

بهینه سازی ترکیب ژل بهبود دهنده برای بهبود خواص خمیر و نان بربری به روش سطح پاسخ

امیر پورفرزاد^{۱*}، محمد حسین حداد خداپرست^۲، مهدی کریمی^۳، سید علی مرتضوی^۲

۱- دانش آموخته دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- استاد، عضو هیئت علمی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- استادیار، عضو هیئت علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

(تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۸)

چکیده

در این پژوهش از روش شناسی سطح پاسخ به منظور مطالعه تاثیر اجزاء ژل بهبود دهنده بر خواص فارینوگرافی خمیر و کیفیت نان بربری و بهینه سازی فرمول ژل استفاده گردید. نمونه های ژل با افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات، داتم و پروپیلن گلیکول در دامنه ۰ تا ۰/۵ g/۱۰۰g تولید گردید. نتایج نشان داد که افزودن هر سه جزء به فرمول ژل موجب کاهش جذب آب آرد، خصوصیات رئولوژیکی خمیر شامل زمان گسترش، شاخص تحمل، و سفتی نان در روز اول گردید اما از سوی دیگر، همه این پارامترها به جز جذب آب، تحت تاثیر برهم کنش آنها قرار گرفتند. مقاومت خمیر و ارزش والوریمتری با افزایش هر سه جزء تشکیل دهنده ژل، افزایش یافتند و تحت تاثیر برهم کنش آنها نیز قرار گرفتند. هر چند خصوصیات نان شامل حجم مخصوص، رطوبت، فعالیت آبی، پذیرش کلی و ΔE با افزایش سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم افزایش یافتند اما با افزایش پروپیلن گلیکول، کاهش رطوبت، فعالیت آبی و ΔE مشاهده گردید. مدل های ارائه شده در این پژوهش از ضریب همبستگی بالا و بسیار معنی داری برخوردار هستند که می توان از آنها در پیشگویی خواص مورد بررسی، استفاده کرد. نتایج بهینه سازی با طرح مرکب مرکزی نشان داد که بهترین خصوصیات، زمانی حاصل می گردد که فرمول ژل شامل ۰/۵ g/۱۰۰g سدیم استئاروئیل لاکتیلات، ۰/۲۵ g/۱۰۰g داتم و ۰/۵ g/۱۰۰g پروپیلن گلیکول باشد.

کلید واژه گان: امولسیفایر، بافت سنجی، روش رویه پاسخ، ژل بهبود دهنده، نان بربری.

* مسئول مکاتبات: amir.pourfarzad@gmail.com

۱- مقدمه

در صنعت نان، بهینه سازی خصوصیات خمیر و بهبود کیفیت و ماندگاری محصول نهایی در اولویت قرار دارد. مصرف کنندگان، محصولات با خصوصیات حسی، کیفیت و ماندگاری بالاتر را ترجیح می دهند. از طرفی، ضایعات صنعت نان در اثر پدیده بیاتی، از لحاظ اقتصادی اهمیت بسیار زیادی دارد. بنابراین، در علم غلات برای بهبود خصوصیات خمیر، درک پدیده بیاتی و تاخیر آن در جهت افزایش کیفیت نان، رقابت بزرگی وجود دارد. برای رسیدن به این هدف، باید از افزودنی های غذایی کاربردی و مواد کمک فرایند که باعث بهبود کیفیت نان می شوند، استفاده کرد [۱].

سورفاکتانها یکی از پرکاربردترین افزودنی های عملکردی هستند که به منظور بهبود خواص خمیر و کیفیت نان استفاده می گردند که موجب استحکام بیشتر خمیر، بهبود سرعت هیدراسیون، مقاومت بیشتر به مخلوط کردن، بهبود استحکام مغز، کاهش مقدار شورتینگ مورد نیاز، افزایش حجم مخصوص و افزایش ماندگاری می شوند. عزیزی و راثو (۲۰۰۵) ژلهایی را با ۰/۵٪ گلیسرول مونواستارات تقطیر شده، داتم، گلیسرول مونواستارات، سدیم استتاروئیل لاکتیلات، آب و ۰/۱ و ۰/۲٪ شورتینگ تهیه نمودند. همه ژل ها کیفیت پخت را بسته به نوع امولسیفایر، افزایش دادند. ژل های داتم، گلیسرول مونواستارات تقطیر شده و سدیم استتاروئیل لاکتیلات، حجم مخصوص، کیفیت پخت، پذیرش کلی، رنگ و بافت را به طور معنی داری بهبود بخشیدند [۲]. همچنین عزیزی و راثو (۲۰۰۴) ژل های امولسیفایرهای گلیسرول مونواستارات تقطیر شده، داتم، گلیسرول مونواستارات و سدیم استتاروئیل لاکتیلات را با آب تهیه نمودند. افزودن این ژل ها، جذب آب را کاهش داد. ژل ها مقاومت خمیر را افزایش دادند. همچنین، خصوصیات اکستنسوگراف خمیر آرد گندم تا درجات مختلف بهبود یافت و ژل های امولسیفایر مورد بررسی، باعث بهبود کیفیت پخت نان شدند [۳]. کروگ (۱۹۸۱) گزارش داد که نان حاصل از خمیرهای مقاوم به شوک بدون مشروط کننده های خمیر در مقایسه با نانهای حاصل از خمیرهای حاوی داتم، ۴۵٪ کاهش حجم نشان دادند [۴]. باری و تنی (۱۹۸۳) نیز نشان دادند که افزودن سدیم استتاروئیل لاکتیلات، حجم نان تولید شده افزایش یافت [۵]. تاثیر امولسیفایرها بر روی خصوصیات فارینوگراف توسط نایتلی (۱۹۶۸) بررسی شده

است که نشان می دهد مونواستراتهای گلیسرول با اندیس یدی بالا، جذب آب را کاهش دادند ولی گلیسرول مونواستارات خالص و مونواستارات اثری بر جذب آب نداشتند [۶]. نتایج واتسون و واکر نیز (۱۹۸۶) تفاوتی در جذب آب نشان نداد اما پایداری در اثر سدیم استتاروئیل لاکتیلات کاهش و در اثر استر ساکارز افزایش یافت [۷]. عزیزی و همکاران (۲۰۰۳) ثابت کردند که مونو دی گلیسرید و لستین علاوه بر افزایش جذب آب، خصوصیات رئولوژیکی خمیر و ویژگی های کیفی نان مسطح حاصل را بهبود می بخشند [۸]. گومز و همکاران (۲۰۰۴) تاثیر امولسیفایرهای مختلفی را بر خصوصیات رئولوژیکی خمیر و کیفیت نان نهایی بررسی کردند. بررسی آنها نشان داد که حضور امولسیفایر زمان پروف را افزایش می دهد و در نهایت، حجم نان افزایش می یابد [۹].

کارایی امولسیفایر به فاکتورهای مختلفی از قبیل ساختار شیمیایی و آب گریزی وابسته است. یکی دیگر از فاکتورهای مهم، حالت فیزیکی امولسیفایرها است. امولسیفایرها به فرم آلفا، بهترین تاثیر را در حفظ حباب های هوا و سرعت مخلوط کردن و یکنواختی خمیر دارند [۱۰-۱۱]. زمانی که امولسیفایر با ساختار کریستالی بتا در آب حرارت داده شود، یک فاز لایه ای تشکیل می شود. این فاز متشکل از لیپیدهای دولایه نرمی است که توسط آبهای حل شده بین گروه های سر قطبی، جدا شده اند. در طی سرد کردن، زنجیره های لیپیدی به فرم سخت آرایش پیدا کرده و فاز لایه ای به یک آلفا ژل تبدیل می شود. لایه آب در آلفا ژل توانایی لیپیدها در حرکت نسبت به همدیگر را بهبود می بخشد. بنابراین، این لایه های انعطاف پذیر می توانند به آسانی سطح حباب ها را پوشش داده و یک فیلم پایدار کننده ایجاد کنند. در فرآیند پخت، درآثر گرما، حباب های هوا منبسط شده و حجم آنها افزایش می یابد. همچنین به علت ایجاد کانالهای مشترک بین آنها، حباب ها به یکدیگر چسبیده و بزرگتر می شوند. امولسیفایرها باعث سهولت در احتباس هوا شده و روغن یا شورتینگ را بصورت ذرات ریز در فاز آبی پراکنده می نمایند و همچنین پایداری حباب ها را افزایش داده و از به هم چسبیدن آنها ممانعت می کنند [۱۲].

گروه دیگری از مواد افزودنی که به طور گسترده ای در صنایع غذایی و به خصوص در صنعت نانوائی مورد استفاده قرار می گیرند، پلی ال ها یا هموکتانت ها هستند. پلی ال ها از طریق هیدروژناسیون کاتالیتیک قندهای مختلف حاصل می شوند.

دستگاه فالینگ نامبر و بر اساس دستورالعمل سازنده این دستگاه تعیین گردید.

۲-۲-۲- آماده سازی ژل های بهبوددهنده

ژل ها با استفاده از امولسیفایر، آب و پلی ال به نسبت های ۱:۴:۱ آماده شدند. در ابتدا، مخلوط آماده گردید و سپس تحت شرایط همزدن مداوم، مخلوط تا دمای ۶۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شد. سپس در اثر سرد کردن، ژل ها تشکیل شدند.

۲-۲-۳- تولید نان

نان مورد بررسی در این تحقیق نان بربری بود که به روش ملکی و همکاران (۱۹۸۱) تولید گردید [۱۹]. ژل بهبوددهنده، قبل از اضافه کردن آب، با کلیه اجزا مخلوط می گردد. پس از پخت، نمونه های نان در دمای محیط و زیر اتاق تمیز، سرد و بسته بندی گردیدند تا از آلودگی ثانویه جلوگیری شود و آزمایشات بعدی روی آنها انجام گردد.

۲-۲-۴- آزمون خصوصیات فارینوگرافی خمیر

آزمون فارینوگراف بر اساس روش مصوب ۲۱-۵۴ (AACC, ۲۰۰۰) و توسط دستگاه فارینوگراف برابندر^۱ انجام پذیرفت [۱۸]. پارامترهای جذب آب آرد (درصد)، زمان گسترش خمیر (دقیقه)، مقاومت خمیر (دقیقه)، شاخص تحمل (BU) و ارزش والوریمتری از روی منحنی فارینوگرام محاسبه گردید.

۲-۲-۵- اندازه گیری حجم مخصوص^۲ نان

حجم مخصوص نمونه های نان بر اساس روش جایگزینی دانه ی کلزا تعیین شد [۲۰].

۲-۲-۶- اندازه گیری فعالیت آبی^۳ نان

تعیین فعالیت آبی با استفاده از دستگاه واتراکتیویته متر^۴ و مطابق روش روآ و تاپیادی دازا (۱۹۹۱) در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد انجام گردید [۲۱].

۲-۲-۷- ارزیابی بافت نان

آزمون بافت سنجی با استفاده از دستگاه بافت سنج^۵ و روش پورفرزاد و همکاران (۲۰۰۹) مورد ارزیابی قرار گرفت. حداکثر نیروی مورد نیاز برای نفوذ یک پروب سیلندری شکل با ابعاد ۲/۵ سانتیمتر قطر و ۱/۸ سانتیمتر ارتفاع با سرعت ۳۰

پلی ال ها فعالیت آبی را کاهش داده و احساس دهانی را بهبود می بخشند [۱۳-۱۴]. پروپیلن گلیکول یکی از پلی ال ها است که در گروه های قطبی خود باندهای هیدروژنی تشکیل می دهد و آب قابل انجماد موجود در سیستم را غیر قابل دسترس نموده و بدین ترتیب فعالیت آبی محصول کاهش می یابد [۱۵-۱۶]. پورفرزاد و همکاران (۲۰۰۹) تاثیر پلی ال های گلیسرول، سوربیتول، مالتیتول و پروپیلن گلیکول را بر کیفیت و ماندگاری نان بربری غنی شده با آرد سویا مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان داد که در میان پلی ال های مختلف، پروپیلن گلیکول بیشترین تاثیر را بر بهبود کیفیت و ماندگاری نان بربری غنی شده با آرد سویا داشته است [۱۷].

در این راستا، این پژوهش با هدف بهینه یابی درصد امولسیفایرهای سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم و پلی ال پروپیلن گلیکول برای تولید ژلی مناسب به منظور بهبود خصوصیات فارینوگرافی خمیر و کیفیت نان بربری، طراحی گردید.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

آرد ستاره با درجه استخراج ۸۲ درصد از کارخانه آرد گلکمان تهیه شد. امولسیفایرهای سدیم استئاروئیل لاکتیلات (SSL) و داتم از شرکت ویستا تجارت پایا (تهران، ایران) تهیه گردید. پلی ال مورد استفاده، پروپیلن گلیکول (PG) بود که از شرکت شیمیایی قائم (تهران، ایران) تهیه شد. سایر مواد مورد استفاده در آزمایشات از شرکت های معتبر خریداری گردید.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- خصوصیات کیفی آرد گندم

ترکیبات شیمیایی آرد ستاره بر اساس روش های استاندارد (AACC, ۲۰۰۰) اندازه گیری شد [۱۸]. مقدار رطوبت با استفاده از روش آون به شماره ۱۶-۴۴ و مقدار خاکستر با استفاده از روش پایه به شماره ۰۱-۰۸ مورد بررسی قرار گرفت. اندازه گیری مقدار پروتئین نیز با استفاده از روش کجالدال به شماره ۱۲-۴۶ انجام گرفت. همچنین مقدار چربی با استفاده از روش مصوب ۱۰-۳۰ و گلو تن مرطوب با روش مصوب ۱۱-۳۸ آنالیز گردید. عدد فالینگ نیز با استفاده از

1. Brabender
2. Specific Volume (cm³/gr)
3. Water activity
4. Water activity meter, Novasina ms1-aw, Axair Ltd., Switzerland.
5. QTS texture analyzer, CNS Farnell, Hertfordshire, UK.

به Lab تبدیل شد. سپس ΔE از فرمول زیر محاسبه گردید (مقدار L_0 برابر ۱۰۰ و مقادیر a_0 و b_0 برابر ۰ در نظر گرفته شد) [۲۳]:

$$\Delta E = [(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2]^{1/2}$$

۲-۲-۱۰- تجزیه و تحلیل آماری و بهینه سازی

در این پژوهش به منظور بهینه سازی فرآیند تولید ژل امولسیفایر از طرح مرکب مرکزی چرخش پذیر^{۱۲} برای سه جزء ژل شامل سدیم استئاروئیل لاکتات، داتم و پروپیلن گلیکول با حدود مشخص بالا و پائین استفاده شد. سطوح متغیرهای مستقل و کدهای مربوطه در جدول ۲ و تیمارهای آزمایش در جدول ۳ ذکر شده اند. برای طراحی آزمایش، آنالیز نتایج و بهینه سازی از نرم افزار دیزاین اکسپرت^{۱۳} (نسخه ۶) استفاده شد.

بدین منظور معادلات ریاضی درجه دوم کامل با استفاده از آنالیز رگرسیون گام به گام پس رونده^{۱۴} بر روی متغیرهای وابسته برازش شدند. برای نشان دادن رابطه هر یک از متغیرهای وابسته در مدل رگرسیون با متغیرهای مستقل، نمودار سطوح^{۱۵} آنها به وسیله این نرم افزار ترسیم شدند. به منظور ارزیابی صحت مدل های برازش داده شده، آزمون ضعیف برازش^{۱۶}، ضریب تغییرات^{۱۷}، مقادیر R^2 (adj)، R^2 مدل و P ضرایب تعیین شدند. تایید کارایی بهترین فرمول ارائه شده توسط مدل نیز از طریق مقایسه نتایج حاصل از تولید آن با نتایج پیشگویی شده توسط مدل مورد بررسی قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات کیفی آردها

مشخصات آردهای گندم و سویای مورد استفاده به شرح جدول ۴ می باشد. خصوصیات آرد گندم در محدوده آردهای متوسط تا قوی است که برای نان های مسطح ایرانی مناسب می باشد.

میلیمتر در دقیقه به داخل قطعه مربعی شکل ۱۰ سانتیمتر در ۱۰ سانتیمتری بریده شده از مرکز نان، به عنوان شاخص سفتی^{۱۸} نان محاسبه گردید. نقطه شروع^{۱۹} و نقطه هدف^{۲۰} به ترتیب ۰/۰۵ نیوتن و ۳۰ میلیمتر بود [۱۷].

۲-۲-۸- آزمون خصوصیات حسی نان

آزمون حسی با استفاده از روش پیشنهادی رجب زاده (۱۹۹۱) انجام شد [۲۲]. خصوصیات حسی نان از نظر فرم و شکل، خصوصیات سطح بالایی، خصوصیات سطح پائینی، بوکی و تخلخل، سفتی و نرمی بافت، قابلیت جویدن، بو، طعم و مزه توسط ۱۰ پانلسیت آموزش دیده مورد ارزیابی قرار گرفت. ضریب ارزیابی صفات نیز از بسیار بد (۱) تا بسیار خوب (۵) بود. ضریب رتبه صفات، مطابق جدول ۱ لحاظ گردید.

جدول ۱ ضریب رتبه صفات در آزمون حسی نان.

ویژگی نان	ضریب رتبه
فرم و شکل	۴
خصوصیات سطح بالایی	۲
خصوصیات سطح پائینی	۱
بوکی و تخلخل	۲
سفتی و نرمی بافت	۲
قابلیت جویدن	۳
بو، طعم و مزه	۳

با داشتن این معلومات، امتیاز کلی (عدد کیفیت نان) با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید ($Q =$ امتیاز کلی (عدد کیفیت نان)؛ $P =$ ضریب رتبه صفات؛ $G =$ ضریب ارزیابی صفات):

$$Q = \frac{\sum (P \times G)}{\sum P}$$

۲-۲-۹- پردازش تصویر نان

برای ارزیابی رنگ پوسته، نمونه های نان با اسکنر^۹، اسکن و با فرمت JPEG ذخیره شدند. تصویرگیری با نرم افزار فوتو اسمارت^{۱۱} (نسخه ۳/۵) و رزولوشن ۱۸۰ dpi انجام شد. سپس توسط نرم افزار ایمیج جی^{۱۱} (نسخه ۱/۴ جی)، قطعات ۵۰۰ در ۵۰۰ پیکسلی از مرکز نان بریده شده و از فضای رنگی RGB

12. Central composite rotatable design (CCRD)
13. Design-Expert (Version 6)
14. Backward multiple stepwise regression
15. Surface Plot
16. Lack of fit
17. Coefficient of Variation (CV)
18. R square
19. R square (adj)
20. P Value

6. Hardness
7. Trigger point
8. Target Value
9. HP Scanjet G4010 Photo Scanner, Japan.
10. HP Photosmart Essential 3.5.
11. ImageJ1.40g

جدول ۲ سطوح متغیرهای مستقل و کدهای مربوطه.

کد و سطح مربوطه					نماد ریاضی	متغیر مستقل
-۱/۶۸۱۸	-۱	۰	+۱	+۱/۶۸۱۸		
۰	۰/۱۳	۰/۳۱	۰/۵۰	۰/۶۳	SSL	سدیم استئاروئیل لاکتیلات (g/۱۰۰g)
۰	۰/۱۳	۰/۳۱	۰/۵۰	۰/۶۳	DATEM	داتم (g/۱۰۰g)
۰	۰/۱۳	۰/۳۱	۰/۵۰	۰/۶۳	PG	پروپیلن گلیکول (g/۱۰۰g)

جدول ۳ تیمارهای تصادفی آزمایش بر اساس متغیرهای فرمول^a ژل در طرح مرکب مرکزی.

تیمار	SSL (g/۱۰۰g)	DATEM (g/۱۰۰g)	PG (g/۱۰۰g)
۱	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱
۲	۰	۰/۳۱	۰/۳۱
۳	۰/۱۳	۰/۵۰	۰/۵۰
۴	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱
۵	۰/۳۱	۰/۶۳	۰/۳۱
۶	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۱۳
۷	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۶۳
۸	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱
۹	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱
۱۰	۰/۱۳	۰/۵۰	۰/۱۳
۱۱	۰/۵۰	۰/۱۳	۰/۵۰
۱۲	۰/۳۱	۰	۰/۳۱
۱۳	۰/۵۰	۰/۱۳	۰/۱۳
۱۴	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱
۱۵	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۳۱
۱۶	۰/۶۳	۰/۳۱	۰/۳۱
۱۷	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳
۱۸	۰/۳۱	۰/۳۱	۰
۱۹	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۵۰
۲۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰

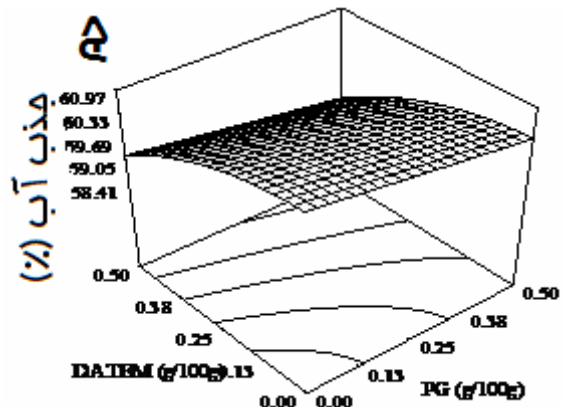
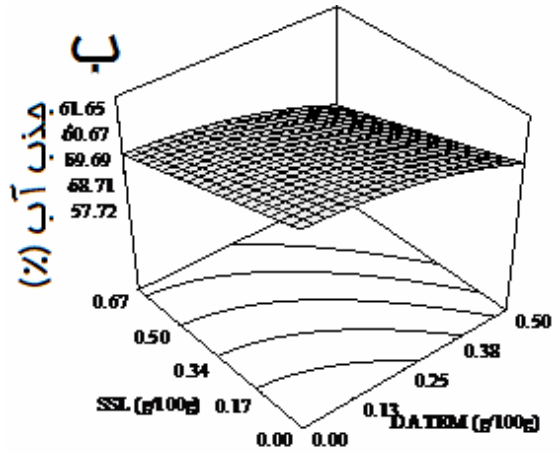
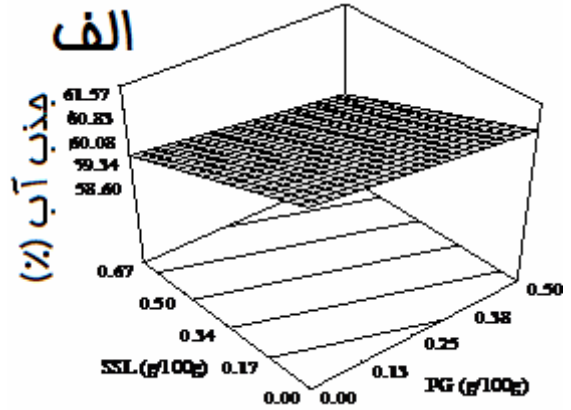
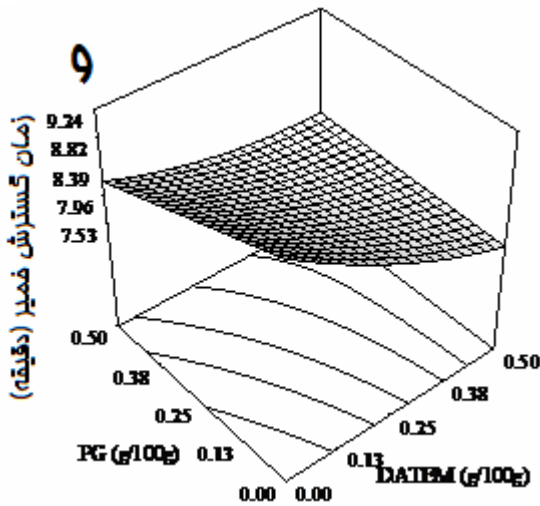
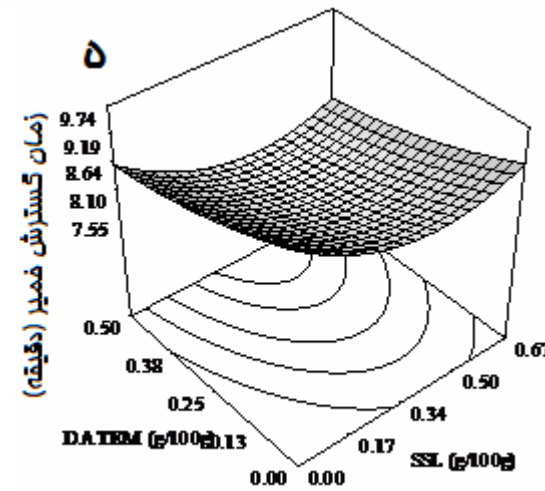
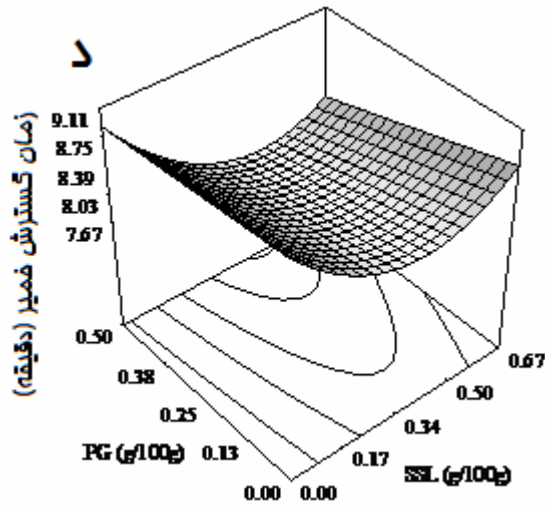
^a سدیم استئاروئیل لاکتیلات (SSL)، دی استیل تارتاریک استرهای مونو و دی گلیسرید (DATEM)، پروپیلن گلیکول (PG).

جدول ۴ خصوصیات کیفی آرد گندم مورد استفاده در آزمون.

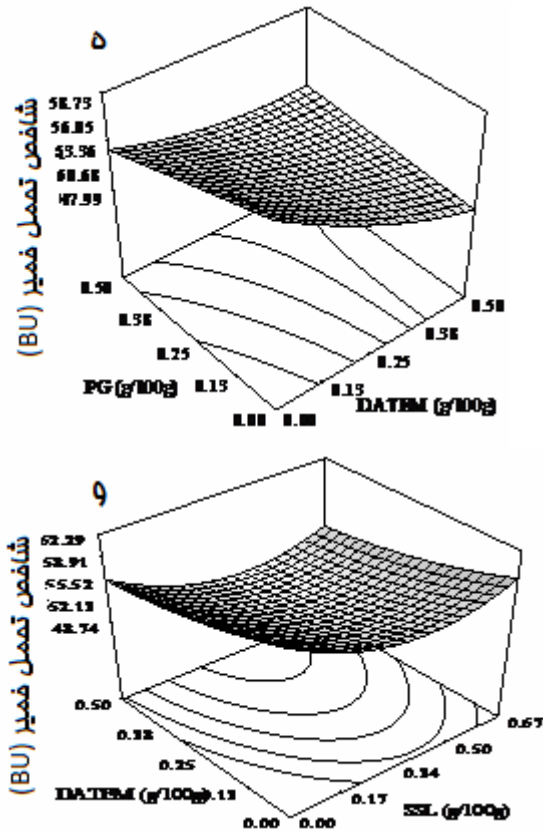
مقدار	خصوصیات کیفی
۱۰/۵۲	رطوبت (گرم در صد گرم)
۱۰/۸	پروتئین (گرم در صد گرم)
۰/۷۹	خاکستر (گرم در صد گرم)
۱/۷۶	چربی (گرم در صد گرم)
۲۶/۷	گلوتن مرطوب (گرم در صد گرم)
۸۲	درجه استخراج (گرم در صد گرم)
۴۰۷	عدد فالینگ (ثانیه)

۲-۳- خصوصیات فارینوگرافی

در جدول ۵، معادلات مناسب برای پیشگویی خصوصیات فارینوگرافی ملاحظه می گردد. روند تغییر این خصوصیات با توجه به اجزاء فرمول ژل و به صورت نمودار سطح پاسخ در شکل های ۱، ۲ و ۳ مشاهده می گردد.

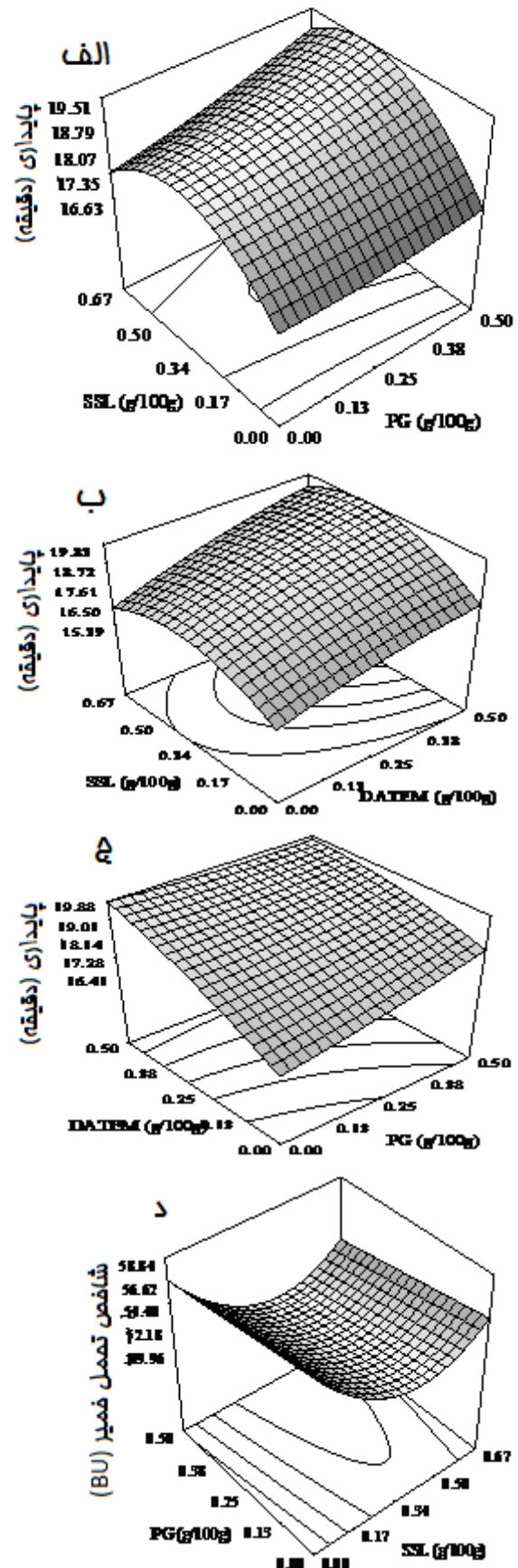


شکل ۱ نمودار سطح پاسخ جذب آب (الف-ج) و زمان گسترش خمیر (د-و) در آزمون فارینوگراف.

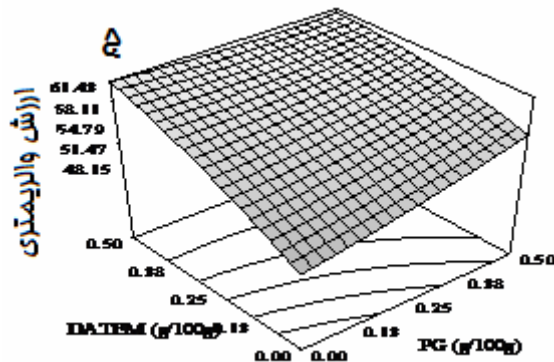
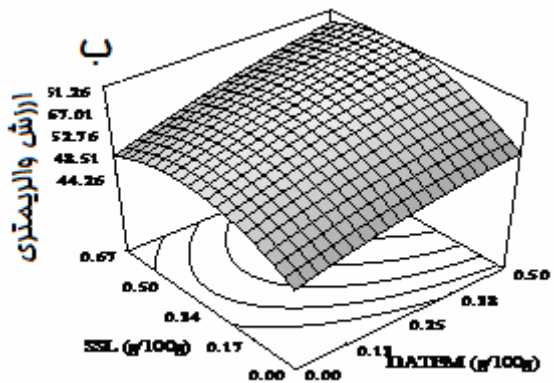
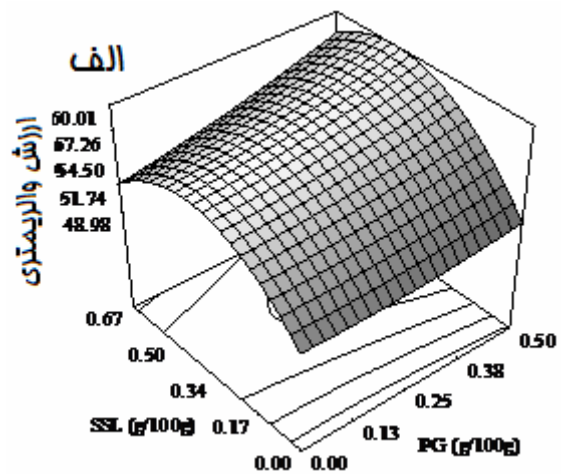


شکل ۲ نمودار سطح پاسخ پایداری (الف-ج) و شاخص تحمل خمیر (د-و) در آزمون فارینوگراف.

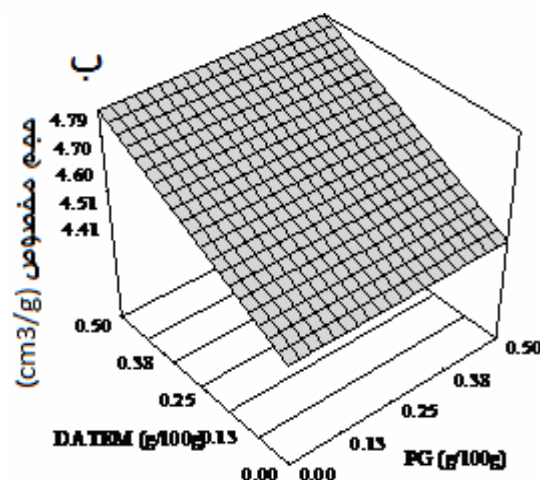
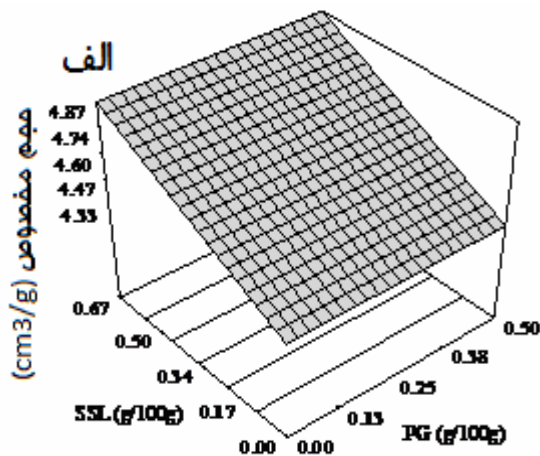
به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات، داتم و پروپیلن گلیکول موجب کاهش معنی دار ($p \leq 0/001$) جذب آب تیمارها شده که مجذور داتم بیشترین اثر را داشته است. از سوی دیگر، بررسی تغییرات زمان گسترش خمیر نشان می دهد که افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات، داتم و پروپیلن گلیکول موجب کاهش معنی دار ($p \leq 0/001$) آن شده و داتم بیشترین تاثیر را بر کاهش زمان گسترش خمیر داشته است. از طرفی، مجذور سدیم استئاروئیل لاکتیلات، مجذور داتم و برهم کنش داتم و پروپیلن گلیکول زمان گسترش خمیر را به طور معنی داری ($p \leq 0/001$) افزایش داده اند که در میان آنها، مجذور سدیم استئاروئیل لاکتیلات بیشترین اثر افزایشی را نشان داد.



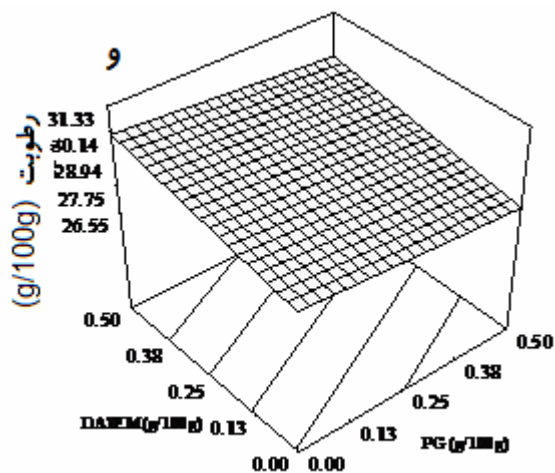
مجذور داتم و برهم کنش داتم و پروپیلن گلیکول به طور معنی داری ($p \leq 0.001$) آن را افزایش می دهند. با توجه به بررسی نتایج، مشخص می شود که سدیم استئاروئیل لاکتیلات بیشترین اثر کاهشی و مجذور آن بیشترین اثر افزایشی را بر شاخص تحمل خمیر دارد. همچنین، افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات، داتم و پروپیلن گلیکول موجب افزایش معنی دار ارزش والوریمتری شده است. با توجه به جدول ۵، مشخص می شود که در مدل چند جمله ای درجه دوم حاصل، مجذور سدیم استئاروئیل لاکتیلات، مجذور داتم و برهم کنش داتم و پروپیلن گلیکول بر خلاف سایر پارامترهای موثر بر ارزش والوریمتری، به طور معنی داری آن را کاهش می دهند. سدیم استئاروئیل لاکتیلات بیشترین اثر افزایشی و مجذور آن بیشترین اثر کاهشی را بر این شاخص دارد. بررسی تغییرات شاخص های فارینوگرافی نشان می دهد که معادله های حاصل از R^2 و R^2 (Adj) متناسب، بالا و بسیار معنی داری ($p \leq 0.001$) برای پیشگویی برخوردار هستند. آزمون ضعف برازش آنها بی معنی ($p \leq 0.05$) و ضریب تغییرات آنها نیز پائین می باشد که تائید کننده قدرت مدل های ارائه شده است.



شکل ۳ نمودار سطح پاسخ ارزش والوریمتری در آزمون فارینوگراف (الف-ج).



افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات، داتم و پروپیلن گلیکول موجب افزایش معنی دار پایداری خمیر می شود. بررسی تغییرات این شاخص نشان می دهد که سدیم استئاروئیل لاکتیلات بیشترین تاثیر را بر افزایش پایداری خمیر دارد در حالی که، مجذور سدیم استئاروئیل لاکتیلات، مجذور داتم و برهم کنش داتم و پروپیلن گلیکول به طور معنی داری آن را کاهش می دهند و از میان آنها، مجذور سدیم استئاروئیل لاکتیلات بیشترین تاثیر را دارد. بررسی تغییرات شاخص تحمل خمیر نشان می دهد که افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات، داتم و پروپیلن گلیکول موجب کاهش معنی دار ($p \leq 0.001$) آن شده است در حالی که، مجذور سدیم استئاروئیل لاکتیلات،

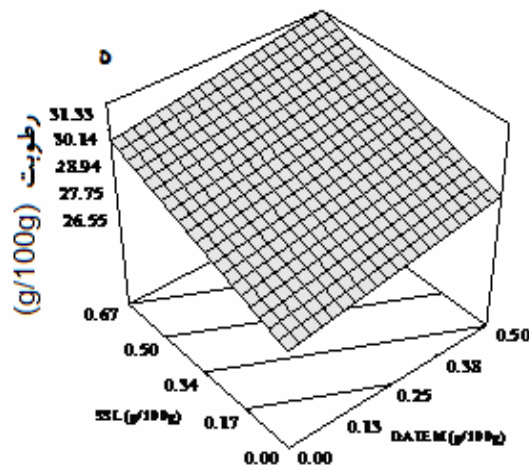
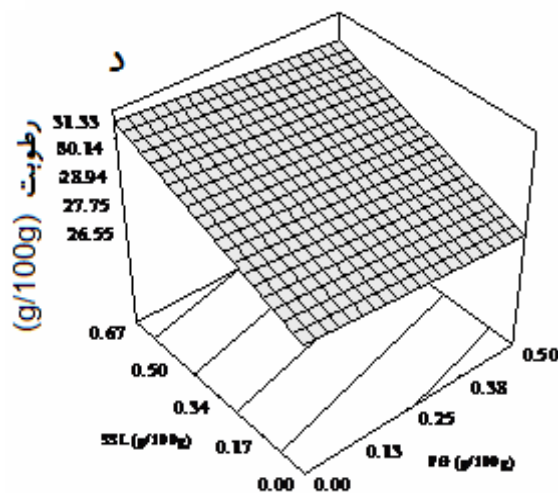
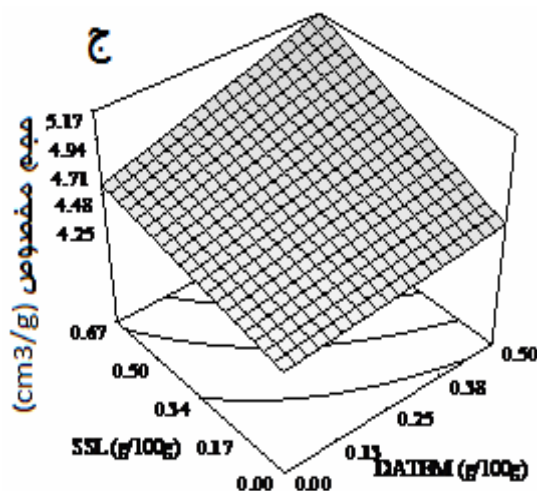


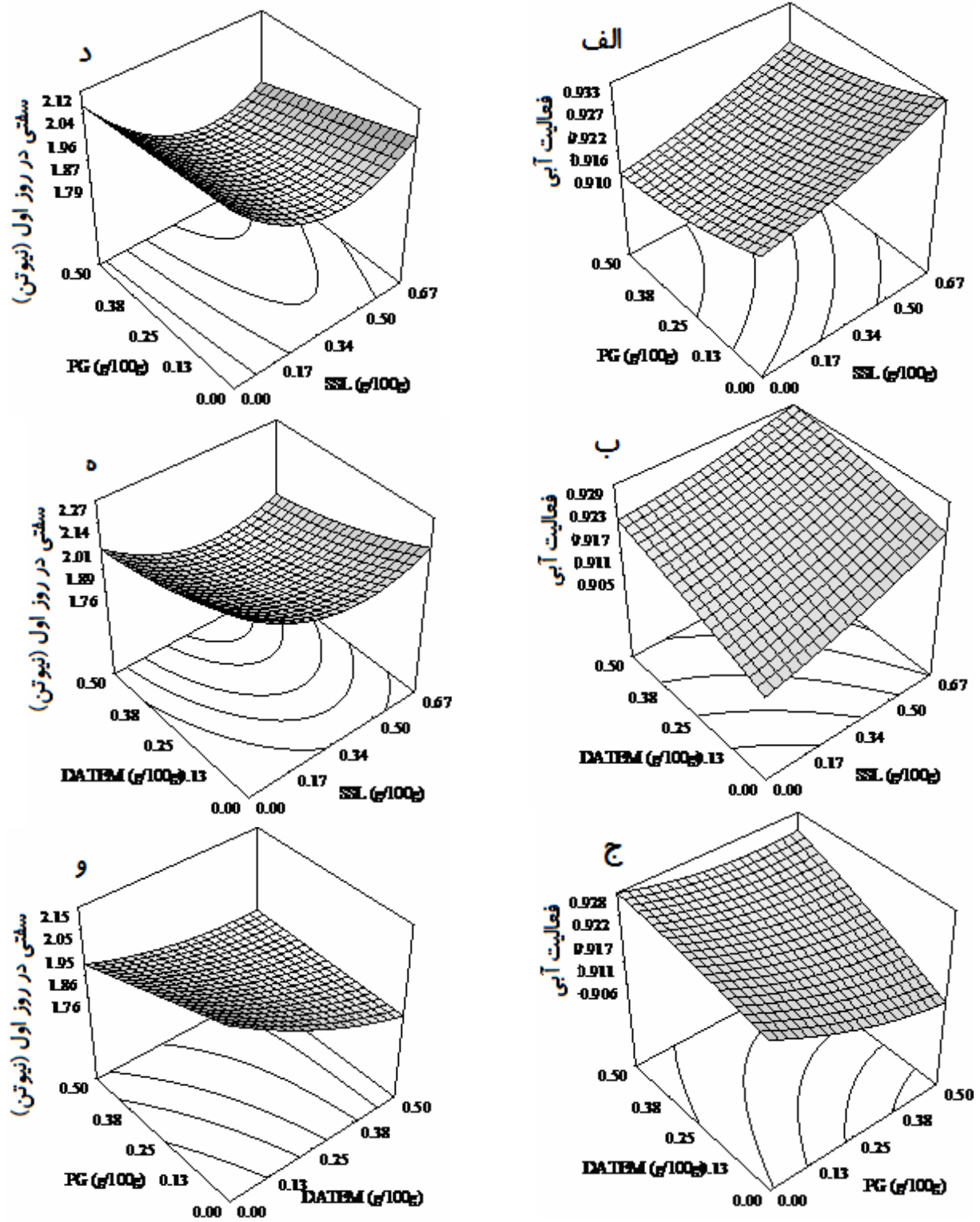
شکل ۴ نمودار سطح پاسخ حجم مخصوص (الف-ج) و رطوبت نان (د-و).

این نتایج، مؤید پژوهش عزیززی و رائو (۲۰۰۴) است. آنها نشان دادند که با افزایش مقدار امولسیفایرها در ژل های تولید شده، جذب آب، زمان گسترش و شاخص تحمل خمیر کاهش و مقاومت خمیر و ارزش والوریمتری افزایش می یابد [۳]. همچنین واتسون و والکر (۱۹۸۶) کاهش زمان گسترش خمیر و عدم تغییر جذب آب را در اثر امولسیفایرها گزارش کردند [۷]. از سوی دیگر، گومز و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که افزایش امولسیفایرها موجب کاهش جذب آب می شود اما زمان گسترش و زمان تحمل افزایش می یابد [۹]. محققان زیادی نیز افزایش پایداری خمیر را در اثر امولسیفایرهای مختلف گزارش نمودند [۴، ۲۴]. بهبود خواص خمیر را می توان به تشکیل فیلم مایع با ساختار لایه ای بین زنجیره های گلوتن و نشاسته نسبت داد که هم خواص فارینوگرافی خمیر در حین فرایند را بهبود می بخشد و هم توانایی حفظ گاز خمیر و در نتیجه حجم مخصوص نان را افزایش می دهد [۴]. همچنین سوهندرو و همکاران (۱۹۹۵) نشان دادند که با افزایش پروپیلن گلیکول، جذب آب و زمان مخلوط کردن کاهش می یابد [۱۶].

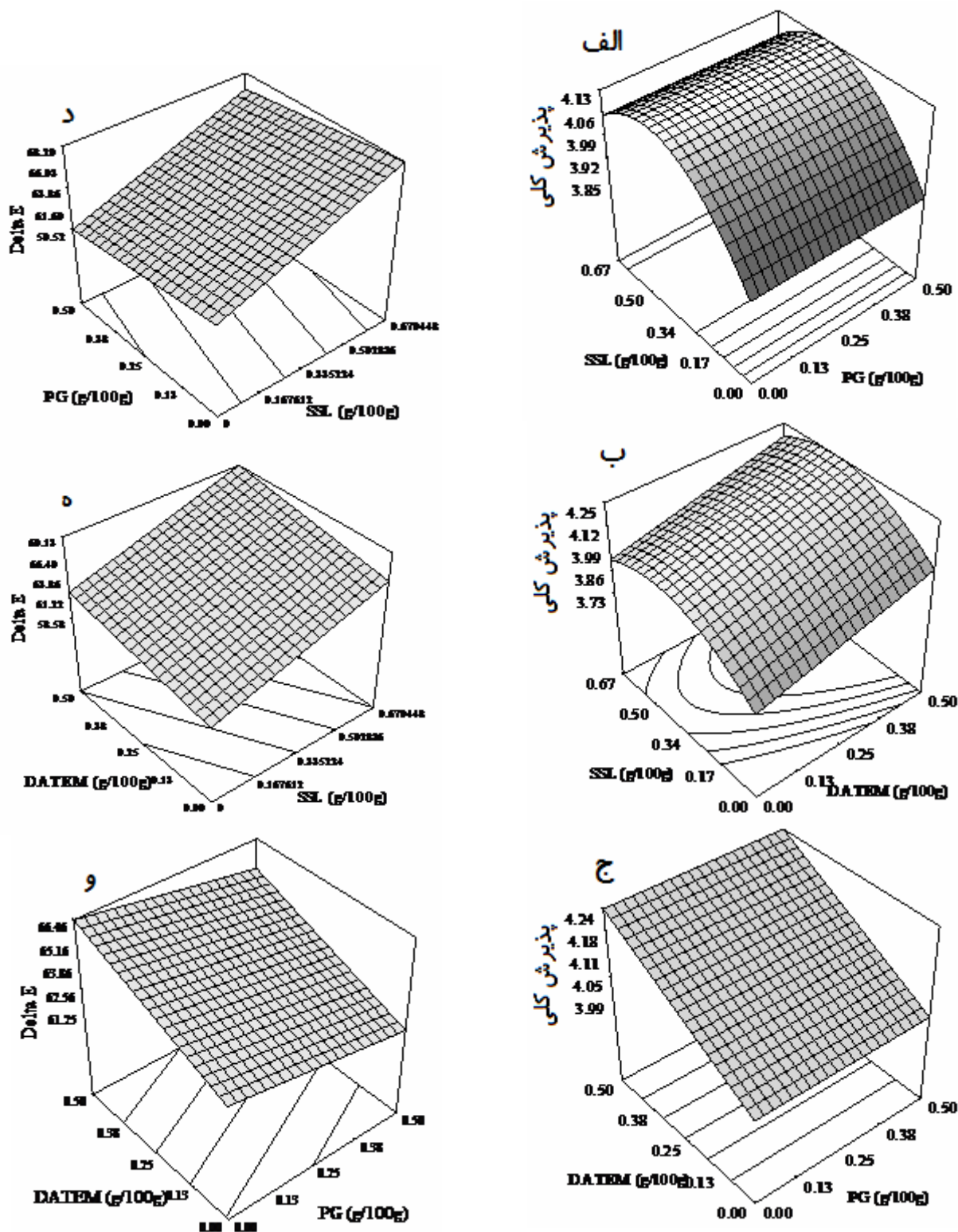
۳-۳- خصوصیات کیفی نان

در جدول ۶، معادلات مناسب برای پیشگویی خصوصیات کیفی نان ملاحظه می گردد. روند تغییر این خصوصیات با توجه به اجزاء فرمول و به صورت نمودار سطح پاسخ در شکل های ۴، ۵ و ۶ مشاهده می گردد.





شکل ۵ نمودار سطح پاسخ فعالیت آبی (الف-ج) و سفتی نان در روز اول (د-و).



شکل ۶ نمودار سطح پاسخ قابلیت پذیرش کلی نان (الف-ج) و ΔE پوسته نان (د-و).

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم موجب افزایش معنی دار پروپیلن گلیکول تاثیر معنی داری بر آن نداشته است. در حالی که، $(p \leq 0.001)$ حجم مخصوص تیمارها شده است.

جدول ۵، مدل های پیشگو برای فاکتورهای آزمون فارینوگرافی بر اساس متغیرهای ژل^a.

فاکتور فارینوگرافی	مدل پیشگو ^b											R ²	R ² (Adj)	F ضعف برازش	ضریب پراکندگی
	مدل	S	D	P	S ²	D ²	P ²	SD	SP	DP					
= جذب آب	۶۲/۰۵**	-۳/۲۴**	-۰/۳۴**	-۱/۶۱**	ns	-۶/۳۵**	ns	ns	ns	ns	ns	۰/۹۴۷۳	۰/۹۳۳۲	۰/۳۴۶۷	۰/۴۸
= زمان گسترش	۱۰/۱۴**	-۴/۷۰**	-۴/۸۰**	-۱/۶۰**	۶/۰۵**	۲/۷۵**	ns	ns	-۱/۴۹*	۴/۶۵**	۰/۹۹۰۴	۰/۹۸۴۸	۰/۲۶۰۱	۰/۹۸	
= پایداری خمیر	۱۴/۸۵**	۸/۸۰*	۸/۳۴**	۱/۶۹*	-۱۲/۴۲**	-۴/۶۵*	۱/۸۷	۲/۷۳	۳/۷۶*	-۸/۴۲*	۰/۹۹۴۱	۰/۹۹۸۸	۰/۶۳۲۲	۰/۷۹	
= شاخص تحمل	۶۵/۳۳**	-۳۳/۱۷**	-۳۰/۴۵**	-۱۲/۱۴**	۴۰/۴۸**	۱۷/۹۵**	ns	ns	ns	۳۱/۸۵**	۰/۹۸۸۴	۰/۹۸۳۱	۰/۴۳۷۴	۰/۹۹	
= ارزش والوریمتری	۴۲/۱۹**	۳۳/۷۰*	۳۱/۹۵**	۶/۴۷*	-۴۷/۵۸**	-۱۷/۷۹*	۷/۱۸	۱۰/۴۸	۱۴/۳۹*	-۳۲/۲۳*	۰/۹۹۴۱	۰/۹۸۸۸	۰/۶۳۲۲	۱	

^a سدیم استئاروئیل لاکتیلات (S)، دی استیل تارتاریک استرهای مونو و دی گلیسرید (D) و پروپیلن گلیکول (P).
^b بدون ستاره ($p \leq 0.05$)، یک ستاره ($p \leq 0.01$)، دو ستاره ($p \leq 0.001$)، ns در سطح ۹۵ درصد معنی دار نمی باشد.

جدول ۶، مدل های پیشگو برای خصوصیات کیفی نان^a.

خصوصیات کیفی نان	مدل پیشگو ^b											R ²	R ² (Adj)	احتمال ضعف برازش	ضریب پراکندگی
	مدل	S	D	P	S ²	D ²	P ²	SD	SP	DP					
= حجم مخصوص	۴/۲۵**	۰/۴۸**	۰/۲۵**	ns	ns	ns	ns	۱/۲۶	ns	ns	۰/۸۶۲۲	۰/۸۳۶۴	۰/۵۲۲۸	۲/۰۲	
= رطوبت	۲۶/۹۳**	۴/۸۴**	۳/۲**	-۱/۵۲*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	۰/۹۰۶۳	۰/۸۸۸۸	۰/۰۵۰۴	۱/۴۳	
= فعالیت آبی	۰/۹۱۵**	۰/۰۱۷**	۰/۰۲۵**	-۰/۰۴۷**	۰/۰۱۱	-۰/۰۱۱	۰/۰۳۳**	-۰/۰۲۲*	ns	۰/۰۴۶**	۰/۹۹۳۰	۰/۹۸۷۸	۰/۵۱۵۴	۰/۰۸۹	
= سفتی در روز اول	۲/۳۶**	-۱/۱**	-۱/۱۲**	-۰/۳۷**	۱/۴۱**	۰/۶۴**	ns	ns	-۰/۳۵*	۱/۰۸**	۰/۹۹۰۴	۰/۹۸۴۸	۰/۲۶۰۱	۰/۹۸	
= پذیرش کلی	۳/۸۳**	۱/۲۶	۰/۴۹*	ns	-۱/۴۳*	ns	ns	ns	ns	ns	۰/۸۱۵۷	۰/۶۶۳۳	۰/۲۸۳۲	۲/۴۹	
ΔE=	۵۹/۴۲**	۱۰/۴۶**	۷/۰۷**	-۳/۳۵*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	۰/۹۰۷۰	۰/۸۹۹۵	۰/۰۵۱۱	۱/۴۲	

^a سدیم استئاروئیل لاکتیلات (S)، دی استیل تارتاریک استرهای مونو و دی گلیسرید (D) و پروپیلن گلیکول (P).
^b بدون ستاره ($p \leq 0.05$)، یک ستاره ($p \leq 0.01$)، دو ستاره ($p \leq 0.001$)، ns در سطح ۹۵ درصد معنی دار نمی باشد.

موجب کاهش معنی دار ($p \leq 0.001$) آن شده است. پروپیلن گلیکول، مجذور داتم و برهم کنش سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم فعالیت آبی را به طور معنی داری کاهش دادند که در بین آنها پروپیلن گلیکول بیشترین اثر را داشت. در بین اجزاء افزایش دهنده فعالیت آبی، برهم کنش داتم و پروپیلن گلیکول بیشترین اثر را داشت. از طرفی، افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات، داتم و پروپیلن گلیکول موجب کاهش معنی دار ($p \leq 0.001$) سفتی تیمارهای نان در روز اول شده است.

بررسی نتایج نشان می دهد که اجزاء ژل به صورت معادله درجه اول ($p \leq 0.001$) بر حجم مخصوص موثر هستند بر هم کنش سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم بیشترین تاثیر را دارد. افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم موجب افزایش معنی دار ($p \leq 0.001$) و افزودن پروپیلن گلیکول موجب کاهش معنی دار ($p \leq 0.01$) رطوبت تیمارها شده است. بررسی تغییرات فعالیت آبی نشان می دهد که افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم موجب افزایش و افزودن پروپیلن گلیکول

گزارش نمودند [۲۶]. در پژوهش ریپوتا و همکاران (۲۰۰۸) بهبود حجم مخصوص و نرمی بافت نان سویا با افزایش سدیم استئاروئیل لاکتیلات گزارش گردید [۲۷]. افزایش حجم مخصوص نان توسط امولسیفایرها را می توان به تشکیل فیلم مایع بین زنجیره های گلوتن و نشاسته و بهبود خواص خمیر نسبت داد [۴]. افزایش نرمی نان توسط آنها احتمالاً به علت تشکیل کمپلکس بین آنها و آمیلوز است [۲۸]. کاهش ΔE توسط امولسیفایرها را می توان به رقیق سازی آمینواسیدها و قندها از طریق افزایش رطوبت نسبت داد که در مورد پروپیلن گلیکول عکس این حالت صادق است [۲۹].

۳-۴- بهینه سازی

به منظور بهینه سازی فرمولاسیون و فرآیند تولید ژل امولسیفایر برای بهبود خصوصیات فارینوگرافی خمیر و کیفیت نان بربری، حد بالا، پائین و مطلوب هر یک از صفات و وزن و اهمیت آنها تعیین شد. نتایج نشان داد که از اختلاط $0.5 \text{ g}/100 \text{ g}$ سدیم استئاروئیل لاکتیلات، $0.25 \text{ g}/100 \text{ g}$ داتم و $0.5 \text{ g}/100 \text{ g}$ پروپیلن گلیکول بهترین حالت حاصل می شود. در این شرایط مقدار فعالیت آبی، 0.919 ؛ حجم مخصوص نان، 4.73 سانتیمتر مکعب بر گرم؛ میزان رطوبت نان، $29.33 \text{ g}/100 \text{ g}$ ؛ پذیرش کلی نان، 4.19 ؛ سفتی نان در روز اول، 1.79 نیوتن؛ ΔE پوسته نان، 64.71 ؛ جذب آب، 59.17 درصد؛ زمان گسترش خمیر، 7.69 دقیقه؛ پایداری خمیر، 19.47 دقیقه؛ شاخص والوریمتری، 59.87 ؛ شاخص تحمل خمیر، 50.31 واحد برابندر خواهد بود. به منظور بررسی صحت ترکیب ژل بهینه سازی شده، تیمار پیشنهادی با شرایط یکسان همانند بقیه تیمارها تولید و نتایج حاصل از خصوصیات فارینوگرافی خمیر و کیفیت نان با نتایج پیشگویی شده توسط مدل مقایسه گردید. عدم وجود تفاوت معنی دار ($p \leq 0.05$) بین مدل ها و مشاهدات تجربی کارایی مدلها را به خوبی اثبات می کند (نتایج آورده نشده است) که در تولید صنعتی می توان از آنها استفاده کرد.

۴- نتیجه گیری

آنالیز سطح پاسخ مربوط به طرح مرکب مرکزی چرخش پذیر با سه متغیر مستقل شامل سدیم استئاروئیل لاکتیلات، داتم و پروپیلن گلیکول به عنوان اجزاء ژل امولسیفایر، پاسخ ها شامل خصوصیات فارینوگرافی خمیر و کیفیت نان بربری به منظور

همچنین مجذور سدیم استئاروئیل لاکتیلات، مجذور داتم و برهم کنش داتم و پروپیلن گلیکول، سفتی نان را در روز اول به طور معنی داری ($p \leq 0.001$) افزایش دادند که در بین آنها مجذور سدیم استئاروئیل لاکتیلات بیشترین اثر را داشت. در بین اجزاء کاهش دهنده سفتی نان در روز اول نیز، داتم بیشترین اثر را داشت. به طور کلی، افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم موجب افزایش معنی دار پذیرش کلی تیمارها شده است در حالی که، مجذور سدیم استئاروئیل لاکتیلات باعث کاهش معنی دار آن می شود. سایر اجزاء تاثیر معنی داری بر آن نداشته اند. بررسی جدول نشان می دهد که اجزاء ژل به صورت معادله درجه اول ($p \leq 0.001$) بر پذیرش کلی موثر هستند. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم موجب افزایش معنی دار ($p \leq 0.001$) و پروپیلن گلیکول ($p \leq 0.01$) موجب کاهش معنی دار ΔE پوسته تیمارها شده که سدیم استئاروئیل لاکتیلات بیشترین اثر را داشته است. بررسی تغییرات خصوصیات کیفی نان نشان می دهد که معادله های ارائه شده حاصل از R^2 (Adj) و R^2 متناسب، بالا و بسیار معنی داری ($p \leq 0.001$) برای پیشگویی آنها برخوردار هستند. آزمون ضعف برازش آنها بی معنی ($p \leq 0.05$) و ضریب تغییرات آنها نیز پائین می باشد که نشان دهنده مناسب بودن مدل های ارائه شده است.

این یافته ها با نتایج یافته های پیشین حمایت می شوند. پژوهش پورفرزاد و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که افزایش پروپیلن گلیکول، رطوبت، فعالیت آبی و سفتی نان بربری غنی شده با سویا را کاهش می دهد اما تاثیر معنی داری بر پذیرش کلی و حجم مخصوص آن ندارد. آنها کاهش سفتی نان در سیستم حاوی پروپیلن گلیکول را به ظرفیت حفظ آب پلی ال ها و در نتیجه ثبات سیستم آب-نشاسته نسبت دادند [۱۷]. سوهندرو و همکاران (۱۹۹۵) نیز کاهش رطوبت و فعالیت آبی توریتلا را با افزایش پروپیلن گلیکول نشان دادند [۱۶]. همچنین عزیزی و رائو (۲۰۰۴ و ۲۰۰۵) گزارش نمودند که ژل های حاوی سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم، حجم مخصوص و پذیرش کلی را افزایش، سفتی و ΔE نان را کاهش می دهند [۲-۳]. آموت و همکاران (۲۰۰۵) نیز اثر نرم کنندگی داتم را تایید کردند [۲۵]. محققان مختلفی نیز افزایش رطوبت نان را با افزایش سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم

- rheological characteristics and quality of bread. *Journal of Food Quality*, 27: pp. 320-336-
- [4] Krog, N. 1981. Theoretical aspects of surfactants in relation to their use in breadmaking. *Cereal Chemistry*, 58(3): pp. 158-164.
- [5] Barry, D. and Tenny, R.J. 1983. Dough conditioners and the 1983 crop. *Bakers Dig.*, 57(6): pp. 6-8.
- [6] H., K.W. 1968. The role of surfactants in baked foods. *S. C. I. Monograph*, 32: pp. 13-57.
- [7] Watson, K.S. and Walker, C.E. 1986. The effect of sucrose esters on flour-water dough mixing characteristics. *Cereal Chemistry*, 63(1): pp. 62-64.
- [8] Azizi, M.H., Rajabzadeh, N. and Riahi, E. 2003. Effect of mono-diglyceride and lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread. *LWT - Food Science and Technology*, 36(2): pp. 189-193.
- [9] Gomez, M., Real, S.D., Rosell, C.M., Ronda, F., Blanco, C.A. and P.A., C. 2004. Functionality of different emulsifiers on the performance of breadmaking and wheat bread quality. *Eur Food Res Technol*, 219: pp. 145-150.
- [11] Howard, N.B. 1972. The role of some essential ingredients in the formation of layer cake structures. *Baker's Dig*, 46(5): pp. 28-37.
- [12] Silva, R.F. 2000. Uses of alpha-crystalline emulsifiers in the sweet goods industry. *Cereal Foods World*, 45: pp. 405-411.
- [13] Krog, N.J. and Sparso, F.V., 2004, *Food Emulsifiers: Their Chemical and Physical Properties*, in *Food Emulsions*, (editors: S.E. Friberg, and K. Larsson). Marcel Dekker: New York. pp. 45-91.
- [14] Gliemmo, M.F., Campos, C.A. and Gerschenson, L.N. 2006. Effect of several humectants and potassium sorbate on the growth of *Zygosaccharomyces bailii* in model aqueous systems resembling low sugar products. *Journal of Food Engineering*, 77(4): pp. 761-770.
- [15] Lombard, G.E., Weinert, I.A.G., Minnaar, A. and Taylor, J.R.N. 2000. Preservation of South African steamed bread using Hurdle technology. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 33: pp. 138-143.
- [16] Hallberg, L. and Chinachoti, P. 1992. Dynamic Mechanical Analysis for Glass Transitions in Long Shelf Life Bread. *Journal of Food Science*, 57(5): pp. 1201-1229.

بهینه سازی خصوصیات مذکور به انجام رسید. نتایج به دست آمده حاکی از آن بودند که متدولوژی سطح پاسخ را می توان به خوبی در بهینه سازی این خصوصیات به کار برد. جذب آب آرد، خصوصیات خمیر شامل زمان گسترش، شاخص تحمل، و سفنی نان در روز اول با افزایش سدیم استئاروئیل لاکتیلات، داتم و پروپیلن گلیکول کاهش یافتند و از طرفی همه پارامترها به جز جذب آب، تحت تاثیر برهم کنش آنها نیز قرار گرفتند. مقاومت خمیر و ارزش والوریمتری با افزایش هر سه جزء تشکیل دهنده ژل، افزایش یافتند و تحت تاثیر برهم کنش آنها نیز قرار گرفتند. خصوصیات نان شامل حجم مخصوص، رطوبت، فعالیت آبی، پذیرش کلی و ΔE با افزایش سدیم استئاروئیل لاکتیلات و داتم افزایش یافتند و از سوی دیگر، افزایش پروپیلن گلیکول موجب کاهش رطوبت، فعالیت آبی و ΔE گردید.

مدل های پیشنهادی در این پژوهش از R^2 (Adj) و R^2 متناسب، بالا و معنی داری برخوردار هستند. همچنین آزمون ضعف برازش آنها بی معنی و ضریب تغییرات آنها نیز پائین می باشد که نشان دهنده کارایی مدل های ارائه شده در پیش بینی پارامترهای مورد ارزیابی است. با استفاده از این مدل ها از سویی می توان با توجه به هدف و کاربرد ژل، ترکیبات آن را فرموله و تنظیم نمود و از طرفی می توان با توجه به ترکیب اجزاء ژل تولید شده، خصوصیات مورد نظر را پیش بینی و اصلاح نمود.

همچنین نتایج نشان داد که ژل بهبوددهنده حاصل از اختلاط $0/5 \text{ g}/100 \text{ g}$ سدیم استئاروئیل لاکتیلات، $0/25 \text{ g}/100 \text{ g}$ داتم و $0/5 \text{ g}/100 \text{ g}$ پروپیلن گلیکول بهترین خصوصیات فارینوگرافی خمیر و کیفیت نان بربری را ارائه می دهد.

۵- منابع

- [1] Rosell, C.M., Rojas, J.A. and Benedito, C. 2001. Combined effect of different anti staling agents on the pasting properties of wheat flour. *Eur Foods Res technol*, 212: pp. 473-476.
- [2] Azizi, M.H. and Rao, G.V. 2005. Effect of storage of surfactant gels on bread making quality of wheat flour. *Food Chemistry*, 89: pp. 133-138.
- [3] Azizi, M.H. and Rao, G.V. 2004. Influence of selected surfactant gels and gums on dough

- [24] Baiano, A., Romaniello, R., Lamacchia, C. and La Notte, E. 2009. Physical and mechanical properties of bread loaves produced by incorporation of two types of toasted durum wheat flour. *Journal of Food Engineering*, 95: pp. 199-207.
- [24] Rao, P.A., Nussinovitch, A. and Chinachoti, P. 1992. Effects of selected surfactants on amylopectin recrystallization and on recoverability of bread crumb during storage. *Cereal Chemistry*, 69(6): pp. 613-618.
- [25] Aamodt, A., E.M., M., Hollung, K., Uhlen, A.K. and Færgestad, E.M. 2005. Dough and hearth bread characteristics influenced by protein composition, protein content, DTEM, and their interactions. *Journal of Food Science*, 70(3): pp. 214-221.
- [26] Akdogan, H., Tilley, M. and Chung, O.K. 2006. Effect of emulsifiers on textural properties of whole wheat tortillas during storage. *Cereal Chemistry*, 83(6): pp. 632-635.
- [27] Ribotta, P.D., Pérez, G.T., Añón, M.C. and León, A.E. 2008. Optimization of additive combination for improved soy-wheat bread quality. *Food Bioprocess Technology*.
- [28] Osman, E.M., Leith, S.J. and Fles, M. 1961. Complexes of amylose with surfactants. *Cereal Chemistry*, 38(5): pp. 449-63.
- [29] Chin, N., Goh, S., Rahman, R. and Hashim, D. 2007. Functional effect of fully hydrogenated palm oil-based emulsifiers on baking performance of white bread. *International Journal of Food Engineering*, 3(3): pp. 1196.
- [17] Suhendro, E., Waniska, R., Rooney, L. and Gomez, M. 1995. Effects of polyols on the processing and qualities of wheat tortillas. *Cereal Chemistry*, 72(1): pp. 122-127.
- [18] Pourfarzad, A., Khodaparast, M.H.H., Karimi, M., Mortazavi, S.A., Davoodi, M.G., Sourki, A.H. and Jahromi, S.H.R. 2009. Effect of polyols on shelf life and quality of flat bread fortified with soy flour. *Journal of Food Process Engineering*.
- [19] AACC, *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. 2000, American Association of Cereal Chemists: St. Paul, MN.
- [20] Maleki, M., Vetter, J. and Hoover, W. 1981. The effect of emulsifiers, sugar, shortening and soya flour on the staling of barbari flat bread. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 32(12): pp. 1209-1212.
- [21] Bárcenas, M. and Rosell, C. 2006. Different approaches for improving the quality and extending the shelf life of the partially baked bread: low temperatures and HPMC addition. *Journal of Food Engineering*, 72(1): pp. 92-99.
- [22] Roa, V. and DE, D. 1991. Evaluation of water activity measurement with a dew point electronic humidity meter. *Lebensmittel-Wissenschaft+ Technologie*, 24(3): pp. 208-213.
- [23] Rajabzadeh, N. 1991. *Iranian Flat Breads Evaluation.in*. Vol. 71. Tehran, Iran: Iranian Cereal and Bread Research Institute . pp. 1-50.

Optimization of gel improver formulation for improvement of Barbari dough and bread properties using response surface methodology

Pourfarzad, A. ^{1*}, Haddad Khodaparast, M. H. ¹, Karimi, M. ², Mortazavi, S. A. ¹

1- Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad
2-Khorasan Agricultural and Natural Resources Research center.

(Received: 91/3/23 Accepted: 91/10/8)

In this research, response surface methodology was used to investigate the influence of improver gel components on the dough farinographic properties and quality of Barbari bread and optimization of gel formulation. Gel samples were prepared using sodium stearoyl-2-lactylate (SSL), diacetyl tartaric acid esters of monoglyceride (DATEM) and propylene glycol (PG) in the range of 0-0.5 g/100g. The results showed that addition of all three components to the gel formula caused decrement in the water absorption, dough characteristics i.e. development time and mixing tolerance index and bread hardness at first day but all of these parameters except of water absorption affected by their interaction. Dough stability and valorimeter value increased by increasing the gel components addition and were affected by their interaction. Although bread properties i.e. specific volume, moisture content, water activity, sensory score and ΔE increased by addition of SSL and DATEM but the decrease of moisture content, water activity and ΔE was observed by increasing the propylene glycol. The represented models have high determination coefficients and could be used for prediction of all investigated characteristics. The results for optimization using central composite design suggested that a mixture containing 0.5 g/100g of SSL, 0.25 g/100g of DATEM and 0.5 g/100g of PG could be a good improver gel to achieve the best characteristics.

Keywords: Emulsifier, Texture analysis, Response Surface Methodology, Improver Gel, Barbari Bread.

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