

## تأثیر هیدروکلوئید دانه‌های اسفرزه و ریحان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی سس کچاپ

سمیرا شکیب<sup>۱</sup> - مرتضی خمیری<sup>۲</sup> - زید احمدی<sup>۳</sup> - سید سهیل امیری عقدایی<sup>۴\*</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۱/۱۵

### چکیده

در پژوهش حاضر، قابلیت استفاده از هیدروکلوئید دانه‌های اسفرزه و ریحان به‌عنوان جایگزین صمغ‌های وارداتی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی سس کچاپ مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور بهینه‌یابی فرمولاسیون و تعیین تیمارهای سس کچاپ از طرح آماری مخلوط استفاده شد. تیمارها بر اساس استفاده ترکیبی از صمغ زانتان و هیدروکلوئید دانه‌های اسفرزه و ریحان در مقادیر صفر تا یک درصد با استفاده از نرم‌افزار Design Expert تعیین شد. نتایج نشان داد، استفاده از هیدروکلوئید دانه‌های اسفرزه و ریحان تأثیر معنی‌داری بر pH نمونه‌ها نداشت. به لحاظ آب‌اندازی به استثناء نمونه‌های K2 (حاوی یک درصد موسیلاژ اسفرزه) و K4 (حاوی یک درصد موسیلاژ ریحان) سایر نمونه‌ها پایدار بوده و هیچ‌گونه آب‌اندازی در آن‌ها مشاهده نشد. از نظر ویسکوزیته بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در نمونه‌های K4 (حاوی یک درصد موسیلاژ ریحان) و K10 (۰/۵ درصد صمغ زانتان و ۰/۵ درصد موسیلاژ اسفرزه) مشاهده شد. به لحاظ پذیرش کلی بیشترین امتیاز از نظر ارزیابان متعلق به نمونه K4 (حاوی یک درصد موسیلاژ ریحان) بود. با توجه به بهینه‌یابی انجام شده در فرمولاسیون مشخص شد، استفاده ترکیبی از هیدروکلوئید دانه‌های اسفرزه ۰/۵۸ درصد و ریحان ۰/۴۲ درصد به‌عنوان پایدارکننده در سس کچاپ، جایگزین مناسبی برای صمغ‌های تجاری وارداتی است.

واژه‌های کلیدی: آب‌اندازی، کچاپ، ویسکوزیته، هیدروکلوئید اسفرزه و ریحان.

### مقدمه

عصاره‌ی تغلیظ شده گوجه‌فرنگی با افزودن سرکه، شکر یا شربت ذرت با فروکتوز بالا و مجموعه‌ای از سبزیجات معطر و ادویه‌های گیاهی و طعم‌دهنده‌هایی مانند پیاز، فلفل شیرین، میخک، دارچین، سیر و کرفس و پایدارکننده‌های مجاز در طی فرآیند حرارتی پاستوریزاسیون تولید می‌شود (Smitt, ۱۹۹۶). ویسکوزیته سس کچاپ یکی از خواص مهم مورد توجه مهندسان برای طراحی فرآیند تولید و نیز از پارامترهای کیفی مهم در پذیرش مشتری می‌باشد. سس کچاپ ویسکوزیته خود را به‌صورت طبیعی از ترکیبات پکتیکی موجود در گوجه‌فرنگی بدست می‌آورد، اما واریته‌های گوجه‌فرنگی با میزان پکتین کمتر منجر به تولید محصولاتی با قوام کمتر می‌شوند. ویسکوزیته و قوام می‌تواند از طریق افزودن پلی‌ساکاریدهایی مانند نشاسته و صمغ حفظ شود. جدا شدن سرم یا آب انداختن یکی از مهمترین مشکلات در محصولات فرآیند شده گوجه‌فرنگی می‌باشد و این امر تأثیر منفی بر کیفیت محصول و مشتری پسندی آن‌ها دارد. بر اساس مطالعات صورت گرفته، افزودن هیدروکلوئیدها به سس کچاپ علاوه بر افزایش ویسکوزیته آن، میزان جدا شدن سرم را کاهش می‌دهد (Sahin & Ozdemir, ۲۰۰۷). به دلیل تأثیرگذاری بالای

امروزه سس گوجه‌فرنگی به یکی از مهمترین چاشنی‌های غذایی تبدیل شده است و از رایج‌ترین محصولات صنعتی گوجه‌فرنگی محسوب می‌شود. کیفیت این فرآورده به اجزای تشکیل‌دهنده آن وابسته است. سس گوجه‌فرنگی نیز مانند رب گوجه‌فرنگی باید دارای رنگی قرمز و درخشان، بدون ناخالصی و دانه‌های تیره، با قوام و غلظت یکنواخت باشد. کچاپ یا سس گوجه، یک چاشنی ملس (ترش و شیرین) است که از عصاره‌ی تغلیظ شده‌ی میوه تازه، سالم، قرمز و رسیده گوجه‌فرنگی که پوست و دانه‌ی آن جدا شده باشد و یا از

۱ و ۳ - به ترتیب دانشجوی ارشد و استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آزاد شهر.

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

۴ - مربی، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی بهاران، گرگان.

(\* - نویسنده مسئول: Email: amiri516@yahoo.com)

DOI: 10.22067/foodst.v1395i0.49472

صمغ دانه خرنوب محلی موجب بهبود رفتار رئولوژیکی سس کچاپ شده، قوام آن را افزایش و میزان آب انداختن سس را کاهش داد (مصباحی و همکاران، ۲۰۱۰). به علاوه از موسیلاژ دانه‌های ریحان و اسفرزه به منظور بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی و فیزیکوشیمیایی در فرآورده‌های مختلفی نظیر مایونز کم‌چرب (امیری و همکاران، ۲۰۱۲؛ عربشاهی و همکاران، ۱۳۹۳)، ماست کم‌چرب (امیری و همکاران، ۱۳۸۸؛ امیری و همکاران، ۱۳۸۹)، بستنی نرم (امیری و همکاران، ۱۳۹۱) و نوعی نوشیدنی سنتی (امیری و اعلمی، ۱۳۹۰) استفاده شده است. اما با توجه بررسی منابع صورت گرفته مشخص شده است، پژوهشی در ارتباط با استفاده از موسیلاژ دانه‌های ریحان و اسفرزه در فرمولاسیون سس کچاپ صورت نگرفته است، از این رو هدف از این پژوهش بررسی تأثیر موسیلاژ دانه‌های ریحان و اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی سس کچاپ می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

### مواد

مواد اولیه جهت تولید سس کچاپ از بازار داخلی ایران تهیه شد. مواد اولیه به لحاظ کیفی، طبق استاندارد ملی ۲۵۵۰ می‌باشند. برای تهیه سس کچاپ کلیه نمونه‌ها با فرمولاسیون یکسان و بر اساس روش داراب‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) تهیه شد و تنها تفاوت موجود در نمونه‌ها در نوع و غلظت صمغ بود. مواد اولیه و مشخصات آن در جدول (۱) نشان داده شده است.

### روش آماده‌سازی موسیلاژ دانه ریحان

جهت استخراج موسیلاژ دانه ریحان از روش رضوی و همکاران (۲۰۰۹)، با اندکی تغییرات استفاده شد. دانه ریحان به نسبت ۱ به ۶۰ در دمای ۶۹ درجه سانتی‌گراد و  $pH=8$  با آب دیونیزه مخلوط شد و بعد به منظور تهیه موسیلاژ به مدت ۱ دقیقه با مخلوط‌کن در دور پایین مخلوط شد. مخلوط حاصل از مرحله قبل، به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. سپس موسیلاژ حاصل از مرحله قبل با استفاده از آون آزمایشگاهی در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده و در نهایت توسط آسیاب آزمایشگاهی پودر شد و در بسته‌های غیرقابل نفوذ به رطوبت نگهداری شد.

### نحوه آماده‌سازی موسیلاژ دانه اسفرزه

به منظور استخراج موسیلاژ پوسته اسفرزه از روش عسکری و همکاران (۱۳۸۷) استفاده گردید. در این روش ابتدا باید ناخالصی‌های دانه اسفرزه نظیر سنگ، برگ و دانه جداسازی شد. سپس در هر مرحله ۱۰۰ گرم از دانه اسفرزه با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی به مدت ۲ دقیقه آسیاب شد. پس از آسیاب کردن دانه‌های اسفرزه، برای

هیدروکلوئیدها و قوام‌دهنده‌ها بر ویژگی‌های سس کچاپ و استفاده گسترده از قوام‌دهنده‌های مختلف وارداتی، اهمیت استفاده از منابع هیدروکلوئیدی بومی به شدت احساس می‌شود. دو هیدروکلوئید بومی که در سالیان اخیر توجه پژوهش‌گران را به خود جلب کرده است، موسیلاژ دانه‌های ریحان و اسفرزه می‌باشد که از گیاهان بومی ایران هستند. ریحان گیاهی است علفی، یک ساله، معطر با نام علمی *Ocimum basilicum* L. یکی از اعضای جنس *Ocimum* می‌باشد. جنس *Ocimum* شامل ۵۰ تا ۱۵۰ گونه گیاهی است که در سراسر جهان به خصوص در مناطق گرمسیری آسیا و آفریقای مرکزی یافت می‌شود. این گیاه بومی ایران به عنوان یک گیاه دارویی در طب سنتی کاربرد دارد. از سوی دیگر لایه خارجی (پریکارپ) دانه ریحان وقتی در تماس با آب قرار می‌گیرد به سرعت متورم می‌شود و ماده‌های ژلاتینی ایجاد می‌کند. اسفرزه (پسیلوم) گیاهی یک‌ساله از جنس *Plantago* است (Cryood و همکاران، ۲۰۰۹). بیش از ۲۰۰ گونه از این جنس، تقریباً در تمامی نقاط معتدل دنیا گسترده شده است (Guo و همکاران، ۲۰۰۹). گونه‌های بدست آمده از *Plantago* تحت عنوان *Plantago Ovata Forsk*، به طور گسترده‌ای در ایران و پاکستان و هند رشد می‌کند. جنس *Plantago* متعلق به خانواده باهرنگ *Plantaginaceae* و در ایران تحت نام اسفرزه خوانده می‌شود (Pattel و Chackrayourti، ۱۹۹۲). دانه‌های اسفرزه حاوی موسیلاژ، پروتئین، قند، چربی و تانن است (Maccredi و whistler، ۱۹۶۵). پوسته یا سبوس دانه به عنوان منبع مناسبی برای تولید هیدروکلوئید می‌باشد که به صورت گسترده در صنعت غذا و داروسازی به کار می‌رود (سینگ، ۲۰۰۷).

پژوهش‌گران به منظور ممانعت از آب‌اندازی و افزایش ویسکوزیته در سس کچاپ از صمغ‌های مختلف نظیر زانتان، گوار، کربوکسی‌متیل سلولز و کنیرا استفاده و گزارش کردند که استفاده از هیدروکلوئیدها موجب کاهش آب‌اندازی در نمونه‌ها می‌شود (Sahin و Ozdemir، ۲۰۰۷). جاسزاک و همکاران (۲۰۱۳) نیز ضمن بررسی تأثیر نشاسته تغییر یافته استیله حاصل از نشاسته ذرت، سیب‌زمینی و کاساوا بر ویژگی‌های رئولوژیکی گزارش کردند، تمامی نمونه‌ها رفتار غیرنیوتنی و رقیق‌شونده با برش داشته و به لحاظ رفتار ویسکوالاستیک، رفتار ژل‌مانند را از خود نشان دادند. از سوی دیگر گوجرال و همکاران (۲۰۰۲) نیز بر روی اثر هیدروکلوئیدها، دما و مدت زمان نگهداری بر قوام سس کچاپ مطالعاتی را انجام دادند. در این تحقیق اثر صمغ‌هایی چون گوار، آلژینات سدیم، آکاسیا، زانتان، پکتین و کربوکسی‌متیل سلولز در دماهای مختلف بر ضریب قوام و کاهش سرم در سس کچاپ بررسی شد و بیشترین قوام در مورد صمغ‌های گوار و زانتان بدست آمد. پژوهش‌گران دیگری نیز صمغ دانه خرنوب را استخراج کرده و در فرمولاسیون سس کچاپ به عنوان قوام‌دهنده و پایدارکننده استفاده نمودند و در نهایت گزارش کردند که

دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد تا باقی مانده دانه از داخل ژل جدا شود و در آن آزمایشگاهی در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به صورت فیلم خشک گردید. فیلم حاصل به منظور افزودن به فرمولاسیون سس کچاپ توسط آسیاب پودر گردید.

جداسازی مغز دانه از پوسته در مخلوط آسیاب شده، از الک آزمایشگاهی با شماره مش ۳۰ استفاده شد. سیوس دانه‌های اسفرزه به نسبت ۱ به ۳۰ با آب معمولی شهر در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مخلوط گردید و به مدت ۲۴ ساعت در همان شرایط نگهداری شد. مخلوط حاصل به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه در

جدول ۱- مقادیر مواد اولیه مورد استفاده جهت تولید سس کچاپ

ماده	درصد
رب گوجه فرنگی (۲۸٪)	۴۵
شکر	۸
نمک	۰/۵
دارچین	۰/۰۴۲
پودر فلفل قرمز	۰/۰۷
پودر سیر خشک	۰/۰۴۲
پودر میخک	۰/۰۱۷
پودر پیاز خشک	۰/۳۳
سرکه (۵٪)	۹/۲
صمغ	۱
آب	رسیدن به وزن ۱۰۰

#### اندازه‌گیری ویسکوزیته ظاهری

به منظور بررسی ویسکوزیته سس کچاپ از دستگاه رتومتر (فیزیکا آنتون پار، MRC 301) استفاده شد و به منظور تنظیم دما از سیستم Peltier Plate با حساسیت یک‌دهم درجه سانتی‌گراد، مجهز به سیستم چرخش آب استفاده شد. همچنین برای تمامی نمونه‌ها ژئومتر ۴ پرهای و دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد و زمان استراحت ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شد که به منظور ارزیابی نمونه‌های سس کچاپ ویسکوزیته در محدوده‌ی ۵۰ پاسکال بر ثانیه مورد ارزیابی قرار گرفت.

#### روش انجام آزمون آب‌اندازی

به منظور اندازه‌گیری آب‌اندازی نمونه‌های سس کچاپ ابتدا مقداری نمونه داخل لوله‌های سانتریفیوژ توزین شد و به مدت ۱۰ دقیقه در سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. پس از این مرحله فاز رویی خارج شده و دوباره لوله‌های حاوی نمونه باقیمانده توزین شد. در نهایت آب‌اندازی نمونه‌ها برحسب درصد با استفاده از معادله زیر تعیین گردید (داراب‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

$$(1) \quad 100 \times (\text{وزن نمونه قبل از سانتریفیوژ} / \text{وزن نمونه بعد از سانتریفیوژ} - \text{وزن نمونه قبل از سانتریفیوژ}) = \text{درصد آب‌اندازی}$$

#### روش انجام آزمون رنگ‌سنجی

ویژگی‌های رنگی نمونه‌های سس کچاپ با استفاده از اسکنر (Canon) و برنامه Image J و بر اساس سیستم هانتربل (a\*, b\*)

#### روش تولید سس کچاپ

مواد اولیه برای تولید نمونه‌های کچاپ مطابق با فرمولاسیون ذکر شده در جدول ۱ توزین شدند. ابتدا رب گوجه فرنگی دارای بریکس ۳۰ (شرکت فرآورده‌های غذایی کامنوش) و آب مخلوط شده و تا رسیدن به دمای جوش حرارت داده شدند، سپس نمک و ادویه‌جات شامل پودر سیر خشک و پیاز خشک تهیه شده به روش سنتی و پودر میخک، دارچین و فلفل قرمز (فروشگاه گیاهان دارویی) اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۲۰ دقیقه به صورت ملایم حرارت داده شد. پس از آن سرکه (محصول شرکت فرآورده‌های غذایی مه‌رام) و شکر به فرمولاسیون اضافه شد، در نهایت صمغ‌های زانتان، دانه اسفرزه و ریحان با نسبت‌های معین شده به نمونه‌ها اضافه شد و تا رسیدن به بریکس ۲۸ در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. سپس نمونه‌ها در ظروف یک کیلوگرمی بسته‌بندی و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد جهت انجام آزمایش‌ها نگهداری شد (داراب‌زاده و همکاران ۱۳۹۱).

#### روش اندازه‌گیری pH

پس از کالیبره کردن دستگاه pH متر (Bell-PHs -BW)، pH، نمونه‌ها بطور مستقیم با قرار دادن الکتروود دستگاه درون نمونه اندازه‌گیری و مقادیر گزارش شد.

ارزیابی نمودند، به این ترتیب که حداکثر نمره ۵ به منزله عالی بودن نمونه و حداقل نمره ۱ به عنوان بد بودن نمونه در نظر گرفته شد.

### تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این پژوهش به منظور بررسی اثر هیدروکلوئیدهای دانه اسفرزه و ریحان روی خواص رئولوژیکی، حسی و فیزیکیوشیمیایی سس کچاپ از طرح آماری مخلوط توسط نرم‌افزار آماری Design Expert9 استفاده شد. که در نهایت ترکیب چندگانه از ۱۰ مخلوط (جدول ۲) حاصل شد و همچنین جهت رسم نمودارها و انجام محاسبات از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ و Design Expert9 استفاده شد. به این منظور از معادلات مناسب برای نشان دادن رابطه هریک از متغیرهای وابسته در مدل رگرسیونی با متغیرهای مستقل، نمودار کانتور مخلوط آنها توسط نرم‌افزار مذکور ترسیم شد و همچنین جهت برازش مدل‌های داده شده، مقادیر ضریب تبیین  $R^2$  مدل تعیین شدند.

$L^*$  تعیین شد. نمونه‌های سس کچاپ در پلیت‌های پلاستیکی کاملاً یکسان از نظر جنس و ارتفاع ریخته شدند. ظروف حاوی نمونه‌ها با فیلم نازک و شفاف پوشانده شده و به صورت جداگانه در مرکز اسکنر قرار داده شدند. برای جلوگیری از تأثیر نور محیط بر عکس‌های بدست آمده از پوشش مشکی روی اسکنر استفاده شد. سپس با تنظیم مشخصه‌هایی همچون رنگ زمینه، درشت‌نمایی و روشنی نمونه‌ها اسکن شدند و عکس‌ها در برنامه Image J مورد ارزیابی قرار گرفتند و فاکتورهای  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $L^*$  برای آنها محاسبه شدند (مصباحی و همکاران ۱۳۸۸).

### روش انجام آزمون‌های حسی

پس از آموزش‌های مقدماتی تعداد ۱۰ نفر (۷ نفر زن و ۳ نفر مرد با محدوده‌ی سنی ۲۷ تا ۳۰ سال) به عنوان ارزیاب انتخاب گردید و با استفاده از روش هدونیک (۵ نقطه‌ای) نمونه‌های سس کچاپ تهیه شده را به لحاظ ظاهری (رنگ)، بافت، طعم، احساس دهانی و قوام

جدول ۲- تیمارهای آزمایش بر اساس متغیرهای مستقل فرمول در طرح آماری مخلوط (بر حسب گرم)

تیمار	زانتان	اسفرزه	ریحان
K1	۰/۵	۰	۰/۵
K2	۰	۱	۰
K3	۰/۳۳	۰/۳۳	۰/۳۳
K4	۰	۰	۱
K5	۱	۰	۰
K6	۰/۱۶	۰/۶۶	۰/۱۶
K7	۰	۰/۵	۰/۵
K8	۰/۶۶	۰/۱۶	۰/۱۶
K9	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۶۶
K10	۰/۵	۰/۵	۰

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، نمونه‌های K1 (صمغ زانتان ۰/۵، موسیلاژ دانه‌های ریحان ۰/۵ درصد وزنی) و K5 (۱ درصد وزنی زانتان) با  $pH = 3/74$  بالاترین مقدار و نمونه‌های K6 (اسفرزه ۰/۶۶ درصد وزنی، زانتان و ریحان هرکدام ۰/۱۶ درصد وزنی)، K7 (زانتان صفر و موسیلاژ اسفرزه و ریحان هرکدام ۰/۵ درصد وزنی) و K10 (ریحان صفر و زانتان و اسفرزه هرکدام ۰/۵ درصد وزنی) با  $pH = 3/68$  کمترین مقدار  $pH$  را دارا بودند. نتایج مشابهی توسط Rani و Banins (۱۹۸۷) گزارش شده است که مقدار  $pH$  سس‌های کچاپ را در محدوده‌ی ۳/۵۵ تا ۳/۸۷ به دست آوردند. همچنین نتایج حاصله با نتایج الدسوکی (۲۰۰۳)، رضوی و همکاران (۱۳۹۱)، شاروبا و همکاران (۲۰۰۵)، بایود و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت. حامد عسگری و همکاران (۱۳۸۷) نتایج خود را با گزارشات سینک و همکاران (۲۰۰۷) بررسی کردند و به نتایج مشابهی رسیدند.

### نتایج و بحث

#### pH

pH از مهم‌ترین پارامترهای شیمیایی مطرح در مورد سس کچاپ می‌باشد. استاندارد ایران محدوده‌ی مشخصی را برای آن تعیین نموده است. به همین به منظور جهت اطمینان از این‌که در محدوده‌ی استاندارد قرار دارد، برای ۱۰ نمونه‌ی تولیدی در این تحقیق، میزان pH اندازه‌گیری شد (جدول ۳). طبق استاندارد ایران به شماره ۲۵۵۰، pH سس کچاپ نباید از ۴ بالاتر باشد چرا که منجر به ایجاد طعم نامطلوب در فرآورده شده و از قابلیت مشتری پسندی آن می‌کاهد. از طرفی در pH‌های بالاتر، عمر نگهداری محصول نیز کمتر بوده و احتمال رشد باکتری‌های بیماری‌زا افزایش می‌یابد. تمام محصولات نهایی تولید شده دارای pH‌هایی در محدوده‌ی ۳/۶۸ تا ۳/۷۴ بودند که مطابق با محدوده‌ی تعیین شده توسط استاندارد ملی ایران است.

درآمده و به‌واسطه ماهیت پلی‌ساکاریدی این بار منفی سبب دافعه الکترواستاتیک در داخل مولکول بیوپلیمر دانست.

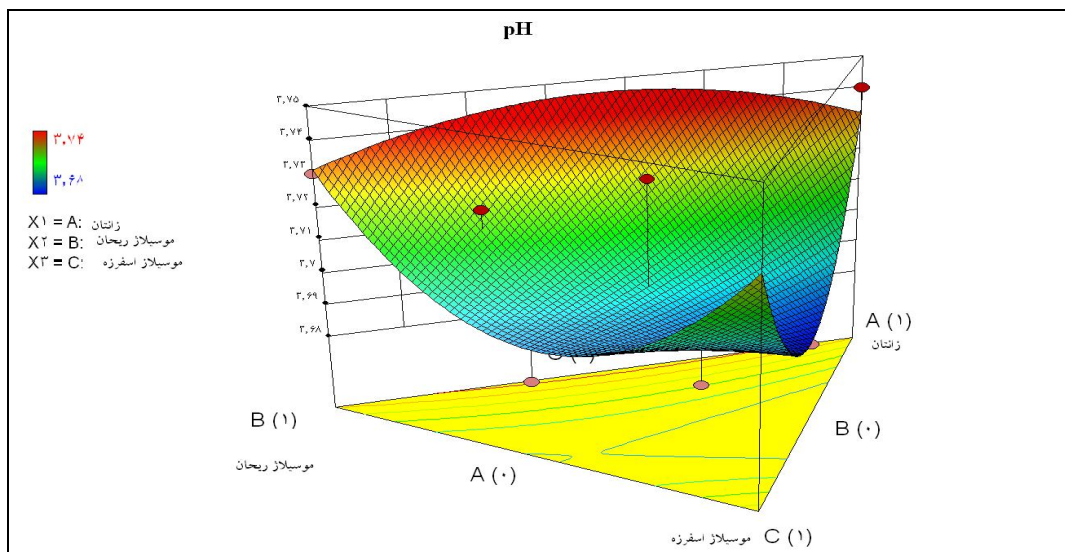
نتایج اینگونه بیان شد که علت تغییر pH در موسیلاژ اسفرزه به علت دارا بودن گروه کربوکسیل در زنجیره اصلی این بیوپلیمر است که باعث می‌شود در pH بالا گروه‌های کربوکسیل به‌صورت یونیزه

جدول ۳- نتایج آزمون‌های سس کچاپ

نمونه	زانتان	اسفرزه	ریحان	pH	آب‌اندازی (درصد)	ویسکوزیته (پاسکال ثانیه)	L*	a*	b*	پذیرش کلی
K1	۰/۵	۰	۰/۵	۳/۷۴	۰	۱۰/۲	۲۵/۳۱	۳۶/۱۴	۲۸/۶۵	۴/۳۶
K2	۰	۱	۰	۳/۷۳	-۰/۴۳۵	۱۱/۲	۲۵/۹۵	۳۷/۰۶	۲۹/۸۰	۳/۹۶
K3	-۰/۳۳	-۰/۳۳	-۰/۳۳	۳/۷۳	۰	۸/۲۷	۲۵/۲۶	۳۵/۹۱	۲۹/۰۷	۴/۳۳
K4	۰	۰	۱	۳/۷۳	۱/۶۳	۱۲	۲۵/۷۹	۳۵/۴۴	۲۸/۲۶	۴/۵
K5	۱	۰	۰	۳/۷۴	۰	۸/۲۶	۲۵/۶۶	۳۶/۹۵	۲۹/۶	۴/۳۶
K6	-۰/۱۶	-۰/۱۶	-۰/۶۶	۳/۶۸	۰	۱۱/۳	۲۵/۶۶	۳۷/۰۴	۲۹/۳۰	۴/۱۳
K7	۰	-۰/۵	-۰/۵	۳/۶۸	۰	۸/۸۱	۲۵/۴۷	۳۶/۲۴	۲۸/۹۳	۴/۳
K8	-۰/۶۶	-۰/۱۶	-۰/۱۶	۳/۶۹	۰	۹/۳۲	۲۴/۴۳	۳۶/۰۵	۲۸/۳۰	۴/۴۶
K9	-۰/۱۶	-۰/۶۶	-۰/۱۶	۳/۷۲	۰	۸/۷۴	۲۶/۳۷	۳۶/۳۷	۲۹/۰۱	۴/۰۶
K10	-۰/۵	-۰/۵	۰	۳/۶۸	۰	۴/۸۱	۲۵/۵۹	۳۶/۸۶	۲۹/۱۵	۴/۲۳

pH نمونه‌های سس کچاپ تولیدی نیز افزایش پیدا کرده است، در حالی که در طرف مقابل با افزایش میزان موسیلاژ اسفرزه pH نمونه‌های تولیدی کاهش قابل توجهی داشت، از دلایل تغییر pH می‌توان به تولید برخی اسیدهای آلی مختلف در طی زمان نگهداری اشاره کرد که این نتایج با نتیجه آزمایشات عدالتیان و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت داشت. اما همان‌طور که گفته شد در تمامی نمونه‌های تولیدی در این تحقیق، pH در محدوده‌ی استاندارد ایران برای سس کچاپ می‌باشد.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد مدل درجه دوم جهت برازش pH مناسب بوده و دارای ضریب تبیین ۰/۷۹ می‌باشد. اما در کل نتایج اندازه‌گیری pH، نشان‌دهنده عدم تأثیر معنی‌دار افزودن موسیلاژ دانه‌های ریحان و اسفرزه و صمغ زانتان به‌صورت جداگانه و ترکیبی بر pH نمونه‌های سس کچاپ تولیدی می‌باشد ( $P > ۰/۰۵$ ). به‌منظور تعیین تأثیر هر یک از ترکیبات بر pH، نمودار سطح مخلوط مربوطه رسم گردید (شکل ۱). با توجه به شکل، مشاهده می‌شود که با حرکت به سمت رأس با مقدار بالاتر زانتان،

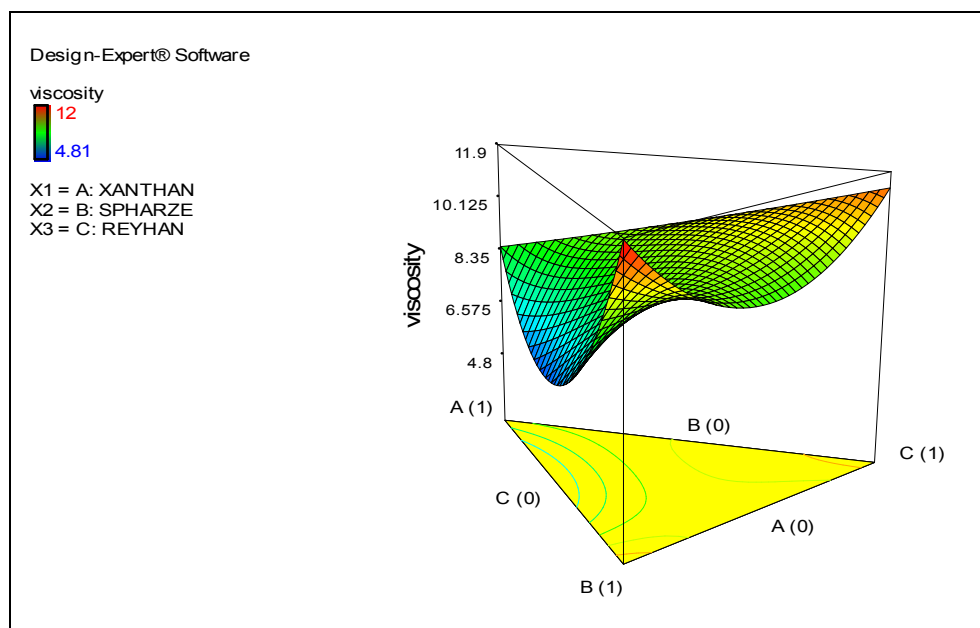


شکل ۱- نمودار سطح مخلوط pH نمونه‌های سس کچاپ

## ویسکوزیته ظاهری

ویسکوزیته سس کچاپ دلیل اصلی برای پذیرش مصرف‌کننده است که از فاکتورهای مهم در تولید تجاری کچاپ محسوب می‌شود (بایودا و همکاران ۲۰۰۸). مطابق جدول (۳) بیشترین و کمترین ویسکوزیته مربوط به نمونه‌های  $K4=12$  (یک درصد وزنی موسیلاژ دانه ریحان) و  $K10=4/81$  (۰/۵ درصد وزنی موسیلاژ اسفرزه ۰/۵ درصد وزنی صمغ زانتان) می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴)، نشان می‌دهد مدل درجه دوم برای برآزش ویسکوزیته مناسب می‌باشد. همچنین ضریب تبیین مدل درجه دوم برای ویسکوزیته

$(R^2=0/93)$  حاکی از رضایت‌بخش بودن مدل است. بر اساس مقادیر  $P$  مشخص شده است که جایگزینی هر یک از موسیلاژ دانه‌های اسفرزه و ریحان به صورت جداگانه یا ترکیبی با صمغ زانتان تأثیر معنی‌داری بر ویسکوزیته نمونه‌های تولید شده ندارد. در همین راستا مصباحی و همکاران (۱۳۸۸) کربوکسی‌متیل سلولوز حاصل از تفاله چغندر در فرمولاسیون چغندر قند با سایر قوام‌دهنده‌ها مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند، کربوکسی‌متیل سلولوز نسبت به سایر قوام‌دهنده‌ها ویسکوزیته کمتری دارد اما نسبت به نمونه شاهد گرانیوی بسیار بالاتری در نمونه ایجاد می‌کند.



شکل ۲- نمودار سطح مخلوط ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های سس کچاپ

همچنین همان‌طور که از جدول ۳ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت موسیلاژ ریحان ویسکوزیته افزایش یافته است که دلیل آن را می‌توان به درگیری بین مولکولی که منجر به افزایش ویسکوزیته و افزایش محدودیت رانش بین مولکولی در اثر درگیری بین زنجیره‌های پلیمری دانست ( رزمخواه و همکاران ۱۳۸۹).

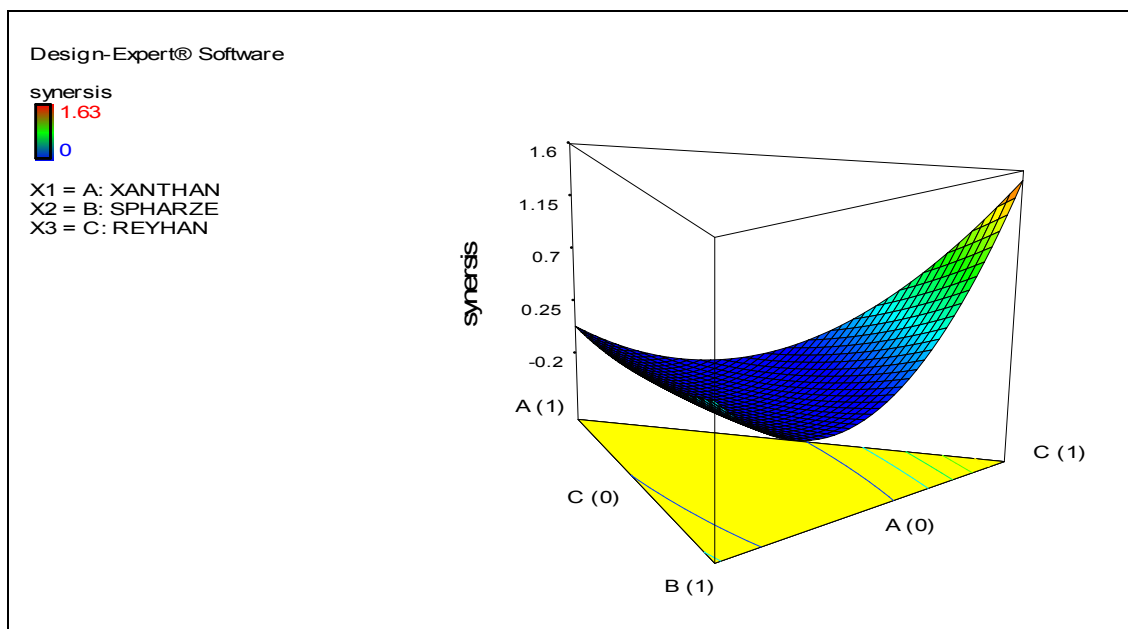
## درصد آب‌اندازی نمونه‌های سس کچاپ

جدا شدن سرم کچاپ (آب‌اندازی)، یکی از بزرگترین مشکلات صنعت کچاپ است و کنترل آب‌اندازی آن در هنگام نگهداری بسیار حائز اهمیت می‌باشد، چرا که تأثیر منفی بر کیفیت و مقبولیت محصول از سوی مشتری دارد. نتایج مربوط به آب‌اندازی نمونه‌های مختلف سس کچاپ در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، به استثنای نمونه‌های  $K2$  (یک درصد موسیلاژ دانه

به منظور تعیین تأثیر هر یک از ترکیبات بر ویسکوزیته، نمودار سطح مخلوط مربوطه (شکل ۲) رسم گردید. با توجه به شکل، مشاهده می‌شود که با حرکت به سمت رأس با مقدار بالاتر زانتان، ویسکوزیته نمونه‌های سس کچاپ تولیدی نیز کاهش پیدا کرده است، در حالی که در طرف مقابل با افزایش میزان موسیلاژ اسفرزه و ریحان ویسکوزیته نمونه‌های تولیدی افزایش داشت. با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته در ارتباط با ویژگی‌های رئولوژیکی موسیلاژ دانه اسفرزه و ریحان مشخص شده است که این هیدروکلوئیدها دارای قدرت تشکیل ژل می‌باشند، در حالی که صمغ زانتان طبق تحقیقات دیونگ و همکاران (۲۰۰۷) قادر به تشکیل مستحکم نبوده و ممکن است دلیل نتایج این پژوهش نیز همین امر باشد زیرا زانتان به دلیل داشتن زنجیره‌های طویل استیلی جانبی مولکول به صورت قابل توجهی مانع از تشکیل ماریچ‌های دو رشته‌ای منظم در ساختار ژل می‌شود و

تیبین ۰/۹۲۴ نیز حاکی از رضایت بخش بودن مدل بود. با توجه به ضرایب مدل درجه دو بیشترین تأثیر بر کاهش آب‌اندازی مربوط به استفاده ترکیبی از صمغ زانتان و اسفرزه است و صرفاً استفاده از موسیلاژ دانه‌های ریحان و اسفرزه موجب افزایش آب‌اندازی شده است که بیشترین اثر در بین ضرایب مدل مربوط به استفاده تنها از صمغ ریحان بوده است. ممکن است دلیل این امر مربوط به ساختار صمغ زانتان باشد. صمغ زانتان پایداری بسیار خوبی نسبت به سینرسیس حتی در طول نگهداری دارد، زیرا صمغ زانتان هتروپلی‌ساکاریدی است که دارای واحدهای پنتاساکاریدی تکرار شونده است. این پنتاساکاریدها شامل ۲ واحد مانوز، ۲ واحد گلوکز و ۱ واحد اسید گلوکورونیک می‌باشد، به همین دلیل موجب پایداری و سختی این صمغ در مقابل اسید و گرما می‌شود. همچنین دلیل دیگر را می‌توان به اثر سینرسیستی بین زانتان با اسفرزه و ریحان اشاره کرد و هنگامی که زانتان به همراه هر یک موسیلاژهای ریحان و اسفرزه استفاده شود، باعث می‌شود میزان سینرسیس تا حد قابل قبولی کاهش می‌یابد. دلیل افزایش سرم برخی نمونه‌ها در طول نگهداری را می‌توان به دلیل ناهمگون بودن هیدروکلویدها یا هیدرولیز جزئی آنها دانست. این نتایج با مطالعات Sahin و همکاران (۲۰۰۷) و Stofors و همکاران (۱۹۹۰) و Gujral و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت داشت.

اسفرزه) و K4 (یک درصد موسیلاژ دانه ریحان) سایر نمونه‌ها پایدار بوده و هیچ‌گونه آب‌اندازی در آن‌ها مشاهده نشد. بطور کلی افزودن موسیلاژ ریحان و اسفرزه به تنهایی، قادر به جلوگیری از آب‌اندازی نمونه‌های سس نبوده است، اما زمانی که موسیلاژ دانه‌های مذکور در ترکیب با یکدیگر و به همراه صمغ زانتان مورد استفاده قرار گرفت، موجب جلوگیری از آب‌اندازی نمونه‌ها شد. در همین راستا در بررسی صورت گرفته توسط یوسفی و همکاران (۱۳۸۹) مشخص شد که افزودن هیدروکلونید کربوکسی‌متیل سلولز منجر به کاهش میزان آب‌اندازی نمونه‌های سس کچاپ می‌شود و بین میزان کربوکسی‌متیل سلولز موجود در فرمولاسیون سس‌های کچاپ و میزان آب‌اندازی رابطه عکس وجود دارد. در پژوهشی دیگر نیز که گوجرال و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر هیدروکلویدهای CMC، پکتین، آلژینات، صمغ آکاسیا، زانتان و گوار بر میزان آب‌اندازی نمونه‌های سس کچاپ پرداختند. نتایج این محققین نشان داد که افزودن همزمان صمغ گوار و زانتان میزان آب‌اندازی نمونه‌ها را طی ۱۲۰ روز نگهداری تا صفر درصد کاهش می‌دهد که حاکی از کارایی بالای این صمغ‌ها در کاهش آب‌اندازی سس است. نتایج تجزیه واریانس آب‌اندازی (جدول ۴) نشان می‌دهد که مدل درجه دوم جهت برآزش درصد آب‌اندازی نمونه‌های مختلف تولیدی مناسب می‌باشد. ضریب



شکل ۳- نمودار سطح مخلوط درصد آب‌اندازی نمونه‌های سس کچاپ

زانتان درصد آب‌اندازی کاهش یافته و حتی به صفر درصد می‌رسد در حالی که با حرکت به سمت رأسی با بالاترین میزان موسیلاژ ریحان، درصد آب‌اندازی افزایش پیدا می‌کند.

به منظور تعیین تأثیر هر یک از ترکیبات بر درصد آب‌اندازی، نمودار سطح مخلوط مربوطه رسم گردید (شکل ۳). با توجه به شکل، مشاهده می‌شود که با حرکت به سمت رأس‌هایی با مقادیر بالاتر

## رنگ

کمر رنگدانه‌های قرمز (لیکوپن) در پودر تفاله گوجه‌فرنگی گزارش نمودند. طیب لغمانی و احسان دوست (۲۰۱۳) نشان دادند که افزودن صمغ بذر کتان به سس کچاپ می‌تواند منتهی به ایجاد تفاوت‌های معنی‌دار در اندیس‌های  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  شود. در ارتباط با میزان قرمزی سس‌های تولیدی ( $a^*$ )، نمونه‌های K2 (موسیلاژ دانه‌های اسفزه ۱ درصد) و K4 (موسیلاژ دانه‌های ریحان ۱ درصد) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار عددی  $a^*$  بودند. همچنین وضعیت مشابهی در مورد میزان زردی نمونه‌ها ( $b^*$ ) نیز مشاهده شد. همچنین نتایج تجزیه واریانس (۴) نشان می‌دهد، به‌منظور برآزش فاکتورهای  $a^*$  و  $b^*$  مدل خطی مناسب می‌باشد. در رابطه با فاکتور  $a^*$ ، با توجه به نتایج مقادیر P، حاکی از معنی‌داری مدل خطی بوده بنابراین هر کدام از صمغ‌ها به‌صورت جداگانه می‌توانند اثر معنی‌داری بر میزان  $a^*$  نمونه‌ها داشته باشند.

برای مشخص شدن تأثیر هر یک از ترکیبات بر مقادیر  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ، نمودار سطح مخلوط آن‌ها رسم گردید (شکل‌های ۴، ۵، ۶). با توجه به شکل‌های مربوط به کانتورهای سه‌اندیس  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  مشاهده می‌شود که، در غلظت‌های بالاتر موسیلاژ دانه اسفزه از میزان روشنی محصول کاسته شده است اما در طرف مقابل با افزایش تدریجی غلظت صمغ زانتان رنگ سس‌ها روشن تر گردیده و از میزان قرمزی آن کاسته می‌شود.

## ارزیابی حسی

نتایج مربوط به پذیرش کلی نمونه‌های سس کچاپ تولیدی در بخش ارزیابی حسی در جدول ۳ گزارش شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در بین تمام تیمارها، نمونه سس کچاپ K4 (موسیلاژ دانه‌های ریحان ۱ درصد) دارای بالاترین میزان پذیرش در بین مصرف‌کنندگان بود در حالی که در طرف مقابل نمونه سس کچاپ K2 (موسیلاژ دانه‌های اسفزه ۱ درصد) از کمترین میزان پذیرش برخوردار بود و دلیل آن حضور ناخالصی‌های موجود در موسیلاژ اسفزه طی مراحل سانتریفیوژ است که از ساختار صمغ خارج نشده اند، در نتیجه منجر به تیره‌تر شدن سس کچاپ تولیدی حاوی اسفزه به تنهایی گردیده است و همچنین تا حدودی منتهی به ایجاد احساس دهانی نامطلوب در ارزیاب‌ها شد. این در حالی است که نمونه‌های سس کچاپ K4 از نظر تمام ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مورد آزمایش از وضعیت مطلوبی برخوردار بوده است. در تحقیقی مشابه، در بررسی صورت گرفته توسط مصباحی و همکاران (۱۳۸۸) افزودن پودر تفاله گوجه به سس‌های کچاپ منتهی به ایجاد تغییرات معنی‌داری در ویژگی‌های حسی سس‌های تولیدی گردید. همچنین امیدبخش و همکاران (۱۳۹۲) افزودن نشاسته اصلاح شده و صمغ زانتان را بر ویژگی پایداری، حسی و رئولوژیکی سس گوجه‌فرنگی

اندازه‌گیری رنگ با استفاده از سیستم رنگ‌سنجی هانتربل<sup>۱</sup> دقیق‌ترین و ساده‌ترین روش برای تعیین تغییرات رنگ است (طیب لغمانی و همکاران، ۲۰۱۳). رنگ نمونه‌های مختلف سس کچاپ با تعیین فاکتورهای  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ، از سیستم هانتربل تعیین شد.  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  استانداردهای بین‌المللی برای اندازه‌گیری رنگ هستند که توسط CIE<sup>۲</sup> در سال ۱۹۷۶ تعیین گردیده‌اند. فاکتور  $L^*$  نماینده‌ی میزان روشنی محصول بوده و در محدوده اعداد صفر (کاملاً تیره) تا ۱۰۰ (کاملاً روشن) قرار می‌گیرد. پارامترهای  $a^*$  و  $b^*$  به ترتیب نماینده قرمزی و زردی محصول بوده و در محدوده ۱۲۰- تا ۱۲۰+ قرار می‌گیرند. نتایج مربوط به آزمون رنگ‌سنجی نمونه‌ها، در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نمونه‌های سس کچاپ K8 (سس کچاپ با مقدار صمغ زانتان ۰/۶۶ درصد و موسیلاژ دانه‌های اسفزه و ریحان ۰/۱۶ درصد برحسب گرم) و K9 (نمونه سس کچاپ با مقدار صمغ زانتان ۰/۱۶ درصد و موسیلاژ دانه‌های ریحان و اسفزه به ترتیب ۰/۶۶ و ۰/۱۶ درصد برحسب گرم)، به ترتیب دارای کمترین و بیشترین مقدار  $L^*$  بودند، همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس نمونه‌ها (جدول ۴) نیز نشان داد که مدل درجه دوم برای برآزش  $L^*$  مناسب می‌باشد و ضریب تبیین ۰/۹۹۴۳ حاکی از رضایت‌بخش بودن مدل بود. ضریب تبیین تصحیح شده مدل برای  $L^*$  نیز ۰/۹۸۷۱ بود. معنی‌دار شدن مدل خطی نشان می‌دهد که افزودن هر یک از هیدروکلوئیدهای زانتان، موسیلاژ اسفزه و ریحان توانسته است به تنهایی فاکتور  $L^*$  نمونه‌های سس کچاپ تولیدی را تحت تأثیر قرار دهد. علاوه بر اثرات جداگانه صمغ‌ها، برهم‌کنش‌های زانتان-اسفزه، ریحان-اسفزه و زانتان-ریحان نیز توانسته‌اند اثر قابل توجهی بر روشنی نمونه‌های سس کچاپ داشته باشند. دانه‌های اسفزه پوسته تیره رنگی دارند که هنگام استخراج صمغ وارد محلول نهایی و در ادامه پودر صمغ تولیدی نهایی می‌شوند، این امر باعث تیره‌تر شدن رنگ سس‌های کچاپ تولید شده با بالاترین میزان موسیلاژ اسفزه می‌گردد. در مورد ریحان نیز به نسبت رفتار مشابهی دیده شد اما تیرگی موسیلاژ حاصل از ریحان به مراتب کمتر از اسفزه بود. بدیهی است که با انجام تصفیه بهتر و خالص‌سازی بهتر صمغ و یا استفاده از روش‌های جایگزین با قابلیت بالاتر در استخراج صمغ و تولید محصولی شفاف‌تر می‌توان بر این مشکل غلبه کرد (فرحناکی و همکاران، ۲۰۱۳). مصباحی و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان دادند که افزودن پودر تفاله گوجه‌فرنگی به نمونه‌های کچاپ منتهی به افزایش معنی‌داری میزان  $L^*$  و  $b^*$  محصولات و کاهش در میزان  $a^*$  آن‌ها می‌شود و دلیل آن را میزان

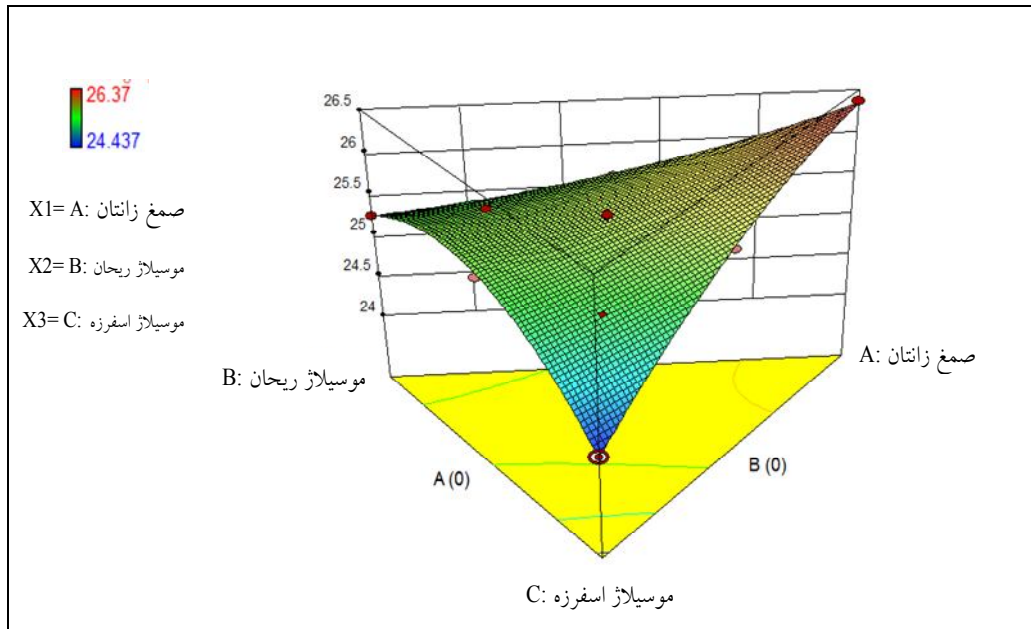
1 Hunter Lab

2 Commission International ed'Eclairage

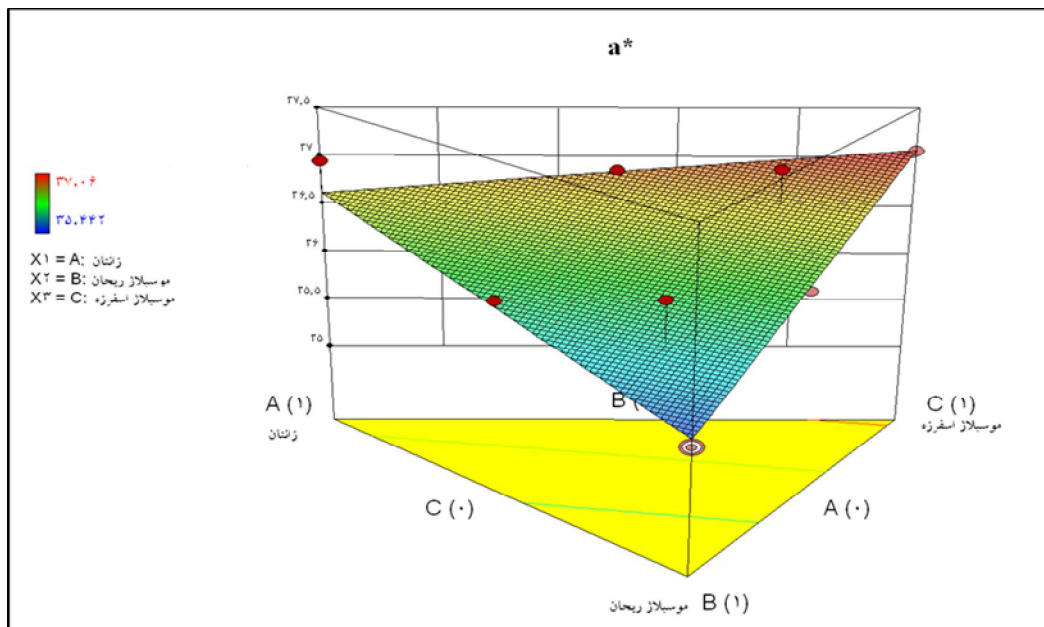


برازش پذیرش کلی نمونه‌های مختلف تولیدی مناسب می‌باشد. مقدار  $P, 0.595$  حاکی از عدم معنی‌داری مدل بود.

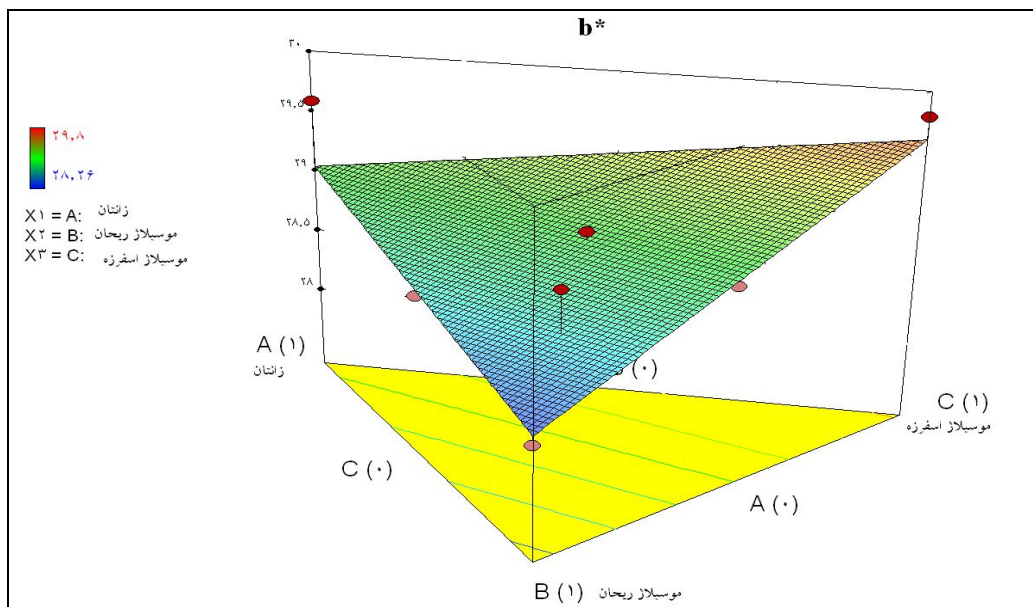
بررسی کردند و مشاهدات نشان داد استفاده توأم این هیدروکلونیدها سبب افزایش پذیرش کلی بافت از نظر مصرف‌کنندگان شد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) نشان می‌دهد که مدل خطی جهت



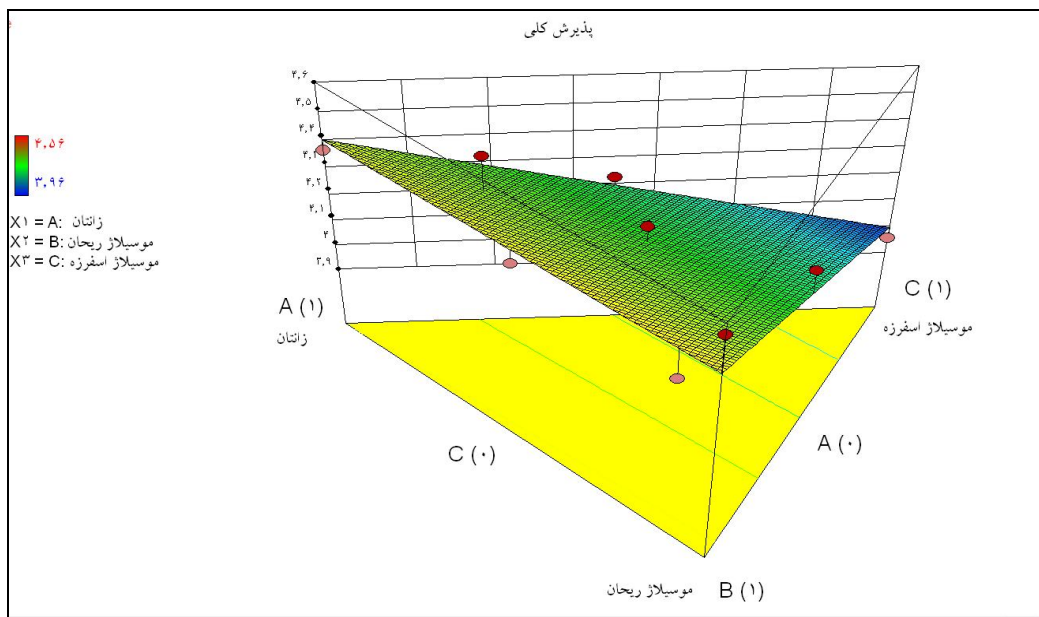
شکل ۴- نمودار سطح مخلوط  $L^*$  نمونه‌های سس کچاپ



شکل ۵- نمودار سطح مخلوط  $a^*$  نمونه‌های سس کچاپ



شکل ۶- نمودار سطح مخلوط b\* نمونه‌های سس کچاپ



شکل ۷- نمودار سطح مخلوط پذیرش کلی نمونه‌های مختلف سس کچاپ

کند.

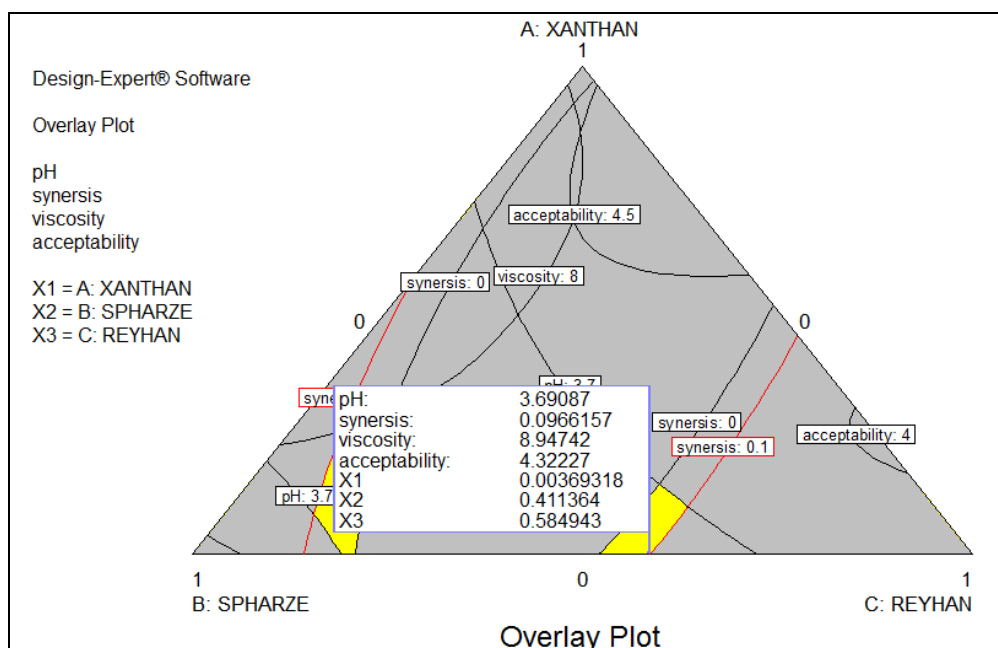
#### بهینه‌یابی فرمولاسیون

جهت بهینه‌یابی فرمولاسیون نمونه‌های سس کچاپ از بخش بهینه‌یابی نرم‌افزار 9 Design Expert استفاده شد. با توجه به این که

جهت تعیین تأثیر هر کدام از ترکیبات بر میزان پذیرش کلی، نمودار کانتور مربوطه رسم گردید (شکل ۷). همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود که با حرکت به سمت رأس‌هایی با مقادیر بالاتر زانتان و موسیلاژ ریحان، میزان پذیرش کلی نمونه‌های سس کچاپ تولیدی افزایش یافته، در حالی که با حرکت به سمت رأسی با بالاترین میزان موسیلاژ اسفرزه، میزان پذیرش کلی کاهش پیدا می-

به صورت شکل ۸ تعیین گردید. مطابق نتایج بدست آمده از بهینه‌سازی فرمولاسیون مقادیر ۰/۴۲ اسفرزه و ۰/۵۸ ریحان، مقادیر بهینه جهت استفاده به عنوان پایدارکننده و بهبوددهنده سایر ویژگی‌های سس کچاپ می‌باشد. با استفاده از نمودار کانتور انطباق محدودی بهینه فرمولاسیون نشان داده شده است. منطقه زرد رنگ در شکل ۸ نشانگر محدودی بهینه به لحاظ استفاده از موسیلاژ دانه‌های اسفرزه و ریحان می‌باشد.

هدف از این پژوهش تولید سس کچاپ با استفاده از موسیلاژ اسفرزه و ریحان به عنوان جایگزین صمغ‌های تجاری وارداتی از قبیل کربوکسی‌متیل سلولز و زانتان و نیز بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکوشیمیایی و حسی سس کچاپ بوده است. لذا در بخش بهینه‌سازی استفاده از موسیلاژ اسفرزه و ریحان در سطح ۱ درصد در نظر گرفته شد. براساس حدود تعریف شده برای نتایج بدست آمده، ناحیه بهینه با استفاده از نمودار کانتور انطباق (کانتور همپوش)



شکل ۸- نمودار بهینه‌سازی (کانتور انطباق) فرمولاسیون سس کچاپ

می‌توان به منظور کاهش آب‌اندازی سس کچاپ استفاده کرد. استفاده ترکیبی از موسیلاژ ریحان و اسفرزه همراه با صمغ زانتان نتایج بهتری در ارتباط با افزایش ویسکوزیته و ممانعت از آب‌اندازی را نشان داد بطوری که به استثنای نمونه K2 (یک درصد موسیلاژ دانه اسفرزه) و K4 (یک درصد موسیلاژ دانه ریحان) در سایر نمونه‌ها هیچ گونه آب‌اندازی مشاهده نشد. اما استفاده تنها از موسیلاژ دانه ریحان و اسفرزه در ممانعت از آب‌اندازی تأثیر مثبتی نداشت. در نهایت با توجه به بررسی‌های انجام شده و بهینه‌سازی فرمولاسیون در این پژوهش، هیدروکلونیدهای برتر و قابل استفاده در تهیه فرمولاسیون سس کچاپ از نظر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی، استفاده ترکیبی از موسیلاژ دانه‌های ریحان و اسفرزه است که قابل توصیه جهت استفاده در صنعت می‌باشد.

## نتیجه‌گیری

یکی از بزرگترین مشکلات صنعت در کنترل کیفیت سس کچاپ و مشتری‌پسندی آن، آب‌اندازی، پایداری کم و ویسکوزیته پایین می‌باشد. با توجه به اینکه این محصول، یک سوسپانسیون ناهمگن است و ذرات جامد و مایع به صورت جداگانه نباید در آن دیده شود، در نتیجه استفاده از هیدروکلونید به منظور کنترل آب‌اندازی و افزایش ویسکوزیته مهم می‌باشد. امروزه در صنعت تهیه کچاپ از هیدروکلونیدهایی نظیر کربوکسی‌متیل سلولز و زانتان بیشتر استفاده می‌شود. با توجه به وارداتی بودن این صمغ‌ها و قیمت بالای آن در صنعت غذا سعی شده است، برای حل این مشکل، از صمغ‌های بومی ایران که بهتر و بیشتر قابل دسترس می‌باشند و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است استفاده شود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که از هیدروکلونیدهای بومی ایران شامل موسیلاژ دانه ریحان و اسفرزه

## منابع

- استاندارد سس گوجه فرنگی، ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، شماره ۲۵۵۰، ۱۳۶۴.
- امیدبخش، ه؛ نایب زاده، ک؛ محمدی فر، م؛ امیری، ز. ۱۳۹۲، بررسی اثر استفاده توام نشاسته اصلاح شده و صمغ زانتان بر ویژگی‌های پایداری، حسی و رئولوژیک سس گوجه فرنگی، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۸: ۱۴۵-۱۵۵.
- امیری عقدایی، س.س.، اعلمی، م.، رضایی، ر.، دادپور، م.، خمیری، م. ۱۳۹۱، تأثیر موسیلاژ دانه‌های ریحان و اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی بستنی نرم، نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۱(۱): ۳۸-۲۳.
- امیری عقدایی، س.س.، اعلمی، م.، خمیری، م.، رضایی، ر. (۱۳۸۹). تأثیر استفاده از موسیلاژ دانه ریحان بر ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی، رئولوژیکی و حسی ماست کم چرب، نشریه الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی، جلد ۲، شماره ۴، ص ۱-۱۷.
- امیری عقدایی، س.س.، اعلمی، م. و رضایی، ر. (۱۳۸۸). بررسی تأثیر هیدروکلوئید دانه اسفرزه بر ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی و حسی ماست کم چرب. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۶، شماره ۳، ص ۲۰۱ تا ۲۰۹.
- امیری عقدایی، س.س.، اعلمی، م. (۱۳۹۰)، تأثیر موسیلاژ دانه ریحان بر ویژگی‌های رئولوژیکی و پایداری دوغ. نشریه علوم و فناوری غذایی، جلد ۳، شماره ۳.
- داراب زاده، ن.، فرحناکی، ع.، مجذوبی، م.، مصباحی، غ. ۱۳۹۱، مقایسه رفتار صمغ دانه خرنوب محلی ایران با صمغ دانه خرنوب تجاری و کتیرا در فرمولاسیون سس کچاپ. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی ایران، ۲۲(۲): ۱۲۱-۱۱۳.
- رزمخواه شربانی، س.، رضوی، س.م.ع.، بهزاد، خ. و مظاهری تهرانی، م. (۱۳۸۹). بررسی تأثیر استفاده از پکتین، صمغ دانه‌های مرو و ریحان بر خصوصیات فیزیکیوشیمیایی و حسی ماست چکیده بدون چربی. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۶، شماره ۱، ص ۲۷ تا ۳۶.
- عربشاهی، س.، اعلمی، م.، امیری عقدایی، س.س. (۱۳۹۳)، تأثیر استفاده از موسیلاژ دانه ریحان به عنوان جایگزین چربی بر ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی، رئولوژیکی، بافتی و حسی سس مایونز کم چرب، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۴، شماره ۲، ۲۴۹-۲۶۵.
- عسکری، م.، فرحناکی، ع.، امین لاری، م.، مجذوبی، م. و مصباحی، غ. ۱۳۸۷، استخراج هیدروکلوئید پوسته دانه اسفرزه و بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی آن، هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی.
- مصباحی، غ.، عباسی، ا.، جلالیان، ج.، فرحناکی، ع. (۱۳۸۸)، افزودن پوست و دانه گوجه فرنگی به سس کچاپ به منظور بهبود ارزش غذایی و خصوصیات رئولوژیک آن، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴۸، ص ۶۹-۸۲.
- مصباحی، غ.، نیاکوثری، م. سوادکوهی، س. فرحناکی، ع. پاییز (۱۳۸۹). ارزیابی ویژگی‌های عملکردی کربوکسی متیل سلولز تولیدی از تفاله چغندرقد در مقایسه با سایر قوام دهنده‌ها در سس کچاپ. دوره ۷، شماره ۳، صفحه ۶۲ تا صفحه ۷۳.
- یوسفی، م.، میزانی، م.، علیمی، م. و گرامی، ع. (۱۳۸۸). تأثیر غلظت‌های مختلف خردل بر ویژگی‌های شیمیایی، میکروبی و حسی سس کچاپ. مجله علوم غذایی و تغذیه، سال ششم، شماره ۴.
- Alexander R. 1999. Hydrocolloid gum: part I: Natural products. *Cereal foods world*;44(9): 684-6.
- Amiri Aghdaei, S. S., Aalami, M., Babaei Geefan, S. & Ranjbar, A. 2012, Application of Isfarzeh seed (*Plantago ovate* L.) mucilage as a fat mimetic in mayonnaise. *Association of Food Scientists & Technologists* (India).
- Bayoda, E.; Willers, E. and Tornberg, E. (2008): Rheological and structural characterization of tomato paste and its influence on the quality of ketchup. *LWT* 41 (2008) 1289-1300.
- chakraborty mk, patel kv.chemical composition of isabgol(plantago ovata fork.) 1992 seed.j food sci.;389-90.
- Craeyveld, V.V., Delcour, J.A., Courtin, C.M., 2009. Extractability, chemical and enzymic degradation of psyllium (*Plantago ovata* Forsk) seed husk arabinoxylans. *Food Chemistry* 112, 812-819.
- Farahnaky, A., Bakhshizadeh-Shirazi, S., Mesbahi, G., Majzoubi, M., Rezvani, E., & Schleinig, G. (2013). Ultrasound-assisted isolation of mucilaginous hydrocolloids from *Salvia macrosiphon* > seeds and studying their functional properties. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 20, 182-190.
- Gujral HS, Sharma A, Singh N. Effect of hydrocolloids, storage temperature, and duration on the consistency of tomato ketchup. *International Journal of Food Properties*. 2002; 5(1):179-191.
- Guo, Q., Cui, S. W., Wang, Q., Goff, H. D., & Smith, A. (2009). Microstructure and rheological properties of psyllium polysaccharide gel. *Food Hydrocolloids*, 23(6), 1542-1547.
- Juszczak, L., Fortuna, T. & Kosla, A. 2003, Sensory and rheological properties of polish commercial mayonnaise. *Nahrung/food*,47, (4), 232-235.
- Juszczak, L., Oczadly, Z., Gałkowska, D. 2013, Effect of Modified Starches on Rheological Properties of Ketchup, *Food Bioprocess Technology*, 6:1251-1260
- McCredie, R.j., and Whistler, R. L., 1965.Quince seed, psyllium seed and flaxseed gums, p. 433-457.

- Mesbahi, G., Niakoosari, M., Savadkoohi, S., F, Farahany. 2010. a Comparitive Study on the Functional Properties of Carboxymethyle Cellulose Produced from Sugar-beet Pulp and other THickeners in Tomato Ketchup Iranian *Journal of Food Science and Technology.*, 7:62-74.
- Rani, U., & Bains, G. S (1987). Flow behavior of tomato ketchups. *Journal of Texure Studies*, 18, 125-135.
- Razavi, S.M.A., Mortazavi, S.A., Matia- Mrino, L., Hosseini- Parvar, S,H. Motamedzadegan, A. and Khanipour, E. (2009). Optimization study of gum extraction from Basil seeds ( *Ocimum basilicum* L.) *International Journal Food Science and Technology*, 44: 1755-1762.
- Sahin H, Ozdemir F. 2007. Effect of some hydrocolloids on the serum separation of different formulated ketchup. *Journal of Food Engineering.*; 81(2)437-446.
- Sharoba, A, M, Senge, B.,El-mansy, H. A., Bahlol, H. E., & Blochwitz R. (2005). Chemical, sensory and rheological properties of some commercial German and Egyptian tomato ketchups. *European Food Research and Technology*, 220, 142-151.
- Sidhu Js, Bawa A, Singh N. Studies on the effect of hydrocollids on the consistency of tomato ketchup. *J food Sci teach* 1997: 34(5):423-4.
- Singh, B., N. Sharma and N. Chauhan. (2007). Synthesis, haracterization and swelling studies of pH responsive psyllium and methacrylamide based hydrogels for the use in colon specific drug delivery. *Carbohydrate Polymers*. 69: 631-643.
- Smith AF.(1996). Pure ketchup: a history of America'c national condiment, with recipes: Univ of South Carolina Pr, 3-12 p.
- Stoforos NG, Reid DS, A test for evaluation of the erum separation potential of tomato ketchup. *J food Sci* 1990; 55(6), 1626-9.
- Tabibloghmani F, Hojjatoleslamy M, Farhadian F.(2013). Ehsandoost, E. Effect of Linseed (*Linum usitatissimum* L.) hydrocolloid as edible coating on decreasing oil absorption in potato chips during Deep-fat frying. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*.6 (2) 63-69.



## Effects of Ispharzeh hydrocolloids seeds (*Plantago ovata* L.) and basil gum (*Ocimum basilicum*) on physicochemical and sensory properties of ketchup sauce

S. Shakiba<sup>1</sup>, M. Khomeiri<sup>2</sup>; Z. Ahmadi<sup>3</sup>; S. Amiri<sup>4\*</sup>

Received: 2015.08.30

Accepted: 2016.04.03

**Introduction:** Ispharzeh is a plant from genus *Plantago* whose seeds are used commercially for the production of mucilage. The plant is mainly cultivated in Iran and Middle East. Psyllium is mainly used as a dietary fiber to relieve symptoms of both constipation and mild diarrhea and occasionally as a food thickener. Research has also shown benefits in reducing cholesterol levels. Basil seed gum is a novel hydrocolloid extracted from *Ocimum basilicum* L. seeds. It has shown promising stabilizing and emulsifying properties, which makes it a potential functional ingredient for the food industry. Previous works pointed out that these gums can be used successfully for food industry. However, a detailed study on Ispharzeh hydrocolloids seeds and basil gum has not yet been done. Therefore, the objective of this study was to evaluate the ability of using Ispharzeh hydrocolloids seed and basil gum as replacing with imported gums as well as to evaluate physicochemical, and sensory properties of ketchup sauce contain these gum were evaluated.

**Materials and methods:** Mixture design was employed to investigate the variation of ketchup properties with respect to operating parameters including xanthan, Ispharzeh seeds and basil gum in the range of 0 to 0.1 % using design expert software. Experiments were randomized in order to minimize the effects of unexplained variability in the observed responses due to extraneous factors. The treatments were selected regarding combination of xanthan, Ispharzeh seeds and basil gum in the range of 0 to 0.1 % using Design expert software. After extraction of gums, ketchup formulation was prepared with the treatments contain Ispharzeh hydrocolloids seeds and basil gum. Control sample contained ketchup formulation without gums. pH, apparent viscosity, syneresis, color and sensory properties of produced ketchup were evaluated.

**Results and discussion:** The impact of Ispharzeh seeds and basil gum addition on the pH of ketchup showed that all the treatments were in the standard pH range (3.67-3.74) according to the Iran national standard of ketchup. In addition, the results showed that addition of these gum were not significantly effect on pH. The regression coefficients were calculated according to the multiple regression coefficients and a polynomial regression model equation was fitted as quadratic equation. Regarding syneresis, all the treatments were stable with no syneresis except K<sub>2</sub> (1% Ispharzeh) and K<sub>4</sub> (1% basil gum). Addition of Ispharzeh and basil alone, were not significantly effect on syneresis but when they used in combination and with xanthan, prevent syneresis significantly. The highest and the lowest viscosity were related to K<sub>4</sub> (1% basil gum) and K<sub>10</sub> (0.5 % xanthan+ 0.5% Ispharzeh), respectively. The regression coefficients were calculated according to the multiple regression coefficients and a polynomial regression model equation was fitted as quadratic equation. Hunter Lab colorimeter analyzing L\*, a\* and b\* showed that K<sub>2</sub> and K<sub>5</sub> (1% xanthan) had the lowest and highest L\* index. Variance analysis showed that quadratic model was fitted for L\* value and coefficient correlation (0.9943) was satisfactory. In addition of effects of single gums, interaction of gums also had significant effect on lightness of ketchup. According to the results obtained from the sensory analysis, overall acceptability of K<sub>4</sub> (1% basil gum) gained the highest scores. K<sub>2</sub> (1% Ispharzeh) had the highest firmness so, led to unpleasant mouth feel in panelists. In addition, the presence of impurities in Ispharzeh seeds which not removed in centrifuge may darkening the produced ketchup hence got lower scores by panelists. Optimization evaluation by RSM evaluated the effects and interactions of the Ispharzeh hydrocolloids seeds and basil gum concentration to optimize ketchup

3 And 3. MSc Student and Associate professor, Department of Food Science and Technology, Islamin Azad University, Azadshahr branch, Iran.

2. Professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agriculture and Natural Resources.

4. Educator, Department of Food Science, Baharan Institute of Higher Education, Gorgan, Iran

(\* - Corresponding Author Email: amiri516@yahoo.com)

properties. Optimized treatments were 0.42% Ispharzeh hydrocolloids seeds gum and 0.58% basil gum. Therefore, the values for stability tests are very close to the experimental values demonstrating that the model are applicable, which showed determination coefficient ( $R^2$ ) of 0.99. The formulation optimization showed that combination of 0.58% Ispharzeh and 0.42% basil gum as stabilizing agents in ketchup sauce, was a suitable replacer for imported commercial gums. Future studies on the Ispharzeh seeds and basil gum in other foods as well as the stabilization of these systems during the digestion process may help to understand the mechanism behind the functionality of these gums in food products.

**Keywords:** Ispharzeh seed, Basil gum. Hydrocolloid, Syneresis, Ketchup.