

بهینه‌یابی شرایط شفاف‌سازی آب کیوی با استفاده از آنزیم پکتیناز، بنتونیت و پلی وینیل پرای پرولیدون

الهام علی پور^۱ - سیدعلی مرتضوی^۲ - آرش کوچکی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۵/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۷/۲۵

چکیده

در این پژوهش از روش سطح پاسخ به منظور تعیین مقادیر بهینه آنزیم پکتیناز، بنتونیت و پلی وینیل پلی پرولیدون جهت شفاف‌سازی و پایداری آب کیوی استفاده گردید. نتایج نشان داد که جهت شفاف‌سازی آب کیوی مقدار بهینه آنزیم پکتیناز ۵/۸۳g/kg، بنتونیت ۳۰۶/۰۵g/Ton و پلی وینیل پلی پرولیدون ۷۰ g/100 lit می‌باشد. با افزودن این مواد، میزان کدورت کاهش و شفافیت افزایش یافت. در نهایت از مقدار مواد فنولی نیز کاسته شد. افزایش غلظت بنتونیت و پلی وینیل پلی پرولیدون باعث کاهش میزان ویسکوزیته آب کیوی گردید. افزایش غلظت آنزیم از ۲-۵g/kg نیز باعث کاهش چشمگیر در ویسکوزیته آب کیوی شد. ضریب تبیین (R^2) برای ویسکوزیته، کدورت، شفافیت و میزان کل ترکیبات فنولی بیش از ۰/۹۰ بود که حاکی از مناسب بودن مدل مورد استفاده جهت برازش داده می‌باشد. ویسکوزیته، کدورت و شفافیت به غلظت آنزیم و بنتونیت بودند وابسته بودند. اثر پلی وینیل پلی پرولیدون بر مقدار کل ترکیبات فنولی نیز معنی دار بود.

واژه‌های کلیدی: آب کیوی، شفاف‌سازی، آنزیم پکتیناز، بنتونیت، پلی وینیل پلی پرولیدون، روش سطح پاسخ

مقدمه

می‌باشد (Siebert و همکاران، ۱۹۹۸؛ Cassano و همکاران، ۲۰۰۴؛ Cassano و همکاران، ۲۰۰۶؛ Cassano و همکاران، ۲۰۰۷).

عوامل اصلی کدورت در آب کیوی پکتین، پروتئین و پلی فنل‌ها هستند. به دلیل سطوح بالای پکتین در آب کیوی از آنزیم پکتیناز در مرحله اول شفاف‌سازی بهره گرفته می‌شود. تاثیر آنزیم پکتیناز بر لایه پکتینی است که هسته پروتئینی ذرات پکتینی پروتئین دار را در خود جای داده است (Pinelo و همکاران، ۲۰۰۹). در مراحل بعد از آنزیم زنی از کمک شفاف کننده‌ها به منظور دستیابی به شفافیت بیشتر بهره گرفته می‌شود (Mohamadi و همکاران، ۲۰۰۸).

با وجود تحقیقات گسترده بر روی اثر شفاف کننده‌ها در آب میوه‌های مختلف تا کنون تحقیق جامعی در مورد اثر ترکیبی عوامل شفاف کننده آب کیوی انجام نشده است. بنابراین هدف از پژوهش حاضر تعیین مقادیر مناسب آنزیم پکتیناز و کمک شفاف کننده‌های بنتونیت و پلی وینیل پلی پرولیدون (PVPP) به منظور دستیابی به آب کیوی پایدار می‌باشد. نکته حائز اهمیت در این مورد بکارگیری آنزیم و کمک شفاف کننده‌ها به گونه‌ای است که شفافیت مناسب حاصل گردد و این ترکیبات خود عامل ایجاد کدورت نشوند. برای این منظور از طرح مرکب مرکزی جهت تعیین مقدار نهایی این سه ماده به طور

کیوی^۱ با نام علمی *Actinidia deliciosa* از جمله میوه‌هایی است که از لحاظ تغذیه‌ای و خواص درمانی دارای ارزش بالایی است. این میوه حاوی ویتامین C است و به عنوان یک منبع آنتی‌اکسیدانی قوی مطرح می‌باشد. پالپ کیوی حاوی mg GAE/100g $302/8 \pm 11$ ترکیبات فنولی بر حسب گالیک اسید است (Zhao و همکاران، ۲۰۰۶).

به منظور ممانعت از تشکیل کدورت در طول نگهداری و بهبود طعم و مزه آب میوه، فرایند شفاف‌سازی ضروری می‌باشد. در روش شیمیایی از ترکیبات مختلف مانند آنزیم‌ها (پکتیناز، آمیلاز، آراباناز و ...) و کمک شفاف کننده‌هایی همچون ژلاتین، بنتونیت، سیلیکاسل، پلی وینیل پلی پرولیدون و ... بهره گرفته می‌شود. نحوه عملکرد کمک شفاف کننده‌ها ایجاد لخته و به دنبال آن تشکیل رسوب

1- Kiwifruit

همزمان بهره گرفته شد.

Ratio/XR43900 ساخت آلمان تعیین شد.

مواد و روش‌ها

استخراج آب کیوی

میوه کیوی از شهرستان تنکابن استان مازندران خریداری و به منظور حذف بخشی از پرزهای موجود بر روی پوست به خوبی با آب شست‌شده شد. پس از خرد کردن کیوی‌ها، میوه آب‌گیری گردید (آبمیوه گیری مدل GSB2031 - GEEPAS، آلمان). در این مرحله دانه‌های سیاه کیوی و بخشی از پالپ میوه حذف شدند و باقی مانده پالپ با استفاده از پارچه توری و توسط پمپ خلا (مدل PV35Chicago، ژاپن) از آب میوه جدا گردید. به منظور شفاف سازی آب کیوی از آنزیم پکتیناز (با منشأ *Aspergillus aculeatus* و درجه فعالیت استاندارد ۲۶۰۰۰ PG/ml، شرکت Novo Nordisk، دانمارک)، بنتونیت (شرکت Merck) و پلی وینیل پلی پرولیدون PVPP (شرکت سیگما، سوئیس) استفاده شد.

آنالیز نمونه

مقدار پروتئین توسط روش ماکروکجلدال، درصد ماده خشک با استفاده از آون دما ثابت (Mettler، آلمان)، درصد خاکستر (کوره الکتریکی مدل F47، ایران)، اسیدیته (بر حسب اسید سیتریک) با روش تیترومتری، pH (دستگاه pH متر مدل METROHM 704، سوئیس)، مواد جامد محلول (رفراکتومتر دیجیتال ATAGO مدل RXR-5000 CX، ژاپن)، مقدار کل ترکیبات فنولی توسط معرف فولین - سیوکالتو (بر حسب اسید گالیک)، مقدار آهن (اسپکتروفوتومتر جذب اتمی مدل PHILIPS x PU9100، انگلستان) با استاندارد آمونیوم سولفات آهن سه، ویتامین C (روش استاندارد و دستگاه HPLC مدل HP1050، ساخت آمریکا)، مقدار پکتین توسط روش وزنی بر حسب پکتات کلسیم اندازه گیری شد (استاندارد ملی ایران، ۲۶۸۵؛ Bushwag و همکاران، ۱۹۸۸؛ Chimi و همکاران، ۱۹۹۱؛ Hayouni و همکاران، ۲۰۰۷).

اندازه گیری ویسکوزیته

ویسکوزیته آب میوه یکی از خصوصیات مهم در تعیین مقدار بهینه آنزیم پکتیناز می باشد. کاهش ویسکوزیته تا ۴۰ درصد مقدار اولیه نشان دهنده بهینه بودن مقدار آن است. برای تعیین ویسکوزیته آب کیوی از دستگاه ویسکومتر دورانی بروکفیلد (مدل RBT spindle 21، آمریکا) در دمای ۲۵°C استفاده گردید.

اندازه گیری کدورت

میزان کدورت آب کیوی با استفاده از کدورت سنج مدل Hach-

تعیین میزان شفافیت

یکی از تغییراتی که هنگام شفاف سازی در آب میوه بوجود می‌آید افزایش میزان عبور نور و کاهش جذب نور است. به منظور اندازه گیری میزان شفافیت از اسپکتروفوتومتر (UV-VIS مدل PHILIPS PU8730، انگلستان) استفاده شد.

اندازه گیری مقدار کل ترکیبات فنولی

مقدار کل ترکیبات فنولی با استفاده از روش معرف فولین سیوکالتو^۱ بر حسب گالیک اسید اندازه گیری شد. در این روش ترکیبات فنولی با معرف فولین-سیوکالتو واکنش می دهند. برای این منظور غلظتی مشخص از آب کیوی بر حسب PPM که در محدوده منحنی استاندارد قرار می گیرد تهیه شد. یک میلی لیتر از محلول ساخته شده را به یک بالن ۲۵ میلی لیتری که حاوی ۹ سی سی آب مقطر است اضافه کرده و ۱ میلی لیتر از محلول فولین سیوکالتو ۲ mol/l به مخلوط اضافه شد. سپس به مدت ۵ دقیقه به شدت تکان داده شد و پس از ۵ دقیقه ۱۰ میلی لیتر از کربنات سدیم ۷ درصد اضافه نموده و به مدت ۹۰ دقیقه (با حذف نور از محیط) در دمای ۲۳ درجه سانتی گراد در انکوباتور قرار دادیم. سپس جذب در ۷۵۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت گردید (Singleton و همکاران، ۱۹۹۹).

طرح آماری جهت بهینه سازی استخراج

در این آزمایش از روش سطح پاسخ جهت بررسی اثر متغیرهای مستقل (آنزیم، بنتونیت و پلی وینیل پلی پرولیدون) بر ویسکوزیته (mPas)، کدورت (NTU)، شفافیت و مقدار ترکیبات فنولی (mgGAE/100ml) استفاده گردید. برای این منظور طرح مرکب مرکزی صاف با متغیرهای مستقل مقدار آنزیم (۲-۸ g/kg)، مقدار بنتونیت (۲۰۰-۳۵۰ g/Ton) و PVPP (۷۰-۱۱۰ g/100Lit) به کار گرفته شد. نرم افزار Design-Expert نسخه 6.0.4 (مینیاپولیس، آمریکا) جهت برآزش مدل بر داده‌ها و تعیین نقطه بهینه مورد استفاده قرار گرفت. توابع پاسخ (Y) ویسکوزیته، کدورت، میزان شفافیت و مقدار کل ترکیبات فنولی بودند. مدل چند جمله‌ای درجه دوم جهت برآزش بر داده مورد استفاده قرار گرفت.

$$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + \varepsilon$$

1- Folin-ciocalteu

۵-۲ g/kg باعث کاهش چشمگیر در ویسکوزیته آب کیوی شد (شکل ۱- الف). این امر به دلیل تخریب پکتین توسط آنزیم پکتیناز و در نتیجه کاهش ظرفیت نگهدارندگی آب در آب میوه بود (Rai و همکاران، ۲۰۰۴). با افزایش غلظت آنزیم از ۵-۸ g/kg، ویسکوزیته آب کیوی افزایش یافت که احتمالاً اشباع شدن محیط از آنزیم عامل این افزایش می‌باشد. Rai و همکاران (۲۰۰۴) نیز اشباع شدن محیط از آنزیم در شرایطی که بیش از حد مورد نیاز استفاده شده باشد را عامل افزایش ویسکوزیته آب میوه موزامبی معرفی نمودند.

افزایش غلظت بنتونیت باعث کاهش میزان ویسکوزیته آب کیوی گردید (شکل ۱- الف). این کاهش در غلظت های بالاتر آنزیم (۸ g/kg) چشمگیرتر بود. دلیل کاهش میزان ویسکوزیته آب میوه در اثر افزایش غلظت بنتونیت را می‌توان به اثری که این ماده بر کاهش میزان پروتئین می‌گذارد نسبت داد. این کاهش در میزان پروتئین باعث کاهش در قوام آب میوه و در نتیجه ویسکوزیته اندازه گیری شده گردید.

افزایش غلظت PVPP نیز موجب کاهش چشمگیر در میزان ویسکوزیته آب کیوی شد (شکل ۱- ب). این امر احتمالاً به دلیل کاهش مواد فنلی آب کیوی بود که با توجه به رابطه مستقیم بین غلظت مواد و ویسکوزیته می‌توان این مسئله را توجیه نمود.

اثر متغیرها بر کدورت آب کیوی

شکل ۲ الف اثر آنزیم پکتیناز و بنتونیت بر کدورت آب کیوی را نشان می‌دهد. در غلظت پایین آنزیم (۲ g/kg)، افزایش مقدار بنتونیت باعث کاهش جزئی در مقدار کدورت آب میوه شد. این مسئله احتمالاً به مناسب نبودن غلظت آنزیم پکتیناز (با توجه به نقش اصلی آن در کاهش کدورت آب کیوی) جهت ایجاد شفافیت مطلوب در آب کیوی مرتبط است. در حداکثر غلظت آنزیم (۸ g/kg)، افزایش مقدار بنتونیت اثر چندانی بر میزان کدورت آب کیوی نداشت. این امر به دلیل مسدود شدن مکان های فعال بنتونیت (در جذب سطحی پروتئین ها نقش دارند)، به دلیل وجود مقدار زیاد آنزیم در محیط می‌باشد (Siebert و همکاران، ۱۹۹۷).

افزایش مقدار آنزیم در محدوده ۵-۲ g/kg، در تمامی غلظت های بنتونیت باعث کاهش چشمگیر در کدورت آب کیوی شد (شکل ۲ الف). این کاهش به دلیل اثری است که آنزیم بر پکتین موجود در آب میوه گذاشته و باعث تخریب پکتین و کاهش کدورت آب میوه می‌شود (Cassano و همکاران، ۲۰۰۶؛ Cassano و همکاران، ۲۰۰۷؛ Cassano و همکاران، ۲۰۰۷). این روند کاهشی شدیدتر بود که این مقادیر بالاتر بنتونیت (۵ g/kg)، این روند کاهشی شدیدتر بود که این امر نشان دهنده اثر متقابلی است که این دو ترکیب بر روی همدیگر گذاشته اند.

ضرائب چند جمله ای b_0 (عدد ثابت)، b_1 ، b_2 و b_3 (اثرات خطی)، b_{11} ، b_{22} و b_{33} (اثرات کوادراتیک) و b_{12} ، b_{23} ، b_{13} (اثرات متقابل) هستند. معنی داری ضرائب مدل با استفاده از آنالیز واریانس برای هر پاسخ تعیین گردید.

نتایج و بحث

بررسی ترکیبات آب کیوی

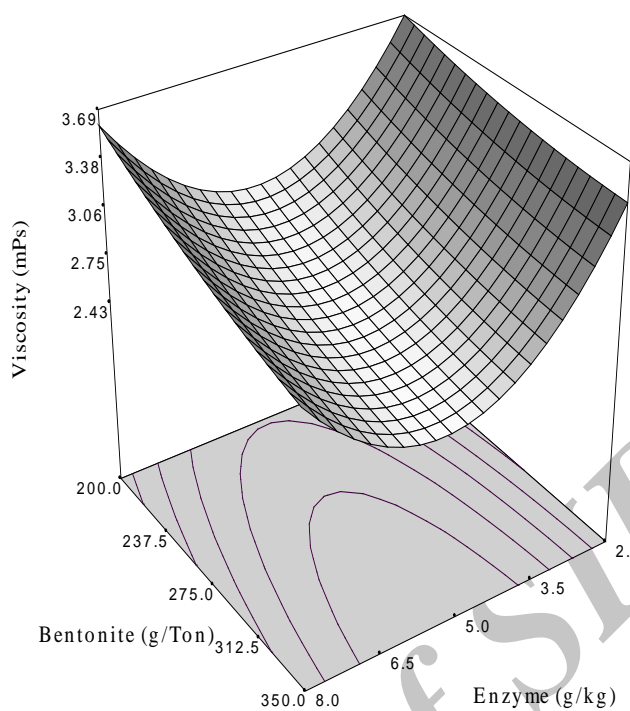
آب کیوی حاوی 48 ± 0.63 درصد پروتئین، $16/69 \pm 0.28$ درصد ماده خشک، 0.245 ± 0.03 درصد خاکستر، 0.32 ± 0.03 گرم پکتین در ۱۰۰ گرم آب میوه و 0.21 ± 0.03 میلی گرم آهن درصد میلی لیتر آب میوه بود. میزان ویتامین C برای آب کیوی بدون افزودنی $58/8 \pm 2/89$ mg/100ml و برای نمونه نهایی $26/3 \pm 0.94$ mg/100ml مقدار کل ترکیبات فنولی در پالپ کیوی $12/12 \pm 12/5$ (mgGAE/100ml) و برای آب کیوی فیلتر شده $282/3 \pm 30/46$ (mgGAE/100ml) بود. Zhao و همکاران (۲۰۰۶) مقدار کل ترکیبات فنولی برای پالپ کیوی را $302/8 \pm 11$ mgGAE/100g گزارش کرد که این مقدار مشابه آب کیوی مورد بررسی در این آزمایش می‌باشد. pH و اسیدیته آب کیوی به ترتیب $3/48 \pm 0/28$ و $1/1$ درصد و بریکس آن $14/5 \pm 0/3$ می‌باشد.

برازش مدل

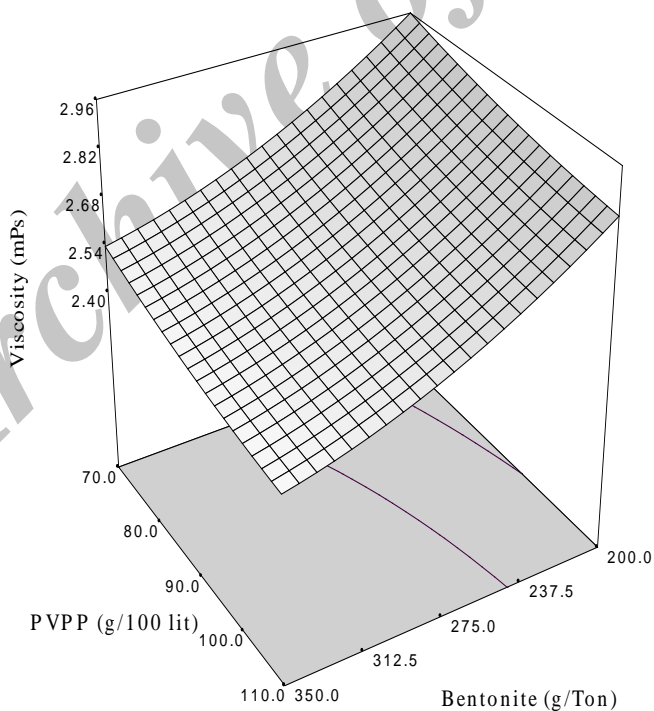
با توجه به نتایج به دست آمده افزودن ضرائب به مدل تا رسیدن به مدل درجه دوم به طور معنی دار باعث بهبود مدل گردید. به این ترتیب مدل درجه دوم بهترین مدل جهت ارزیابی اثر فاکتورها بر روند تغییرات متغیرهای پاسخ (ویسکوزیته، کدورت، شفافیت و مقدار کل ترکیبات فنولی) بود. مدل مناسب جهت برازش بر داده های مورد بررسی باید ضریب تبیین (R^2) حداقل $0/8$ داشته باشد. R^2 برای ویسکوزیته، کدورت، شفافیت و مقدار کل ترکیبات فنولی $0/99$ بود (جدول ۱). R^2 بالا نشان دهنده این است که تغییرات در مدل محاسبه گردیده و داده ها به خوبی با مدل برازش داده شده اند. R^2 بالا همیشه به معنی مناسب بودن مدل رگرسیونی نمی‌باشد. بنابراین، بهتر است جهت تعیین کفایت مدل از R^2 تصحیح شده استفاده شود که مقدار آن باج بخش از ۹۰ درصد باشد. این مقدار برای تمامی متغیرهای آزمایش $0/99$ بود. آزمون ضعف برازش برای تمامی پاسخ ها بی معنی بود که نشان می‌دهد که پاسخ ها به خوبی توسط مدل پیش بینی شده اند.

اثر متغیرها بر ویسکوزیته آب کیوی

در تمامی غلظت های بنتونیت ، افزایش غلظت آنزیم از



الف



ب

شکل ۱- نمودار سطح پاسخ برای اثر (الف) مقدار بنتونیت و آنزیم پکتیناز ($PVPP=90$ g/100lit) و (ب) مقدار بنتونیت و PVPP (آنزیم پکتیناز ۵ g/kg) بر ویسکوزیته آب کیوی

جدول ۱- نتایج آناز واریانس (ANOVA) متغیرهای خطی، درجه دوم و اثرات متقابل هر پاسخ و ضرایب پیشگویی مدل برازش یافته درجه دوم بر داده های پاسخ

Source	DF	ویسکوزیته (mPas)				کدورت (NTU)				جذب (mgGAE/100ml)			
		ضرایب	مجموع مربعات	P اندیس	ضرایب	مجموع مربعات	P اندیس	ضرایب	مجموع مربعات	P اندیس	ضرایب	مجموع مربعات	P اندیس
Model	9	6/68	۲/۰۹	</۰۰۰۱	۸۸۳	۷۰۳/۹۲	</۰۰۰۱	۲/۰۳	۱/۹۳	</۰۰۰۱	۶۳۹/۳۲	۴۳۲۳/۸۲	</۰۰۰۱
<i>Linear</i>													
b_1	۱	-۰۰۷	۰/۱۹	</۰۰۰۱	-۱۵۳۰	۲۶/۱۲	</۰۰۰۱	-۰/۶۹	-۰/۶۳	</۰۰۰۱	۰/۰۱۷	۰/۹۶۹۱	
b_2	۱	-۶/۴۶	۰/۴۵	</۰۰۰۱	-۰/۰۴۰	۱۰/۵۹	۰/۰۰۲	۱/۴۴۴	۱/۴۴۴	۰/۹۶۵۰	۶۱۶۰/۴۲	</۰۰۰۱	
b_3	۱	-۰/۰۱۲	۰/۰۴۶	۰/۰۰۱۴	-۰/۶۸۰	۳۲/۵۸	</۰۰۰۱	-۴/۷۷	۷/۰۹	۰/۳۲۸	۳۳۰۰/۴۱	</۰۰۰۱	
<i>Quadratic</i>													
b_{11}	۱	۰/۰۸	۱/۶۴	</۰۰۰۱	۰/۸۶۹	۱۶۸/۴۰	</۰۰۰۱	۰/۵۴	-۰/۶۷	</۰۰۰۱	۹/۰۷	۰/۳۸۱۶	
b_{22}	۱	۸/۸۲	۸/۸۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۳	۰/۰۱۳	۰/۸۳۵	۲/۳۹۴	۲/۳۹۴	۰/۵۰۵۸	۹/۰۶	۰/۳۸۱۹	
b_{33}	۱	۱/۰۳۱	۱/۰۳۱	۰/۵۳۰۳	۲/۱۲۶	۱/۹۹	۰/۰۲۸۴	۲/۳۳۳	۲/۳۳۳	۰/۵۱۲۳	۹/۱۱	۰/۳۸۰۵	
<i>Interaction</i>													
b_{12}	۱	-۳/۸	۰/۰۵۹	۰/۰۰۰۶	۵/۴۴	۱۲/۰۰	</۰۰۰۱	۹/۸۳	۲/۹۰۷	۰/۰۴۱۲	۵/۰۰۰	۰/۹۹۹۸	
b_{13}	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۰۳	۴۱/۴۰	</۰۰۰۱	۴/۲۵	۲/۶۶۶	۰/۰۲۸۴	۵/۰۰۰	۰/۹۹۸۳	
b_{23}	۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۶۱۹۰	۲/۳	۲/۰۶۷	۰/۱۱۹۳	۱۹۶/۰۴	۰/۰۰۱۷	
Residual	۱۰		۰/۰۲۴			۲/۰۴			۷/۱۲۶		۱۰/۲۵		
Lack-of-fit	۵		۰/۰۱۶	۰/۲۶۵۵		۲/۴۹	۰/۰۶۱۲		۴/۷۹۱	۰/۲۲۴۶	۹۰/۳۰	۰/۰۵۱۰	
Pure error	۵		۸/۶۸۳			۷۰۶/۹۶			۱/۹۳		۱۸/۰۵		
Total	۱۹		۲/۱۲								۴۳۲۸۲/۰۸		
R ²			۰/۹۹۴۱		۰/۹۹۵۷		۰/۹۹۶۳				۰/۹۹۷۶		
Adj- R ²			۰/۹۸۸۷		۰/۹۹۱۸		۰/۹۹۳۰				۰/۹۹۵۴		
CV			۱/۶۳		۶/۸۵		۵/۲۲				۲/۶۵		

بیشترین مقدار جذب در مقادیر حداقل بنتونیت و PVPP گزارش شد (شکل ۳ ب). با افزایش غلظت بنتونیت و PVPP کاهش در میزان جذب و افزایش شفافیت را شاهد بودیم. این نکته به تاثیر این دو ماده بر کاهش پروتئین و مواد فنولی اشاره دارد (Siebert و همکاران، ۱۹۹۷؛ Siebert و همکاران، ۱۹۹۸).

بررسی اثر متغیرها بر مقدار کل ترکیبات فنولی آب کیوی

افزایش مقدار بنتونیت، باعث کاهش چشمگیر در مقدار مواد فنولی در تمامی غلظت های آنزیم شد به طوری که در حداکثر غلظت بنتونیت کمترین میزان ترکیبات فنولی در آب کیوی مشاهده گردید (شکل ۴ الف). پژوهش اکشی (۱۹۹۹) بر روی شفاف سازی تعدادی از آیمیه های حاوی مواد فنولی حاکی از تاثیر بنتونیت بر کاهش مواد فنولی بود. این نکته مشابه نتایج به دست آمده برای آب کیوی در این پژوهش می باشد. این مسئله احتمالا به دلیل بالا بودن مکان های فعال جذب سطحی مواد فنولی در بنتونیت بوده است.

در تمامی غلظت های بنتونیت افزایش مقدار آنزیم تاثیری بر مواد فنولی نداشت که این مسئله بانظر Cassano و همکاران (۲۰۰۶) در رابطه با عدم تاثیر آنزیم پکتیناز بر مواد فنولی آب کیوی مطابقت دارد. همانطور که در شکل ۴ ب مشاهده می شود، در شرایطی که غلظت آنزیم 5 g/kg بود، با افزایش غلظت PVPP و بنتونیت، کاهش تدریجی در مقدار مواد فنولی مشاهده شد. حداکثر این کاهش مربوط به زمانی بود که مقدار PVPP و بنتونیت در حداکثر مقدار خود قرار داشتند. با توجه به نظر Siebert و همکاران (۱۹۹۸) تاثیر PVPP بر کاهش مواد فنولی به دلیل ایجاد پیوند هیدروژنی بیشتر می باشد. این نکته احتمالا در مورد آب کیوی نیز صادق است.

باتوجه به تحقیقات صورت گرفته توسط Siebert و همکاران (۱۹۹۷، ۱۹۹۸)، Pinelo و همکاران (۲۰۰۹) و Cassano و همکاران (۲۰۰۶) حذف تمامی مواد فنولی از آب میوه ها، به دلیل نقش آن ها به عنوان آنتی اکسیدان های طبیعی و به دلیل اهمیت آن ها به عنوان عوامل ایجاد طعم و رنگ، صحیح نیست. بنابراین در آب کیوی نیز این نکته جهت تعیین مقدار بهینه PVPP و بنتونیت لحاظ گردید.

بهینه یابی

شرایط بهینه شفاف سازی آب کیوی با استفاده از آنزیم، بنتونیت و PVPP بر ویسکوزیته، کدورت، شفافیت و ترکیبات فنولی از طریق بهینه یابی عددی نرم افزار تعیین شد. بهترین شرایط برای شفاف سازی آب کیوی استفاده از $5/83 \text{ g/kg}$ آنزیم پکتیناز، $306/05 \text{ g/Ton}$ بنتونیت و 70 g/100lit پلی پروپیلن می باشد. در شرایط بهینه ویسکوزیته، کدورت، شفافیت و ترکیبات فنولی به ترتیب $171/87 \text{ mPas}$ ، $2/62 \text{ NTU}$ ، $4/61$ درصد و 91 درصد بود.

در تمامی غلظت های بنتونیت، افزایش غلظت آنزیم از $5-8 \text{ g/kg}$ باعث افزایش جزئی در کدورت آب کیوی شد. این امر می تواند به دلیل بالا رفتن مقدار آنزیم به مقادیری بیش از حد مورد نیاز جهت تاثیر بر پکتین موجود در آب کیوی باشد (Cassano و همکاران، ۲۰۰۶؛ Pinelo و همکاران، ۲۰۰۹).

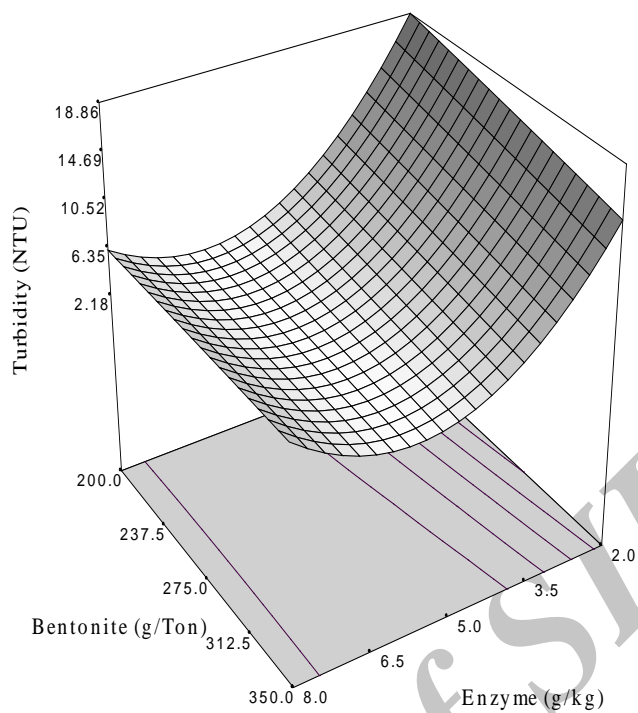
Pinelo و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر منفی مقادیر بیش از حد کمک شفاف کننده هایی مانند آنزیم پکتیناز، بنتونیت، ژلاتین و سیلیکاسل را بر شفافیت آب گیلاس خاطر نشان نمودند. بنا به نظر این محققان، نحوه اثر آنزیم پکتیناز بر پکتین موجود در اکثر آب میوه ها به مقدار پکتین موجود در محیط بستگی دارد. این نکته در مورد سایر شفاف کننده ها مانند ژلاتین و بنتونیت که از طریق اثر بر پروتئین موجود در آب میوه باعث شفاف سازی آن ها می شوند، به میزان پروتئین موجود در آب میوه وابسته می باشد.

Lee و همکاران (۲۰۰۶) و Sin و همکاران (۲۰۰۶) در پژوهش های خود تاثیر آنزیم پکتیناز بر میزان کدورت آب موز و آب ساپودیل را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیقات نیز نشان داد که میزان شفافیت آب میوه ها به شدت به غلظت آنزیم بستگی داشت و افزایش بیش از حد مقدار آنزیم پکتیناز نه تنها باعث کاهش کدورت نشد بلکه موجب کاهش شفافیت آب میوه ها گردید که این نکته در مورد آب کیوی نیز صادق بود.

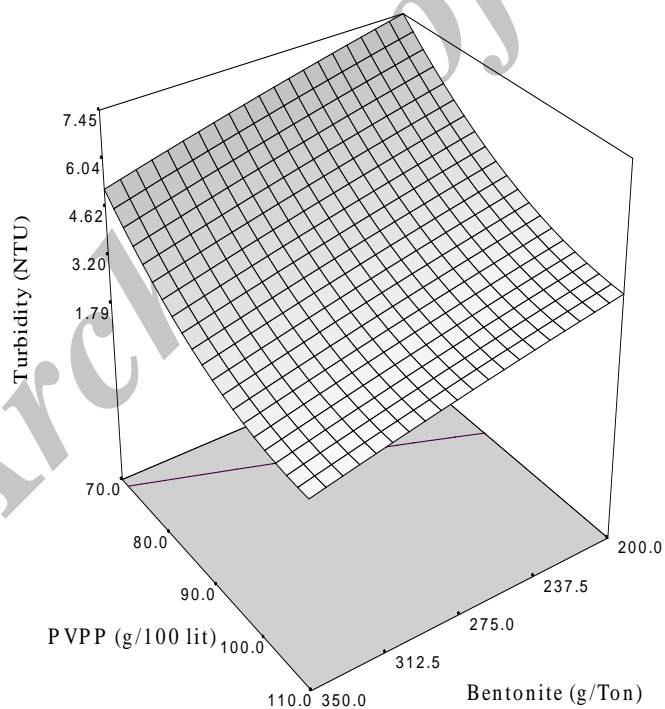
با افزایش غلظت PVPP، کدورت آب کیوی به صورت خطی کاهش یافت به طوری که در مقادیر حداکثر PVPP، کدورت در حداقل مقدار خود بود (شکل ۲ ب). این امر به دلیل حذف مواد فنولی و پروتئینی توسط PVPP می باشد (Siebert و همکاران، ۱۹۹۷؛ Siebert و همکاران، ۱۹۹۸). نتیجه Siebert و همکاران (۱۹۹۷) نیز نشان داد که با افزایش مقدار PVPP رنگ آب سیب کاهش یافت.

بررسی اثر متغیرها بر شفافیت آب کیوی

در تمامی غلظت های بنتونیت افزایش آنزیم از $5-8 \text{ g/kg}$ ، باعث کاهش جذب و افزایش شفافیت گردید (شکل ۳ الف). این امر نشان می دهد که آنزیم پکتیناز در این محدوده باعث تخریب پکتین شده است. مشابه نتایج حاصل در این آزمایش، Cassano و همکاران (۲۰۰۴، ۲۰۰۷) نیز در پژوهش های خود به نقش بیشتر آنزیم پکتیناز بر کاهش پکتین و به دنبال آن افزایش شفافیت، اشاره نمودند. با افزایش غلظت آنزیم به محدوده $5-8 \text{ g/kg}$ ، میزان جذب اندکی افزایش یافت که این امر به دلیل بالا رفتن آنزیم از حد مورد نیاز به منظور تاثیر بر پکتین موجود بود. Pinelo و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر آنزیم پکتیناز و کمک شفاف کننده هایی مانند بنتونیت، ژلاتین و سیلیکاسل بر آب گیلاس را مورد بررسی قرار دادند. این کمک شفاف کننده ها بیشترین اثر را بر حذف عوامل کدورت و کاهش جذب در این آب میوه داشتند.

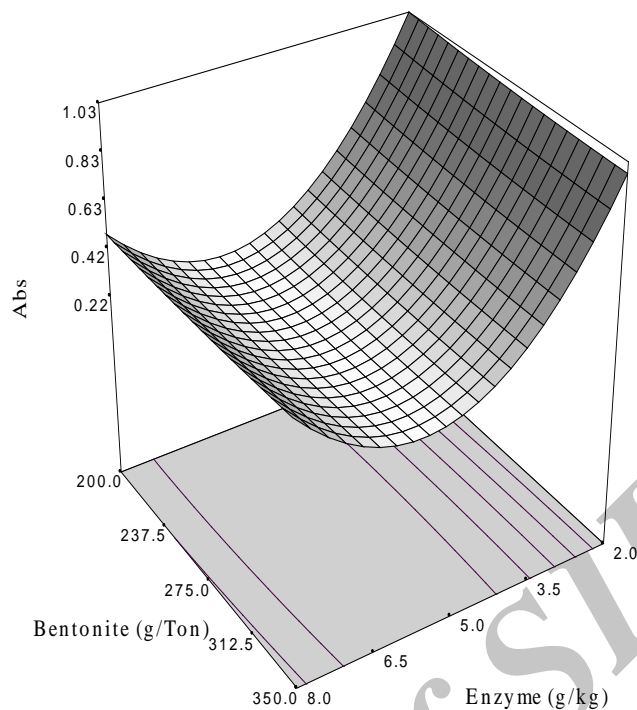


الف

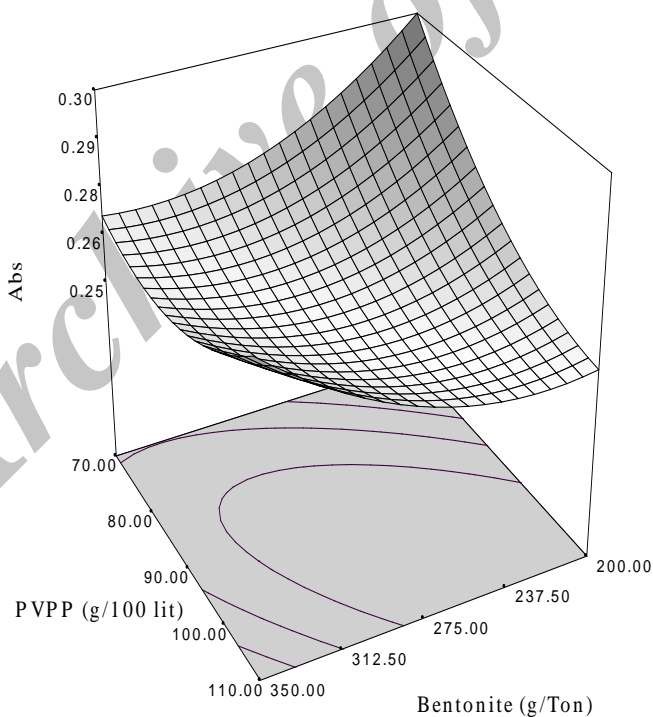


ب

شکل ۲- نمودار سطح پاسخ برای اثر (الف) مقدار بنتونیت و آنزیم پکتیناز (PVPP=۹۰ g/100lit) و (ب) مقدار بنتونیت و PVPP (آنزیم پکتیناز ۵ g/kg) بر میزان کدورت آب کیوی

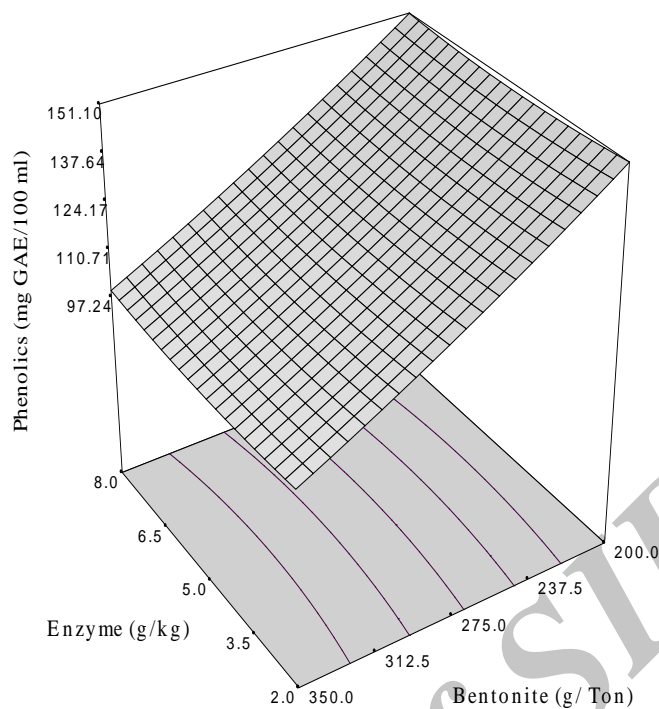


الف

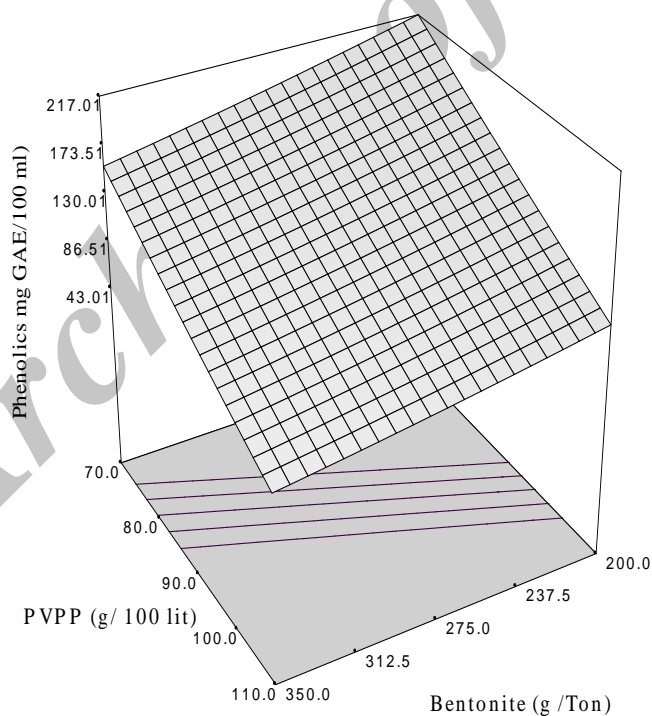


ب

شکل ۳- نمودار سطح پاسخ برای اثر (الف) مقدار بنتونیت و آنزیم پکتیناز ($PVPP=90$ g/100lit) و (ب) مقدار بنتونیت و PVPP (آنزیم پکتیناز ۵ g/kg) بر میزان شفافیت آب کیوی



الف



ب

شکل ۴- نمودار سطح پاسخ برای اثر (الف) مقدار بنتونیت و آنزیم پکتیناز (PVPP=۹۰ g/100lit) و (ب) مقدار بنتونیت و PVPP (آنزیم پکتیناز ۵ g/kg) بر میزان ترکیبات فنولی آب کیوی

نتیجه گیری

گردید. به دلیل نقش پلی فرول ها بعنوان آنتی اکسیدان های طبیعی و به عنوان عوامل ایجاد کننده طعم و رنگ کاهش آن ها تا یک حد معین که شفافیت مطلوب نیز حاصل گردد توصیه می شود. در این پژوهش سعی گردید که تا حد امکان از تغییر رنگ آب کیوی و حذف مقادیر بالای کلروفیل و ویتامین C که در حرارت های بالا رخ می دهد با توجه به حساس بودن این محصول با ارزش ممانعت گردد.

با استفاده از روش سطح پاسخ ، بهترین مقادیر آنزیم پکتیناز، بتونیت و پلی وینیل پلی پرولیدون تعیین گردید. رعایت نمودن مقادیر بهینه آنزیم و کمک شفاف کننده ها سبب ایجاد محصلی با شفافیت پایدار شد. پایدار سازی توسط PVPP سبب حذف مواد فنولی که جزء عوامل کدورت ثانویه در طی ذخیره سازی به حساب می آیند

منابع

استاندارد ملی ایران شماره ۲۶۸۵. روش های آزمون آب میوه ها، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

- Bushwag, R.J., Kig, J.M., Perkins, B., & Krishnan, 1988, High-Performance Liquid Chromatographic Determination of Ascorbic Acid in Fruits. *Journal of Liquid chromatography & Related Technologies*, 16, 415-3423.
- Cassano, A., Jiao, B., & Drioli, E., 2004, Production Of Concentrated Kiwi fruit Juice By Integrated membrane Process. *Journal Of Food Research International*, 37, 139-148.
- Cassano, A., Tasselli, F., Conidi, C., & Drioli, E., 2009, Ultrafiltration Of Clementine Madarin juice By Hollow Fiber Membranes, *Journal Of Desalination*, 241, 302-308.
- Cassano, A., Donato, L., & Drioli, E., 2007, Ultrafiltration Of Kiwi Fruit Juice: Operating Parameters, Juice Quality & Membrane Fouling. *Journal of Food Engineering*, 79, 613-621.
- Cassano, A., Figoli, A., Tagarelli, G., & Sidona, E., 2006, Integrated Membrane Process for the Production Of Highly Nutritional Kiwifruit Juice. *Journal of Desalination*, 1-3, 1-30
- Cassano, A., & Drioli, E., 2007, Concentration Of Clarified Kiwi fruit Juice By Osmotic Distillation. *Journal of Food Engineering*, 79, 1397-1404.
- Cassano, A., Donato, L., Conidi, C., & Drioli, E., 2008, Recovery Of Bioactive Compounds In Kiwifruit Juice By Ultrafiltration. *Journal Of Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 4, 556-562.
- Chimi, H., Cillard, J., & Cillard, P., 1991, The peroxy & hydroxyl radical scavenging activity if some natural phenolic antioxidants. *Journal of American Oil Chemist Society*, 68, 307.
- Hayouni, E.L., Abedrabba, M., Bouix, Mad., & Hamdi, M., 2007, The Effects Of Solvents & Extraction Method Of The Phenolic Contents & biological activities in Vitro Of Tunisian Quercus Cocciferal & Juniperus Phoeiceal fruit Extracts. *Food Chemistry*, 105, 1126-1134.
- Lee, W.C., Yusof, S., Hamid, N.S.A., & Baharin, B.S, 2006, Optimizing conditions for hot water extraction of banana juice using response surface methodology (RSM). *Journal of Food Engineering*, 75, 473-479.
- Lee, W.C., Yusof, S., Hamid, N.S.A., & Baharin, B.S., 2006, Optimizing Condition For Enzymatic Clarification Of Banana Juice Using Response Surface methodology (RSM). *Journal of Food Engineering*, 73, 55-63.
- Mohamadi, A., Rafiee, S., Emam Djomeh, Z., & Keyhani, A. R., 2008, Kinetic models for colour changes in kiwi fruit Slices During Hot Air Drying. *Journal of Agricultural Sciences*, 4, 376-383.
- Pinelo, M., Zeuner, B., & Anne, S., 2009, Juice clarification by protease & pectinase treatments indicates new roles of pectin & protein in cherry juice turbidity. *Journal of Food & Byproducts processing*, 88, 259-265.
- Rai, P., Majumdar Dasgupta, G. C., & De, S., 2004, Optimizing pectinase usage in pretreatment of mosambi juice for clarification by response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 64, 397-403.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamula -Roentos, R.M., 1999, Analysis of total Phenols & Other oxidation substrates & antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in enzymology*, 299, 52-178.
- Sin, H.N., Yusof, S., Sheikh Abdul Hamid, N., & Abd.Rahman, R., 2006, Optimization of enzymatic clarification of sapodilla juice using response surface methodology. *Journal of Food engineering*, 73, 13-319.
- Siebert, K.J., & Lynn, P.Y., 1998, Comparison of polyphen interactions with Polyvinyl- Polypyrrolidone & Haze - Active protein. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 56, 24.
- Siebert, K.J., & Lynn, P.Y., 1997, Haze -Active protein & Polyphenols in Apple juice Assessed by Turbidimetry. *Journal of Food Science*, 62, 79-84.
- Zhao, Y., Strik, B., 2006, Investigation of postharvest quality & storability of hardy kiwifruit. *Conie landis fis for the degree of master of science*.