

*

^۱ کارشناس ارشد بیوتکنولوژی - دانشگاه صنعتی شریف

^۲ استادیار دانشکده مهندسی شیمی - دانشگاه صنعتی شریف

^۳ استادیار دانشکده مهندسی شیمی - دانشگاه صنعتی شریف

(تاریخ دریافت ۸۴/۴/۲۱ ، تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۸۴/۴/۲۱ ، تاریخ تصویب ۸۵/۱۲/۱۲)

چکیده

% /	% /	SDS % /	% /	% /	EDTA % /
% /			°C	% /	
°C					

[]

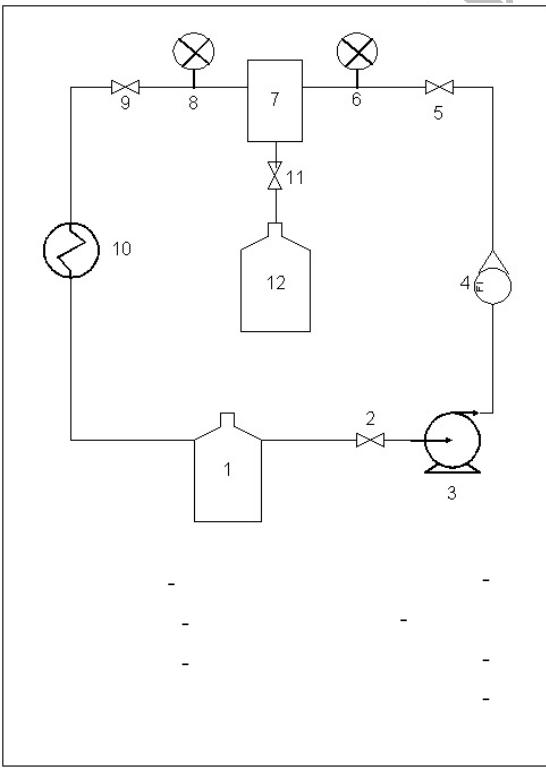
MF	-
UF, MF,DF	-
DF,UF, MF	-
UF	-
DF,UF, MF	-
RO,UF	-
NF,MF,UF	-
UF, MF	-

امروزه استفاده از فن آوری غشایی در صنایع شیر به علت سادگی عملیات و دستیابی به محصولات مطلوب و با کیفیت برتر رواج گسترده ای دارد. در این فن آوری ماده خام ورودی بدون اینکه تحت فرآیندهای زیان آور مانند حرارت بالا ، مخلوط شدن با مواد افزودنی و حلالها قرار گیرد ، با حفظ خصوصیات طبیعی تحت جداسازی جزء به جزء قرار می گیرد. جدول (۱) انواع فرآیندهای غشایی را که در صنایع لبنی مورد استفاده قرار می گیرند ارائه می نماید.

در همه این کاربردها، روش‌های صحیح بکارگیری این تکنولوژی مهم جلوه می‌کند. مشکل گرفتگی غشایها و نیاز به شستشوی آنها از موارد مهم در کاربرد صحیح فن آوری غشاء در این حوزه می باشد. بروز این پدیده در هنگام بهره برداری از سیستم‌های غشائی عموماً توسط عوامل همچون پروتئینها، مواد معدنی، میکرووارگانیسمها، چربیها و ذرات معلق جامد طی سه مرحله صورت می گیرد. مرحله اول که پلاریزاسیون غلظتی نامیده می شود [۳,۴,۱۱].

گرفته شده برای این عوامل، دستور کار انجام آزمایش به صورت مرحله‌ای مشخص می‌گردد. در این صورت با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایشات هر مرحله، طراحی آزمایشات مرحله بعدی صورت می‌گیرد [۱۲]. در این تحقیق با توجه به تجربه حاصل در حوزه شستشوی لبی، تاثیر عوامل مختلف مؤثر بر کیفیت فرآیند شستشو مورد توجه قرار گرفته و ترکیب بهینه‌ای با استفاده از اعمال روش‌های آماری تاگوچی مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

محلولهای قلیایی استفاده شده شامل سود،^۱ کربنات سدیم،^۲ SDS و سدیم دی هیدروژن فسفات و محلولهای اسیدی شامل اسید نیتریک، اسید فسفریک و مارلوفن است همه از نوع صنعتی بودند و آنزیم لیپاز (NOVO, Denmark) و آنزیم پروتئاز (BIOCON, INDIA Filmtech, Dow, USA) از نوع مورد استفاده در صنایع شوینده بود. غشاء مورد استفاده در صنایع از صنایع شیر پاستوریزه اصفهان تهیه گردید. این غشاء در مدل صنعتی بکار رفته و پدیده گرفته و کاهش تراوش در آن عرض گردیده بود. شیر مصرفی محصول صنایع شیر پاک و حاوی ۲/۵٪ چربی بود.



به علت افزایش گرادیان غلظت اجزاء باقی مانده^۱ در نزدیکی غشاء صورت می‌گیرد ولی با شستشوی با آب به راحتی برطرف می‌گردد. با افزایش غلظت بر سطح غشاء و تراکم مواد ته نشین شده بر روی آن کرحة دوم گرفته‌گی عارض می‌شود به صورتیکه شستشوی غشاء با آب جیران کاهش فلاکس را نمی‌نماید. در مرحله سوم گرفته‌گی، با رسوب بیشتر ذرات و استحکام لایه رسوب نرخ تراوش به حالت تقریباً یکنواخت رسیده و کاهش آن با نرخ بسیار کمی ادامه می‌یابد.

جهت رفع گرفته‌گی و حفظ میزان تراوش، روش‌های مختلف شستشو در طول زمان مورد مطالعه قرار گرفته اند [۱۱, ۱۰, ۶]. در حال حاضر در صنعت لبیات شستشوی غشاها با استفاده از مواد تجاری توصیه شده توسط کارخانه سازنده انجام می‌گیرد. این شستشو توسط محلولهای قلیایی و اسیدی در هفت مرحله به ترتیب زیر صورت می‌گیرد.

۱. شستشوی اولیه با آب
۲. قلیاشویی با مواد توصیه شده در دمای ۷۰°C به مدت زمان ۴۵ دقیقه
۳. شستشوی با آب و خارج کردن محلول قلیایی
۴. اسیدشویی با مواد توصیه شده در دمای ۴۵°C و به مدت زمان ۳۰ دقیقه

۵. شستشوی با آب و خارج کردن محلول اسیدی

۶. قلیاشویی دوباره با همان مواد در دمای قبلی و به مدت ۳۰ دقیقه

۷. شستشوی با آب و خارج کردن محلول قلیایی علاوه بر این با توجه به ماهیت پروتئینی و چربی رسوبات، عمل شستشوی غشاها می‌تواند با استفاده از آنزیم‌هایی چون لیپاز و پروتئاز نیز انجام شود [۸, ۵, ۸]. در این رابطه تاثیر عواملی همچون ترکیب معجون شستشو، زمان، دما و توالی مراحل شستشو بر حصول نتیجه مطلوب مورد توجه قرار گرفته اند ولی در مطالب منتشر شده تحقیق جدی جهت تعیین تاثیر همزمان این عوامل به چشم نمی‌خورد. با توجه به اینکه تعداد این عوامل زیاد و بررسی همزمان آنها بدون طراحی صحیح آزمایشات متعدد ممکن نیست، لازم است از روش‌های آماری مناسبی همچون روش تاگوچی استفاده کرد. در این روش با توجه به تعداد عوامل مؤثر، آرایه‌هایی تعریف شده و بر اساس سطوح در نظر

در مرحله بهینه سازی تاثیر فاکتورهای مهم در سه سطح مورد مطالعه قرار گرفته و بهینه سازی بر روی آنها انجام شد. در انتهای مراحل بهینه سازی تأثیر بکارگیری آنزیم در شستشوی غشاها بررسی شد. آنزیمهای بکارگرفته شده با غلظت 6 mg/ml استفاده شد و زمان عمل یک ساعت در دمای 37°C بود.

در این مرحله از آرایه متعماد L_{16} استفاده شد. 13 فاکتور شامل غلظت سود ، SDS ، EDTA ، سدیم دی هیدروژن فسفات و کربنات سدیم در شوینده قلیایی و نیز غلظت اسید نیتریک، اسید فسفریک و مارلوفن در شوینده اسیدی همراه با زمان و دمای هر مرحله شستشوی قلیایی و اسیدی به عنوان متغیر در نظر گرفته شدند. آرایه تنظیم شده در این مرحله در جدول (۲) آمده است.

		L_{16}	:
		SDS	EDTA
۱	۰	/	/
۲	۰	/	/
۳	۰	/	/
۴	۰	/	/
۵	۰	/	/
۶	۰	/	/
۷	۰	/	/
۸	۰	/	/
۹	۰	/	/
۱۰	۰	/	/
۱۱	۰	/	/
۱۲	۰	/	/
۱۳	۰	/	/
۱۴	۰	/	/
۱۵	۰	/	/
۱۶	۰	/	/
۱۷	۰	/	/
۱۸	۰	/	/
۱۹	۰	/	/
۲۰	۰	/	/
۲۱	۰	/	/
۲۲	۰	/	/
۲۳	۰	/	/
۲۴	۰	/	/
۲۵	۰	/	/
۲۶	۰	/	/
۲۷	۰	/	/
۲۸	۰	/	/
۲۹	۰	/	/
۳۰	۰	/	/
۳۱	۰	/	/
۳۲	۰	/	/
۳۳	۰	/	/
۳۴	۰	/	/
۳۵	۰	/	/
۳۶	۰	/	/
۳۷	۰	/	/
۳۸	۰	/	/
۳۹	۰	/	/
۴۰	۰	/	/
۴۱	۰	/	/
۴۲	۰	/	/
۴۳	۰	/	/
۴۴	۰	/	/
۴۵	۰	/	/
۴۶	۰	/	/
۴۷	۰	/	/
۴۸	۰	/	/
۴۹	۰	/	/
۵۰	۰	/	/
۵۱	۰	/	/
۵۲	۰	/	/
۵۳	۰	/	/
۵۴	۰	/	/
۵۵	۰	/	/
۵۶	۰	/	/
۵۷	۰	/	/
۵۸	۰	/	/
۵۹	۰	/	/
۶۰	۰	/	/
۶۱	۰	/	/
۶۲	۰	/	/
۶۳	۰	/	/
۶۴	۰	/	/
۶۵	۰	/	/
۶۶	۰	/	/
۶۷	۰	/	/
۶۸	۰	/	/
۶۹	۰	/	/
۷۰	۰	/	/
۷۱	۰	/	/
۷۲	۰	/	/
۷۳	۰	/	/
۷۴	۰	/	/
۷۵	۰	/	/
۷۶	۰	/	/
۷۷	۰	/	/
۷۸	۰	/	/
۷۹	۰	/	/
۸۰	۰	/	/
۸۱	۰	/	/
۸۲	۰	/	/
۸۳	۰	/	/
۸۴	۰	/	/
۸۵	۰	/	/
۸۶	۰	/	/
۸۷	۰	/	/
۸۸	۰	/	/
۸۹	۰	/	/
۹۰	۰	/	/
۹۱	۰	/	/
۹۲	۰	/	/
۹۳	۰	/	/
۹۴	۰	/	/
۹۵	۰	/	/
۹۶	۰	/	/
۹۷	۰	/	/
۹۸	۰	/	/
۹۹	۰	/	/
۱۰۰	۰	/	/
۱۰۱	۰	/	/
۱۰۲	۰	/	/
۱۰۳	۰	/	/
۱۰۴	۰	/	/
۱۰۵	۰	/	/
۱۰۶	۰	/	/
۱۰۷	۰	/	/
۱۰۸	۰	/	/
۱۰۹	۰	/	/
۱۱۰	۰	/	/
۱۱۱	۰	/	/
۱۱۲	۰	/	/
۱۱۳	۰	/	/
۱۱۴	۰	/	/
۱۱۵	۰	/	/
۱۱۶	۰	/	/
۱۱۷	۰	/	/
۱۱۸	۰	/	/
۱۱۹	۰	/	/
۱۲۰	۰	/	/
۱۲۱	۰	/	/
۱۲۲	۰	/	/
۱۲۳	۰	/	/
۱۲۴	۰	/	/
۱۲۵	۰	/	/
۱۲۶	۰	/	/
۱۲۷	۰	/	/
۱۲۸	۰	/	/
۱۲۹	۰	/	/
۱۳۰	۰	/	/
۱۳۱	۰	/	/
۱۳۲	۰	/	/
۱۳۳	۰	/	/
۱۳۴	۰	/	/
۱۳۵	۰	/	/
۱۳۶	۰	/	/
۱۳۷	۰	/	/
۱۳۸	۰	/	/
۱۳۹	۰	/	/
۱۴۰	۰	/	/
۱۴۱	۰	/	/
۱۴۲	۰	/	/
۱۴۳	۰	/	/
۱۴۴	۰	/	/
۱۴۵	۰	/	/
۱۴۶	۰	/	/
۱۴۷	۰	/	/
۱۴۸	۰	/	/
۱۴۹	۰	/	/
۱۵۰	۰	/	/
۱۵۱	۰	/	/
۱۵۲	۰	/	/
۱۵۳	۰	/	/
۱۵۴	۰	/	/
۱۵۵	۰	/	/
۱۵۶	۰	/	/
۱۵۷	۰	/	/
۱۵۸	۰	/	/
۱۵۹	۰	/	/
۱۶۰	۰	/	/
۱۶۱	۰	/	/
۱۶۲	۰	/	/
۱۶۳	۰	/	/
۱۶۴	۰	/	/
۱۶۵	۰	/	/
۱۶۶	۰	/	/
۱۶۷	۰	/	/
۱۶۸	۰	/	/
۱۶۹	۰	/	/
۱۷۰	۰	/	/
۱۷۱	۰	/	/
۱۷۲	۰	/	/
۱۷۳	۰	/	/
۱۷۴	۰	/	/
۱۷۵	۰	/	/
۱۷۶	۰	/	/
۱۷۷	۰	/	/
۱۷۸	۰	/	/
۱۷۹	۰	/	/
۱۸۰	۰	/	/
۱۸۱	۰	/	/
۱۸۲	۰	/	/
۱۸۳	۰	/	/
۱۸۴	۰	/	/
۱۸۵	۰	/	/
۱۸۶	۰	/	/
۱۸۷	۰	/	/
۱۸۸	۰	/	/
۱۸۹	۰	/	/
۱۹۰	۰	/	/
۱۹۱	۰	/	/
۱۹۲	۰	/	/
۱۹۳	۰	/	/
۱۹۴	۰	/	/
۱۹۵	۰	/	/
۱۹۶	۰	/	/
۱۹۷	۰	/	/
۱۹۸	۰	/	/
۱۹۹	۰	/	/
۲۰۰	۰	/	/
۲۰۱	۰	/	/
۲۰۲	۰	/	/
۲۰۳	۰	/	/
۲۰۴	۰	/	/
۲۰۵	۰	/	/
۲۰۶	۰	/	/
۲۰۷	۰	/	/
۲۰۸	۰	/	/
۲۰۹	۰	/	/
۲۱۰	۰	/	/
۲۱۱	۰	/	/
۲۱۲	۰	/	/
۲۱۳	۰	/	/
۲۱۴	۰	/	/
۲۱۵	۰	/	/
۲۱۶	۰	/	/
۲۱۷	۰	/	/
۲۱۸	۰	/	/
۲۱۹	۰	/	/
۲۲۰	۰	/	/
۲۲۱	۰	/	/
۲۲۲	۰	/	/
۲۲۳	۰	/	/
۲۲۴	۰	/	/
۲۲۵	۰	/	/
۲۲۶	۰	/	/
۲۲۷	۰	/	/
۲۲۸	۰	/	/
۲۲۹	۰	/	/
۲۳۰	۰	/	/
۲۳۱	۰	/	/
۲۳۲	۰	/	/
۲۳۳	۰	/	/
۲۳۴	۰	/	/
۲۳۵	۰	/	/
۲۳۶	۰	/	/
۲۳۷	۰	/	/
۲۳۸	۰	/	/
۲۳۹	۰	/	/
۲۴۰	۰	/	/
۲۴۱	۰	/	/
۲۴۲	۰	/	/
۲۴۳	۰	/	/
۲۴۴	۰	/	/
۲۴۵	۰	/	/
۲۴۶	۰	/	/
۲۴۷	۰	/	/
۲۴۸	۰	/	/
۲۴۹	۰	/	/
۲۵۰	۰	/	/
۲۵۱	۰	/	/
۲۵۲	۰	/	/
۲۵۳	۰	/	/
۲۵۴	۰	/	/
۲۵۵	۰	/	/
۲۵۶	۰	/	/
۲۵۷	۰	/	/
۲۵۸	۰	/	/
۲۵۹	۰	/	/
۲۶۰	۰	/	/
۲۶۱	۰	/	/
۲۶۲	۰	/	/
۲۶۳	۰	/	/
۲۶۴	۰	/	/
۲۶۵	۰	/	/
۲۶۶	۰	/	/
۲۶۷	۰	/	/
۲۶۸	۰	/	/
۲۶۹	۰	/	/
۲۷۰	۰	/	/
۲۷۱	۰	/	/
۲۷۲	۰	/	/
۲۷۳	۰	/	/
۲۷۴	۰	/	/
۲۷۵	۰	/	/
۲۷۶	۰	/	/
۲۷۷	۰	/	/
۲۷۸	۰	/	/
۲۷۹	۰	/	/
۲۸۰	۰	/	/
۲۸۱	۰	/	/
۲۸۲	۰	/	/
۲۸۳	۰	/	/
۲۸۴	۰	/	/
۲۸۵	۰	/	/
۲۸۶	۰	/	/
۲۸۷	۰	/	/
۲۸۸	۰	/	/
۲۸۹	۰	/	/
۲۹۰	۰	/	/
۲۹۱	۰	/	/
۲۹۲	۰	/	/
۲۹۳	۰	/	/
۲۹۴	۰	/	/
۲۹۵	۰	/	/
۲۹۶	۰	/	/
۲۹۷	۰	/	/
۲۹۸	۰	/	/
۲۹۹	۰	/	/
۳۰۰	۰	/	/
۳۰۱	۰	/	/
۳۰۲	۰	/	/
۳۰۳	۰	/	/
۳۰۴	۰	/	/
۳۰۵	۰	/	/
۳۰۶	۰	/	/
۳۰۷	۰	/	/
۳۰۸	۰	/	/
۳۰۹	۰	/	/
۳۱۰	۰	/	/
۳۱۱	۰	/	/
۳۱۲	۰	/	/
۳۱۳	۰	/	/
۳۱۴	۰	/	/
۳۱۵	۰	/	/
۳۱۶	۰	/	/
۳۱۷	۰	/	/
۳۱۸	۰	/	/
۳۱۹	۰	/	/
۳۲۰	۰	/	/
۳۲۱	۰	/	/
۳۲۲	۰	/	/
۳۲۳	۰	/	/
۳۲۴	۰	/	/
۳۲۵	۰	/	/
۳۲۶	۰	/	/
۳۲۷	۰	/	/
۳۲۸	۰	/	/
۳۲۹	۰	/	/
۳۳۰	۰	/	/
۳۳۱	۰	/	/

()

محاسبه پاسخ نهایی آمده است. پاسخ بدست آمده از نرم افزار و پاسخ آزمایش تأیید نشانگر صحت آزمایشات می باشد. بر این اساس فاکتورهای سود، EDTA ، اسید نیتریک، مارلوفن، دمای قلیایی و زمان قلیایی اول در سطح مؤثرتر خود که در شکل (۳) و جدول (۴) مشخص می باشد، برای مطالعات بهینه سازی در مرحله دوم در نظر گرفته شد. در مرحله بهینه سازی سطح بدست آمده در مرحله غربالگری در وسط قرار گرفته و دو سطح بالا و پائین برای ان در نظر گرفته شد.

() :

No	Factor	Level Description	Level	Distribution
1	NaOH	0.7%	1	0.408
2	EDTA	1.0%	2	0.893
3	NaH ₂ PO ₄	1.0%	2	0.395
4	Na ₂ CO ₃	0.1%	1	0.121
5	SDS	0.2%	1	0.0
6	H ₃ PO ₄	0.01%	1	0.099
7	HNO ₃	0.5%	2	0.643
8		0.1%	1	0.596
9		50°C	1	0.831
10		90min	2	0.447
11		20min	1	0.163
12		30°C	1	0.0
13		60min	2	0.073

سهم کل بدست آمده از همه فاکتورها
۴/۶۳۳
نتیجه مورد انتظار در شرایط بهینه بر مبنای پاسخ هدف ۰/۹۵
سطح اطمینان حد فاصل اطمینان ۰/۲۸۵
دامنه تغییرات جواب مورد انتظار در شرایط بهینه بر مبنای پاسخ هدف ۰/۶۶۵-۱/۲۳۵
نتیجه به دست آمده از آزمایش تأیید بر مبنای پاسخ هدف ۰/۸۹۵

در این مرحله از آرایه متعمد (۳^۸) L₁₈ استفاده شد و همانطور که در جدول (۵) آمده است تاثیر فاکتورهای مهم در سه سطح بررسی گردیده و آنالیز واریانس در جدول (۶) ارائه گردیده است.
تأثیر تغییر سطوح در فرآیند بهینه سازی شکل (۵) آورده شده است. با بررسی این نمودار می توان سطوح بهینه هر فاکتور را تعیین کرد . نتیجه بهینه شده در این مرحله برای فاکتورهای در نظر گرفته شده با دو بار تکرار جهت تمامی آزمایشات در جدول (۷) آمده است.

y₁: کوچکترین جواب در بین پاسخهایی که مقدار حداقل مناسب است.

y₂: بزرگترین جواب در بین پاسخهایی که مقدار حداقل مناسب است.

Z₁: کوچکترین جواب در بین پاسخهایی که مقدار حداقل مناسب است.

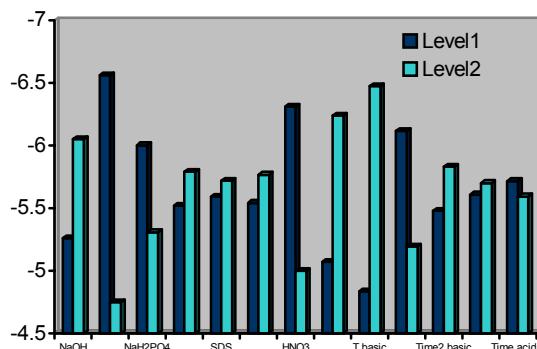
Z₂: بزرگترین جواب در بین پاسخهایی که مقدار حداقل مناسب است.

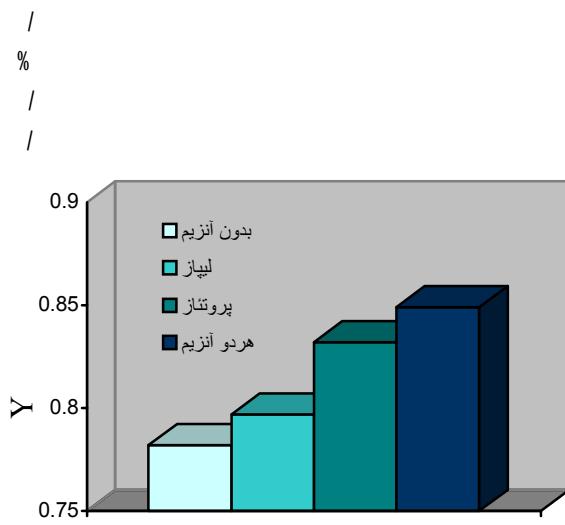
W_{1..n} : وزن اهمیت هر فاکتور نتایج پردازش پاسخها توسط نرم افزار در قالب آنالیز واریانس در جدول (۳) آمده است. پس از اعمال آنالیز واریانس اولیه در این مرحله به علت اینکه درجه آزادی صفر می باشد، از اثر پارامترهایی که تاثیر کمتری در محاسبه پاسخ داشتند حذف گردیده و آنالیز مجدد انجام گردید. بر این اساس سطوح هر فاکتور مورد مطالعه قرار گرفت. شکل (۳) نتایج حاصل از این بررسیها را نشان می دهد.

. (L₁₆) :

No	Factor	Variance	Percent
1	NaOH (A)	2.667	5.474
2	EDTA (B)	12.781	26.473
3	NaH ₂ PO ₄	2.066	4.225
4	Na ₂ CO ₃	0.236	0.425
5	SDS Pooled	0.000	
6	H ₃ PO ₄ (C)	0.157	0.263
7	HNO ₃ (D)	6.628	13.698
8		5.688	11.747
9		11.052	22.884
10		3.208	6.596
11		0.426	0.82
12	Pooled	0.000	
13		2.797	0.115

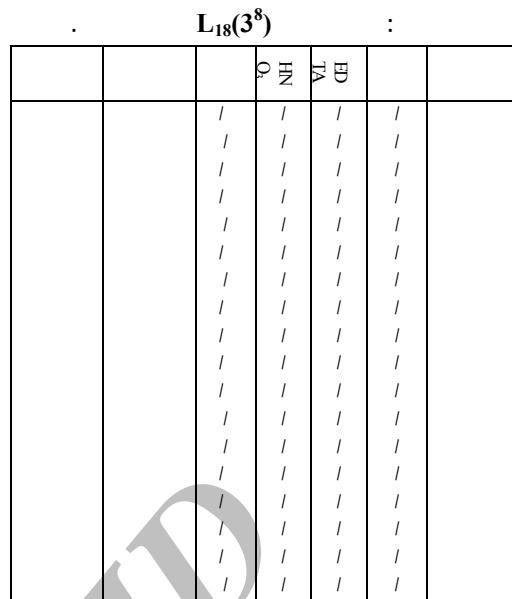
Other/Error	0.03	0.972
Total:	100.000 %	



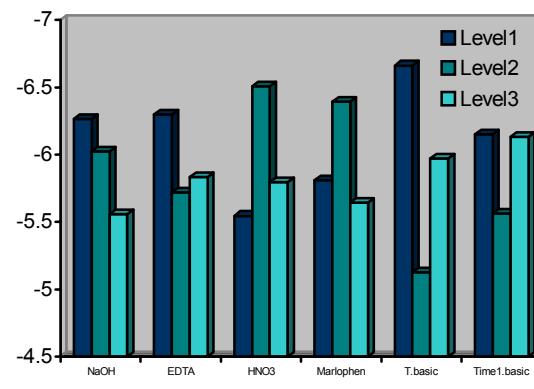


با توجه به نتایج مندرج در این جدول سطوح بکاررفته در مورد فاکتورهای سود، EDTA و دمای قلیایی بهینه می باشد. در عین حال با توجه به اینکه سطوح حاصل جهت فاکتورهای اسید نیتریک، مارلوفن و زمان قلیایی اول در مرز قرار دارند می توان با ادامه عملیات بهینه سازی به سطوح مؤثرتری جهت این فاکتورها دست یافت.

با توجه به اینکه گرفتگی غشاها از جنس پروتئین و چربی است شستشوی آنزیمی با استفاده از دو آنزیم لیپاز و پروتئاز انجام شد. نتایج حاصل از یافتن تحقیق در شکل ۶ ارائه شده است. همانطور که در شکل آمده است هر دو آنزیم لیپاز و پروتئاز به ترتیب با افزایش مقدار تابع هدف از ۰/۷۸۲ به ۰/۷۹۷ و ۰/۸۳۲ تأثیری مثبت در شستشوی غشاء داشته اند ولی تأثیر آنزیم پروتئاز در این رابطه مشهودتر است. در عین حال کاربرد توام این دو آنزیم تأثیر مؤثرتری در استحصال نتایج بهتر شستشو نشان داده و تابع هدف را از مقدار اولیه ۰/۷۸۲ با ۰/۵۷ درصد افزایش به ۰/۸۴۹ می رساند.



L ₁₈			
No	Factor	Variance	Percent
1	NaOH	0.77	0.0
2	EDTA	0.564	0.0
3	HNO ₃	1.49	0.77
4		0.929	0.965
5		3.14	23.858
6		0.671	0.0
Other/Error		0.836	68.407
Total:			100.00%



No	Factor	Level Description	Level	distribution
1	NaOH	50	2	0.734
2	EDTA	90	2	0.386
3	HNO ₃	0.15	3	0.304
4		0.3	1	0.402
5		1.0	2	0.231
6		0.8	3	0.386

در شستشوی غشاء نشان می دهد. در شستشوی آنزیمی استفاده توام از هردو آنزیم لیپاز و پروتئاز به میزان mg/ml ۶ به مدت یک ساعت در دمای ثابت ۳۷°C به میزان ۸/۵٪ مقدار تابعه‌دف تعريف شده در این تحقیق را افزایش داده باعث بهبود عملکرد دستورالعمل شستشوی غشاء می گردد.

هیدروژن فسفات ، ۱٪ کربنات سدیم و ۲٪ SDS می باشد. شستشو با این محلول به مدت ۹۰ دقیقه در مرحله اول و به مدت ۲۰ دقیقه در مرحله دوم در دمای ثابت ۵۰°C مناسب تشخیص داده شد. ترکیب بهینه محلول اسیدی شامل ۱٪ اسیدنیتریک، ۰/۰۱٪ اسید فسفریک و ۱۵٪ مارلوفن بدست آمد که شستشو با این محلول به مدت ۶۰ دقیقه در دمای ۳۰°C تاثیر جدی

- 1 - Farkhondeh, A. (1373). *The analyzing method of milk and dairy product*, Vol. 1, Tehran university press, (In Farsi).
- 2 - Abd El-Salam, (2001). *Principles and application of membrane filtration in dairy industry*, Semminar, Iran , 23Apr.-2May.
- 3 - Aimar, P., Taddei, C., Lafaille, J. P. and Sanchez, V., (1988). "Mass transfer limitation during ultrafiltration of cheese whey with inorganic membranes." *J. Membr. Sci.*, Vol. 38, PP. 203-221.
- 4 - Blatt, W. F., Dravid, A., Michaels, A. S. and Nelson, L., "Solute polarization and cake formation in membrane ultrafiltration : Causes , Consequences and Control techniques, In: J. E. Flinn (Editor), Membrane Science and Technology: Industrial." *Biologucal and waste Treatment processes*, Plenum press , New York.
- 5 - Cool Bear, T., Monk, C., Peek, K., Morgan, H. W. and Daniel, R. M. (1992). "Laboratory scale investigation in to the use of extremely thermophilic proteinase for cleaning ultrafiltration membrane fouled during whey processing." *J. Membr. Sci.*, Vol. 67, PP.93-101.
- 6 - Kelly, S. T., Opang, W. S. and Zydny, A. L. (1993). "The influence of protein aggrigation on the fouling of micrifiltration membranes during stirred cell filtration." *J. Membr. Sci.*, Vol. 80, PP.175-187.
- 7 - Kim, K. J., Sun, P., Chen, V., Wiley, D. E. and Fane, A. G. (1993). "The cleaning of ultrafiltration membranes fouled by protein." *J. Membr. Sci.*, Vol. 80, PP.241-249.
- 8 - Krack, R. (1995). "Chemical agents and costs in cleaning and disinfection of membrane equipment , IDF Special Issue No. 9504 – Fouling and cleaning in pressure driven membrane processes, 151-174." *Intrrnational Dairy Federation*, Brussels, Belgium.
- 9 - Lowry , O. H. , Rosenbrough , N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. J., *Bio.Chem.*, Vol. 193, PP.265-275.
- 10 - Marshall, A. D. and Daufin, G. (1995). "Phisico-Chemical aspects of membrane fouling by dairy fluids , IDF Special Issue No. 9504 – Fouling and cleaning in pressure driven membrane processes , 8-35." *Intrrnational Dairy Federation*, Brussels, Belgium.
- 11 - Mc Donogh, R. M., Bauser, H., Stroh, N. and Chemiel, H. (1990). *Concentration polarization and adsorption effects in cross-floww ultrafiltration of proteins*, Desalination , Vol. 79, PP.217-231.
- 12 - Roy , R. K. (1990). *A primer on the taguchi method*, Van Nostrand Reinhold, NewYork.