

بهینه سازی شرایط تهیه نوشیدنی پروبیوتیک تهیه شده با کمک کفیر از مخلوط شیرسویا- شیر بادام

سپیده قره یخه

1- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد صحنه، دانشگاه آزاد اسلامی، صحنه، ایران

خلاصه

در این پژوهش، نوشیدنی ترکیبی شیرسویا-شیربادام با استفاده از فرآیند تخمیر به وسیله ی کفیر با هدف ارتقای خواص آنتی اکسیدانی آن تولید شد. نتایج نشان داد که افزودن شیربادام به عنوان یک منبع غنی از مواد مغذی و آنتی اکسیدان، به همراه فرآیند تخمیر با کفیر، به طور قابل توجهی منجر به افزایش میزان فنل کل، فعالیت ضد رادیکال آزاد (DPPH) و زنده مانی باکتری های مفید در نوشیدنی شد. در شرایط بهینه که توسط طراحی آزمایشات تعیین شد، نوشیدنی تخمیر شده به خواص مطلوبی دست یافت. فنل کل در این نوشیدنی (g 2/351) (mg/ml) 25/41، اسیدیته قابل تیتراسیون (Log CFU/ml) 7/9، زنده مانی باکتری (GAE/100ml)، فعالیت ضد رادیکال 86/25 (DPPH%) و pH 5/91 بود. این یافته ها نشان می دهد که نوشیدنی شیر سویا- شیربادام تخمیر شده، به عنوان یک منبع غذای با ارزش، می تواند در ارتقای سلامت انسان نقش اساسی داشته باشد.

کلمات کلیدی: نوشیدنی تخمیری، پروبیوتیک، کفیر، آنتی اکسیدان، ترکیبات فنولیک

1. مقدمه

صنعت غذا در چند دهه گذشته در پاسخ به تغییرات سریع در نیازهای مصرف کنندگان گسترش یافته است. مصرف کنندگان در تمام سنین از فواید سلامتی جایگزین های شیر گیاهی قدردانی می کنند و در نتیجه، مصرف این محصولات اخیراً 60 تا 70 درصد افزایش یافته است [1]. محصولات گیاهی به طور گسترده به عنوان جایگزین های کم هزینه برای شیر سنتی مورد بررسی قرار گرفته اند تا گزینه های سالم تر را ارائه دهند. از شیر گیاهی به دلایل مختلفی از جمله عدم تحمل لاکتوز و آلرژی به شیر استفاده می شود. امروزه، محصولات شیر گیاهی به دلیل مزایای بالقوه سلامتی خود توجه زیادی را به خود جلب می کنند [2]. این محصولات گیاهی کاربردی می توانند در آینده به ارائه غذای سالم و متعادل به راحتی در دسترس برای جمعیت رو به رشد کمک کنند. طبق گفته دانشمندان، جایگزین های شیر 6 درصد از شیر معمولی و محصولات آن بهتر عمل می کنند [3]. علاوه بر این، پیش بینی می شود که تا سال 2026، بازار جهانی جایگزین های شیر گیاهی از 38 میلیارد دلار عبور کند. در میان انواع مختلف شیر گیاهی، شیر سویا همچنان یکی از انتخاب های توصیه شده با اندازه بازار جهانی تقریبی 7/30 میلیارد دلار است که پیش بینی می شود در سال های آینده بیشتر نیز افزایش یابد [4]. شیر سویای تخمیر شده به طور موثری علائم دیابت، فشار خون، حملات قلبی، بیماری های قلبی عروقی، سرطان پروستات، پوکی استخوان و عوارض مرتبط با سرطان را کاهش می دهد [5]. علاوه بر این، مطالعات اپیدمیولوژیک و بالینی دریافته اند که شیر بادام می تواند به پیشگیری از بیماری های مختلف از جمله چاقی، فشار خون بالا، دیابت و سندرم متابولیک کمک کند. شیر بادام شامل مواد مغذی، فیتوشیمیایی ها و اسیدهای چرب مختلفی است که خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی را به طور قابل توجهی کاهش می دهد و دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، ضد هیپرلیپیدمی و ضد سرطان است [6].

تخمیر غذا به عنوان تبدیل کربوهیدرات های پیچیده مانند نشاسته و قندها به ترکیبات ساده مانند الکل ها، اسیدها و CO_2 با استفاده از باکتری ها در شرایط بی هوازی تعریف می شود. شیر یا عصاره های گیاهی اغلب تخمیر می شوند، چه به طور طبیعی و چه تحت کنترل، که تولید مواد فعال زیستی را افزایش می دهد. علاوه بر این، هضم پروتئین های مفید در سویا به دلیل افزایش اسیدهای آمینه ضروری در طول تخمیر بیش از 40 درصد بهبود می یابد [7-9].

رایج ترین باکتری های پروبیوتیک که در تخمیر استفاده می شوند، گونه های لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم هستند که عمدتاً در تولید محصولات لبنی و غیر لبنی مانند ماست، پنیر و بستنی به کار می روند. باکتری های اسید لاکتیک (LAB) مانند *L. casei*، *L. rhamnosus*، *L. acidophilus*، *L. plantarum* جزو محبوب ترین گونه های لاکتوباسیلوس پروبیوتیک هستند که در کشت های آغازگر تجاری در طول تخمیر شیر استفاده می شوند. آن ها نقش مهمی در فرآیند تخمیر ایفا می کنند. به طور خاص، آن ها مواد اولیه را با تولید اسید لاکتیک و چندین ترکیب مهم دیگر مانند باکتریوسین ها، ترکیبات معطر، ویتامین ها، مواد معدنی و آنزیم های مفید به سرعت اسیدی می کنند. شیر تخمیر شده با اسید لاکتیک سابقه طولانی و امن مصرف دارد و با فواید سلامتی خوب مرتبط است [10-12].

از سویی برای تخمیر بسیاری از نوشیدنی‌های لبنی و غیر لبنی با پایه شیر گیاهی می‌توان از دانه‌های کفیر استفاده کرد. دانه‌های کفیر در واقع مجموعه‌ای از باکتری‌ها و مخمرها هستند که در یک ماتریکس ژلاتینی به نام کفیران قرار گرفته‌اند [13-15]. این ماتریکس از کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و لیپیدها تشکیل شده است که به عنوان محل زندگی و رشد باکتری‌ها و مخمرها عمل می‌کند. دانه‌های کفیر طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها را در خود جای داده‌اند که از جمله‌ی آنها می‌توان به لاکتوباسیلوس، استرپتوکوکوس، اسیدولکتوباسیلوس، لاکتوکوکوس و مخمرهای گونه‌ی *Saccharomyces* اشاره کرد [16, 17].

محصولات شیری گیاهی (مانند شیر بادام) می‌توانند به عنوان آنتی اکسیدان‌های طبیعی عمل کنند و از بدن در برابر استرس اکسیداتیو و بیماری‌های مرتبط محافظت کنند. علاوه بر این، فعالیت آنتی اکسیدانی در شیر گیاهی شامل ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها و ویتامین‌های A، E و C است. تحقیقات اخیر اهمیت ترکیبات آنتی اکسیدانی را در از بین بردن رادیکال‌های آزاد در بدن انسان و پیشگیری از بیماری‌ها نشان داده است. علاوه بر این، محققان قبلی اهمیت تخمیر سویا و شیر بادام را به عنوان بستری با منبع خوبی از آنتی اکسیدان‌های طبیعی به دلیل ترکیبات فنلی نشان داده‌اند. که می‌تواند بروز بیماری‌های مرتبط با استرس اکسیداتیو مانند سرطان، بیماری عروق کرونر قلب و آترواسکلروز را کاهش دهد. بنابراین، در مطالعه حاضر نوشیدنی شیر گیاهی تخمیر شده از شیر سویا و بادام با استفاده از دانه‌های کفیر تهیه شد و تاثیر این مخمرهای پروبیوتیک بر محتوای فنول و فلاونوئید کل و فعالیت آنتی اکسیدانی در طول روزهای تخمیر بررسی شد.

2. مواد و روشها

2.1. تهیه شیرهای گیاهی

شیر سویا و شیر بادام با استفاده از روش مرطوب و پختن دوغاب آنها به دست آمد. دانه‌های سویا و بادام از یک فروشگاه محلی خریداری شدند. دانه‌های تمیز (100 گرم) به مدت یک شب (16 ساعت) در دمای اتاق در آب مقطر (9:1 وزنی/وزنی) خیس شدند و سپس برای 10 دقیقه با استفاده از دستگاه آسیاب سه بار آسیاب شدند. دوغاب حاصل سپس به مدت 10 دقیقه در دمای 100 درجه سانتیگراد با استفاده از هیتر استیرر و با اختلاط مداوم برای جلوگیری از ایجاد کف جوشانده شد. دوغاب گرم شده سپس از طریق یک صافی (مش 100) برای جدا کردن شیر از باقیمانده جامد فیلتر شد و سپس در دمای 4 درجه سانتیگراد نگهداری شد و پس از 24 ساعت برای مراحل بعدی مورد استفاده قرار گرفت.

2.2. تهیه نوشیدنی تخمیری شیرسویا-شیر بادام با دانه‌های کفیر

برای تهیه نوشیدنی، از ترکیب شیر سویا-بادام استفاده شد. نسبت حجمی شیر بادام به شیرسویا یکی از متغیرهای طراحی آزمایشات بود. برای درک بهتر از شرایط تخمیر، از نرم افزار طراحی آزمایشات استفاده شد. از گروه رویه پاسخ، روش باکس-بنکن استفاده شد. متغیرها عبارت بودند از: دمای تخمیر، درصد حجمی شیربادام و زمان تخمیر. پاسخ مورد بررسی نیز بصورت محتوای فنل کل بررسی شد. در جدول 1 متغیرهای مستقل و بازه تعریف آنها آورده شده است.

جدول 1- متغیرهای طراحی آزمایشات (روش باکس-بنکن) به همراه محدوده‌ها.

محدوده ها و کد آنها			
-1	0	+1	متغیرها
25	30	35	دما (درجه سانتیگراد)
10	30	50	شیر بادام (درصد حجمی)
12	42	72	زمان (ساعت)

3.2. اندازه گیری خواص فیزیکوشیمیایی نوشیدنی

پس از سپری شدن دوره تخمیر در شرایط مورد نظر، برای سنجش خواص، نوشیدنی که تخمیر شده بود، به مدت 5 دقیقه با سرعت 2400 دور در دقیقه در سانتریفیوژ قرار گرفت. پس از جدا شدن رسوب جامد، مایع رویی برای انجام آزمایشات مورد استفاده قرار گرفت.

در طرح آزمایش، هدف اصلی تعیین میزان فنل کل بود که به عنوان تنها پاسخ اصلی در نظر گرفته شد. روش اندازه گیری فنل کل با استفاده از روش رنگ سنجی فولین-سیوکالتو صورت گرفت. نتایج به صورت گرم اسید گالیک معادل در هر 100 میلی لیتر نوشیدنی (g GAE/100ml) بیان شد [18]. پس از یافتن شرایط مطلوب برای حداکثر میزان فنل کل، سایر خواص محصول نهایی نیز مورد بررسی قرار گرفت. تعیین اسیدیته قابل تیتر کل (TTA) با رقیق کردن 10 برابری نوشیدنی و تیتراسیون آن با سدیم هیدروکسید 0/1 نرمال تعیین شد. همچنین pH نمونه ها با استفاده از pH متر در دمای 25 درجه سانتیگراد اندازه گیری شد [19].

برای تعیین محتوای کل فلاونوئید (TFC) از روش رنگ سنجی نیترات آلومینیوم با کمی تغییر استفاده شد. در این روش، جذب محلول نمونه در طول موج 508 نانومتر اندازه گیری شد و مقدار فلاونوئید به صورت گرم معادل روتین در هر 100 میلی لیتر نوشیدنی (g RE/100ml) بیان شد [20].

3. بحث و نتایج

3.1. بررسی نتایج طراحی آزمایشات

هدف این پژوهش، یافتن بهترین ترکیب نوشیدنی با بالاترین میزان مواد فنولیک بود. در نتیجه، محتوای فنل کل به عنوان معیار اصلی ارزیابی در نظر گرفته شد. نتایج این ارزیابی در جدول 2 آورده شده است.

جدول 2- جدول طراحی آزمایشات به همراه پاسخ

پاسخ-فنل کل (g GAE/100ml)	متغیرها			ردیف
	A- دما (°C)	B- شیر بادام (% حجمی)	C- زمان (ساعت)	
1/783	25	10	42	1
1/422	35	10	42	2
2/351	25	50	42	3
2/378	35	50	42	4
2/248	25	30	12	5
2/093	35	30	12	6
2/374	25	30	72	7

2/223	72	30	35	8
1/627	12	10	30	9
2/352	12	50	30	10
1/886	72	10	30	11
2/458	72	50	30	12
2/377	42	30	30	13
2/403	42	30	30	14
2/350	42	30	30	15

برای تحلیل داده‌های به دست آمده از نرم افزار، یک مدل با استفاده از یک معادله درجه دوم به منظور ارتباط دادن پاسخ به پارامترهای مستقل استفاده شد. این مدل در معادله 1 ارائه شده است. در این معادله، به جای پارامترهای واقعی، مقادیر کد شده قرار داده شده است.

$$Y=2.38-0.08A+0.352B+0.0776C+0.097AB+0.001AC-.0384BC-.12A^2-.2735B^2-.0226C^2 \quad \text{معادله (1)}$$

برای ارزیابی اعتبار این معادله، چندین روش وجود دارد. اول اینکه، ضریب همبستگی محاسبه شده برای این معادله باید به عدد یک نزدیک باشد. در مدل ارائه شده، $R^2_{adj} = 0.9816$ و $R^2 = 0.9934$ که هر دو مقدار به عدد یک نزدیک هستند. این نشان می‌دهد که مدل توانایی پیش‌بینی بالایی دارد و حدوداً 99 درصد از داده‌های تجربی با این معادله مطابقت دارد.

علاوه بر این، تست ANOVA نیز برای بررسی اعتبار مدل مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این تست در جدول 3 ارائه شده است.

جدول 3- نتایج آنالیز آنوا

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F-value	P-value	منبع
مدل	1/45	9	0/1612	84/18	< 0/0001	دارای معنی
A-دما	0/0514	1	0/0514	26/87	0/0035	
B- شیربادام (% حجمی)	0/9944	1	0/9944	519/41	< 0/0001	
C- زمان (ساعت)	0/0482	1	0/0482	25/16	0/0041	
AB	0/0377	1	0/0377	19/67	0/0068	
AC	0/00000392	1	0/00000392	0/0020	0/9657	
BC	0/0059	1	0/0059	3/07	0/1399	
A ²	0/0535	1	0/0535	27/92	0/0032	
B ²	0/2763	1	0/2763	144/29	< 0/0001	
C ²	0/0019	1	0/0019	0/9819	0/3672	
باقیمانده	0/0096	5	0/0019			
عدم تناسب	0/0081	3	0/0027	3/80	0/2154	بی معنی

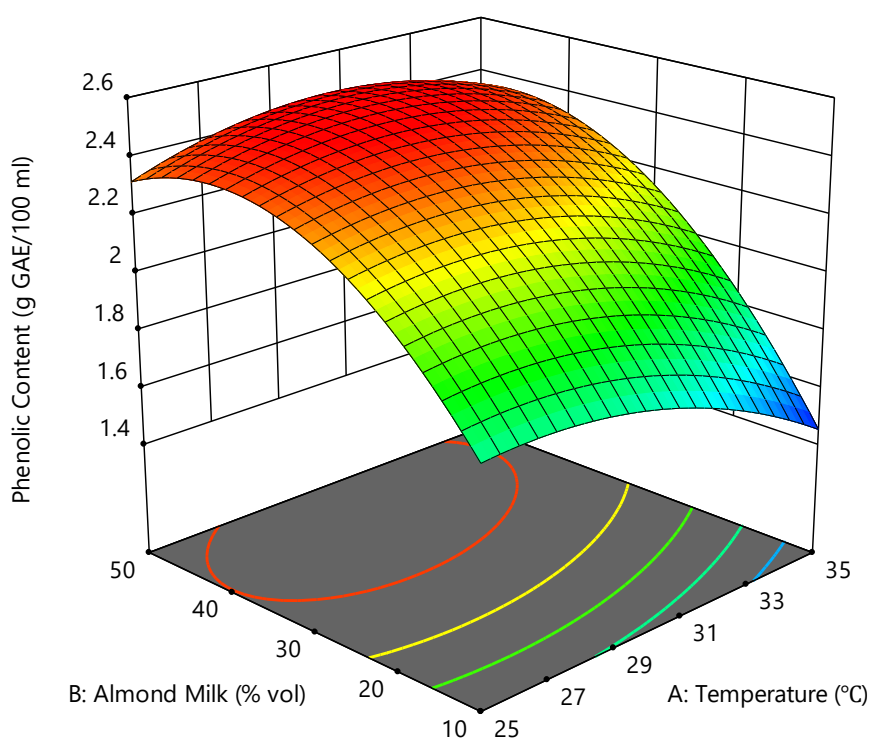
			0/0007	2	0/0014	خطای خالص
				14	1/46	همبستگی کل

نتایج تحلیل نشان می‌دهد که مدل به دست آمده دارای F-value بالایی (84/18) است. این F-value بالا نشان می‌دهد که تنها 1٪ احتمال وجود نویز در نتایج وجود دارد و مدل به طور قابل توجهی پاسخ‌ها را توضیح می‌دهد.

علاوه بر این، p-value برای اکثر اصطلاحات مدل (B^2 , A, B, C, AB, A^2) کمتر از 0/05 است که نشان می‌دهد این اصطلاحات به طور معنی‌داری در مدل موثر هستند و می‌توانند تاثیر قابل توجهی بر پاسخ داشته باشند. اصطلاحاتی که p-value بیش از 0/1 دارند، در مدل معنی‌دار نیستند و می‌توانند حذف شوند. همچنین p-value برای “عدم تناسب” نشان می‌دهد که مدل به خوبی با داده‌ها مطابقت دارد و عدم تناسب قابل توجهی بین مدل و داده‌ها وجود ندارد.

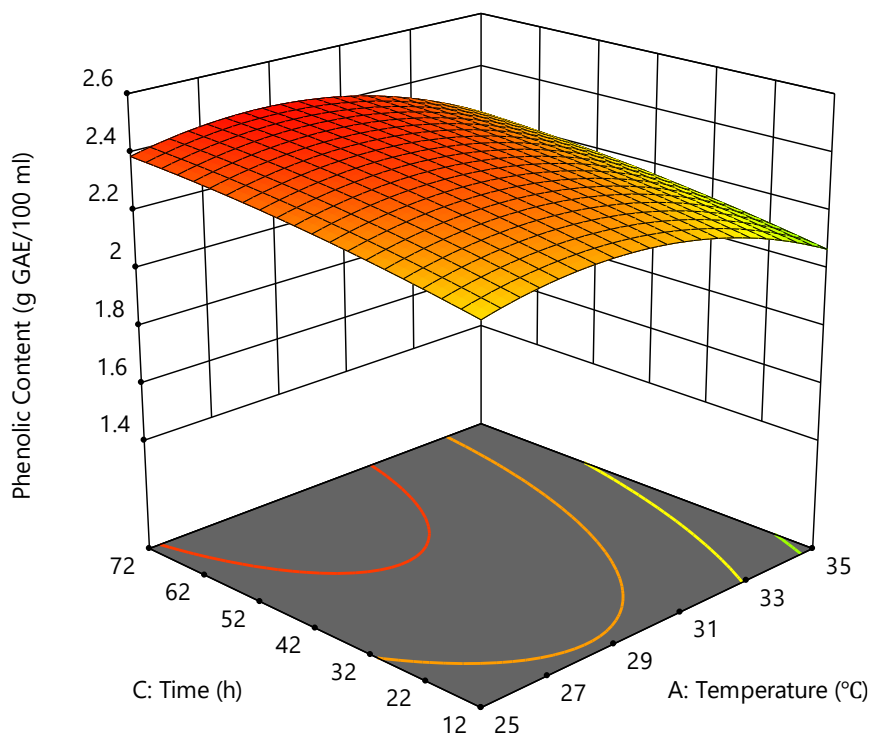
در کل، نتایج تحلیل نشان می‌دهد که مدل قابل اعتماد و توانا است و می‌تواند پاسخ‌های قابل قبولی را در نقاط خارج از محدوده آزمایش نیز پیش‌بینی کند. در بخش بعدی به تاثیر تغییر همزمان پارامترهای مستقل و اثر آن بر پاسخ پرداخته می‌شود. در این بررسی، تغییر دو پارامتر و تاثیرپذیری پاسخ به صورت نمودار سه‌بعدی نشان داده می‌شود. متغیر سوم نیز در حد وسط بازه به صورت ثابت در نظر گرفته می‌شود.

در بخش بعدی، تاثیر تغییر همزمان پارامترهای مستقل و اثر آن بر پاسخ مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این بررسی، با تغییر دو پارامتر، تاثیرپذیری پاسخ به صورت نمودار سه‌بعدی نمایش داده می‌شود. متغیر سوم نیز در میانه بازه به طور ثابت در نظر گرفته می‌شود.



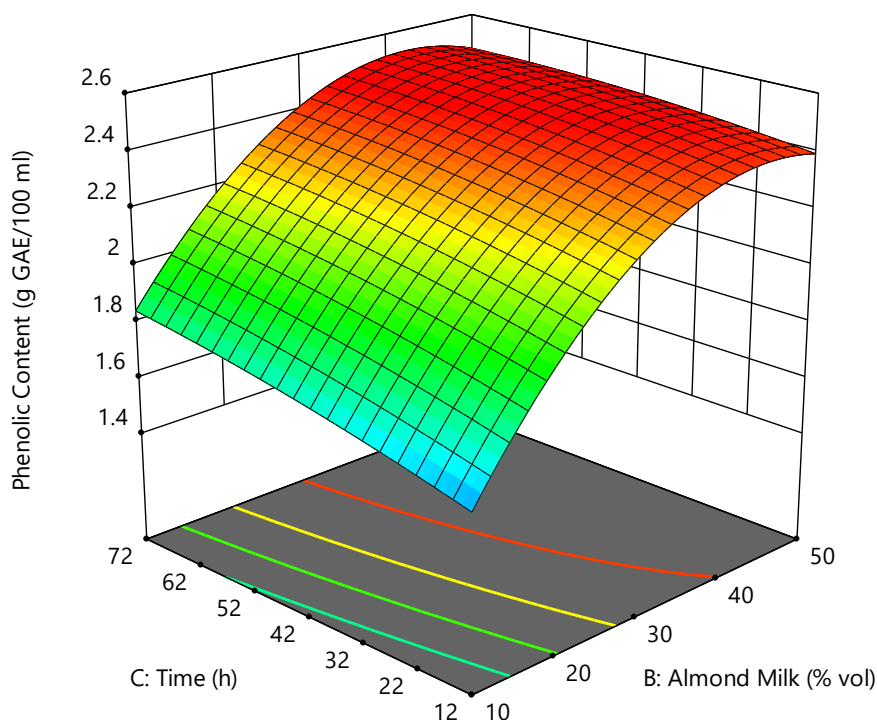
شکل 1- نمودار رویه سطح پاسخ برای پاسخ فنل کل بصورت تابعی از دما و درصد حجمی شیربادام.

همانطور که در شکل 1 مشاهده می شود، در غلظت های کم شیربادام (حدود 10٪)، افزایش دما منجر به کاهش میزان فنل کل می شود. با این حال، با افزایش غلظت شیربادام، ابتدا مقدار فنل افزایش یافته و به حداکثر می رسد و سپس کاهش می یابد. به طور کلی، در همه دماها، با افزایش غلظت شیربادام، پاسخ ابتدا افزایش و سپس اندکی کاهش می یابد. این نمودار نشان می دهد که در زمان تخمیر ثابت، میزان شیربادام در محدوده مورد بررسی، تاثیر بیشتری نسبت به دما بر تولید فنل در نوشیدنی دارد. افزایش دما، از یک سو می تواند به شکسته شدن قندهای با مولکول های بزرگتر منجر شود که این عامل به افزایش ترکیبات فنلی کمک می کند. از سوی دیگر، شیربادام بهینه سازی فعالیت باکتری ها و آنزیم هایی که در تولید مواد فنلی دخیل هستند، را تحت تاثیر قرار می دهد. بنابراین، مشاهدات نشان می دهند که برای این نوع مخمر، غلظت حدود 40% شیربادام و دمای تخمیر حدود 30 درجه سانتی گراد، به عنوان شرایط بهینه قابل توجه هستند.



شکل 2- نمودار رویه سطح پاسخ برای پاسخ فنل کل بصورت تابعی از دما و زمان تخمیر.

نتایج نشان می دهند که افزایش زمان تخمیر به طور مستقیم با افزایش تولید فنل کل رابطه مستقیم دارد (شکل 2). این رابطه صعودی در بسیاری از واکنش های شیمیایی معمول است زیرا زمان بیشتر به باکتری ها و مخمرها اجازه می دهد تا فعالیت خود را به طور کامل انجام دهند. همچنین، همانطور که در شکل 1 مشاهده می شود، دمای تخمیر تا حدود 30 درجه سانتیگراد تاثیر مثبت بر افزایش تولید فنل دارد. اما پس از این نقطه، روندی نزولی مشاهده می شود. این امر نشان می دهد که دمای بسیار بالا می تواند فعالیت متابولیسم باکتری ها را مختل کند. با توجه به این نتایج، برای رسیدن به حداکثر تولید فنل، ترکیبی از 72 ساعت زمان تخمیر و دمای 30 درجه سانتیگراد مناسب ترین شرایط را فراهم می کند.

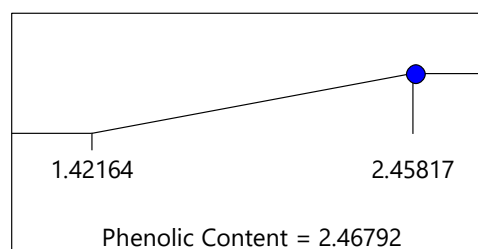
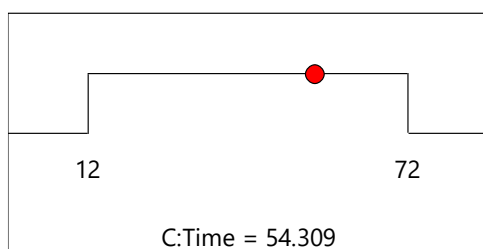
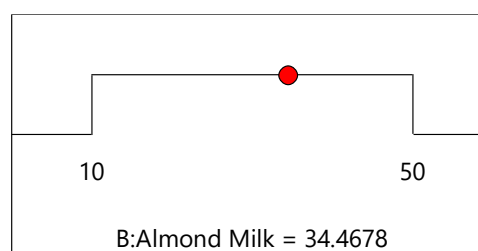
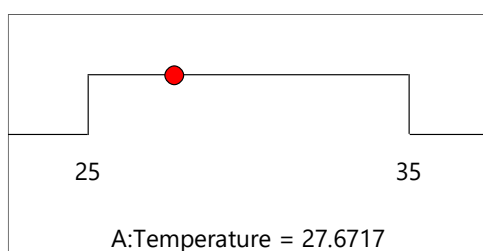


شکل 3- نمودار رویه سطح پاسخ برای پاسخ فنل کل بصورت تابعی از درصد حجمی شیربادام و زمان تخمیر.

همانطور که در شکل شماره 3 مشاهده می شود، افزایش مقدار فنل کل به طور مستقیم با افزایش درصد حجمی شیربادام مرتبط است. رنگ خطوط نشان دهنده این است که شیب افزایش پاسخ به تغییرات در شیربادام بیشتر از زمان تخمیر است. به عبارت دیگر، افزودن شیربادام به نوشیدنی کفیر تاثیر قابل توجهی در افزایش تولید فنل کل دارد، در حالی که تاثیر زمان تخمیر در مقایسه با آن کمتر است. همچنین مشاهده می شود که در مقادیر کم و زیاد شیربادام، زمان تخمیر تاثیر افزایشی تقریباً یکسانی دارد. این امر نشان می دهد که در محدوده های کم و زیاد شیربادام، زمان تخمیر به تنهایی تاثیر قابل توجهی بر میزان تولید فنل ندارد. با توجه به این نتایج و با در نظر گرفتن اینکه قیمت شیربادام بطور معمول بیشتر از شیرسویا است، انتخاب مقدار حجمی بهینه ای برای افزودن به نوشیدنی کفیر اهمیت زیادی دارد. این مقدار بهینه باید به گونه ای انتخاب شود که ضمن ارائه خواص تغذیه ای بالا، از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد. یعنی باید تعادل مناسبی بین افزایش فنل کل و هزینه تولید برقرار شود. این امر در بهینه سازی شرایط تولید بدست می آید.

2.3. شرایط بهینه

هدف اصلی طراحی آزمایشات، یافتن بهترین شرایط برای رسیدن به پاسخ مطلوب با در نظر گرفتن تغییرات همزمان متغیرهاست. مدل پیشنهادی، با تجزیه و تحلیل داده ها، شرایط بهینه برای حداکثر تولید فنل را به شرح زیر پیشنهاد داده است:



شکل 4- مقدار متغیرهای مستقل و فنل کل در شرایط بهینه پیشنهادی.

همانطور که در شکل 4 مشاهده می شود، دمای 27 درجه سانتیگراد، درصد حجمی شیربادام 34/46٪ (تقریباً 35٪)، و زمان 54 ساعت، شرایط بهینه برای رسیدن به حداکثر تولید فنل هستند. با توجه به این شرایط بهینه، نوشیدنی شیرسویا-شیربادام در سه تکرار تهیه و در شرایط استریل و تخمیر قرار گرفت. پس از انجام تخمیر در مدت زمان مورد نظر، فنل کل اندازه گیری شد. نتیجه به دست آمده از میانگین سه بار تکرار در شرایط آزمایشگاهی، 2/351 (g GAE/100ml) بود که نشان دهنده پیش بینی خوب مدل و خطای کل 4/7٪ است. این خطای کم، مبین دقت بالای مدل در پیش بینی نتایج است. به منظور بررسی کاملتر خواص شیمیایی نوشیدنی در شرایط بهینه، پارامترهای دیگری مانند فنل کل، زنده مانی باکتری، اسیدیته قابل تیتر و فعالیت ضد رادیکال اندازه گیری شدند.

جدول 4- مقایسه پارامترهای کیفی برای نوشیدنی شیرسویا-شیربادام تخمیری با کفیر و نوشیدنی تازه بدون تخمیر.

پارامتر	واحد	نوشیدنی شیرسویا-شیربادام بدون تخمیر	نوشیدنی شیرسویا-شیربادام تخمیری با کفیر در شرایط بهینه
فنل کل	g GAE/100ml	1/442	2/351
زنده مانی باکتری	Log CFU/ml	3	7/9
اسیدیته قابل تیتراسیون	mg/ml	12/8	25/41
فعالیت ضد رادیکال (DPPH)	%	34/85	86/25
pH	-	6/8	5/91

با مقایسه نتایج بدست آمده، به وضوح مشاهده می شود که فرآیند تخمیر نوشیدنی شیرسویا-شیربادام توسط مجموعه باکتری ها و مخمرهای موجود در کفیر، به طور قابل توجهی بر خواص آنتی اکسیدانی نوشیدنی تاثیر گذاشته و به

طور کلی کیفیت آن را ارتقا داده است. این تاثیر مثبت در افزایش مقدار فنل کل و بهبود فعالیت ضد رادیکال ظاهر شده است که نشان دهنده کاهش استرس اکسیداتیو و افزایش ارزش تغذیه ای نوشیدنی است.

4. نتیجه گیری

نوشیدنی شیرسویا-شیربادام با استفاده از فرآیند تخمیر با کفیر به منظور ارتقای خواص آنتی اکسیدانی آن تولید شد. نتایج نشان می دهد که استفاده از شیربادام به عنوان منبع غنی از مواد مغذی و آنتی اکسیدان، به همراه فرآیند تخمیر با کفیر، منجر به افزایش قابل توجهی در میزان فنل کل، فعالیت ضد رادیکال آزاد (DPPH) و زنده مانی باکتری های مفید در نوشیدنی شد. همچنین با تخمیر به اندازه و مناسب نوشیدنی شیرسویا-شیربادام در شرایط بهینه که توسط طراحی آزمایشات بدست آمد، خواص زیر برای آن حاصل شد: فنل کل 2/351 (g GAE/100ml)، زنده مانی باکتری $10^7/9$ Log (CFU/ml)، اسیدیته قابل تیتراسیون 25/41 (mg/ml)، فعالیت ضد رادیکال 86/25 (% DPPH) و pH 9.1/5. این یافته ها نشان می دهد که نوشیدنی شیر سویا-شیربادام تخمیر شده، به عنوان یک منبع غذایی با ارزش، می تواند در ارتقای سلامت انسان نقش داشته باشد. محتوای بالای آنتی اکسیدان در این نوشیدنی، با کاهش استرس اکسیداتیو و افزایش ارزش تغذیه ای، به بهبود سلامت عمومی کمک می کند. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از شیربادام و فرآیند تخمیر با کفیر، در تولید نوشیدنی با خواص آنتی اکسیدانی بهبود یافته موفق بوده و این محصول، با ارائه خواص تغذیه ای مناسب، قابلیت حضور در رژیم غذایی به عنوان یک منبع غذا با ارزش را دارد.

5. مراجع

1. Scholz-Ahrens KE, Ahrens F, Barth CA (2020) Nutritional and health attributes of milk and milk imitations. Eur J Nutr 59:19–34. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-01936-3>
2. Katoch GK, Nain N, Kaur S, Rasane P (2022) Lactose Intolerance and Its Dietary Management: An Update. J Am Nutr Assoc 41:424–434. <https://doi.org/10.1080/07315724.2021.1891587>
3. McClements DJ (2020) Development of Next-Generation Nutritionally Fortified Plant-Based Milk Substitutes: Structural Design Principles. Foods 9:421. <https://doi.org/10.3390/foods9040421>
4. Paul AA, Kumar S, Kumar V, Sharma R (2020) Milk Analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. Crit Rev Food Sci Nutr 60:3005–3023. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1674243>
5. Jayachandran M, Xu B (2019) An insight into the health benefits of fermented soy products. Food Chem 271:362–371. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.158>
6. Kim T-J, Seo K-H, Chon J-W, et al (2022) Sensory Evaluation Assessment of Almond Milk, Oat Milk, Soy Milk (Nondairy Products) and Kefir, Yogurt, Cow Milk (Dairy Products) Containing Radish Oil: A Preliminary Study. J Dairy Sci Biotechnol 40:122–133. <https://doi.org/10.22424/jdsb.2022.40.3.122>
7. Uruc K, Tekin A, Sahingil D, Hayaloglu AA (2022) An alternative plant-based fermented milk with kefir culture using apricot (Prunus armeniaca L.) seed extract:

- Changes in texture, volatiles and bioactivity during storage. *Innov Food Sci Emerg Technol* 82:103189. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103189>
8. Tangyu M, Muller J, Bolten CJ, Wittmann C (2019) Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Appl Microbiol Biotechnol* 103:9263–9275. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10175-9>
 9. Ziarno M, Bryś J, Parzyszek M, Veber A (2020) Effect of Lactic Acid Bacteria on the Lipid Profile of Bean-Based Plant Substitute of Fermented Milk. *Microorganisms* 8:1348. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091348>
 10. Valero-Cases E, Cerdá-Bernad D, Pastor J-J, Frutos M-J (2020) Non-Dairy Fermented Beverages as Potential Carriers to Ensure Probiotics, Prebiotics, and Bioactive Compounds Arrival to the Gut and Their Health Benefits. *Nutrients* 12:1666. <https://doi.org/10.3390/nu12061666>
 11. Gomes IA, Venâncio A, Lima JP, Freitas-Silva O (2021) Fruit-Based Non-Dairy Beverage: A New Approach for Probiotics. *Adv Biol Chem* 11:302–330. <https://doi.org/10.4236/abc.2021.116021>
 12. Widyastuti Y, Febrisiantosa A, Tidona F (2021) Health-Promoting Properties of Lactobacilli in Fermented Dairy Products. *Front Microbiol* 12:. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.673890>
 13. Spizzirri UG, Loizzo MR, Aiello F, et al (2023) Non-dairy kefir beverages: Formulation, composition, and main features. *J Food Compos Anal* 117:105130. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105130>
 14. Guzel-Seydim ZB, Gökırmaklı Ç, Greene AK (2021) A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties. *Trends Food Sci Technol* 113:42–53. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.04.041>
 15. Egea MB, Santos DC dos, Oliveira Filho JG de, et al (2022) A review of nondairy kefir products: their characteristics and potential human health benefits. *Crit Rev Food Sci Nutr* 62:1536–1552. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1844140>
 16. Azizi NF, Kumar MR, Yeap SK, et al (2021) Kefir and Its Biological Activities. *Foods* 10:1210. <https://doi.org/10.3390/foods10061210>
 17. Ding Fan, Stoyanova LG, Netrusov AI (2022) Microbiome and Metabiotic Properties of Kefir Grains and Kefirs Based on Them. *Microbiology* 91:339–355. <https://doi.org/10.1134/S0026261722100885>
 18. Nely M. M, Jenny P. C, Yanet C. O, et al (2020) Evaluation of antioxidant potential and total phenolic content of exotic fruits grown in Colombia. *J Appl Pharm Sci.* <https://doi.org/10.7324/JAPS.2020.10906>
 19. Darkwah G, Brewoo GA, Barimah J, et al (2020) Quality assessment of some selected locally produced and marketed soft drinks in Ghana. *Sci African* 8:e00341. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00341>
 20. Shraim AM, Ahmed TA, Rahman MM, Hijji YM (2021) Determination of total flavonoid content by aluminum chloride assay: A critical evaluation. *LWT* 150:111932. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111932>