



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: ۹۴/۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۳

^۱ 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

^۴ 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 (۲۴-۴۸ 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 جمله‌ای 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.

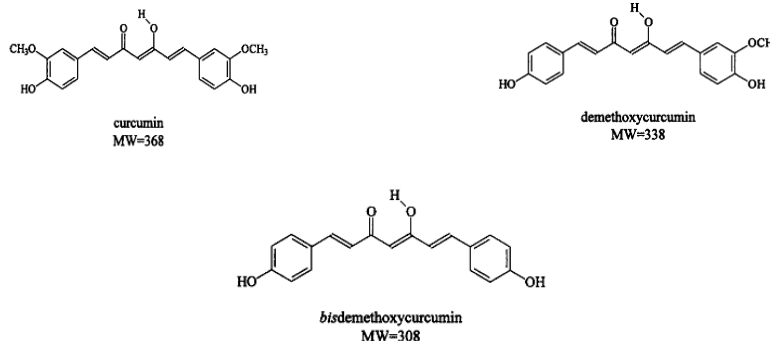
واژگان کلیدی: پارامترهای رنگی، رنگدانه، زرد چوبه کورکومین، ماسراسیون

مقدمه

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

از جمله رنگدانه‌هایی که در مطالعات اخیرا مورد توجه قرار گرفته 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

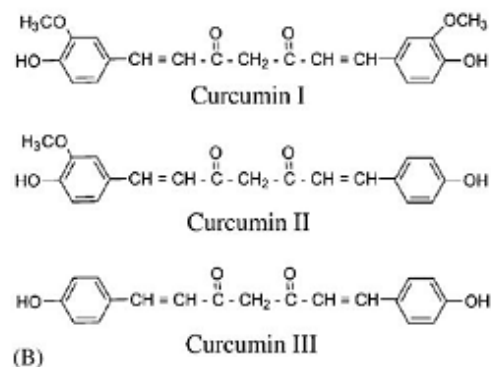
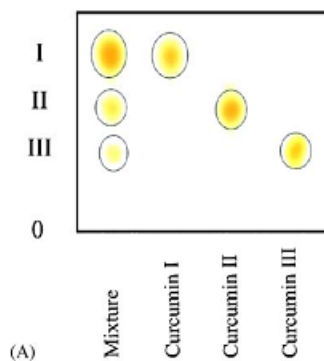
حلقه آروماتیک با یکدیگر متفاوت هستند (شکل ۱) (هیسرودت و همکاران ۱۹۹۶).



شکل ۱- ساختار شیمیایی سه نوع کورکومینوئید متداول در پودر حاصل از زردچوبه و عامل رنگ آن

همکاران ۱۹۹۶). 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 می‌باشند (چپروانه و همکاران ۲۰۰۴) این سه نوع کورکومین و ساختار شیمیایی آنها در شکل‌های ۲، نشان داده شده است.

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



شکل ۲- A: جایگیری سه نوع کورکومین I، II و III در کروماتوگرافی لایه نازک. B: ساختارهای شیمیایی کورکومین‌های I، II و III

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.

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

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 ۲۴ ساعت قرار گرفت تا تمام پودر زردچوبه مورد نیاز روغن گیری گردد (مشرف بروجنی، ۱۳۸۶).

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 Scanjet 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 (Adobe, v.7.0) تصاویر در اندازه ۱۳۰×۱۵۰ پیکسل جدا گردید و با فرمت BMP در فضای رنگی RGB ذخیره شدند. پارامترهای رنگی در فضای $L^* a^* b^*$ با استفاده از نرم افزار Image J 1.40g به وسیله plugin با عنوان Color-Space-Convertor استخراج شد (سان و همکاران ۲۰۰۶).

جدول ۱- سطوح متغیرهای مستقل و کدهای 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	۴۸ ۳۶ ۲۴

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

جدول ۲، مقادیر پارامترهای رنگی تیمارهای مختلف روی پودر ریزوم زرد چوبه را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۳، مشاهده می‌گردد برای داده‌های پارامتر رنگی a^* مدل ۲F 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.

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

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	۲۴	۳/۱۳۱۷۹	۵۰	۵/۵	۴۷
۲	۱/۷۵	۵۰	۳۶	۳/۵۸۳۹	۴۹/۴۵	۵/۶۴	۴۵
۳	۱/۷۵	۵۰	۳۶	۳/۶۱۱۷۴	۴۹/۶	۵/۶	۴۴
۴	۱/۵۰	۰	۲۴	۳/۶۴۸۸۶	۵۲	۳/۳۲	۴۲/۰۶
۵	۱/۵۰	۱۰۰	۴۸	۳/۶۳۶۹۹	۴۶	۱۱/۴۹	۴۴/۹۷
۶	۲	۰	۲۴	۳/۷۰۰۸۴	۵۵/۱۳	۰/۰۱	۴۵/۴۷
۷	۱/۷۵	۵۰	۳۶	۳/۶۳۲۹	۵۰	۵/۸	۴۷
۸	۱/۵۰	۰	۴۸	۳/۶۸۵۲۵	۵۳/۹۷	۲/۱۷	۴۰
۹	۱/۷۵	۵۰	۳۶	۳/۵۸۴۶۴	۵۰/۹۵	۶/۲	۴۵/۶۴
۱۰	۱/۷۵	۰	۳۶	۳/۶۶۲۲۳	۵۳	۱/۳۹	۴۴/۶
۱۱	۲	۰	۴۸	۳/۸۲۲۹۸	۵۴/۰۳	۰/۷۹	۴۵
۱۲	۲	۱۰۰	۲۴	۳/۷۵۳۵۶	۵۱/۹۷	۶/۹	۵۲
۱۳	۱/۷۵	۵۰	۳۶	۳/۶۰۹۸۸	۵۱/۴۳	۵/۵	۴۷
۱۴	۱/۵۰	۱۰۰	۲۴	۳/۵۹۸	۴۹/۸۲	۱۱/۸۵	۴۶/۵۸
۱۵	۲	۵۰	۳۶	۳/۶۸۷۸۵	۵۳/۳	۴/۳۸	۴۷
۱۶	۱/۷۵	۵۰	۴۸	۳/۶۸۸۵۹	۵۱	۵	۴۵/۹۱
۱۷	۲	۱۰۰	۴۸	۳/۶۹۷۸۷	۵۰	۷/۳۱	۴۸/۲۴

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

جدول ۳- آنالیز واریانس متغیرهای مدل پارامترهای رنگی تیمارهای مختلف استخراج کورکومین و ضرایب پیشگویی مدل

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

$P \leq 0.001$ ***, $P \leq 0.01$ ** , $P \leq 0.05$ *

پارامتر رنگی a*

$(P < 0.001)$. همچنین اثر متقابل آنها نیز منفی و معنی دار

بود $(P < 0.05)$.

اثر نسبت حلال به ماده جامد و نسبت حلال ها به یکدیگر بر مقادیر پارامتر رنگی a* در شکل ۲ و ۳، نشان داده

نتایج آنالیز واریانس مدل نشان داد که اثر خطی نسبت حلال به ماده جامد و نسبت حلال ها به یکدیگر بر مقادیر پارامتر رنگی a* به ترتیب منفی و مثبت بود

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 دی‌کلرواتان محلول بوده، اما این حلال‌ها با آب غیر قابل امتزاج می‌باشند و اجزاء محلول در آب را نمی‌توان استخراج کرد. بر این اساس حلال‌های استن و اتانول گزینه‌های مناسبی هستند.

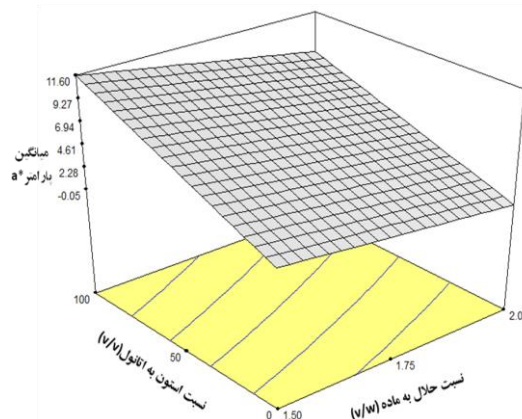
پارامتر رنگی L^*

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 ($P < 0.001$).

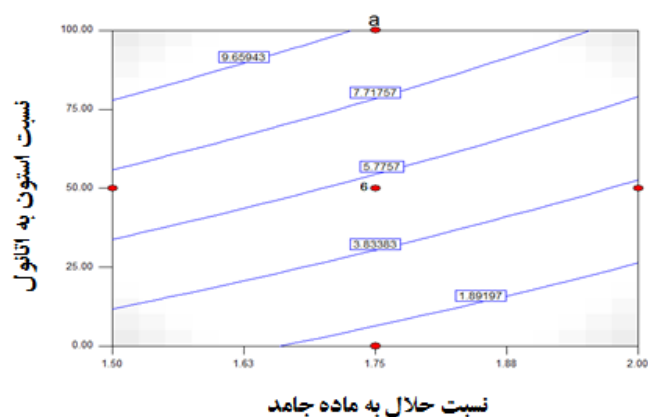
اثر نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول بر مقادیر پارامتر رنگی L^* در شکل ۵، نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد با افزایش نسبت حلال به ماده جامد مقادیر پارامتر رنگی L^* افزایش یافت در حالی که با افزایش و نسبت استون به اتانول، مقادیر پارامتر رنگی L^* کاهش می‌یابد.

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 شکل ۴، مشاهده می‌گردد بر روند تغییرات مقادیر پارامتر رنگی a^* اثر کاهشی دارد.

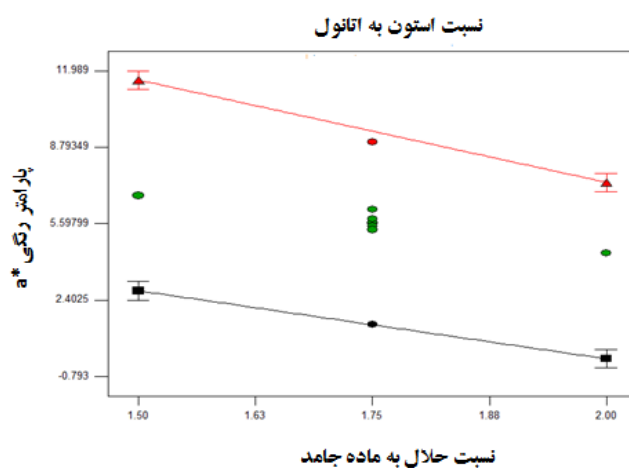
از آن جایی که میزان و نوع حلال‌های مورد استفاده به دلیل ماهیت‌های شیمیایی و ویژگی‌های فیزیکی متفاوت در این پژوهش تغییر می‌کند لذا بدیهی به نظر می‌رسد بر میزان و نوع آنالوگ‌های کورکومینوئید استخراج شده و میزان زردی یا نارنجی بودن رنگ پودر حاصل نیز تاثیرگذار باشد. به طور مثال طبق گزارشی که Wang و همکاران (۲۰۰۸) در مورد برخی ویژگی‌های حلال‌های مورد استفاده در فرایند استخراج مواد ارائه دادند استون دارای فشار بخار $229/52 \text{ mmHg}$ ، کشش سطحی $23/7 \text{ mN/cm}$ و ویسکوزیته $0/32 \text{ cP}$ می‌باشد در حالی که همین موارد در رابطه با حلال اتانول به ترتیب $59/02 \text{ mmHg}$ ، $23/7 \text{ mN/cm}$ و $1/2 \text{ cP}$ است. همچنین ورجس و همکاران (۱۹۹۳) نیز ترتیب حلالیت



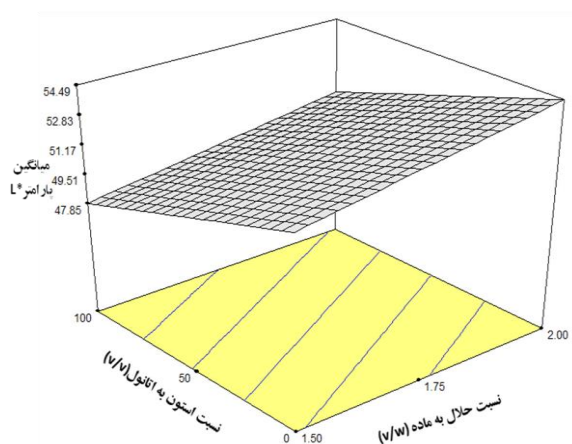
شکل ۲- اثر نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول بر پارامتر رنگی a^* با استفاده از منحنی پاسخ سطحی



شکل ۳- نمودار کنتور اثر نسبت حلال به ماه جامد و نسبت استون به اتانول بر پارامتر رنگی a^* در مدت زمان استخراج ۳۶ ساعت



شکل ۴- اثر متقابل تسیت حلال به ماه جامد و نسیت استون به اتانول بر پارامتر رنگی a^* در مدت زمان استخراج ۳۶ ساعت

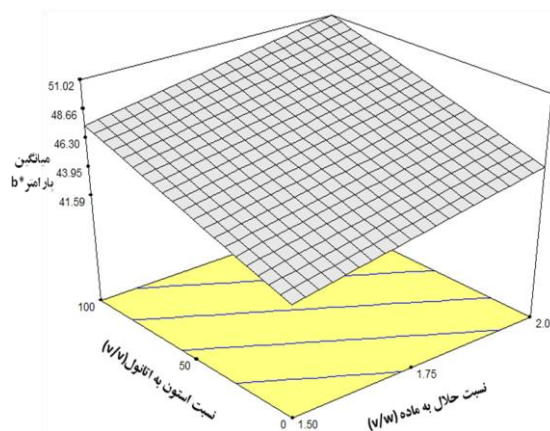


شکل ۵- اثر نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول بر پارامتر رنگی L^* با استفاده از منحنی پاسخ سطحی

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 ($P < 0.001$). همان‌طور که در شکل ۶، 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 (جدول ۴) حاکی از وجود رابطه قوی بین پارامتر رنگی b^* و میزان استخراج کورکومین بود. مجید و همکاران (۱۹۹۹) و سیر و همکاران (۱۹۶۳) افزایش راندمان استخراج کورکومین را به دلیل نفوذ بیشتر حلال معرفی نمودند و علاوه بر این آنها نیز مشاهده نمودند که نسبت حلال به ماده جامد نسبت به نوع حلال تاثیر بیشتری بر غلظت استخراج کورکومین دارد.



شکل ۶- اثر نسبت حلال به ماده جامد و نسبت استون به اتانول بر پارامتر رنگی b^* با استفاده از منحنی پاسخ سطحی

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین غلظت کورکومین استخراجی و پارامترهای رنگی

		غلظت کورکومین	
L^*	b^*	a^*	L^*
		۱	غلظت کورکومین
		-0.996^*	a^*
	۱	-0.985^*	b^*
۱	0.854	-0.752	L^*

* معنی‌داری در سطح آماری ۵ درصد

با ضریب 0.965 با پارامتر رنگی b^* ($P < 0.05$) مرتبط می‌باشد.

نتیجه گیری

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

بررسی ضرایب همبستگی پیرسون بین غلظت کورکومین استخراجی با پارامترهای رنگی در جدول ۴، آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد غلظت کورکومین استخراجی با ضریب همبستگی -0.996 با پارامتر رنگی a^* (معنی‌دار در سطح آماری $P < 0.05$) و

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 مواد غذایی جهاد دانشگاهی مشهد به خاطر مساعدت در انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داریم.

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

منابع مورد استفاده

- مشرف بروجنی، ل، ۱۳۸۶، بررسی تولید رنگ خوراکی قرمز از چغندر لیوئی 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.
- Vergheese J. (1993). Isolation of Curcumin from *Curcuma longa* 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 palmatum* L. 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 Khalilian², N Sedaghat³, F Hosseini¹ and M Afshari⁴

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

¹ & ⁴Assistant Professor, Department of Food Additives, Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Mashhad, Iran

²PhD Student, Department of Agricultural Sciences and Natural Resources Food Science and Technology, Gorgan University, Gorgan, Iran

³Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

⁴Lecturer, 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.