ارائه روشی جدید برای افزایش کیفیت آب میوه خرما با استفاده از هیدروژل پلی وینیل الکل

سجاد پیرسا [1*]، محمد مهدی مظهری [2]

١- استادیار و عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه ارومیه
٢- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه غیرانتفاعی آفاق ارومیه
(تاریخ دریافت: ٩٤/١١/٣٠ تاریخ پذیرش: ٩٥/٠١/١٨)

چکیده

هیدروژل‌ها مواد پلیمری با ساختار شبکه‌ای هستند و قابلیت تورم و جذب آب بالایی دارند که این پلیمرها توانایی جذب مواد شیمیایی و نیز آلاینده های گوناگون را دارند. یکی از هیدروژل های معروف پلی وینیل الکل (PVA) می باشد که یک پلی هیدروکسی است که بیشترین کاربرد را در حذف و اندازه گیری آلاینده های آلی و جامد در محیط های مختلف دارد. در این تحقیق از ویژگی جذبی پلی وینیل الکل برای کاهش کدورت و افزایش شفافیت و رنگ آب میوه خرما استفاده شده است. پلی وینیل الکل با غلظت ٠/٥ گرم در لیتر تهیه شده و با حجم های ٥، ١٥ و ٣٠ میلی لیتری به نمونه های آب میوه خرما با حجم ٢٥٠ میلی لیتر اضافه گردید. از طرح آماری مرکب مرکزی برای بررسی تاثیر سه فاکتور حجم پلی وینیل الکل، دمای عملکرد جاذب و مدت زمان برهمکنش جاذب با آب میوه خرما بر روی میزان کاهش کدورت و افزایش رنگ و شفافیت استفاده شد. از روش رویه سطح پاسخ نیز جهت بدست آوردن شرایط بهینه استفاده گردید. نتایج بدست آمده نشان دادند که پلی وینیل الکل توانایی کاهش کدورت و افزایش رنگ و شفافیت آب میوه خرما را دارد و می توان از این هیدروژل جهت تهیه آب میوه خرما با کیفیت مطلوب قابل ارائه به بازار استفاده کرد. حجم ٥ میلی لیتری پلی وینیل الکل، زمان تیمار ٣٤ دقیقه و دمای ٤٠ درجه سانتی گراد بهترین شرایط لازم جهت کاهش کدورت و افزایش رنگ و شفافیت آب میوه خرما را نشان دادند.

کلید واژگان: هیدروژل؛ پلی وینیل الکل؛ آب میوه خرما؛ کدورت؛ شفافیت و رنگ

*مسئول مکاتبات: pirsa7@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

۱- مقدمه

هیدروژل ها گروهی از پلیمرهای شبکه‌ای اند که زنجیره‌های آنها با اتصالات عرضی به یکدیگر متصل شده است و یا کمپلکس‌های پلیمری می‌باشند که از طریق باند هیدروژنی و یا نیروهای بین مولکولی تشکیل می‌شوند. هیدروژل‌ها به دلیل ویژگیهای خاص آنها، وقتی در محیط های آبی قرار بگیرند، چندین برابر وزن خود آب جذب می‌کنند و به دلیل داشتن ساختار سه بعدی خاص خود نامحلول باقی می‌مانند [۱-۳]. این ترکیبات می‌توانند اشکال فیزیکی مختلفی شامل ورقه، میکروذره، نانوذره، ساختار پوششی و فیلم داشته باشند. به دلیل همین تنوع ساختار، هیدروژل‌ها به طور متداول در زمینه های گوناگون پژوهشی نظیر زیست‌حسگرها، مهندسی بافت، جداسازی مولکول‌های زیستی یا سلول‌ها و تنظیم چسبندگی زیستی مواد مورد استفاده قرار می‌گیرند. موادی که دارای ساختار هیدروژل نانوذره‌ای هستند ویژگی هایی را که هیدروژل‌ها و نانوذرات هر یک به طور جداگانه دارا می‌باشند، به طور همزمان نشان می‌دهند [٤-٦]. نانوذرات هیدروژل کاربردهای گسترده‌ای دارند که یکی از مهم‌ترین آنها هدف درمان سلولی است. ساختار شبکه هیدروژل‌ها می‌تواند ماکرومتخلخل[1]، میکرومتخلخل[2] یا غیر متخلخل[3] باشد. هیدروژل‌های ماکرومتخلخل منافذ بزرگی در ابعاد ۰/۱ تا ۱ میکرومتر دارند. این هیدروژل‌ها داروی به دام افتاده درون خلل و فرج خود را از طریق مکانیسمی که بستگی به ضریب پخش دارو دارد آزاد می‌کنند. هیدروژل‌های میکرومتخلخل منافذ کوچکی در محدوده‌ی ۱۰ تا ۱۰۰ نانومتر دارند و داروی داخل آنها از طریق فرآیندهای انتشار و جریان همرفت مولکولی آزاد می‌شود. هیدروژل‌های غیر متخلخل ساختارهای غربال‌مانند در ابعاد درشت‌مولکول محسوب می‌شوند که منافذ آنها ۱ تا ۱۰ نانومتر است و از طریق ایجاد اتصالات عرضی در زنجیره های تکپار[4] تشکیل می‌گردند. در این ساختارها آزادسازی دارو فقط از طریق مکانیسم انتشار صورت می‌گیرد [۷-۹]. هیدروژل های ابرجاذب به کار رفته در کشاورزی از نوع پلی آکریل آمید می باشند. از نظر بار الکتریکی نوع آنیونی آن در کشاورزی دارای اهمیت ویژه ای است، زیرا علاوه بر جذب کاتیون های مفید برای رشد گیاه، از تثبیت و شستشوی آن در خاک جلوگیری می نماید. بدین ترتیب ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش می دهد [۱۰ و ۱۱]. پلی وینیل الکل که محصول بسپارسازی رادیکال آزاد[5] وینیل استات و به دنبال آن هیدرولیز گروه‌های استات به گروه‌های هیدروکسیل است، از امیدبخش‌ترین بسپارها برای مطالعات هیدروژل به شمار می‌رود [۹]. کامپوزیت‌های ناهمگنی که این بسپار را در خود دارند، در زمینه‌ی تهیه‌ی نانوذرات هیدروژل بسیار مورد توجه قرار گرفته اند. بر این اساس پلی استرهای زیست تخریب پذیر پیوند خورده با سولفوبوتیل-پلی وینیل الکل سنتز شدند. این بسپارها خودبخود خودآرایی می کنند و نانوذرات را به وجود می آورند که این نانوذرات کمپلکس های پایداری با برخی پروتئین‌ها نظیر آلبومین سرم خون و سیتوکروم C تشکیل می‌دهند.

خرما میوه تمام ارگانیک دنیاست که به صورت صد درصد طبیعی بدست می آید و در تمامی مراحل عمل آوری این میوه هیچ گونه کود شیمیایی و سموم استفاده نمی شود. این محصول در تولیدات شاخه های مهم صنایع غذائی از جمله صنایع لبنی (تولید انواع شیر خرما، ماست طعم دار، شیر قهوه و ...) صنایع نوشیدنی (تولید انواع ماء الشعیر، نوشابه گازدار، انواع شربت ها و آب میوه ها و ...) صنایع آرد و نان شامل (شیرینی، شکلات، بیسکویت، نان صنعتی و ...) استفاده می شود [۱۲-۱٤]. محصولات جانبی که از قند مایع خرما و آب میوه خرما تولید می شود شامل انواع مختلف شربت میوه جات بر پایه قند مایع خرما که حاوی ۷۰ درصد مواد تشکیل دهنده قند مایع خرما و آب میوه خرما می باشد و کلیه مزایای استفاده از قند مایع خرما در این محصولات محفوظ می باشد. کنسانتره خرما عبارت است از شربت استحصال شده از خرما که تمامی خواص خرما در آن موجود می باشد. آب میوه خرما در طی فرایند ویژه استخراج (عصاره گیری) و تبدیل به کنسانتره نیاز به مراحل شفاف سازی و فیلتراسیون دارد تا مواد غیر محلول و نیمه محلول آن تصفیه گردد و هیچ گونه ماده نگهدارنده و افزودنی مجاز و غیر مجاز به

1. Macroporous
2. Microporous
3. Nonporous
4. Monomer
5. Free radical polymerization

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

آن اضافه نشود تا کلیه مواد مفید، ویتامین ها، مواد معدنی، رنگدانه ها و آنتی اکسیدانهای خرما در آن محفوظ می باشد [۱۵ و ۱۶]. آب میوه های خرمای تولید شده معمولا داری رنگ و شفافیت نامطلوبی می باشند که جهت افزایش شفافیت و بهبود رنگ آن روش های مختلفی استفاده می شود. بخشی از خرمای تولیدی به صورت درجه ۲ و ۳ بوده که قابل عرضه مستقیم به بازار نیستند. شیره، آب میوه و قند مایع خرما از فراورده های به دست آمده از این خرماها می باشند. هدف از این تحقیق، افزایش کیفیت آب میوه خرماست (کاهش کدورت و افزایش رنگ و شفافیت) تا اینکه جایگاه بهتری در تولید محصولات غذایی پیدا کند. برای کاهش کدورت و افزایش رنگ و شفافیت از هیدروژل پلی وینیل الکل استفاده شد. حجم پلی وینیل الکل، زمان و دمای تیمار آب میوه با هیدروژل با استفاده از روش های آماری بررسی و بهینه سازی شد.

۲- مواد و روش ها

آب میوه خرما از شرکت شهداب ارومیه تهیه شده و عملیات تیمار بر روی آن انجام گرفت. پلی وینیل الکل از شرکت آلدریچ تهیه شد. برای بررسی کدورت نمونه های آب میوه خرما از دستگاه کدورت سنج مدل N2100 ساخت شرکت HACH کشور آمریکا استفاده شد. دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل DR2800 ساخت شرکت HACH کشور آمریکا برای بررسی رنگ و شفافیت آب میوه خرما قبل و بعد از استفاده پلی وینیل الکل استفاده شد. برای تهیه محلول پلی وینیل الکل از آب دوبار تقطیر استفاده گردید.

۲-۱- عملیات تهیه آب میوه خرما

میوه خرما پس از اختلاط با آب کندانس ۶۵ درجه سانتیگراد وارد هسته گیر شده و با جدا شدن هسته محصول وارد تانکر استیل مجهز به همزن با دور ۸۰ دور در دقیقه شد. سپس آنزیم مش برای شل کردن بافت خرما به محصول اضافه شده و مدت حداقل ۲ ساعت ماند داده شد. محصول پس از سپری شدن زمان مورد نظر وارد پرس (بوخر) شده و پس از آبگیری آبمیوه تولیدی وارد مخزن آبمیوه خام گردید.

۲-۲- عملیات تیمار آب میوه خرما با استفاده از پلی وینیل الکل

۰/۵ گرم از هیدروژل به ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده شد و به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد با دور بالا همزنی گردید تا هیدروژل در آب به طور کامل حل شود. در یک ظرف شیشه ای سر بسته ۲۵۰ میلی لیتر از آب میوه خرما با حجم مشخصی از محلول پلی وینیل الکل تهیه شده مخلوط گردید و به مدت معینی همزده شد. مخلوط آب میوه خرما و محلول پلی وینیل الکل به حالت سکون قرار داده شد و بعد از مدت مشخصی هیدروژل پلی وینیل الکل در بالای مخلوط جمع شده و دو فاز کاملا جدا از هم تشکیل شد. شکل ۱ تصویر شماتیک عملیات تیمار آب میوه خرما با استفاده از پلی وینیل الکل را نشان می دهد. با استفاده از فیلتر دو فاز هیدروژل و آب میوه خرما از هم جدا سازی شد. آب میوه تیمار شده با پلی وینیل الکل برای آنالیزهای کدورت، شفافیت و رنگ آماده گردید.

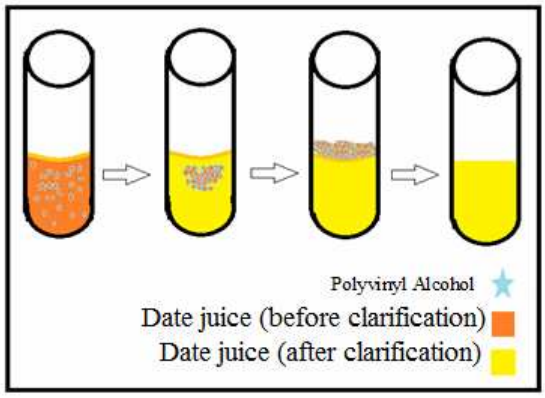

Fig 1 Scheme of clarification of date juice by polyvinyl alcohol hydrogel

۲-۳- اندازه گیری رنگ آب میوه خرما

رنگ آب میوه های تیمار شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۴۰ نانومتر در ناحیه مرئی اندازه گیری شد. برای این کار ابتدا دستگاه با آب مقطر روی عدد ۱۰۰ کالیبره شده و سپس از آب میوه فیلتر شده توسط کاغذ صافی به مقدار معین درون سل دستگاه انتقال داده و عدد نشان داده شده ثبت گردید.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

۲-٤- اندازه گیری شفافیت آب میوه خرما

شفافیت آب میوه های تیمار شده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ٦٤٠ نانومتر در ناحیه مرئی اندازه گیری شد. برای این کار ابتدا دستگاه با آب مقطر روی عدد ۱۰۰ کالیبره شده و سپس از آب میوه فیلتر شده توسط کاغذ صافی به مقدار معین درون سل دستگاه انتقال داده و عدد نشان داده شده ثبت گردید.

۲-۵- اندازه گیری کدورت آب میوه خرما

کدورت آب میوه های تیمار شده توسط دستگاه کدورت سنج اندازه گیری شد. برای این کار ابتدا دستگاه با آب مقطر روی عدد ۱۰۰ کالیبره شده و سپس از آب میوه فیلتر شده توسط کاغذ صافی به مقدار معین درون سل دستگاه انتقال داده و عدد نشان داده شده ثبت گردید.

۲-٦- شفافیت و رنگ آب میوه

آنالیز آب میوه خرما بدون تیمار با هیدروژل در بریکس ۱۲ در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد انجام پذیرفت و مقادیر کدورت= ۲۲۰، شفافیت= ۱ و رنگ = ۰/٦ ثبت گردید.

هرچه شفافیت و رنگ آب میوه خرما بالاتر (به عدد ۱۰۰ نزدیکتر باشد) باشد کیفیت محصول مطلوبتر بوده و قیمت محصول بالاتر خواهد بود. ارتباط معنی داری بین رنگ، شفافیت و کدورت آب میوه خرما وجود درد، به این ترتیب که هرچه رنگ آب میوه بیشتر باشد شفافیت بالاتر و کدورت کمتر خواهد بود. هرچه رنگ به عدد ۱۰۰ نزدیکتر باشد بهتر بوده و کیفیت محصول مطلوب است. برای محصولات استاندارد آب میوه خرما شفافیت بیشتر از ۹۰ و رنگ بیشتر از ٤٥ مورد نیاز می باشد. هرچه کدورت به صفر نزدیکتر باشد مطلوبتر است. برای نمونه های استاندارد کدورت کمتر از ۱۰ مورد نیاز می باشد.

۲-۷- طرح آماری

برای بهینه سازی پارامترهای مستقل از طرح آماری مرکب مرکزی استفاده شد. هدف از طراحی این آزمایش بررسی اثر حجم هیدروژل، زمان تیمار و دمای تیمار در میزان توانایی روش در کاهش کدورت و افزایش رنگ و شفافیت آب میوه خرما و نیز بررسی برهمکنش بین حجم هیدروژل، زمان و دمای تیمار و بدست آوردن شرایط بهینه تیمار می باشد. سه متغیر مستقل شامل حجم هیدروژل (x_1)، دمای تیمار (x_2) و زمان تیمار (x_3) در سه سطح مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس طراحی صورت گرفته ۲۰ آزمایش به صورت تصادفی انجام گرفت. سطح هر یک از فاکتورهای مستقل بر اساس آزمایش های اولیه مشخص شد. برای هر یک از دو متغیر مورد مطالعه یک سطح بالا (با کد ۱+) و یک سطح پائین (با کد ۱-) در نظر گرفته شد. اطلاعات مربوط به سطح هر یک از متغیر ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

Table 1 Variables and values based on design expert

Variables	Coded factor levels Low (-1)	0	High (+1)
F1: polyvinyl alcohol (ml)	5	10	15
F2: Temperature (^oC)	30	40	50
F3: Time (minute)	15	30	60

۳- نتایج و بحث

۳-۱- طراحی آزمایش

بر اساس مدل آماری ارائه شده در این تحقیق فهرست آزمایش های انجام شده بر اساس مدل مرکب مرکزی به صورت مقادیر واقعی در جدول ۲ ارائه شده است. این مقادیر با ستفاده از نرم افزار minitab 17 بدست آمده اند. در این جدول طرح آماری ارائه شده با سه فاکتور متغییر (حجم هیدروژل، دما و زمان تیمار) در سه سطح و پاسخ های بدست آمده گزارش شده است. پاسخ های بدست آمده شامل ۱- رنگ آب میوه، ۲- شفافیت آب میوه و ۳- کدورت آب میوه می باشد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

Table 2 List of Experiments in the CCD and the Responses of each Run

Run	F1 polyvinyl alcohol (ml)	F2 Temperature (°C)	F3 Time (minute)	Response 1 R1: Color (ICU)	Response 2 R2: Clarity	Response 3 R3: Turbidity (NTU)
1	15	40	60	12.1	54.1	42.6
2	5	30	30	14.6	65	12.9
3	5	30	15	10.2	45	19
4	10	40	30	14.7	40.8	31.1
5	15	50	60	11.7	44.6	47.5
6	10	40	30	14.7	40.8	31.1
7	15	30	15	14.3	48.2	33.1
8	10	40	30	14.7	40.8	31.1
9	5	50	60	15.2	33.1	27.5
10	10	40	30	14.7	40.8	31.1
11	10	40	15	10.3	24	44.7
12	10	50	30	12.5	25.3	39.3
13	5	50	15	11.3	34	49
14	10	40	15	10.3	24	44.7
15	5	40	30	15.5	51	34.9
16	10	40	60	12.7	40.8	31.1
17	10	40	30	14.7	40.8	31.1
18	10	30	30	14.7	40.8	31.1
19	15	50	15	8.5	20.9	63
20	15	30	60	11.7	53.6	41.1

برای آنالیز پاسخ های بدست آمده بر اساس طراحی صورت گرفته سه معادله درجه ۲ چند جمله ای ارائه می شود که پاسخ های بدست آمده را به عنوان تابعی از سه فاکتور حجم هیدروژل، دما و زمان تیمار گزارش می کند. این مدل یک رابطه خطی توان ۲ می باشد که رابطه متقابل بین دو فاکتور را نشان می دهد.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^{3} \beta_i x_i + \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=i+1}^{3} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^{3} \beta_{ii} x_{ii}^2 \quad (1)$$

این مدل سه پاسخ ۱- رنگ آب میوه، ۲- شفافیت آب میوه و ۳- کدورت آب میوه بر اساس سه فاکتور حجم هیدروژل، دما و زمان تیمار را ارتباط می دهد.

در این معادله x_i و x_j فاکتورهای مستقل و β_0 β_i و β_{ij} ضرایب رگراسیون بدست آمده از روش حداقل مربعات می باشند. نتایج نشان داد که یک مدل چند جمله ای مرتبه دوم برای بیان ارتباط واقعی بین پاسخ ها و متغییر های مستقل کافی می باشد. در نهایت برای رسیدن به یک مدل ساده و واقع گرایانه عبارت هایی را که اهمیت کمتری دارند (P>۰/۰۵) بر اساس فرایند حذف برگشتی از مدل ارائه شده حذف شدند البته این حذف تا زمانی تداوم یافت که ضریب تبیین اصلاح شده (R^2_{adj}) افزایش می یافت. مدلهای بدست آمده برای پاسخ های مختلف همراه با ضرایب تبیین در جدول ۳ گزارش شده است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

Table 3 Some Characteristics of the Constructed Models

Responses (Y)	Regression equation	Coefficient	Value
Y = β_0 + β_1 PVA (mL) + β_2 $T(^{\circ}C)$ + β_3 $time(min)$ + β_4 PVA (mL) × PVA (mL) + β_5 $time(min)$ × $time(min)$ + β_6 $T(^{\circ}C)$ × $T(^{\circ}C)$ + β_7 PVA (mL) × $T(^{\circ}C)$ + β_8 PVA (mL) × $time(min)$ + β_9 $time(min)$ × $T(^{\circ}C)$			
Date juice color	R^2= 0.961 $R^2_{adjusted}$= 0.934 R^2_{pred}= 0.792	β_0	0.540
		β_1	0.189
		β_2	0.420
		β_3	0.3006
		β_4	0.0377
		β_5	-0.0055
		β_6	-0.0072
		β_7	-0.0252
		β_8	----
		β_9	0.0066
Date juice clarity	R^2= 0.895 $R^2_{adjusted}$= 0.846 R^2_{pred}= 0.662	β_0	20.4
		β_1	-12.58
		β_2	3.09
		β_3	2.005
		β_4	0.627
		β_5	0.0502
		β_6	-0.0231
		β_7	----
		β_8	----
		β_9	----
Date juice turbidity	R^2= 0.893 $R^2_{adjusted}$= 0.860 R^2_{pred}= 0.805	β_0	-27.8
		β_1	1.444
		β_2	1.787
		β_3	-0.174
		β_4	----
		β_5	0.0148
		β_6	---
		β_7	----
		β_8	----
		β_9	0.0276

۳-۲- بررسی ارتباط بین متغیرها به روش رویه پاسخ[6]

از روش رویه پاسخ برای ارائه مدل برای بیان ارتباط بین فاکتورها (متغیرها) و پاسخ های اندازه گیری شده استفاده می شود. با استفاده از روش رویه پاسخ به صورت گرافیکی می توان شرایط بهینه آزمایش را از طریق منحنی های سه بعدی به صورت دقیق به دست آورد. منحنی های رویه پاسخ در شکل های ۲ تا ٤ نمایش داده شده است. شکل ۲ منحنی رویه پاسخ رنگ آب میوه خرما بر اساس پارامترهای دما- زمان تیمار، دما- حجم هیدروژل و زمان- حجم هیدروژل ، شکل ۳ منحنی رویه پاسخ شفافیت آب میوه خرما بر اساس پارامترهای دما- زمان تیمار، دما- حجم هیدروژل و زمان- حجم هیدروژل و شکل ٤ نیز منحنی رویه پاسخ کدورت آب میوه خرما بر اساس پارامترهای دما- زمان تیمار، دما- حجم هیدروژل و زمان- حجم هیدروژل را نشان می دهد. نتایج حاصل از منحنی های رویه پاسخ نشان می دهد که در هر سه پاسخ رنگ، شفافیت و کدورت آب میوه خرما ارتباط معنی داری بین فاکتورهای دما و زمان تیمار و حجم هیدروژل استفاده شده وجود دارد. با توجه به نتایج بدست آمده هر چه

[6] Response Surface Methodology (RSM)

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

حجم هیدروژل بیشتر می شود شرایط مطلوب کیفیت آب میوه (رنگ و شفافیت بالا و کدورت پایین) بدتر می شود که احتمالا به دلیل پخش شدن ذرات هیدروژل در داخل آب میوه در حجم های بالا می باشد. تا دمای ۳۵ در جه سانتی گراد با افزایش دما برهمکنش آب میوه و هیدروژل نیز افزایش می یابد و بنابراین باعث بهبود کیفیت می شود ولی در دماهای بالاتر از ۳۵ در جه سانتی گراد احتمال پخش شدن ذرات هیدروژل در داخل آب میوه بیشتر شده و کیفیت کاهش می یابد. زمان تیمار تا ٤٠ دقیقه اثر مطلوبی بر کیفیت دارد ولی هرچه زمان بیشتر می شود با برگشت عوامل کدورت زا از داخل هیدروژل به آب میوه کیفیت کاهش می یابد.

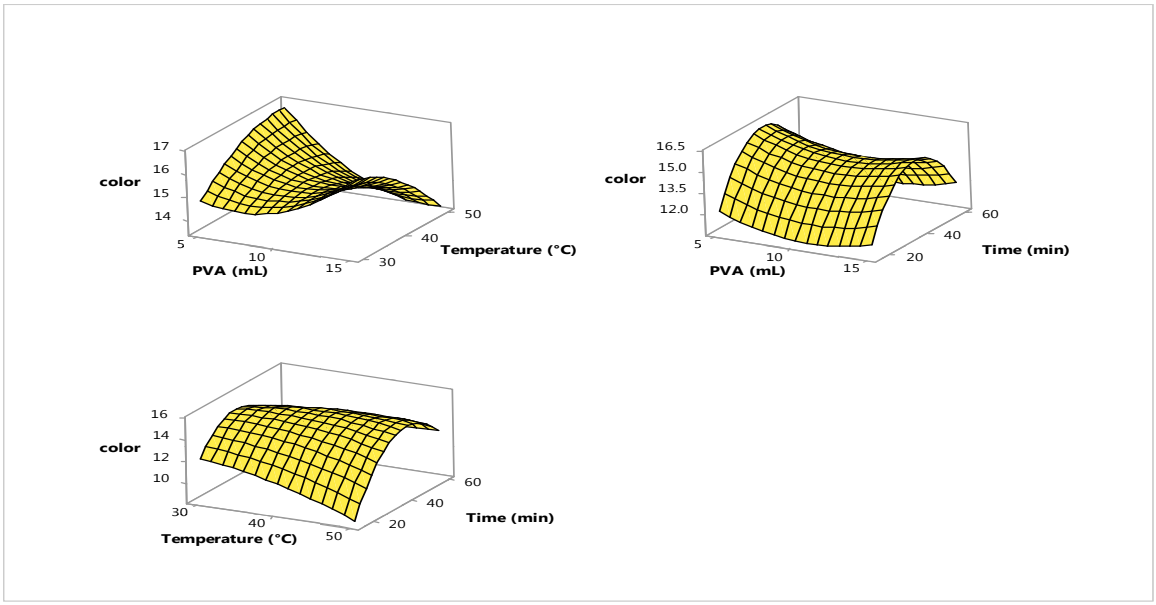

Fig 2 Response surfaces of date juice color based on variables

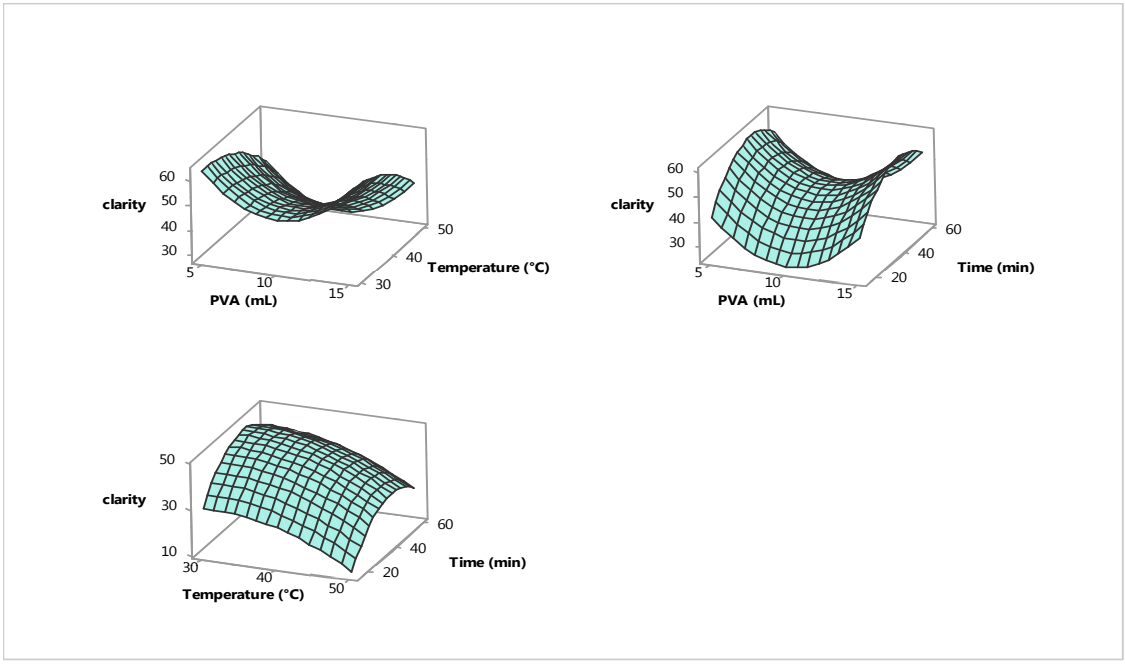

Fig 3 Response surfaces of date juice clarity based on variables

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

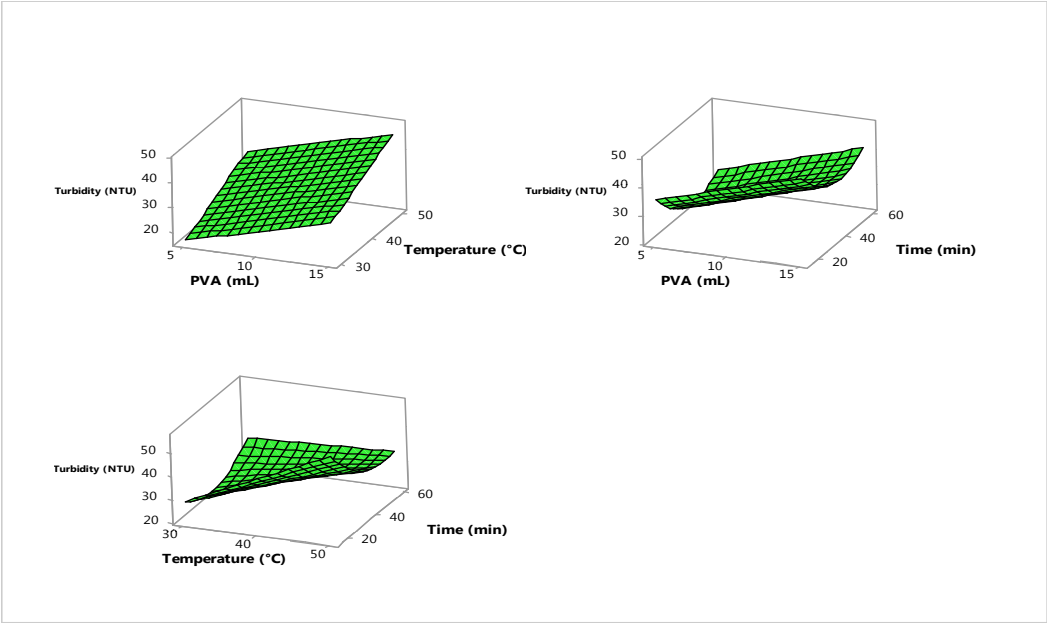

Fig 4 Response surfaces of date juice turbidity based on variables

۳-۳- انتخاب شرایط بهینه تیمار آب میوه خرما با پلی وینیل الکل

در بهینه سازی با چند هدف[۷] ممکن است شرایط بهینه یک پاسخ با شرایط بهینه پاسخ های دیگر همسو نباشد بنابراین معمولا از دو روش گرافیکی یا روش عددی برای یافتن منطقه قابل قبول استفاده می شود. در این مطالعه از روش گرافیکی استفاده شده که در حقیقت مدلهای پاسخهای مختلف بر روی هم قرار گرفته اند و منطقه بهینه[۸] مشخص شده است. شکل ۵ منحنی های تابع مطلوبیت[۹]، شفافیت، رنگ و کدورت آب میوه خرما بر اساس فاکتورهای دما و زمان تیمار و حجم هیدروژل را نشان می دهد. تابع مطلوبیت بر اساس فاکتورهای بررسی شده متفاوت می باشد، این تابع برای کدورت کمترین مقدار، برای رنگ و شفافیت بیشترین مقدار را شامل می شود. همانطور که از شکل ۵ مشخص است با افزایش حجم پلی وینیل الکل تابع مطلوبیت از لحاظ پاسخ شفافیت ابتدا کاهش و سپس افزایش می یابد، از لحاظ پاسخ رنگ مطلوبیت افزایش می یابد و از لحاظ پاسخ کدورت تابع مطلوبیت کاهش می یابد، در حالی که برآیند تابع مطلوبیت ترکیبی[۱۰] با افزایش حجم پلی وینیل الکل کاهش می یابد. برای بدست آوردن نقطه بهینه کلی تابع مطلوبیت ترکیبی در نظر گرفته می شود. بنابراین برای بدست آوردن شرایط بهینه دما و زمان تیمار آب میوه خرما نیز تابع مطلوبیت ترکیبی در نظر گرفته می شود. جدول ٤ شرایط بهینه بدست آمده بر اساس منحنی های رویه پاسخ و منحنی های تابع مطلوبیت را نشان می دهد.

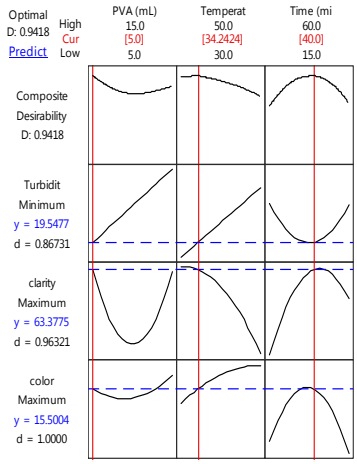

Fig 5 Desirability plot of date juice clarity, turbidity and color based on variables

7. Multiobjective optimization
8. Optimum zone
9. Desirability

10. Composite Desirability

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

جدول ٤ شرایط بهینه انتخاب شده از منحنی های رویه پاسخ تیمار آب میوه خرما با پلی وینیل الکل را نشان می دهد.

Table 4 Optimum Conditions Obtained by Response Surface Modeling

Selected values	Optimum values	Variable name
5	5 and 15	F1: Polyvinyl Alcohol (ml)
40	38-42	F2: Time (minute)
34	32-36	F3: Temperature (C0)

٤- نتیجه گیری

پلی وینیل الکل (PVA) به عنوان یک هیدروژل مناسب توانایی استخراج و یا حذف رنگ های مختلف از محیط های مختلف را دارد. با توجه به خاصیت تورمی بالای پلی وینیل الکل و نیز عدم انحلال آن در آب از این هیدروژل در کاهش کدورت و افزایش رنگ و شفافیت آب میوه خرما استفاده شده است. تست های اولیه استفاده از پلی وینیل الکل به صورت مخلوط با آب میوه خرما نشان داد که این هیدروژل به راحتی توانایی کاهش کدورت و افزایش رنگ و شفافیت را دارد. شرایط لازم برای بهینه سازی عملکرد تیمار آب میوه خرما بوسیله پلی وینیل الکل با استفاده از روش های آماری انجام پذیرفت. از روش طرح مرکب مرکزی برای بررسی اثر حجم هیدروژل، دما و زمان تیمار آب میوه خرما در کارایی روش ارائه شده و نیز برهمکنش های احتمالی بین سه فاکتور ذکر شده استفاده شد. نتایج بدست آمده وجود برهمکنش بین حجم هیدروژل، دما و زمان تیمار را نشان داد. روش آماری رویه پاسخ نیز برای بدست آوردن شرایط بهینه روش جدید ارائه شده استفاده شد و بهترین شرایط برای حجم هیدروژل، دما و زمان تیمار آب میوه بدست آمد. نتایج بدست آمده نشان داد که در شرایط بهینه پلی وینیل الکل بهترین کارایی برای کاهش رنگ و کدورت و افزایش رنگ و شفافیت آب میوه خرما را دارد و لذا از روش مذکور می توان کیفیت آب میوه خرمای درجه ۲ یا ۳ را تا حد مطلوبی افزایش داد.

٥- تشکر و قدردانی

این تحقیق با مساعدت و همکاری دانشگاه ارومیه و شرکت شهداب ارومیه انجام پذیرفته است که بدین وسیله از ایشان تشکر و قدردانی می شود.

٦- منابع

[1] Bell, C. L., Peppas, N. A. 1995. Biomedical membranes from hydrogels and interpolymer complexes. advanced Polymer Science,122: 125-131.

[2] Buchholz, F. L., Graham, T. 1998. Modern Superadsorbent Polymer Technology. Wiley-VCH, New York, Chapter 1:4.

[3] Crini, G. 2005. Recent developments in polysaccharide-based materials used as adsorbents in wastewater treatment. Progress Polymer Science, 30, 38-45.

[4] Zohuriaan-Mehr, M.J., Kabiri, K. 2008. Superabsorbent Polymer Materials: A Review, Iranian Polymer Journal, 17: 451-477.

[5] Li, X., Xu, S., Pen, Y., Wang, J. 2008. The Swelling Behaviors and Network Parameters of Cationic Starch-g-Acrylic Acid/Poly (dimethyldiallylammonium chloride) Semi-Interpenetrating Polymer Networks Hydrogels. Journal of Applied Polymer Science, 110: 1828-1836.

[6] Kabiri, K., Omidian, H., Hashemi, S. A., Zohuriaan-Mehr, M. J. 2003. Concise synthesis of fast-swelling superabsorbent hydrogels: effect of initiator concentration on porosity and absorption rate. Journal of Polymer Material, 20: 17–22.

[7] Maolin, Z., Jun, L., Min, Y., Hongfei, H. 2000. The swelling behaviour of radiation

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

prepared semi-interpenetrating polymer networks composed of polyNIPAAm and hydrophilic polymers. Radiation Physcal Chemistry, 58: 397–400.

[8] Kara, A., Uzun, L., Besirli, N., Denizli, A. 2004. Poly(ethylene glycol dimethacrylate-n-vinyl imidazole) beads for Heavy Metal Removal. Journal of Hazardous Materal, 106: 93-99.

[9] Varshney, L. 2007. Role of natural polysaccharides in radiation formation of PVA–hydrogel wound dressing. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B, 255: 343–9.

[10] Gupta, V. K., Mittal, A., Krishnan, L., Mittal, J. 2006. Adsorption treatment and recovery of the hazardous dye, Brilliant Blue FCF, over bottom ash and de-oiled soya. Jornal of Colloid Interface Science, 293: 16.

[11] Han, R., Wang, Y., Zou, W., Wang, Y., Shi, J. 2007. Comparison of linear and nonlinear analysis in estimating the Thomas model parameters for methylene blue adsorption onto natural zeolite in fixed-bed column. Jurnal of Hazardous Material, 145: 331-337.

[12] Hobani, A. I. 1998. Rheological behavior of date-water concentrates. Junal of Food Engineering, 36: 349-357.

[13] Gabsi, K., Trigui, M., Barrington, S., Noureddine Helal, A., Taherian, A. 2013. Evaluation of rheological properties of date syrup. Junal of Food Engineering, 117: 165-172.

[14] Razavi, M. A., HabibiNajafi, M. B., Alaee, z. 2007. The time independentrheological properties of low fat sesame paste/date syrup blends as a function of fat substitutes and temperature. Food Hydrocolloids, 21: 198-202.

[15] Hassan, B. H. 1992. Viscometricbehaviour of single strength and concentrated date water extracts. Journal of King Saud University, 4:3-13.

[16] Kulkarni, S. G., Vijayanand, P., Shubha, L. 2010. Effect of processing of dates into date juice concentrate and appraisal of its quality haracteristics. Journal of Food Science and Technology, 47: 157-161.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

Application of Polyvinyl Alcohol hydrogel to improve quality of date Juice

Pirsa, S. [1*], Mazhari, M. M. [2]

1. Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
2. Afagh higher education institute, Urmia, Iran.

(Received: 2016/02/19 Accepted: 2016/04/06)

Hydrogel products constitute a group of polymeric materials, the hydrophilic structure of which renders them capable of holding large amounts of water in their three-dimensional networks. Extensive employment of these products in a number of industrial and environmental areas of application is considered to be of prime importance. As expected, natural hydrogels were gradually replaced by synthetic types due to their higher water absorption capacity, long service life, and wide varieties of raw chemical resources. In this work as an industrial application of hydrogels, Polyvinyl Alcohol (PVA) as a famous hydrogel was used to improve date concentrate quality (increase clarity and color and decrease turbidity). The PVA 0.5 g L^{-1} was provided in water and mixed with 250 ml of date Juice samples. The Central Composite Design (CCD) and Response Surface Methodology (RSM) were used to study the interaction between tree factors (PVA volume, the time and the temperature of interaction) and optimize factors that affect quality imrovement. Results showed that PVA has good capability to improve date Juice quality. The volume of PVA; 5 ml, time; 40 min and temperature; 34 °C were obtained as optimum conditions.

Keywords: Hydrogel, Polyvinyl alcohol, Date Juice, Quality improvement, Central Composite Design (CCD).

* Corresponding Author E-Mail Address: pirsa7@gmail.com

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]