(مقاله پژوهشی)

بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی پرتقالی غنی‌سازی شده با ژل آلوئه‌ورا

زینب گرائیلی[۱]، علیرضا صادقی ماهونک[۲*]، شیما کاوه[۳]

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۲-دانشیار،گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

۳-دانشجوی دکتری شیمی مواد غذایی، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۴

چکیده

در سال‌های اخیر شناسایی خواص سلامتی بخش آلوئه‌ورا منجر به افزایش توجه محققین به پتانسیل آن در غنی‌سازی محصولات غذایی گشته است. هدف از این پژوهش تولید نوشیدنی فراسودمند بر پایه‌ی آب پرتقال با استفاده از ژل آلوئه‌ورا بود. تاثیر غلظت‌های مختلف ژل آلوئه‌ورا (۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۴۰ درصد) بر خواص آنتی‌اکسیدانی (فعالیت مهار رادیکال DPPH، میزان ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و اسید آسکوربیک) و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (اسیدیته، pH، بریکس، رطوبت، خاکستر و ویسکوزیته) نوشیدنی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا در فرمولاسیون خاصیت آنتی-اکسیدانی نوشیدنی افزایش یافت به‌طوریکه با افزایش غلظت آلوئه‌ورا از ۲۰ به ۴۰ درصد، فعالیت مهار رادیکال DPPH از ۴۲/۷۹ درصد به ۶۵/۲۶ افزایش یافت. میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی و محتوای اسید آسکوربیک نمونه با غلظت ۴۰ درصد آلوئه‌ورا، به‌ترتیب ۶۶/ ۶۹ (mg/ml)، ۶/۹۳ (mg/ml) و ۷۷/۱ (mg/100ml) محاسبه شد. مقدار این ترکیبات در تمامی نمونه‌ها پس از پاستوریزاسیون به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. نتایج آزمون‌های فیزیکوشیمیایی نشان داد که با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا، میزان اسیدیته، بریکس، ویسکوزیته و شاخص روشنایی رنگ نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری افزایش و pH به‌میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت. نتایج ارزیابی حسی نشان داد که نمونه حاوی ۳۰ درصد ژل آلوئه‌ورا از بیشترین پذیرش کلی برخوردار بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ژل آلوئه‌ورا با دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به‌طور موفقیت آمیزی در گسترش تولید نوشیدنی‌های فراسودمند مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آلوئه‌ورا، آنتی‌اکسیدان، پرتقال، غنی سازی، نوشیدنی فراسودمند.

* مسؤول مکاتبات: sadeghiaz@yahoo.com

۱-مقدمه

افزایش روزافزون آگاهی و توجه مصرف کنندگان به کیفیت و سلامتی مواد غذایی منجر به افزایش توجه و تولید موادغذایی فراسودمند از جمله نوشیدنی‌های گیاهی در سراسر دنیا شده است. مصرف میوه و سبزیجات به‌دلیل دارا بودن ترکیبات فنولی[1]، فلاونوئیدی[2] و آنتی‌اکسیدانی دارای اثرات مفیدی از جمله کاهش فشار خون (۹) و کاهش ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی می‌باشد(۱۸). آب میوه‌ها از بهترین نوشیدنی‌ها هستند، زیرا با در اختیار داشتن املاح و ویتامین‌ها، ضمن رفع عطش، بخش قابل توجهی از نیاز بدن به ویتامین‌ها را تامین می‌کنند (۷). در اغلب موارد زود هضم و جذب می‌گردند، بنابراین مواد مغذی آن با سرعت بیشتری جذب شده، بدون آن که بدن انرژی غیر ضروری صرف گوارش و جذب آن‌ها نماید (۳۱). همچنین این مواد به شکل آسان و کارآمد سموم و ضایعات را از بدن می‌زدایند (۲۷). نوشیدنی‌های بر پایه آب‌میوه در ایران به دو دسته تقسیم می‌شود: نوشیدنی‌های سنتی که شواهد فراوانی در غیر بهداشتی بودن آن‌ها وجود دارد و نوشیدنی‌های صنعتی که به طور عمده به علت استفاده از افزودنی‌ها و نگهدارنده‌ها نه تنها اثری مطلوب بر سلامتی نداشته، بلکه به سبب مصرف بالای آن‌ها عامل تهدید کننده‌ای نیز برای سلامت مصرف‌کننده محسوب می‌شوند (۳). آلوئه‌ورا گیاهی است نیمه گرمسیری که در ظاهر شبیه کاکتوس بوده اما به خانواده *Liliaceae* تعلق دارد (۲۴). برگ گیاه آلوئه‌ورا از سه قسمت اصلی پوست، لایه لعاب مانند و ژل آلوئه تشکیل شده است، که ژل آن مهم‌ترین قسمت گیاه می‌باشد؛ زیرا مطالعات نشان داده است این ژل دارای مواد موثره مختلفی مانند عناصر معدنی ضروری، ویتامین‌ها (B، C ، A و E)، ترکیبات زیست فعال، آنتی‌اکسیدان‌ها، پروتئین‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها و پلی‌ساکاریدها می‌باشد (۱۵). ترکیبات موجود در ژل آلوئه‌ورا دارای خاصیت ضد باکتریایی، ضد کلسترول، ترمیم التهاب و زخم‌ها و ضد دیابت هستند. ژل آلوئه‌ورا پتانسیل استفاده در غذا به عنوان ماده‌ی نگهدارنده و به‌جای اکسید سولفور در نگهداری از میوه‌جات و سبزیجات را دارا می‌باشد (۴۱). میوه‌ی مرکبات حاوی املاح و سرشار از ویتامین‌های A، B و C بوده که جنبه دارویی و غذایی دارند. نارینجین[3]، هسپریدین[4]، روتین[5] و نئوهسپریدین[6] از جمله فلاونوئیدهای مهم مرکبات محسوب می‌شوند، که اثرات ضدسرطانی و توموری هسپریدین و نارنجین در سرطان سینه که رایج‌ترین بیماری سرطان در زنان است، به اثبات رسیده است (۳۷). در میان مرکبات، پرتقال بعد از سیب از پر مصرف‌ترین میوه در دنیا می‌باشد. میزان مقاومت به سرمای پرتقال نسبت به سایر مرکبات متوسط بوده و با داشتن تنوع ارقام، در مناطق زیادی از دنیا پراکنده شده است (۴). رئیسی و همکاران (۱۳۹۱) با تولید نوشیدنی فراسودمند پرتقال با استفاده از عصاره سبوس برنج گزارش کردند که با افزودن عصاره سبوس برنج ترکیباتی از جمله، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی نوشیدنی حاصل افزایش پیدا کرد و منجر به تولید محصولی با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مطلوب شد (۲). هارگاوا و همکاران (۲۰۱۴) با غنی‌سازی نکتار نارنگی با ژل آلوئه‌ورا، افزایش ارزش تغذیه‌ای نوشیدنی حاصل را گزارش کردند (۱۰). ساسی کومار و همکاران (۲۰۱۳) و بوقانی (۲۰۱۲)، به‌ترتیب با افزودن ژل آلوئه‌ورا به نوشیدنی انگور–زنجبیل و خربزه درختی، افزایش قابل توجه در زمان ماندگاری محصول را مشاهده کردند (۱۲ و ۴۰). راماچانداران و ناگاراجان (۲۰۱۴)، با تولید نوشیدنی پاپایا–آلوئه‌ورا، گزارش کردند که استفاده از آلوئه‌ورا منجر به افزایش ترکیبات زیست‌فعال، قابلیت نگهداری وپذیرش کلی نوشیدنی حاصل شد(۳۸). گراوس و همکاران (۲۰۱۶)، با تولید نوشیدنی پرتقال حاوی پنتاپپتید حاصل از سبوس برنج، افزایش زمان ماندگاری محصول را گزارش کردند و بیان کردند که این نوشیدنی دارای پتانسیل جلوگیری و

1- Phenolic Compounds
2- Flavonoid
3- Naringin
4- Hesperidin
5- Rutin
6- Neohesperidin

درمان سرطان پروستات را داراست (۲۲). وان و همکاران (۲۰۱۸)، با تولید نوشیدنی پرتقال حاوی ایزوله پروتئینی آب‌پنیر و بتاگلوکان یولاف، بیان کردند که این نوشیدنی دارای ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی مطلوب بوده و قابلیت تولید در مقیاس صنعتی را دارد (۴۵). بنابراین هدف از این پژوهش تولید نوشیدنی فراسودمند آلوئه‌ورا بر پایه‌ی آب پرتقال و بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی حاصل بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

مواد شیمیایی مورد استفاده با درجه آزمایشگاهی و از شرکت مرک تهیه شدند. کنسانتره پرتقال از کارخانه کنسانتره مرکبات رامسر تهیه و تا شروع آزمایش در فریزر با دمای ۱۸-درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. آلوئه‌ورا از گلخانه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و شکر از شرکت فناوران قند پارس تهیه گردید.

۲-۲- آماده‌سازی نمونه

۲-۲-۱- تهیه ژل

پس از شستشوی سطحی برگ‌ها، ابتدا اپیدرم ضخیم (پوسته) توسط تیغ جراحی برش داده شد و ژل جدا گردید. پارانشیم در ظرف حاوی آب مقطر به منظورتلخی‌زدایی غوطه‌ور شد؛ سپس محتویات بعد از مدت ۵ دقیقه آبکش گردید و پارانشیم از آب خارج شد. آن‌گاه ژل‌ها توسط رنده‌ی نایسردایسر به ابعاد ۴×۴ میلیمتر برش داده شد (۱۶).

۲-۲-۲- تهیه فرمولاسیون نوشیدنی

به منظور تهیه‌ی نمونه شاهد ابتدا کنسانتره‌ی پرتقال (۳/۵ درصد وزنی/حجمی)، شکر (۸/۵ درصد وزنی/حجمی) و پکتین(۰/۳درصد وزنی/ وزنی) با یکدیگر مخلوط و با آب به حجم ۲۰۰ میلی‌لیتر رسانده شدند. سپس نمونه‌ها توسط دستگاه هموژنایزر، یکنواحت شدند. برای تهیه سایر تیمارها نسبت کنسانتره، شکر و پکتین ثابت ماند؛ آن گاه میزان۲۰،۲۵،۳۰ و۴۰ درصد از آب فرمولاسیون، توسط ژل آلوئه‌ورا جایگزین شد. نمونه‌ها به دو قسمت تقسیم شده و در بطری‌های ۲۰۰ میلی‌لیتری تیره نگهداری شدند.

۲-۲-۳- پاستوریزاسیون

به منظور پاستوریزاسیون، نمونه‌ها به‌مدت ۵ دقیقه در بن‌ماری (مدل WB14، شرکت Memert، ساخت آلمان) در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد، سپس به‌مدت ۵ دقیقه در حمام آب یخ قرار داده شدند تا از کاهش تدریجی دما جلوگیری شود. سپس نمونه‌ها در دما یخچال نگهداری شدند (۴۲).

۲-۳- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

۲-۳-۱- اندازه‌گیری مواد جامد محلول (بریکس[1])

میزان مواد جامد محلول بر اساس روش استاندارد ۲۶۸۵ ملی ایران و با استفاده از دستگاه رفراکتومتر (مدل ABBE، بلرژیک)، در دمای محیط تعیین گردید (۱).

۲-۳-۲- اندازه‌گیری pH

pH نمونه‌ها دردمای محیط و با استفاده از pH متر Knick مدل ۷۶۶ ساخت آلمان، اندازه‌گیری شد.

۲-۳-۳- اندازه‌گیری اسیدیته

به‌علت رنگی بودن نمونه‌ها و عدم تشخیص رنگ به موقع در اندازه‌گیری اسیدیته به روش تیتراسیون، اندازه‌گیری اسیدیته به روش پتانسیومتری انجام شد (۱). به‌این صورت که در ابتدا ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر با ۱۰گرم از نمونه درون یک بشر ریخته شد و روی هم‌زن مغناطیسی قرار داده شد. سپس الکترود pH متر درون بشر قرار گرفت. سپس محلول سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال با استفاده از بورت به‌صورت قطره قطره به نمونه اضافه شد تا زمانیکه pH نمونه به ۸/۱ رسید. سپس حجم هیدروکسید سدیم مصرفی یادداشت گردید و از طریق معادله ۱ اسیدیته نمونه محاسبه شد.

1- Brix

(۱)

$$\text{اسیدیته کل بر حسب اسیدسیتریک} = \frac{(ml)\text{حجم سود مصرفی} \times 0/0064}{\text{وزن نمونه}(g)} \times 100$$

۲-۳-٤- رطوبت و خاکستر

اندازه‌گیری میزان رطوبت و خاکستر نمونه‌ها مطابق استاندارد ملی ایران به شماره‌ی ۲۶۸۵ (۱)، به ترتیب با استفاده از آون ^0C ۱۵۰ و کوره ^0C ۵۰۰، اندازه‌گیری شد.

۲-۳-۵-اندازه‌گیری ویسکوزیته

ویسکوزیته‌ی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه ویسکومترچرخشی بروکفیلد و با اسپیندل شماره‌ی S00 در محدوده‌ی سرعت چرخش ۵ تا ۲۰۰ دوردردقیقه و در دمای ۲۵°C اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب که ۱۰۰ میلی لیتر از نمونه را داخل بشر ریخته و اسپندل را داخل آن غوطه ور کرده و میزان گرانروی ظاهری و گشتاور ثبت شد و سپس بر اساس داده های به دست آمده و به کمک معادله ها و روابط خاص رابطه بین تنش برشی- سرعت برشی محاسبه شد و بر این اساس برای مقایسه بین ویسکوزیته ظاهری نمونه ها سرعت برشی s^{-1} ۶۱/۲ مورد استفاده قرار گرفت (۱۱).

۲-۳-٦- میزان اسید آسکوربیک

در جهت اندازه‌گیری مقدار اسید آسکوربیک نمونه‌ها به‌این صورت عمل شد که به ۵ گرم نمونه، ۲۰ میلی‌لیترمحلول متافسفریک اسید ۳٪ اضافه شد و به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای محیط نگهداری و در مرحله بعد با کاغذ صافی، فیلتر شد. ۵ میلی‌لیتر محلول صاف شده توسط محلول ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل (DCIP) تیتر شد، تا زمانی‌که رنگ صورتی ۱۵ ثانیه ثابت ماند (۳۴). مقدار اسید آسکوربیک توسط معادله ۲ محاسبه گردید:

(۲)

$$\text{Vit C} = \frac{(e \times d \times b)}{a \times u} \times 100$$

e= حجم محلول DCIP مصرف شده، d(فاکتور رنگ) = مقدار محلول رنگی مصرفی جهت تیتراسیون استاندارد÷۰/۵، b= حجم متافسفریک اسید، c= حجم محلول برداشته شده جهت تیتراسیون و a= وزن نمونه.

۲-۳-۷- میزان فنول کل

مقدار کل ترکیبات فنولی بر اساس روش فولین- سیوکالته انجام شد (۴۳). به طور خلاصه ۲/۲۱ میلی لیتر نوشیدنی سانتریفوژ شده (۳۵۰۰rpm به مدت ۱۵ دقیقه) با ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین به خوبی مخلوط شد. پس از گذشت ۵ دقیقه،۳۰۰ میکرولیتر محلول سدیم کربنات ۲۰٪ (وزنی/حجمی) به آن افزوده شد. محلول حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در شرایط بدون نور و دمای اتاق نگهداری شد. سپس جذب آن با دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر خوانده شد. میزان فنول کل با استفاده از معادله‌ی به دست آمده از منحنی استاندارد محاسبه و نتایج بر حسب غلظت اسید گالیک (میلی‌گرم در لیتر) بیان شد.

۲-۳-۸- اندازه‌گیری ترکیبات فلاونوئیدی

سنجش میزان فلاونوئید کل، با روش رنگ سنجی آلومینیوم کلرید با روش چانگ و همکاران (۱۶) اندازه‌گیری شد. به‌این صورت که ۰/۵ میلی‌لیتر از نمونه سانتریفیوژ شده با مقدار ۱/۵ میلی‌لیتر متانول خالص و سپس ۰/۱ میلی‌لیتر کلرید آلومینیم (۱۰درصد) و ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم (۱ میلی‌مولار) به خوبی مخلوط شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شد. سپس جذب آن در طول موج ۴۱۵ نانومتر خوانده شد. از کوئرستین به‌عنوان استاندارد برای رسم منحنی کالیبراسیون استفاده شد.

۲-۳-۹- فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH

ابتدا یک میلی‌لیتر نوشیدنی سانتریفیوژ شده (۳۵۰۰ rpm به مدت ۱۵ دقیقه) با۱ میلی‌لیتر محلول متانولی ۰/۰۶ میلی‌مولار DPPH مخلوط شد و پس از قرار دادن محلول حاصل به‌مدت ۲ ساعت در تاریکی (در دمای محیط)، جذب آن در طول موج ۵۱۵ نانومتر خوانده شد (۳۰). میزان مهار رادیکال آزاد DPPH طبق معادله‌ی ۳ محاسبه شد:

(۳)

$$\text{مهار رادیکال } DPPH(\%) = \frac{\text{جذب نمونه} - \text{جذب کنترل}}{\text{جذب کنترل}}$$

۲-۳-۱۰- رنگ سنجی

جهت ارزیابی رنگ نمونه‌ها از روش پردازش تصویر (۲۹)، استفاده شد. در این روش تصویر برداری با یک اسکنر HP مدل G3110، انجام شد. مقادیر L^*، a^* و b^* نمونها با استفاده از نرم افزار image j تعیین گردید.

۲-۳-۱۱- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها به روش هدونیک ۹ نقطه‌ای (۹ برای بهترین حالت و ۱ برای بدترین حالت) برای هر یک از ویژگی‌های رنگ، قوام، طعم، آروما، احساس دهانی و پذیرش کلی انجام شد. این آزمون توسط ۱۲ نفر ارزیاب آموزش دیده انجام شد.

۲-٤- تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمایشات در سه تکرار انجام شد. نتایج با استفاده از نرم افزار SAS مورد بررسی قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها به وسیله آزمون دانکن در سطح ۵٪ انجام شد. نمودار ها به وسیله نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ رسم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی مواد اولیه

جدول ۱، میانگین مقادیر خصوصیات فیزیکوشیمیایی ژل آلوئه‌ورا و کنسانتره پرتقال به‌کار رفته در این پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول۱- خصوصیات فیزیکو شیمیایی ژل آلوئه‌ورا و کنسانتره پرتقال

مواد اولیه	رطوبت (درصد)	مواد جامد محلول (Brix)	خاکستر (درصد)	اسیدیته (درصد)	pH
ژل آلوئه‌ورا	۹۸/۸۲±۰/۳	۱/۱±۰/۲	۰/۲۳٤±۰/۰۲	۰/۱۱±۰/۰۳	٤/۱۳±۰/۵
کنسانتره پرتقال	۳۷/۱۳±۲/۰	٦۲/۰۳±۰/۳	۲/۷۷±۰/۳	۲/۱۱±۰/۲	۳/۲۳±۰/۲٦

۳-۲- بریکس

بریکس بیانگر میزان مواد جامد محلول در محصول می‌باشد و از مهم‌ترین فاکتورهای موثر در کیفیت نوشیدنی محسوب می‌شود. با توجه به جدول ۲، افزودن ژل آلوئه‌ورا به کنسانتره پرتقال باعث افزایش میزان بریکس در نوشیدنی گردید. بیشترین میزان بریکس (۱۱/۴۷)، مربوط به نمونه با غلظت ۴۰٪ بود. این امر به‌دلیل افزایش میزان املاح و مواد جامد موجود در نوشیدنی به‌دلیل افزودن ژل آلوئه‌ورا می‌باشد و همچنین، پاستوریزاسیون منجر به تبدیل مواد جامد نامحلول به محلول گشته در نتیجه بریکس نمونه‌ها افزایش یافته است (۵). این نتایج در تطابق با یافته‌های حمید و همکاران (۲۰۱۴) می‌باشد که با تولید نکتار مخلوطی از هویج و پرتقال با ژل آلوئه‌ورا گزارش کردند با افزایش میزان آلوئه‌ورا، میزان بریکس نمونه‌ها افزایش یافت (۲۳).

جدول۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی تیمارهای نوشیدنی آلوئه‌ورا - پرتقال

تیمار	بریکس	اسیدیته (٪)	pH	خاکستر (٪)
٪۲۰	۱۱/۰٤^{d}	۰/۳۲^{d}	۳/۷۵^{a}	۹/۱۰۲^{d}
٪۲۵	۱۱/۱٤^{c}	۰/۳۷^{c}	۳/٦٤^{b}	۹/۱٦٦^{c}
٪۳۰	۱۱/۲٤^{b}	۰/٤۱^{b}	۳/۵۸^{c}	۹/۲۰۳^{b}
٪٤۰	۱۱/٤۷^{a}	۰/٤۸^{a}	۳/٤^{d}	۹/۲۵^{a}

*میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده‌ی عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال $p<۰/۰۵$ می‌باشند.

۳-۳- اندازه‌گیری میزان pH و اسیدیته

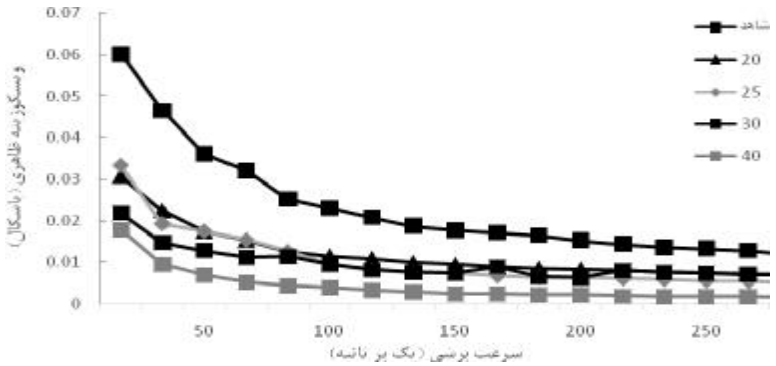
همان طور که در جدول شماره ۲ مشاهده می‌شود، افزایش میزان غلظت ژل آلوئه‌ورا به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش اسیدیته و کاهش pH نمونه‌ها گردید. میزان اسیدیته و pH نمونه‌ها به‌ترتیب در محدوده‌ی ۰/۴۸-۰/۳۲ درصد و ۳/۷۵-۳/۴ به‌دست آمد. این امر می‌تواند به‌دلیل اسیدهای سالیسیلیک و اسیدهای فنلی موجود در ژل آلوئه‌ورا باشدکه افزایش غلظت آن، منجر به افزایش اسیدیته و در نتیجه کاهش pH، نوشیدنی گردید. این نتایج در تطابق با یافته‌های مانوهاران و راماسامی (۲۰۱۳) و حمید و همکاران (۲۰۱۴)، است که به‌ترتیب با تولید بستنی و نکتار هویج- پرتقال حاوی آلوئه‌ورا، افزایش اسیدیته و کاهش pH را با افزایش غلظت آلوئه‌ورا گزارش کردند (۳۳ و ۲۳).

۳-٤- خاکستر

محتوای خاکستر شاخصی از مواد معدنی کل در یک محصول می‌باشد. با توجه به جدول ۲، افزایش میزان غلظت ژل آلوئه‌ورا منجر به افزایش معنی‌داری در میزان خاکستر نمونه‌ها شد ($p<0/05$). بیشترین میزان خاکستر (۹/۲۵ ٪) مربوط به تیمار ۴۰٪ بود. به‌طور میانگین مواد معدنی مانند کلسیم، منیزیم، فسفر و پتاسیم، ۱۶٪ از ژل آلوئه‌ورا را تشکیل می‌دهند، بنابراین افزایش غلظت آن در نوشیدنی منجر به افزایش خاکستر نمونه‌ها شده است (۳۵). این نتایج مشابه یافته‌های حمید و همکاران (۲۰۱۴) و هارگاوا و همکاران (۲۰۱۴) بود (۲۳ و ۱۰).

۳-۵- ویسکوزیته

با توجه به شکل ۱، با افزایش سرعت برشی، ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها کاهش یافت، که این مطلب بیانگر رفتار غیر نیوتنی (رقیق شونده با برش) است. کابرال و همکاران (۲۰۰۷) و چین و همکاران (۲۰۰۹۹)، به‌ترتیب با تولید کنسانتره توت سیاه و آب پوملو رفتار رقیق شونده با برش را در این نمونه‌ها گزارش کردند (۱۴ و ۱۹). رئیسی و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که افزودن عصاره سبوس برنج به نوشیدنی پرتقال منجر به رفتار غیر نیوتنی نمونه‌ها شد و در کلیه تیمارها رفتار رقیق شونده با برش مشاهده گردید (۲).



نمودار ۱- ویسکوزیته- سرعت برشی نوشیدنی آلوئه‌ورا-پرتقال

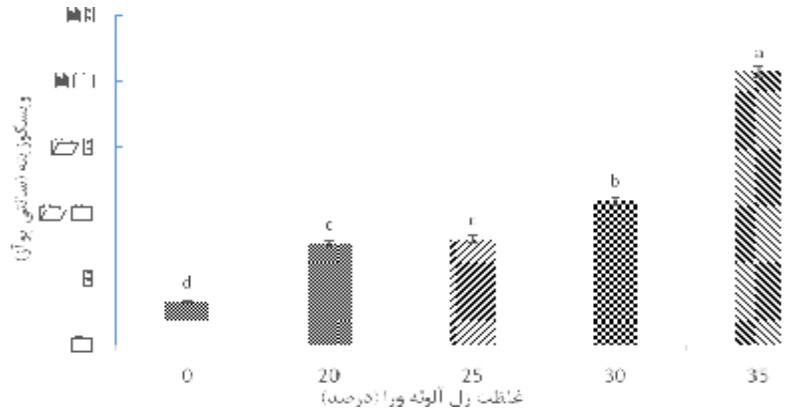
n (اندیس رفتار جریان) شاخصی در تعیین رفتار سیالات می‌باشد. هرچه میزان n نمونه‌ها به یک نزدیک‌تر شود، رفتار سیال به سمت سیالات نیوتنی گرایش می‌یابد و هرچه به سمت صفر نزدیک‌تر شود رفتار سیال به سیالات غیر نیوتنی نزدیک‌تر است. همانطور که جدول ۳ نشان می‌دهد، میزان n تمامی نمونه‌های حاوی ژل کمتر از یک است که این امر نیز تاییدی بر رفتار رقیق شونده با برش نمونه‌ها است. با افزایش میزان پالپ ژل آلوئه‌ورا در فرمولاسیون نوشیدنی مقدار ضریب قوام نمونه‌ها افزایش یافت؛ به‌طوری که بیشترین ضریب قوام نمونه‌ها (۰/۱۱۹ پاسکال ثانیه) به نمونه

۴۰٪ و کمترین میزان (۰/۰۳۸ پاسکال ثانیه) به نمونه‌ی شاهد مربوط بود. مقادیر بالای ضریب تبیین حاکی از مناسب بودن مدل قانون توان، برای این نوشیدنی می‌باشد.

جدول۳- پارامترهای مدل قانون توان نمونه‌های نوشیدنی ژل آلوئه‌ورا- پرتقال

نمونه غلظت ژل آلوئه‌ورا(٪)	K (ضریب قوام) (pa.sn)	n (اندیس رفتار جریان)	R2
۰	۰/۰۳۸۵	۰/۳۹	۰/۹۹٤
۲۰	۰/۰٤۰	۰/٦٥	۰/۹۹۷
۲٥	/۰٤۲	۰/٦۰	۰/۹۹٤
۳۰	۰/۰٥۱	۰/٥۷	۰/۹۹۹
٤۰	۰/۱۱۹	۰/٥٦	۰/۹۹۹

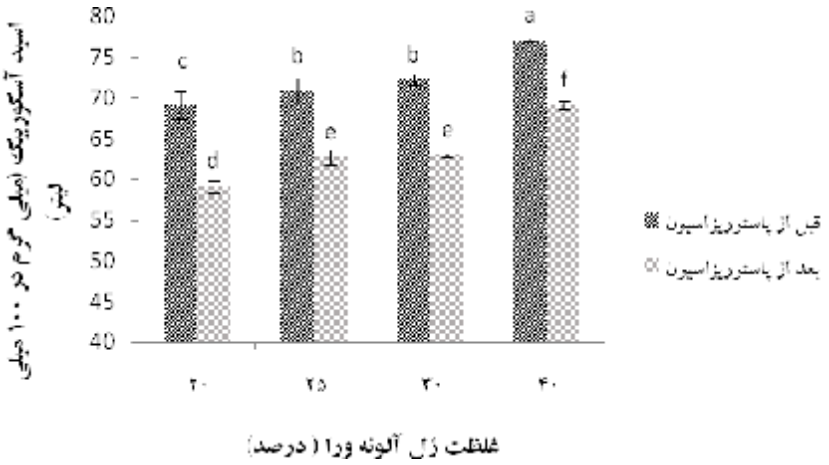
افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا، به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش ویسکوزیته‌ی ظاهری نمونه‌ها شد (شکل ۲)، به‌طوریکه بیشترین (۲۰/۷ سانتی‌پوآز) و کمترین (۳/۲۷ سانتی‌پوآز) میزان ویسکوزیته ظاهری به‌ترتیب در نمونه‌های۴۰٪ و شاهد مشاهده شد. الباندی و همکاران (۲۰۱۴)، نیز با افزودن ژل آلوئه‌ورا، افزایش میزان ویسکوزیته نکتار انبه را از ۱۲۲ به ۱۵۱ سانتی پوآز، گزارش کردند (۲۰). افزایش ویسکوزیته را می‌توان به بالاتر رفتن محتوای مواد جامد محلول به واسطه افزایش غلظت دانست که این پدیده منجر به کاهش حرکت‌های مولکولی و تشکیل فیلم‌های داخل شبکه‌ای می‌شود و در نتیجه ویسکوزیته افزایش می‌یابد (۲۵).



نمودار۲- ویسکوزیته نوشیدنی آلوئه‌ورا-پرتقال در سرعت برشی (s^{-1}) ٦۱/۲

۳-٦- میزان اسید آسکوربیک

اسید آسکوربیک به علت حساسیت به حرارت، به عنوان شاخص بحرانی کیفیت در تولید و نگهداری آب‌میوه‌ها و تخمین حفظ مواد مغذی در محصولات غذایی در نظر گرفته می‌شود. همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا میزان اسید آسکوربیک نمونه‌ها افزایش یافت. الباندی و همکاران (۲۰۱۴)، نیز افزایش میزان اسیدآسکوربیک را با افزایش میزان آلوئه‌ورا در تولید نکتار انبه گزارش کردند (۲۰). میزان اسید آسکوربیک نمونه‌ها بعد از پاستوریزاسیون به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوریکه بیشترین میزان اسید آسکوربیک قبلا از پاستوریزاسیون ۷۷/۱ (میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) بود و پس از آن به ۶۹/۱۳ (میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر) کاهش یافت، که نشان‌دهنده تخریب اسیدآسکوربیک می‌باشد. اسید آسکوربیک، یکی از مواد مغذی اساسی در آب‌میوه مرکبات و ژل آلوئه‌ورا است که به‌راحتی در شرایط نامساعد تخریب می‌گردد. تجزیه و تخریب آن بیشتر در طی فرآیندهای اکسیداتیو روی می‌دهد که در حضور نور، حرارت، اکسیژن، پراکسیدان‌ها و آنزیم‌ها تشدید می‌یابند (۶). بنابراین از عوامل موثر در کاهش میزان اسید آسکوربیک نوشیدنی آلوئه‌ورا – پرتقال حرارت اعمال شده طی پاستوریزاسیون است. این نتایج در تطابق با یافته‌های کلوپوتک و همکاران (۲۰۰۵) و کاپاساکالیز و همکاران (۲۰۰۰)، می‌باشد که به‌ترتیب با تولید نوشیدنی آب توت‌فرنگی و آب پرتقال، کاهش میزان اسیدآسکوربیک را پس از فرآیند پاستوریزاسیون گزارش کردند (۲۶ و ۲۹).



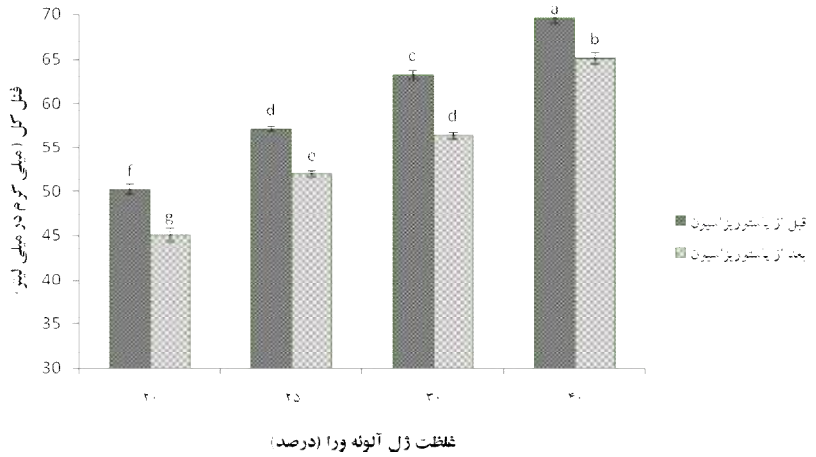
نمودار۳- میزان اسید آسکوربیک نوشیدنی آلوئه‌ورا-پرتقال

۳-۷- میزان فنول کل

مقدار ترکیبات فنولی موجود در موادغذایی گیاهی به عوامل مختلفی مانند، ژنتیک، ترکیب خاک، شرایط آب و هوایی، میزان رسیدگی و عملیات پس از برداشت بستگی دارد. ترکیبات فنولی دارای اثرات سلامتی بخش زیادی مانند آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطان و جهش در انسان می‌باشند (۲۱). اهمیت ترکیبات فنولی در صنعت مواد غذایی رو به افزایش است چرا که منجر به تاخیر اکسیداسیون چربی‌ها و در نتیجه بهبود کیفیت و ماندگاری مواد غذایی می‌گردند (۴۷). مطالعات نشان داده است که آلوئه‌ورا حاوی ۱۲ آنتراکینون[1] متفاوت می‌باشد (۱۷). شناخته‌شده‌ترین این ترکیبات فنولی، آلوین[2] و امودین[1] می‌باشند که اثرات ضد

1- Anthraquinone
2- Aloin

درد، ضد باکتریایی و ضد ویروسی آنها به اثبات رسیده است. محتوای فنولی کل به‌صورت میلی‌گرم اسیدگالیک در میلی‌لیتر نمونه و بر اساس معادله‌ی خط (۰/۸۹۹۸ $=r^2$ ،$y=۰/۰۰۱۱x-۰/۰۰۲۵$) محاسبه شد. با توجه به شکل ۴، افزایش میزان غلظت آلوئه‌ورا منجر به افزایش محتوای کل ترکیبات فنولی نمونه‌ها شد، میزان فنول کل نمونه‌ها پس از پاستوریزاسیون به‌طور معنی داری کاهش یافت، به‌طوریکه میزان فنول کل نمونه‌ها قبل از پاستوریزاسیون در محدوده‌ی ۶۹/۶۶-۵۰/۳ و پس از آن ۶۳/۱۶-۴۱/۵۶ (میلی‌گرم اسیدگالیک در میلی‌لیتر نمونه) بود. ($p<۰/۰۵$). مطالعات نشان داده است که اکثر فرآیندهای حرارتی از جمله پاستوریزاسیون منجر به کاهش میزان فنول کل نمونه‌ها می‌شوند (۴۴). نتایج مشابهی در تحقیقات مهدوی و همکاران (۲۰۱۰) و زایگزان و همکاران(۲۰۰۹) به ترتیب با تولید نوشیدنی پرتقال و آبمیوه‌ی مرکبات گزارش گردید (۳۲ و ۴۸). هارگاوا و همکاران (۲۰۱۴) نیز با غنی سازی نکتار کینوا با ژل آلوئه‌ورا، کاهش میزان ترکیبات فنولی را پس از فرآیند پاستوریزاسیون گزارش کردند (۱۰).

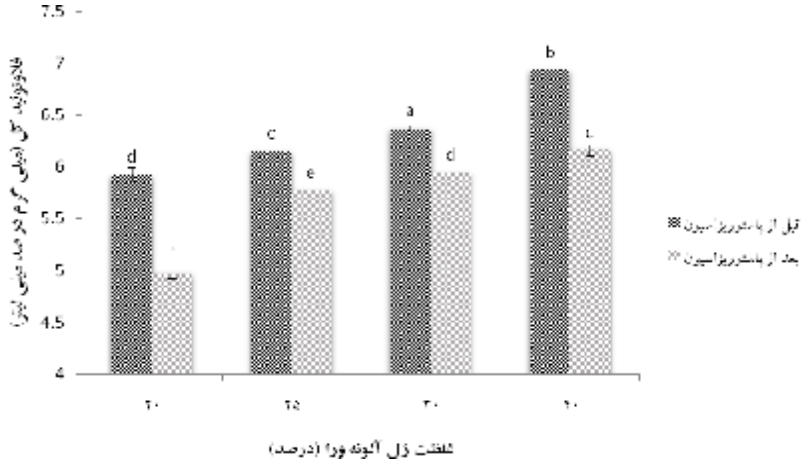


نمودار٤- میزان ترکیبات فنولی نوشیدنی آلوئه‌ورا-پرتقال

1- Emodin

۳-۸- میزان ترکیبات فلاونوئیدی

فلاونوئیدها ترکیباتی قطبی با وزن مولکولی پایین هستند که از آمینواسیدهای آروماتیک مانند فنیل آلانین و تیروزین مشتق شده‌اند. این ترکیبات به عنوان به‌دام اندازنده‌ی گونه‌های اکسیدکننده مانند آنیون سوپراکسید، رادیکال هیدروکسیل و رادیکال‌های پراکسی و خاموش کننده‌ی اکسیژن یگانه عمل می‌کنند، همچنین آن‌ها دارای اثر ضدمیکروبی نیز می‌باشند (۲۸). در این پژوهش، افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا به‌میزان قابل ملاحظه‌ای منجر به افزایش ترکیبات فلاونوئیدی نمونه‌ها گشت (شکل ۵). نتایج مقایسه‌ی میزان فلاونوئید نمونه‌های پاستوریزه شده نسبت به نمونه‌های پاستوریزه نشده، نشان دهنده‌ی کاهش ترکیبات فلاونوئیدی بود.این امر می‌تواند به‌دلیل حساسیت ترکیبات فلاونوئیدی موجود در نوشیدنی‌های مورد بررسی به حرارت باشد. براسیلی و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی تاثیر فرآیند پاستوریزاسیون بر میزان ترکیبات فلاونوئیدی دو گونه آب پرتقال گزارش کردند که پاستوریزاسیون در گونه‌ی *Bahia* به‌طور معنی‌داری منجر به کاهش میزان ترکیبات فلاونوئیدی گشت اما در گونه‌ی *Cara Cara* میزان ترکیبات فلاونوئیدی افزایش یافت. آن ها علت این امر را ساختار متفاوت ترکیبات فلاونوئیدی موجود در دو گونه‌ی پرتقال مورد بررسی دانستند و بیان کردند که تاثیر فرآیند پاستوریزاسیون بر میزان ترکیبات فلاونوئیدی به ماتریکس ماده ی غذایی مورد فرآوری بستگی دارد (۱۳). مورا و همکاران (۲۰۰۹) نیز با بررسی تاثیر فرآیند پاستوریزاسیون بر میزان ترکیبات فلاونوئیدی آب پرتقال، افزایش میزان فلاونوئید را گزارش کردند آنها علت این امر را تبخیر آب در حین فرآیند دانستند (۳۶).

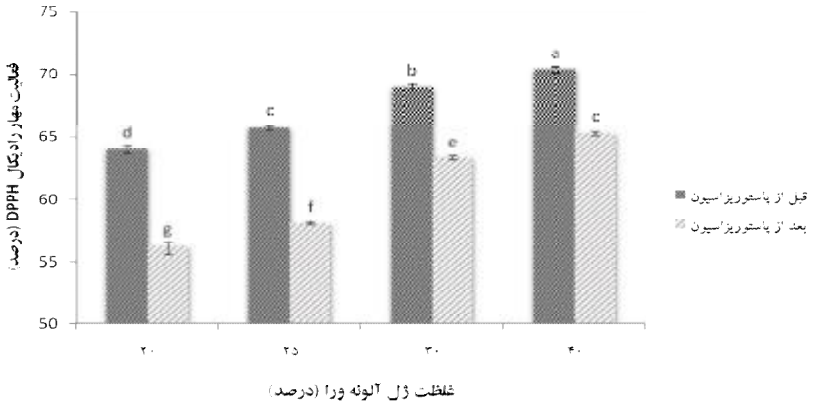


نمودار۵- میزان ترکیبات فلاونوئیدی نوشیدنی آلوئه‌ورا-پرتقال

۳-۹-فعالیت مهار رادیکال DPPH

آزمون مهار رادیکال DPPH، از روش‌های معتبر، دقیق و آسان جهت ارزیابی فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات در شرایط آزمایشگاهی می‌باشد. با افزایش غلظت یا درجه هیدروکسیلاسیون ترکیبات فنولی فعالیت مهار رادیکال DPPH افزایش می‌یابد که به‌عنوان فعالیت آنتی‌اکسیدانی تعریف می‌شود. این روش در غلظت‌های بسیار کم نیز قابل استفاده است که به‌دلیل حساسیت زیاد رادیکال DPPH، به ترکیبات اهداءکننده‌ی هیدروژن می‌باشد که باعث تبدیل آن به فرم غیررادیکالی و کاهش جذب در ۵۱۷ نانومتر می‌گردد. همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت آلوئه‌ورا فعالیت مهار رادیکال DPPH به‌میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. با افزایش غلظت ترکیبات فنولی، به دلیل افزایش تعداد گروه‌های هیدروکسیل موجود در محیط و در نتیجه افزایش احتمال اهداء هیدروژن به رادیکال آزاد، فعالیت مهار رادیکال DPPH افزایش می‌یابد (۳۹). پس از فرآیند پاستوریزاسیون فعالیت

آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که با نتایج مربوط به‌میزان ترکیبات فنولی نمونه‌ها همخوانی دارد، مطالعات نشان داده است که بین میزان ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی رابطه‌ی مستقیمی وجود دارد. بنابراین با توجه به اینکه ترکیبات فنولی به نور و حرارت حساس هستند، پس طی پاستوریزاسیون تخریب شده، در نتیجه قدرت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌ها کاهش یافته است. این نتایج موافق با یافته‌های حمید و همکاران (۲۰۱۴) می‌باشد، آن ها کاهش فعالیت مهار رادیکال DPPH بعد از فرآیند پاستوریزاسیون را تخریب ترکیبات فنولی، بتا کاروتن و سایر ترکیبات زیست‌فعال دانستند (۲۳). اما در پژوهش انجام شده توسط آرنا و همکاران (۲۰۰۰) نتایج حاکی از افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های آب پرتقال خونی پس از فرایند پاستوریزاسیون بود، آن ها علت این امر را تشکیل ترکیباتی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی مانند ترکیبات حاصل از واکنش مایلارد بیان کردند (۸).



نمودار٦- فعالیت مهار رادیکال DPPH نوشیدنی آلوئه‌ورا - پرتقال

۳-۱۰- رنگ‌سنجی

رنگ اولین شاخصی است که نظر مصرف‌کنندگان را به خود جلب می‌کند و نقش مهمی در بازارپسندی محصولات غذایی بر عهده دارد. علاوه بر این، رنگ شاخصی از تغییراتی است که طی نگهداری و فرآوری مواد غذایی به وقوع می‌پیوندند. جدول ۴، شاخص‌های رنگی نمونه‌ها را نشان می‌دهد.L^* نشان‌دهنده‌ی میزان روشنایی (۱۰۰) یا تاریکی (۰)، a^* بیانگر میزان قرمزی (مثبت) یا سبزی (منفی) و b^* میزان زردی (مثبت) یا آبی بودن نمونه‌ها می‌باشد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا میزان روشنایی و ته رنگ قرمز نمونه‌ها افزایش و میزان زردی نمونه‌ها کاهش یافت. ژل آلوئه‌ورا، تقریبا بدون رنگ و شفاف است بنابراین افزایش غلظت آن می‌تواند دلیلی بر افزایش میزان روشنایی نمونه‌ها باشد، از سوی دیگر تجزیه و تخریب پیگمان‌های کاروتنوئیدی پس از پاستوریزاسیون نیز دلیلی دیگر بر افزایش میزان روشنایی نمونه‌ها می‌باشد (۴۶). حمید و همکاران (۲۰۱۴) با افزایش میزان آلوئه ورا، کاهش میزان روشنایی و افزایش میزان قرمزی و زردی نوشیدنی‌های تولیدی را گزارش کردند. این تفاوت در نتایج می‌تواند به دلیل تفاوت در گونه و غلظت آلوئه ورای مورد استفاده در فرمولاسیون و همچنین شرایط متفاوت فرآوری نمونه‌ها باشد (۲۳).

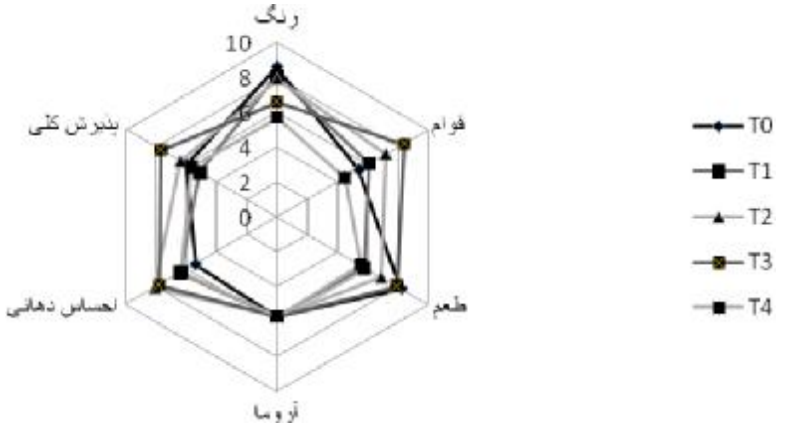
جدول٤- شاخص‌های رنگی نوشیدنی آلوئه‌ورا - پرتقال

غلظت ژل آلوئه‌ورا(٪)	L*	a*	b*
۰	۳۳/۸۹^{c}	-۱۲/۷۸^{c}	۳٤/۷^{a}
۲۰	۳۸/۰۵^{b}	-۱۰/۷٤^{b}	۲۵/۵٤^{b}
۲۵	۳۸/۷۹^{b}	-۱۰/۸^{b}	۲۲/۱۹^{c}
۳۰	٤۰/۳۲^{b}	-۱۰/۱^{a}	۲۱/۰۵^{d}
٤۰	٤۲/٦۷^{a}	-/۹/۹^{a}	۱۷/۰۹^{e}

*میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده‌ی عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال $p<۰/۰۵$ می‌باشند.

۳-۱۱- ارزیابی حسی

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های آلوئه‌ورا- پرتقال در شکل ۷ نشان داده شده است. از نظر آروما هیچ گونه اختلاف معنی‌داری بین تیمارها و نمونه‌ی شاهد مشاهده نشد. در مورد قوام، نمونه شاهد و نمونه (T4) کمترین امتیاز و نمونه (T3) بیشترین امتیاز را به‌دست آوردند. با توجه به نتایج، کمترین و بیشترین امتیاز رنگ به‌ترتیب مربوط به نمونه‌ی (T4) و (T0) بود و بین سایر نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نمونه (T3) و (T2) بیشترین امتیاز را در رابطه با شاخص احساس دهانی کسب کردند و نمونه (T3) با کسب بیشترین امتیاز از نظر پذیرش کلی به عنوان بهترین نمونه انتخاب شد. این نتایج گویای این می‌باشد که افزایش بیش از حد غلظت ژل آلوئه‌ورا (۴۰ درصد) سبب افزایش بیش از حد تلخی و غلظت نوشیدنی شده است و منجر به کاهش مطلوبیت آن از نظر مصرف کنندگان گردیده است، بنابراین می‌توان با افزودن ژل آلوئه‌ورا تا ۳۰ درصد به آب پرتقال به نوشیدنی فراسودمند و مطلوب از نظر ویژگی‌های حسی و مطابق با ذائقه ایرانی دست یافت. ساسی کومار و همکاران (۲۰۱۳)، با تولید نوشیدنی آلوئه‌ورا بر پایه انگور فرنگی پرداختند و گزارش کردند که با افزایش میزان آلوئه‌ورا تا سطح ۷۰٪، ظاهر، رنگ، مزه، طعم و پذیرش کلی نوشیدنی افزایش یافت (۴۰). بوقانی و همکاران (۲۰۱۲)، با تولید نوشیدنی پاپایای غنی سازی شده با ژل آلوئه‌ورا، بیان کردند که افزودن ژل آلوئه‌ورا به‌میزان ۱۰٪ باعث بهبود طعم، مزه و پذیرش کلی در نوشیدنی شد (۱۲). به‌طور کلی میزان قابل قبول ژل آلوئه‌ورا برای غنی‌سازی نوشیدنی‌ها از نظر مصرف کنندگان، به پایه‌ی نوشیدنی، گونه‌ی آلوئه‌ورای مورد استفاده و شرایط فرآوری و فرمولاسیون نوشیدنی بستگی دارد.



شکل۷- ارزیابی حسی نوشیدنی آلوئه‌ورا-پرتقال

٤-نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ژل آلوئه‌ورا می‌تواند بدون تاثیر در پذیرش کلی محصول، تا ۳۰ درصد در فرمولاسیون نوشیدنی بر پایه آب پرتقال، مورد استفاده قرار گیرد. با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا ویسکوزیته نمونه‌ها افزایش یافت و با افزایش سرعت برشی، ویسکوزیته ظاهری نمونه‌ها کاهش یافت، که این نکته بیانگر رفتار غیر نیوتنی(رقیق شونده با برش) نمونه‌ها می‌باشد. ژل آلوئه‌ورا به‌دلیل دارا بودن ویتامین‌ها و ترکیبات زیست فعال منجر به افزایش قابلیت آنتی‌اکسیدانی آب پرتقال گشت؛ به‌طوریکه نمونه حاوی ۳۰ درصد آلوئه‌ورا قادر به مهار رادیکال DPPH به‌میزان ۶۳/۲۹ درصد بود. با توجه به تمایل عموم مردم به استفاده از محصولات غذایی با خواص سلامتی بخش و وجود مقادیر قابل ملاحظه‌ای از ترکیبات زیست‌فعال مانند اسید آسکوربیک، ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در ژل آلوئه‌ورا و قابلیت آنتی‌اکسیدانی قابل توجه آن، کاربرد ژل آلوئه‌ورا در تولید نوشیدنی‌ها می‌تواند گامی موثر در گسترش تولید محصولات غذایی فراسودمند و بهبود سطح سلامتی جامعه باشد.

٥-منابع

۱. رئیسی، ف.، رضوی، س ه.، حجت الاسلامی، م.، کرامت، ج. ۱۳۹۱. تولید نوشیدنی فراسودمند با استفاده از عصاره سبوس برنج.، *مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران*، سال هفتم، شماره ٤، صفحات ۵۳-٤۵

۲. عسگری، ا. نورمرادی، ح.، دل پیشه، ع.، کریمی، ز. ۱۳۸۹. بررسی کیفیت میکروبی آب میوه های تازه در آب میوه فروشی‌های شهر ایلام. *مجله تحقیقات سلامت*، سال ششم، شماره چهارم، زمستان، صفحات۸۰۱ -۷۹٤.

۳. فتوحی قزوینی، ر. و فتاحی مقدم، ج. ۱۳۸۵. پرورش مرکبات در ایران، انتشارات دانشگاه گیلان، چاپ دوم، صفحه۳۰۵

٤. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۷۳. روش‌های آزمون آبمیوه‌جات. استاندارد ملی ایران، ۲٦۸۵، چاپ اول.

۵. نعمتی, آ, علیزاده، م، قاسم پور, ز. ۲۰۱۷. ارزیابی ویژگیهای حسی و فیزیکوشیمیایی در نوشیدنی پرتقالی تهیه شده از پرمیت هیدرولیزشده. *علوم و صنایع غذایی ایران, دوره* ١٤، شماره ٦٦, ۳۱۳-۳۰۵.

6. Ahmed, M., Ahmad, A., Chatha, Z.A. and Dilshad, S.M.R. 2008. Studies on preparation of ready to serve mandarin (Citrus reticulata) diet drink. *Pak. J. Agri. Sci*, *45*(4), pp.470-476.
7. Al-Jedah, J.H. and Robinson, R.K. 2002. Nutritional value and microbiological safety of fresh fruit juices sold through retail outlets in Qatar. *Pakistan Journal of Nutrition*, *1*(2), pp.79-81.
8. Arena, E., Fallico, B. and Maccarone, E. 2001. Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents, concentration process and storage. *Food Chemistry*, *74*(4), pp.423-427.
9. Bazzano, L.A., Li, T.Y., Joshipura, K.J. and Hu, F.B. 2008. Intake of fruit, vegetables, and fruit juices and risk of diabetes in women. *Diabetes care*.
10. Bhargawa, S., Kapoor, S., Ranote, P.S. and Sharma, S. 2014. Studies on aloe juice supplemented kinnow nectar. *Res J Agriculture and Forestry Sci*, *2*(8), pp.14-20.
11. Bodbodak, S., Kashaninejad, M., Hesari, J. and Razavi, S.M.A. 2013. Modeling of Rheological Characteristics of "Malas Yazdi "(Punicia granatum L.) Pomegranate Juice. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *15*(5), pp.961-971.
12. Boghani, A.H., Abdul, R. and Hashmi, S.I. 2012. Development and storage studies of blended papaya-Aloe vera ready to serve (RTS) beverage. *Journal of Food Processing and Technology*, *3*(10).
13. Brasili, E., Chaves, D.F.S., Xavier, A.A.O., Mercadante, A.Z.,

domestic cooking. *Food Research International*, *42*(1):210-215.
22. Graves, A.M., Hettiarachchy, N., Rayaprolu, S., Li, R., Horax, R. and Seo, H.S. 2016. Bioactivity of a rice bran–derived peptide and its sensory evaluation and storage stability in orange juice. *Journal of food science*, *81*(4): H1010-H1015.
23. Hamid, G.H., El-Kholany, E.A. and Nahla, E.A. 2014. Evaluation of Aloe vera gel as antioxidant and antimicrobial ingredients in orange-carrot blend nectars. *Middle East j*, *3*(4):1122-1134.
24. Hamman, J., 2008. Composition and applications of Aloe vera leaf gel. *Molecules*, *13*(8):1599-1616.
25. Hernandez, E., Chen, C.S., Johnson, J. and Carter, R.D., 1995. Viscosity changes in orange juice after ultrafiltration and evaporation. *Journal of Food Engineering*, *25*(3):387-396.
26. Kabasakalis, V., Siopidou, D. and Moshatou, E. 2000. Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage. *Food chemistry*, *70*(3):325-328.
27. Kiefer, I., Prock, P., Lawrence, C., Wise, J., Bieger, W., Bayer, P., Rathmanner, T., Kunze, M. and Rieder, A. 2004. Supplementation with mixed fruit and vegetable juice concentrates increased serum antioxidants and folate in healthy adults. *Journal of the American College of Nutrition*, *23*(3):205-211.
28. Klimczak, I., Małecka, M., Szlachta, M. and Gliszczyńska-Świgło, A., 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, *20*(3-4):313-322.
29. Klopotek, Y., Otto, K. and Böhm, V., 2005. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(14):5640-5646.
30. Kukić, J., Popović, V., Petrović, S., Mucaji, P., Ćirić, A., Stojković, D. and Soković, M. 2008. Antioxidant and antimicrobial activity of Cynara Hassimotto, N.M. and Lajolo, F.M. 2017. Effect of Pasteurization on Flavonoids and Carotenoids in Citrus sinensis (L.) Osbeck cv.'Cara Cara'and 'Bahia'Juices. *Journal of agricultural and food chemistry*, *65*(7):1371-1377.
14. Cabral, R.A.F., Orrego-Alzate, C.E., Gabas, A.L. and Telis-Romero, J. 2007. Rheological and thermophysical properties of blackberry juice. *Food Science and Technology*, *27*(3): 589-595.
15. Calvin, J., 2008. Aloe vera: Plant history uses and benefits. *Disabeld world towards tomorrow*.
16. Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M. and Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis*, *10*(3).
17. Chang, X.L., Chen, B.Y. and Feng, Y.M. 2011. Water-soluble polysaccharides isolated from skin juice, gel juice and flower of Aloe vera Miller. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, *42*(2): 197-203.
18. Cheel, J., Theoduloz, C., Rodríguez, J.A., Caligari, P.D. and Schmeda-Hirschmann, G. 2007. Free radical scavenging activity and phenolic content in achenes and thalamus from Fragaria chiloensis ssp. chiloensis, F. vesca and F. x ananassa cv. Chandler. *Food Chemistry*, *102*(1):36-44.
19. Chin, N.L., Chan, S.M., Yusof, Y.A., Chuah, T.G. and Talib, R.A. 2009. Modelling of rheological behaviour of pummelo juice concentrates using master-curve. *Journal of Food Engineering*, *93*(2):134-140.
20. Elbandy, M.A., Abed, S.M., Gad, S.S.A. and Abdel-Fadeel, M.G. 2014. Aloe vera gel as a functional ingredient and natural preservative in mango nectar. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, *9*(2):191-203.
21. Faller, A.L.K. and Fialho, E. 2009. The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after

40. Sasi Kumar, R., Ray, R.C., Paul, P.K. and Suresh, C.P. 2013. Development and storage studies of therapeutic ready to serve (RTS) made from blend of Aloe vera, Aonla and ginger juice. *J Food Process Technol*, *4*(232): 2.
41. Sharrif Moghaddasi, M. and Verma, S.K. 2011. International Journal of Biological & Medical Research. *Int J Biol Med Res*, *2*(1): 466-471.
42. Singh, S., Khemariya, P. and Rai, A. 2014. Process optimization for the manufacture of lemon based beverage from hydrolyzed whey. *Journal of food science and technology*, 51(4): 691-699.
43. Slinkard, K. and Singleton, V.L. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American journal of enology and viticulture*, *28*(1):49-55.
44. Vallverdú-Queralt, A., Medina-Remón, A., Andres-Lacueva, C. and Lamuela-Raventos, R.M. 2011. Changes in phenolic profile and antioxidant activity during production of diced tomatoes. *Food chemistry*, *126*(4):1700-1707.
45. Wan, W. and Xu, B. 2018. Development of an orange juice beverage formulated with oat beta-glucan and whey protein isolate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.
46. Wibowo, S., Vervoort, L., Tomic, J., Santiago, J.S., Lemmens, L., Panozzo, A., Grauwet, T., Hendrickx, M. and Van Loey, A. 2015. Colour and carotenoid changes of pasteurised orange juice during storage. *Food Chemistry*, *171*, pp.330-340.
47. Wojdyło, A., Oszmiański, J. and Czemerys, R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food chemistry*, *105*(3): 940-949.
48. Zvaigzne, G., Karklina, D., Seglina, D. and Krasnova, I., 2009. Antioxidants in various citrus fruit juices. *Chemine Technologija*, *3*(52) :56-61.
cardunculus extracts. *Food chemistry*, *107*(2):.861-868.
31. La Vecchia, C., Altieri, A. and Tavani, A. 2001. Vegetables, fruit, antioxidants and cancer: a review of Italian studies. *European Journal of Nutrition*, *40*(6):261-267.
32. Mahdavi, R., Nikniaz, Z., Rafraf, M. and Jouyban, A. 2010. Determination and Comparison of Total Polyphenol and. *Pakistan Journal of Nutrition*, *9*(10):.968-972.
33. Manoharan, A.P. and Ramasamy, D.2013. Physico-chemical, microbial and sensory analysis of Aloe Vera (Pulp) ice cream with natural colour in different artificial sweeteners. *Ind. J. Fund. Appl. Life Sci*, *3*, pp.114-121.
34. Mazumdar, B.C. and Majumder, K., 2003. *Methods on physico-chemical analysis of fruits*. Daya publishing house.
35. Mohamed, E.A.K., 2011. Antidiabetic, antihy percholestermic and antioxidative effect of Aloe vera gel extract in alloxan induced diabetic rats. *Aust J Basic Appl Sci*, *5*(11): 1321-1327.
36. Moura, L.M. and Sylos, C.M. 2009. The effect of the manufacturing process on the Citrus juice on the concentrations of flavanones. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, *19*(4):379-384.
37. Nguyen, T.D. and Canada, A.T., 1993. Citrus flavonoids stimulate secretion by human colonic T84 cells. *The Journal of nutrition*, *123*(2):259-268.
38. Ramachandran, P. and Nagarajan, S. 2014. Quality characteristics, nutraceutical profile, and storage stability of aloe gel-papaya functional beverage blend. *International journal of food science*, *2014*.
39. Sánchez-Moreno, C., Larrauri, J.A. and Saura-Calixto, F. 1999. Free radical scavenging capacity and inhibition of lipid oxidation of wines, grape juices and related polyphenolic constituents. *Food Research International*, *32*(6):407-412.

(Original Research Paper)

Evaluation of Physico-Chemical and Antioxidant Properties of Orange Beverage Enriched with Aloe Vera Gel

Zeinab Graiely[1], Alireza Sadeghi Mahoonak[2*], Shima Kaveh[3]

1- M.Sc Graduated of of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3- Ph.D. Student of Food chemistry, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Received: 06/12/2018 Accepted:05/03/2019

Abstract

In recent years, Identification of Aloe Vera's health properties has led to an increase in researchers' attention to its potential for enriching food products. The aim of this study was to produce a functional orange beverage enriched with Aloe Vera gel. The effect of different concentrations of Aloe Vera gel (20, 25, 30 and 40%) on antioxidant properties (DPPH radical scavenging activity, phenolic and flavonoid compounds and ascorbic acid) and physicochemical properties of beverage (acidity, pH, brix, moisture, ash and viscosity) were evaluated. The results showed that by increasing the concentration of Aloe Vera gel in the formulation, the antioxidant properties of the beverage increased, so as the concentration of Aloe Vera increased from 20 to 40%, the DPPH radical scavenging activity increased from 42.79% to 65.26%. the amount of phenolic and flavonoid compounds and ascorbic acid content of sample containing 40% Aloe Vera was 69.66, 6.93 (mg/ml) and 77.1 (mg/100ml), respectively. The amount of these compounds in all samples decreased significantly after pasteurization. The results of physicochemical tests showed that by increasing the concentration of Aloe Vera gel, the amount of acidity, brix, viscosity and color brightness index of the samples increased and pH decreased, significantly. The sensory evaluation results showed that the sample contained 30% Aloe Vera gel showed the highest overall acceptability. Therefore, it can be concluded that the Aloe Vera gel with its antioxidant properties can be used successfully in the production of functional beverages.

Key words: Aloe Vera, Antioxidant, Orange, Enrichment, Functional Beverage.

*Corresponding Author: sadeghiaz@ yahoo.com