مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نوشیدنی فراسودمند برپایه آب نیشکر

محمد حجتی [۱*]، محمد نوشاد[۲]، سید محمد علی نوری[۳]، کوثر کاکایی[۴]

۱- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

۳- مرکز تحقیقات سم شناسی،پژوهشکده علوم پایه پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز،اهواز، ایران.

۴- دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۴

کلمات کلیدی:

نیشکر،

عصاره نعنا،

خواص عملگرا،

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

DOI: 10.22034/FSCT.20.142. 50

DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.142.4.4

* مسئول مکاتبات:

hojjati@asnrukh.ac.ir

چکیده

اکثر مصرف‌کنندگان تمایل به استفاده از رژیم های سلامت بخش و فراسودمند در برنامه غذایی روزانه خود دارند. در بین محصولات غذایی، نوشیدنی‌ها گزینه مناسبی جهت غنی‌سازی با ترکیبات زیست فعال هستند. آب نیشکر یک نوشیدنی شیرین و انرژی‌زا بوده که در سال‌های اخیر به‌دلیل ارزش تغذیه ای مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش حاضر، به‌منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، حسی و در نهایت بهینه‌یابی فرمولاسیون نوشیدنی فراسودمند برپایه‌ی آب نیشکر انجام شد. بدین‌منظور فرمولاسیون این نوشیدنی شامل آبلیمو (۰، ۳ و ۶) میلی‌لیتر، زردچوبه (۰، ۰/۳ و ۰/۶) گرم و عصاره‌ی نعنا (۰، ۲۵۰ و ۵۰۰) میکرولیتر در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب نیشکر به‌وسیله‌ی روش سطح پاسخ و در قالب طرح باکس بنکن بهینه‌سازی شد. که مقادیر pH، اسیدیته، مواد جامد محلول، کدورت، شاخص‌های رنگ، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات فنولی و پذیرش‌کلی متغیرهای وابسته‌ی این پژوهش هستند. نتایج نشان دادند که با افزایش مقدار آبلیمو، مقادیر اسیدیته، کدورت، شاخص L^*، شاخص b^*، ترکیبات فنولی کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و پذیرش کلی افزایش یافتند درحالی‌که pH، مواد جامد محلول و شاخص a^* کاهش پیدا کردند. همچنین با افزایش مقدار زردچوبه، در میزان مواد جامد محلول، شاخص b^* و ترکیبات فنولی کل افزایش ناچیزی مشاهده گردید اما فعالیت آنتی‌اکسیدانی و پذیرش کلی نمونه‌ها کاهش یافته بود. افزایش میزان عصاره‌ی نعنا باعث افزایش در کدورت، شاخص a^* و b^*، ترکیبات فنولی کل و پذیرش کلی نوشیدنی‌ها گردید درحالی‌که باعث کاهش مقادیر مواد جامد محلول و شاخص L^* شد. در پایان نوشیدنی آب نیشکر حاوی ۶ میلی‌لیتر آبلیمو، ۰/۲ گرم زردچوبه و ۴۱۸ میکرولیتر عصاره‌ی نعنا دارای بهترین خواص فیزیکوشیمیایی و بالاترین پذیرش کلی بود که می‌تواند به‌عنوان یک نوشیدنی سلامت‌بخش در صنعت پیشنهاد شود.

۱- مقدمه

نیشکر از خانواده *Gramineae* و با نام علمی *Saccharum officinarum* از عمده‌ترین محصولات کشاورزی است که در کشورهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری دنیا کشت می‌شود. نیشکر تقریباً ۲۰درصد از محصولات تولیدی جهان در سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۰۰ را به خود اختصاص داده است [۱]. دو کشور برزیل و هند به ترتیب با تولید سالانه ۷۶۸و ۳۴۸ میلیون تن در سال بزرگ‌ترین تولید کنندگان نیشکر در جهان هستند [۲]. این در حالی‌است که میزان تولید نیشکر در ایران در سال زراعی ۹۹-۹۸ ، ۷،۷۵۰،۶۲۱ میلیون تن گزارش شده است [۳].

آب یا عصاره‌ی[1] نیشکر، سرشار از ساکارز، اسیدهای آلی و مواد معدنی مانند پتاسیم، آهن، سدیم، کلسیم و منیزیم است. عصاره‌ی نیشکر حاوی ۸۰ درصد آب و ۲۰ درصد مواد جامد محلول است و فعالیت آبی و مقدار pH آن به‌ترتیب ۰/۹۹ و ۴/۶ می‌باشد [۴].

آب نیشکر، کدر، مستعد تشکیل کف، رنگ آن نیز از خاکستری روشن تا سبز تیره متغیر است. آب نیشکر تازه کمی اسیدی است و به‌دلیل حالت کلوئیدی که دارد نمی‌توان آن را به راحتی فیلتر کرد. می‌توان گفت علت رنگ سبز آب نیشکر وجود نمک‌های آهن و ایجاد واکنش با تانن‌های موجود در آن می‌باشد. وجود مواد کلوئیدی و سیلیسی مانند نشاسته، پروتئین، موم و صمغ باعث کدورت شده و ظاهری مات به آب نیشکر می‌دهد [۴].

پژوهش‌های پیشین [۵] نشان داد که آب نیشکر حاوی ساکارز، قندهای احیاکننده، نمک‌های معدنی و آلی، اسیدهای آلی، پکتین، صمغ، پروتئین، رنگ، تانن و ترکیبات آهن محلول است و حاوی باگاس، خاک رس، کلروفیل، موم، آلبومین، هوا و خاک به‌صورت معلق نیز می‌باشد.

آب نیشکر علاوه‌بر املاح معدنی نظیر آهن، روی، پتاسیم حاوی ویتامین‌های A، C، B_1، B_2، B_3، B_5، و B_6 [۴]، مقدار زیادی مواد مغذی گیاهی (از جمله کلروفیل)، آنتی اکسیدان‌ها [۶]، پروتئین‌ها و سایر ترکیباتی که در حفظ سلامتی نقش دارند می‌باشد. این مواد مغذیِ ضروری باعث تثبیت سطح قند خون، مبارزه با سلول‌های سرطانی، کاهش وزن و جلوگیری از پوسیدگی دندان می‌شوند [۷].

غنی‌سازی این نوشیدنی با مواد غذایی دیگرکه سرشار از ترکیبات زیست فعال هستند می‌توانند باعث بهبود خواص آب نیشکر شوند.

زردچوبه از خانواده‌ی زنجبیل با نام علمی *Curcuma longa* و نام انگلیسی *Turmeric* می‌باشد که در آب و هوای گرمسیری رشد می‌کند و بومی کشورهای مناطق گرم آسیا، از جمله هندوستان، پاکستان، اندونزی، جنوبِ چین و کشورهای آفریقا و آمریکای جنوبی است و در کشور ایران رویش ندارد [۸،۹].

رنگ زردچوبه، به‌علت وجود مواد رنگی از قبیل کورکومین، دس متوکسی کورکومین و بیس دس متوکسی کورکومین است. کورکومین ماده موثرهٔ ریزوم گیاه زرد چوبه (C_{12} H $_{20}$ O_6) یک ماده پلی فنول چربی دوست است که ۲ تا ۵ درصد از پودر زردچوبه را تشکیل می‌دهد [۸،۹].

زردچوبه به‌واسطه‌ی وجود ترکیبات پلی فنولی و همچنین اسید فرولیک دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی، ضد التهابی، ضد جهش‌زایی و تجمع ضد پلاکتی است، همچنین اثر محافظتی و پیشگیرانه‌ای در برابر بیماری‌های مختلف مانند سرطان، خود ایمنی و بیماری های قلبی عروقی دارد [۹،۱۰].

لیموترش از گونه‌های مهم مرکبات با نام علمی *Citrus aurantifolia* از خانواده *Rutaceae* است که سطح صاف، رنگ زرد مایل به سبز داشته و حـاوی مقدار زیادی اسید

1- Juice

سیتریک است که موجب طعم ترش آن می‌گردد و در کشورهای جنوب آسیا کشت می‌شود [۱۱]. ایران از بین کشورهای تولیدکننده‌ی لیمو ترش در جایگاه دهم جهانی قرار دارد و میزان تولید لیموترش در ایران در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ ۶۷۸،۴۳۳ هزار تن گزارش شده است [۱۲،۱۳].

لیمو منبع غنی از مکمل‌های غذایی حاوی کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، ویتامین‌هایی مانند تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، اسید پانتوتنیک، فولات، کولین، منبع غنی ویتامین C و حاوی عناصر کم‌مقدار مانند کلسیم، منیزیم، پتاسیم و روی است. لیمو حاوی مواد شیمیایی گیاهی مانند تانن‌ها، ترپن‌ها، پلی فنول‌ها و فلاونوئیدها است که اثرهای ضد قارچی، ضد انعقاد خون و ضد هیپوکلسترولمیک[1] آن به اثبات رسیده است [۱۴]. آب لیمو دارای چندین ترکیب شیمیایی مهم با خاصیت‌های درمانی از جمله اسید سیتریک، اسید آسکوربیک و پروپان تری کربوکسیلیک اسید می‌باشد. به‌دلیل خواص ارگانولپتیکی آن می‌تواند به‌عنوان افزودنی در مواد غذایی استفاده شود [۱۱]. نعناع با نام علمی *Mentha spicata* L. از خانواده *Lamiaceae* است. گیاهی علفی چندساله، پایا و هیبرید پیوندی است که از طریق جوانه زدن تکثیر پیدا می‌کند. گیاه نعنا بومی اروپا است، اما در بیشتر مناطق معتدل دنیا نیز کشت می‌شود، در ایران به ویژه در دامنه‌های البرز، شمال، شمال شرقی و برخی نقاط دیگر کشت می‌شود. نعنا به‌عنوان خوشبو کننده‌ی دهان و تسکین دهنده‌ی معده عمل می‌کند [۱۵]. از ترکیبات فنلی موجود در نعناع می‌توان به‌وجود اسیدهای فنولیک، تانن‌ها و فلاونوئیدها اشاره کرد و سزکویی‌ترپن و مونوترپن‌ها ترکیبات تشکیل دهنده‌ی اسانس نعناع هستند [۱۶].

ماده‌ی اصلی تشکیل‌دهنده‌ی نعنا، یک ترکیب طبیعی در دسترس به‌نام منتول است، که یک الکل مونوترپن حلقوی است و وجود آن برای دستگاه گوارش مفید است و به آنزیم‌ها برای هضم کمک می‌کند. همچنین برای درمان اختلالات گوارشی، سرماخوردگی و اسپاسم عضلانی نیز توصیه می‌شود [۱۷].

طی پژوهشی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و میکروبی آب نیشکر حاوی لیموی کالامانسی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند افزودن آب لیموی کالامانسی اثر معنی‌داری روی رنگ، pH، اسیدیته‌ی قابل تیتراسیون و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میکروبی آب نیشکر داشت. افزودن آب کالامانسی به آب نیشکر باعث افزایش قابل توجهی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی‌ها شد [۱۸].

آگارکار[2] و همکاران [۱۹] نوشیدنی‌های گازدار برپایه‌ی آب نیشکر حاوی آب‌میوه‌های کینو (نارنگی پاکستانی)□ انگورفرنگی هندی□ لیمو و زنجبیل تولید کردند. نتایج نشان دادند□ نوشیدنی گازدار در سطح ۸۰ psi و حاوی ۶۰ ppm بنزوات سدیم بهترین نمونه بودند. مقدار ترکیبات فتوشیمیایی موجود در نوشیدنی‌های حاوی آب کینو□ انگور فرنگی□ آبلیمو و زنجبیل دوبرابر بیشتر از نمونه‌های شاهد بودند. و نوشیدنی‌های گازدار طعم و پذیرش‌کلی قابل توجهی نسبت به نمونه‌های شاهد داشتند. در بین محصولات غذایی، نوشیدنی ها به دلیل اینکه بخش مهمی از رژیم غذایی مدرن جوامع بشری و کشورها را تشکیل می دهند، گزینه مناسبی جهت غنی سازی با ترکیبات زیست‌فعال هستند. هدف از پژوهش حاضر، تولید نوشیدنی فراسودمند از آب نیشکر با فرمولاسیون عصاره‌ی

1- hypocholestrolemic

2- Agarkar

نعنا، آبلیمو و پودر زردچوبه و بررسی خصوصیات فیزکوشیمیایی و حسی آن بود.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد : آب نیشکر تازه از شرکت کشت و صنعت امام خمینی (ره) واقع در ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان شوشتر در استان خوزستان در آبان ماه ۱۴۰۱ تهیه و بلافاصله به آزمایشگاه گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان منتقل گردید. ابتدا آب نیشکر از پارچه‌ی سفید بدون منفذ جهت گرفتن ذرات معلق عبور داده شد، سپس در دمای ۹۰ درجه‌ی سلسیوس به‌مدت ۱۰ دقیقه پاستوریزه گردید و پس از سرد شدن تا دمای ۴۵ درجه‌ی سلسیوس، در بطری‌های پلی‌اتیلن تمیز ریخته و پس از درب‌بندی تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شدند. آبلیمو از لیموی تازه تهیه شده از بازار محلی اهواز که آب آن توسط دستگاه آبمیوه‌گیری پارس خزر مدلJBG-610SP- گرفته شد تهیه گردید. عصاره‌ی نعنا نیز از شرکت قصر گل (کاشان، ایران) خریداری شد. پودر زردچوبه از بازار محلی بوشهر خریداری گردید.

۲-۲- روش آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه‌های شربت از ترکیب آب نیشکر با زردچوبه، آبلیمو و عصاره‌ی نعنا تهیه گردیدند که آبلیمو، زردچوبه و عصاره‌ی نعنا به‌عنوان سه متغیر به‌ترتیب در سه سطح آبلیمو (۰، ۳ و ۶) میلی‌لیتر، زردچوبه (۰، ۰/۳ و ۰/۶) گرم و عصاره‌ی نعنا (۰، ۲۵۰ و ۵۰۰) میکرولیتر مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۱).

۲-۳- pH و اسیدیته‌ی نمونه

pH نوشیدنی‌ها با استفاده از دستگاه pH متر (متروهم pH-lab-827، سوئیس) اندازه‌گیری شد [۲۰].

اسیدیته‌ی نوشیدنی‌های فراسودمند، مطابق با دستورالعمل استاندارد ملی ایران به شماره ۱۴۳۴۵ اندازه‌گیری شد [۲۱].

۲-۴- مواد جامد محلول

مقدار مواد جامد محلول با استفاده از یک رفراکتومتر دستی (مدلa-N ۱، شرکت آتاگو، توکیو، ژاپن) در ۲۵ درجه سلسیوس اندازه‌گیری و نتایج برحسب بریکس گزارش شد [۲۲].

۲-۵- کدورت

ابتدا نوشیدنی‌ها با دور (۱۰۵۰ g به‌مدت ۱۰ دقیقه) سانتریفوژ مدل (Hermale ,Model Z206A labortechnik GMBA) شدند و سپس میزان جذب نوشیدنی‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (UK, WPA,BiowaveII,Biochrom,Cambridge) در محدوده ۶۶۰ نانومتر در مقابل آب مقطر به عنوان شاهد قرائت گردید [۲۳].

۲-۶- پارامترهای رنگی

شاخص‌های رنگی نمونه‌های شربت نیشکر با استفاده از دستگاه رنگ سنج کونیکا مینولتا، مدل ۴۰۰ CR-ژاپن اندازه‌گیری شدند [۲۴]. شاخص L* در سیستم رنگ‌سنجی نماینده میزان روشنایی است به‌طوری که عدد صفر حداکثر تیرگی و صد حداکثر روشنایی را نشان می‌دهند؛ شاخص a* نماینده میزان سبزی- قرمزی است، به صورتی که بازه منفی صد تا صفر برای بیان سبزی و بازه صفر تا مثبت صد برای بیان میزان قرمزی به‌کار می‌رود. فاکتور b* نیز نشان دهنده میزان آبی- زرد بودن است که

بازه صفر تا منفی صد نماینده میزان آبی بودن و بازه صفر تا مثبت صد نماینده میزان زردی نمونه می‌باشد.

۲-۷- سنجش قدرت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از مهار رادیکال آزادDPPH

به‌منظور ارزیابی پتانسیل آنتی اکسیدانی، به روش مهار رادیکال آزاد DPPH از روش ویلیامز و همکاران [۲۵] با اندکی تغییرات استفاده شد. برای انجام این آزمایش محلول ۰/۱ میلی -مولار از DPPH در متانول تهیه شد. ۳ میلی‌لیتر از محلول حاصل به ۱ میلی‌لیتر از نمونه‌ی رقیق شده اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ ثانیه به خوبی تکان داده شد و پس از ۱۵ تا ۳۰ دقیقه قرار دادن در تاریکی جذب مخلوط با دستگاه اسپکتروفتومتر (UK, WPA,BiowaveII,Biochrom,Cambridge) در طول موج ۵۱۵ نانومتر خوانده شد. و در پایان نتایج آزمون بر اساس IC_{50} گزارش گردید.

۲-۸- ترکیبات فنولی کل

برای اندازه‌گیری ترکیبات فنولی کل نمونه از روش فولین سیوکالتو استفاده گردید. بر این اساس ۱ میلی لیتر نمونه با غلظت ۰/۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر با ۲/۵ میلی لیتر معرف فولین – سیوکالتو (به نسبت ۱۰ : ۱ با آب مقطر رقیق شده) مخلوط شد و پس از مدت ۲/۵ دقیقه در دمای اتاق ۲ میلی‌لیتر محلول کربنات سدیم ۷/۵ درصد به آن اضافه گردید. بعد از یک ساعت در محل تاریک میزان جذب نوری در طول موج ۷۲۵ نانومتر توسط اسپکتروفتومتر (WPA,BiowaveII,Biochrom,Cambridge ,UK) اندازه گیری شد. و در نهایت با استفاده از منحنی استاندارد، فعالیت نمونه بر حسب معادل میلی گرم گالیک اسیدگزارش گردید [۲۶].

۲-۹- ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نوشیدنی‌ها با استفاده از آزمون هدونیک ۹ نقطه‌ای توسط ۱۰ ارزیاب (زن و مرد) در محدوده‌ی سنی ۳۷-۲۵ سال انجام گرفت [۲۴]. بدین منظور رنگ ظاهری، عطر و طعم، بافت و پذیرش کلی نمونه‌ها که در لیوان‌های پلاستیکی کوچک با کدهای تصادفی سه رقمی شماره‌گذاری شده بودند مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت پذیرش کلی نمونه‌ها گزارش گردید.

۲-۱۰- تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز آماری نمونه‌ها با استفاده از روش سطح پاسخ و با نرم افزار دیزاین اکسپرت نسخه‌ی ۱۰ انجام گرفت. در این تحقیق از طرح باکس بنکن BBD با سه متغیر مستقل در سه سطح و پنج تکرار در نقطه‌ی مرکزی استفاده شد. سطوح متغیرهای مستقل و کدهای مربوطه در جدول ۱ ذکر شده‌اند.

1. Random treatments of the experiment based on the independent variables in the Box-Behnken design

Treatment	Lemon juice (ml)	Turmeric (gr)	Mint extract (µl)
1	0	0	0.3
2	3	500	0.6
3	0	250	0.6
4	6	0	0.3
5	3	500	0
6	3	250	0.3
7	6	500	0.3
8	6	250	0
9	0	500	0.3
10	3	0	0.6
11	3	250	0.3
12	3	250	0.3
13	3	0	0
14	6	250	0.6
15	3	250	0.3
16	0	250	0
17	3	250	0.3

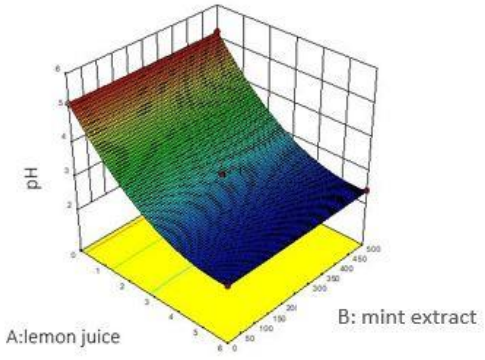
۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی میزان pH نمونه‌ها

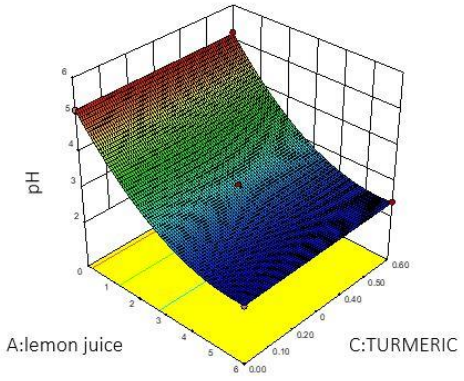
نتایج به‌دست آمده از آنالیز واریانس نمونه‌ها نشان داد که مدل درجه دوم برازش شده برای پاسخ‌های محتوی pH معنی‌دار ($p<۰/۰۰۰۱$) و شاخص عدم برازش برای این مدل‌ها غیرمعنی‌دار ($p>۰/۰۵$) بود. باتوجه به جدول(۲) اثر خطی و غیرخطی آبلیمو در سطح ($p<۰/۰۰۰۱$) و اثر خطی زرچوبه در سطح $p<۰/۰۵$ معنی‌دار شدند. در حالی که اثر خطی و غیر خطی عصاره‌ی نعنا و اثر متقابل این سه متغیر نسبت به هم غیر معنی‌دار ($p>۰/۰۵$) شدند.

نمودارهای سطح پاسخ مربوط به اثر متغیرهای مستقل بر pH و اسیدیته‌ی نوشیدنی در شکل‌های ۱-الف و ۱-ب ارائه شدند. با توجه به شکل‌های ۱-الف و ۱-ب با افزایش مقدار آبلیمو مقدار pH در نمونه‌ها کاهش یافت و بازه‌ی آن بین ۵-۲ متغیر بود، این امر را می‌توان به ماهیت اسیدی

آبلیمو نسبت داد به عبارتی دیگر آبلیمو حاوی مقدار زیادی اسید آسکوربیک و اسید سیتریک می‌باشد که هر دو اسید ضعیف هستند و به کاهش pH بیشتر نمونه‌ها کمک می‌کنند [۲۷]. نتایج حاصل از این پژوهش با مشاهدات و چاوهان و همکاران (۲۰۱۴) [۲۸] مطابقت داشت. همچنین، آدرینولا (۲۰۱۸) [۲۹]، اثر آبلیمو روی خواص فیزیکوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی اسموتی را مورد بررسی قرار داد، و نتایج حاصل از آن نشان داد که کاهش pH به ماهیت اسیدی آبلیمو و میوه‌ها بستگی دارد.



A

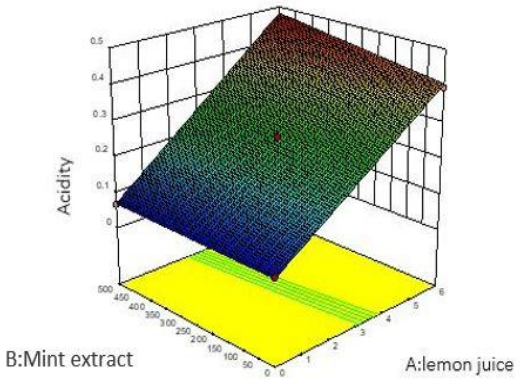


B

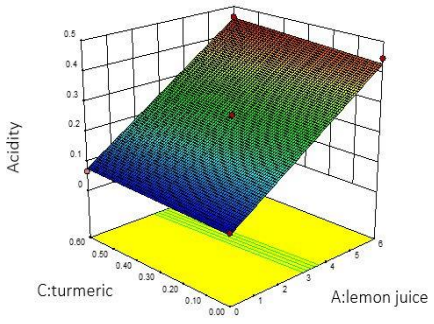
Fig 1– Effect of turmeric, lemon juice & mint extract on the pH values of sugar cane juice.

۳-۲- بررسی تغییرات اسیدیته

در جدول ۲ نتایج حاصل از بررسی میزان اسیدیته‌ی نوشیدنی نشان داده شده است. با توجه به داده‌های جدول ۲ مدل پیشنهادی R^2 وR^2 (adj) دارای قدرت پیش‌بینی متناسب و معنی‌دار بود. این نتایج نشان می‌دهد که مدل درجه دوم برازش شده معنی‌دار ($p<۰/۰۰۰۱$) و شاخص عدم برازش برای این مدل‌ها معنی‌دار ($p>۰/۰۵$) نبود. با توجه به نتایج تجزیه‌ی واریانس در جدول ۱، اثر خطی آبلیمو، زردچوبه و عصاره‌ی نعنا به‌ترتیب در سطوح ($p<۰/۰۰۰۱$)، ($p>۰/۰۵$) و ($p<۰/۰۰۱$) معنی‌دار بودند. همچنین اثر متقابل آب لیمو–عصاره نعنا در سطح ($p<۰/۰۱$) معنی‌دار بود. با بررسی نمودارهای سطح پاسخ شکل۲–الف و۲–ب می‌توان گفت افزایش مقدار آبلیمو باعث افزایش مقدار اسیدیته در نمونه‌ها شده است. که این تاییدی بر میزان کاهش pH نمونه‌ها بود که ممکن است به‌علت ماهیت اسیدی آبلیمو باشد [۳۰] به‌عبارتی دیگر، بین pH و اسیدیته رابطه‌ی عکسی وجود داشت که با نتایج حاصل از پژوهش‌های سایر محققین مطابقت داشت [۳۲–۳۱].



A

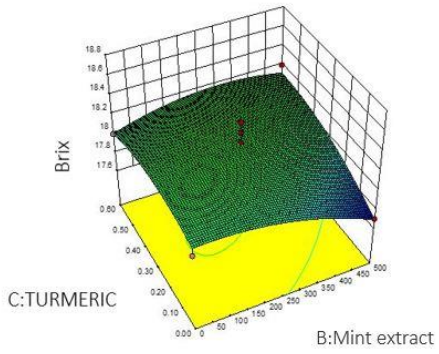


B

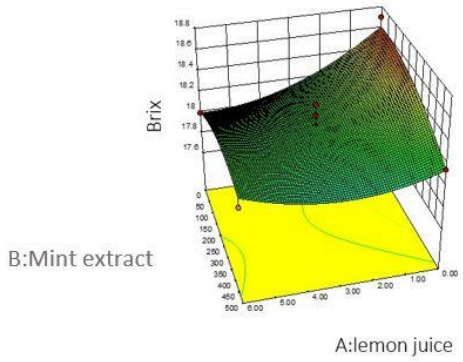
Fig 2- Effect of turmeric, lemon juice & mint extract on the total titratable acidity of sugar cane juice.

۳-۳- مواد جامد محلول (Brix)

بررسی تغییرات مواد جامد محلول در آب در جدول ۲ نشان داده شده است. مطابق با نتایج برآورد شده از آنالیز واریانس، آبلیمو تأثیر خطی معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) روی نمونه‌ها داشت. همچنین، مدل درجه دوم برازش شده برای پاسخ مواد جامد محلول در آب معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) و شاخص عدم برازش برای این مدل معنی‌دار ($p>۰/۰۵$) نشد. شایان ذکر است که اثر درجه دوم آب لیمو، خطی و غیرخطی و متقابل سایر متغیرها معنی‌دار نشد. با بررسی نمودار سطح پاسخ (شکل۳) می‌توان گفت با افزایش مقدار آبلیمو بریکس نمونه‌ها کاهش پیدا می‌کند. شاید بتوان گفت با توجه با این‌که آب نیشکر حاوی پروتئین است [۳۳] با افزایش مقدار آبلیمو pH کاهش پیدا می‌کند و با رسیدن به نقطه‌ی ایزوالکتریک باعث رسوب پروتئین می‌شود که در نهایت بریکس نمونه‌ها کاهش پیدا می‌کنند.



A



B

Fig 4- Effect of turmeric, lemon juice & mint extract on the total soluble solids of sugar cane juice

۳-۴- کدورت

وجود مقادیر p-value کمتر از ۰/۰۵ حاکی از متناسب بودن مدل پیشنهادی در این پژوهش R^2 و R^2adj و معنی‌داری بود. با بررسی داده‌های جدول آنالیز واریانس، مدل برازش شده برای این پاسخ معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) و شاخص عدم برازش برای این پارامتر غیرمعنی‌دار ($p>۰/۰۵$) بود. همچنین اثر خطی آبلیمو به‌ترتیب در سطوح ($p<۰/۰۱$)، ($p<۰/۰۵$) و ($p<۰/۰۰۱$) مثبت و معنی‌دار و اثر خطی و غیر خطی زردچوبه، اثر غیر خطی عصاره‌ی نعنا و اثر متقابل آن‌ها

نسبت به هم مثبت اما معنی‌دار (p>۰/۰۵) نبود. بررسی نمودارهای سطح پاسخ شکل ۴ نشان می‌دهد افزایش مقدار آبلیمو و عصاره‌ی نعنا در نوشیدنی سبب افزایش کدورت شد. همچنین، افزایش آبلیمو باعث کاهش میزان کدورت نوشیدنی و سپس افزایش آن گردید. این امر احتمالاً به‌دلیل وجود آسکوربیک اسید موجود در آبلیمو و خاصیت واکنش پذیری آن نسبت داد که با نتایج حاصل از پژوهش‌های آلاسوار و کام (۲۰۲۰) مطابقت داشت [۳۴].

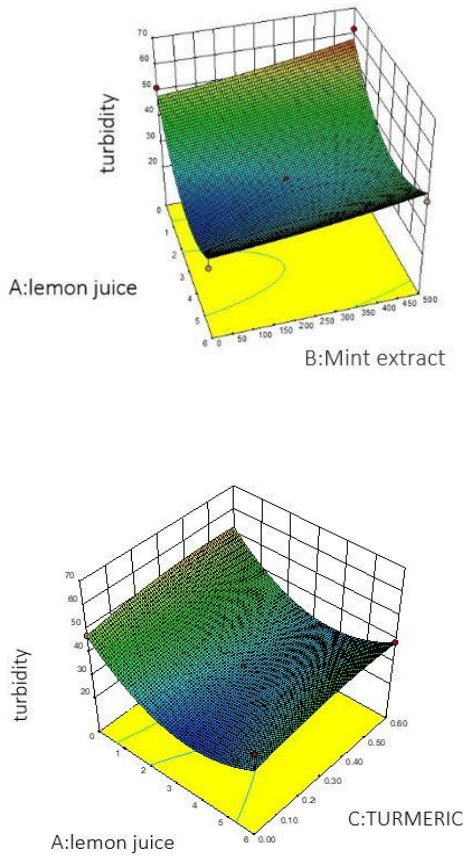
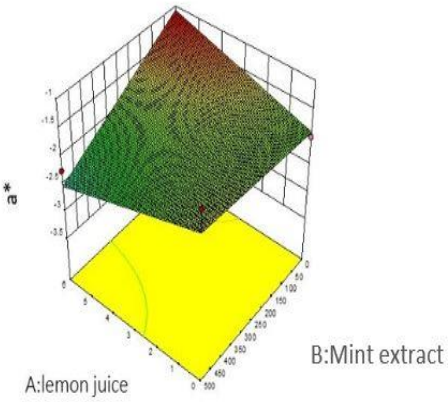


Fig 5- Effect of turmeric, lemon juice & mint extract on the turbidity of sugar cane juice

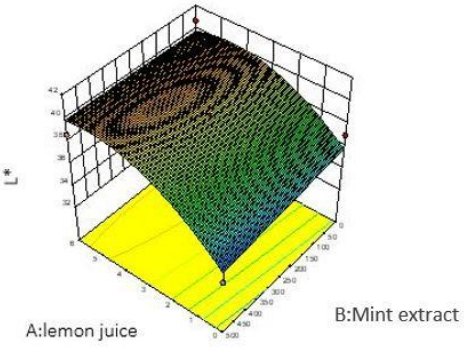
۳-۵- پارامترهای رنگی

رنگ مهم‌ترین ویژگی است که بر پذیرش محصولات غذایی توسط مصرف‌کنندگان تأثیر می‌گذارد [۳۵]. بررسی تغییرات شاخص‌های L^*، a^*، b^* در جدول آنالیز واریانس ۳ نشان داده شده است. براساس نتایج، مدل پیشنهادی در این پژوهش برای فاکتورهای L^*، a^*، b^* از R^2 و R^2adj متناسب و معنی‌داری برخوردار بوده است. همچنین مدل برازش شده برای شاخص‌های L^*، a^*، b^* به‌ترتیب در سطوح (p<۰/۰۰۰۱) و (p<۰/۰۵) معنی‌دار و شاخص عدم برازش برای آن‌ها مثبت ولی معنی‌دار (p>۰/۰۵) نبود. همچنین، بررسی جدول نتایج آنالیز واریانس برای پاسخ L^* نشان داد اثر خطی وغیرخطی آبلیمو به‌ترتیب در سطوح (p<۰/۰۱) و (p<۰/۰۵) معنی‌دار ولی اثر خطی و غیرخطی سایر متغیرها و اثر متقابل آن‌ها نسبت به هم معنی‌دار نبود. با بررسی شکل ۵-الف، ۵-ب می‌توان گفت با افزایش آبلیمو میزان شاخص روشنایی نوشیدنی افزایش پیدا کرده و افزایش میزان عصاره‌ی نعنا باعث کاهش ناچیزی در روشنایی نوشیدنی شده است. همچنین، هنگامی که زردچوبه در کمترین مقدار و آبلیمو در بیشترین مقدار خود باشد روشنایی محصول در بالاترین مقدار خود قرار می‌گیرد. این امر ممکن است به‌دلیل رسوب فلاوونوئیدها و سایر ترکیبات دیگر در آبلیمو می‌باشد که با پژوهش‌های مولینا و همکاران، ۲۰۰۹ مطابقت داشت [۳۶]. بررسی جدول نتایج آنالیز واریانس ۳ برای پاسخ a^* نشان می‌دهد که اثرخطی عصاره‌ی نعنا و اثر متقابل آبلیمو و عصاره‌ی نعنا در سطح (p<۰/۰۵) مثبت و معنی‌دار، در حالی‌که اثر خطی و غیرخطی دو متغیر دیگر و اثر متقابل آن‌ها نسبت به هم معنی‌دار نبود. به‌عبارتی دیگر، هنگامی که عصاره‌ی نعنا در بیشترین مقدار و آبلیمو در کمترین مقدار خود باشد شاخص a^* در بیشترین مقدار خود قرار می‌گیرد. مطابق نتایج برآورد شده از جدول نتایج آنالیز واریانس ۳ میزان

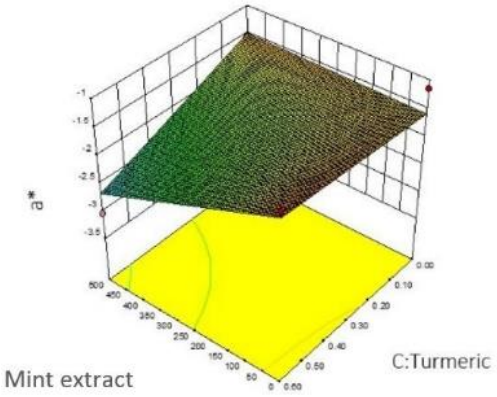
شاخص b^*، اثر خطی آبلیمو، عصاره‌ی نعنا و زردچوبه و اثر متقابل عصاره و زرد چوبه در سطح ($p<۰/۰۰۰۱$) مثبت و معنی‌دار و اثر غیرخطی آبلیمو، زردچوبه و نعنا به‌ترتیب در سطوح ($p<۰/۰۰۱$) و ($p<۰/۰۱$) معنی‌دار شد. همچنین، اثر متقابل متغیرها نسبت به هم معنی‌دار نبود. بررسی نمودار سطح پاسخ شاخص b^* نشان می‌دهد به‌طور کلی، افزایش میزان آبلیمو، عصاره‌ی نعنا و زردچوبه باعث افزایش شاخص b^* نمونه‌ها می‌شود.



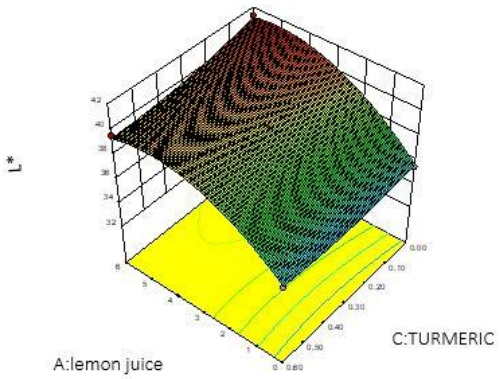
C



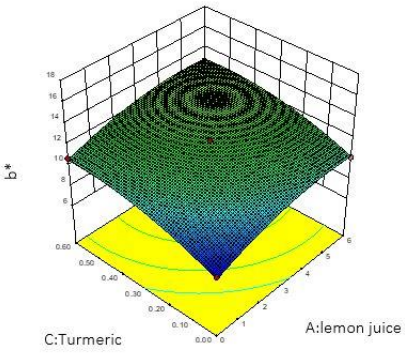
A



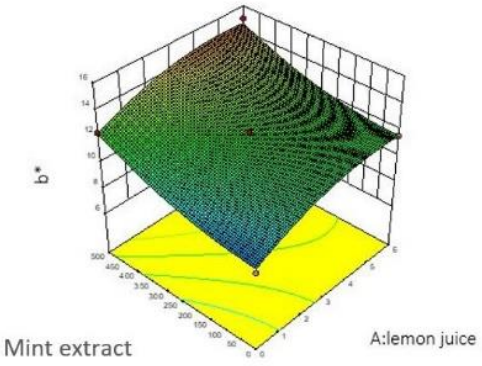
D



B



E



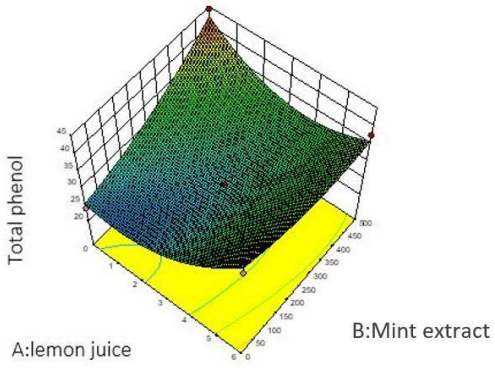
F

Fig 6- Effect of turmeric, lemon juice & mint extract on the color indices of sugar cane juice

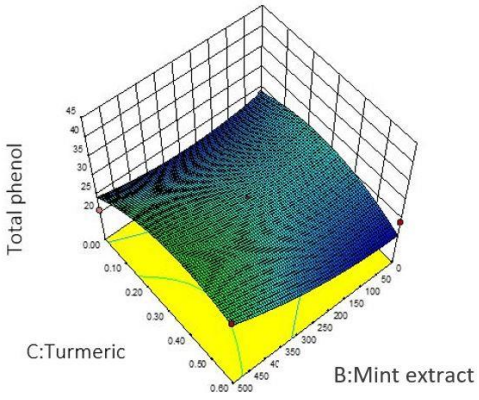
۳-۶- ترکیبات فنولی کل

نتایج تجزیه و تحلیل آماری ترکیبات فنولی کل در جدول ۴ آنالیز واریانس آورده شده است. مدل پیشنهادی برای ترکیبات فنولی کل از R^2 و R^2adj بالا و معنی‌داری برخوردار بوده است. مدل برازش شده معنی‌دار ($p<۰/۰۱$) و شاخص عدم برازش غیرمعنی‌دار ($p>۰/۰۵$) بود. همچنین اثر خطی عصاره‌ی نعنا، اثر درجه دوم زردچوبه در سطح $p<۰/۰۵$، اثر متقابل آبلیمو – عصاره‌ی نعنا و اثر درجه دوم آبلیمو در سطح ($p<۰/۰۱$) مثبت و معنی‌دار شدند. درحالی‌که اثر خطی آبلیمو و زردچوبه، اثر درجه دوم آبلیمو و عصاره نعنا و اثر متقابل آبلیمو – عصاره‌ی نعنا و زردچوبه– عصاره‌ی نعنا مثبت وغیرمعنی‌دار شدند. باتوجه به شکل ۶ همان‌طور که مشخص است با افزایش آبلیمو و عصاره‌ی نعنا در مقدار ترکیبات فنولی کل نوشیدنی افزایش مشاهده می‌شود. همچنین مقدار زردچوبه در بازه‌ی ۰/۴– ۰/۱ اثر افزایشی در میزان ترکیبات فنولی کل داشته است. میوه‌ی لیمو حاوی ترکیبات زیست‌فعال قوی از جمله ترکیبات فنولی می‌باشد [۳۷]. Xi و همکاران(۲۰۱۷) طی پژوهشی بیان کردند، که پوست و میوه‌ی لیمو دارای میزان بالایی از ترکیبات فنولی هستند [۳۸].

نتایج پژوهش‌های گتوز و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که آبلیمو حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات فنولی از فلاونون‌ها هسپریدین است. احتمال می‌رود افزایش در مقدار ترکیبات فنولی کل به‌علت وجود ترکیبات زیست‌فعال موجود در آبلیمو باشد [۳۹].



A

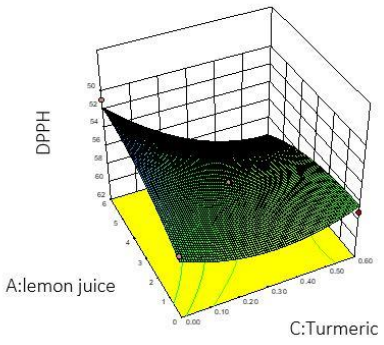


B

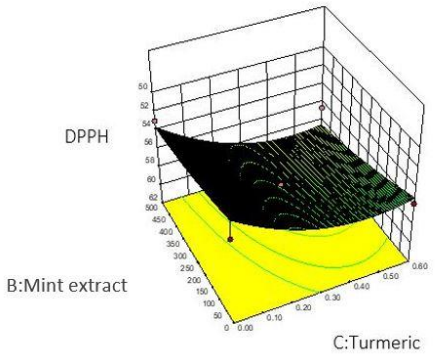
Fig 7- Effect of turmeric, lemon juice & mint extract on the total phenolic content of sugar cane juice

۳-۷- قدرت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از مهار رادیکال آزاد DPPH

مطابق جدول ۴ آنالیز واریانس، مدل برازش شده برای خاصیت مهارکنندگی رادیکال آزاد در سطح $p<۰/۰۵$ معنی‌دار و شاخص عدم برازش در سطح $p>۰/۰۵$ غیرمعنی‌دار بود. همچنین، اثر خطی عصاره‌ی نعنا، اثر متقابل آبلیمو - زردچوبه و اثر درجه دوم زردچوبه در سطح $p<۰/۰۵$ و اثر خطی زردچوبه در سطح $p<۰/۰۱$ معنی‌دار شدند. از سوی دیگر، اثر خطی آبلیمو، اثر متقابل آبلیمو - عصاره‌ی نعنا، عصاره‌ی نعنا - زردچوبه، اثر درجه دوم آبلیمو و عصاره‌ی نعنا معنی‌دار نشدند. براساس شکل ۷ در غلظت‌های بالاتر آبلیمو.تأثیر مقادیر بالاتر زردچوبه بر کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی تشدید شده است. اما با افزایش میزان آبلیمو قدرت رادیکال گیرندگی نوشیدنی‌ها افزایش پیدا می‌کند. که این افزایش ممکن است به‌علت مقدار بالای ویتامین C موجود در آبلیمو باشد [۲۹]. که با نتایج محققین پیشین مطابقت داشت [۲۷].



A

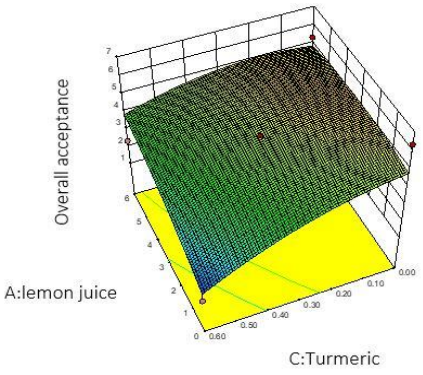


B

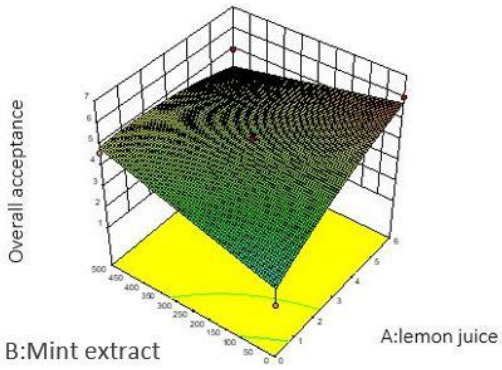
Fig 8- Effect of turmeric, lemon juice & mint extract on the DPPH radical scavenging ability of sugar cane juice

۳-۸- ارزیابی حسی

طبق نتایج حاصل از آنالیز واریانس پذیرش کلی که در جدول ۴ نشان داده شده است، مدل پیشنهادی از R^2adj و R^2 متناسب و معنی‌دار برخوردار است. و آزمون برازش آن‌ها معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) در حالی‌که آزمون عدم برازش آن‌ها بی‌معنی ($p>۰/۰۵$) بود. همچنین اثر خطی و غیرخطی آبلیمو، اثر خطی زردچوبه، اثر غیرخطی عصاره‌ی نعنا و اثر متقابل و غیرخطی آبلیمو و عصاره‌ی نعنا به‌ترتیب در سطوح ($p<۰/۰۱$)، ($p<۰/۰۰۱$) و ($p<۰/۰۵$) معنی‌دار شده است در حالی‌که اثر خطی عصاره‌ی نعنا، اثر درجه دوم زردچوبه، اثر متقابل آبلیمو-زردچوبه و عصاره‌ی نعنا-زردچوبه معنی‌دار نشد. نمودار سطح پاسخ پذیرش کلی نمونه‌ها نشان می‌دهد افزایش میزان آبلیمو و عصاره‌ی نعنا سبب افزایش پذیرش کلی نمونه‌ها شد. به‌عبارتی دیگر، هنگامی که میزان زردچوبه در نوشیدنی کاهش یافت، افزایش پذیرش کلی در نمونه‌ها مشاهده گردید.



B



A

Fig 9- Effect of turmeric, lemon juice & mint extract on the overall acceptance of sugar cane juice

۴- بهینه‌یابی فرمولاسیون نوشیدنی

جهت بهینه‌یابی فرمولاسیون نوشیدنی بر پایه‌ی آب نیشکر، تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده در نظر گرفته شد. و باتوجه به نتایج به‌دست آمده بهینه‌یابی انجام شد. جدول ۵ مقادیر بهینه‌ی پاسخ‌ها را نشان می‌دهد.

Table 2. Analysis of variance (ANOVA) for turbidity, Brix, acidity and pH of sugarcane juice

Turbidity	Brix	Acidity	pH	Source
0.0118^{*}	0.0475^{*}	$< 0.0001^{****}$	$< 0.0001^{****}$	Model (p-value)
0.0078^{**}	0.0245^{*}	$< 0.0001^{****}$	$< 0.0001^{****}$	A- Lemon juice
0.0438^{*}	0.2142^{ns}	0.0005^{***}	0.8869^{ns}	B- Extract
0.2206^{ns}	0.1257^{ns}	0.0130^{*}	0.0328^{*}	C- Turmeric
0.8930^{ns}	0.0564^{ns}	0.0080^{**}	0.6891^{ns}	AB
0.9782^{ns}	1.0000^{ns}	0.4801^{ns}	0.8408^{ns}	AC
0.0636^{ns}	0.1225^{ns}	0.9643^{ns}	0.0555^{ns}	BC
0.0009^{***}	0.0590^{ns}	-	$< 0.0001^{****}$	A^2
0.7403^{ns}	0.1307^{ns}	-	0.2401^{ns}	B^2
0.4276^{ns}	0.1695^{ns}	-	0.8367^{ns}	C^2
$< 0.091^{ns}$	0.6701^{ns}	$0.\ 37^{ns}$	0.1057^{ns}	Lack of fit
0.8906	0.8169	0.9959	0.9998	R^2
0.7499	0.7814	0.9934	0.9995	Adj-R^2
10.21		4.26	0.71	CV (%)

*Significant at p<0.05, **Significant at p<0.01, ***Significant at p<0.001, ****Significant at p<0001, nsNot significant

Table 3. Analysis of variance (ANOVA) for L*, a*& b*

b^*	a^*	L^*	Source
$< 0.0001^{****}$	0.0238^{*}	0.0198^{*}	Model (p-value)
$< 0.0001^{****}$	0.8848^{ns}	0.0007^{***}	A- Lemon juice
$< 0.0001^{****}$	0.0219^{*}	0.4775^{ns}	B- Extract
$< 0.0001^{****}$	0.0508^{ns}	0.2512^{ns}	C- Turmeric
0.8605^{ns}	0.0205^{*}	0.5749^{ns}	AB
0.6876^{ns}	0.6492^{ns}	0.5121^{ns}	AC
$< 0.0001^{****}$	0.0540^{ns}	0.6051^{ns}	BC
0.0003^{***}	-	0.0118^{*}	A^2
0.0014^{**}	-	0.9210^{ns}	B^2
0.0003^{***}	-	0.4952^{ns}	C^2
0.801^{ns}	0.091^{ns}	0.0701^{ns}	Lack of fit
0.9913	0.7929	0.8711	R^2
0.9801	0.7406	0.7054	Adj-R^2
2.36	12.38	3.03	CV (%)

*Significant at p<0.05, **Significant at p<0.01, ***Significant at p<0.001, ****Significant at p<0001, nsNot significant

Table 4. Analysis of variance (ANOVA) for Overall acceptance, Total phenol, Antioxidant activity

Overall acceptance	Antioxidant activity	Total phenol	Source
0.0015^{**}	0.0258^{*}	0.0061^{**}	Model (p-value)
0.0032^{**}	0.8454^{ns}	0.0560^{ns}	A- Lemon juice
0.4737^{ns}	0.0278^{*}	0.0273^{*}	B- Extract
0.0001^{***}	0.0046^{**}	0.4843^{ns}	C- Turmeric
0.0315^{*}	0.1420^{ns}	0.0063^{**}	AB
0.4473^{ns}	0.0366^{*}	0.0521^{ns}	AC
0.1514^{ns}	0.7365^{ns}	0.1234^{ns}	BC

0.0037^{**}	0.2244^{ns}	0.0021^{**}	A^2
0.0234^{*}	0.6352^{ns}	0.1331^{ns}	B^2
0.8892^{ns}	0.0314^{*}	0.0133^{*}	C^2
0.11^{ns}	0.0671^{ns}	0.091^{ns}	Lack of fit
0.9416	0.8598	0.9111	R^2
0.8666	0.6795	0.7967	Adj-R^2
8.35	2.66	10.08	CV (%)

*Significant at p<0.05, **Significant at p<0.01, ***Significant at p<0.001, ns Not significant

Table 5. physicochemical properties and overall acceptance of the selected formulations of sugarcane juice

lemon juice (ml)	Extract (µl)	turmeric (gr)	pH	Brix	Acidity	TU	L*	a*	b*	Phenol	DPPH	Overall acceptance	
6.000	418.329	0.221	2.374	18.169	0.465	39.943	40.212	-2.138	13.185	35.500	58.166	4.441	Selected

۵- نتیجه‌گیری

آب نیشکر دارای مواد مغذی و آنتی‌اکسیدان‌های مختلف است که می‌توان با غنی‌سازی آن با مواد دیگر ارزش تغذیه‌ای، عطر و طعم و ویژگی‌های دلپذیری آن را افزایش داد. افزودن آبلیمو باعث افزایش خاصیت اسیدی، روشنایی، میزان ترکیبات فنولی کل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و پذیرش کلی نوشیدنی‌ها گردید. عصاره‌ی نعنا نیز اثر افزایشی در میزان ترکیبات فنولی کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نوشیدنی‌ها داشت. زردچوبه میزان ترکیبات فنولی کل را افزایش داد درحالی‌که فعالیت آنتی‌اکسیدانی و پذیرش کلی نمونه‌ها را کاهش داد. و در نهایت شرایط بهینه‌ی فرمولاسیون با مقادیر ۶ میلی‌لیترآبلیمو، ۰/۲گرم زردچوبه و ۴۱۸ میکرولیتر عصاره‌ی نعنا به‌دست آمد.

۶- تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از طرح کاربردی شماره ۱/۴۱۱/۵۳۳ مصوب دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان است که بدینوسیله نویسندگان از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تشکر و قدردانی می‌نمایند.

۷- منابع

[۱] Zheng, Y., Dos Santos Luciano, A. C., Dong, J. & Yuan, W. (2022). High-resolution map of sugarcane cultivation in Brazil using a phenology-based method. *Earth System Science Data*, 14(4), 2065-2080.

[۲] Thibane, Z., Soni, S., Phali, L. & Mdoda, L. (2023). Factors impacting sugarcane production by small-scale farmers in kwazulu-Natal Province-South Africa. *Heliyon*, 9(1), 1-8.

[۳] Iran Ministry of Agriculture-Jahad. Technology and Information and Communication Center of the Ministry of Agricultural Jihad Agricultural Statiatics. Volume 3 2020).19- https://maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub65/amar99-1400.pdf

[۴] Kaavya, R., Pandiselvam, R., Kothakota, A., Banuu Priya, E. P., & Arun Prasath, V. (2019). Sugarcane juice preservation: A critical review of the state of the art and way forward. *Sugar Tech*, 21, 9-19.

[۵] Chen, J.C.P. & C.C. Chou. (1993). CaneSugar handbook, a manual for cane sugars manufacturers & their Chemists. New York: Willey, 401–403.

[۶] Singh, A., Lal, U. R., Mukhtar, H. M., Singh, P. S., Shah, G. & Dhawan, R. K. (2015). Phytochemical profile of sugarcane and its potential health aspects. *Pharmacognosy Reviews*, 9(17), 45–54.

[۷] Singh, S. U. M. A. N., Gaikwad, K., & More, P. K. (2014). Spoilage of sugarcane juice a problem in sugarcane industry. *International Journal of Agricultural Engineering*, 7(1), 259-263.

[۸] Fallah Hosseini., H., Zahtekash, M. & Haghighi, M (2009). A review on pharmacological effects of *Curcuma longa* L. (Turmeric). *Journal* of *Medicinal Plants*, 9(33), 1-15. (In Farsi).

[۹] Kocaadam, B. & Şanlier, N. (2017). Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(13), 2889-2895.

[۱۰] Soleimani, V., Sahebkar, A., & Hosseinzadeh, H. (2018). Turmeric (*Curcuma longa*) and its major constituent (curcumin) as nontoxic and safe substances. *Phytotherapy Research*, 32(6), 985-995.

[۱۱] Cruz-Valenzuela, M. R., Tapia-Rodriguez, M. R., Vazquez-Armenta, F. J., Silva-Espinoza, B. A., & Ayala-Zavala, J. F. (2016). Lime (*Citrus aurantifolia*) oils. In *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. Academic Press, 531-537.

[۱۲] FAOSTAT: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): FAO

Statistical Databases., (2021). https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize.

[۱۳] Iran Ministry of Agriculture-Jahad. Technology and Information and Communication Center of the Ministry of Agricultural Jihad. Agricultural Statiaticsc. Volume 3 .(2021).۱۷-

https://maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub65/amarbaghi (1400).pdf.

[۱۴] Sarfaraz, S., Sarwar, G., Fatima, W., Ramzan, S., Amjad, R., Tareen, R., & Irfan, S. (2015). Evaluation of diuretic potential of lemon juice and reconstituted lemon drink. *World Journal of Pharmaceutical Research*, *4*(7), 254-9.

[۱۵] Abdolmaleki, A., Rajabi, A. & Sanginabadi, F. (2013). Evaluation of the analgesic and anti-inflammatory effects of aqueous extract of peppermint (*Mentha piperita*). *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences.* 18 (1), 67-74. (In Farsi).

[۱۶] Imran, A., Quispe, C., Zeeshan, A., Imran, M., Nadeem, M., Gilani, S. A., & Cruz-Martins, N. (2021). Development and antioxidant characterization of Ginger-Mint drink prepared through different extraction techniques. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15, 2576-2590.

[۱۷] Swarnalakshmi, C. S., Manisha, C. P., Harini, B., Akshara, J., Joshika, G., & Keerthana, R. (2019). Optimization and standardization of lemon grass incorporated into pseudostem and mint extracts based isotonic drink. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovation in Technology*, *5*(3), 1089-1093.

[۱۸] Noor, N. A. M., Murad, M., & Esah, E. M. (2018). Physicochemical, antioxidant and microbial properties of fresh black stem sugarcane juice with addition of calamansi juice. *Sains Malaysiana*, *47*(09), 2047-2054.

[۱۹] Agarkar, B. S., Aggarwal, P., & Yaqoob, M. (2019). Preparation of carbonated sugarcane juice beverages blended with fruit juices. *Agricultural Research Journal*, *56*(1), 124-133.

[۲۰] Arshad, M. K., Fatima, I., Ahmad, W., Ellahi, S., Mumtaz, M., Akhtar, M. U., & Siddique, W. A. (2023). Mint (Mentha): A herb and used as a functional

ingredient. *Scholars Intermatlonal Journal of Traditional and Complementary Medicine* , *6*(3), 38-52.

[۲۱] Iranian National Standard "Fruit juices, fruit nectars and carbonated fruit drinks - characteristics and test methods" No. 14345

[۲۲] Hojjati b, M., Jafari, S. & Noshad, M. (2018). Effect of Xanthan Gum and Soluble Soybean Polysaccharide on Characterictics of Functional Flixweed (*Descurainia Sophi* L.) Syrup. *Journal of Food Processing and Preservation*, 10(2), 63-80. (In Farsi).

[۲۳] Dehghan, B., & Raftani Amiri, Z. (2022). Evaluation of the effect of green tea extract on probiotic survival in Pinacolada drink based on whey under simulated gastric and intestinal conditions. *Journal of food science and technology (Iran)*, *19*(122), 115-127. (In Farsi).

[۲۴] Holkem, A. T., Neto, E. J. S., Nakayama, M., Souza, C. J., Thomazini, M., Gallo, F. A., & Favaro-Trindade, C. S. (2020). Sugarcane juice with co-encapsulated *Bifidobacterium animalis* subsp. lactis BLC1 and proanthocyanidin-rich cinnamon extract. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, (12), 1179-1192.

[۲۵] Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, *28*(1), 25-30.

[۲۶] Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, *16*(3), 144-158.

[۲۷] Livia, N. (2023). Analysis of the addition of soda and lime juice towards the antioxidant activity, pH, Brix, Color, and sensorial property of sparkling butterfly pea beverage. *i3L – Indonesia International Institute for Life Sciences*, 18-22.

[۲۸] Chauhan, O. P., Archana, B. S., Singh, A., Raju, P. S., & Bawa, A. S. (2014). A refreshing beverage from mature coconut water blended with lemon juice. *Journal of food science and technology*, 51, 3355-3361.

[۲۹] Aderinola, T. A. (2018). Effects of pumpkin leaves on the chemical composition and antioxidant properties of smoothies. *Abstract Retrieved From Proceedings of the 4th Regional Food Science and Technology Summit (Refosts) Akure, Ondo State Nigeria Akure*, 281-287.

[۳۰] Xu, G., Liu, D., Chen, J., Ye, X., Ma, Y., & Shi, J. (2008). Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. *Food Chemistry*, *106*(2), 545-551.

[۳۱] Wang, S., Lin, T., Man, G., Li, H., Zhao, L., Wu, J., & Liao, X. (2014). Effects of anti-browning combinations of ascorbic acid, citric acid, nitrogen and carbon dioxide on the quality of banana smoothies. *Food and Bioprocess Technology an International Journal*, 7, 161-173.

[۳۲] Castillejo, N., Martínez-Hernández, G. B., Gómez, P. A., Artés, F., & Artés-Hernández, F. (2016). Red fresh vegetables smoothies with extended shelf life as an innovative source of health-promoting compounds. *Journal of food science and technology*, *53*, 1475-1486.

[۳۳] Arif, S., Batool, A., Nazir, W., Khan, R. S., & Khalid, N. (2019). Physiochemical characteristics nutritional properties and health benefits of sugarcane juice. In *Non-Alcoholic Beverages.* Woodhead Publishing, 227-257.

[۳۴] Alaşalvar, H., & Çam, M. (2020). Ready to drink iced teas from microencapsulated spearmint (*Mentha spicata* L.) and peppermint (*Mentha piperita* L.) extracts physicochemical, bioactive and sensory characterization. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *14*(3), 1366-1375.

[۳۵] Eyidemir, E., & Hayta, M. (2009). The effect of apricot kernel flour incorporation on the physicochemical and sensory properties of noodle. *African Journal of Biotechnology*, *8*(1), 85-90.

[۳۶] González-Molina, E., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2009). A new drink

rich in healthy bioactives combining lemon and pomegranate juices. *Food Chemistry*, 115(4), 1364-1372.

[۳۷] Dong, X., Hu, Y., Li, Y., & Zhou, Z. (2019). The maturity degree, phenolic compounds and antioxidant activity of Eureka lemon [Citrus limon (L.) Burm. f.]: A negative correlation between total phenolic content, antioxidant capacity and soluble solid content. *Scientia Horticulturae*, *243*, 281-289.

[۳۸] Xi, W., Lu, J., Qun, J., & Jiao, B. (2017). Characterization of phenolic profile and antioxidant capacity of different fruit part from lemon (*Citrus limon* Burm.) cultivars. *Journal of Food Science and Technology*, *54*, 1108-1118.

[۳۹] Gattuso, G., Barreca, D., Gargiulli, C., Leuzzi, U., & Caristi, C. (2007). Flavonoid composition of citrus juices. *Molecules*, *12*(8), 1641-1673.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigating the physicochemical characteristics of a functional drink based on sugarcane juice

Hojjati, M[1*]., Noshad, M[2]., Noori, S.M.A[3]., Kakaei, K[4]

1- Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan
2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan
3- Toxicology Research Center, Medical Basic Sciences Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
4- PhD Student, Department of Food Science and Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan

ABSTRACT

Many individuals exhibit a proclivity towards integrating healthful and functional regimens into their everyday dietary patterns. Within the realm of food products, beverages offer a fitting choice for infusing them with bioactive compounds. Sugarcane juice, a pleasantly sweet and invigorating beverage, has garnered notable interest in recent times owing to its nutritional merits. The primary objective of this study was to examine the physicochemical and sensory characteristics of sugarcane juice and subsequently optimize the formulation of a functional beverage centered on this ingredient. To optimize the formulation of the aforementioned beverage, the response surface methodology and a Box-Behnken design were employed. Lemon juice (in amounts of 0, 3, and 6 mL), turmeric (in amounts of 0, 0.3, and 0.6 g), and peppermint extract (in amounts of 0, 250, and 500 µL) were incorporated per 100 µL of sugarcane juice. The dependent variables examined in this research encompassed pH, acidity, soluble solids, turbidity, color indices, antioxidant activity, phenolic compounds, and overall acceptance. The outcomes of the study revealed notable trends. As the quantity of lemon juice increased, acidity, turbidity, L* index, b* index, total phenolic compounds, antioxidant activity, and overall acceptance displayed an upward trajectory. Conversely, pH, soluble solids, and a* index exhibited a decline. Moreover, increasing the quantity of turmeric resulted in a marginal increase in soluble solids, b* index, and total phenolic compounds, while causing a reduction in antioxidant activity and overall acceptance of the samples. Furthermore, an increase in the amount of peppermint extract yielded elevated levels of turbidity, a* and b* indices, total phenolic compounds, and overall acceptance of the beverages. However, this increase also led to a decrease in soluble solids and L* index. In conclusion, the optimal composition for the sugarcane juice-based beverage consisted of 6 mL of lemon juice, 0.2 g of turmeric, and 418 µL of peppermint extract. This particular formulation demonstrated superior physicochemical properties and garnered the highest overall acceptance among the samples evaluated. Therefore, it can be recommended as a health-promoting beverage within the food industry.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 2023/5/9
Accepted: 2023/7/26

Keywords:

sugar cane,

mint extract,

functional properties,

antioxidant activity

DOI: 10.22034/FSCT.20.142.50
DOR:20.1001.1.20088787.1402.20.142.4.4

*Corresponding Author E-Mail:
hojjati@asnrukh.ac.ir