

## تأثیر اینولین و گالاکتوالیگوساکاریدها بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی سس کچاپ پری بیوتیک

ثمر منصوری پور<sup>a</sup>، مریم میزانی<sup>b\*</sup>، سوسن رسولی<sup>c</sup>، عباس گرامی<sup>d</sup>، انوشه شریفان<sup>e</sup>

<sup>a</sup> دانش آموخته دکترای گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
<sup>b</sup> دانشیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
<sup>c</sup> دانشیار گروه نانو مواد و نانو فناوری، موسسه علوم و فناوری رنگ، تهران، ایران  
<sup>d</sup> دانشیار گروه مدیریت و حسابداری، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران  
<sup>e</sup> استادیار دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۸/۲۱

۴۹

### چکیده

**مقدمه:** سس کچاپ محصولی پر مصرف بوده و از آن جایی که آمار مصرف مواد غذایی آماده و نیز کچاپ رو به افزایش است، بنابراین بهبود ارزش غذایی این محصول از طریق فرمولاسیون‌های جدید نظیر افزودن ترکیبات پری بیوتیک ضروری به نظر می‌رسد.  
**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش، ویژگی‌های شیمیایی (pH، اسیدیته، مواد جامد محلول و مواد جامد نامحلول)، فیزیکی (آب اندازی و رنگ) و حسی نمونه‌های کچاپ پری بیوتیک شامل مقادیر مختلف اینولین و گالاکتوالیگوساکارید به همراه سایر قوام دهنده‌ها (نشاسته اصلاح شده و زانتان و گوار) مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** به استثناء نتایج اسیدیته، اختلاف معناداری بین ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌ها وجود نداشت. نمونه‌های پری بیوتیک حاوی نشاسته اصلاح شده نسبت به نمونه‌های دارای مقادیر مشابه پری بیوتیک همراه با زانتان و گوار آب اندازی بیشتری داشتند. شاخص‌های رنگی  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  با افزایش ترکیبات پری بیوتیک افزایش یافت و اختلاف رنگ کلی برای نمونه‌های پری بیوتیک دارای نشاسته اصلاح شده بالاتر بود. اگر چه ویژگی‌های حسی نمونه‌های کچاپ پری بیوتیک تحت تأثیر استفاده از اینولین و گالاکتوالیگوساکاریدها قرار گرفت، اما مقبولیت کلی اکثر نمونه‌های پری بیوتیک اختلاف معناداری با کچاپ تجاری نداشت.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج حاصل شده در این پژوهش، سس کچاپ پری بیوتیک با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی قابل قبول با استفاده از اینولین و گالاکتوالیگوساکارید در فرمولاسیون آن، قابل تولید است. ویژگی‌های نمونه‌های پری بیوتیک حاوی زانتان و صمغ گوار به ویژه از نظر میزان آب اندازی به کچاپ تجاری شباهت بیشتری نشان دادند.

**واژه‌های کلیدی:** اینولین، حسی، فیزیکوشیمیایی، کچاپ، گالاکتوالیگوساکاریدها.

## مقدمه

کچاپ گوجه فرنگی یک محصول طعم دار حاوی مواد مختلفی است که یا از گوجه فرنگی تازه و یا از کنسانتره‌ها مانند پوره و رب گوجه فرنگی به همراه مواد شیرین کننده، نمک، سرکه و ادویه جات تولید می شود (Koocheki et al., 2009; Mert, 2012).

با اینکه سس کچاپ از نظر تغذیه‌ای منبعی از کاروتنوئیدهای ارزشمند نظیر لیکوپن است اما با توجه به افزایش آمار مصرف مواد غذایی آماده و نیز سس کچاپ، بهبود ارزش غذایی آن از طریق فرمولاسیون جدید برای سلامت مصرف کننده ضروری به نظر می‌رسد.

پری بیوتیک‌ها ترکیبات غیر قابل هضمی می‌باشند که به صورت انتخابی تخمیر شده و باعث تغییرات مشخص در ترکیب و/ یا فعالیت میکروارگانیسم‌های بیفیدو باکترها و لاکتوباسیلوس‌های موجود در دستگاه گوارش می شوند که فواید زیادی برای سلامتی میزبان دارند. در صنعت غذا، معمولاً از این ترکیبات جهت بهبود ارزش تغذیه‌ای محصول و یا تأمین اهداف تکنولوژیکی استفاده می شود (Wang, 2009). یکی از انواع متداول این ترکیبات، اینولین است که پلی ساکاریدی خطی با پیوندهای (1→2)  $\beta$  فروکتوزمی باشد و دارای یک مولکول گلوکز در انتهای زنجیره بوده که با یک پیوند (1→2)  $\alpha$  به آخرین فروکتوز متصل است (Tarrega & Costell, 2006). اینولین معمولی درجه پلیمریزاسیونی از ۲ تا ۶۰ دارد و محصولات تجاری شامل اینولین کوتاه زنجیر (الیگو فروکتوز) (۷-۲ واحد) و اینولین بلند زنجیر (۲۵-۲۲ واحد) است که به طور صنعتی از اینولین معمولی تولید می‌شوند. از آنجا که با افزایش طول زنجیره یا درجه پلیمریزاسیون اینولین، میزان حلالیت و شدت هیدراتاسیون کاهش می‌یابد، انواع بلند زنجیر حلالیت کمتر و ویسکوزیته بالاتری داشته و از آنها به عنوان قوام دهنده و عامل بهبود بافت استفاده می‌شود (Tarrega et al., 2011; Arcia et al., 2010). لازم به ذکر است که اینولین کوتاه زنجیر در شرایط pH پایین و دمای بالا و به ویژه ترکیب این دو پایداری کمتری دارد و ممکن است بخشی از آن تجزیه شود در حالیکه نوع بلند زنجیر آن در این شرایط مقاومت بیشتری دارد (Hueber et al., 2008).

گالاتئوالیگوساکاریدها ترکیبات پری بیوتیک غیر قابل

هضم بر پایه کربوهیدرات می‌باشند که با فعالیت آنزیمی بتا گالاتئوزیداز در طی واکنش ترانس گالاتئوزیلاسیون لاکتوز تولید شده (Sangwan et al., 2011) و ممکن است شامل گلوکز-گالاتئوز، گالاتئوز-گالاتئوز یا شامل چندین گالاتئوز متصل به گلوکز باشند (Gosling et al., 2010; Torres et al., 2010). این ترکیبات حلالیت بالایی داشته، طعم آنها کمی شیرین است (Sangwan et al., 2010; Torres et al., 2011) و ویسکوزیته‌ای مشابه شربت ذرت با فروکتوز بالا دارند (Torres et al., 2010). حضور پیوندهای از نوع بتا، آنها را به تجزیه در دمای بالا در محیط اسیدی مقاوم کرده است (Torres et al., 2010; Sangwan et al., 2011).

بنابراین از آن جایی که ترکیب پری بیوتیکی که در فرمولاسیون محصول غذایی استفاده می‌شود باید در طول فرآوری پایدار باقی بماند (Charalampopoulos & Rastal, 2011)، می‌توان از گالاتئوالیگوساکاریدها به همراه اینولین بلند زنجیر در فرمولاسیون محصولی مانند سس کچاپ که pH پایین (حداکثر ۴) دارد و در دمای بالا (حدود ۹۰°C) نیز پاستوریزه می‌گردد (بی‌نام، ۱۳۸۳) استفاده نمود.

از آنجایی که کچاپ یک سوسپانسیون ناهمگن می‌باشد، کنترل جداسدن فازهای آن اهمیت تجاری زیادی دارد. بنابراین جهت بهبود قوام و افزایش ویسکوزیته از قوام دهنده‌های مختلف مانند هیدروکلوئیدها و نشاسته اصلاح شده استفاده می‌شود. (Sahin & Ozdemir, 2007; Koocheki et al., 2009; Juszczak et al., 2013). به حال پژوهش‌های مختلفی در ارتباط با بررسی اثر انواع هیدروکلوئیدها مانند زانتان، گوار (Gujral et al., 2002; Varela et al., 2003; Sahin; Ozdemir, 2004; Sahin & Ozdemir, 2007; Koocheki et al., 2009)، کربوکسی متیل سلولز (Gujral et al., 2002; Sahin & Ozdemir, 2004; Sahin & Ozdemir, 2009; Koocheki et al., 2007)، کتیرا، خرنوب و پکتین (Gujral et al., 2002; Sahin & Ozdemir, 2007; Sahin & Ozdemir, 2004)، آلژینات سدیم (Gujral et al., 2002) و نشاسته اصلاح شده (Juszczak et al., 2013) بر ویژگی‌های مختلف کچاپ انجام شده است. اما تاکنون کاربرد ترکیبات پری بیوتیک در سس کچاپ مورد بررسی قرار نگرفته است. با توجه به اینکه در

ترتیب می‌باشند:

اینولین بلند زنجیر با درجه پلیمریزاسیون بیش از ۲۳ واحد (Frutafit TEX, Sensus, Netherlands)، گالاتوالیگوساکارید با خلوص بالا (Anhui, China) (GOS>90%)، نشاسته اصلاح شده سیب زمینی از نوع Acetylated potato di-starch adipate KMC, GRINDSTED)، صمغ زانتان (Adamyl, Denmark)، گوار (xanthan 200, Danisco, Denmark)، گوار (GRINDSTED GUAR 250, Danisco, Denmark). سایر مواد مورد استفاده در فرمولاسیون نمونه های کچاپ از واحد تحقیقات و توسعه کارخانه بهروز تأمین گردید. ترکیبات و اجزاء سازنده فرمولاسیون نمونه‌های سس کچاپ به همراه مقدار آنها در فرمولاسیون، مطابق جدول ۱ می‌باشد. جدول ۲ نیز مقادیر ترکیبات پری بیوتیک و قوام دهنده را در نمونه‌های کچاپ نشان می‌دهد.

کچاپ یکی از عوامل مهم، حضور هیدروکلوئیدها می‌باشد، می‌توان از هیدروکلوئید چندمنظوره‌ای مانند بیوپلیمر اینولین بلند زنجیر استفاده نمود که از یک سو خصوصیات بافتی محصول را بهبود بخشد و از سوی دیگر با دارا بودن ویژگی پری بیوتیک ارزش غذایی محصول را بالا ببرد. همچنین با توجه به اثر هم افزایی پری بیوتیک های کوتاه و بلند زنجیر در روده و بهبود اثرات سلامتی بخش آنها، می‌توان از گالاتوالیگوساکاریدها که کوتاه زنجیر می‌باشند در کنار اینولین بلند زنجیر در فرمولاسیون کچاپ استفاده نمود.

در این پژوهش ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی و حسی سس کچاپ پری بیوتیک شامل غلظت‌های مختلف اینولین بلند زنجیر و گالاتوالیگوساکاریدها به همراه نشاسته اصلاح شده و زانتان و گوار مورد بررسی قرار گرفته است.

## مواد و روش‌ها

مواد مصرفی در فرمولاسیون نمونه‌های کچاپ بدین

جدول ۱- ترکیبات مورد استفاده در فرمولاسیون نمونه های سس کچاپ

ترکیبات	مقادیر (%)
رب گوجه فرنگی	۲۰
شکر	۱۰-۱۳
سرکه	۸
شربت گلوکز	۰-۷/۵
نمک	۲
نشاسته اصلاح شده	۰-۱/۵
طعم دهنده کچاپ	۰/۱۵
اینولین	۰-۷/۵
گالاتوالیگوساکارید	۰-۷/۵
زانتان	۰-۰/۴
گوار	۰-۰/۱۸
آب	۱۰۰ تا

جدول ۲- مقادیر ترکیبات پری بیوتیک، قوام دهنده در نمونه های کچاپ

نمونه	اینولین TEX (%)	GOS (%)	نشاسته اصلاح شده (%)	زانتان و گوار (%)
K1	۳/۷۵	۳/۷۵	۱/۵	.
K2	۷/۵	۲/۵	۱/۵	.
K3	۷/۵	.	۰/۷۵	.
C1	.	.	۰/۷۵	.
C2	.	.	۱/۵	.
C3 (تجاری)	.	.	۱/۵	۰/۴ و ۰/۱۸
K4	۳/۷۵	۳/۷۵	.	۰/۴ و ۰/۱۸
K5	۷/۵	۲/۵	.	۰/۴ و ۰/۱۸

**- تولید نمونه های کچاپ**

پیش از تولید نمونه های کچاپ دارای اینولین، ابتدا اینولین با کل آب مصرفی مخلوط شد و در دمای C ۸۰ به مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد سپس جهت تشکیل ژل تا دمای C ۲۵ خنک شد. در ادامه برای نمونه های دارای غلظت های مختلف اینولین، سوسپانسیون آماده شده اینولین با رب مخلوط شده و سپس شکر، نمک، سرکه، طعم دهنده کچاپ و نیز مقادیر مختلف گالاتئولیگوساکارید، زانتان، گوار و نشاسته اصلاح شده افزوده شده و مخلوط شدند. کلیه عملیات اختلاط با مخلوط کننده برقی مدل 600 watt Brown انجام شد. برای نمونه های فاقد اینولین نیز تمام مراحل فوق به جزء مرحله آماده سازی سوسپانسیون اینولین انجام شد. لازم به ذکر است که در نمونه های شاهد (C1, C2, C3) از شربت گلوکز نیز همراه شکر استفاده شد. پس از رساندن دمای نمونه ها به C ۶۰، عملیات هموژنیزاسیون تک مرحله ای توسط هموژنایزر Gaulin GmbH APV در فشار ۲۴۰ بار انجام شد. در نهایت نمونه ها در حمام آب گرم در C ۹۰ و ۱۰ دقیقه پاستوریزه شده و بلافاصله به صورت داغ در شیشه های ۲۰۰ میلی لیتری پر شدند. نمونه ها تا دمای C ۲۵ خنک شده و تا قبل از انجام آزمایشات در یخچال نگهداری شدند.

**- آزمون های شیمیایی**

آزمون های pH با استفاده از دستگاه pH متر مدل Metrohm 744pH Meter، اسیدیته به روش تیتراسیون و مواد جامد محلول (بریکس) توسط دستگاه رفرکتومتر دستی در ۳ تکرار و بر اساس روش بیان شده در استاندارد ایران به شماره ۲۵۵۰ در مورد سس کچاپ انجام شد (بی نام، ۱۳۷۶).  
در مورد مواد جامد نامحلول نیز، ابتدا ماده جامد کل هر نمونه در آون با دمای C ۱۰۵ تا رسیدن به وزن ثابت تعیین شد. سپس از تفاضل مقدار کل مواد جامد و مواد جامد محلول، مقدار مواد جامد نامحلول در ۳ تکرار حاصل شد (یوسفی، ۱۳۸۷).

**- اندازه گیری درصد آب اندازی (سینرسیس)**

برای این منظور ۲۰ گرم از نمونه های کچاپ توسط دستگاه سانتریفوژ مدل Sigma 3-18k، در شرایط ۴۱۰۰ g

به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفته و پس از خروج فاز آبی آن، درصد سینرسیس از طریق فرمول زیر تعیین شد (Shahin & Ozdemir, 2007):

$$100 \times \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه نمونه}}{\text{وزن اولیه}} = \text{درصد سینرسیس}$$

**- آزمون رنگ سنجی**

جهت انجام آزمون رنگ سنجی و بررسی دقیق تر تأثیر غلظت های مختلف اینولین بلند زنجیر و گالاتئولیگوساکارید بر شاخص های رنگ نمونه ها، از دستگاه رنگ سنج Hunter lab Clor flex استفاده گردید. برای این منظور، داخل سل دستگاه با نمونه های کچاپ پر شد به طوری که هوا داخل آن نباشد. سپس سل حاوی نمونه در محل مورد نظر در دستگاه قرار گرفت و جهت جلوگیری از تداخل نور محیطی، پوشش تیره ای روی سل گذاشته شد و شاخص های L\* (سفیدی و سیاهی)، a\* (قرمزی و سبزی) و b\* (زردی و آبی) برای هر نمونه در سه تکرار اندازه گیری شد.

Δ (اختلاف رنگ کلی نمونه ها با شاهد تجاری) نیز به صورت جداگانه از رابطه زیر محاسبه گردید. E همچنین

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^*^2 + \Delta a^*^2 + \Delta b^*^2}$$

**- ارزیابی حسی**

در این آزمون از ۱۵ نفر ارزیاب حسی استفاده شد و فاکتورهای ظاهر، بو، رنگ، بافت (قبل از مصرف)، بافت دهانی (پس از مصرف)، مزه و مقبولیت کلی مورد ارزیابی قرار گرفت. در این آزمون نمونه های کچاپ با کدهای متفاوت به ارزیاب ها داده شد و به هر یک از فاکتورهای اشاره شده امتیازی از ۱ (ضعیف ترین) تا ۹ (بهترین) اختصاص یافت (Bayod et al., 2008; Yilmaz et al., 2011).

**- تجزیه و تحلیل آماری**

آنالیز آماری نتایج بدست آمده از آزمون های مختلف با استفاده از نرم افزار MINITAB16 و در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ انجام گرفت. همچنین جهت بررسی معنادار بودن میانگین نتایج نمونه ها با یکدیگر نیز از آزمون Tukey's pairwise comparisons استفاده شد.

**یافته‌ها**

**-آزمون‌های شیمیایی**

یافته‌های حاصل از آزمون‌های شیمیایی در جدول ۳ نشان داده شده است. مقادیر pH، مواد جامد محلول و نامحلول نمونه‌ها با یکدیگر اختلاف معناداری نشان نداده‌اند ( $p > 0.05$ ). اما در نتایج اسیدیته نمونه‌های سس کچاپ مواردی با اختلاف معنی‌دار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). نمونه‌های K4 و K5 که علاوه بر ترکیبات پری بیوتیک دارای زانتان و گوار بوده و C2 که تنها حاوی ۱/۵ درصد نشاسته است بالاترین میزان اسیدیته را دارند و نمونه‌های حاوی کمترین میزان نشاسته (۰/۷۵ درصد) پایین‌ترین اسیدیته را به خود اختصاص داده‌اند.

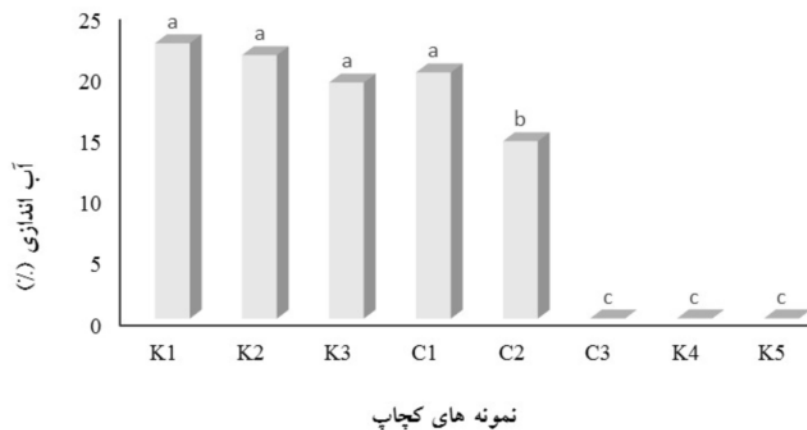
**-آزمون آب اندازه‌ی**

نتایج آب اندازه‌ی نمونه‌های کچاپ در نمودار ۱ نشان داده شده است همان طور که ملاحظه می‌گردد، نمونه C3 که شاهد تجاری است کمترین درصد آب اندازه‌ی را داشته است. البته نمونه‌های پری بیوتیک K4 و K5 شامل زانتان و گوار نیز با شاهد تجاری اختلاف معناداری ندارند و این سه نمونه بهترین نتایج را نشان دادند. اما نمونه‌های کچاپ پری بیوتیک K1 و K2 که دارای نشاسته می‌باشند آب اندازه‌ی بیشتری داشته‌اند. با به کارگیری نشاسته به میزان ۱/۵ درصد در نمونه C2 از آب اندازه‌ی نمونه‌ها نسبت به نمونه‌های دارای ترکیبات پری بیوتیک و نشاسته کاسته شده است اما در مقایسه با سه نمونه برتر ذکر شده نتوانسته است به طور مناسبی مانع آب اندازه‌ی شود.

**جدول ۳- نتایج آزمون‌های شیمیایی نمونه‌های کچاپ**

نمونه‌های کچاپ	pH	اسیدیته	مواد جامد محلول	مواد جامد نامحلول
K1	۳/۷۵ ± ۰/۰۰۵ <sup>a</sup>	۱/۳۹ ± ۰/۰۱۵ <sup>۳b</sup>	۳۰/۳۳ ± ۰/۲۸۹ <sup>a</sup>	۱/۰۶ ± ۰/۲۵۱ <sup>a</sup>
K2	۳/۷۵ ± ۰/۰۰۵ <sup>a</sup>	۱/۳۹ ± ۰/۰۱۵ <sup>۳b</sup>	۳۰/۶۶ ± ۰/۲۸۹ <sup>a</sup>	۰/۹۳ ± ۰/۷۵۰ <sup>a</sup>
K3	۳/۷۵ ± ۰/۰۰۵ <sup>a</sup>	۱/۲۱ ± ۰/۰۱۵ <sup>۳c</sup>	۳۰/۸۳ ± ۰/۲۸۹ <sup>a</sup>	۰/۴۰ ± ۰/۳۴۶ <sup>a</sup>
C1	۳/۷۶ ± ۰/۰۰۵ <sup>a</sup>	۱/۲۵ ± ۰/۰۱۵ <sup>۳c</sup>	۳۰/۱۶ ± ۰/۲۸۹ <sup>a</sup>	۰/۴۳ ± ۰/۳۲۱ <sup>a</sup>
C2	۳/۷۷ ± ۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۱/۴۸ ± ۰/۰۱۵ <sup>۳a</sup>	۳۰/۸۳ ± ۰/۲۸۹ <sup>a</sup>	۰/۷۶ ± ۰/۸۰۸ <sup>a</sup>
C3	۳/۷۷ ± ۰/۰۰۱ <sup>a</sup>	۱/۳۹ ± ۰/۰۱۵ <sup>۳b</sup>	۳۰/۸۳ ± ۰/۲۸۹ <sup>a</sup>	۱/۱۶ ± ۰/۳۵۱ <sup>a</sup>
K4	۳/۷۵ ± ۰/۰۰۵ <sup>a</sup>	۱/۴۸ ± ۰/۰۱۵ <sup>۳a</sup>	۳۰/۱۶ ± ۰/۲۸۹ <sup>a</sup>	۱/۶۳ ± ۰/۴۷۳ <sup>a</sup>
K5	۳/۷۵ ± ۰/۰۰۵ <sup>a</sup>	۱/۴۹ ± ۰/۰۱۵ <sup>۳a</sup>	۳۰/۱۶ ± ۰/۲۸۹ <sup>a</sup>	۱/۷۳ ± ۰/۹۰۷ <sup>a</sup>

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده و مقادیر باحروف متفاوت در هرستون اختلاف معنی داری با یکدیگر دارند ( $p < 0.05$ )



**نمودار ۱- میزان آب اندازه‌ی نمونه‌های کچاپ (%)**

مقادیر مشخص شده با حروف متفاوت اختلاف معنی داری با یکدیگر دارند ( $p < 0.05$ ).

تأثیر اینولین و گالاتکتوالیگوساکاریدها بر سس کچاپ پری بیوتیک

### - آزمون رنگ سنجی

جدول ۴ نتایج فاکتورهای حاصل از آزمون رنگ سنجی نمونه های کچاپ را نشان می دهد. همان طور که ملاحظه می شود بین نتایج اختلاف معنا دار وجود دارد ( $p < 0.05$ ). نمونه K2 بالاترین و نمونه شاهد تجاری کمترین شاخص  $L^*$  (نشان دهنده تمایل نمونه به روشنایی بیشتر) را به خود اختصاص داده اند. شاخص  $L^*$  نمونه های K4 و K5 علی رغم وجود مجموع ترکیبات پری بیوتیک مشابه به ترتیب با نمونه های K1 و K2 به طور معناداری کمتر شده است. بنابراین به کارگیری اینولین و گالاتکتوالیگوساکارید باعث افزایش  $L^*$  در نمونه های کچاپ دارای نشاسته اصلاح شده و زانتان و گوار شده است که البته این افزایش در مورد نمونه های دارای نشاسته اصلاح شده بیشتر بوده است. شاخص  $a^*$  هر چه بیشتر باشد نشان دهنده قرمزی بیشتر است. همان طور که مشاهده می شود باز هم نمونه K2 که بالاترین شاخص  $L^*$  را داشت در اینجا نیز بالاترین شاخص  $a^*$  را دارد و نمونه شاهد تجاری کمترین  $a^*$  را داراست. در بین نمونه های دارای زانتان و گوار، نمونه K5 نسبت به نمونه های K4 و شاهد تجاری شاخص  $a^*$  بیشتری دارد. البته این نمونه ها نسبت به نمونه های پری بیوتیک دارای نشاسته اصلاح شده شاخص  $a^*$  کمتری دارند. در مورد شاخص  $b^*$  که هر چه بیشتر شود نشانگر

تمایل بیشتر نمونه ها به زردی است، مطابق شاخص های  $L^*$  و  $a^*$  در اینجا نیز نمونه K2 بالاترین شاخص  $b^*$  را داشته است و شاهد تجاری نیز کمترین میزان را به خود اختصاص داده است.  $\Delta E$  که بیانگر اختلاف رنگ کلی نمونه ها با شاهد تجاری است، نشان می دهد که نمونه K2 بیشترین و نمونه های C1 و C2 و K4 کمترین اختلاف را با شاهد تجاری داشته اند. نمونه های پری بیوتیک K4 و K5 که دارای زانتان و گوار می باشند  $\Delta E$  کمتری را به ترتیب نسبت به نمونه های K1 و K2 با مجموع ترکیبات پری بیوتیک مشابه آنها نشان داده اند.

### - ارزیابی حسی

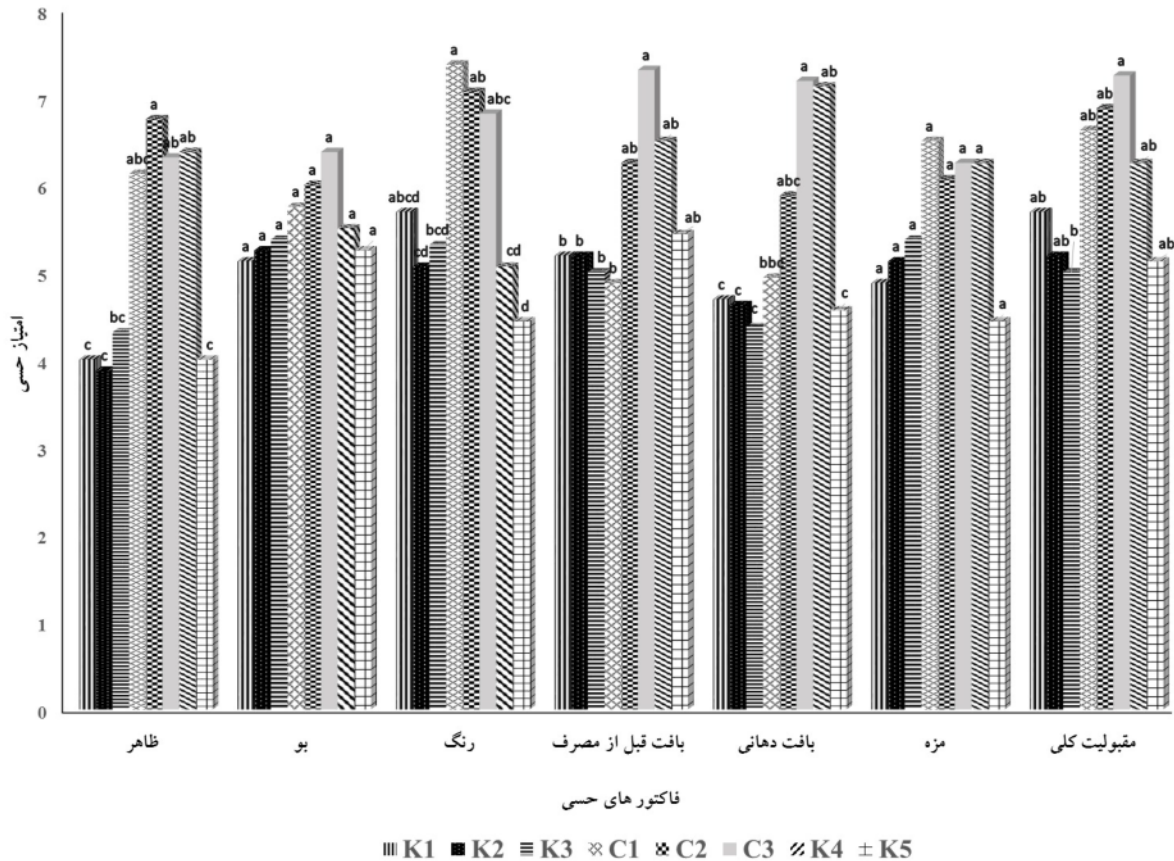
ارزیابی حسی نمونه های کچاپ در نمودار ۲ نشان داده شده است. نمونه ها از نظر مزه و بو اختلاف معناداری باهم نشان ندادند. اما اختلاف فاکتورهای حسی نمونه ها شامل ظاهر، رنگ، بافت قبل از مصرف، بافت دهانی و مقبولیت کلی با یکدیگر معنادار می باشند. در اکثر موارد نمونه های شاهد نسبت به نمونه های پری بیوتیک به ویژه نمونه های حاوی مقادیر بالاتری از این ترکیبات امتیاز بالاتری کسب نموده اند. البته از نظر مقبولیت کلی نمونه های پری بیوتیک در مقایسه با نمونه شاهد تجاری که بالاترین مقبولیت را داشته است تقریباً نتایج قابل قبولی کسب نموده اند.

جدول ۴- نتایج آزمون رنگ سنجی نمونه های کچاپ

نام نمونه	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E$
K1	$29/0.33 \pm 0/0.15^b$	$30/160 \pm 0/0.62^b$	$28/573 \pm 0/134^c$	$5/396 \pm 0/220^b$
K2	$29/563 \pm 0/0.45^a$	$30/463 \pm 0/0.60^a$	$30/530 \pm 0/0.44^a$	$7/133 \pm 0/235^a$
K3	$28/693 \pm 0/0.15^c$	$30/310 \pm 0/0.26^{ab}$	$29/363 \pm 0/151^b$	$5/780 \pm 0/300^b$
C <sub>1</sub>	$24/610 \pm 0/0.20^f$	$28/840 \pm 0/0.62^d$	$26/337 \pm 0/197^{de}$	$1/940 \pm 0/226^c$
C <sub>2</sub>	$24/653 \pm 0/0.20^f$	$28/206 \pm 0/107^c$	$25/930 \pm 0/364^{ef}$	$1/296 \pm 0/140^c$
C <sub>3</sub>	$25/586 \pm 0/0.11^e$	$27/466 \pm 0/113^f$	$25/417 \pm 0/381^f$	-
K4	$26/466 \pm 0/0.15^d$	$28/346 \pm 0/0.64^e$	$26/590 \pm 0/0.46^d$	$1/730 \pm 0/242^c$
K5	$29/050 \pm 0/0.26^b$	$29/956 \pm 0/0.15^c$	$28/890 \pm 0/0.78^{bc}$	$5/503 \pm 0/225^b$

نتایج به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار گزارش شده و مقادیر باحروف متفاوت در هرستون اختلاف معنی داری بایکدیگر دارند ( $p < 0.05$ )





### نمودار ۲- ارزیابی حسی نمونه های کچاپ

#### بحث

با توجه به نتایج آزمون‌های شیمیایی و معنادار نبودن اختلاف شاخص pH نمونه‌های کچاپ، مشخص می‌شود که به کارگیری اینولین و گالاتوالیگوساکارید اثر قابل توجهی روی pH نمونه‌های کچاپ نداشته است. بر اساس استاندارد ملی ایران pH سس کچاپ نباید از ۴ بیشتر باشد (بی‌نام، ۱۳۸۳). بنابراین pH نمونه‌های کچاپ پری بیوتیک و شاهد با استاندارد ایران مطابقت دارد. پیش از این Sharoba و همکاران (۲۰۰۵) میزان pH نمونه‌های مختلف تجاری کچاپ را بین ۳/۴ تا ۳/۸۴ گزارش نمودند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

در ارتباط با نتایج اسیدیتته، در نمونه‌های دارای نشاسته اصلاح شده با افزایش میزان آب مصرفی در فرمولاسیون نمونه‌ها و رقیق شدن اسید استیک موجود در سرکه از میزان اسیدیتته نمونه‌ها کاسته شده است به طوری که نمونه K3 با محتوای آب بیشتر اسیدیتته کمتری نسبت به نمونه‌های K1 و K2 دارد و نمونه C2 نیز به دلیل محتوای

آب کمتر اسیدیتته بیشتری از نمونه‌های K1 و K2 و K3 و C1 دارد. اما این روند در نمونه‌های دارای زانتان و گوار مشاهده نمی‌شود و میزان آب در نمونه‌های K4 و K5 از سایر نمونه‌های پری بیوتیک دارای نشاسته اصلاح شده بیشتر است اما اسیدیتته این دو نمونه بر خلاف انتظار از آنها بیشتر می‌باشد. دلیل این پدیده روشن نیست و احتمال دارد به حضور زانتان و عواملی مانند اسید گلوکونیک، پیرووات و استات در ساختارش مربوط باشد (Monsanto, 2000). Sharoba و همکاران (۲۰۰۵) میزان اسیدیتته کچاپ‌های تجاری مختلف را بین ۰/۸۲٪ تا ۱/۶۴٪ گزارش کردند که به نتایج این پژوهش نزدیک است. بر اساس استاندارد ملی ایران میزان اسیدیتته سس کچاپ باید حداکثر ۲/۵ درصد باشد (بی‌نام، ۱۳۸۳). بنابراین اسیدیتته نمونه‌ها مطابق با استاندارد ایران می‌باشد.

از آن جایی که با به کارگیری اینولین و گالاتوالیگوساکارید که در بالا بردن مواد جامد محلول نقش دارند، می‌توان از غلظت شکر و شربت گلوکز در

## تأثیر اینولین و گالاتنوالیگوساکاریدها بر سس کچاپ پری بیوتیک

نسبت‌های مختلف بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که زمانی که غلظت کلی پلیمرها زیر ۲۰ درصد وزنی باشد اینولین می‌تواند به صورت رقیق کننده عمل نماید. اما زمانی که غلظت کلی پلیمرها بالای ۳۰ درصد وزنی باشد، افزایش نسبت اینولین/نشاسته (۷۵ : ۲۵) باعث افزایش ویسکوزیته می‌شود زیرا اینولین یک شبکه الاستیک قوی تشکیل می‌دهد (Zimeri & Kokini, 2003). بر اساس نتایج تحقیق Stoforos و همکاران (۱۹۹۲) مهم‌ترین عوامل مؤثر بر میزان آب اندازی سس کچاپ، غلظت رب مصرفی (این عامل در واقع بیان کننده درصد پکتین موجود در رب می‌باشد)، درصد کل مواد جامد و مواد نامحلول (این عامل نیز به ترکیبات پکتینی مربوط می‌شود)، pH محصول و شیوه هموژنیزاسیون می‌باشند این محققان همچنین مقادیر آب اندازی نمونه‌های کچاپ را بین ۳۴/۶٪ تا ۴۳/۳٪ گزارش کردند افزودن هیدروکلوتیدها و افزایش غلظت آنها باعث کاهش آب اندازی سس کچاپ می‌شود. Ozdemir و Shahin (۲۰۰۷) میزان آب اندازی نمونه‌های کچاپ با نوع و درصد های مختلف هیدروکلوتیدها را (در ۵۰۰۰ g) در محدوده ۲۷/۷-۱۳/۰ درصد اعلام کردند. این نتایج نشان می‌دهند نوع صمغ مصرفی و میزان آنها روی آب‌اندازی نمونه‌ها تأثیر به‌سزایی دارند. از مقایسه این نتایج با نتایج نمونه‌های این تحقیق مشخص می‌شود که نمونه‌های کچاپ پژوهش حاضر نتایج قابل قبولی کسب نموده‌اند و نمونه شاهد تجاری به همراه نمونه‌های پری بیوتیک حاوی زانتان و گوار در این زمینه عملکرد عالی داشته‌اند که به نظر می‌رسد مربوط به واکنش هم افزایی بین زانتان و گوار باشد. زیرا زانتان و گوار در سرعت‌های بالای سانتیفریوژ نیز ظرفیت نگهداری آب بالایی از خود نشان می‌دهند و نسبت به سایر صمغ‌ها عملکرد بهتری دارند (Shahin & Ozdemir, 2007).

در آزمون رنگ سنجی، به کارگیری غلظت ۷/۵ درصد از اینولین به همراه ۲/۵ درصد گالاتنوالیگوساکارید (مجموعاً ۱۰ درصد که هر دو پودرهای سفید رنگی می‌باشند) و نیز ۱/۵ درصد نشاسته در نمونه K2 باعث افزایش شاخص  $L^*$  نسبت به دیگر نمونه‌ها شده است. کاهش این فاکتور در نمونه‌های پری بیوتیک K4 و K5 می‌تواند به به استفاده از زانتان و گوار مربوط باشد که به نظر می‌رسد نسبت به نشاسته سهم کمتری در بالا بردن  $L^*$  داشته‌اند. البته در

نمونه‌های پری بیوتیک کاست، بنابراین موادجامد محلول نمونه‌ها با یکدیگر اختلاف معناداری نداشته با این تفاوت که از میزان شکر نمونه‌های کچاپ پری بیوتیک کاسته شد و شربت گلوکز نیز به طور کامل در آنها حذف گردید. شایان ذکر است که بر اساس استاندارد ایران مواد جامد محلول در آب سس کچاپ بایستی حداقل ۳۰ درصد باشد (بی‌نام، ۱۳۸۳) که نمونه‌های این پژوهش با آن مطابقت دارد. Stoforos و همکاران (۱۹۹۲) میزان مواد جامد محلول نمونه‌های سس کچاپ را بین ۲۹/۹ تا ۳۰/۶ درصد اعلام نمودند. Juszczak و همکاران (۲۰۱۳) نیز مواد جامد محلول در آب کچاپ را حدود ۳۰ درصد گزارش نمودند که به نتایج نمونه‌های این تحقیق نزدیک می‌باشند.

با اینکه نتایج مواد جامد نامحلول معنادار نبودند اما به کارگیری زانتان و گوار سبب افزایش مواد جامد نامحلول در آب شده است و نمونه‌های K4 و K5 مواد جامد نامحلول بالاتری از سایر نمونه‌ها داشته و نمونه K1 که تنها دارای ۰/۷۵ درصد نشاسته اصلاح شده است کمترین مواد جامد نامحلول را داشت. شایان ذکر است افزایش مواد جامد نامحلول باعث کاهش آب‌اندازی سس کچاپ می‌گردد (Shahin & Ozdemir, 2007) که در این پژوهش نیز نمونه‌های K5، K4 و C3 با بالاترین ماده جامد نامحلول کمترین میزان آب اندازی را داشتند. Bayod و همکاران (۲۰۰۸) میزان مواد جامد نامحلول در آب را برای نمونه‌های سس کچاپ ۱/۸۳-۱/۷۲ درصد اعلام نمودند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

در ارتباط با نتایج آب اندازی، نمونه‌های دارای اینولین و نشاسته آب اندازی بیشتری داشته‌اند که دلیل آن وجود هم‌افزایی منفی بین این دو ترکیب می‌باشد. این هم‌افزایی منفی به دلیل تمایل بیشتر اینولین به آب در مقایسه با نشاسته، حضور پلیمرها در غلظت زیر ۲۰ درصد و عمل نمودن اینولین به عنوان رقیق کننده می‌باشد (Costell, 2006; Zimeri & Kokini, 2003). از آن جایی که تمایل اینولین به آب نسبت به نشاسته بیشتر است، بنابراین آب بیشتری به زنجیره‌های اینولین (کوتاه‌تر بوده و سریع‌تر حرکت می‌کنند) متصل شده و ویسکوزیته کاهش می‌یابد (Tarrega & Costell, 2006). Zimeri و Kokini (۲۰۰۳) نیز ویژگی‌های رئولوژیک چندین سیستم مخلوط شامل اینولین و نشاسته ذرت مومی را در



محصولی قابل قبول از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و حسی تولید نمود که دارای ارزش تغذیه‌ای بالاتری نسبت به نوع متداول آن است. البته به کارگیری قوام دهنده‌های زانتان و گوار به همراه ترکیبات پری‌بیوتیک در فرمولاسیون نمونه‌های کچاپ باعث شد تا این نمونه‌ها در برخی از ویژگی‌ها به ویژه آب اندازی نسبت به نمونه‌های پری بیوتیک دارای نشاسته اصلاح شده به شاهد تجاری نزدیک تر باشند.

### منابع

بی‌نام. (۱۳۷۶). ویژگی‌ها و روش آزمون سس گوجه فرنگی ( کچاپ)، استاندارد ملی ایران، شماره ۲۲۵۰، چاپ چهارم.

بی نام. (۱۳۸۳). سس گوجه فرنگی - آیین کار تولید، استاندارد ملی ایران، شماره ۲۲۵۰، چاپ اول.

یوسفی، م. (۱۳۸۷). بررسی اثر خردل زرد بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، میکروبی و حسی سس کچاپ. پایان نامه ارشد رشته مهندسی کشاورزی - علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

Arcia, P. L., Navarro, S., Costell, E. & Tarrega, A. (2011). Effect of Inulin seeding on rheology and microstructure of prebiotic dairy desserts. *Food Biophysics*, 6, 440-449.

Bannwart, G. C. M. C., Bolini, H. M. A., Toledo, M. C. F., Kohn, A. P. C. & Cantanhede, G. C. (2008). Evaluation of Brazilin light ketchups II, quantitative descriptive and physicochemical analysis. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 28(1), 107-115.

Bayod, E., Willers, E. P. & Tornberg, E. (2008). Rheological and structural characterization of tomato paste and its influence on the quality of ketchup. *LWT*, 41, 1289-1300.

Charalampopoulos, D. & Rastall, R. A. (2011). Prebiotics in foods. *Current Opinion in Biotechnology*, 23:1-5.

Gosling, A., Stevens, G. W., Barber, A. R., Kentish, S. E. & Gras, S. L. (2010). Recent advances refining galactooligosaccharide production from lactose. *Journal of food chemistry*, 121, 307-318.

Gujral, H. S., Sharma, A. & Singh, N. (2002). Effect of hydrocolloids storage

K5 به کارگیری مجموع پری بیوتیک ۱۰ درصد تا حدی کاهش شاخص  $L^*$  را جبران کرده است. درارتباط با  $a^*$  شاخص، نمونه‌های پری بیوتیک دارای نشاسته شاخص  $a^*$  بالاتری دارند. زیرا لیکوپن در حضور نشاسته بهتر در برابر اکسیداسیون محافظت می‌شود که به پیوند نشاسته با آب مربوط می‌شود ( Yaghouti Moghaddam *et al.*, 2013). با این که زانتان و گوار باعث کاهش شاخص  $b^*$  شدند. اما در نمونه های K4 و K5 به دلیل حضور اینولین و گالاکتوالیگوساکارید (به ویژه در K5) این اثر تا حدودی خنثی شده است. بنابراین نمونه‌های K1 و K2 به ترتیب نسبت به K4 و  $b^*$  K5 بالاتری داشتند به نظر می‌رسد حضور زانتان و گوار در نمونه K5 در مقایسه با نمونه K2 باعث ایجاد اختلاف کلی کمتر در آن نسبت به شاهد تجاری دارای این قوام دهنده‌ها شده است. اما بین نمونه‌های K4 و K5، نمونه K5 به دلیل محتوای بالاتر اینولین و مجموع ترکیبات پری بیوتیکی‌اش اختلاف رنگ بیشتری با نمونه شاهد داشت. Bannwart و همکاران (۲۰۰۸)، مقادیر  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  برای نمونه استاندارد کچاپ در برزیل را به ترتیب ۲۰/۲، ۲۰/۱، و ۱۰/۳ گزارش نمودند که تمامی شاخص‌های مذکور از نتایج حاصل در این پژوهش کمتر می‌باشند.

در ارتباط با ارزیابی حسی، به کارگیری اینولین و گالاکتوالیگوساکارید در نمونه‌ها تا حدی باعث کاهش امتیاز در برخی فاکتورهای حسی نمونه‌های پری بیوتیک نسبت به شاهد تجاری و دیگر نمونه‌های شاهد شد. زیرا این دو ترکیبات سفید رنگ بوده و به ویژه روی رنگ و ظاهر محصول تأثیر گذار می‌باشند. البته بافت قبل از مصرف در نمونه‌های K4 و K5 به دلیل وجود زانتان و گوار (نسبت به دیگر نمونه‌های پری بیوتیک) با شاهد تجاری معنادار نبود. علی‌رغم وجود اختلاف معنادار بین برخی از فاکتورهای حسی، نتایج مقبولیت کلی حاکی از قابل قبول بودن اکثر نمونه‌های کچاپ پری بیوتیک نسبت به شاهد تجاری می باشد.

### نتیجه گیری

نتایج حاصل شده در این پژوهش نشان داد که با استفاده از ترکیبات پری بیوتیک اینولین و گالاکتوالیگوساکارید در فرمولاسیون سس کچاپ می توان

temperature and duration on the consistency of tomato ketchup. *International Journal of Food Properties*, 5, 179-191.

Huebner, J., Wehling, R. L., Parkhurst, A. & Hutkins, R. W. (2008). Effect of processing conditions on the prebiotic activity of commercial prebiotics. *International Dairy Journal*, 18, 287-293.

Juszczak, L., Oczadły, Z. & Galkowska, D. (2013). Effect of modified starches on rheological properties of ketchup. *Food Bioprocess Technology*, 6(5), 1251-1260.

Koocheki, A., Ghandi, A., Razavi, S. M. A., Mortazavi, S. A. & Vasiljevic, T. (2009). The rheological properties of ketchup as a function of different hydrocolloids and temperature. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 596-602.

Mert, B. (2012). Using high pressure microfluidization to improve physical properties and lycopen content of ketchup type products. *Journal of Food Engineering*, 109, 579-587.

Monsanto, G. S. (2000). Xanthan gum. in the hand book of hydrocolloids, edited by Phillips, G.O. & Williams, P. A. Woodhead Publishing Limited, pp. 103-115.

Sangwan, V., Tomar, S. K., Singh, R. R. B., Singh, A. K. & Ali, B. (2011). Galactooligosaccharides: novel components of designer foods. *Journal of Food Science*, 76(4), 103-111.

Sahin, H. & Ozdemir, F. (2004). Effect of some hydrocolloids on the rheological properties of different formulated ketchups. *Food Hydrocolloids*, 18, 1015-1022.

Sahin, H. & Ozdemi, F. (2007). Effect of some hydrocolloids on the serum separation of different formulated ketchup. *Journal of Food Engineering*, 81, 437-446.

Stoforos, N. I. G. & Ried, D. A. S. (1992). Factors influencing serum Separation of tomato ketchup. *Journal of Food Science*, 57(3), 707-713.

Tarrega, A., Rocafull, A. & Costell, E. (2010). Effect of blends of short and long-chain inulin on the rheological and sensory properties of prebiotic low-fat custards. *LWT - Food Science and Technology* 43, 556-562.

Torres, D. P. M., Goncalves, M. F., Teixeira, J. A. & Rodrigues, L. R. (2010). Galacto-Oligosaccharides: production, properties, applications, and significance as prebiotics. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 438-454.

Varela, P. A., Gambaro, A., Gimenez, A. M. & Lema, P. (2003). Sensory and instrumental texture measures on ketchup made with different thickeners. *Journal of Texture Studies*, 34, 317-330.

Wang, Y. (2009). Prebiotics: present and future in food science and technology. *Food Research International*, 42, 8-12.

Yaghouti Moghaddam, M., Mizani, M., Salehifar, M. & Gerami, A. (2013). Effect of waxy maize starch (modified, native) on physical and rheological properties of french dressing during storage. *World Applied Sciences Journal*, 21(6), 819-824.

Zimeri, J. E. & Kokini, J. L. (2003). Rheological properties of inulin-waxy maize starch systems. *Carbohydrate Polymers*, 52, 67-85.