مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

تاثیر استفاده همزمان صمغ اسفرزه و رنگ‌های خوراکی کورکومین و بتالائین بر خواص فیزیکی، حسی و پایداری نوشیدنی سنتی تخمیری ایرانی (دوغ)

حسام الدین آخوندزاده[۱]، مسعود تقی زاده*[۲]، مصطفی مظاهری تهرانی[۳]، مهدی ایرانی [٤]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- دانشیار گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استاد گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

٤- دانشجوی پسا دکتری، گروه علوم ومهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰۵/۱٦

کلمات کلیدی:

آنالیز حسی،

پایداری،

پتانسیل زتا،

دوغ،

صمغ اسفرزه،

DOI: 10.52547/fsct.18.119.393

* مسئول مکاتبات:

mtaghizadeh@um.ac.ir

چکیده

امروزه نوشیدنی‌های لبنی به دلیل گستردگی عرضه و تولید و فناوری پیچیده، بسیار موردتوجه‌اند اما مشکلات تکنولوژیکی موجود در مسیر تولید، توان رقابتی آن‌ها را کاسته است. یکی از مهم‌ترین مشکلات این محصولات پایداری آن‌ها در زمان نگه‌داری است و کارآمدترین راهکار پیش رو به‌کارگیری هیدروکلوئیدهاست. در پژوهش حاضر با افزودن هیدروکلوئید مستخرج از دانه اسفرزه در سه غلظت ۰/۲۵، ۰/۷۵ و ۱/۲۵ درصد وزنی و همچنین در حضور دورنگ خوراکی بتالائین و کورکومین، میزان پایداری با برگزاری آزمون پایداری فیزیکی طی زمان و سنجش میزان پتانسیل زتا به‌عنوان نمادی از پایداری، اندازه‌گیری شد. همچنین به‌منظور بررسی تأثیر غلظت رنگ بر مؤلفه‌های سنجش رنگ نمونه‌ها، آزمون رنگ سنجی به روش ماشین تصویربرداری اجرا گردید. میزان ماده خشک محصول و تأثیرپذیری آن از غلظت هیدروکلوئید و رنگ مورد استفاده به‌صورت تغییرات ماده خشک نمونه‌ها در غلظت‌های مختلف صمغ و رنگ اندازه‌گیری شد و درنهایت با برگزاری آزمون حسی، میزان تأثیرگذاری رنگ خوراکی افزوده‌شده به نمونه‌ها بر پذیرش مؤلفه‌های رنگ، آروما، طعم، پیوستگی و پذیرش کلی مشاهده و اندازه‌گیری گردید. در مجموع نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان داد غلظت‌های بالاتر هیدروکلوئید در فرمولاسیون محصول، موجب افزایش پایداری فیزیکی می‌گردد (حدود ۱۰ درصد) حال‌آنکه افزایش غلظت رنگ خوراکی بر کارایی هیدروکلوئید و به طبع پایداری محصول تأثیر منفی می‌گذارد. همچنین نتایج حاصل از آزمون سنجش مؤلفه‌های رنگی نشان داد تأثیر غلظت هردو رنگ بر مؤلفه‌های L*، a* و b* معنی‌دار بوده است اما تأثیر هیدروکلوئید بر این مؤلفه‌ها معنی‌دار نبوده است. در آزمون ماده خشک کل نیز تحلیل نتایج نشان داد افزایش غلظت هیدروکلوئید در محصول موجب افزایش معنی‌دار در ماده خشک می‌گردد حال‌آنکه تأثیر غلظت رنگ بر ماده خشک نمونه‌ها تأثیری نداشته است. تحلیل نتایج حاصل‌شده از آزمون حسی بر نمونه‌های دوغ نشان داد که هیدروکلوئید و رنگ افزوده‌شده به نمونه‌ها تأثیر معنی‌داری بر مؤلفه‌های حسی نداشته‌اند.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]

[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

۱- مقدمه

در زندگی امروز نوشیدنی‌ها از جهات مختلف موردتوجه‌اند چراکه علاوه بر نقشی که به‌عنوان غذا دارند، نقش‌های مهم دیگری هم برای آن‌ها مدنظر است. با نگاهی جامع‌تر، نوشیدنی‌ها سهم بسیار مهمی از بازار صنایع غذایی را از آن خودکرده و واحدهای مختلفی به‌طور تخصصی تمرکز خود را بر تولید صنایع آشامیدنی گذاشته‌اند.. یکی از رایج‌ترین دسته‌بندی‌ها توسط انجمن غذا و دارو ایالات‌متحده (FDA[1]) ارائه‌شده است. مطابق این رده‌بندی، نوشیدنی‌ها به سه دسته، نوشیدنی‌های صنعتی، نیمه‌صنعتی و سنتی تقسیم می‌شوند که هرکدام ویژگی‌های منحصربه‌فردی در مواد اولیه مورد استفاده، فرآیندهای تولید، بسته‌بندی و مصرف را دارا می‌باشند [۱].

یکی از انواع نوشیدنی‌های طبیعی (سنتی)، نوشیدنی‌های لبنی می‌باشند. سهولت تولید، ماده اولیه ارزان و در دسترس و گستردگی پذیرش توسط مصرف‌کنندگان ازجمله دلایل محبوبیت نوشیدنی‌های سنتی هستند. در پژوهش‌های مختلف انجام‌شده، محققان توانسته‌اند برای تولید این محصولات حتی از ضایعات صنایع غذایی نیز بهره‌برداری نمایند که با توجه به‌صرفه اقتصادی مدنظر کارخانه‌ها بسیار حائز اهمیت و جذاب است. به عنوان مثال؛ محصول تولیدشده با استفاده از آب‌پنیر[2]، آب‌کره، شیر پس چرخ و دوغ کره ازلحاظ حسی امتیاز بالایی کسب نمودند [۲]. یکی از مهم‌ترین اقسام نوشیدنی‌های بر پایه لبنیات، نوشیدنی‌های تخمیری هستند چراکه وجود باکتری‌های عامل تخمیر در این محصولات ضمن فراهم آوری شرایط بهینه جهت تولید محصول، موجب بهبود شرایط سلامت در مصرف‌کننده ازجمله بهبود گوارش و ایمنی می‌شوند و همچنین در تولید عطروطعم محصول نیز نقش به سزایی دارند. در کشور ما دوغ به‌عنوان مهم‌ترین نوشیدنی لبنی تخمیری شناخته می‌شود. دوغ، نوشیدنی تخمیری لبنی ایرانی بر پایه آب، نمک، ماست همزده یا ساده و طعم‌دهنده‌های گیاهی است [۳] که بسته به ذائقه مصرف‌کننده همراه با طعم‌دهنده‌های طبیعی دیگر مثل نعناع، پونه، گزنه و... مصرف می‌شود [٤]. تفاوت‌های فرهنگی و جغرافیایی عمده‌ترین عوامل تغییر در ترکیبات و نحوه تولید و مصرف دوغ هستند [۵]. یکی از مهم‌ترین چالش‌های تولیدکنندگان این محصول عدم پایداری فیزیکی در مدت‌زمان نگه‌داری است، ازجمله مهم‌ترین راهکارهای ارائه‌شده استفاده از هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون است. هیدروکلوئیدها درواقع به گستره‌ای از پلی ساکاریدها و پروتئین‌ها اطلاق می‌شود که در صنعت برای تحقق اهدافی همچون قوام دهندگی، ژل‌سازی در محلول‌های آبی، پایدارسازی کف‌ها، امولسیون‌ها و دیسپرسیون‌ها، جلوگیری از تشکیل کریستال‌های یخ و شکر و کنترل فرآیند رهایش طعم به کار می‌روند [٦] از دیگر ویژگی‌های هیدروکلوئیدها می‌توان به تشکیل ساختار و به دام انداختن آب موجود در سیستم اشاره نمود که البته عموماً در محصولات جامد موردتوجه است.

در این تحقیق از موسیلاژ حاصل از پوسته اسفرزه به دلیل بومی بودن، صرفه اقتصادی، عدم تأثیر بر خواص حسی محصول نهایی و کارایی بالا در پایدارسازی استفاده‌شده است. همچنین در تولید این محصول به جهت افزایش بازارپسندی، رنگ محصول نیز تغییر کرده است که از این حیث نیز مصرف‌کننده به خرید و مصرف محصول ترغیب می‌شود، درعین‌حال و فراتر از این دو ویژگی حسی، بهره‌برداری از خواص تغذیه‌ای و کمک به گوارش غذا که در هر دو گیاه (منبع رنگ) مورد استفاده به آن توجه شده است نیز از دیگر اهداف جنبی در این پژوهش است. درواقع، اضافه نمودن ماده افزودنی به محصول دوغ موجب افزایش بازارپسندی محصول خواهد شد که این امر مورد توجه صنعت نیز خواهد بود. ضمناً از دیدگاه مهندسی، تولید محصولی با حداکثر پایداری و حداقل میزان هیدروکلوئید در فرمولاسیون و کمترین تغییرات در خواص رفتار جریان مدنظر بوده است.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد

دوغ مورداستفاده در این پژوهش از نوع گرمادیده و بدون طعم‌دهنده از پایلوت آموزشی- تحقیقاتی صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد. رنگ قرمز مورداستفاده در این پژوهش، از منبع چغندر (بتالائین) با درجه خوراکی[3] و همچنین رنگ زرد مورد استفاده در این

1. Food and Drug Association
2. Whey protein
3. Food Grade

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

پژوهش نیز، از منبع زردچوبه (کورکومین) با درجه خوراکی و از پایلوت تحقیقاتی جهاد دانشگاهی مشهد تهیه گردید. هر دورنگ با روش علمی استخراج و توسط سانتریفیوژ دوجداره تحت فرآیند بوگیری قرار گرفته بوده‌اند.

پوسته اسفرزه از شرکت ریحان گام پارسیان خریداری گردید. استخراج موسیلاژ مطابق روش عسگری و همکاران ۱۳۸۷ باکمی تغییرات انجام شد[۷].

۲-۲- روشها

جهت استخراج موسیلاژ اسفرزه، پوسته آن با آب مقطر با نسبت ۱ به ۳۰ مخلوط شده و ۲٤ ساعت در دمای اتاق نگه-داری گردید. سپس با نسبت ۱ به ۵۵ (نسبت به وزن اولیه پوسته) با آب دیونیزه مخلوط شد. سپس نمونه‌ها در دمای اتاق و در ۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ شده و مایع فوقانی به آون منتقل شد. مایع سوپرتانت، در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۵ ساعت خشک گردید. در انتها فیلم به‌دست‌آمده به‌وسیله آسیاب به پودر تبدیل و جهت اجرای آزمون ها مورد استفاده قرار گرفت.

یک گرم از پودر رنگ با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و سپس با سرعت ۱۵۰۰ دور بر دقیقه به مدت ٤ دقیقه بدون استفاده از حرارت محلول گردید. سپس مقدار موردنیاز (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی) به‌وسیله سرنگ برداشت‌شده و به نمونه اضافه گردید.

۰/۲۵ گرم از پودر حاصل از فرآیند استخراج، با ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر (نسبت ۱ به ۱۰۰) مخلوط شده و سپس در حمام آبگرم با دمای ۸۰ درجه و به مدت ۵ دقیقه قرار داده‌شد. در هر مرحله میزان موردنیاز از هیدروکلوئید به‌وسیله سرنگ به نمونه افزوده شد. به‌منظور حصول حداکثر یکنواختی در نمونه‌ها در زمان آماده‌سازی، ظرف حاوی دوغ در ۱۲۰۰ دور و بدون حرارت بر روی دستگاه همزن مغناطیسی[4] قرارگرفته و رنگ و هیدروکلوئید به میزان مورد نیاز به نمونه افزوده می‌شد.

۲-۲-۱-پایداری

جهت اندازه‌گیری پایداری نمونه‌ها از روش کیانی و همکاران(۲۰۱۰)بهره گرفته شد[۵]. مطابق این روش نمونه‌ها در فالکون مدرج ریخته شده و به مدت ۳۰ روز در دمای یخچال و بدون جابجایی قرار گرفتند. در فواصل زمانی سه‌روزه ارتفاع اجزا محصول پایش و ثبت می‌گردید. همچنین جهت جلوگیری از خطا در طول آزمون، فضای خالی موجود میان درجه‌های فالکون نیز، قبلا علامت‌گذاری شده بود.

۲-۲-۲-رنگ سنجی

در این پژوهش از سیستم ماشین بینایی به‌طور شبیه‌سازی‌شده مطابق روش ارائه‌شده توسط کودو و همکاران، ۲۰۱۰ استفاده شد [۸]. به این صورت که از یک جعبه مستطیلی ابعاد ۵۰×۵۰×۷۵ سانتی‌مترمکعب به‌عنوان سکوی تصویربرداری استفاده شد. تصویربرداری با استفاده از دوربین دیجیتال ۱۲ مگاپیکسل ساخت شرکت canon(ژاپن) مدل 1000 D انجام شد. سیستم نورپردازی از چهار لامپ فلورسنت ۱۰ واتی به طول ٤۰ سانتیمتر تشکیل‌شده بود. نور با زاویه ٤۵ درجه به نمونه تابیده شد. تصویربرداری با دوربین دیجیتالی در فاصله ۲۱/۵ سانتی‌متری نمونه انجام شد که این روش با اندکی تغییرات مطابق استاندارد بود. برای کالیبره کردن سیستم از یک کاشی سفیدرنگ که مقادیر پارامترهای رنگی*L, *a, *b آن توسط تولیدکننده مشخص‌شده بود، استفاده شد. مؤلفه *Lبیانگر درجه روشنی نمونه می‌باشد که می‌تواند مقادیر ۰ تا ۱۰۰ را به خود اختصاص دهد. مؤلفه *aگستره رنگ سبز (مقادیر منفی) تا رنگ قرمز (مقادیر مثبت) و مؤلفه *b نیز گستره رنگ آبی (مقادیر منفی) تا رنگ زرد (مقادیر مثبت) را در برمی‌گیرد، به‌منظور بررسی مؤلفه‌های رنگ، نمونه‌ها در یک پلیت شیشه‌ای با قطر ۵۸ میلی‌متر و عمق ۱۵ میلی‌متر قرار گرفتند سپس تصاویر به‌دست‌آمده در نرم‌افزار image J نسخه ۰۱ (۲۰۰٦) مورد آنالیز قرارگرفته و مقادیر مربوط به هر مؤلفه در آن‌ها اندازه‌گیری شد.

۲-۲-۳-ویژگیهای حسی

برای اندازه‌گیری پارامترهای حسی نمونه‌های تولیدشده از استاندارد ملی ایران به شماره ٤٦۹۱ استفاده گردید [۹]. بر این اساس، تعداد ۲۵ نفر از دانشجویان رشته علوم و مهندسی صنایع غذایی آشنا به محصول و ویژگی‌های آن، (از هر دو جنس) انتخاب و پس از توجیه در خصوص نحوه پاسخ‌دهی به سؤالات از طریق روش هدونیک ۵ نقطه‌ای، نمونه‌ها در شرایط برابر موردسنجش قرار گرفت.

مؤلفه‌های مورد ارزیابی بر اساس پژوهش کیانی و همکاران(۲۰۱۰) آذری کیا و عباسی(۲۰۱۰) با تغییرات جزئی

4. Magnet stirrer

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

انتخاب گردیدند. پارامترهای رنگ، طعم، آروما، یکنواختی و پذیرش کلی در این آزمون مورد ارزیابی قرار گرفتند [۵و ۱۰].

۲-۲-٤- ماده خشک

برای اندازه‌گیری مقدار ماده خشک، از روش کار استاندارد ملی ایران به شماره ٦٣٧ با اندکی تغییرات استفاده شد [۱۱]. در این روش پلیت‌های شیشه‌ای به‌وسیله آب مقطر کاملاً شسته شد، سپس آون گذاری انجام و پس از نگه‌داری در دسیکاتور، وزن آن‌ها ثبت گردید. سپس در هر پلیت ۳۰ گرم از نمونه به‌صورت کاملاً یکنواخت ریخته شد و پلیت‌های حاوی نمونه به آون منتقل گردید. تمامی پلیت‌ها در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷ ساعت (تا رسیدن به وزن ثابت) قرار داده شدند، پس‌ازآن توزین مجدداً انجام و از طریق رابطه زیر درصد ماده جامد کل در نمونه‌ها مشخص گردید.

معادله ۱

=ماده جامد کل

۱۰۰×(وزن قبل‌از خشک‌کردن/ وزن پس‌از خشک‌کردن)

۲-۲-۵- پتانسیل زتا

در محلول‌های یونی همواره لایه‌ای از یون‌ها با بار مخالف وجود دارند که با پیوندهای مستحکم به یکدیگر متصل هستند که آن را لایه سخت[5] می‌نامند [۱۲]. لایه دوم توزیع بارها نیز از یون‌های سرگردان تشکیل‌شده است. مجموعاً این دولایه را لایه دوگانه الکتریکی[6] می‌نامند. زمانی که ذرات حرکت می‌کنند، تمایز میان ذرات در لایه پراکنده تجمعی و لایه توزیع‌شده ایجاد می‌گردد. نیروی بالقوه نگه‌دارنده میان دولایه را اصطلاحاً پتانسیل زتا[7] می‌نامند که درواقع نمایانگر بار الکتریکی موجود در سطح نانو ذرات است [۱۳].

جهت اندازه‌گیری پتانسیل زتا یک جریان الکتریکی را از نمونه عبور می‌دهند و سپس تحرک نانو ذرات را با استفاده از روش سرعت سنجی لیزیک داپلر[8] (LDV) و از طریق رابطه هنری اندازه‌گیری می‌نمایند.

$$Ue = \frac{2\varepsilon z f(\kappa a)}{3\eta}$$

معادله۲

5. Stern layer
6. Electrical double layer
7. Zeta potential
8. Laser Doppler velocimetry

Table 1 Parameters participating in Henry equation

Parameter	concept
U_e	electrophoretic mobility (μm.cm/V.s)
ε	dielectric constant (F/m)
η	absolute zero-shear viscosity (mPa.s)
$f(\kappa a)$	Henry function
κa	measure of the ratio of the particle radius to the Debye length

ذراتی با پتانسیل ۱۰- تا ۱۰+ میلی ولت را خنثی و ذراتی با پتانسیل بیش از ۳۰ میلی ولت را کاتیونی و کمتر از ۳۰- را آنیونی می‌نامند [۱٤].

۲-۲-٦- آنالیز آماری

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، آزمایشات در قالب طرح آزمون فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه متغیر مستقل نوع رنگ در دو سطح (زرد و قرمز)، غلظت رنگ (۵، ۱۰، ۱۵ درصد) و غلظت هیدروکلوئید (۰/۲۵، ۰/۷۵، ۱/۲۵ درصد) هرکدام در سه سطح انجام شد. نتایج از طریق آزمون آنالیز واریانس و میانگین با آزمون توکی در سطح آماری ۹۵ درصد مقایسه شدند. تمامی تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار مینی تب نسخه ۱۷ (Minitab 17) انجام شد و رسم نمودارها در نرم‌افزار مایکروسافت اکسل ۲۰۱۳ (Microsoft 2013) صورت پذیرفت. همچنین به‌منظور تحلیل اثرات متقابل نیز از نرم‌افزار دیزاین اکسپرت نسخه ۱۱ (Deign Expert 11) و روش آنالیز چهار طرفه[9] بهره گرفته شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- پایداری

نتایج آنالیز واریانس نشان داد اثر غلظت هیدروکلوئید بر مؤلفه پایداری معنی‌دار بوده است. میزان بزرگی به‌دست‌آمده در مؤلفه پایداری، بین ۹ تا ۱۵ بوده است که بیشترین مقدار مربوط به نمونه‌ی حاوی ۵ درصد رنگ زرد و ۱/۲۵ درصد هیدروکلوئید بوده است و کمترین میزان نیز مربوط به نمونه‌ی شاهد بود. به‌طورکلی تغییرات پایداری در نمونه‌های حاوی رنگ قرمز با افزایش میزان هیدروکلوئید در نمونه‌ها، افزایش‌یافته است درحالی‌که در شرایط ثابت بودن میزان هیدروکلوئید در فرمولاسیون نمونه، افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون موجب

9. Quadratic

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

کاهش پایداری نمونه در طی مدت آزمون گردیده است. این نتایج نشان‌دهنده این نکته است که رنگ افزوده‌شده به فرمولاسیون موجب افزایش ناپایداری در نمونه و کاهش کارآمدی هیدروکلوئید در پایدار نمودن نمونه‌هاست که این امر به علت کاهش pH نمونه‌ها در زمان افزودن رنگ مورد استفاده و درنتیجه تجمع کازئین می‌باشد. نتایج حاصل با نتایج گزارش‌شده توسط آذری کیا و عباسی، ۲۰۱۰ با موضوع بررسی فرآیند پایدارسازی دوغ با استفاده از پکتین و فروغی نیا و همکاران، ۲۰۰۷ با موضوع پایداری سازی محصول دوغ با استفاده از کتیرا، ثعلب و گوار نیز همخوانی دارد. افزایش میزان هیدروکلوئید در نمونه موجب افزایش پایداری نمونه‌ها در زمان نگهداری می‌شود [۱۰]. کاهش pH نمونه‌ها کارایی هیدروکلوئید را کاهش داده و موجب ناپایداری نمونه‌ها گردیده است [۳].

همانطور که از شکل نیز پیداست (شکل ۲)، افزایش میزان هیدروکلوئید سبب افزایش پایداری به طور میانگین ۸ درصد در نمونه های زرد و ۵ درصد در نمونه های قرمز شده است و افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون در شرایط ثابت بودن میزان هیدروکلوئید سبب کاهش پایداری به طور میانگین ۱۱ درصد در نمونه های زرد و ۱۲ درصد در نمونه های قرمز می‌شود. از بررسی داده‌های حاصل‌شده و شکل این‌گونه نتیجه می‌گیریم که بیشترین میزان پایداری در نمونه‌های حاوی رنگ زرد نیز زمانی حاصل گردیده است که غلظت رنگ در کمترین میزان (۵ درصد) و غلظت هیدروکلوئید در بیشترین (۱/۲۵ درصد) میزان در نمونه بوده است.

به لحاظ آماری تفاوت معناداری میان غلظت‌های مختلف هر رنگ و استفاده از دورنگ قرمز و زرد به لحاظ تغییرات پایداری وجود ندارد که این نتایج نشان می‌دهد که هیچ‌کدام از رنگ‌ها از منظر پایداری ارجحیتی به دیگری ندارند. به‌بیان‌دیگر نتایج پژوهش نشان‌دهنده این نکته هستند که با افزودن صمغ اسفرزه به نمونه‌ها، پروتئین موجود در ساختار دوغ (کازئین) با ساختار کربوهیدرات صمغ اسفرزه پیوند برقرار می‌نماید و همچنین از سوی دیگر صمغ اسفرزه با آب موجود در ساختار دوغ پیوند برقرار می‌نماید که درنهایت موجب پایدار ماندن محصول نهایی و عدم رسوب پروتئین موجود در ساختار دوغ می‌گردد. هرچه میزان هیدروکلوئید در فرمولاسیون نمونه‌ها بیشتر باشد طبعاً پیوندهای بیشتری برقرارشده و پایداری افزایش میابد. مقایسه نتایج گزارش شده توسط کیانی و همکاران (۲۰۱۰)، در خصوص تاثیر ژلان و پکتین با متوکسیل بالا بر پایداری محصول دوغ با نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر نشان میدهد تاثیر ژلان بر پکتین بر پایداری محصول بسیار کم بوده به‌طوریکه با افزایش میزان پکتین شاخص ناپایداری در مقایسه با ژلان به تنهایی داشته است در حالیکه افزایش غلظت ژلان در نمونه‌ها موجب افزایش پایداری در ۳۰ روز شده است، نکته مهم اینست که مقادیر گزارش شده برای پایداری نمونه‌ها همچنان از مقادیر بدست آمده در پژوهش حاضر کمتر است و این نکته کارآمدی صمغ پوسته اسفرزه را نشان می‌دهد. نتایج گزارش شده توسط آذری کیا و عباسی (۲۰۱۰) با موضوع تاثیر صمغ کتیرا بر پایدارسازی دوغ نیز نشان می‌دهد افزایش میزان کتیرا در نمونه ها موجب افزایش پایداری می‌گردد و پایداری محصول در غلظت‌های ۰/۲ درصد و بالاتر تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد داشته‌اند که نسبت به صمغ اسفرزه از کارایی کمتری برخوردار است.

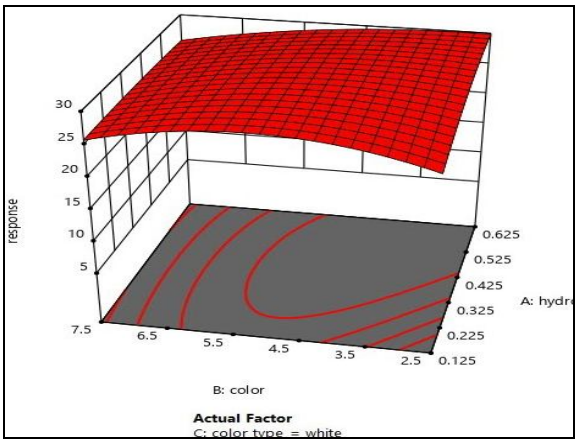


Fig 1 stability in samples (red) affecteb by color and hydrocolloid concentration

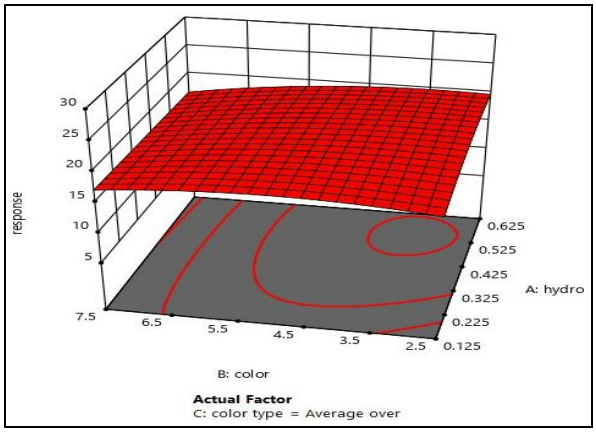


Fig 2 stability in samples (both) affected by color and hydrocolloid concentration

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

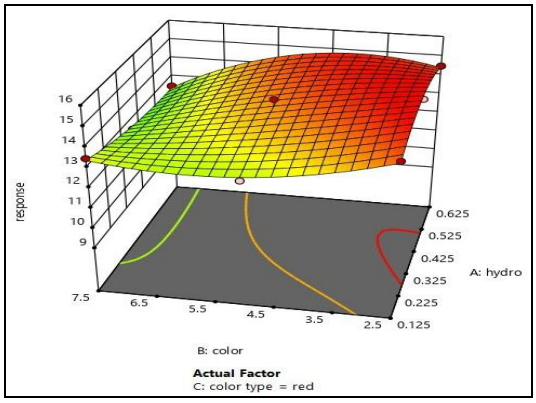


Fig 3 stability in control

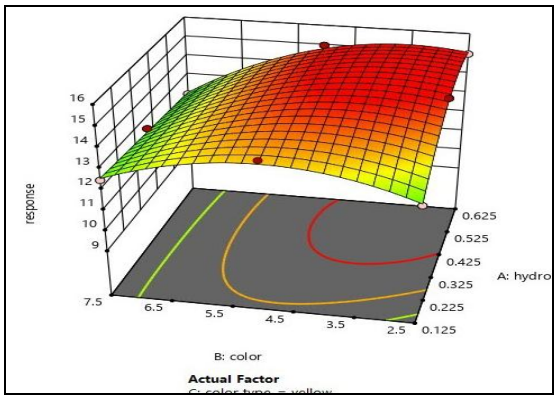


Fig 4 stability in samples (yellow) affecteb by color and hydrocolloid concentration

۳-۲- رنگ سنجی

۳-۲-۱- رنگ قرمز

به‌منظور بررسی تغییرات رنگ نمونه‌ها پس از افزودن غلظت‌های مختلف رنگ قرمز از روش پردازش تصویر و آنالیز به‌وسیله نرم‌افزار image j نسخه ۰۱ (۲۰۰۶) انجام شد.

نتایج آنالیز واریانس نشان داد تأثیر غلظت رنگ قرمز بر مؤلفه‌های رنگ سنجی (L*، a* و b*) معنادار بوده است ($P<0/01$) اما غلظت هیدروکلوئید بر تغییرات مؤلفه‌های رنگ سنجی معنادار نبوده است.

نتایج نشان داد بیشترین میزان ثبت‌شده برای مؤلفه L* در نمونه‌های حاوی رنگ قرمز، عدد ۲۲/۲۵ مربوط به نمونه شاهد و کمترین میزان ثبت‌شده برای این مؤلفه، عدد ۲۰/۰۵٤ مربوط به نمونه حاوی ۱۰ درصد رنگ و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید بوده است. بررسی شکل مؤلفه L* (روشنایی) نشان می‌دهد با افزایش غلظت رنگ قرمز در نمونه‌ها مؤلفه روشنایی روند نزولی‌داشته است و این روند در تمام نمونه‌ها کاملاً ملموس می‌باشد (شکل ۵) البته در نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد رنگ (بیشترین غلظت) مقدار مؤلفه روشنایی روند افزایشی (حدود ٦ درصد) به خود گرفته است اما همچنان نسبت به نمونه شاهد در مرتبه پایین‌تری قرار دارد.

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد بیشترین میزان ثبت‌شده برای مؤلفه a* در نمونه‌های حاوی رنگ قرمز، عدد ۰/۵۰٤ مربوط به نمونه ۱۵ درصد رنگ و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین میزان ثبت‌شده برای این مؤلفه، عدد ۱/۳۵۱۵- مربوط به نمونه شاهد بوده است. تحلیل نتایج آزمون نشان می‌دهد که تفاوت معنادار آماری میان نمونه شاهد و نمونه حاوی ۵ درصد (کمترین غلظت) رنگ وجود ندارد اما میانگین نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد (بیشترین غلظت) رنگ به‌طور معناداری باهم و با نمونه حاوی ۵ درصد رنگ و نمونه شاهد اختلاف داشتند. بررسی شکل مؤلفه a* (سبز - قرمز) نشان می‌دهد با افزایش غلظت رنگ قرمز در نمونه‌ها، مؤلفه موردنظر روند صعودی از خود نشان داده است و این روند در تمام نمونه‌ها کاملا ملموس می‌باشد. البته نتایج حاصل همچنین نشان می‌دهند رنگ مورد استفاده به‌صورت مشخصی مؤلفه رنگی را به سمت مقادیر مثبت (قرمز) تغییر داده است که این امر در نمونه‌های حاوی مقادیر بالاتری از غلظت رنگ ملموس‌تر می‌باشد (شکل ٦).

همچنین بیشترین میزان ثبت‌شده برای مؤلفه b* در نمونه‌های حاوی رنگ قرمز، عدد ۰/۳۲۱ مربوط به نمونه ۱۰ درصد رنگ و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین میزان ثبت‌شده برای این مؤلفه، عدد ۰/۰۵۸۵ مربوط به نمونه شاهد بوده است. تحلیل نتایج آزمون نشان می‌دهد که تفاوت معنادار آماری میان نمونه شاهد و نمونه حاوی ۵ درصد (کمترین غلظت) رنگ وجود ندارد اما نمونه حاوی ۱۵ درصد رنگ علی‌رغم اختلاف معنادار با نمونه شاهد، با نمونه حاوی ۵ درصد رنگ اختلافی نداشته است. همچنین نمونه حاوی ۱۰ درصد رنگ در مقایسه با نمونه حاوی ۱۵ درصد رنگ اختلافی نداشته است اما نسبت به نمونه‌های حاوی ۵ درصد رنگ و نمونه شاهد اختلاف معناداری از خود نشان داده است. بررسی شکل مؤلفه b* (آبی - زرد) نشان می‌دهد (شکل ۷) با افزایش غلظت رنگ قرمز در نمونه‌ها، مؤلفه موردنظر در تمامی غلظت‌های رنگ روند صعودی از خود نشان داده است اما در نمونه حاوی بیشترین میزان رنگ (۱۵ درصد)، مؤلفه b* کاهش‌یافته است به این معنا که تمایل آن به سمت آبی در مؤلفه موردنظر تغییریافته است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

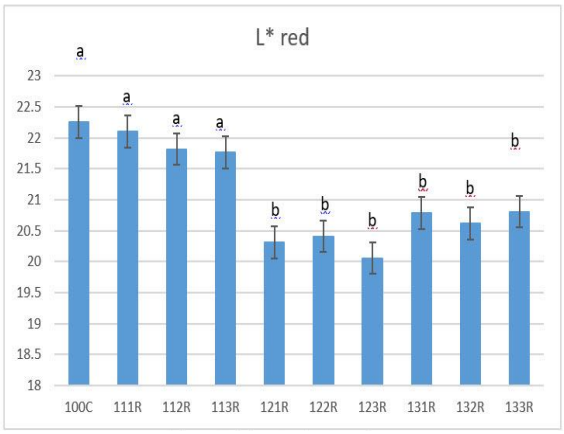


Fig 5 effect of red color on L*

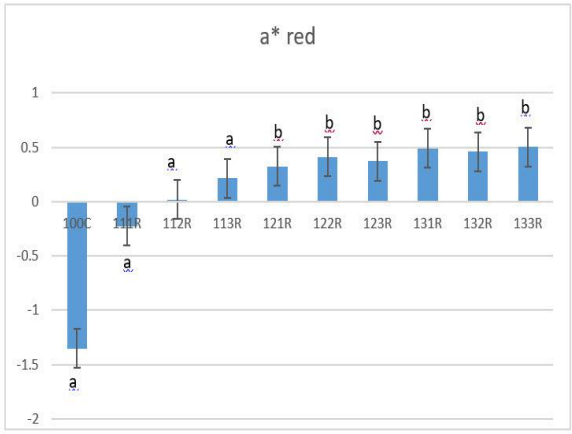


Fig 6 effect of red color on a*

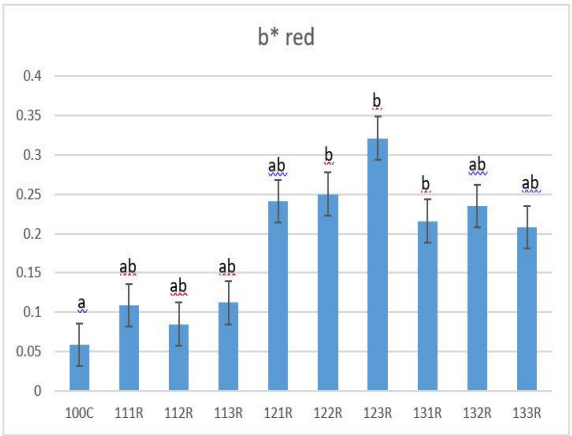


Fig 7 effect of red color on b*

Notice: In Sample codes First number shows hydrocolloid concentration (1 for 0/25, 2 for 0/75 & 3 for 1/25) 2nd number shows color concentration (1 for 5%, 2 for 10% & 3 for 15%) and 3rd number is replication

۳-۲-۲- رنگ زرد

نتایج آنالیز واریانس نشان داد تأثیر غلظت رنگ زرد بر مؤلفه‌های رنگ سنجی (L*،a*وb*) معنادار بوده است (P<0/01) اما غلظت هیدروکلوئید بر تغییرات مؤلفه‌های رنگ سنجی بی‌معنی بوده است.

نتایج نشان داد بیشترین میزان ثبت‌شده برای مؤلفه L* در نمونه‌های حاوی رنگ زرد، عدد ۲۳/٤٥ مربوط به نمونه حاوی ۵ درصد رنگ و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین میزان ثبت‌شده برای این مؤلفه، عدد ۲۲/۲۵۵ مربوط به نمونه شاهد بوده است. بررسی شکل مؤلفه L* (روشنایی) نشان می‌دهد با افزایش غلظت رنگ زرد در نمونه‌ها، مؤلفه موردنظر روند صعودی از خود نشان داده است و این روند در تمام نمونه‌ها کاملاً ملموس می‌باشد. البته نتایج حاصل همچنین نشان می‌دهند روند افزایش در نمونه‌های حاوی رنگ نسبت به نمونه شاهد تا حد زیادی به‌صورت ثابت بوده است و تغییرات چشمگیری در آن مشاهده نمی‌شود (حدود ۲ درصد) (شکل ۸).

نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد بیشترین میزان ثبت‌شده برای مؤلفه a* در نمونه‌های حاوی رنگ زرد، عدد ۰/۹۸۱- مربوط به نمونه ۵ درصد رنگ و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین میزان ثبت‌شده برای این مؤلفه، عدد ۲/٤۹۲- مربوط به نمونه حاوی ۱۵ درصد رنگ و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید بوده است. از مقایسه میانگین‌ها چنین برمیاید که تفاوت معنادار آماری میان نمونه شاهد و نمونه حاوی ۵ درصد (کمترین غلظت) رنگ وجود ندارد اما میانگین نمونه‌های حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد (بیشترین غلظت) رنگ به‌طور معناداری باهم و با نمونه حاوی ۵ درصد رنگ و نمونه شاهد اختلاف داشتند. بررسی شکل مؤلفه a * (سبز - قرمز) نشان می‌دهد با افزایش غلظت رنگ زرد در نمونه‌ها، روند منطقی در میزان مؤلفه موردنظر به وجود نیامده است، هرچند در نمونه‌های حاوی ۵ درصد رنگ روند قدری شرایط صعودی دارد اما در نمونه‌های حاوی ۱۰ درصد رنگ این روند کاهشی بوده است و همچنین در نمونه‌های حاوی ۱۵ درصد رنگ روند به صورت نزولی ادامه یافته است (شکل ۹).

همچنین بیشترین میزان ثبت‌شده برای مؤلفه b* در نمونه‌های حاوی رنگ زرد، عدد ۰/۵۳٦ مربوط به نمونه ۱۵ درصد رنگ و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین میزان ثبت‌شده برای این مؤلفه، عدد ۰/۰۵۸۵ مربوط به نمونه شاهد بوده است. از مقایسه میانگین‌ها چنین برمیاید که تفاوت معنادار آماری میان نمونه شاهد و نمونه حاوی ۵ درصد (کمترین غلظت) و ۱۰ درصد (غلظت میانی) رنگ وجود ندارد اما نمونه حاوی ۱۵

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

درصد رنگ با تمام غلظت های دیگر اختلاف معنی داری داشته است. بررسی شکل مؤلفه b* (آبی – زرد) نشان می‌دهد با افزایش غلظت رنگ زرد در نمونه‌ها، مؤلفه موردنظر در تمام نمونه‌های روند صعودی از خود نشان داده است و این روند کاملاً ملموس می‌باشد نتایج حاصل همچنین نشان‌دهنده یک جهش افزایشی در نمونه‌های حاوی بیشترین میزان رنگ زرد هستند (شکل ۱۰).

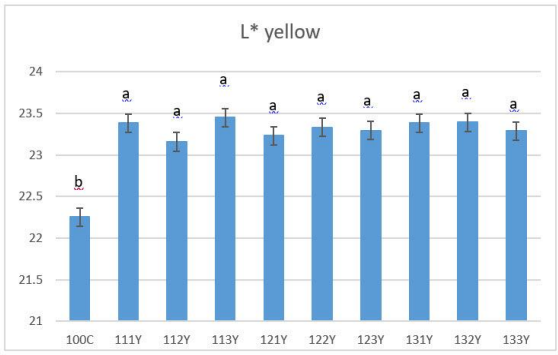


Fig 8 effect of yellow color on L*

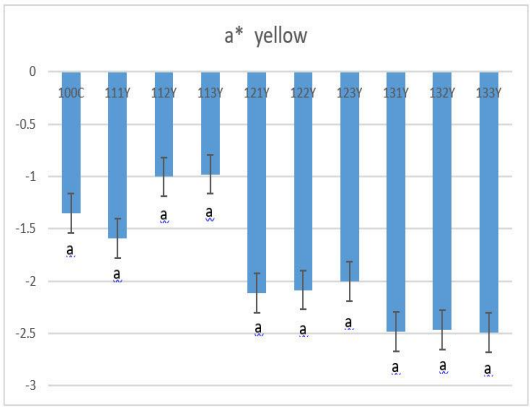


Fig 9 effect of yellow color on a*

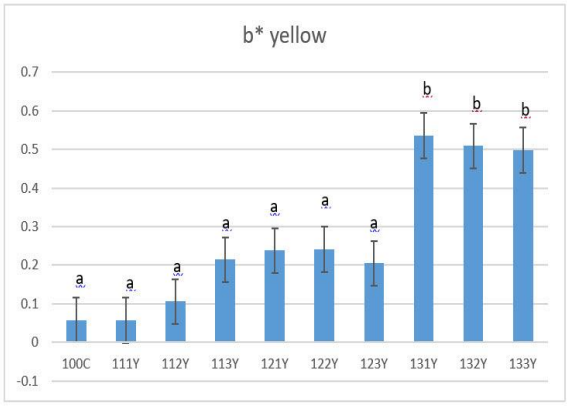


Fig 10 effect of yellow color on b*

Notice: In Sample codes First number shows hydrocolloid concentration (1 for 0/25, 2 for 0/75 & 3 for 1/25) 2nd number shows color concentration (1 for 5%, 2 for 10% & 3 for 15%) and 3rd number is replication

۳-۳- ویژگیهای حسی

نتایج حاصل از بررسی ۵ مؤلفه حسی در نمونه‌ها نشان می‌دهد که افزودن رنگ موجب بهبود پذیرش حسی نمونه‌ها توسط پانلیست‌ها گردیده است. همچنین افزودن صمغ اسفرزه نیز تا بالاترین میزان ممکن تأثیری در امتیازات اختصاص یافته به نمونه ها نداشته است.

۳-۳-۱- رنگ

رنگ تأثیر به سزایی بر درک مصرف‌کننده از ماده غذایی دارد [۱۵]. در نوشیدنی‌ها به علت کمرنگ شدن نقش بافت بر در ویژگی‌های حسی طعم، بو و رنگ نقش ویژه‌ای ایفا می‌کنند که در این بین رنگ به علت بازخورد سریع‌تر و تأثیر بیشتر از طریق حس بینایی اهمیت فوق‌العاده‌ای خواهد داشت [۱۶].

نتایج آنالیز واریانس نشان داد اثر تغییرات غلظت هیدروکلوئید، غلظت رنگ و نوع رنگ بر مؤلفه حسی رنگ تأثیر معنی‌داری نداشته است. به‌عبارت‌دیگر افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون، موجب افزایش رغبت ارزیاب‌ها نگردیده است. نتایج نشان داد بیشترین امتیاز در مؤلفه رنگ به نمونه حاوی ۱۵ درصد رنگ زرد و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین امتیاز نیز به نمونه حاوی ۵ درصد رنگ قرمز و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید تعلق‌گرفته است (شکل ۱۳). باید توجه داشت که هرچند افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون نمونه‌ها موجب افزایش امتیاز حسی گردیده است اما درمجموع تغییرات امتیازات تفاوت معناداری در این مؤلفه حسی ایجاد ننموده است. در این صورت بهترین نمونه‌ها ازلحاظ مؤلفه رنگ، نمونه‌های حاوی بالاترین میزان رنگ (۱۵ درصد) و کمترین میزان هیدروکلوئید (۰/۲۵ درصد) می‌باشند. افزایش میزان هیدروکلوئید در نمونه‌های مورد آزمون احتمالاً موجب تغییرات ناچیز در بافت می‌گردد که این امر سبب تأثیر بر آزمونگر و اختصاص امتیاز کمتر شده است (شکل ۹). نتایج به‌دست‌آمده با نتایج گزارش‌شده در پژوهش آذری کیا و عباسی، ۲۰۱۰ در خصوص دوغ و در مؤلفه‌های طعم، پیوستگی، رنگ، آروما و پذیرش کلی و کیانی و همکاران، ۲۰۱۰ در مؤلفه‌های طعم، یکنواختی، رنگ، آروما و پذیرش کلی نیز مطابقت داشت. هرچند افزودن هیدروکلوئید موجب بهبود خواص پایداری محصول گردیده است اما به نحو محسوسی بر خواص حسی محصول تأثیر مخرب داشته است به‌طوری‌که با افزایش میزان هیدروکلوئید در نمونه‌ها، میزان امتیاز حسی اختصاص داده‌شده از سوی ارزیاب‌های حسی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

کاهش‌یافته است [۱۰]. تحلیل نتایج آزمون نشان داد ارزیاب‌های حسی، امتیاز کمتری به نمونه‌های حاوی مقادیر بالاتر هیدروکلوئید اختصاص داده‌اند که این امر احتمالاً ناشی از تغییرات بافت در احساس دهانی به علت افزودن هیدروکلوئید به نمونه‌ها بوده است [۵].

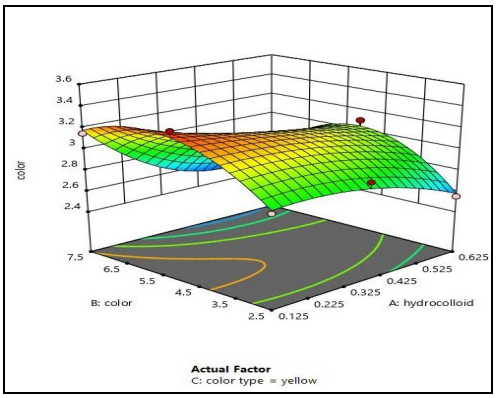


Fig 11scores for color in sensory analysis in samples (yellow)

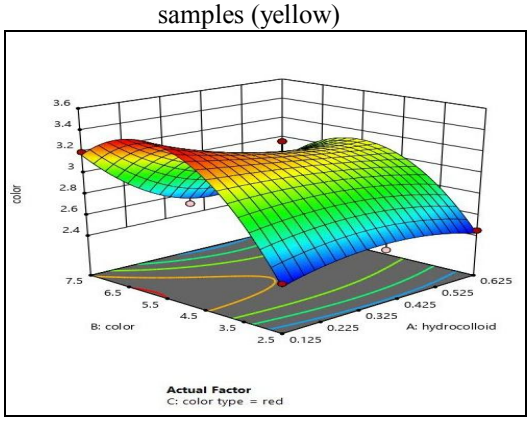


Fig 12scores for color in sensory analysis in samples (red)

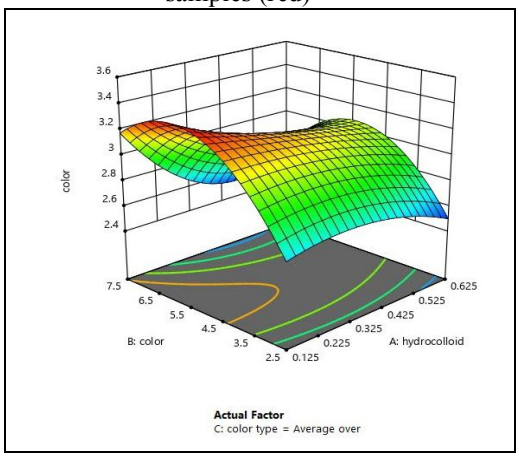


Fig 13 scores for color in sensory analysis in samples (both)

۳-۳-۲- آروما

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر غلظت رنگ، غلظت هیدروکلوئید و نوع رنگ بر مؤلفه آروما در آزمون حسی بی‌معنی بوده است. به‌عبارت‌دیگر رنگ و هیدروکلوئید افزوده‌شده به نمونه‌ها تأثیری بر «آروما» محصول نداشته‌اند. نتایج بدست آمده همچنین نشان داد بیشترین امتیاز در مؤلفه آروما به نمونه حاوی ۵ درصد رنگ قرمز و ۱/۲۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین امتیاز نیز به نمونه حاوی ۵ درصد رنگ قرمز و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید تعلق‌گرفته است. باید توجه داشت که هرچند افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون نمونه‌ها موجب افزایش امتیاز حسی گردیده است اما درمجموع تغییرات امتیازات تفاوت معناداری در این مؤلفه حسی ایجاد ننموده است. در این صورت بهترین نمونه‌ها ازلحاظ مؤلفه رنگ، نمونه‌های حاوی بالاترین میزان رنگ (۱۵ درصد) و کمترین میزان هیدروکلوئید (۰/۲۵ درصد) می‌باشند (شکل ۱۶).

به بیان دیگر بررسی نتایج حاصل از امتیازات مؤلفه آروما نشان می‌دهد که با افزایش غلظت رنگ میزان امتیاز اختصاص‌یافته درخصوص این مؤلفه (تا حدود ۱۵ درصد) افزایش میابد اما این افزایش صرفاً تا غلظت میانی رنگ (۱۰ درصد) وجود دارد و مجدداً نمونه‌های حاوی غلظت‌های بالاتر رنگ، امتیاز کمتری کسب کرده‌اند. همچنین در خصوص غلظت هیدروکلوئید نیز با افزایش میزان هیدروکلوئید امتیاز اختصاص یافته به آن افزایش میابد اما همان‌طور که از شکل هم پیداست در بالاترین غلظت هیدروکلوئید (۱/۲۵ درصد) امتیاز اختصاص‌یافته قدری کاهش (۱۰ درصد) میابد (شکل ۱۴ و ۱۵). نتایج حاصل از آزمون بالا نشان‌دهنده تأثیر رنگ در مواد غذایی بر درک سایر خواص حسی توسط مصرف‌کننده است که در پژوهش حاضر با آنکه رنگ و هیدروکلوئید مورد استفاده هردوعاری از هرگونه آروما بوده‌اند اما به طور واضح بر درک میزان آروما در ارزیاب تأثیر گذارده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج گزارش‌شده توسط آذری کیا و عباسی، ۲۰۱۰ با موضوع بررسی اثر صمغ کتیرا بر ویژگی‌های نوشیدنی سنتی ایرانی و کیانی و همکاران، ۲۰۱۰ با موضوع اثر ژلان و پکتین با متوکسی بالا بر ویژگی‌های دوغ مطابقت داشت و با نتایج گزارش‌شده توسط کاکسوی و کلیک ۲۰۰۴ در خصوص بررسی کارایی هیدروکلوئیدهای مختلف بر پایداری نوشیدنی سنتی برپایه ماست، همخوانی نداشت.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

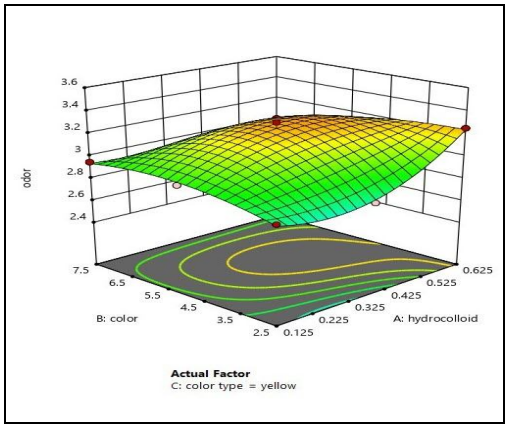


Fig 14scores for aroma in sensory analysis in samples (yellow)

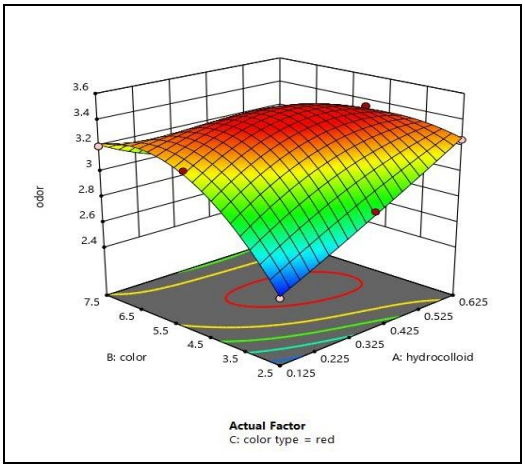


Fig 15 scores for aroma in sensory analysis in samples (red)

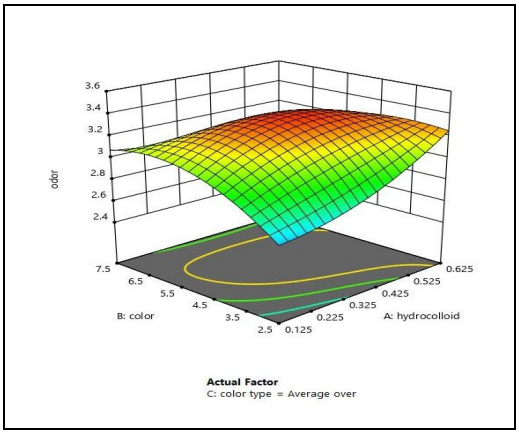


Fig 16 scores for color in sensory analysis in samples (both)

۳-۳-۳- طعم

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر غلظت رنگ، غلظت هیدروکلوئید و نوع رنگ بر مؤلفه طعم در آزمون حسی بی‌معنی بوده است. به‌عبارت‌دیگر رنگ و هیدروکلوئید افزوده‌شده به نمونه‌ها تأثیری بر «طعم» محصول نداشته‌اند.

نتایج نشان داد بیشترین امتیاز در مؤلفه طعم به نمونه حاوی ۱۰ درصد رنگ قرمز و ۰/۷۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین امتیاز نیز به نمونه حاوی ۵ درصد رنگ قرمز و ۰/۷۵ درصد هیدروکلوئید تعلق‌گرفته است. باید توجه داشت که هرچند افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون نمونه‌ها موجب افزایش امتیاز حسی گردیده است اما درمجموع تغییرات امتیازات تفاوت معناداری در این مؤلفه حسی ایجاد ننموده است. نتایج بالا نشان دهنده این نکته است که افزودن هیدروکلوئید پوسته اسفرزه تاثیری بر طعم محصول نداشته است و این امر در نوشیدنی‌ها که فرآیند رهایش طعم در حین جاری شدن در حفره دهانی به شدت تقویت میشود بسیار حایز اهمیت است و از این حیث این صمغ میتواند نقش بسیار مهمی در این محصولات داشته باشد و در مقیاس صنعتی مورد توجه قرار گیرد. در این صورت بهترین نمونه‌ها ازلحاظ مؤلفه رنگ، نمونه‌های حاوی حد میانی رنگ (۱۰ درصد) و حد میانی هیدروکلوئید (۰/۷۵ درصد) می‌باشند (شکل ۱۹).

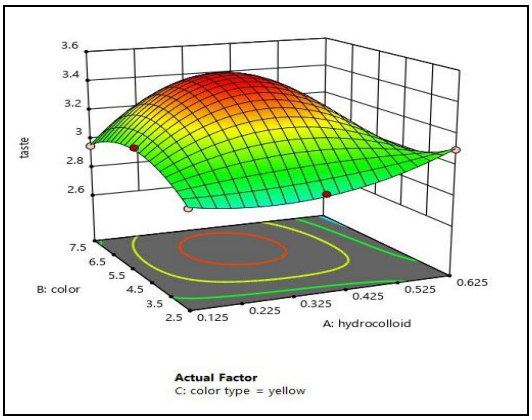


Fig 17 scores for taste in sensory analysis in samples (yellow)

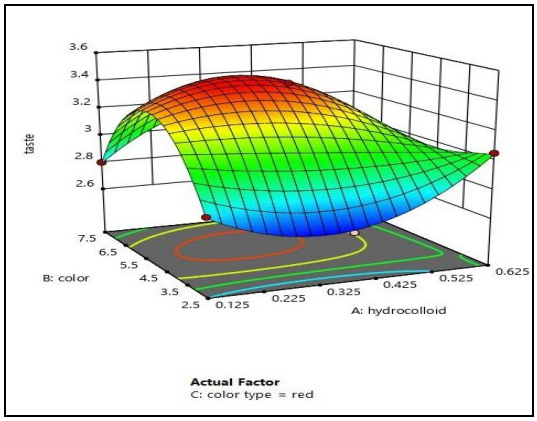


Fig 18 scores for taste in sensory analysis in samples (red)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

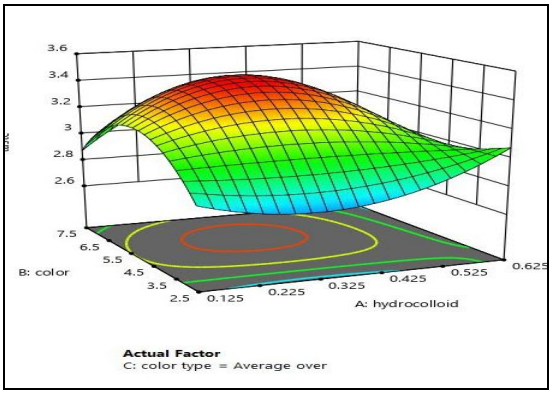


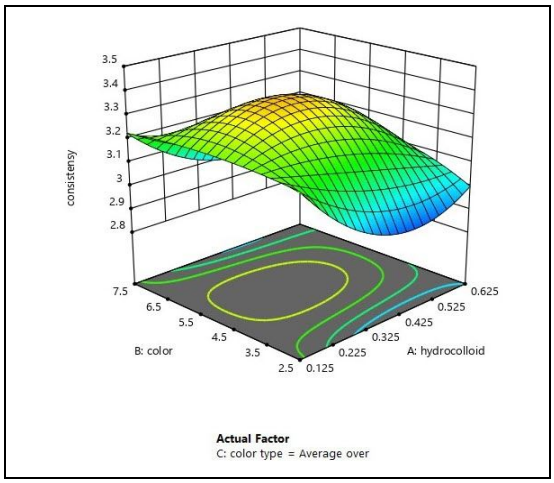
Fig 19 scores for taste in sensory analysis in samples (both)

۳-۳-٤- یکنواختی[10]

یکنواختی به مفهوم یکسان بودن[11] برخی صفات مشابه در نمونه‌های مختلف است [۱۷] در آزمون حاضر یکنواختی دلالت بر یکسان بودن نمونه‌ها به لحاظ بافتی با نمونه شاهد دارد [۱۸] که عملاً نشان‌دهنده این نکته است که نمونه‌های تولیدشده به لحاظ بافتی ماهیت خود را حفظ نموده‌اند.

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر غلظت رنگ، غلظت هیدروکلوئید و نوع رنگ بر مؤلفه یکنواختی در آزمون حسی بی‌معنی بوده است. به‌عبارت‌دیگر رنگ و هیدروکلوئید افزوده‌شده به نمونه‌ها تأثیری بر «یکنواختی» محصول نداشته‌اند.

نتایج نشان داد بیشترین امتیاز در مؤلفه یکنواختی به نمونه حاوی ۱۰ درصد رنگ قرمز و ۰/۷۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین امتیاز نیز به نمونه حاوی ۵ درصد رنگ زرد و ۰/۷۵ درصد هیدروکلوئید تعلق‌گرفته است. باید توجه داشت که هرچند افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون نمونه‌ها موجب افزایش امتیاز حسی گردیده است اما درمجموع تغییرات امتیازات تفاوت معناداری در این مؤلفه حسی ایجاد ننموده است. در بررسی شکل حاصل از امتیاز حسی در مؤلفه یکنواختی نشان می‌دهد که با افزایش میزان هیدروکلوئید در نمونه‌ها امتیاز اختصاص‌یافته به این مؤلفه کاهش‌یافته است (شکل ۲۲)، درواقع آنچه حاصل می‌شود مؤید این نکته است که هرچند افزایش هیدروکلوئید در نمونه به لحاظ رئولوژیکی بر ویسکوزیته محصول تأثیر معناداری ندارد اما به لحاظ حسی بر درک ارزیاب تأثیر گذارده است. در نمونه‌های حاوی رنگ زرد نیز نتایج مشابهی به‌دست‌آمده است (شکل ۲۱) که البته شدت تغییرات بسیار کمتر از نمونه‌های حاوی رنگ قرمز (شکل ۲۰) بوده است که این امر نشانگر آن است که رنگ زرد تأثیر کمتری بر درک ارزیاب از یکنواختی نمونه داشته است.



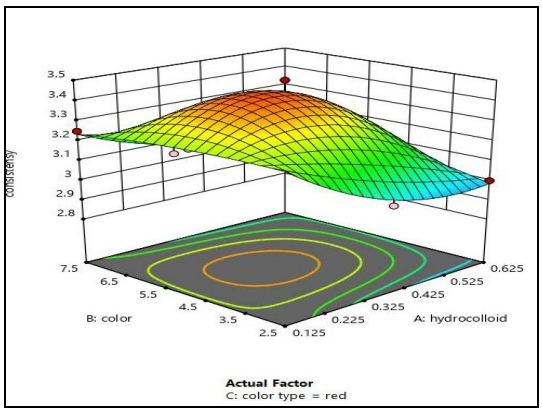


Fig 20 scores for homogeneity in sensory analysis in samples (red)

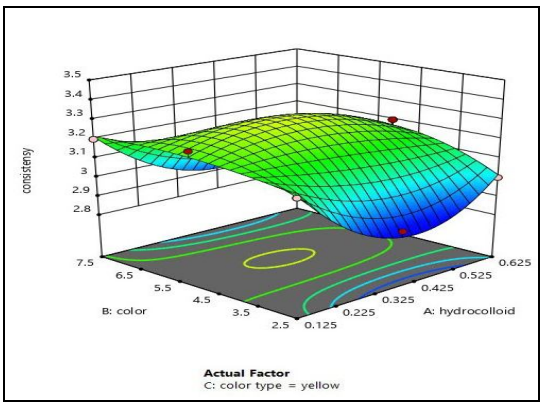


Fig 21 scores for homogeneity in sensory analysis in samples (yellow)

10. Homogeneity
11. Uniformity

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

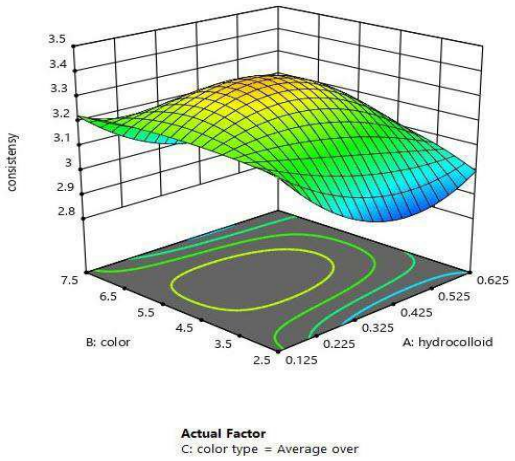


Fig 22 scores for homogeneity in sensory analysis in samples (both)

۳-۳-۵- پذیرش کلی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر غلظت رنگ، غلظت هیدروکلوئید و نوع رنگ بر مؤلفه پذیرش کلی در آزمون حسی بی‌معنی بوده است. به‌عبارت‌دیگر رنگ و هیدروکلوئید افزوده‌شده به نمونه‌ها تأثیری بر «پذیرش کلی» محصول نداشته‌اند.

نتایج نشان داد بیشترین امتیاز در مؤلفه پذیرش کلی به نمونه حاوی ۱۰ درصد رنگ زرد و ۰/۷۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین امتیاز نیز به نمونه حاوی ۱۵ درصد رنگ قرمز و ۰/۷۵ درصد هیدروکلوئید تعلق‌گرفته است (شکل ۲۳ – ۲٤). باید توجه داشت که هرچند افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون نمونه‌ها موجب افزایش امتیاز حسی گردیده است اما درمجموع تغییرات امتیازات تفاوت معناداری در این مؤلفه حسی ایجاد ننموده است. در این صورت بهترین نمونه‌ها ازلحاظ مؤلفه رنگ، نمونه‌های حاوی حد میانی رنگ (۱۰ درصد) و حد میانی هیدروکلوئید (۰/۷۵ درصد) می‌باشند. نتایج حاصل از آزمون بالا نشان‌دهنده تأثیر رنگ در مواد غذایی بر نتایج حاصل از آزمون حسی در مؤلفه پذیرش کلی نشان می‌دهد که در نمونه‌های حاوی رنگ قرمز با افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون، امتیاز اختصاص‌یافته از سوی ارزیاب‌ها افزایش میابد اما این افزایش صرفاً از ۵ درصد تا ۱۰ درصد غلظت رنگ است و سپس با افزایش غلظت از ۱۰ به ۱۵ درصد امتیاز کسب‌شده کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش غلظت هیدروکلوئید از ۰/۲۵ درصد به ۰/۷۵ درصد، امتیاز اختصاص داده‌شده افزایش و از ۰/۷۵ درصد به ۱/۲۵ درصد امتیاز کسب‌شده به میزان ۲/۵ درصد کاهش میابد (شکل ۲۵).

درمجموع نتایج حاصل از آزمون حسی برگزارشده با نتایج گزارش‌شده توسط هاشمی و همکاران،۱۳۹۱ در خصوص تأثیر صمغ ژلان بر ویژگی‌های دوغ فیبردار، کاکسوی و کلیک، ۲۰۰٤ با موضوع بررسی کارایی هیدروکلوئید های مختلف بر پایدارسازی نوشیدنی سنتی بر پایه ماست؛ کیانی و همکاران، ۲۰۱۰ با موضوع بررسی تأثیر صمغ کتیرا بر ویژگی‌های نوشیدنی سنتی ایرانی؛ تمر و همکاران، ۲۰۰٦ با موضوع مروری بر نوشیدنی سنتی بر پایه ماست؛ رحمتی و همکاران ۲۰۱۳ مروری بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی نوشیدنی سنتی ایرانی؛ آذری کیا و همکاران، ۲۰۰۹ در خصوص چگونگی فرآیند پایدارسازی در دوغ، هاشمی و همکاران در ۱۳۹۳ با موضوع تأثیر صمغ دانه اسفرزه بر پایداری نوشیدنی تخمیری ایرانی نیز همخوانی داشته است. درهرصورت هیدروکلوئید افزوده‌شده به نمونه‌ها بر مؤلفه‌های آروما، طعم و پذیرش کلی تأثیر معناداری نداشته است که از این حیث برای هیدروکلوئید افزوده‌شده امتیاز به‌حساب میاید [۵]. هرچند که هیدروکلوئید افزوده‌شده به نمونه‌ها بر امتیاز حسی تخصیص داده‌شده تأثیرگذار است اما میزان تأثیر آن در هیچ‌کدام از مؤلفه‌های حسی تأثیرگذار نبوده است به‌طوری‌که بالاترین امتیاز حسی اختصاص داده‌شده به نمونه‌ها، مربوط به نمونه حاوی کتیرا بوده است [۱۰]. درهرصورت افزودن تمامی هیدروکلوئیدهای مورد آزمون به نمونه‌ها، موجب تأثیر مخرب بر مؤلفه‌های حسی محصول شده است. بهترین شرایط زمانی است که هیدروکلوئید افزوده‌شده به نمونه تأثیری بر مؤلفه‌های حسی نداشته باشد [۱۹].

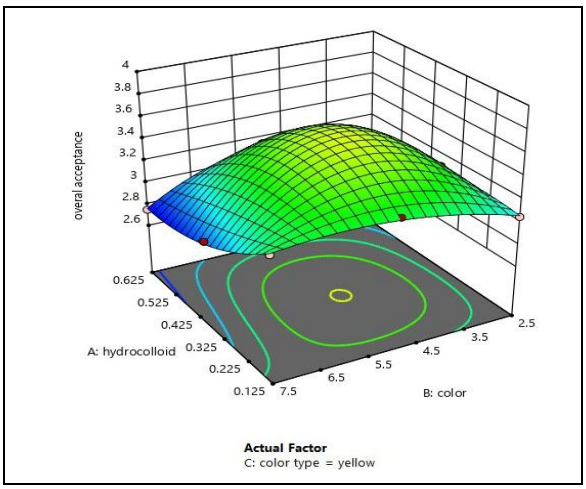


Fig 23 scores for overall acceptability in sensory analysis in samples (yellow)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

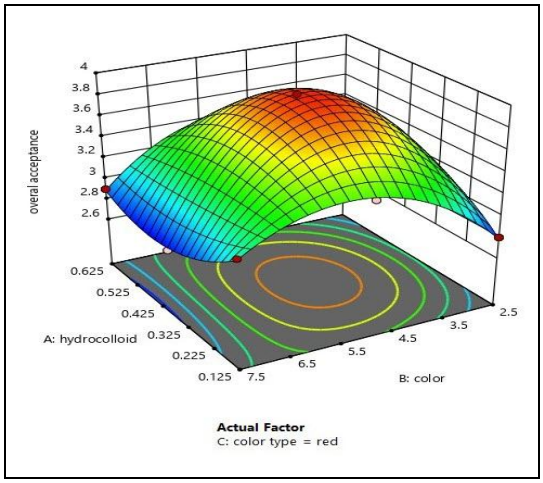


Fig 24 scores for oveall acceptability in sensory analysis in samples (red)

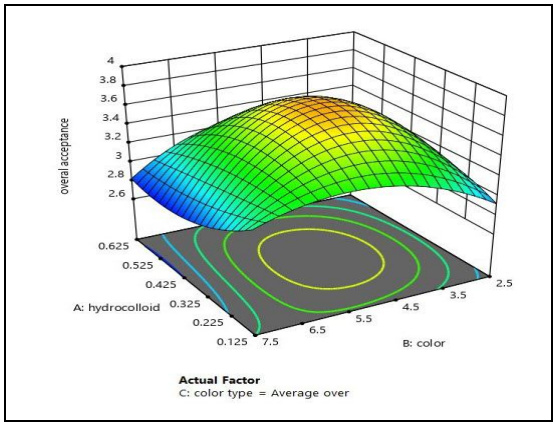


Fig 25 scores for overall acceptability in sensory analysis in samples (both)

۳-٤- ماده خشک

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های شیمیایی محصول دوغ ماده جامد خشک بدون چربی آن است که نباید از ۳/۲ درصد کمتر باشد [۲۰]. باید توجه داشت که عوامل گوناگونی نظیر درصد ماده خشک، میزان چربی و عوامل مکانیکی نظیر همگن‌سازی نیز بر میزان پایداری و ویژگی‌های رئولوژیکی دوغ تأثیرگذار خواهد بود[۲۱].

نتایج آنالیز واریانس داده‌های آزمون ماده خشک کل (TSS) نشان داد که اثر تغییرات غلظت هیدروکلوئید بر تغییرات ماده خشک کل معنی‌دار بوده است ($P<0/01$) درحالی‌که اثر تغییرات غلظت رنگ بر تغییرات ماده خشک کل معنادار نبوده است.

همان‌طور که در شکل ۲٦ نیز مشخص است بزرگی مؤلفه ماده خشک بین ٦/۸۷ تا ٦/۰۵ بوده است. بالاترین میزان ماده خشک ٦/۸۷ درصد و مربوط به نمونه حاوی ۱/۲۵ درصد هیدروکلوئید و ۵ درصد رنگ زرد بوده است. همچنین کمترین مقدار ماده خشک ٦/۰۵ درصد مربوط به نمونه شاهد (فاقد رنگ و هیدروکلوئید) بوده است. درمجموع روند نتایج نشان می‌دهد با افزایش میزان هیدروکلوئید در فرمولاسیون محصول نهایی، میزان ماده خشک افزایش می‌یابد اما افزایش میزان رنگ‌های خوراکی در محصول نهایی، تأثیری بر میزان ماده خشک ندارد. این امر احتمالاً به‌این‌علت است که غلظت رنگ خوراکی در محلول رنگی ۱ به ۵۰ است که از این میزان همچنین مقادیر ناچیزی (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) به فرمولاسیون اضافه می‌شود که توجه به این نکته معنادار نبودن تغییرات ماده خشک ناشی از افزایش یا کاهش ماده رنگی را توجیه می‌نماید. بررسی آماری نتایج، نشانگر این نکته است که ماده خشک کل در محصول صرفاً تحت تأثیر افزایش یا کاهش مقدار هیدروکلوئید به‌صورت بسیار معنادار (<۰/۰۱) تغییر می‌نماید که این تغییر از طریق مشاهده شکل ۲٦ نیز قابل تفسیر است. همان‌گونه که مشخص است، بیشترین میزان ماده جامد کل در بالاترین غلظت هیدروکلوئید و رنگ و کمترین میزان آن در پایین‌ترین غلظت هیدروکلوئید و رنگ مشاهده می‌شود و تغییرات ناشی از رنگ در شرایط ثابت بودن غلظت هیدروکلوئید معنادار نیستند. نتایج حاصل با نتایج ارائه‌شده در پژوهش‌های چو و همکاران، ۱۹۸۹ در خصوص تأثیر ماده خشک بر خواص رفتار جریان در سیالات با ویسکوزیته ناحیه رقیق، مهجوریان و همکاران، ۱۳۹۵ در خصوص تأثیر گوار و زانتان بر خواص رئولوژیکی دوغ کم‌چرب، مرتضویان و همکاران، ۲۰۱۰ در خصوص تأثیر ماده جامد کل بر خواص رئولوژیکی و کاکسوی و همکاران، ۲۰۰۳ در خصوص تأثیر هیدروکلوئید ها بر پایدارسازی نوشیدنی بر پایه ماست نیز مطابقت داشته است.

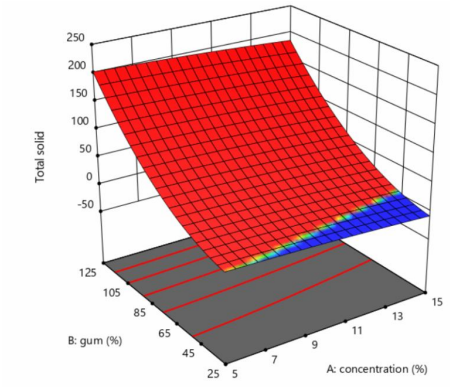


Fig 26 effect of color and hydrocolloid concentration on Total Solid

بررسی میزان ماده خشک در محصولات در زمان تولید و به جهت بهینه‌سازی فرآیندها از اهمیت خاصی برخوردار است چراکه با افزایش ماده خشک و درنتیجه افزایش چگالی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

نمونه‌ها، پمپ‌ها، اتصالات و چینش خط تولید دستخوش تغییراتی خواهد شد [22]. نتایج یک پژوهش نشان داد که کارایی زانتان و گوار در غلظت ۰/۳ درصد تکی و ۰/۱۵ درصد دوتایی در مراحل آزمون بسیار متأثر از میزان ماده خشک بوده است[۲۳]. افزایش میزان ماده خشک موجب افزایش میزان مواد جامد نامحلول و درنهایت موجب کاهش کارایی هیدروکلوئید و نیاز به مقادیر بیشتر هیدروکلوئید برای حجم ثابتی از محصول می‌شود [۲٤].

۳-۵- پتانسیل زتا

نتایج آنالیز واریانس نشان داد اثر غلظت رنگ، نوع رنگ و غلظت هیدروکلوئید بر مؤلفه پتانسیل زتا معنی‌دار بوده است ($P<۰/۰۱$). درواقع نتایج نشان می‌دهد افزایش میزان هیدروکلوئید به‌طور چشمگیری موجب افزایش پتانسیل زتا می‌شود اما افزایش میزان رنگ و نوع رنگ، روند مشخصی نداشته است (شکل ۲۷) همچنین مشخص شد نمونه حاوی بالاترین میزان هیدروکلوئید با نمونه شاهد تفاوت معناداری نداشته است. اختلاف نتایج بدست آمده با نتایج حاصل از پایداری به این علت است که میزان پایداری در نمونه ها در مدت ۳۰ روز (انقضا تجاری نمونه‌ها) اندازه گیری شده‌است و با افزایش این زمان به طور حتم نتایج بدست آمده موید نتایج حاصل از اندازه‌گیری پتانسیل زتا خواهد بود.

نتایج نشان داد بیشترین میزان پتانسیل زتا مربوط به نمونه ۱۵ درصد رنگ و ۰/۷۵ درصد هیدروکلوئید بوده است و کمترین میزان هیدروکلوئید مربوط به نمونه شاهد بوده است. به نظر می‌رسد این افزایش ناشی از اتصال اجزای کربوهیدرات در هیدروکلوئید با رشته پروتئینی در کازئین شیر باشد و این اتصالات موجب افزایش پایداری و ایجاد یک شبکه پایدار سه‌بعدی برای حفظ ساختار و عدم ته‌نشینی شده است این نتایج با گزارش‌های حاصل از پژوهش‌های پیشین نظیر گارتی و آسرین ۱۹۹۹ در خصوص چگونگی برهمکنش هیدروکلوئیدها با پروتئین کازئین و تأثیر آن بر پایداری محصولات لبنی، تولستراپ و همکاران، ۲۰۰۷ با موضوع بررسی تغییرات پتانسیل زتا در اثر برهمکنش‌های کازئین در نوشیدنی‌های لبنی اسیدی و تونیر و همکاران، ۲۰۰۲ در خصوص بررسی رفتار جذب الکتریکی پکتین و کازئین نیز همخوانی دارد.

نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده این نکته است که هرچند پتانسیل زتا به‌عنوان شاخص رفتار پایداری محصول نسبت به نمونه شاهد افزایش‌یافته است، درعین‌حال افزایش غلظت هیدروکلوئید در سطوح بالاتر موجب کاهش پایداری و افزایش شبکه تشکیل‌شده در اطراف ذرات پروتئین شده و این امر به جلوگیری از تشکیل ساختار سه‌بعدی پایدار ختم می‌شود که عملاً با افزایش جرم موجب افزایش ته‌نشینی می‌شود [۲۵]. در نمونه‌های حاوی ساختار پروتئینی، افزودن پایدارکننده موجب افزایش پتانسیل زتا می‌شود که این امر نشان‌دهنده تأثیر سازنده پایدارکننده بر افزایش پایداری ساختمان موردنظر است اما باید توجه داشت که حد بهینه پایدارکننده با توجه به ساختار آن و ساختار نمونه مورد استفاده تعیین گردد [۲٦].

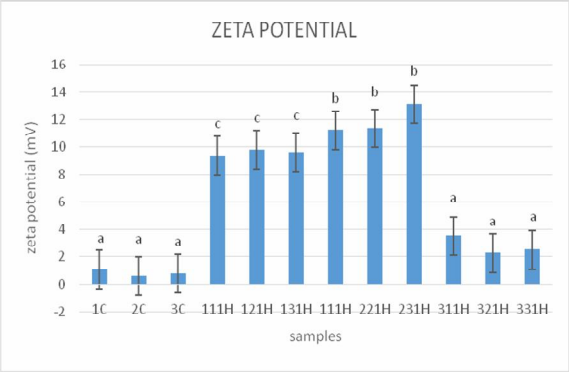


Fig 27 effect of color and hydrocolloid concentration on zeta potential
Notice: In Sample codes First number shows hydrocolloid concentration (1 for 0/25, 2 for 0/75 & 3 for 1/25) 2nd number shows color concentration (1 for 5%, 2 for 10% & 3 for 15%) and 3rd number is replication

٤- نتیجه‌گیری

بررسی نتایج حاصل از آزمون پتانسیل زتا نشان می‌دهد که با افزایش میزان هیدروکلوئید در فرمولاسیون محصول، میزان پایداری به‌عنوان یک شاخص رفتاری بسیار بااهمیت در محصول دوغ افزایش میابد اما باید توجه داشت روند افزایش پتانسیل زتا تا غلظت مشخصی از هیدروکلوئید ادامه دارد اما پس‌ازآن و در غلظت‌های بالا (۱/۲۵ درصد) به‌شدت کاهش میابد که این امر ضرورت رعایت غلظت بهینه هیدروکلوئید را گوشزد می‌نماید چراکه افزایش غلظت هیدروکلوئید در فرمولاسیون موجب افزایش پایداری نخواهد شد و نتیجه معکوس و مخربی خواهد داشت.

نتایج حاصل از بررسی پایداری نمونه‌ها مؤید این نکته است که افزایش هیدروکلوئید در فرمولاسیون نمونه‌ها سبب افزایش پایداری می‌گردد اما افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

شرایط ثابت بودن میزان هیدروکلوئید موجب افزایش ناپایداری در نمونه‌ها می‌شود. این نتایج نشان‌دهنده این نکته است که رنگ افزوده‌شده به فرمولاسیون موجب افزایش ناپایداری در نمونه و کاهش کارآمدی هیدروکلوئید در پایدار نمودن نمونه‌هاست. درواقع از بررسی داده‌های حاصل‌شده و شکل این‌گونه نتیجه می‌گیریم که بیشترین میزان پایداری در نمونه‌های حاوی رنگ زرد نیز زمانی حاصل گردیده است که غلظت رنگ در کمترین میزان و غلظت هیدروکلوئید در بیشترین میزان در نمونه بوده است.

۵- منابع

[1]https://www.fdaimports.com/regulations/food-beverages Visited:09 august 2020

[2] Azami Nia, taiebeh, Kosar, Mehrdad, (2014), a review on modern drinks. 22nd national congress of food science and technology, Iran- Gorgan. (In Farsi).

[3] Forooghinia, abbasi, soleiman, hamidi esfahani. (2007). the effect of dual and solo addition of Tragacanth, sallop and guar on doogh stability. The Iranian journal of nutrition and food science. 2(2), pp15-25 (in Farsi)

[4] Kiani, H., Mousavi, S. M. A., & Emam-Djomeh, Z. (2008). Rheological properties of Iranian yoghurt drink, Doogh. International Journal of Dairy Science, 3(2), 71-78.

[5] Kiani, H., Mousavi, M. E., Razavi, H., & Morris, E. R. (2010). Effect of gellan, alone and in combination with high-methoxy pectin, on the structure and stability of doogh, a yogurt-based Iranian drink. Food Hydrocolloids, 24(8), 744-754.

[6] Williams, P. A., & Phillips, G. O. (2009). Introduction to food hydrocolloids. In Handbook of hydrocolloids (pp. 1-22). Woodhead Publishing.

[7] Askari,H. Farahnaki,A. AminLari,M. Majzoobi,M. Mesbahi,G. (2008).investigating rheological properties and Extraction method of psyllium husk hydrocolloid. 18th national cogress on food technology.

[8] Quevedo, R. A., Aguilera, J. M., & Pedreschi, F. (2010). Color of salmon fillets by computer vision and sensory panel. Food and Bioprocess Technology, 3(5), 637-643.

[9] Iranian national standard – 4691, (1993), institute of standard and industrial research (in Farsi)

[10] Azarikia, F., & Abbasi, S. (2010). On the stabilization mechanism of Doogh (Iranian yoghurt drink) by gum tragacanth. Food Hydrocolloids, 24(4), 358-363. (in Farsi)

[11] Iranian national standard – 637, (1998), institute of standard and industrial research (in Farsi)

[12] R.w.o'brain, d. cannon, w.n.rowlands,.(1995), electroacoustic determination of particl size and zeta potential, journal of colloid and interface science, (173), 406-418

[13] Menachem Elimelech,' William H. Chen and John J. Waypa. (1994), Measuring the zeta (electrokinetic) potential of reverse osmosis membranes by a streaming potential analyzer, Demhation, (95) 269-266

[14] (book) Jeffrey D. Clogston and Anil K. Patri, (2011), Characterization of Nanoparticles Intended for Drug Delivery, Methods in Molecular Biology – chapter 6, Springer Science Business Media

[15] Spence, C., Levitan, C. A., Shankar, M. U., & Zampini, M. (2010). Does food color influence taste and flavor perception in humans?. Chemosensory Perception, 3(1), 68-84.

[16] Civille, G. V., & Oftedal, K. N. (2012). Sensory evaluation techniques—make "good for you" taste "good". Physiology & behavior, 107(4), 598-605.

[17] ISO Guide 30 (2015): Reference Materials – Selected Terms and Definitions, Geneva,
Switzerland.

[18] Ortega-Gavilán, F., Valverde-Som, L., Rodríguez-García, F. P., Cuadros-Rodríguez, L., & Bagur-González, M. G. (2020). Homogeneity assessment of reference materials for sensory analysis of liquid foodstuffs. The virgin olive oil as case study. Food Chemistry, 126743.

[19] Koksoy, A., Kilic, M., 2004,, Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. Food Hydrocolloids, 18: 593-600.

[20] Iranian national standard – 2453, (2008), institute of standard and industrial research (in Farsi)

[21] Amiri oghadaie,Ss, alami.m, (2011), studying the effect of basil seed gum on the stability of Iranian national drink (doogh). The journal of Food and science research 3 (3). (In Farsi)

[22] Cho, Y. I., Hartnett, J. P., & Lee, W. Y. (۱۹۸۹). Non-Newtonian viscosity measurements in the intermediate shear rate range with the falling-ball viscometer. Journal of non-newtonian fluid mechanics, 15(1), 61-74

[23] Mahjourian.A, mortazavi.M,

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

mokhtarian.M, jafari s.S (2017). Investigating the effect of guar and xanthan on rheological properties of low fat Iranian traditional drink (doogh),. Iranian JFST No. 60, Vol. 13

[24] Koksoy, A., & Kilic, M. (2003). Effect of water and salt level on rheological properties of Ayran, a Turkish yoghurt drink. International Dairy Journal, 13, 835–839.

[25] Tholstrup Sejersen, M., Salomonsen, T., & Ipsen, R. (2007). Zeta potential of pectinstabilized casein aggregates in acidified milk drinks. International Dairy Journal, 17, 302–307.

[26] Tuinier, R., Rolin, C., & de Kruif, C. G. (2002). Electrosorption of pectin onto casein micelles. Biomacromolecules, 3, 632–638.

[27] Garti, N., Slavin, Y., & Aserin, A. (۱۹۹۹). Portulaca oleracea gum and casein interactions and emulsion stability. Food Hydrocolloids,13, 127-138 .

[28] Hashemi, fatameh, hamishekar, hamed, gharibzahedi, S.mohammad taghi (2014), the effect of psyllium hydrocolloid on the stability of Iranian dairy fermented drink. 22nd national congress of food science and technology, Iran- Gorgan. (in Farsi)

[29] Iranian national standard – 10528, (2007) 2nd ed., institute of standard and industrial research (in Farsi)

[30] Iranian national standard – 11324, (2008), institute of standard and industrial research (in Farsi)

[31] Iranian national standard – 22040, (2016), institute of standard and industrial research (in Farsi)

[32] Mortazavian, A. M., Khosrokhavar, R., Rastegar, H., & Mortazaei, G. R. (2010). Effects of dry matter standardization order on biochemical and microbiological characteristics of freshly made probiotic Doogh (Iranian fermented milk drink). Italian Journal of Food Science, 22(1).

[33] Rahmati Roudsari, M., Sohrabvandi, S., Homayouni Rad, A., & Mortazavian, A. M. (2013). Combined effects of inoculation level and sequence on biochemical and microbiological characteristics of probiotic Doogh. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, Vol.12, No.3, PP. 299-305.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]

[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

The effect of psyllium husk and edible colorants (betalain & curcumin) on the stability, physical and sensory properties of Iranian traditional drink (doogh)

Akhoondzadeh, H. [1], Taghizadeh, M, [2]. Irani, M, [3]. Mazaheri Tehrani, M. [4]

1. M.Sc student, Dept. of Food science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
2. Associate Professor, Dept. of Food science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
3. Full professor, Dept. of Food science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
4. Post Doc. Researcher, Dept. of Food science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2020/ 10/ 09
Accepted 2021/ 08/ 07

Keywords:

(Iranian traditional drink) doogh,
psyllium husk,
stability,
sensory analysis,
zeta potential.

DOI: 10.52547/fsct.18.119.393

*Corresponding Author E-Mail: mtaghizadeh@um.ac.ir

ABSTRACT

Doogh is a traditional Iranian drink prepared by adding water and salt to yoghurt and sometimes flavoring. Instability a major problem which is the result of low pH (<4.00) and aggregation of caseins. The aim of this project is to distinguish the effect of psyllium husk hydrocolloid on the stability and sensory properties of Doogh. In addition, two different edible color added to the product to enhance sensory properties by vision attraction. Hydrocolloid added in three concentration (0.25, 0.75 and 1.25%) and edible colors (β-lain and curcumin) were used for 5, 10 and 15% in samples. Serum separation, zeta potential, flow behavior, Colorimetry and sensory properties was measured during this research. Results proved that as the concentration of hydrocolloid increase, instability in Doogh decrease and the most stable sample contains 1.25% hydrocolloid (the highest) and 5% color (the least), measurements of zeta potential also showed the same results. In sensory analysis, hydrocolloid and color at the level of 1.25% and 10%, respectively, achieve the highest scores. Viscometry measurements showed that, Newtonian behavior of Doogh samples isn't affected by hydrocolloid concentration. Finally, we conclude that the best sample, that shows the best results in all measurements, contains 0.75% hydrocolloid and 10% for both edible colors.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1400.18.119.8.8]
[DOI: 10.52547/fsct.18.119.393]