نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۸ شماره ۱/ سال ۱۳۹۷/ صفحات ۱۹۷ تا ۲۰۶

بررسی اثر شرایط استخراج بر پارامترهای رنگی پودر کورکومین حاصل از ریزوم گیاه زردچوبه (*Curcuma longa*) با استفاده از روش سطح پاسخ

شادی بلوریان[۱*]، صفیه خلیلیان[۲] ، ناصر صداقت[۳]، فرشته حسینی[۱] و مجید افشاری[۴]

تاریخ دریافت: ۹٤/۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹٦/٤/۳

[۱,٤] استادیار، گروه پژوهشی افزودنی‌های غذایی پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی سازمان جهاد دانشگاهی خراسان رضوی

[۲] دانشجوی دکتری مهندسی علوم و صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۳] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[٤] مربی، دانشکده کشاورزی و دامپروری تربت جام

[*] مسئول مکاتبه: Email: shadibolourian@yahoo.com

چکیده

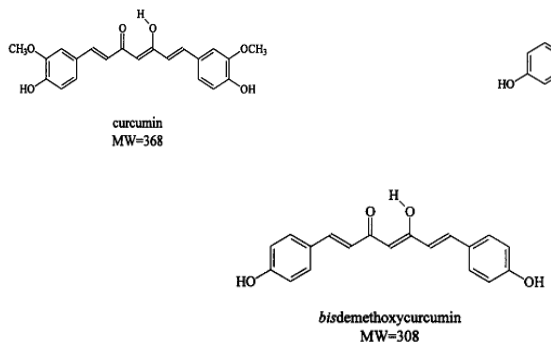
رنگدانه‌های موجود در ریزوم زردچوبه دارای طیفی از ساختارهای شیمیایی مشابه یا ایزومری بوده و افزون بر این رنگدانه کورکومین خود مشتمل بر سه نوع I، II و III نیز می‌باشد این رنگدانه‌ها قادر به ایجاد طیف رنگی زرد تا نارنجی (توتومری) و زرد (انواع کورکومین) می‌باشند. بنابراین می‌توان با بررسی روند تغییرات مقادیر پارامترهای رنگی تا حدودی از وجود یا میزان این ترکیبات در پودر حاصل اطلاع یافت. در این پژوهش اثر برخی شرایط استخراج با روش خیساندن (ماسراسیون) مانند نسبت حلال به ماده جامد (۵-۱/۲)، نسبت استون به اتانول (۱۰۰-۰) و زمان استخراج (۲٤-٤۸ ساعت) بر پارامترهای رنگی (L* a* b*) پودر عصاره حاصل از استخراج با استفاده از روش سطح پاسخ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بودند که مدل‌های چند جمله ای ۲F (برای پارامتر رنگی a*) و خطی (برای پارامترهای رنگی L* و b*) به خوبی قادر به توصیف رفتار داده‌ها بوده و به طور معنی‌داری رابطه بین متغیرهای مستقل و پاسخ‌ها را بیان کردند.

واژگان کلیدی: پارامترهای رنگی، رنگدانه، زرد چوبه کورکومین، ماسراسیون

مقدمه

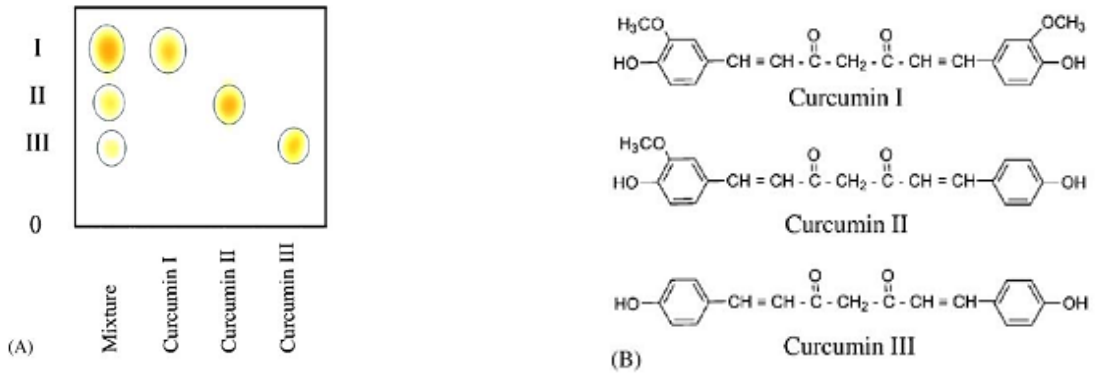
از جمله رنگدانه‌هایی که در مطالعات اخیرا مورد توجه قرارگرفته کورکومین می‌باشد. کورکومین با نام شیمیایی دی‌فرولیل‌متان ($C_{12}H_{20}O_6$) یک پلی‌فنل هیدروفوب مشتق شده از گیاه زردچوبه است. ریزوم زردچوبه حاوی سه آنالوگ رنگی مهم شامل کورکومین، دمتوکسی‌کورکومین (DMC) و بیس‌دمتوکسی‌کورکومین (BDMC) می‌باشد که در مجموع کورکومینوئید نامیده می‌شوند. این ترکیبات عامل ایجاد رنگ زردچوبه (در دامنه رنگی زرد تا نارنجی) هستند که در موقعیت گروه متوکسی بر روی

حلقه آروماتیک با یکدیگر متفاوت هستند (شکل۱) (هیسرودت و همکاران ۱۹۹٦).



شکل۱- ساختار شیمیایی سه نوع کورکومینوئید متداول در پودر حاصل از زردچوبه و عامل رنگ آن

در بین ساختارهای تولید کننده رنگ در زردچوبه، کورکومین از همه فراوان‌تر است. از لحاظ شیمیایی کورکومین در حالت تعادل توتومری کتو-انول وجود دارد که البته این تعادل تا حدودی متمایل به سمت فرم انولی است. فرم انول از ساختارهای رزونانسی پایدار بوده که ماهیتی شبه آروماتیک دارد (هیسرودت و همکاران ۱۹۹٦). کورکومین خود به سه فرم کورکومین I، II و III در ریزوم وجود دارد که به حدود ۱-۵ درصد می‌رسد و عامل تولید رنگ زرد زردچوبه می-باشند (چیروائه و همکاران ۲۰۰٤) این سه نوع کورکومین و ساختار شیمیایی آنها در شکل‌های ۲، نشان داده شده است.



شکل۲- A: جایگیری سه نوع کورکومین I، II و III در کروماتوگرافی لایه نازک. B: ساختارهای شیمیایی کورکوکین‌های I، II و III

به منظور استخراج رنگدانه‌ها از روش‌های مختلفی نظیر، خیساندن، پرکولاسیون، هضم، دم‌کردن، جوشاندن، سوکسله و غیره استفاده می‌شود. در میان روش‌های فوق روش خیساندن به دلیل هزینه پایین، عدم نیاز به تجهیزات خاص و سهولت بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (ونگ و همکاران ۲۰۰۸). هدف این پژوهش بررسی تاثیر میزان و نوع حلال و زمان استخراج بر پارامترهای رنگی پودر حاصل از استخراج رنگدانه‌های ریزوم زرد چوبه با روش ماسراسیون بوده است.

مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی

مواد مورد استفاده در این پژوهش شامل، ریزوم زردچوبه خریداری شده از شهرستان بجنورد واقع در استان خراسان شمالی، کورکومین استاندارد تهیه شده از شرکت سیگما آلمان، حلال‌های پترولیوم اتر، استن و اتانول تهیه شده از شرکت مرک آلمان بود.

آماده سازی ماده جامد

ریزوم‌های زردچوبه به کمک آسیاب چکشی صنعتی خرد شدند. برای این که نمونه‌های مورد آزمایش دارای اندازه یکنواخت و یکسانی باشند پس از آسیاب کردن، پودر حاصل از الک با مش ۳۰ عبور داده شد (گوئل و همکاران ۲۰۰۸).

جداسازی روغن از زردچوبه

جهت روغن گیری از زردچوبه، ابتدا مقدار مشخصی از زردچوبه توزین شده و در درون کاغذ صافی در محفظه دستگاه سوکسله قرار گرفت و مقداری حلال پترولیوم اتر تقطیر شده درون بالن دستگاه اضافه شد. بالن محتوی حلال بر روی همزن مغناطیسی و حرارتی با دور ۵۰۰ دور در دقیقه و دمای ۱۵۰°C به مدت ۲٤ ساعت قرار گرفت تا تمام پودر زردچوبه مورد نیاز روغن گیری گردد (مشرف بروجنی، ۱۳۸٦).

نحوه استخراج کورکومین

جهت استخراج کورکومین، ابتدا مقدار مشخصی از پودر روغن گیری شده زردچوبه را با مقادیر مشخصی از استن، اتانول و یا مخلوط استن-اتانول مخلوط نموده و توسط شیکر مدل Gerhardt با دور ۱۲۰ دور در دقیقه به مدت مشخص همزده شدند. مخلوط تیمار شده را توسط کاغذ صافی واتمن صاف نموده و محلول حاصله از صافی جهت عملیات بعدی مورد استفاده قرار گرفت (کاروبا ۲۰۰۸).

تصویر گیری و پردازش تصویر

به منظور بررسی رنگ نمونه‌های نمونه پودرهای کورکومین استخراج شده، تصاویر نمونه‌های مربوط با استفاده از اسکنر مسطح (HP Scanjent 4010) با رزولوشن ۲۰۰dpi و نرم افزار در فضای RGB تهیه گردید. در مرحله بعد جهت به دست آوردن سطوح یکسان از هر نمونه با استفاده از نرم افزار فتوشاپ (Adob,v.7.0) تصاویر در اندازه ۱۵۰×۱۳۰ پیکسل جدا گردید و با فرمت BMP در فضای رنگی RGB ذخیره شدند. پارامترهای رنگی درفضای L* a*b* با استفاده از نرم افزار Image J 1.40g به وسیله plugin با عنوان Color-Space-Convertor استخراج شد (سان و همکاران ۲۰۰٦).

جدول ۱- سطوح متغیرهای مستقل وکدهای مربوطه

متغیرهای مستقل	نماد ریاضی	کد و سطح مربوطه		
		+۱	۰	−۱
نسبت حلال به ماده جامد (حجمی/وزنی)	X_1	۲	۱/۷۵	۱/۵
نسبت حلال‌ها (حجمی/حجمی)	X_2	۱۰۰	۵۰	۰
زمان (ساعت)	X_3	٤۸	۳٦	۲٤

طراحی آزمایش و تجزیه و تحلیل آماری

روش سطح پاسخ مجموعه‌ای از تکنیک‌های آماری است که در بهینه‌سازی فرایندهایی به کار می‌رود که پاسخ مورد نظر توسط تعدادی از متغیرها تحت تاثیر قرار می‌گیرد. با کمک این طرح آماری، تعداد آزمایش‌ها کاهش یافته و کلیه ضرایب مدل رگرسیون درجه دوم و اثر متقابل فاکتورها، قابل برآورد هستند. در این مطالعه اثر متغیرهای مستقل شامل X_1 نسبت حلال به ماده جامد، X_2 نسبت حلال‌ها و X_3 زمان، در سه سطح مورد ارزیابی قرار گرفت که در جدول (۱) نشان داده شده است. شش تکرار نقطه مرکزی برای تخمین خطای آزمایش استفاده شد. در ضمن، متغیرها مطابق معادله ی زیر کدگذاری شدند: در این جا، X_i مقدار واقعی متغیر مستقل فرآیند، مقدار واقعی متغیر مستقل در نقطه ی مرکزی و تغییر پله‌ای است. در جدول (۱) متغیرهای مستقل فرآیند و مقادیر آنها نشان داده شده است.

نتایج و بحث

جدول۲، مقادیر پارامترهای رنگی تیمارهای مختلف روی پودر ریزوم زرد چوبه را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول۳، مشاهده می‌گردد برای داده‌های پارامتر رنگی a* مدل 2F که شامل اثرات اصلی و اثرات متقابل می‌باشد برازش خوبی نشان داد در حالی که در مورد پارامترهای رنگی b* و L*، مدل خطی برازش قابل قبولی داشت.

جدول ۲- تیمارهای انجام گرفته بر روی ریزوم زردچوبه و پاسخ‌های حاصل

تیمار	نسبت حلال به ماده جامد	نسبت حلالها	زمان (ساعت)	غلظت عصاره استخراجی	L*	a*	b*
۱	۱/۷۵	۵۰	۲٤	۳/٦۳۱۷۹	۵۰	۵/۵	٤۷
۲	۱/۷۵	۵۰	۳٦	۳/۵۸۳۹	٤۹/٤۵	۵/٦٤	٤۵
۳	۱/۷۵	۵۰	۳٦	۳/٦۱۱۷٤	٤۹/٦	۵/٦	٤٤
٤	۱/۵۰	۰	۲٤	۳/٦٤۸۸٦	۵۲	۳/۳۲	٤۲/۰٦
۵	۱/۵۰	۱۰۰	٤۸	۳/٦۳٦۹۹	٤٦	۱۱/٤۹	٤٤/۹۷
٦	۲	۰	۲٤	۳/۷۰۰۸٤	۵۵/۱۳	۰/۰۱	٤۵/٤۷
۷	۱/۷۵	۵۰	۳٦	۳/٦۳۲۹	۵۰	۵/۸	٤۷
۸	۱/۵۰	۰	٤۸	۳/٦۸۵۲۵	۵۳/۹۷	۲/۱۷	٤۰
۹	۱/۷۵	۵۰	۳٦	۳/۵۸٤٦٤	۵۰/۹۵	٦/۲	٤۵/٦٤
۱۰	۱/۷۵	۰	۳٦	۳/٦٦۲۲۳	۵۳	۱/۳۹	٤٤/٦
۱۱	۲	۰	٤۸	۳/۸۲۲۹۸	۵٤/۰۳	-۰/۷۹	٤۵
۱۲	۲	۱۰۰	۲٤	۳/۷۵۳۵٦	۵۱/۹۷	٦/۹	۵۲
۱۳	۱/۷۵	۵۰	۳٦	۳/٦۰۹۸۸	۵۱/٤۳	۵/۵	٤۷
۱٤	۱/۵۰	۱۰۰	۲٤	۳/۵۹۸	٤۹/۸۲	۱۱/۸۵	٤٦/۵۸
۱۵	۲	۵۰	۳٦	۳/٦۸۷۸۵	۵۳/۳	٤/۳۸	٤۷
۱٦	۱/۷۵	۵۰	٤۸	۳/٦۸۸۵۹	۵۱	۵	٤۵/۹۱
۱۷	۲	۱۰۰	٤۸	۳/٦۹۷۸۷	۵۰	۷/۳۱	٤۸/۲٤

۱۸	۱/۷۵	۵۰	۳۶	۳/۵۹۵۴۱	۵۲	۵/۳۴	۴۸
۱۹	۱/۷۵	۱۰۰	۳۶	۳/۶۱۳۶	۴۸/۵۶	۹	۵۴/۲۷
۲۰	۱/۵۰	۵۰	۳۶	۳/۵۵۴۵۷	۵۱/۱۸	۶/۷۷	۴۵/۸۶

جدول۳- آنالیز واریانس متغیرهای مدل پارامترهای رنگی تیمارهای مختلف استخراج کورکومین و ضرایب پیشگویی مدل

منبع	a *			L*			b*		
	درجه آزادی	ضرایب	جمع مربعات	*F*	درجه آزادی	ضرایب	جمع مربعات	ضرایب	*F*
مدل	۶	۵/۴۲	۱۹۷/۵۶	۱۹۱/۷۱***	۳	۵۱/۱۷	۶۲/۰۴	۴۶/۳	۱۳/۴۸***	۱۲۴/۹۹	۱۳/۳۱***
خطی											
b_1	۱	−۱/۷۸	۳۱/۷۲	۱۸۴/۶۸***	۱	۱/۱۵	۱۳/۱۲	۱/۸۲	۸/۵۵***	۳۲/۲۴	۱۰/۶۱***
b_2	۱	۴/۰۴	۱۶۳/۵۹	۹۵۲/۴۷***	۱	−۲/۱۸	۴۷/۳۹	۲/۸۹	۳۰/۹***	۸۳/۶۶	۲۶/۷۲***
b_3	۱	−۰/۲۴	۰/۵۷	۳/۳۳	۱	−۰/۳۹	۱/۵۳	−۰/۹	۱	۸/۰۹	۲/۵۹
اثرات متقابل											
b_{12}	۱	−۰/۳۶	۱/۰۳	۵/۹۸*	−	−	−	−	−	−	−
b_{13}	۱	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۹۱	−	−	−	−	−	−	−
b_{23}	۱	۰/۲۵	۰/۵	۲/۹	−	−	−	−	−	−	−
باقیمانده	۱۳		۲/۲۳		۱۶		۲۴/۵۴			۵۰/۱	
عدم برازش	۸		۱/۷۹	۲/۵۴	۱۱		۱۹/۰۹		۱/۵۹	۴۰/۹۴	۲/۰۳
خطا	۵		۰/۴۴		۵		۵/۴۵			۹/۱۶	
کل	۱۹		۱۹۹/۷۹		۱۹		۸۶/۵۹			۱۷۵/۰۹	
ضریب تبیین		۰/۹۹				۰/۹۵		۰/۹۶			
ضریب تبیین اصلاح شده		۰/۹۸				۰/۸۵		۰/۹۳			
ضریب تبیین پیشگویی		۰/۹۶				۰/۸		۰/۹۰			
ضریب پراکندگی		۷/۵				۱/۷۰		۳/۸۲			
مجموع مربع های خطای پیش بینی شده		۷/۲۶				۱۳/۱۷		۱۹/۹۵			

*P≤:۰/۰۵، **P≤:۰/۰۱، ***P≤:۰/۰۰۱

پارامتر رنگی *a

نتایج آنالیز واریانس مدل نشان داد که اثر خطی نسبت حلال به ماده جامد و نسبت حلال‌ها به یکدیگر بر مقادیر پارامتر رنگی *a به ترتیب منفی و مثبت بود (P<۰/۰۰۱). همچنین اثر متقابل آنها نیز منفی و معنی‌دار بود (P<۰/۰۵).

اثر نسبت حلال به ماده جامد و نسبت حلال‌ها به یکدیگر بر مقادیر پارامتر رنگی *a در شکل۲ و ۳، نشان داده

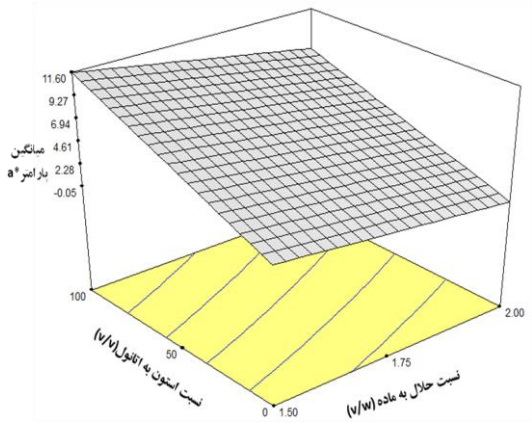
شده است. با افزایش نسبت حلال به ماده جامد، مقادیر پارامتر رنگی a* روند کاهشی داشت. در حالی که با افزایش نسبت استون به اتانول، مقادیر پارامتر رنگی a* روند افزایشی نشان دادند. در تمامی شرایط اعمال شده برای استخراج کورکومین، براساس نتایج به دست آمده مشخص شد که نسبت حلال به ماده جامد بیشترین تاثیر را بر کلیه پارامترهای رنگی پودر کورکومین حاصل اعمال می‌کند. در رابطه با اثر متقابل نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول همان‌طور که در شکل٤، مشاهده می‌گردد بر روند تغییرات مقادیر پارامتر رنگی a* اثر کاهشی دارد.

از آن جایی که میزان و نوع حلال‌های مورد استفاده به دلیل ماهیت‌های شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکی متفاوت در این پژوهش تغییر می‌کند لذا بدیهی به نظر می‌رسد بر میزان و نوع آنالوگ‌های کورکومینوئید استخراج شده و میزان زردی یا نارنجی بودن رنگ پودر حاصل نیز تاثیرگذار باشد. به طور مثال طبق گزارشی که Wang و همکاران (۲۰۰۸) در مورد برخی ویژگی‌های حلال‌های مورد استفاده در فرایند استخراج مواد ارائه دادند استون دارای فشار بخار mmHg ۲۲۹/۵۲، کشش سطحی mN/cm ۲۳/۷ و ویسکوزیته cP ۰/۳۲ می باشد در حالی که همین موارد در رابطه با حلال اتانول به ترتیب mmHg ۵۹/۰۲، mN/cm ۲۳/۷ و cP ۱/۲ است. همچنین ورجس و همکاران (۱۹۹۳) نیز ترتیب حلالیت کورکومین در حلال‌های مختلف را مورد بررسی قرار داد. او بیان کرد حلالیت هگزان>بنزن>اتر> ایزوپروپانول>دی‌کلرو اتان> اتانول> متانول> اتیل استات> اتیل متیل کتون>استن می‌باشد. اما در میان حلال‌های فوق، اتر و بنزن از نظر تجاری مناسب نیستند، اتر بسیار اشتعال‌زا و بنزن سرطان‌زا می‌باشد. متانول و ایزوپروپانول نیز به دلیل رقیق‌سازی فرآیند مناسب نیستند. از سویی کورکومین در دی کلرواتان محلول بوده، اما این حلال‌ها با آب غیر قابل امتزاج می‌باشند و اجزاء محلول در آب را نمی‌توان استخراج کرد. بر این اساس حلال های استن و اتانول گزینه های مناسبی هستند.

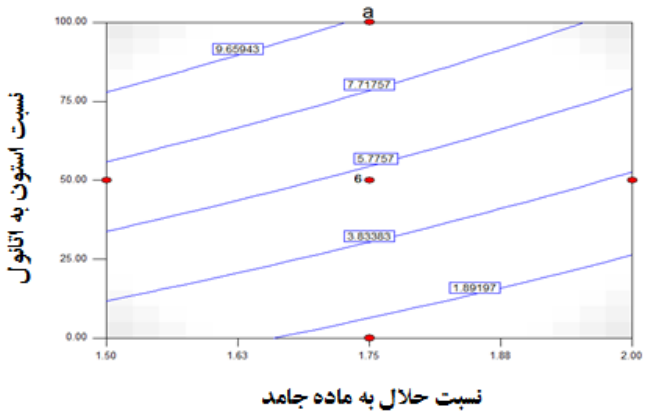
پارامتر رنگی L*

نتایج حاکی از آنالیز واریانس حاکی از آن بود که نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول دارای اثر خطی و معنی‌دار بر میزان پارامتر رنگی L* بودند (P<۰/۰۰۱).

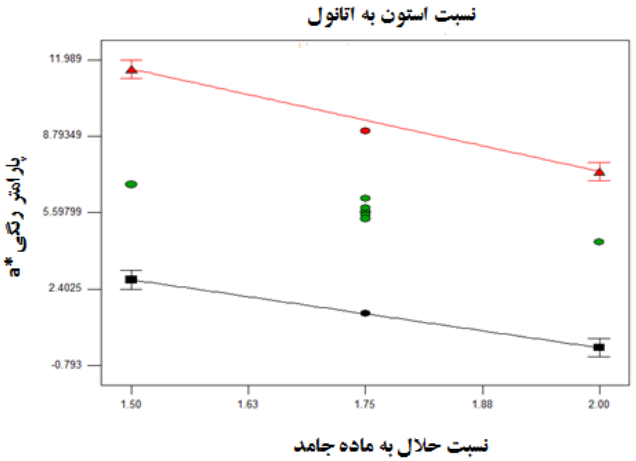
اثر نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول بر مقادیر پارامتر رنگی L* در شکل٥، نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد با افزایش نسبت حلال به ماده جامد مقادیر پارامتر رنگی L* افزایش یافت در حالی که با افزایش و نسبت استون به اتانول، مقادیر پارامتر رنگی L* کاهش می‌یابد.



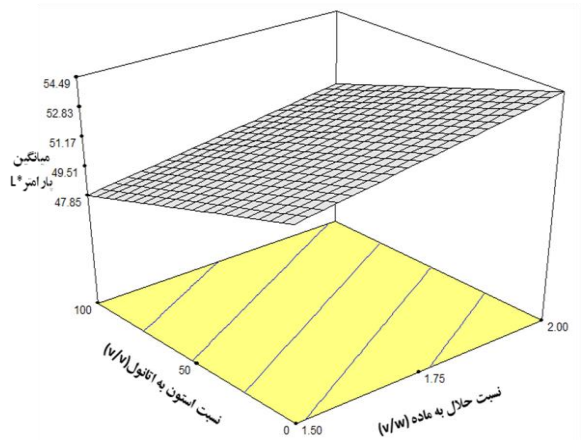
شکل۲- اثر نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول بر پارامتر رنگی a* با استفاده از منحنی پاسخ سطحی



شکل۳- نمودار کنتور اثر نسبت حلال به ماه جامد و نسبت استون به اتانول بر پارامتر رنگی a* در مدت زمان استخراج ۳۶ ساعت



شکل۴- اثر متقابل تسیت حلال به ماه جامد و نسیت استون به اتانول بر پارامتر رنگی a* در مدت زمان استخراج ۳۶ ساعت

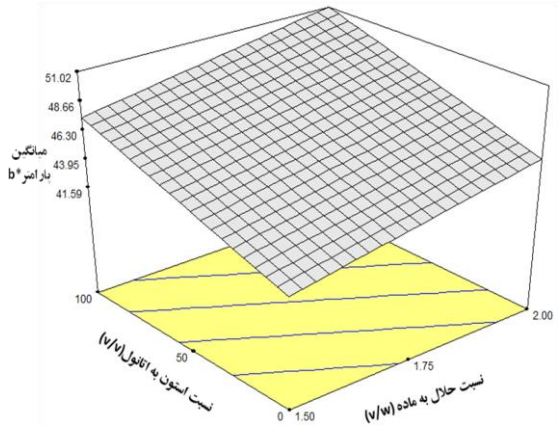


شکل۵- اثر نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول بر پارامتر رنگی L* با استفاده از منحنی پاسخ سطحی

پارامتر رنگی b*

نتایج حاکی از آنالیز واریانس نشان داد که نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول دارای اثر خطی و معنی‌دار بر میزان پارامتر رنگی b* بودند (P<۰/۰۰۱). همان‌طور که در شکل٦، مشاهده می‌گردد با افزایش نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول، مقادیر پارامتر رنگی b* افزایش می‌یابد.

از طرفی بررسی ضرایب همبستگی پیرسون (جدول٤) حاکی از وجود رابطه قوی بین پارامتر رنگی b* و میزان استخراج کورکومین بود. مجید و همکاران (۱۹۹۹) و سیر و همکاران (۱۹٦۳) افزایش راندمان استخراج کورکومین را به دلیل نفوذ بیشتر حلال معرفی نمودند و علاوه براین آنها نیز مشاهده نمودند که نسبت حلال به ماده جامد نسبت به نوع حلال تاثیر بیشتری بر غلظت استخراج کورکومین دارد.



شکل۶- اثر نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول بر پارامتر رنگی b* با استفاده از منحنی پاسخ سطحی

جدول۴- ضرایب همبستگی بین غلظت کورکومین استخراجی و پارامترهای رنگی

	غلظت کورکومین	a*	b*	L*
غلظت کورکومین	۱			
a*	-۰/۹۹٦ *	۱		
b*	۰/۹٦۵ *	-۰/۹۸۵ *	۱	
L*	۰/۵۱۱	-۰/۷۵۲	۰/۸۵٤	۱

* معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد

بررسی ضرایب همبستگی پیرسون بین غلظت کورکومین استخراجی با پارامترهای رنگی در جدول٤، آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد غلظت کورکومین استخراجی با ضریب همبستگی ۰/۹۹٦- با پارامتر رنگی a* (معنی‌دار در سطح آماری P<۰/۰۵) و با ضریب ۰/۹٦۵ با پارامتر رنگی b* (P<۰/۰۵) مرتبط می‌باشد.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در روش استخراج ماسراسیون رنگدانه‌های ریزوم زردچوبه،

شرایط استخراج می‌تواند بر میزان و نوع استخراج رنگدانه‌های مربوط تاثیرگذار باشد که در پژوهش حاضر بررسی این موارد با استفاده از روش پردازش تصویر و رنگ صورت پذیرفت. نسبت حلال‌ها به ماده جامد و نسبت میزان حلال استون به اتانول از جمله فاکتورهای مهم این فرایند بودند در حالی که در مورد اثر زمان استخراج بر میزان و نوع استخراج رنگدانه‌های مذکور نکته قابل توجهی مشاهده نگردید. علاوه بر این ضرایب همبستگی پیرسون حاکی از وجود رابطه مثبت و قوی بین میزان استخراج و مقدار پارمتر رنگی b* پودر کورکومین بود.

تشکر و قدردانی

از همکاری گروه پژوهشی افزودنی‌های غذایی پژوهشکده علوم و فناوری موادغذایی جهاد دانشگاهی مشهد به خاطر مساعدت در انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع مورد استفاده

مشرف بروجنی، ل، ۱۳۸٦، بررسی تولید رنگ خوراکی قرمز از چغندر لبوئی و پایداری آن در حلال فرآیندهای غذایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

Carrubba IC, 2008.Vegetable Extracts as Natural Sources of Dyes. ISHS Acta Horticulturae. 457.

Chearwae W, Anuchapreeda S, Nandigama K, Ambudkar SV, Limtrakul P, 2004. Biochemical mechanism of modulation of human P-glycoprotein(ABCB1) by curcumin I, II, and III purified from Turmeric powder. Biochemical Pharmacology 68:2043–2052.

Hiserodt R, Hartman TG, Ho C, Rosen RT. 1996. Characterization of powdered turmeric by liquid chromatography-mass spectrometry and gas chromatography-mass spectrometry. Journal of Chromatography A 740: 51-63.

Goel A, Kunnumakkara KB and Aggarwal, BB. (2008) Curcumin as ‘‘Curecumin’’: From kitchen to clinic. Biochemical pharmacology 75: 787-809.

Majeed M et al. (1999). Bioprotectant composition, Method of use and extraction process of curcuminoids. U.S. PATENT, 5861415.

Sair L. Park E and Klee L. (1967). Extracting values from turmeric. U.S. PATENT, 3340250.

Sun.D.W., Zheng, C.and Zheng, L. 2006. Recent developments and applications image features for food quality evaluation and inspection-a review.Trend in Food Science & Technology 17: 642-655.

Verghese J. (1993). Isolation of Curcumin from Curcuma longs L. Rhizome. Flavour and fragrance journal 8, 315-319.

Wang L, Li D, Bao C, You J, Wang Z, Shi Y and Zhang H. 2008. Ultrasonic extraction and separation of anthraquinones from Rheum palmatumL.Ultrasonics Sonochemistry 15: 738–746.

Study of extraction conditions on the color parameters of curcumin powder, turmeric rhizome (*Curcuma longa*) using response surface methodology

Sh Bolourian[1 *], S Khalilian[2], N Sedaghat[3], F Hosseini[1]and M Afshari[4]

Received: October 22, 2015 Accepted: June 24, 2017

[1 & 4]Assistant Professor, Department of Food Additives, Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran
[2]PhD Student, Department of Agricultural Sciences and Natural Resources Food Science and Technology, Gorgan University, Gorgan, Iran
[3]Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
[4]Lecturer, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Torbat-e-jam University, Iran
[*]Corresponding author: E mail: Shadibolourian@yahoo.com

Abstract
The extracted dye from turmeric rhizomes has been used as natural colorant contains a various isomeric of chemical structures of curcuminoid. In addition, curcumin that is most pigment itself consists of three types I, II and III. These pigments were able to present the color spectrum of yellow to orange (tautomery) and yellow (variety curcumin). In this study, the effect of extraction conditions, the method of maceration as a solvent to solids ratio (1.5-2), compared with ethanol to acetone (0-100) and extraction time (24-48 hours), color parameters (L * a * b *) of extract powder were analyzed using response surface method. Results indicate that polynomial models 2F (for a* parameter) and linear (for L* and b* parameters) models adequately explained the data variation and significantly represented the actual relationship between the independent variables and the responses.

Key words: Color parameters, Pigment, Curcumin turmeric, Maceration.