

## بهینه سازی فرمولاسیون کره کدو حلوایی حاوی میکروکریستالین سلولز و نشاسته اصلاح شده بر اساس ویژگی های بافتی و رنگی به روش سطح پاسخ

معصومه مهربان سنگ آتش<sup>۱</sup>، پیروش مشتاقی<sup>۲</sup>، مژده صراف<sup>۲\*</sup>

۱- عضو هیئت علمی (استادیار)، گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی جهاددانشگاهی، مشهد، ایران

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان، قوچان، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۷)

### چکیده

با توجه به تغییر ذائقه مردم به سمت محصولات غذایی با طعم های جدید و متفاوت، می بایست محصولاتی به بازار ارائه شود تا علاوه بر تنوع محصول، افراد را به مصرف صبحانه و یا میان وعده هایی با ارزش تغذیه ای بالا تشویق نمود. در این پژوهش، از کدو حلوایی که دارای خصوصیات مثبت تغذیه ای و درمانی می باشد برای تهیه کره میوه استفاده شد و با استفاده از میکروکریستالین سلولز در سطوح (۱/۵، ۱، ۰/۵ درصد)، نشاسته اصلاح شده در سطوح (۰/۲، ۰/۱۵، ۰/۱ درصد) برای بهبود قوام و صمغیت بافت، می توان انتظار داشت، علاوه بر غنی سازی و افزایش خواص تغذیه ای کره تولیدی، بر خصوصیات رئولوژیکی، بافتی و رنگ محصول موثر باشد. افزایش غلظت میکروکریستالین سلولز سبب کاهش صمغیت و سفتی بافت گردید. برخلاف نشاسته اصلاح شده که تاثیر معنی داری روی صمغیت نداشت، اما قابلیت جویدن را افزایش داد؛ همچنین هر دو متغیر روی فاکتور رنگ تاثیر معنی داری داشتند. نتایج حاکی از آنست که می توان یک صبحانه و یا عصرانه خوش طعم، با کیفیت و ارزش تغذیه ای بهتر به بازار عرضه نمود و نیز تنوع در محصولات، سبب جلب نظر و حق انتخاب بیشتر مشتری می گردد.

**کلید واژگان:** کره کدو حلوایی، میکروکریستالین سلولز، "نشاسته اصلاح شده"، روش سطح پاسخ

\*مسئول مکاتبات: m.sarraf1393@gmail.com

## ۱- مقدمه

کدو حلوائی گیاهی از خانواده *Cucurbitaceae* می باشد که غالباً به عنوان محصولی عملگرا و دارویی استفاده می گردد [۱]. این گیاه بر اساس بافت و شکل ساقه به گروههای *Cucurbita pepo*، *Cucurbita moschata* و *Cucurbita mixta* طبقه بندی می شود [۲]. طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی، تولید انواع کدو در ایران ۳۲۷۵ تن در سال ۹۰-۹۱ بیان شده است [۳]. کدوهای قرمز و نارنجی رنگ منبع غنی از کاروتنوئیدها می باشند [۴]. همچنین، خواص آنتی اکسیدانی، کاهش کلسترول [۵]، ضد دیابت، ضد فشار خون، ضد تومور، ضد انگل روده، ضد التهاب و تسکین دهنده، ضد باکتریایی از کاربردهای دارویی کدو حلوائی می باشد [۱ و ۶]. پلی ساکاریدها، پروتئین ها، پپتیدها، پارا آمینو بنزوئیک اسید و استرول ها از ترکیبات فعال بیولوژیکی موجود در کدو حلوائی هستند [۷ و ۸]. با وجود تمامی این خصوصیات مفید به دلیل فصلی بودن و فسادپذیری این میوه، نمی توان آن را در تمام سال به صورت تازه مصرف نمود. از سویی دیگر، بررسی مزه، بو و ماده موثره کدو حلوائی نشان می دهد که کدو حلوائی خام چندان اشتهاآور و جذاب نیست [۹]. بنابراین، ساده ترین و بهترین روش استفاده از آنها به صورت فراوری شده در محصولات مختلف می باشد، به طوری که میتوان با میوه های معطر دیگر که طعم مشخصی داشته و میزان مواد موثر و اسیدهای ارگانیک آن ها فراوان است به همراه ادویه ها و افزودنی های دیگر ترکیب نمود تا خواص حسی مورد نظر افزایش یابد [۹]. به عنوان مثال، چهارافران و مقصودلو (۱۳۹۲)، در پژوهشی از مخلوط کردن ۴۵ درصد وزنی میوه و ۵۵ درصد وزنی شیرین کننده فرموله شده، مربای کدو حلوائی تهیه نمودند و ویژگی های محصول جدید (بافت، رنگ، طعم، قوام، شیرینی و پس طعم) را بررسی کردند. پذیرش این فرآورده در حد بسیار خوبی ارزیابی شد [۱۰].

یکی از راههای فراوری این میوه، تهیه کره میوه می باشد. در قرن نوزدهم، تولید کره سیب که نوعی کره میوه می باشد در کشور آمریکا بسیار محبوب بود. در این نوع محصول، هیچ نوع کره (حیوانی و نباتی) وجود ندارد. نامگذاری این محصول به عنوان "کره" به دلیل بافت نرم و غلیظ آن می باشد و کره میوه را معمولاً روی نان یا در محصولات نانوایی به عنوان چاشنی استفاده می کنند [۱۱].

تغیلات بر پایه میوه و سبزی نسبت به سایر تغذیلات دارای ویژگی های خوراکی بهتر و ارزش تغذیه ای بالاتر می باشند. لذا در سال های اخیر توجه خاصی به فرمولاسیون این گونه فرآورده ها مبذول گردیده است [۱۲]. افزودن صمغ ها یکی از رایج ترین راههای فرمولاسیون در سال های اخیر می باشد. در صنایع غذایی مدرن از مخلوط نشاسته و هیدروکلئیدهای پلی ساکاریدی برای کنترل و بهبود بافت، حفظ رطوبت، فعالیت آبی و کیفیت خوراکی محصولات غذایی استفاده می شود [۱۳].

صمغ ها علاوه بر اینکه تاثیر به سزایی بر ویژگی های بافتی و احساس دهانی فرآورده های غذایی دارند، در ایجاد اتصالات آبی و فرآورده های قنادی نیز حائز اهمیت می باشند. با استفاده از آنها می توان محصولاتی با ویژگی های بافتی متنوع مانند نوشیدنی یا ژل های با ساختار سفت نیز تولید نمود. نوع صمغ مورد نیاز، با توجه به نوع محصول و ویژگی های عملکردی مورد نظر در فرآورده نهایی انتخاب می گردد [۱۴]. اسلامی نسب و همکاران (۱۳۹۳)، در تولید فرآورده کره موز از پکتین و نشاسته اصلاح شده استفاده نمودند. نشاسته اصلاح شده باعث ایجاد حالت کلوییدی، ژله ای و بافت مناسب شد و منجر به افزایش میزان سختی، الاستیسیته و چسبندگی نمونه شده، همچنین چقرمگی، پیوستگی و شکنندگی را کاهش داد [۱۵]. میر شجاعیان و همکاران (۱۳۹۲)، خصوصیات بافتی کره سیب با به کار گیری اینولین و نشاسته اصلاح شده را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که نشاسته میزان سختی نمونه را افزایش داد [۱۱]. در تهیه کره کدو حلوائی، از دو متغیر میکرو کریستالین سلولز در سه سطح (۱/۵، ۱، ۰/۵) و همچنین نشاسته اصلاح شده در سه سطح (۰/۱، ۰/۲، ۰/۱۵) استفاده شد و تاثیر آنها بر ویژگی های بافتی و رنگی محصول تولیدی بررسی شد.

## ۲- مواد و روش ها

مواد اولیه شامل کدو حلوائی، شیر (نیم چرب کاله)، آبلیمو و گلاب (شرکت زمانی)، زعفران (سحرخیز)، هل (محللی)، وانیل و دارچین (گلستان) و شکر (چناران) از سطح سطح شهر مشهد خریداری شد. همچنین، میکرو کریستالین سلولز از شرکت جی آر اس آمریکا و نشاسته اصلاح شده ذرت از شرکت گلوکزبان تهیه شدند.

## ۲-۱- تهیه پوره کدو حلوائی

در ابتدا، کدو حلوائی شسته شده و سپس پوست گیری و خرد گردید. در مرحله بعد روی حرارت ملایم قرار داده شد تا تبدیل به پوره گردد. سپس به منظور یکنواختی بیشتر بافت، از صافی عبور داده شد.

## ۲-۲- فرمولاسیون

پس از آماده سازی پوره، جهت جلوگیری از آب اندازی، حرارت داده شد. سپس به ترتیب شیر و ادویه جات افزوده و در انتها آبلیمو اضافه گردید و تا رسیدن به بریکس ۳۸ تحت حرارت قرار گرفت.

## ۲-۳- آزمون ها

## ۲-۳-۱- آزمون بافت سنجی

آنالیز بافت، مستقیماً در ظرفی با دهانه ای به قطر ۷۵ میلی‌متر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد توسط دستگاه بافت سنج (stable micro system , kingdom) TA/XT/PLUS صورت گرفت. برای اندازه گیری از ترکیب دو روش extrusion و TPA استفاده شد [16]. آزمون بافت بر روی هر نمونه سه بار تکرار شد و برای هر بار تکرار، نمونه تازه تحت آزمون قرار گرفت [17]. پروب مورد استفاده با قطر ۳۰ میلی‌متر، تا ۴۰ درصد ارتفاع اولیه نمونه با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه حرکت نمود.

داده ها با استفاده از نرم افزار Texture analyzer expert version 1.22 برای اندازه گیری پیوستگی، شکنندگی و سفتی بافت آنالیز شد [18]. همچنین سختی، قابلیت جویدن، چقرمگی، الاستیسیته و چسبندگی بررسی گردید.

## ۲-۳-۲- پارامترهای رنگ سنجی

بررسی فاکتورهای L, a, b کره کدو حلوائی، توسط دستگاه Hunter Lab (مدل ۹۰۰-۰۲۵) صورت گرفت [19]. شاخص L معرف میزان روشنایی نمونه می باشد و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص a میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ های سبز (منفی) و قرمز (مثبت) را نشان می دهد و شاخص b میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ های آبی (منفی) و زرد (مثبت) را تعیین می کند [20]. در این آزمون، مقداری از نمونه را در ظرف مخصوص ریخته، سطح آن را صاف و یکنواخت نموده و فاکتورهای فوق در دستگاه اندازه گیری شد.

## ۲-۴- طرح آزمایش و تجزیه و تحلیل آماری

روش سطح پاسخ، مجموعه ای از تکنیک های آماری است که در بهینه سازی فرایندهایی بکار می رود که پاسخ مورد نظر توسط تعدادی از متغیرها تحت تاثیر قرار می گیرد. با کمک این طرح آماری، تعداد آزمایش ها کاهش یافته و کلیه ضرایب مدل رگرسیون درجه دوم و اثر متقابل فاکتورها، قابل برآورد هستند. مهمترین مسئله، بررسی آثار اصلی و متقابل فاکتورها بود، از این رو، طرح آماری سطح پاسخ انتخاب شد [21]. در این مطالعه اثر متغیرهای مستقل شامل میکروکریستالین سلولوز و نشاسته اصلاح شده در سه سطح مورد ارزیابی قرار گرفت. طرح مرکب مرکزی در قالب روش سطح پاسخ، با استفاده از نرم افزار Design Expert نسخه ۶ طراحی شد که ۱۷ تیمار به روش کاملاً تصادفی بدست آمد و بهینه سازی متغیرهای مستقل با استفاده از نرم افزار Minitab 16 Statistical صورت گرفت. آنالیز رگرسیون با مدل درجه دوم صورت پذیرفت و شکل ها توسط نرم افزار Sigma Plot نسخه ۱۰ رسم گردید.

**Table 1** Designing of trials based on the central composite design with variable modified starch and microcrystalline cellulose

Variables (%)	treatments code									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
microcrystalline cellulose	0.5	1	0.5	1	1	1.5	1.5	1	1	1
modified starch	0.1	0.15	0.2	0.15	0.15	0.1	0.2	0.15	0.1	0.2

**Continues of table 1** Designing of trials based on the central composite design with variable modified starch and microcrystalline cellulose

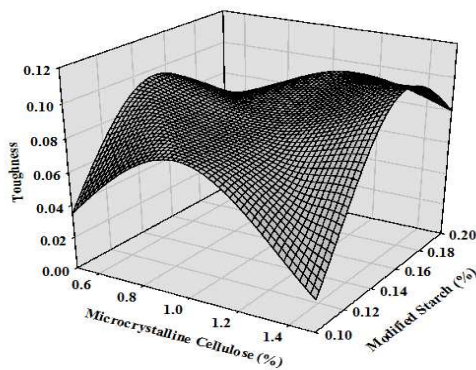
Variables (%)	treatments code						
	11	12	13	14	15	16	17
microcrystalline cellulose	1	1	1	1	1	1.5	0.5
modified starch	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

### ۳- نتایج و بحث

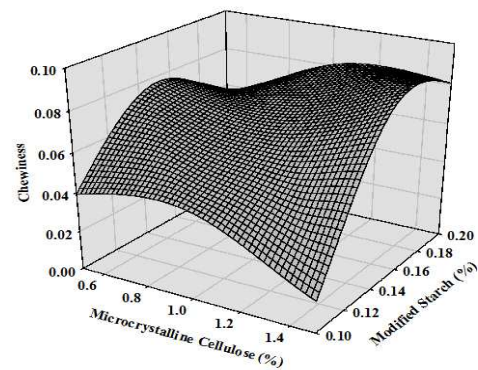
#### ۳-۱- ارزیابی پارامترهای بافتی

میرشجاعیان و همکاران (۱۳۹۲)، در افزایش نشاسته اصلاح شده به کره سیب تولیدی به نتایج مشابه دست یافتند [۱۱]. کانتر (۱۹۹۹) در پژوهشی اعلام نمود که صمغ ها بر ویژگی های بافتی فرآورده های غذایی موثرند و با ایجاد اتصالات آبی می توانند محصولاتی با ویژگی های بافتی متنوع تولید کنند [۱۴]. همچنین سویون و همکاران (۲۰۰۰) دریافتند که هرچه زنجیره آمیلوز در نشاسته طولانی تر باشد، شبکه ژلی با استحکام بالا را ایجاد می کند [۲۲].

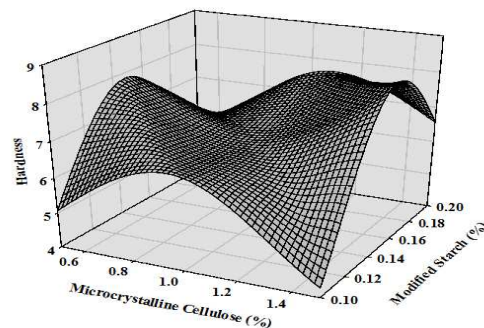
همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود، افزایش درصد نشاسته اصلاح شده مصرفی باعث افزایش سختی و قابلیت جویدن و همچنین چقرمگی محصول تولیدی گردید، اما میزان میکروکریستالین سلولز بر این سه پارامتر تاثیر معنی داری نداشت. همچنین، اثر متقابل میکروکریستالین سلولز-نشاسته اصلاح شده، هر سه پارامتر فوق را افزایش داده است.



(I)



(II)



(III)

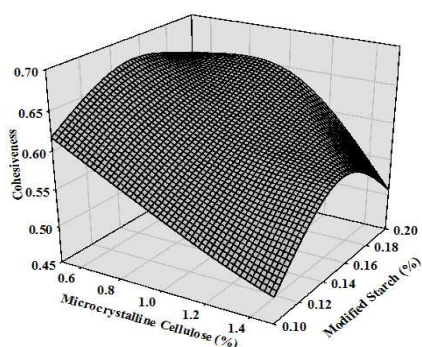
**Fig 1** The effect of microcrystalline cellulose and modified starch on (I) toughness, (II) chewiness (III) hardness of pumpkin spread samples

هرناندس و همکاران (۱۹۹۱) به این مطلب اشاره کردند که پیوستگی بافت ژلهای حاصل از پالپ توت فرنگی و ژلاتین، بستگی به غلظت هیدروکلوئید مصرفی دارد [۲۴]. بنابراین، نتایج حاصله گویای همین نظریه بود. به گونه ای که میزان نشاسته اصلاح شده با پیوستگی بافت نسبت مستقیم دارد و با افزایش این متغیر، به طور معنی داری افزایش یافت ( $P < 0/05$ ). اما بر خلاف این نکته، میزان میکروکریستالین سلولز با پیوستگی بافت نسبت عکس دارد.

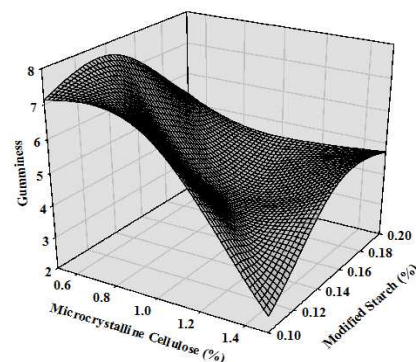
در بررسی پارامتر دیگری از بافت که صمغیت محصول بود، نتایج به گونه ای بود که به موازات افزایش میکروکریستالین سلولز، میزان صمغیت محصول کاهش یافته است. با توجه به معنی داری اثر خطی و درجه دوم صمغیت میتوان وجود انحناء در شکل به دست آمده را انتظار داشت.

نشاسته اصلاح شده، ایجاد یک شبکه ژلی بین اجزا فرمولاسیون میکند که باعث می شود آب ماده غذایی داخل شبکه محصور بماند و سبب ایجاد بافت یکنواخت و یکدست شود. جذب آب باعث بافتی منسجم تر می گردد. اما، بیشتر از حد بهینه، نشان داد که با افزایش انسجام بافت، سختی نیز افزایش می یابد که از ویژگیهای نشاسته اصلاح شده می باشد. خلیلیان و همکاران (۱۳۹۰)، اثر غلظت های مختلف پکتین و گزانتان را بر قابلیت جویدن پاستیل میوه های بر پایه پوره طالبی مورد بررسی قرار دادند و به ارتباط متقابلی با فعالیت آبی دست یافتند [۲۳].

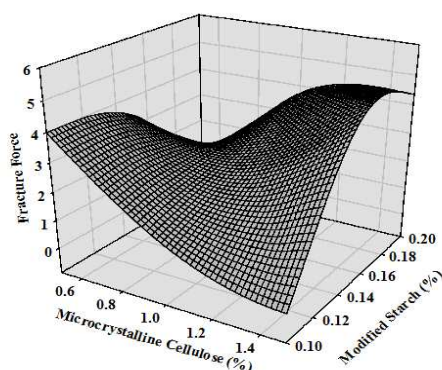
نتایج آنالیز واریانس بر روی پیوستگی بافت بیانگر معنی دار بودن مدل، در ارتباط با میکروکریستالین سلولز است ( $P < 0/05$ ). بر این اساس، اثر متقابل میکروکریستالین سلولز-نشاسته اصلاح شده سبب کاهش پیوستگی بافت محصول تولیدی شده است.



(I)



(II)



(III)

**Fig 2** The effect of microcrystalline cellulose and modified starch on (I) cohesiveness, (II) gumminess (III) fracture force of pumpkin spread samples

پارامتر بعدی، سفتی بافت با توجه به درصدهای مختلف دو متغیر می باشد. تاثیر افزایش میزان میکروکریستالین سلولز بر کاهش سفتی بافت معنی دار گزارش شد. در خصوص نشاسته اصلاح شده نیز افزایش میزان آن تا سطح ۰/۱۷ درصد سفتی بافت محصول را کاهش داد، اما این میزان تاثیر قابل توجهی نداشت. ولی پس از آن، با افزایش بیشتر درصد نشاسته اصلاح شده مصرفی، سفتی بافت افزایش یافت. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می گردد، در اثر متقابل میکروکریستالین سلولز-نشاسته اصلاح شده کمترین سفتی در بافت تا سطح ۱ درصد میکروکریستالین سلولز و ۰/۱۵ درصد نشاسته اصلاح شده مشاهده شد که بیشتر از این مقادیر، افزایش سفتی معنی داری گزارش شد ( $P < 0/05$ ).

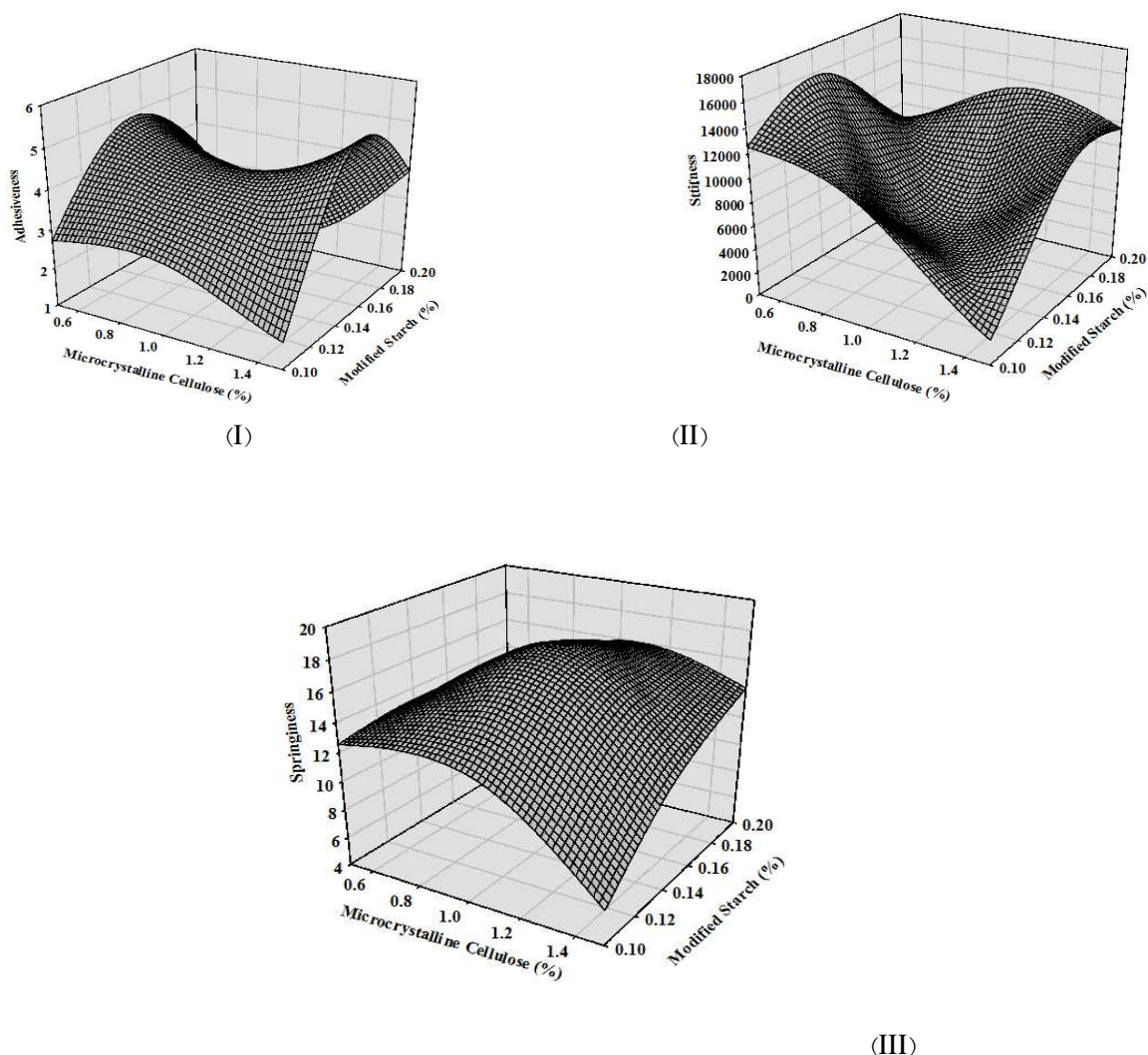
با بررسی دو متغیر مورد نظر بر روی پارامتر الاستیسیته (قابلیت ارتجاعی)، افزایش میزان الاستیسیته در راستای افزایش میزان میکروکریستالین سلولز تا سطح ۱ درصد مشاهده شد. ولی بیشتر از این سطح، سبب کاهش الاستیسیته گردید (شکل ۳).

در دیگر متغیر، افزایش میزان نشاسته اصلاح شده تا سطح ۰/۱۵ درصد، سبب افزایش الاستیسیته محصول شد و پس از این سطح، افزایش غلظت نشاسته اصلاح شده الاستیسیته محصول را کاهش داد. همچنین، اثر متقابل میکروکریستالین سلولز-نشاسته اصلاح شده تا سطح ۱ درصد میکروکریستالین سلولز و ۰/۱۵ درصد نشاسته اصلاح شده، سبب افزایش الاستیسیته و پس از این سطح، با افزایش غلظت متغیرها، الاستیسیته محصول کاهش معناداری یافت ( $P < 0/05$ ). میرشجاعیان و همکاران (۱۳۹۲)، در بررسی اثر نشاسته اصلاح شده بر روی کره سیب دریافتند که با افزایش میزان آن، الاستیسیته و سفتی بافت افزایش می یابد. همچنین از لحاظ چسبندگی، با افزایش آن تا سطح مشخصی، این پارامتر افزایش و پس از آن کاهش یافت [۱۱].

در جدول ۲، نتایج فرآیند بهینه سازی محصول از لحاظ فاکتورهای بافت محصول برحسب غلظت میکروکریستالین سلولز و نشاسته اصلاح شده توسط نرم افزار نشان داده شده است.

هرچند که میزان نشاسته اصلاح شده تاثیر معنی داری بر خاصیت صمغی بودن محصول نداشته است. همچنین اثر متقابل میکروکریستالین سلولز-نشاسته اصلاح شده تاثیر قابل توجهی بر صمغیت محصول نداشت. رضایی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی بافت پاستیل آلو به این نتیجه رسیدند که میزان آدامسی بودن بافت با میزان نشاسته مصرفی رابطه عکس دارد [۲۵]. در ارتباط با شکنندگی بافت، با افزایش غلظت میکروکریستالین سلولز تا سطح ۱ درصد، این پارامتر کاهش یافت. اما افزودن نشاسته اصلاح شده تا سطح ۰/۱۶ درصد باعث افزایش آن به طور معنی دار شد ( $P < 0/05$ ) و در سطوح بیشتر، کاهش میزان شکنندگی را به همراه داشت. افزودن همزمان میکروکریستالین سلولز-نشاسته اصلاح شده سبب افزایش شکنندگی در بافت محصول گردید (شکل ۲). اسلامی نسب و همکاران (۱۳۹۳)، برهمکنش پکتین و نشاسته اصلاح شده را بر شکنندگی بافت کره موز بررسی نمودند و دریافتند که افزایش میزان نشاسته اصلاح شده سبب کاهش میزان شکنندگی بافت محصول شده است [۱۵].

برای شاخص چسبندگی مدل چند جمله ای درجه دوم از نظر آماری معنی دار بود ( $P < 0/05$ ). اما چنان چه مشاهده می شود آزمون عدم قطعیت برازش مدل، بیانگر عدم معنی داری آن بود ( $R^2 = 0/7221$ ). بر اساس شکل ۳، تاثیر میکروکریستالین سلولز تا سطح ۱ درصد را بر روی کاهش چسبندگی در بافت گزارش می کند، ولی بیشتر از این سطح غلظت، سبب افزایش چسبندگی بافت می شود. از سوی دیگر، افزایش معنی داری ( $P < 0/05$ ) بر روی چسبندگی بافت در راستای افزایش نشاسته اصلاح شده تا سطح ۰/۱۵ درصد مشاهده شد. اما در سطوح بالاتر، افزایش میزان نشاسته اصلاح شده، چسبندگی بافت را کاهش داد. اثر متقابل این دو متغیر، تا سطح ۱ درصد میکروکریستالین سلولز و ۰/۱۷ درصد نشاسته اصلاح شده کاهش چسبندگی را به همراه داشت.



**Fig 3** The effect of microcrystalline cellulose and modified starch on (I) adhesiveness, (II) stiffness (III) springiness of pumpkin spread samples

**Table 2** Optimization of texture parameters according to percentage of microcrystalline cellulose and modified starch

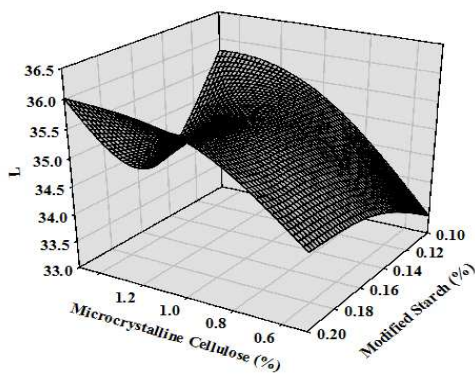
	Texture Parameter (%)								
	toughness	cohesiveness	springiness	hardness	gumminess	chewiness	fracture force	adhesiveness	stiffness
Microcrystalline Cellulose	0.93	1.14	1.42	1.31	0.65	1.46	0.76	1.03	1.46
Modified Starch	0.19	0.19	0.15	0.18	0.16	0.18	0.19	0.18	0.16



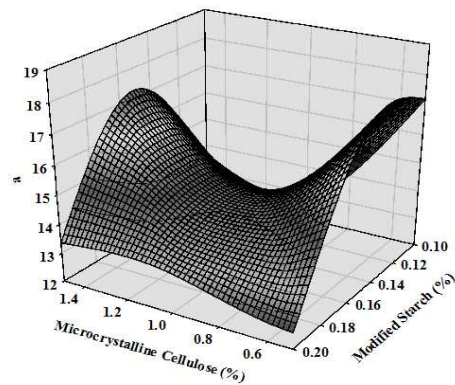
## ۲-۳- ارزیابی پارامترهای رنگ سنجی

در بررسی های صورت گرفته بر روی کره میوه تولیدی مشاهده شد که فاکتور  $L^*$  با افزایش درصد میکروکریستالین و نشاسته اصلاح شده دارای یک سیر صعودی می باشد. یعنی با افزایش این دو متغیر، میزان روشنایی افزایش یافته و محصولی روشنتر به دست آمده است. اما همانطور که در شکل ۴ مشاهده می شود، این روشنایی در برهمکنش میکروکریستالین سلولز-نشاسته

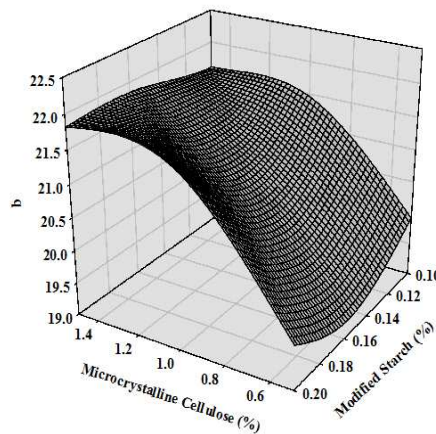
اصلاح شده تا سطح ۱ درصد میکروکریستالین سلولز و ۰/۱۵ درصد نشاسته اصلاح شده ادامه داشته، ولی پس آن با افزایش هر یک از متغیرها از روشنایی آن به طور معنی داری کاسته شد ( $P < 0/05$ ). میرشجاعیان و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی کره سبب تولید شده با اینولین و نشاسته دریافتند که با افزایش درصد نشاسته اصلاح شده در کره سبب میزان روشنایی افزایش میابد [۱۱].



(I)



(II)



(III)

**Fig 4** The effect of microcrystalline cellulose and modified starch on (I)  $L^*$ , (II)  $a^*$ , (III)  $b^*$  of pumpkin spread samples

کاهش یافته است، در حالی که پس از این سطح، افزایش غلظت سبب افزایش میزان این پارامتر شده است. همان طور که در شکل

در ارتباط با پارامتر  $a^*$ ، نتایج نشان می داد که با افزایش غلظت میکروکریستالین سلولز تا سطح ۱ درصد، میزان شاخص  $a^*$



#### ۴- نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از آنالیز بافت در مورد درصد‌های مختلف میکروکریستالین سلولز، تفاوت چندانی در سختی و چقرمگی بافت و قابلیت جویدن محصول دیده نشد. اما پارامترهایی نظیر پیوستگی، صمغیت و سفتی محصول را کاهش داد. در خصوص نشاسته اصلاح شده سبب افزایش سختی، چقرمگی، پیوستگی بافت و قابلیت جویدن محصول شد. حفظ رطوبت که از خصوصیات بازر نشاسته می باشد، باعث افزایش قابلیت جویدن و پیوستگی بافت گردید. به طور کلی، در پژوهش های گوناگون مشخص شده است که افزایش نشاسته اصلاح شده سبب بهبود بافت و احساس دهانی بهتر می شود. ضمن اینکه، جذب آب باعث پیوستگی و بافتی منسجم تر می گردد. اما، مقدار آن بیشتر از حد بهینه، نشان داد که هر چند بافتی منسجم تری ایجاد شد، اما باعث سختی آن نیز گردید که از ویژگیهای نشاسته اصلاح شده می باشد. نشاسته اصلاح شده، ایجاد یک ساختار شبکه ژلی بین اجزا فرمولاسیون میکند که باعث می شود آب ماده غذایی در شبکه محصور بماند و سبب ایجاد بافت یکنواخت و یکدست شود. کدو حلوابی نه تنها تحت تاثیر بر همکنش اجزای موجود در فرمولاسیون می باشد، بلکه سایر ویژگیها نظیر میزان رطوبت می تواند بر این پارامترها موثر باشد. نتایج این طور نشان می دهد که برهمکنش این دو متغیر بر روی میزان آب قابل دسترس موثر است و باعث افزایش آب و در نتیجه رطوبت می گردد. همانطور که گفته شد به دلیل بافت غلیظ، نرم، گسترش پذیر و یکدست این محصول است که به آن کره می گویند. پس با توجه به این نکته و نتایج به دست آمده، می توان مهمترین فاکتور را در تهیه این نوع کره، خصوصیات بافتی بیان کرد. پس از بررسیهای صورت گرفته، کنتور بهینه برای حفظ خصوصیات عملکردی و ویژگیهای حسی با استفاده از این دو متغیر، ۱/۱۷ درصد برای میکروکریستالین سلولز و ۰/۲ درصد برای نشاسته اصلاح شده مشخص گردید.

بنابراین به دلیل اهمیت بافت از سوی مصرف کننده، با نظارت دقیق بر سطوح ترکیبات طعم دهنده، هیدروکلوئیدها و استحکام دهنده های بافت، می توان محصولی را به بازار عرضه نمود تا علاوه بر یک صبحانه و یا عصرانه خوش طعم و با کیفیت و

۴ مشاهده می شود افزایش میزان نشاسته اصلاح شده تا سطح ۰/۱۵ درصد سبب افزایش میزان شاخص (a) شده است. در صورتی که پس از این سطح، افزایش نشاسته اصلاح شده سبب کاهش آن شده است. همچنین، بررسی برهمکنش میکروکریستالین سلولز-نشاسته اصلاح شده نشان داد که تا سطح ۱ درصد میکروکریستالین سلولز و ۰/۱۷ درصد نشاسته اصلاح شده میزان این شاخص کاهش یافته، در حالی که پس از این سطوح، با افزایش غلظت متغیرها افزایش صورت گرفته است (شکل ۴).

در پژوهش صورت گرفته بر روی کره موز، میزان پکتین و نشاسته اصلاح شده با میزان شاخص (a) کره موز تولیدی نسبت مستقیم داشت. چنان چه با افزایش درصد پکتین و نشاسته اصلاح شده مصرفی میزان آن در محصول افزایش یافت. همچنین، اثر متقابل پکتین-نشاسته اصلاح شده سبب افزایش میزان شاخص (a) کره موز تولیدی گردید [۱۵].

در ارتباط با فاکتور (b)، به موازات افزایش میزان میکروکریستالین سلولز، این شاخص نیز افزایش یافت. افزایش درصد نشاسته اصلاح شده، باعث افزایش این پارامتر گردید. البته تغییر معنی داری مشاهده نشد. همچنین اثر متقابل بین مقدار دو متغیر موجب افزایش میزان این شاخص بر اساس معادله درجه اول شد. میرشجاعیان و همکاران (۱۳۹۲) اعلام نمودند که با افزایش نشاسته تا ۰/۱۸ درصد شاخص (b) افزایش و سپس کاهش یافته است [۱۱].

نتایج فرآیند بهینه‌سازی از لحاظ فاکتورهای رنگ محصول برحسب غلظت میکروکریستالین سلولز و نشاسته اصلاح شده توسط نرم افزار تعیین گردید که در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

**Table 3** Optimization of color factors according to percentage of microcrystalline cellulose and modified starch

	Color Factor (%)		
	L	a	b
Microcrystalline Cellulose	1.14	0.82	1.44
Modified Starch	0.2	0.18	0.2

- [8] Appendino G., Jakupovic J., Belloro E., and Marchesini A.; 1999; Multiflorane Triterpenoid Esters from Pumpkin, An Unexpected Extrafollic source of PABA. *Phytochemistry*; 51: 1021–1026.
- [9] Nawirska-Olszańska, A., Biesiada, A., Sokół-Lętowska, A. and Z. Kucharska, A.; 2011; Content of Bioactive Compounds and Antioxidant Capacity of Pumpkin Puree Enriched with Japanese Quince, Cornelian Cherry, Strawberry and Apples; *Acta Sci. Pol., Technol., Aliment.*; 10(1): 51-60.
- [10] Chaharaghran, S. and Maghsoudlou, Y.; 2012; Squash Jam: A New Product from *Cucurbita Moschata*, 21th National Congress of Food Science and Technology; Shiriz, IRAN.
- [11] Mirshojaeiyan, B.; Mortazavi, A., Mehraban Sang Atash, M. and Karazhian, R.; 2014; Optimization of Apple Butter Formulation Applying Inulin and Modified Starch by Response Surface Methodology; "M.Sc." Thesis on Food Science and Technology; Islamic Azad University, Sabzevar Branch, IRAN.
- [12] Khalilian, S., Shahidi, F., Elahi, M. and Mohebbi, M.; 2014; Evaluating Textural Properties and Acceptance of Fruit Pastille Based on Cantaloupe Puree and Their Relationships Using Response Surface and Principal Component Analysis Methods; *Journal of Innovation in Food Science and Technology*; 5(4).
- [13] Tecante, A. and Doublier, J.L.; 1999; Steady Flow and Viscoelastic Behavior of Cross-linked Waxy Corn Starch- $\kappa$ -Carrageenan Pastes and Gels; *Carbohydrate Polymer Journal*; 40 (3):221-31.
- [14] Kuntz, A; 1999; Special Effects with Gums; *Week Publishing Company*.
- [15] Eslaminasab, R., Mortazavi, A. and Mehraban Sang Atash, M.; 2014; Optimization of Banana Butter Formulation by Response Surface Methodology; "M.Sc." Thesis on Food Science and Technology; Islamic Azad University, Sabzevar Branch, IRAN.
- [16] Rawson H.L. and Marshall V. M.; 1997; Effect of 'Ropy' Strains of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *Bulgaricus* and *Streptococcus thermophiles* on Rheology of Stirred Yogurt;

ارزش تغذیه ای و بافت بهتر، حق انتخاب بیشتری را برای مشتری فراهم نمود.

## ۵- تشکر و قدر دانی

از آزمایشگاه آکرودیته جهاد دانشگاهی واحد مشهد به جهت همکاری در پیشبرد آزمایشات سپاسگزاری می‌گردد.

## ۶- منابع

- [1] G. Adams, G., Shahwar Imran, S., Wang, S., Mohammad, A., Kok, M.S., A. Gray, D., A. Channell. G and E. Harding, S.; 2014; The Hypoglycemic Effect of Pumpkin Seeds, Trigonelline (TRG), Nicotinic Acid (NA), and D-Chiro-inositol (DCI) in Controlling Glycemic Levels in Diabetes Mellitus; *Food Science and Nutrition Journal*; 54(10): 1322-1329.
- [2] Xanthopoulou, M.N., Nomikos, T., Fragopoulou, E. and Antonopoulou, S.; 2009; Antioxidant and Lipoxygenase Inhibitory Activities of Pumpkin Seed Extracts; *Food Research International Journal*; 42: 641-646.
- [3] Iranian Ministry of Agriculture; 2011; Statistics of Agricultural and Livestock Products; Vol 2; Programming and Economical Office; Statistics and Information Technology Sector, Tehran, IRAN.
- [4] Dietrich, H., Hey, M., Patz, C., Kürbel, P. and Froehling B.; 2013; Carotenoid Content And Flavor Of Pumpkin Juice; *American Chemical Society*; DOI: 10.1021/bk-2013-1134.ch008; Chapter 8; pp: 81–93.
- [5] Kong, Q. S.; 2000; Studies on Extraction and Hypolipidemic Activity of Polysaccharides from Pumpkin; *Chin J Biochem Pharmaceu*; 21(3), 7–11.
- [۶] Caili, F., Haijun, T., Tongyi, C., Yi, L. and Quanhong, L.; 2007; Some Properties of an Acidic Protein Bound Polysaccharide from the Fruit of Pumpkin, *Food Chemistry Journal*; 100: 944–947.
- [7] Kuhlmann, H., Koetter, U., and Theurer, C.; 1999; Sterol Contents in Medicinal Pumpkin (*Cucurbita Pepo* Convar. *Citrullinina* Var. *Styriaca*) Depending on Genotype and Location; *Acta Horticulturae*; 492: 175–178.

- [22] So-Yoon, W., WonSeok, C., Hyesook, S.L., Ki-Yul, C. and Seung-Taik, L.; 2000; Viscoelasticity of Cowpea Starch Gels; *Cereal Chem.*; 77(3): 309–314.
- [23] Khalilian, S., Shahidi, F., Elahi, M., Mehebbi, M., Sarmad, M. and Roshan Nejad, M.; 2011; The Effect of Different Concentrations of Pectin and Xanthan Gum on Sensory Properties and Water Activity of the Fruit Pastille Based on Cantaloupe Puree; *Iranian Food Science and Technology Research Journal*; 7(3): 200-209.
- [24] Hernández, M. J., Durán, L and Costell, E.; 1999; Influence of Composition on Mechanical Properties of Strawberry Gels, Compression Test and Texture Profile Analysis; *Food Science and Technology International*; 5(1): 79-87.
- [25] Rezaee, R., Shahidi, F., Elahi, M., Mohebbi, M. and Nassiri Mahallati, M.; 2012; Texture Profile Analysis of Plum Pastille by Sensory and Instrumental Methods and Optimization of its Formulation; *Iranian Food Science and Technology Research Journal*; 8 (1): 30-39.
- International Journal of Food Science & Technology*; 32(3): 213–220.
- [17] Shakerardekani, A., Karim, R., Ghazali, H. M. and Chin, N. L.; 2013; Development of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Spread; *Journal of Food Science*; 78(3).
- [۱۸] Kopjar, M., Pilizota, V., Tiban, N., Šubaric, D., Babic, J., Ackar, D. and Sajdl, M.; 2009; Strawberry Jams Influence of Different Pectins on Colour and Textural Properties; *Czechj. Food Sci.*; 2720-28.
- [۱۹] Afoakwa, E., Anrtey, E., Ashong, J. and Annor, G.; 2006; Effect of Sugar, Pectin and Acid Balance on the Quality Characteristics of Pineapple Jam; *The 13th World Congress of Food Science and Technology*; Nantes, FRANCE, 118-120.
- [20] Lima, I.M. and Guraya, H.S.; 2005; Optimization Analysis of Sunflower Butter; *Journal of Food Science*; 70(6).
- [21] Myers, R.H, and Montgomery, D.C.; 2002; Response Surface Methodology: Process and Product Optimization using Designed Experiments; 2nd Ed, *Wiley Pub Inc*; New York; pp. 51-83.

## Optimization of pumpkin butter formulation containing microcrystalline cellulose and modified starch based on the color factor and texture properties by response surface methodology

Mehraban Sang Atash, M.<sup>1</sup>, Moshtaghi, P.<sup>2</sup>, Sarraf, M.<sup>2\*</sup>

1. Assistant Professor of Food Science and Technology, Department of Food Quality and Safety, Food Science and Technology Research Institute, Mashhad, Iran

2. M.sc. of Food Science and Technology, Islamic Azad University of Quchan, Iran

(Received: 94/5/21 Accepted: 97/9/7)

Using nutritionally valuable products is important as people taste is going toward varies foods. The use of pumpkin can provide nutritionally qualified and valuable product, diversity of products and higher customer choice because it contains helpful and therapeutic compounds. In the current research, different levels of modified starch (0.2, 0.15, 0.1 percentage) and micro-crystalline cellulose (1.5, 1, 0.5 percentage) were used in the production of fruit butter for improving the consistency and the texture properties including hardness, toughness, gummy, cohesiveness, chewiness,... and color attributes including three factors of L, a and b were evaluated. The results showed that the cohesiveness, gummy and hardness decreased with increasing the micro-crystalline cellulose. Furthermore, with increasing the modified starch increased the hardness, toughness, cohesiveness, chewiness, L and b parameters, but it had no effect on gummy, significantly. The pumpkin can be used as a natural and also enrichment combination in the process of the productions such as fruit butter due to its functional properties.

**Keywords:** Pumpkin Spread, Microcrystalline Cellulose, Modified Starch, Response Surface Methodology

---

\* Corresponding Author E-mail Address: M.sarraf1393@gmail.com