

پدیده‌های اندرکنش در فرآوری مواد معدنی

تالیف

پروفسور بهرام رضایی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

سرشناسه	رضائی، بهرام، ۱۳۳۸ -
عنوان و نام پدیدآور	پدیده‌های اندرکنش در فرآوری مواد معدنی / تألیف بهرام رضایی.
مشخصات نشر	تهران: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	ق، ۵۹۰ ص: مصور، جدول.
شابک	۱۸۰۰۰۰ ریال: 978-964-210-125-2
وضعیت فهرست نویسی	فیا :
یادداشت	واژه‌نامه.
یادداشت	کتابنامه: ص: ۵۷۳ - ۵۷۴
موضوع	سنگ معدن - آماده‌سازی
شماره افزوده	جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی امیر کبیر
رده بندی کنگره	۱۳۹۱ ۴پ ۶۰۰/۱ TN۵۰۰
رده بندی دیویی	۶۲۱/۷
شماره کتابشناسی ملی	۲۹۶۴۳۶۳



انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

• نام کتاب	پدیده‌های اندرکنش در فرآوری مواد معدنی
• تألیف	پروفسور بهرام رضایی
• نوبت چاپ	اول
• سال چاپ	۱۳۹۱
• شمارگان	۵۰۰ نسخه
• قیمت	۱۸۰۰۰۰ ریال
• چاپخانه	قلم (۰۲۵۱-۶۶۴۱۰۵۹)
• شابک	۹۷۸-۹۶۴-۲۱۰-۱۲۵-۲
• آدرس مرکز پخش، تهران - خیابان حافظ - روبروی خیابان سمیه - دانشگاه صنعتی امیرکبیر	
تلفن کتابفروشی: ۶۶۴۶۵۳۹۲	(دفتر) ۸۸۸۹۵۹۶۹
فاکس ۶۶۹۵۰۹۸۲	

ISBN: 978-964-210-125-2

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

پیشگفتار جهاد دانشگاهی

توجه به تقویت بنیه علمی دانشگاه‌ها و دیگر مراکز علمی یکی از وظایف اصلی همه آگاهان و دست‌اندرکاران این امور در دوران بازسازی کشور اسلامی عزیزمان ایران می‌باشد. در همین راستا جهاد دانشگاهی با آگاهی نسبت به این موضوع، تمامی توان خود را صرف افزایش سطح علمی دانشجویان و آینده‌سازان کشورمان نموده است و در این مسیر از هیچ کوشش و تلاشی دریغ نمی‌کند.

انتشارات جهاد دانشگاهی با این اعتقاد که دستیابی به استقلال علمی، اقتصادی و عقیدتی بدون دستیابی اولیه به سطوح بالای علمی و تکنولوژی‌های مدرن در کنار ایمان و اعتقاد، امکان‌پذیر نمی‌باشد، سعی می‌کند با آماده‌سازی و انتشار متون متنوع علمی به هر دو زبان فارسی و لاتین که از سطح مطلوب علمی نیز برخوردار باشند به وظیفه انسانی و اعتقادی خویش عمل کند و امیدوار است که بتواند کمکی هرچند ناچیز به علاقه‌مندان و دلسوزان میهن اسلامی و پویندگان راه علم انجام دهد.

با این باور و اعتقاد از همه عزیزان دانش‌پژوه جهت آرایه نظرات و پیشنهادات برای هرچه بهتر شدن سطح علمی انتشارات این جهاد، یاری می‌طلبیم.

در انتها، این کتاب را به روان پاک شهدای دانشگاهی بویژه شهدای دانشگاه صنعتی امیرکبیر تقدیم می‌نماییم. امید است کلیه دانشگاهیان استوار و ثابت‌قدم، پوینده راه شهیدان در محیط مقدس دانشگاه باشند.

والسلام علی من التبع الهدی

انتشارات جهاد دانشگاهی

واحد صنعتی امیرکبیر

مدیر مسئول

احمد رضا مختاری

به نام خدا

پیشگفتار

مقدمه مؤلف

یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین پارامترهای مؤثر در فرایندهای شیمیایی، متالورژی و به خصوص فرآوری مواد معدنی از جمله خردایش، طبقه‌بندی فلوئتاسیون، روش‌های ثقلی، مغناطیسی، الکترواستاتیکی، لیچینگ، بیولیچینگ، تیکنر، فیلتر، خشک‌کن، فلوکولاسیون، کوآگولاسیون، اگلومراسیون، تشویه و تکلیس و سایر روش‌ها، پدیده‌های اندرکنش است. به عبارت کلی‌تر اکثر فرایندهای موجود در فرآوری مواد معدنی از ترکیب یک یا چند اندرکنش تشکیل گردیده و می‌توان با شناخت این اندرکنش‌ها، تفکیک و تحلیل و ارزیابی آنها که کار ساده‌ای نیز نمی‌باشد، از وقوع آنها جلوگیری و یا درجهت تشدید آنها تلاش تا کنترل فرایند به‌نحو مطلوب و باهم‌افزایی موردنظر صورت گیرد.

بنابراین در فرآوری مواد معدنی فقط و فقط با کنترل این پدیده‌هاست که می‌توان هم‌افزایی (سینرجسیم) در فرایندها و خروجی آنها را عملیاتی نمود. به عنوان مثال خوردگی گلوله‌ها در مدارهای آسیاها که ناشی از اندرکنش گالوانیکی است پدیده بسیار نامطلوبی بوده که نه تنها مصرف گلوله را افزایش، که در مراحل بعدی مانند فلوئتاسیون و یا لیچینگ نیز اثرات منفی جبران‌ناپذیری را به دنبال دارد. از طرفی در فرایندهای لیچینگ، اندرکنش گالوانیکی معمولاً

پدیده مطلوبی بوده که با هم‌افزایی ایجاد شده می‌توان سرعت انحلال را افزایش داد. در تولید زهاب‌های اسیدی نیز اندرکنش گالوانیکی باعث تشدید در میزان اسید می‌شود.

مطالب کلی، اساسی و جامع در مورد پدیده‌های اندرکنش در فرآوری مواد معدنی در دسترس نیست و این کتاب برای اولین بار و با این عنوان تهیه گردیده و کلیه اندرکنش‌ها مانند اندرکنش گالوانیکی، کانوشیمیایی، شیمیایی، فیزیکی، شیمی- فیزیکی، میکروبی، نرمه‌پوشی، ترمومغناطیسی، پلیمری، استریکی، الکترودینامیکی، هیدرودینامیکی، ترمودینامیکی، واندروالاسی، دمغناطیسی و فلوکولاسیونی را در قرآیندهایی مانند خردایش و طبقه‌بندی، فلوکولاسیون، جدایش‌های فیزیکی، مغناطیسی و الکترواستاتیکی، لیچینگ، تیکنر، فیلتر، خشک‌کن و بسیاری موارد دیگر را به تصویر کشیده که در فصل‌های مختلف بدان اشاره شده است.

در خاتمه لازم است از زحمات آقایان مهندس اکبر مهدیلو، مهندس مجید یونسی و مهندس سید محمد رضویان تشکر و قدردانی نمایم.

با تشکر

دکتر بهرام رضایی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

پیشگفتار

فصل اول: کلیات ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- طبقه‌بندی اندرکنش‌ها ۵

۱-۲-۱- اندرکنش‌های گالوانیکی ۶

۱-۲-۲- اندرکنش‌های کانوشیمیایی ۶

۱-۲-۳- اندرکنش‌های شیمیایی ۶

۱-۲-۴- اندرکنش‌های فیزیکی ۷

۱-۲-۵- اندرکنش‌های شیمی-فیزیکی ۷

۱-۲-۶- اندرکنش‌های خاص ۷

۱-۲-۷- اندرکنش‌های شیمی بلور ۷

منابع استفاده شده در این فصل ۷

فصل دوم: اندرکنش‌های گالوانیکی ۹

۱-۲- مقدمه ۹

۲-۲- اهمیت اندرکنش‌های گالوانیکی در فرآوری مواد معدنی ۱۶

۳-۲- اندرکنش گالوانیکی در آسیاها ۱۹

۱-۳-۲- تجهیزات و روش‌های مطالعه اندرکنش گالوانیکی ۲۰

۲-۳-۲- عوامل مؤثر ۲۱

- ۲۲-۳-۲-۱- نوع و ترکیب بار خردکننده ۲۲
- ۲۳-۳-۲-۲- اثر نوع بار خردکننده و نوع گاز مورد استفاده بر روی Eh ۲۳
- ۲۴-۳-۲-۳- اثر نوع بار خردکننده و نوع گاز مورد استفاده بر روی اکسیژن محلول ... ۲۵
- ۲۵-۳-۲-۴- پتانسیل مدار باز (ocp) بار خردکننده و کانی‌های سولفیدی در عملیات آسیا ۲۶
- ۲۶-۳-۵- اندرکنش گالوانیکی بین بار خرد کننده و کانی سولفیدی ارسنوپیریت طی عملیات آسیا ۲۹
- ۲۷-۳-۶- اثر نوع بار خردکننده و گاز بر میزان آهن قابل استخراج توسط $EDTA$ ۲۹
- ۲۸-۳-۷- اثر نوع بار خردکننده و گاز بر روی جریان گالوانیکی، میزان آهن، Eh و ocp در حضور یون‌های من ۳۱
- ۲۹-۳-۸- اثر نوع گاز بر روی خوردگی و فرسایش بار خردکننده ۳۳
- ۳۰-۳-۹- اثر pH پالپ (خوردگی پالپ) بر روی خوردگی بار خردکننده ۳۴
- ۳۱-۳-۱۰- اثر نوع کانستانت در خوردگی بار خردکننده ۳۶
- ۳۲-۳-۱۱- تأثیر مساحت سطح در معرض بر روی خوردگی بار خردکننده ۳۹
- ۳۳-۳-۱۲- تأثیر مدت زمان آسیا بر روی خوردگی بار خردکننده ۴۰
- ۳۴-۲-۴- اندرکنش گالوانیکی در محیط آسیا و نقش آن در فلوتاسیون ۴۱
- ۳۵-۴-۱- آشنایی ۴۱
- ۳۶-۴-۲- تجهیزات مورد نیاز ۴۲
- ۳۷-۴-۳- پارامترهای مؤثر ۴۲
- ۳۸-۴-۱- تأثیر شرایط آسیا بر فلوتاسیون گالن ۴۳
- ۳۹-۴-۲- فلوتاسیون ۴۳
- ۴۰-۴-۳- تأثیر یون هیدروکسیل در شناورسازی گالن ۴۴
- ۴۱-۴-۴- بررسی گونه‌های سطحی و غلظت اتمی آنها توسط XPS ۴۵
- ۴۲-۴-۵- مطالعه یون‌های استخراج شده توسط $EDTA$ ۴۶

- ۴۸ ۲-۴-۴- تأثیر نوع بار خردکننده در بازیابی گالن
- ۵۱ ۲-۴-۵- تأثیر نوع بار خردکننده و نوع گاز بر شناورسازی کالکوپیریت
- ۵۳ ۲-۴-۶- تأثیر نوع بار خرد کننده و نوع گاز در شناورسازی ارسنوپیریت
- ۲-۴-۶-۱- نقش یون فعال کننده مس در شناورسازی ارسنوپیریت در آسیاکردن با بار خردکننده مختلف
- ۵۴ ۲-۴-۷- تأثیر نوع بار خردکننده و نوع گاز در جدایش کانی‌های گالن و پیریت از یکدیگر
- ۵۸ ۲-۴-۷-۱- فلوتاسیون
- ۵۸ ۲-۴-۷-۲- تأثیر یون هیدروکسیل در شناورسازی گالن
- ۵۹ ۲-۴-۷-۳- مطالعه با EDTA
- ۶۲ ۲-۴-۷-۴- مطالعه با TOF-SIMS
- ۲-۴-۸- تأثیر نوع بار خردکننده و نوع گاز در جدایش کانی‌های کالکوپیریت و پیریت از یکدیگر
- ۶۳ ۲-۴-۸-۱- فلوتاسیون
- ۶۳ ۲-۴-۸-۲- نقش یون فعال کننده مس
- ۶۴ ۲-۴-۸-۳- نقش یون‌های قابل استخراج با EDTA
- ۶۵ ۲-۴-۹- تأثیر شرایط آسیا نسبت به شناورسازی ابعاد به ابعاد
- ۶۶ ۲-۴-۱۰- تأثیر شرایط آسیا در شناورسازی کانسنگ‌هایی با مقدار سولفید مختلف
- ۶۸ ۲-۴-۱۰-۱- تأثیر شرایط آسیا بر روی اکسیژن محلول
- ۶۹ ۲-۴-۱۰-۲- تأثیر میزان آهن استخراج شده با روش EDTA
- ۷۱ ۲-۴-۱۰-۳- تأثیر پتانسیل‌های الکترودی
- ۷۲ ۲-۴-۱۰-۴- تأثیر در عیار- بازیابی
- ۷۴ ۲-۴-۱۰-۵- تأثیر در زاویه تماس
- ۷۶ ۲-۴-۵- اندرکنش گالوانیکی در فلوتاسیون
- ۷۷ ۲-۵-۱- آشنایی

۷۸	۲-۵-۲- فلوتاسیون با کنترل پتانسیل.....
۷۹	۲-۵-۲-۱- اندرکنش گالوانیکی سولفید- سولفید- آب.....
۸۱	۲-۵-۲-۲- اندرکنش گالوانیکی در سیستم سولفید- بار خردکننده- آب.....
۸۴	۲-۵-۲-۳- اندرکنش گالوانیکی سولفید- سولفید- کلکتور.....
۸۵	۲-۵-۳- پارامترهای مؤثر در اندرکنش گالوانیکی در فلوتاسیون.....
۸۵	۲-۵-۱- تماس بین کانی‌ها.....
۹۲	۲-۵-۲-۲- تأثیر اکسیژن محلول.....
۹۴	۲-۵-۲-۳- نقش کلکتور.....
۹۶	۲-۵-۳-۴- Eh, pH
۱۰۴	۲-۵-۴- جدایش انارزیت از کالکوپیریت با کنترل پتانسیل.....
۱۰۴	۲-۵-۴-۱- مشخصات الکتروشیمیایی انارزیت و کالکوپیریت.....
۱۰۶	۲-۵-۴-۲- ترشوندگی انارزیت و کالکوپیریت تحت پتانسیل‌های کنترل شده.....
	۲-۵-۴-۳- تأثیر پتانسیل پالپ در فلوتاسیون انارزیت و کالکوپیریت در حضور و عدم حضور کلکتور.....
۱۰۸	
	۲-۵-۴-۴- تأثیر پتانسیل پالپ در فلوتاسیون انتخابی انارزیت و کالکوپیریت از مخلوط آنها با و بدون کلکتور.....
۱۱۰	
۱۱۳	۲-۶-۱- اندرکنش گالوانیکی در لیچینگ و بیولیچینگ.....
۱۱۳	۲-۶-۱-۱- آشنایی.....
۱۱۴	۲-۶-۲- اندرکنش گالوانیکی بین پیریت و کانی‌های مس.....
۱۲۲	۲-۶-۳- اندرکنش گالوانیکی بین طلا و کانی‌های سولفیدی.....
۱۲۴	۲-۶-۳-۱- اندرکنش گالوانیکی بین طلا و کالکوسیت.....
۱۲۴	۲-۶-۳-۲- اندرکنش گالوانیکی بین طلا و کالکوپیریت.....
۱۲۷	۲-۶-۳-۳- اندرکنش گالوانیکی بین طلا و گالن.....

۱۲۹	۲-۶-۳-۴- اندرکنش گالوانیکی بین طلا و پیریت.....
۱۳۱	۲-۶-۳-۵- اندرکنش گالوانیکی بین طلا و پیرویت.....
۱۳۳	۲-۶-۳-۶- تأثیر اندرکنش‌های گالوانیکی کانی‌های سولفیدی در انحلال طلا.....
۱۳۵	۲-۶-۴- اندرکنش گالوانیکی در بیولیچینگ.....
۱۳۶	۲-۷-۷- اندرکنش گالوانیکی در زهابهای اسیدی.....
۱۳۶	۲-۷-۱- آشنایی.....
۱۳۸	۲-۷-۲- روش مطالعه اندرکنش گالوانیکی زهابهای اسیدی.....
۱۳۹	۲-۷-۳- پارامترهای اصلی مطالعه اندرکنش گالوانیکی زهابهای اسیدی.....
۱۴۰	۲-۷-۴- بررسی عوامل مؤثر در پارامترهای اصلی.....
۱۴۱	۲-۷-۵- اندرکنش گالوانیکی بین پیریت و کالکوپیریت.....
۱۴۱	۲-۷-۱- اثر غلظت یون Fe^{+2}
۱۴۲	۲-۷-۲- اثر اسیدیته یا pH
۱۴۳	۲-۷-۳- تأثیر سرعت جریان.....
۱۴۴	۲-۷-۶- اندرکنش گالوانیکی بین پیریت و کالکوپیریت و گالن.....
۱۴۴	۲-۷-۱- تغییرات دانسیته جریان برای کوبل‌های گالوانیکی مختلف.....
۱۴۵	۲-۷-۲- اثر غلظت یون Na^{+}
۱۴۶	۲-۷-۳- اثر غلظت یون Fe^{+2}
۱۴۸	منابع استفاده شده در این فصل.....

فصل سوم: اندرکنش‌های مکانوشیمیایی..... ۱۵۱

۱۵۱	۳-۱- مقدمه.....
۱۵۴	۳-۲- تئوری مکانوشیمی.....
۱۶۱	۳-۳- فعال‌سازی مکانیکی.....

- ۳-۴- تجهیزات مورد استفاده در فعال سازی مکانیکی..... ۱۶۴
- ۳-۵- تأثیر فعال سازی مکانیکی در آسیا کردن کانی ها..... ۱۶۶
- ۳-۵-۱- تشکیل سطوح جدید ۱۷۱
- ۳-۵-۲- اکسیداسیون مکانوشیمیایی..... ۱۷۴
- ۳-۶- تأثیر فعال سازی مکانیکی در شناور سازی کانی ها..... ۱۸۰
- ۳-۷- تأثیر فعال سازی مکانیکی در فرآیندهای لیچینگ..... ۱۸۲
- ۳-۷-۱- آشنایی ۱۸۲
- ۳-۷-۲- آسیاها در هیدرومالتورژی..... ۱۸۵
- ۳-۷-۲-۱- تأثیر تجهیزات و محیط خردایش بر ویژگی و فعال سازی کنسانتره های سولفیدی..... ۱۸۸
- ۳-۷-۲-۲- تغییرات شیمی- فیزیکی کنسانتره کالکوپریت در آسیاهای مختلف ۱۹۰
- ۳-۷-۲-۳- تأثیر تجهیزات و محیط خردایش در لیچینگ کنسانتره کالکوپریت ۱۹۰
- ۳-۷-۲-۴- تأثیر تجهیزات و محیط خردایش بر شرایط شیمی- فیزیکی کنسانتره تتراهیدرات..... ۱۹۵
- ۳-۷-۳- لیچینگ انتخابی فلزات از کنسانتره های سولفیدی کمپلکس..... ۱۹۷
- ۳-۷-۴- فرآیند لورگی- میتربرگ ۲۰۰
- ۳-۷-۵- فرآیند اکتیوکس ۲۰۱
- ۳-۷-۶- تأثیر فعال سازی مکانیکی بر روی لیچینگ در حضور باکتری..... ۲۰۴
- ۳-۸- کاربرد فعال سازی مکانیکی به عنوان پیش فراوری استخراج طلا و نقره..... ۲۰۶
- ۳-۸-۱- فرآیند ایریگمت..... ۲۱۱
- ۳-۸-۲- فرآیند سان شاین..... ۲۱۲
- ۳-۸-۳- فرآیند متیودتک..... ۲۱۳
- ۳-۸-۴- فرآیند اکتیوکس برای بازیابی طلا..... ۲۱۳

۲۱۵	۹-۳- لیچینگ مکانوشیمیایی
۲۱۶	۹-۳-۱- فرآیند ملت
۲۲۳	۱۰-۳- فعالسازی مکانیکی به عنوان روشی برای آماده سازی محصول تشویه های متالورژیکی
۲۲۳	۳-۱۰-۱- محصول تشویه های پیریت و آرسنوپیریت
۲۲۴	۳-۱۰-۲- محصول تشویه تتراهیدرات
۲۲۶	۳-۱۱-۱- ارزیابی اقتصادی فعال سازی مکانیکی
۲۲۹	منابع استفاده شده در این فصل
۲۳۱	فصل چهارم: اندرکنش های شیمیایی
۲۳۱	۴-۱- مقدمه
۲۳۹	۴-۱-۱- اندرکنش مواد شیمیایی - مواد شیمیایی
۲۳۹	۴-۱-۱-۱- اندرکنش کلکتور - کلکتور
۲۴۴	۴-۱-۱-۲- اندرکنش کلکتور - کف ساز
۲۴۶	۴-۱-۱-۳- اندرکنش کف ساز - کف ساز
۲۴۷	۴-۱-۱-۴- اندرکنش بازداشت کننده - بازداشت کننده
۲۴۷	۴-۱-۲- اندرکنش های معرف های شیمیایی - اجزاء کانی ها
۲۴۷	۴-۱-۲-۱- اندرکنش کلکتور و کاتیون های حاصل از کانی ها
۲۴۸	۴-۱-۳- اندرکنش های اجزاء - اجزاء کانی ها
۲۴۹	۴-۲- اندرکنش های مواد شیمیایی در فرآیندهای لیچینگ
۲۴۹	۴-۲-۱- تأثیر مضر یونها و ترکیبات آهنی در لیچینگ تیوسولفات و طلا
۲۵۰	۴-۲-۲- استخراج حلالی
۲۵۲	۴-۳- اندرکنش مواد شیمیایی در فلوتاسیون (مثال های موردی)
۲۵۲	۴-۳-۱- اندرکنش های اولئات و آمین در فلوتاسیون فلدسپات

- ۲۵۲..... ۴-۳-۱-۱- اندرکنش کلکتور - کلکتور
- ۲۵۷..... ۴-۳-۲- بازداشت مارماتیت در فلوتاسیون گالن
- ۲۵۷..... ۴-۳-۱-۲- اندرکنش بازداشت کننده - بازداشت کننده
- ۲۵۹..... ۴-۳-۳- بررسی مواد شیمیایی در فلوتاسیون کانه‌های روی (کلامین)
- ۲۶۰..... ۴-۳-۱-۱- اندرکنش متفرق کننده - متفرق کننده
- ۲۶۰..... ۴-۳-۱-۲- اندرکنش متفرق کننده - بازداشت کننده
- ۲۶۱..... ۴-۳-۲- اندرکنش بین کلکتور و کف‌ساز در فلوتاسیون ستونی
- ۲۶۲..... ۴-۳-۱-۴- اندرکنش کلکتور و کف‌ساز
- ۲۶۷..... ۴-۳-۵- اندرکنش کلکتور دی‌تیوفسفات در شناورسازی سولفیدها
- ۲۶۸..... ۴-۳-۱-۵- اندرکنش فعال کننده با کلکتور
- ۲۷۱..... ۴-۳-۶- جوهرزدایی از کاغذ
- ۲۷۲..... ۴-۳-۱-۶- اندرکنش کلکتور با یون
- ۲۷۳..... ۴-۳-۲-۶- اندرکنش فلوکولانت با کف‌ساز
- ۲۷۳..... ۴-۳-۷- تأثیر دودکیل آمین، نفت سفید (کلکتور) و اسید هیدروکلریک، هیدرواکسید سدیم (تنظیم کننده pH) در شناورسازی زغال
- ۲۷۴..... ۴-۳-۱-۷- اندرکنش بین تنظیم کننده pH و مخلوط کلکتورها (DDA) و نفت سفید
- ۲۷۵..... ۴-۳-۲-۷- اندرکنش بین کلکتور - کلکتور
- ۲۷۶..... ۴-۳-۸- مطالعات فلوتاسیون زغال غیرکک‌شو با طراحی آماری
- ۲۷۸..... ۴-۳-۱-۸- اندرکنش کلکتور - کف‌ساز
- ۲۷۹..... ۴-۳-۲-۸- اندرکنش تنظیم کننده pH - کلکتور
- ۲۸۲..... ۴-۳-۳-۸- اندرکنش تنظیم کننده pH - کف‌ساز
- ۲۸۲..... ۴-۳-۴-۸- اندرکنش تنظیم کننده pH - متفرق کننده

- ۲۸۲..... ۴-۳-۸-۵- اندرکنش متفرق کننده با کلکتور
- ۲۸۲..... ۴-۳-۸-۶- اندرکنش متفرق کننده- کف ساز
- ۲۸۳..... ۴-۴- اندرکنش های مواد شیمیایی در هیدرومتالورژی (مثال های کاربردی)
- ۴-۴-۱- اندرکنش TBP و D_2EHPA طی استخراج حلالی بر روی - کادمیوم، منگنز،
- ۲۸۳..... مس، کبالت و نیکل
- ۲۸۳..... ۴-۴-۱-۱- تأثیر M_2EHPA
- ۲۸۵..... ۴-۴-۱-۲- اندرکنش TBP (تعدیل کننده) با استخراج کننده
- ۴-۴-۲- تأثیر یون های استات و نقش رقیق کننده ها در استخراج مس، نیکل، کبالت،
- ۲۸۶..... منیزیم و آهن با استخراج کننده های مختلف
- ۴-۴-۲-۱- تأثیر اندرکنش استخراج کننده، رقیق کننده و یون استات در استخراج یون
- ۲۸۷..... مس
- ۴-۴-۲-۲- تأثیر اندرکنش استخراج کننده، رقیق کننده و یون استات در استخراج یون
- ۲۸۸..... نیکل
- ۴-۴-۲-۳- تأثیر اندرکنش استخراج کننده، رقیق کننده و یون استات در استخراج یون
- ۲۸۹..... کبالت
- ۴-۴-۲-۴- تأثیر اندرکنش استخراج کننده، رقیق کننده و یون استات در استخراج یون
- ۲۹۱..... آهن و منیزیم
- ۴-۴-۳- استخراج مولیبدن، تنگستن و رنیوم با دی ایزودودسیل آمین
- ۲۹۳..... ۴-۴-۱-۳- اندرکنش استخراج کننده، رقیق کننده و متفرق کننده
- ۲۹۷..... ۴-۴-۴- جدایش و استخراج Os ، Ru و Ir با استفاده از سیانکس ۹۲۱ در توالی
- ۲۹۸..... ۴-۴-۱- اندرکنش عامل لیج با کلرید قلع
- ۴-۴-۵- استخراج گالیم از محلول اسیدی لیج با استفاده از $TOPO$ به عنوان حامل..... ۳۰۰
- ۴-۴-۵-۱- اندرکنش رقیق کننده و سطح ساز..... ۳۰۱
- ۴-۴-۶- جدایش کادمیوم از روی با هم افزایی تأثیر ترکیبی اسید نانیل سالیسیلیک و سولفید

۲۰۲.....	تری ایزوبوتیل فسفین
۴-۴-۶-۱.....	اندرکنش استخراج کننده- رقیق کننده و اندرکنش استخراج کننده-
۳۰۳.....	استخراج کننده
۴-۴-۷.....	تأثیر سیزجیسم سیانکس ۲۷۲ و سیانکس ۳۰۲ در استخراج کبالت و نیکل با
۳۰۶.....	D2EHPA
۴-۴-۷-۱.....	اندرکنش استخراج کننده با استخراج کننده
۴-۴-۸.....	اندرکنش مواد شیمیایی در لیچینگ
۴-۴-۸-۱.....	تأثیر یون‌های فریک در تجزیه سولفات سرب در اسیدنیتریک
۴-۴-۸-۲.....	اندرکنش عامل لیچ و یون‌ها
۳۱۰.....	منابع استفاده شده در این فصل
۳۱۳.....	فصل پنجم: اندرکنش‌های فیزیکی
۳۱۳.....	۱-۵-۱..... آشنایی
۳۱۴.....	۵-۲-۱..... اندرکنش‌های فیزیکی در سنگ‌شکن‌ها
۳۱۴.....	۵-۲-۱-۱..... اندرکنش نرمه و ذرات درشت در مدار سنگ‌شکن
۳۱۵.....	۵-۲-۲..... اندرکنش نوع سنگ‌شکن و شکل ذره
۳۱۵.....	۵-۲-۳..... اندرکنش شکل ذره و نحوه شکست در سنگ‌شکن (ضربه‌ای)
۳۱۵.....	۵-۳-۱..... اندرکنش‌های فیزیکی در سرندها
۳۱۵.....	۵-۳-۱-۱..... اندرکنش شکل و ابعاد ذرات
۳۱۶.....	۵-۳-۲..... اندرکنش رطوبت و چشمه سرندها
۳۱۶.....	۵-۳-۳..... اندرکنش ابعاد و همپوشانی ذرات
۳۱۶.....	۵-۳-۴..... اندرکنش نرخ باردهی، سرعت و زاویه پاشش آب در ضریب نقض و کارایی
۳۱۶.....	سرندها

- ۵-۳-۵- اندرکنش بین نرخ باردهی، سرعت سرنده و زاویه پاشش آب در جدایش اندازه زیر
 ۱۵۰ میکرون در سرنده پان سپ..... ۳۱۸
- ۴-۵- اندرکنش‌های فیزیکی در آسیاها..... ۳۱۹
- ۵-۴-۱- اندرکنش نرمه و ذرات درشت در آسیای میله‌ای..... ۳۱۹
- ۵-۴-۲- اندرکنش گلوله و ویسکوزیته در آسیاهای گلوله‌ای..... ۳۱۹
- ۵-۴-۳- اندرکنش شکل لاینر، گردش آسیا، حرکت گلوله و مکانیزم خردایش..... ۳۲۰
- ۵-۴-۴- تأثیر آسیا کردن بر قابلیت شناور شدن ذرات..... ۳۲۱
- ۵-۴-۵- اندرکنش زبری و تیزی سطح ذرات و درجه آبرانی..... ۳۲۱
- ۵-۴-۶- اندرکنش شکل ذرات و درجه آبرانی..... ۳۲۲
- ۵-۴-۷- اندرکنش بین شکل ذرات و مکانیزم خردایش..... ۳۲۴
- ۵-۴-۸- اندرکنش ذره- گلوله در آسیاهای- گلوله‌ای..... ۳۲۴
- ۵-۴-۹- اندرکنش میزان انباشتگی ذرات ریز و درشت در بین گلوله‌ها بر توان آسیاها..... ۳۲۴
- ۵-۴-۱۰- اندرکنش فیزیکی بین واسطه خردایش و ذرات در آسیاهای گردان..... ۳۲۴
- ۵-۴-۱۱- اندرکنش ذرات و واسطه خردایش در توان آسیا..... ۳۲۷
- ۵-۵- اندرکنش فیزیکی در طبقه‌بندی..... ۳۲۹
- ۵-۵-۱- اندرکنش میزان ذرات، شکل ذرات و جرم مخصوص..... ۳۲۹
- ۵-۵-۲- اندرکنش ابعاد و جرم مخصوص در طبقه‌بندی..... ۳۲۹
- ۵-۶- اندرکنش‌های فیزیکی در هیدروسیکلون..... ۳۳۰
- ۵-۶-۱- پدیده قلاب ماهی..... ۳۳۰
- ۵-۶-۲- اندرکنش ذرات حد واسط و شکل هندسی دستگاه..... ۳۳۱
- ۵-۷- اندرکنش‌های فیزیکی در جیگ..... ۳۳۳
- ۵-۷-۱- اندرکنش بین سرعت ماکزیمم آب و ابعاد بار اولیه..... ۳۳۳
- ۵-۷-۲- اندرکنش ابعاد ذرات- فرکانس و دامنه نوسانات..... ۳۳۴
- ۵-۸- اندرکنش فیزیکی در میز لرزان..... ۳۳۵

- ۵-۸-۱- اندرکنش فیزیکی بین فرکانس و دامنه نوسانات با ابعاد بار ورودی..... ۳۳۵
- ۵-۸-۲- اندرکنش فیزیکی بین ابعاد و جرم مخصوص بار ورودی با شیب و ارتفاع موانع..... ۳۳۵
- ۵-۹-۹- اندرکنش فیزیکی در اسپیرال..... ۳۳۵
- ۵-۹-۱- اندرکنش ذره- نیروی هیدرودینامیکی..... ۳۳۵
- ۵-۹-۲- معادلات حرکت ذره..... ۳۳۶
- ۵-۹-۳- نحوه انجام آزمایش‌های اسپیرال..... ۳۳۸
- ۵-۹-۴- تأثیر اندرکنش ذره و سیال در رفتار محصول میانی..... ۳۴۰
- ۵-۱۰-۱- اندرکنش‌های فیزیکی در واسطه‌های سنگین..... ۳۴۳
- ۵-۱۱-۱۱- اندرکنش‌های فیزیکی در جداکننده‌های مغناطیسی..... ۳۴۳
- ۵-۱۱-۱- اندرکنش بین خواص مغناطیسی و شدت مغناطیسی شدن مواد..... ۳۴۳
- ۵-۱۱-۲- اندرکنش بین ابعاد ذرات و نیروی مغناطیسی..... ۳۴۳
- ۵-۱۱-۳- اندرکنش بین القای مغناطیسی و ابعاد ذرات..... ۳۴۵
- ۵-۱۱-۴- اندرکنش بین خواص مغناطیسی مواد و دما..... ۳۴۵
- ۵-۱۱-۵- اندرکنش جهت جریان پالپ و چرخش استوانه بامیدان مغناطیسی در جداکننده‌های استوانه‌ای..... ۳۴۶
- ۵-۱۱-۶- اندرکنش بین گرادیان میدان مغناطیسی و مسیر ذرات..... ۳۴۷
- ۵-۱۲-۱۲- اندرکنش‌های فیزیکی در جدا کننده‌های الکترواستاتیکی..... ۳۴۸
- ۵-۱۲-۱- اندرکنش بین خاصیت الکتریکی (بار ذرات) با سطح غایبک در میدان الکتریکی..... ۳۴۸
- ۵-۱۳-۱۳- اندرکنش‌های فیزیکی در فلوتاسیون..... ۳۴۹
- ۵-۱۳-۱- اندرکنش حباب- ذره در فلوتاسیون..... ۳۴۹
- ۵-۱۳-۲- اندرکنش بین زمان سرخوردن و زاویه تماس..... ۳۵۲
- ۵-۱۳-۳- اندرکنش همه جانبه بین آبرانی، ابعاد ذره و قابلیت شناورشدن..... ۳۵۴
- ۵-۱۳-۴- اندرکنش بین ابعاد ذره و مقدار کلکتور..... ۳۵۵

۳۵۶.....	۵-۱۳-۵- پدیده‌های دنباله روی- درگیری مکانیکی و نرمه پوشی.....
۳۵۷.....	۶-۱۳-۵- اندرکنش بین اندازه ذره و کف‌ساز.....
۳۵۸.....	۵-۱۴- اندرکنش‌های فیزیکی در آگلومراسیون و دیگر پدیده‌های سطحی.....
۳۵۹.....	۵-۱۵- اندرکنش فیزیکی در فیلتر.....
۳۵۹.....	۵-۱۵-۱- اندرکنش بین زمان سیکل و رطوبت کیک.....
۳۵۹.....	۵-۱۵-۲- اندرکنش رئولوژیکی پالپ در تیکنرهای ته‌ریز خمیری.....
۳۵۹.....	۵-۱۶- اندرکنش فیزیکی در خشک‌کن.....
۳۵۹.....	۵-۱۶-۱- اندرکنش بین سرعت خشک شدن با درجه حرارت و رطوبت.....
۳۶۱.....	۵-۱۶-۲- اندرکنش بین جهت حرارت و ابعاد ذرات در خشک‌کن گردان.....
۳۶۲.....	منابع استفاده شده در این فصل.....

۳۶۵.....	فصل ششم: اندرکنش‌های شیمی- فیزیکی.....
۳۶۵.....	۶-۱- اندرکنش‌های شیمی- فیزیکی در شناورسازی زغال.....
۳۶۵.....	۶-۱-۱- مقدمه.....
۳۶۶.....	۶-۲- فازهای پراکنده در فلوئاسیون زغال.....
۳۶۷.....	۶-۲-۱- زغال.....
۳۷۰.....	۶-۲-۱-۱- تأثیر ابعاد و قفل‌شدگی ذرات زغال در شناورسازی.....
۳۷۱.....	۶-۲-۱-۲- تأثیر اکسیداسیون ذرات زغال در فلوئاسیون.....
۳۷۲.....	۶-۲-۱-۳- تأثیر اندرکنش‌های ذره زغال- پروموتور در شناورسازی.....
۳۷۶.....	۶-۲-۲- قطره‌های روغن.....
۳۷۷.....	۶-۲-۲-۱- تأثیر اندرکنش‌های قطره روغن- پروموتور در شناورسازی.....
۳۷۷.....	۶-۲-۳- حباب‌های هوا.....
۳۸۰.....	۶-۲-۴- جمع‌بندی.....

۳۸۱	۳-۶- اندرکنش‌های درگیر در پدیده‌های انتقال
۳۸۱	۳-۶-۱- مقدمه
۳۸۲	۳-۶-۲- روابط غلظت در انتقال جرم
۳۸۴	۳-۶-۳- مفهوم سرعت در انتقال جرم
۳۸۴	۳-۶-۴- شار یا فلاکس
۳۸۶	۳-۶-۵- مفهوم پدیده انتقال جرم
۳۸۷	۳-۶-۵-۱- حالت نفوذ مولکولی
۳۸۷	۳-۶-۵-۲- جابجایی
۳۸۷	۳-۶-۵-۳- جابجایی و نفوذ مولکولی
۳۸۸	۳-۶-۶- قانون فیک
۳۸۹	۳-۶-۷- قانون دوم فیک
۳۹۰	۳-۶-۸- جابجایی اجباری
۳۹۱	۳-۶-۹- اندرکنش موجود در پدیده‌های انتقال (در هیدرومتالورژی)
۳۹۱	۳-۶-۹-۱- آشنایی
۳۹۲	۳-۶-۹-۲- انتقال مواد در لیچینگ
۳۹۳	۳-۶-۹-۳- انواع واکنش‌ها براساس سرعت انتقال مواد
۳۹۴	۳-۶-۹-۳-۱- فرآیندهای با کنترل نفوذی
۳۹۴	۳-۶-۹-۳-۲- فرآیندهای با کنترل شیمیایی
۳۹۴	۳-۶-۹-۳-۳- فرآیندهای با کنترل واسطه
۳۹۴	۳-۶-۱۰- پدیده‌های انتقال در شناورسازی
۳۹۴	۳-۶-۱۰-۱- آشنایی
۳۹۵	۳-۶-۱۰-۱-۱- مدل یک مرحله‌ای
۳۹۵	۳-۶-۱۰-۱-۲- مدل دو مرحله‌ای

- ۳۹۵.....۳-۱-۱۰-۶ مدل کف، پالپ و مدل موازنه جرم
- ۳۹۷.....۴-۱-۱۰-۶ مدل سه مرحله‌ای
- ۳۹۹.....۲-۱۰-۶ انتقال مواد در فاز پالپ در ناحیه جمع‌آوری
- ۴۰۰.....۱-۲-۱۰-۶ مدل تعداد برخوردها و بازدهی ناحیه جمع‌آوری
- ۴۰۱.....۲-۲-۱۰-۶ مدل غلظت عددی ذرات در واحد حجم
- ۴۰۵.....۲-۲-۱۰-۶ مدل توزیع محوری
- ۴۰۶.....۲-۱۰-۶ انتقال مواد در درون فاز کف
- ۴۰۷.....۱-۳-۱۰-۶ انتقال مواد در داخل فاز کف
- ۴۰۸.....۲-۳-۱۰-۶ شکش مواد در داخل کف
- ۴۱۰.....۳-۳-۱۰-۶ دنباله روی ذرات در درون فاز کف
- ۴۱۱.....۴-۱۰-۶ انتقال در فصل مشترک پالپ-کف
- ۴۱۱.....۱-۴-۱۰-۶ بازیابی ذرات
- ۴۱۴.....۲-۴-۱۰-۶ اندازه‌گیری بارگذاری مواد بر روی حباب‌ها و غلظت آنها در فضای بین حبابی
- ۴۳۶.....۵-۱۰-۶ مدل‌های ترکیبی انتقال مواد در فلوئاسیون
- ۴۳۶.....۱-۵-۱۰-۶ مدل تجربی محاسبه بازیابی با استفاده روش سمیر عمق کف (CFD)
- ۴۳۹.....۲-۵-۱۰-۶ مدل نیمه تجربی ورا
- ۴۴۲.....۳-۵-۱۰-۶ مدل نیمه تجربی سه ناحیه‌ای برای فلوئاسیون
- ۴۴۴.....۴-۵-۱۰-۶ مدل انتقال مواد با استفاده از روش تخمین بارگذاری حباب در ناحیه کف
- ۴۴۶.....۶-۱۰-۶ انتقال مواد در اثر دنباله روی
- ۴۴۷.....۱-۶-۱۰-۶ مدل احتمالی بازیابی توسط دنباله روی
- ۴۴۸.....۲-۶-۱۰-۶ مدل آماری بازیابی توسط دنباله روی
- ۴۴۸.....۳-۶-۱۰-۶ مدل‌های تجربی بازیابی با دنباله روی
- ۴۵۳.....۴-۶-۱۰-۶ مدل دنباله روی با استفاده از تابع طبقه‌بندی برای سلول‌های صنعتی

۴۵۷.....	۵-۶-۱۰-۶	روش‌های اندازه‌گیری و مقایسه شناورسازی واقعی و غیرواقعی
۴۵۹.....	۷-۱۰-۶	مدل‌های بازیابی آب
۴۵۹.....	۱-۷-۱۰-۶	بازیابی آب به عنوان تابعی از بازیابی جامد
۴۶۲.....	۲-۷-۱۰-۶	بازیابی آب به عنوان تابعی از زمان ماند کف
۴۶۴.....	۳-۷-۱۰-۶	مدل درجه اول بازیابی آب
۴۷۰.....	۸-۱۰-۶	تأثیر متغیرهای عملیاتی بر انتقال مواد در شناورسازی
۴۷۰.....	۱-۸-۱۰-۶	اثر دانه‌بندی بر بازیابی و انتقال مواد در شناورسازی
۴۷۳.....	۲-۸-۱۰-۶	تأثیر ابرانی ذرات در نرخ انتقال مواد به کنسانتره
۴۷۴.....	۳-۸-۱۰-۶	تأثیر همزمان ابعاد ذرات و ابرانی در نرخ انتقال مواد به کنسانتره
۴۷۵.....	۴-۸-۱۰-۶	تأثیر پارامترهای هیدرودینامیکی بر انتقال مواد در شناورسازی
۴۷۶.....	۹-۱۰-۶	جمع‌بندی
۴۸۴.....		منابع استفاده شده در این فصل

فصل هفتم: اندرکنش‌های خاص ۴۸۷

۴۸۷.....	۱-۷	اندرکنش‌های میکروبی
۴۸۷.....	۱-۱-۷	آشنایی
۴۹۱.....	۲-۱-۷	تأثیر محیط رشد بر روی باکتری اسیدی تیوباسیلوس فرواکسیدان
۴۹۱.....	۱-۲-۱-۷	رشد در محیط حاوی آهن فروس
۴۹۲.....	۲-۲-۱-۷	رشد در محیط‌های حاوی گوگرد
۴۹۲.....	۳-۲-۱-۷	رشد در محیط حاوی پیریت
۴۹۲.....	۳-۱-۷	تأثیر محیط رشد بر پتانسیل زتای باکتری
۴۹۳.....	۴-۱-۷	مکانیزم اتصال باکتری به سطح کانی
۴۹۵.....	۵-۱-۷	سیستم کالکوپیریت-پیریت و باکتری

- ۶-۱-۷- سیستم کانی‌های آهن‌دار- باکتری بانی باسیلوس پلی میکسا ۴۹۶
- ۷-۱-۷- سیستم گالن، اسفالریت- باکتری اسیدی (تیوباسیلوس تیواکسیدان) ۴۹۷
- ۷-۲- اندرکنش اکسیدهای آهن کلوتیدی (نرمه پوشی) و تأثیر آن در شناورسازی ۴۹۸
- ۷-۲-۱- آشنایی ۴۹۸
- ۷-۲-۲- مطالعات جذب و واجذب ذرات ۵۰۱
- ۷-۲-۳- نرمه‌های Fe_2O_3 و شناورسازی گالن ۵۰۲
- ۷-۲-۴- جذب سطحی نرمه‌های Fe_2O_3 در سطح گالن ۵۰۵
- ۷-۲-۵- واجذب (روش بانی برای حذف نرمه پوشی) ۵۰۷
- ۷-۲-۶- جمع‌بندی ۵۱۱
- ۷-۳- اندرکنش‌های هیدرودینامیکی، الکترودینامیکی و ترمودینامیکی ۵۱۲
- ۷-۳-۱- آشنایی ۵۱۲
- ۷-۳-۲- تئوری حباب‌های کروی شکل ۵۱۴
- ۷-۳-۳- تئوری حباب‌های بیضی شکل ۵۱۶
- ۷-۳-۴- تئوری حباب‌های لب‌پری شکل ۵۱۷
- ۷-۳-۵- رفتار حباب هوا در محیط‌های لزج با ویسکوزیته زیاد ۵۱۸
- ۷-۳-۶- تشکیل حباب هوا در منفذ ۵۲۰
- ۷-۳-۷- اندرکنش‌های هیدرودینامیکی ذره- حباب ۵۲۱
- ۷-۳-۷-۱- احتمال برخورد ۵۲۲
- ۷-۳-۷-۲- احتمال اتصال ۵۲۶
- ۷-۳-۸- اندرکنش‌های واندروالسی (الکترودینامیکی) ذره- حباب ۵۲۷
- ۷-۳-۹- اندرکنش‌های ترمودینامیکی حباب- ذره ۵۳۱
- ۷-۴- اندرکنش‌های مغناطیسی در اندرکنش گالوانیکی ۵۳۵
- ۷-۴-۱- آشنایی ۵۳۵
- ۷-۴-۲- آزمایشات ۵۳۵

۵۳۶.....	۳-۴-۷ نتایج
۵۳۶.....	۵-۷- اندرکنش دمغناطیسی و فلوکولاسیون مغناطیسی
۵۳۷.....	۶-۷- اندرکنش‌های ترمومغناطیسی
۵۳۷.....	۷-۷- اندرکنش ذرات ریز هماتیت توسط ذرات منیتیتی ایران
۵۳۸.....	۸-۷- اندرکنش‌های هیدراتاسیونی
۵۳۸.....	۹-۷- اندرکنش‌های استریکی
۵۳۸.....	۱۰-۷- اندرکنش‌های پلیمری
۵۳۹.....	منابع استفاده شده در این فصل

فصل هشتم: اندرکنش‌های شیمی بلور ۵۴۱

۵۴۱.....	۱-۸-۱- آشنایی
۵۴۶.....	۱-۸-۱- اهمیت شیمی بلور و کانی اسپدومن در شناورسازی
۵۴۷.....	۱-۸-۲- بلورشناسی و کانی‌شناسی اسپدومن
۵۴۷.....	۱-۸-۳- آنالیز XPS بر روی اسپدومن
۵۴۹.....	۱-۸-۴- انتقال الکتروفورتیکی سیستم‌های اولئات- اسپدومن
۵۴۹.....	۱-۸-۵- ایزوترم جذب اولئات بر روی اسپدومن
۵۵۱.....	۱-۸-۶- تأثیر دما
۵۵۱.....	۱-۸-۷- طیف‌سنجی مادون قرمز سیستم اولئات- اسپدومن
۵۵۴.....	۱-۸-۸- اندازه‌گیری زاویه سطح تماس سیستم‌های اولئات- اسپدومن
۵۵۵.....	۱-۸-۹- شناورسازی در سیستم‌های اولئات- اسپدومن
۵۵۵.....	۱-۸-۱۰- تأثیر انحلال اسیدی و قلیایی بر روی اسپدومن
۵۵۷.....	۸-۲- نقش شبکه بلورین در شناورسازی دیاسپور از کاتولین، پیروفلیت و ایلیت
۵۵۷.....	۸-۲-۱- آشنایی

- ۵۵۸..... ۸-۲-۲- اندازه گیری زاویه تماس
- ۵۶۱..... ۸-۲-۳- ساختار بلورین
- ۸-۳-۳- اندرکنش غیرعادی کانی کاتولین با کلکتور *DDA* با استفاده از بررسی های ساختار
- ۵۶۳..... بلورین کانی
- ۵۶۳..... ۸-۳-۱- آشنایی
- ۵۶۵..... ۸-۳-۲- ماهیت صفحات کلیواژ
- ۵۶۸..... ۸-۴-۱- اندرکنش امتداد بلور در انحلال میکروبی پیریت
- ۵۶۸..... ۸-۴-۱- آشنایی
- ۵۷۰..... ۸-۴-۲- سرعت انحلال و ارتباط با سطوح بلورین
- ۵۷۱..... ۸-۴-۳- لیچینگ میکروبی و غیر میکروبی
- ۵۷۸..... منابع استفاده شده در این فصل
- ۵۷۹..... واژه نامه فارسی- انگلیسی
- ۵۸۷..... واژه نامه انگلیسی- فارسی