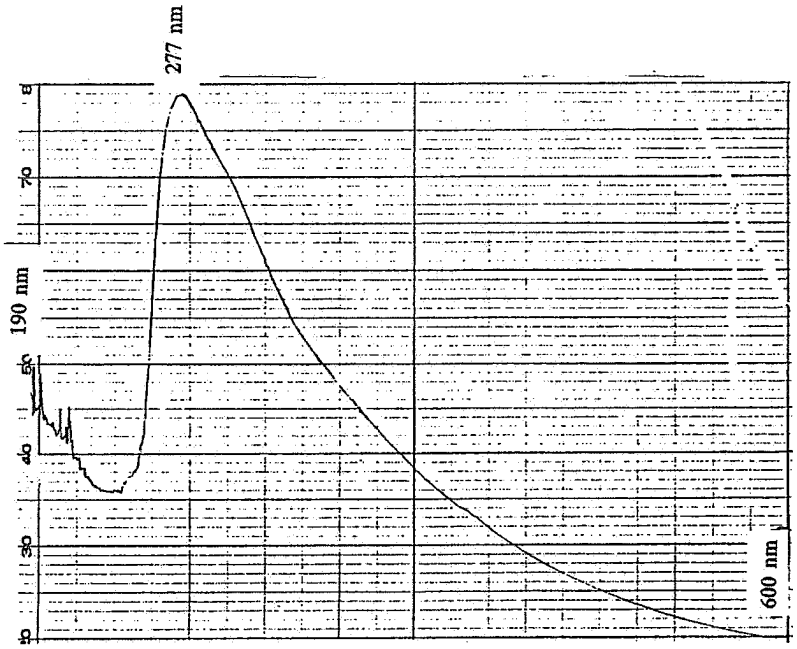
درصد تشخیص اختلاف		نام	مقدار	جانشین‌سازی	مقدار	مقدار	حجم
طعم	رنگ	نمونه	پودر رنگ		کاکائو	کاکائو	نمونه
(%)	(%)		(گرم)	(درصد)	(گرم)	(درصد)	(میلی‌لیتر)
–	–	شاهد	–	۰	۰/۴	۰/۸	۵۰
۱۱	۰	۹۹۶	۰/۰۰۲۸۵	۱۲/۵	۰/۳۵	۰/۷	۵۰
۲۲	۰	۵۷۱	۰/۰۰۴۲۷۵	۱۸/۷۵	۰/۳۲۵	۰/۶۵	۵۰
۳۳	۱۲/۵	۷۵۹	۰/۰۰۵۷	۲۵	۰/۳۰	۰/۶۰	۵۰
۷۸	۸۷/۵	۳۲۱	۰/۰۱۱۴	۵۰	۰/۲۰	۰/۴	۵۰
۸۶	۱۰۰	۶۹۶	۰/۰۱۴۲	۶۲/۵	۰/۱۵	۰/۳	۵۰
۸۹	۱۰۰	۸۰۱	۰/۰۱۷۱	۷۵	۰/۱	۰/۲	۵۰



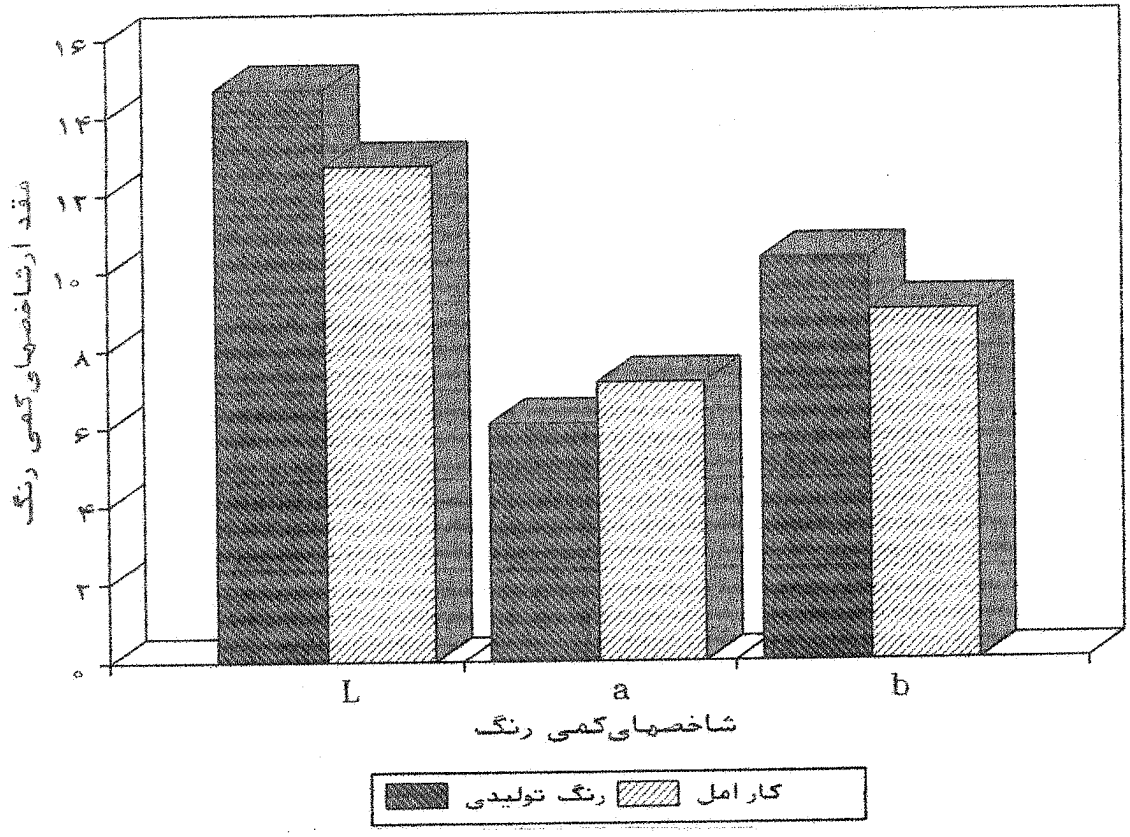
شکل ۷. طیف جذبی رنگ تولید شده از ملاس (نمونه)

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]



شکل ۸. طیف جذبی کارامل (شاهد)



شکل ۹. مقایسه شاخص‌های کمی رنگ تولیدی و کارامل به کمک سیستم هانترلب

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]

۲۵۰ میلی لیتری شیرکاکائو می‌باشد.

۱۱. بازده تولید و بررسی اقتصادی تولید رنگ از ملاس نشان داد که از هرکیلوگرم ملاس به طور میانگین ۷/۳ گرم پودر رنگ تولید می‌شود. با توجه به برآورد هزینه‌های تولیدی (در زمان انجام پژوهش)، هزینه تولید هرگرم پودر رنگ حدود ۱۰ ریال برآورد شد. بازده تولید نشان می‌دهد که چنانچه کارخانه‌ای با ظرفیت تولید سالیانهٔ یک هزار تن کارامل از ملاس (معادل مقدار مورد نیاز کارخانه‌های نوشابه سازی) تأسیس گردد، حدود ۱۴۰۰۰۰ تن ملاس تولیدی کشور، که در حال حاضر به هدر می‌رود، مورد استفاده قرار خواهد گرفت. محلول تغلیظ شده قند مایع را نیز می‌توان به عنوان یک محصول فرعی در چنین کارخانه‌ای تولید نمود.

۱۲. بررسی بهداشتی رنگ تولید شده نشان می‌دهد که باتوجه به استفاده از ملاس به عنوان یکی از مواد اولیه سالم و مغذی در صنایع غذایی و کارایی زیاد رزین، و روش جداسازی مورد استفاده در حذف املاح و فلزات، و هم‌چنین قرارگرفتن رنگ تولید شده به عنوان کارامل‌های طبقه یک و دو (که در مورد آنها نیازی به اندازه‌گیری میزان متیل ایمیدازول نمی‌باشد)، مصرف رنگ تولید شده بهداشتی بوده، و از سلامت بیشتری نسبت به رنگ‌های مصنوعی سیاه و کارامل‌های سنتزی و طبقه سوم برخوردار می‌باشد. لذا با توجه به این که در ایران تاکنون پژوهش مشابهی صورت نگرفته است، تولید رنگ از ملاس در حد نیمه صنعتی و صنعتی توصیه می‌گردد (۳).

منابع مورد استفاده

۱. بصیری، ع. ۱۳۶۸. طرح‌های آماری در علوم کشاورزی. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه شیراز.

۲. پروانه، و. ۱۳۵۳. کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی. انتشارات دانشگاه تهران.

۳. سحری، م.ع. ۱۳۷۰. استخراج رنگ از ریشه چغندر قرمز و کاربرد آن در صنایع غذایی. دانشگاه تربیت مدرس.

۴. مسکوکی، ع. م. ۱۳۶۷. استفاده از رنگ‌های طبیعی گیاهی در مواد غذایی. دانشگاه علم و صنعت.

5. Amberlite XAD-7. 1981. Fluid Process. Chemicals. Technical Bulletin, Rohm and Haas, Philadelphia, Patent: 19103.

6. Balme, A. 1990. Maitriser L'utilisation des additifs, un atout pour les industriels. Revue des ENIL 145: 6-25.

7. Clarke, M. A., R. A. Blanco and M. A. Godshall. 1984. Colour tests and other indicator of raw sugar refining characteristics. Proc. Sugar Process. Res. 284-304.

8. Clarke, M. A., R. A. Blanco and M. A. Godshall. 1985. Colour component in sugar refinery. Process. Sugar Ind. Technol. 22: 53-88.

9. Deman, J. M. 1990. Principle of Food Chemistry. AVI Publication, Westport, U.S.A.

10. F.A.O. and W.H.O. 1965. Specification for Identity and Purity and Toxicological Evaluation of Food Colours. F.A.O. Publication, Geneva, Switzerland.

11. Farber, L. and F. G. Carpenter. 1970. Identification of Sugar Colorants. Process. Technology Session, Cane Sugar Refining Research, Project 145-156.

12. Kennedy, A. M. and P. Smith. 1976. Colour in refineries. Proc. Sugar Ind. Technol. 35: 156-160.

13. Keramat, J. 1993. The chemistry of coloured compounds formed during sugar manufacture. Thesis of Ph.D., University of Reading, UK.

14. Kramer, A. 1966. Fundamentals of Quality Control for the Food Science. AVI Publication, Westport, U.S.A.

15. Meade, G. P. and J. C. P. Chen. 1997. ICUMSA's Method 4, Cane Sugar Handbook. 10th Ed., John

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]

Wiley, New York.

16. Paton, N. H. 1978. A method for the separation and identification of phenolic acids in sugar products. Proc. Int. Soc. of Sugar Cane Technol., 16th. Congress 2635-2643.
17. Smith, P. 1982. Analytical techniques for the separation of colour components and their application in sugar processing in CSR factories. Proc. Sugar Processing Res. Conf. 256-264.
18. Smith, P. and P. E. Gregory. 1971. Analytical techniques for colour studies. Proc. 1st Int. Soc. Sugar Cane Technol. 1415-1425.
19. Walford, J. 1980. Developments in Food Colours. Applied Science Publisher, New York, U.S.A.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1380.5.1.14.9]