



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^۴

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

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

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

۴- دانشجوی پسا دکتري، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۶

کلمات کلیدی:

آنالیز حسی،

پایداری،

پتانسیل زتا،

دوغ،

صمغ اسفرزه،

امروزه نوشیدنی‌های لبنی به دلیل گستردگی عرضه و تولید و فناوری پیچیده، بسیار مورد توجه‌اند 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 در نهایت 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.

DOI: 10.52547/fsct.18.119.393

* مسئول مکاتبات:

mtaghizadeh@um.ac.ir

۱- مقدمه

در زندگی امروز نوشیدنی‌ها از جهات مختلف مورد توجه‌اند 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 خود کرده و واحدهای مختلفی به‌طور تخصصی تمرکز خود را بر تولید صنایع آشامیدنی گذاشته‌اند. یکی از رایج‌ترین دسته‌بندی‌ها توسط انجمن غذا و دارو ایالات متحده (FDA)^۱ ارائه شده است. مطابق این رده‌بندی، نوشیدنی‌ها به سه دسته، نوشیدنی‌های صنعتی، نیمه‌صنعتی و سنتی تقسیم می‌شوند که هر کدام ویژگی‌های منحصر به فردی 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 از جمله دلایل محبوبیت نوشیدنی‌های سنتی هستند. در پژوهش‌های مختلف انجام شده، محققان توانسته‌اند برای تولید این محصولات حتی از ضایعات صنایع غذایی نیز بهره‌برداری نمایند که با توجه به صرفه اقتصادی مدنظر کارخانه‌ها بسیار حائز اهمیت و جذاب است. به عنوان مثال؛ محصول تولید شده با استفاده از آب‌پنیر^۲، آب‌کره، شیر پس چرخ و دوغ کره از لحاظ 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 از جمله بهبود گوارش و ایمنی می‌شوند و همچنین در تولید عطر و طعم 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 [۴]. 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، از جمله مهم‌ترین راهکارهای ارائه شده استفاده از هیدروکلوئیدها در فرمولاسیون است. هیدروکلوئیدها در واقع به گستره‌ای از پلی ساکاریدها و پروتئین‌ها اطلاق می‌شود که در صنعت برای تحقق اهدافی همچون قوام دهنده‌گی، ژل‌سازی در محلول‌های آبی، پایداری سازی کف‌ها، امولسیون‌ها و دیسپرسیون‌ها، جلوگیری از تشکیل کریستال‌های یخ و شکر و کنترل فرآیند رهایش طعم به کار می‌روند [۶] از دیگر ویژگی‌های هیدروکلوئیدها می‌توان به تشکیل ساختار و به دام انداختن آب موجود در سیستم اشاره نمود که البته عموماً در محصولات جامد مورد توجه 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 پایداری سازی استفاده شده 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، در عین حال 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. در واقع، 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 مورد استفاده در این پژوهش از نوع گرمادیده و بدون طعم‌دهنده از پایلوت آموزشی- تحقیقاتی صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد. رنگ قرمز مورد استفاده در این پژوهش، از منبع چغندر (بتالائین) با درجه خوراکی^۳ و همچنین رنگ زرد مورد استفاده در این

3. Food Grade

1. Food and Drug Association
2. Whey protein

سه‌روزه ارتفاع اجزا محصول پایش و ثبت می‌گردید. همچنین جهت جلوگیری از خطا در طول آزمون، فضای خالی موجود میان درجه‌های فالتون نیز، قبلاً 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 $75 \times 50 \times 50$ سانتی‌متر مکعب 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 ۴۰ سانتی‌متر تشکیل شده بود. نور با زاویه ۴۵ درجه به نمونه تابیده شد. تصویربرداری با دوربین دیجیتالی در فاصله $21/5$ 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 مشخص شده بود، استفاده شد. مؤلفه L^* بیانگر درجه روشنی نمونه می‌باشد که می‌تواند مقادیر ۰ تا ۱۰۰ را به خود اختصاص دهد. مؤلفه a^* گستره 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 (۲۰۰۶) مورد آنالیز قرار گرفته 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 ۴۶۹۱ 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 مورد سنجش قرار گرفت.

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

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].

۲-۲-۲- روشها

جهت استخراج موسیلاژ اسفرزه، پوسته آن با آب مقطر با نسبت ۱ به ۳۰ مخلوط شده و ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگه‌داری گردید. سپس با نسبت ۱ به ۵۵ (نسبت به وزن اولیه پوسته) با آب دیونیزه مخلوط شد. سپس نمونه‌ها در دمای اتاق و در $10000g$ سانتریفیوژ شده و مایع فوقانی به آون منتقل شد. مایع سوپراتانت، در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۱۵ ساعت خشک گردید. در انتها فیلم به‌دست‌آمده به‌وسیله آسیاب به پودر تبدیل و جهت اجرای آزمون‌ها 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 ۴ دقیقه بدون استفاده از حرارت محلول گردید. سپس مقدار مورد نیاز (۵، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی) به‌وسیله سرنگ برداشت شده 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 داده شد. در هر مرحله میزان مورد نیاز از هیدروکلئید 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^۴ قرار گرفته و رنگ و هیدروکلئید 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 فالتون مدرج ریخته شده و به مدت ۳۰ روز در دمای یخچال و بدون جابجایی قرار گرفتند. در فواصل زمانی

4. Magnet stirrer

Table 1 Parameters participating in Henry equation

Parameter	concept
U_e	electrophoretic mobility ($\mu\text{m.cm/V.s}$)
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 [۱۴].

۲-۶- 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^۹ 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

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

۲-۲-۴- ماده خشک

برای اندازه‌گیری مقدار ماده خشک، از روش کار استاندارد ملی ایران به شماره ۶۳۷ 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، پس‌از آن توزین مجدداً انجام و از طریق رابطه زیر درصد ماده جامد کل در نمونه‌ها مشخص گردید.

معادله ۱

=ماده جامد کل

۱۰۰×(وزن قبل از خشک‌کردن/وزن پس از 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^۵ می‌نامند [۱۲]. لایه دوم توزیع بارها نیز از یون‌های سرگردان تشکیل شده است. مجموعاً این دولایه را لایه دوگانه الکتریکی^۶ 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^۷ 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^۸ (LDV) و از طریق رابطه هنری اندازه‌گیری می‌نمایند.

$$U_e = \frac{2\epsilon\zeta f(\kappa a)}{3\eta}$$

معادله ۲

5. Stern layer

6. Electrical double layer

7. Zeta potential

8. Laser Doppler velocimetry

9. Quadratic

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 می دهد تاثیر ژلان بر پکتین بر پایداری محصول بسیار کم بوده به طوریکه با افزایش میزان پکتین شاخص ناپایداری در مقایسه با ژلان به تنهایی داشته است در حالیکه افزایش غلظت ژلان در نمونه ها موجب افزایش پایداری در ۳۰ روز شده است، نکته مهم اینست که مقادیر گزارش شده برای پایداری نمونه ها همچنان از مقادیر بدست آمده در پژوهش حاضر کمتر است و این نکته کارآمدی صمغ پوسته اسفرزه را نشان می دهد. نتایج گزارش شده توسط آذری کیا و عباسی (۲۰۱۰) با موضوع تاثیر صمغ کتیرا بر پایداری سازی دوغ نیز نشان می دهد افزایش میزان کتیرا در نمونه ها موجب افزایش پایداری می گردد و پایداری محصول در غلظت های ۰/۲ درصد و بالاتر تفاوت معنی داری با نمونه شاهد داشته اند که نسبت به صمغ اسفرزه از کارایی کمتری برخوردار است.

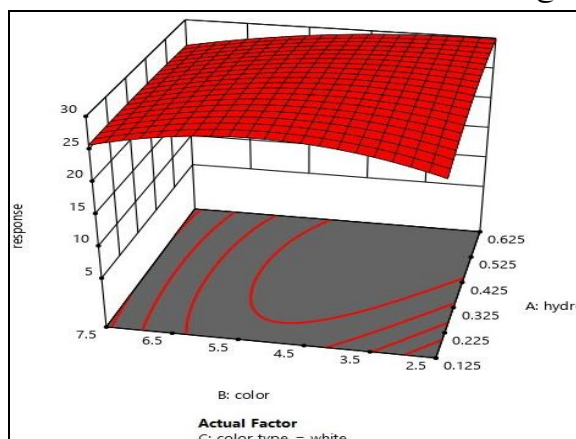


Fig 1 stability in samples (red) affected by color and hydrocolloid concentration

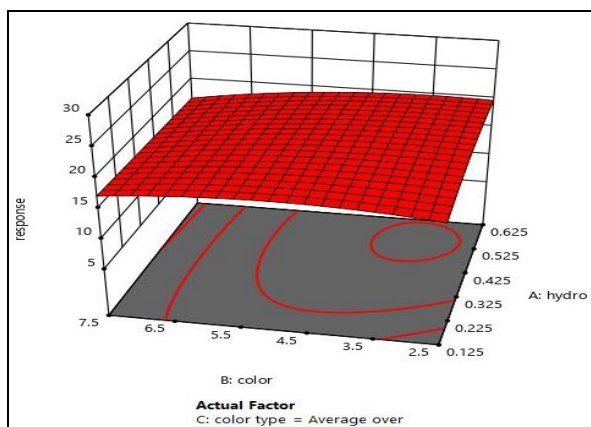


Fig 2 stability in samples (both) affected by color and hydrocolloid concentration

کاهش پایداری نمونه در طی مدت آزمون گردیده است. این نتایج نشان دهنده این نکته است که رنگ افزوده شده به فرمولاسیون موجب افزایش ناپایداری در نمونه و کاهش کارآمدی هیدروکلوئید در پایدار نمودن نمونه ها است که این امر به علت کاهش pH نمونه ها در زمان افزودن رنگ مورد استفاده و در نتیجه تجمع کازئین می باشد. نتایج حاصل با نتایج گزارش شده توسط آذری کیا و عباسی، ۲۰۱۰ با موضوع بررسی فرآیند پایداری سازی 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 نمونه ها در زمان نگهداری می شود [۱۰]. کاهش pH نمونه ها کارایی هیدروکلوئید را کاهش داده و موجب ناپایداری نمونه ها 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 می شود. از بررسی داده های حاصل شده و شکل این گونه نتیجه می گیریم که بیشترین میزان پایداری در نمونه های 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 غلظت های مختلف هر رنگ و استفاده از دورنگ قرمز و زرد به لحاظ تغییرات پایداری وجود ندارد که این نتایج نشان می دهد که هیچ کدام از رنگ ها از منظر پایداری ارجحیتی به دیگری ندارند. به بیان دیگر نتایج پژوهش نشان دهنده این نکته هستند که با افزودن صمغ اسفرزه به نمونه ها، پروتئین موجود در ساختار دوغ (کازئین) با ساختار کربوهیدرات صمغ اسفرزه پیوند برقرار می نماید و همچنین از سوی دیگر صمغ اسفرزه با آب موجود در ساختار دوغ پیوند برقرار می نماید که در نهایت موجب پایدار ماندن محصول نهایی و عدم رسوب پروتئین موجود در ساختار دوغ می گردد. هرچه میزان هیدروکلوئید در فرمولاسیون نمونه ها بیشتر باشد طبعاً پیوندهای بیشتری برقرار شده و پایداری

۶ 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 0.504 مربوط به نمونه ۱۵ درصد رنگ و 0.25 درصد هیدروکلوئید و کمترین میزان ثبت‌شده برای این مؤلفه، عدد 1.3515 - 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 کاملاً 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 ۶).

همچنین بیشترین میزان ثبت‌شده برای مؤلفه b^* در نمونه‌های حاوی رنگ قرمز، عدد 0.321 مربوط به نمونه ۱۰ درصد رنگ و 0.25 درصد هیدروکلوئید و کمترین میزان ثبت‌شده برای این مؤلفه، عدد 0.0585 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 تغییر یافته است.

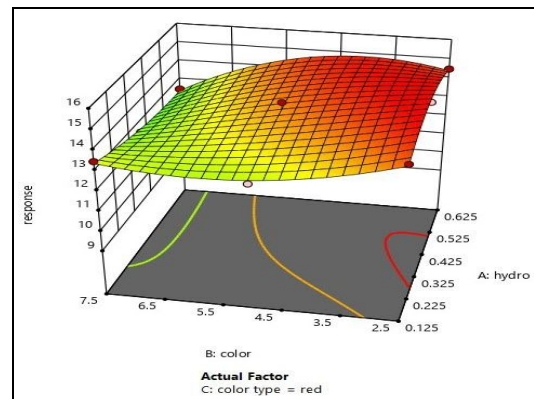


Fig 3 stability in control

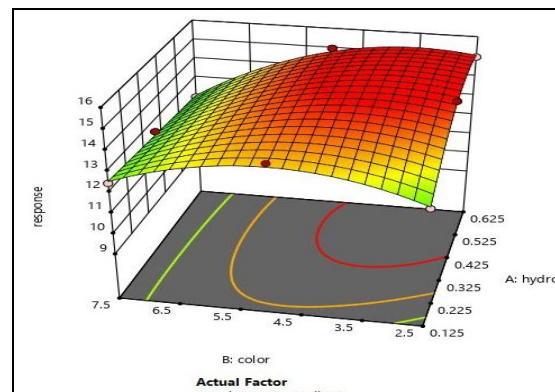


Fig 4 stability in samples (yellow) affected by color and hydrocolloid concentration

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 $22/25$ مربوط به نمونه شاهد و کمترین میزان ثبت‌شده برای این مؤلفه، عدد $20/054$ مربوط به نمونه حاوی ۱۰ درصد رنگ و 0.25 درصد هیدروکلوئید بوده است. بررسی شکل مؤلفه L^* (روشنایی) نشان می‌دهد با افزایش غلظت رنگ قرمز در نمونه‌ها مؤلفه روشنایی روند نزول داشته 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

سنجی بی معنی بوده است.

نتایج نشان داد بیشترین میزان ثبت شده برای مؤلفه L^* در نمونه های حاوی رنگ زرد، عدد ۲۳/۴۵ مربوط به نمونه حاوی ۵ درصد رنگ و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین میزان ثبت شده برای این مؤلفه، عدد ۲۲/۲۵۵ مربوط به نمونه شاهد بوده است. بررسی شکل مؤلفه L^* (روشنایی) نشان می دهد با افزایش غلظت رنگ زرد در نمونه ها، مؤلفه مورد نظر روند صعودی از خود نشان داده است و این روند در تمام نمونه ها کاملاً ملموس می باشد. البته نتایج حاصل همچنین نشان می دهند روند افزایش در نمونه های حاوی رنگ نسبت به نمونه شاهد تا حد زیادی به صورت ثابت بوده است و تغییرات چشمگیری در آن مشاهده نمی شود (حدود ۲ درصد) (شکل ۸).

نتایج به دست آمده نشان می دهد بیشترین میزان ثبت شده برای مؤلفه a^* در نمونه های حاوی رنگ زرد، عدد ۰/۹۸۱- مربوط به نمونه ۵ درصد رنگ و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین میزان ثبت شده برای این مؤلفه، عدد ۲/۴۹۲- مربوط به نمونه حاوی ۱۵ درصد رنگ و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید بوده است. از مقایسه میانگین ها چنین برمی آید که تفاوت معنادار آماری میان نمونه شاهد و نمونه حاوی ۵ درصد (کمترین غلظت) رنگ وجود ندارد اما میانگین نمونه های حاوی ۱۰ و ۱۵ درصد (بیشترین غلظت) رنگ به طور معناداری باهم و با نمونه حاوی ۵ درصد رنگ و نمونه شاهد اختلاف داشتند. بررسی شکل مؤلفه a^* (سبز - قرمز) نشان می دهد با افزایش غلظت رنگ زرد در نمونه ها، روند منطقی در میزان مؤلفه مورد نظر به وجود نیامده است، هرچند در نمونه های حاوی ۵ درصد رنگ روند قدری شرایط صعودی دارد اما در نمونه های حاوی ۱۰ درصد رنگ این روند کاهشی بوده است و همچنین در نمونه های حاوی ۱۵ درصد رنگ روند به صورت نزولی ادامه یافته است (شکل ۹).

همچنین بیشترین میزان ثبت شده برای مؤلفه b^* در نمونه های حاوی رنگ زرد، عدد ۰/۵۳۶ مربوط به نمونه ۱۵ درصد رنگ و ۰/۲۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین میزان ثبت شده برای این مؤلفه، عدد ۰/۰۵۸۵ مربوط به نمونه شاهد بوده است. از مقایسه میانگین ها چنین برمی آید 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

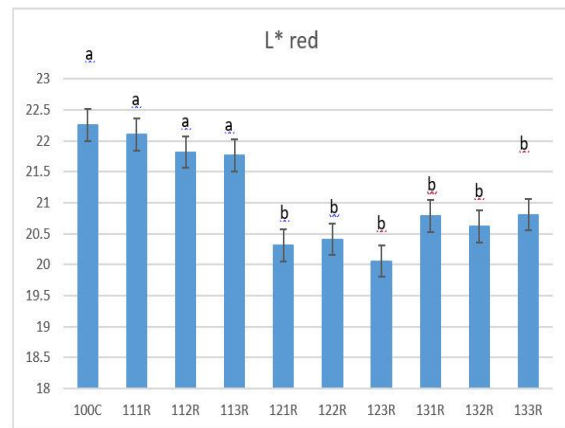


Fig 5 effect of red color on L^*

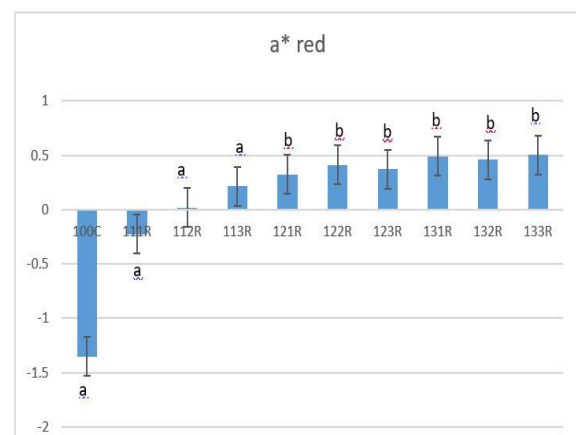


Fig 6 effect of red color on a^*

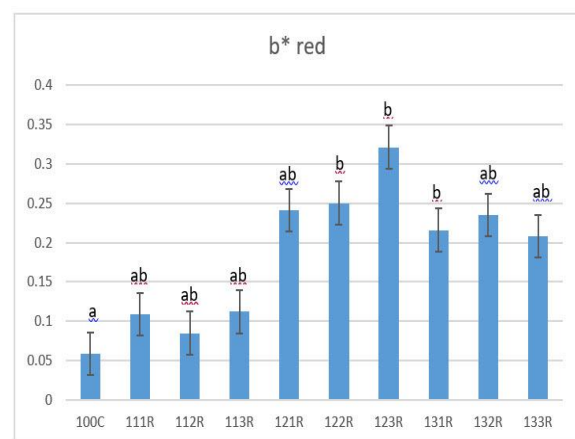


Fig 7 effect of red color on b^*

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 مؤلفه های رنگ سنجی (L^* , a^* و b^*) معنادار بوده است ($P < 0/01$) اما غلظت هیدروکلوئید بر تغییرات مؤلفه های رنگ

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 نمونه‌ها نداشته است.

۳-۱-۳-۳ 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. به عبارت دیگر 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 تعلق گرفته است (شکل ۱۳). باید توجه داشت که هرچند افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون نمونه‌ها موجب افزایش امتیاز حسی گردیده است اما در مجموع تغییرات امتیازات تفاوت معناداری در این مؤلفه حسی ایجاد ننموده است. در این صورت بهترین نمونه‌ها از لحاظ 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 به دست آمده با نتایج گزارش شده 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 به طوری که با افزایش میزان هیدروکلوئید در نمونه‌ها، میزان امتیاز حسی اختصاص داده شده از سوی ارزیاب‌های حسی

درصد رنگ با تمام غلظت‌های دیگر اختلاف معنی‌داری 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).

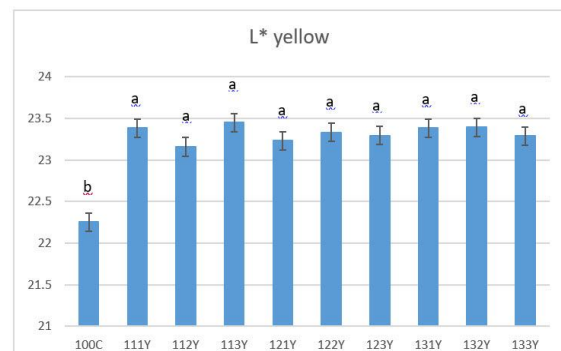


Fig 8 effect of yellow color on L*

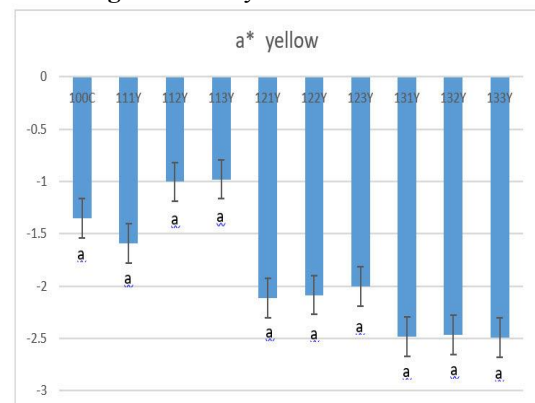


Fig 9 effect of yellow color on a*

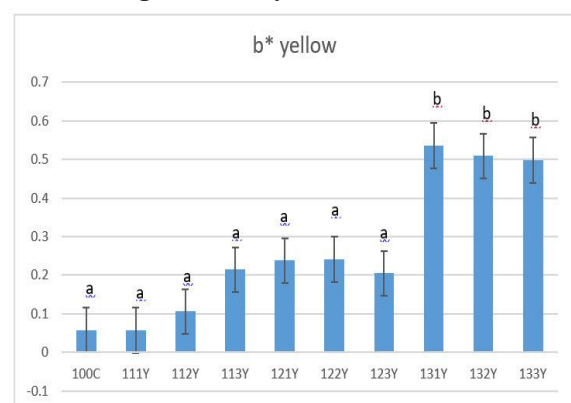


Fig 10 effect of yellow color on b*

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

۳-۳-۳ ویژگی‌های حسی

افزوده شده 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 تعلق گرفته است. باید توجه داشت که هرچند افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون نمونه‌ها موجب افزایش امتیاز حسی گردیده است اما در مجموع تغییرات امتیازات تفاوت معناداری در این مؤلفه حسی ایجاد ننموده است. در این صورت بهترین نمونه‌ها از لحاظ 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 اختصاص یافته 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 اختصاص یافته 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 هردو عاری از هرگونه آروما بوده‌اند اما به طور واضح بر درک میزان آروما در ارزیاب تأثیر گذارده‌اند. نتایج به دست آمده با نتایج گزارش شده توسط آذری کیا و عباسی، ۲۰۱۰ با موضوع بررسی اثر صمغ کنیرا بر ویژگی‌های نوشیدنی سستی ایرانی و کیانی و همکاران، ۲۰۱۰ با موضوع اثر ژلان و پکتین با متوکسی بالا بر ویژگی‌های دوغ مطابقت داشت و با نتایج گزارش شده توسط کاکسوی و کلیک ۲۰۰۴ در خصوص بررسی کارایی هیدروکلوئیدهای مختلف بر پایداری نوشیدنی سستی برپایه ماست، همخوانی نداشت.

کاهش یافته 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].

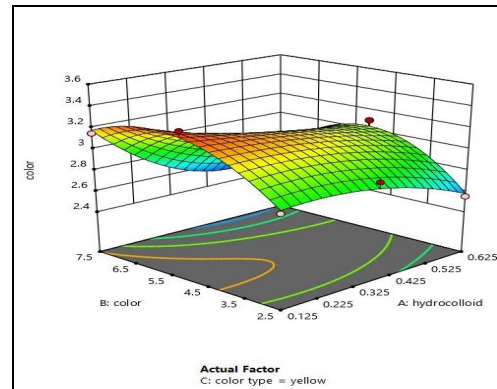


Fig 11 scores for color in sensory analysis in samples (yellow)

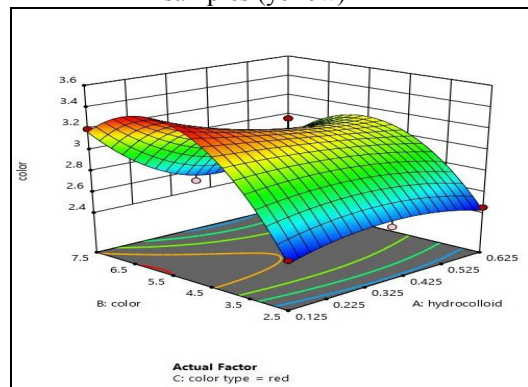


Fig 12 scores for color in sensory analysis in samples (red)

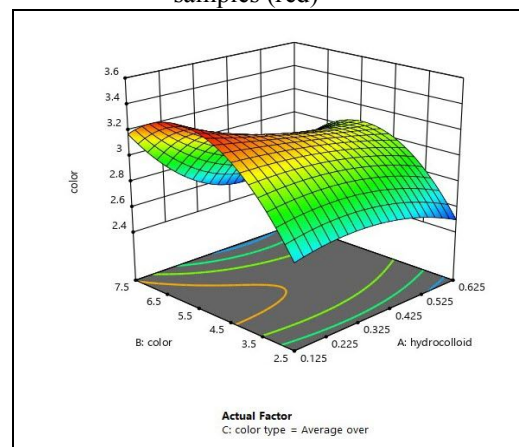


Fig 13 scores for color in sensory analysis in samples (both)

۳-۲-۳- آروما

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر غلظت رنگ، غلظت هیدروکلوئید و نوع رنگ بر مؤلفه آروما در آزمون حسی بی‌معنی بوده است. به عبارت دیگر رنگ و هیدروکلوئید

درصد رنگ قرمز و ۰/۷۵ درصد هیدروکلوئید و کمترین امتیاز نیز به نمونه حاوی ۵ درصد رنگ قرمز و ۰/۷۵ درصد هیدروکلوئید تعلق گرفته است. باید توجه داشت که هرچند افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون نمونه‌ها موجب افزایش امتیاز حسی گردیده است اما در مجموع تغییرات امتیازات تفاوت معناداری در این مؤلفه حسی ایجاد ننموده است. نتایج بالا نشان دهنده این نکته است که افزودن هیدروکلوئید پوسته اسفرزه تأثیری 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 از لحاظ مؤلفه رنگ، نمونه‌های حاوی حد میانی رنگ (۱۰ درصد) و حد میانی هیدروکلوئید (۰/۷۵ درصد) می‌باشند (شکل ۱۹).

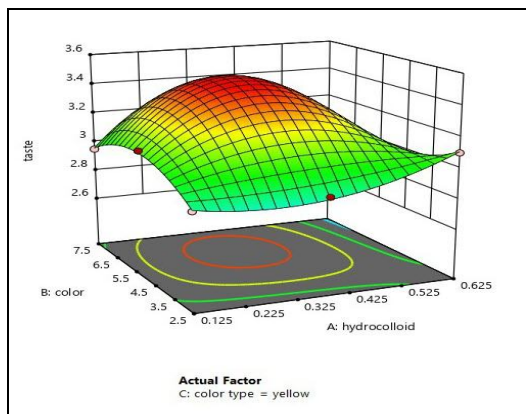


Fig 17 scores for taste in sensory analysis in samples (yellow)

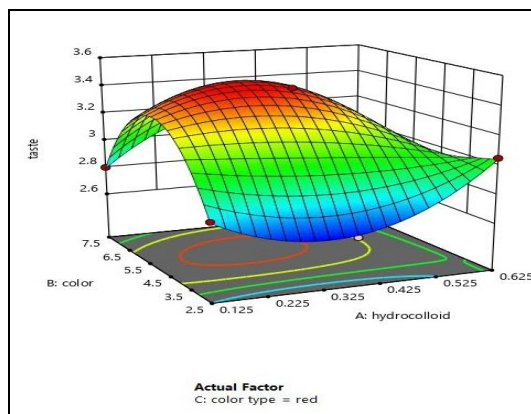


Fig 18 scores for taste in sensory analysis in samples (red)

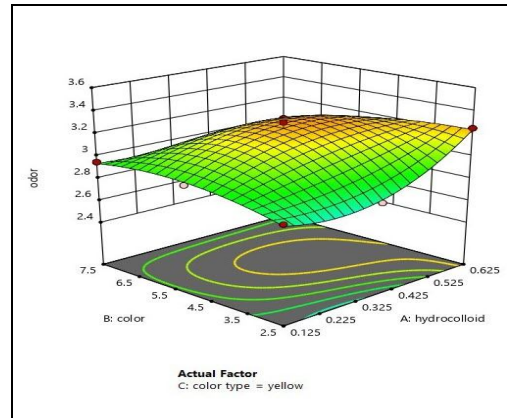


Fig 14 scores for aroma in sensory analysis in samples (yellow)

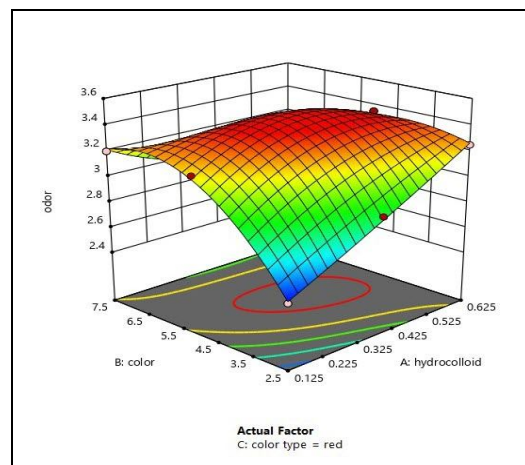


Fig 15 scores for aroma in sensory analysis in samples (red)

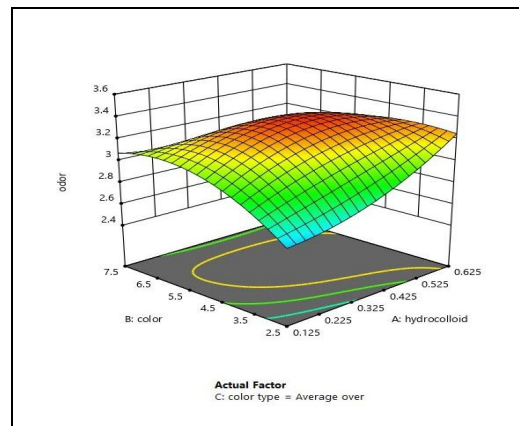


Fig 16 scores for color in sensory analysis in samples (both)

۳-۳-۳-۳ طعم

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

نتایج نشان داد بیشترین امتیاز در مؤلفه طعم به نمونه حاوی ۱۰

زرد نیز نتایج مشابهی به دست آمده 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.

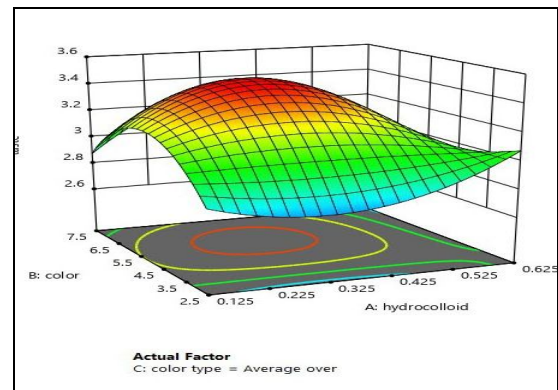
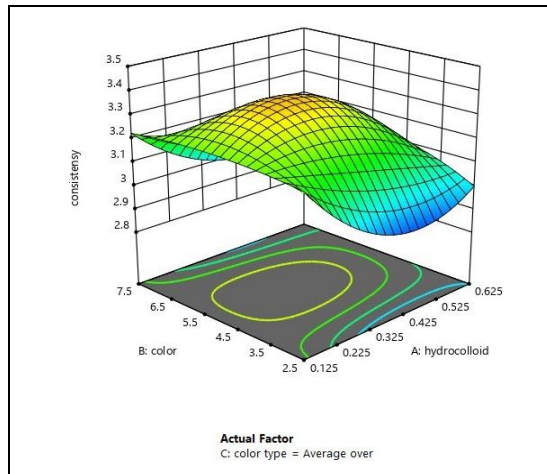


Fig 19 scores for taste in sensory analysis in samples (both)

۱۰ یکنواختی ۳-۳-۴

یکنواختی به مفهوم یکسان بودن^{۱۱} 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. به عبارت دیگر 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 تعلق گرفته است. باید توجه داشت که هرچند افزایش میزان رنگ در فرمولاسیون نمونه‌ها موجب افزایش امتیاز حسی گردیده است اما در مجموع 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 کاهش یافته 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

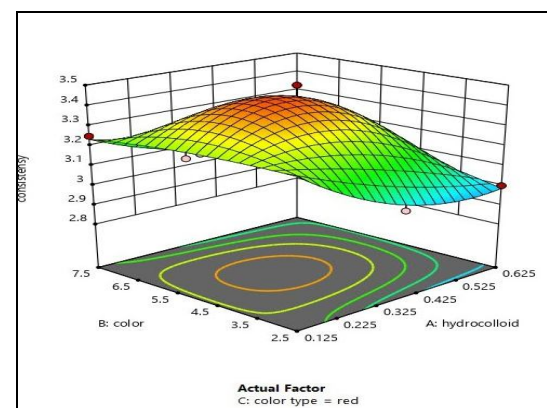


Fig 20 scores for homogeneity in sensory analysis in samples (red)

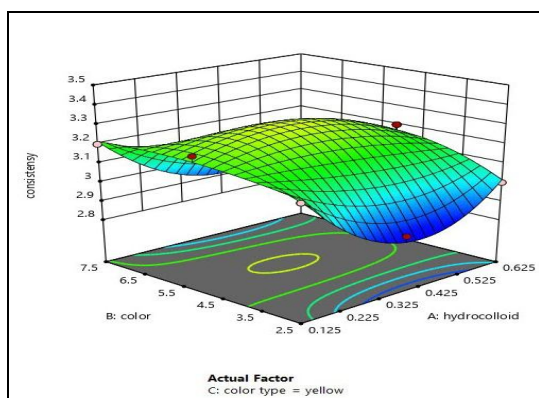


Fig 21 scores for homogeneity in sensory analysis in samples (yellow)

10. Homogeneity

11. Uniformity

درمجموع نتایج حاصل از آزمون حسی برگزارشده با نتایج گزارش شده توسط هاشمی و همکاران، ۱۳۹۱ در خصوص تأثیر صمغ ژلان بر ویژگی‌های دوغ فبردار، کاکسوی و کلیک، ۲۰۰۴ با موضوع بررسی کارایی هیدروکلوئیدهای مختلف بر پایداری سازی نوشیدنی سنتی بر پایه ماست؛ کیانی و همکاران، ۲۰۱۰ با موضوع بررسی تأثیر صمغ کنیرا بر ویژگی‌های نوشیدنی سنتی ایرانی؛ تمر و همکاران، ۲۰۰۶ 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 پایداری سازی در دوغ، هاشمی و همکاران در ۱۳۹۳ با موضوع تأثیر صمغ دانه اسفرزه بر پایداری نوشیدنی تخمیری ایرانی نیز همخوانی داشته است. درهرصورت هیدروکلوئید افزوده شده به نمونه‌ها بر مؤلفه‌های آروما، طعم و پذیرش کلی تأثیر معناداری نداشته است که از این حیث برای هیدروکلوئید افزوده شده امتیاز به حساب می‌آید [۵]. هرچند که هیدروکلوئید افزوده شده به نمونه‌ها بر امتیاز حسی تخصیص داده شده تأثیرگذار است اما میزان تأثیر آن در هیچ‌کدام از مؤلفه‌های حسی تأثیرگذار نبوده است به‌طوری‌که بالاترین امتیاز حسی اختصاص داده شده به نمونه‌ها، مربوط به نمونه حاوی کنیرا 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 افزوده شده به نمونه تأثیری بر مؤلفه‌های حسی نداشته باشد [۱۹].

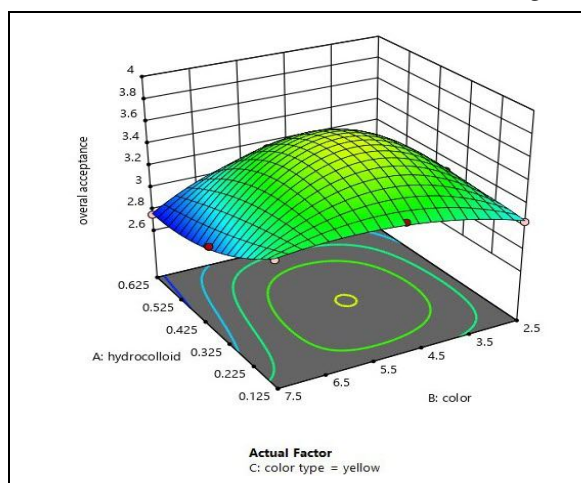
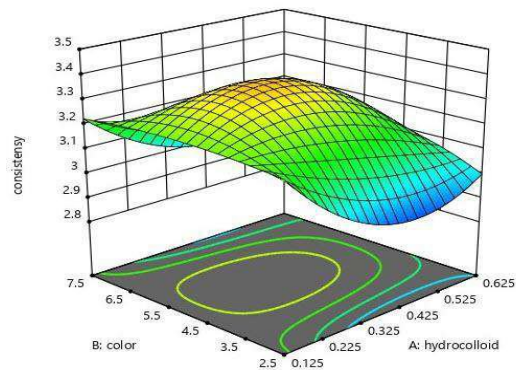


Fig 23 scores for overall acceptability in sensory analysis in samples (yellow)



Actual Factor
C: color type = Average over

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. به عبارت دیگر رنگ و هیدروکلوئید افزوده شده 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 تعلق گرفته است (شکل ۲۳ - ۲۴). 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 از لحاظ 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 اختصاص یافته از سوی ارزیاب‌ها افزایش می‌آید اما این افزایش صرفاً از ۵ درصد تا ۱۰ درصد غلظت رنگ است و سپس با افزایش غلظت از ۱۰ به ۱۵ درصد امتیاز کسب شده کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش غلظت هیدروکلوئید از ۰/۲۵ درصد به ۰/۷۵ درصد، امتیاز اختصاص داده شده افزایش و از ۰/۷۵ درصد به ۱/۲۵ درصد امتیاز کسب شده به میزان ۲/۵ درصد کاهش می‌آید (شکل ۲۵).

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 به این علت 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 به صورت بسیار معنادار ($P < 0.01$) تغییر می‌نماید که این تغییر از طریق مشاهده شکل ۲۶ 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 پایداری سازی نوشیدنی بر پایه ماست نیز مطابقت داشته است.

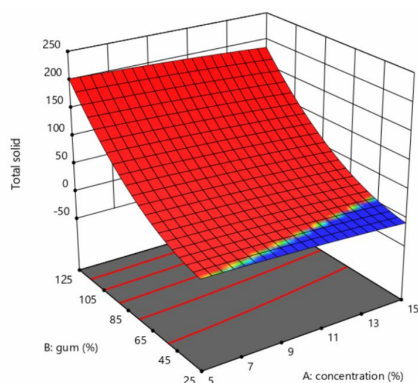


Fig 26 effect of color and hydrocolloid concentration on Total Solid

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 در نتیجه افزایش چگالی

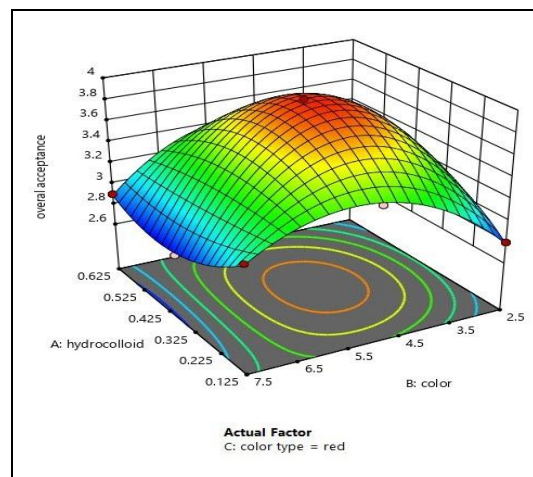


Fig 24 scores for overall acceptability in sensory analysis in samples (red)

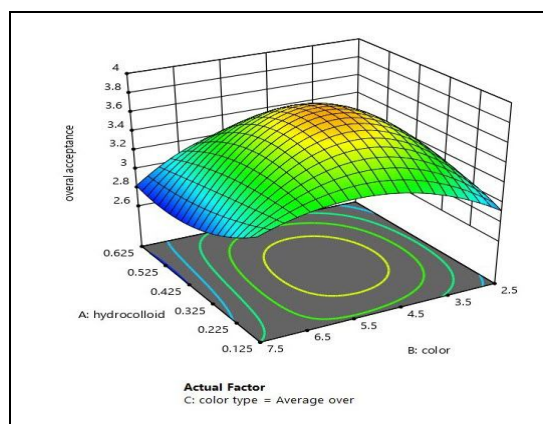


Fig 25 scores for overall acceptability in sensory analysis in samples (both)

۳-۴- 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 ۲۶ نیز مشخص است بزرگی مؤلفه ماده خشک بین ۶/۸۷ تا ۶/۰۵ بوده است. بالاترین میزان ماده خشک ۶/۸۷ درصد و مربوط به نمونه حاوی ۱/۲۵ درصد هیدروکلوئید و ۵ درصد رنگ زرد بوده است. همچنین کمترین مقدار ماده خشک ۶/۰۵ درصد مربوط به نمونه شاهد (فاقد

پتانسیل زتا به‌عنوان شاخص رفتار پایداری محصول نسبت به نمونه شاهد افزایش یافته است، درعین حال افزایش غلظت هیدروکلوئید در سطوح بالاتر موجب کاهش پایداری و افزایش شبکه تشکیل شده 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 [۲۶].

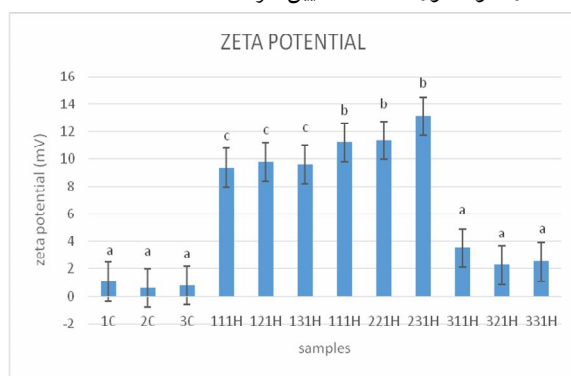


Fig 27 effect of color and hydrocolloid concentration on zeta potential

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

۴- 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 پس از آن 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

نمونه‌ها، پمپ‌ها، اتصالات و چینش خط تولید دستخوش تغییراتی خواهد شد [۲۲]. 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 [۲۴].

۳-۵- پتانسیل زتا

نتایج آنالیز واریانس نشان داد اثر غلظت رنگ، نوع رنگ و غلظت هیدروکلوئید بر مؤلفه پتانسیل زتا معنی‌دار بوده است ($P < 0.01$). 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 نمونه‌ها در مدت ۳۰ روز (انقضا تجاری نمونه‌ها) اندازه‌گیری شده‌است و با افزایش این زمان به‌طور حتم نتایج بدست آمده مؤید 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

- 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 particle 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] Cville, 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. (1989). 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., 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 congress 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

- 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.
- 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.



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	ABSTRACT
<p>Article History:</p> <p>Received 2020/ 10/ 09 Accepted 2021/ 08/ 07</p> <hr/> <p>Keywords:</p> <p>(Iranian traditional drink) doogh, psyllium husk, stability, sensory analysis, zeta potential.</p> <hr/> <p>DOI: 10.52547/fsct.18.119.393</p> <p>*Corresponding Author E-Mail: mtaghizadeh@um.ac.ir</p>	<p>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-laine 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.</p>