



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد *M.Sc*
مهندسی معدن - استخراج

عنوان:

نیازهای کمی و کیفی صنعت فروسیلیس ایران به مواد معدنی و امکان تامین
آنها از منابع داخلی

استاد راهنما:

استاد مشاور:

نگارش:

فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان مطالب

1	چکیده
2	مقدمه

بخش اول

فصل اول: کلیات

5	1-1- صنعت فروآلیاژ
6	2-1- تاریخچه تولید فروآلیاژها
7	3-1- تولید فروآلیاژ در ایران و جهان
7	1-3-1- تولید فروآلیاژ در جهان
7	2-3-1- تولید فروآلیاژ در ایران
7	4-1- فروسیلیسیم
9	5-1- فرومگنز پر کربن و فروسیلیکو مگنز
9	6-1- فروکروم پر کربن
10	7-1- فرومولیبدن
10	8-1- مواد تلقیحی یا جوانه زا
11	9-1- انرژی
11	10-1- اشتغال و بهره وری تولید نیروی انسانی
11	11-1- صنعت فروآلیاژ سازی در ایران و روند رشد و توسعه آن
12	12-1- انرژی در ایران
12	13-1- فرو آلیاژ در ایران
12	14-1- مصرف انواع فروآلیاژ در ایران و دور نمای آینده
13	15-1- صادرات و واردات فروآلیاژ ها در ایران
13	16-1- ارزیابی تولید فروآلیاژ ها در سال 2008 و 2009

فصل دوم: فروسیلیسیم

17	2-1- تعریف
17	2-2- نحوه تولید
18	2-3- فرآیند تولید
19	2-4- کاربرد

- 19 5-2- تولید فروسیلیسیم در شرکت صنایع فروآلیاژ ایران
- 20 6-2- برنامه ریزی تولید فروسیلیسیم با کیفیت و دانه بندی های متفاوت بر اساس نیاز بازار مصرف
- 23 7-2- ارزیابی کشورهای عمده تولید کننده فروسیلیسیم
- 24 1-7-2- کشور های عمده تولید کننده فروسیلیسیم در دنیا
- 24 2-7-2- کشور های عمده صادر کننده فروسیلیسیم در دنیا
- 24 3-7-2- کشور های عمده وارد کننده فروسیلیسیم در دنیا

فصل سوم: سیلیسیم و صنعت

- 26 1-3- صنایع متالورژی
- 26 1-1-3- اکسیژن زدا
- 27 2-1-3- جوانه زدا
- 28 3-1-3- عنصر الیازی
- 29 4-1-3- سایر مصارف متالورژیکی
- 29 2-3- صنایع الکترونیکی
- 30 3-3- سایر صنایع
- 30 4-3- فروسیلیسیم در صنایع متالورژی
- 31 5-3- اثر سیلیسیم در چدن
- 31 6-3- اثر سیلیسیم در فولاد
- 34 7-3- ویژگی های فروسیلیسیم

بخش دوم

فصل چهارم: مواد اولیه

- 38 1-4- مقدمه
- 39 2-4- مواد حامل سیلیسیم
- 39 1-2-4- کوارتز
- 40 2-2-4- کوارتزیت
- 41 3-2-4- کالسه دوان
- 41 3-4- مواد حامل کربن
- 42 1-3-4- کک نفتی و قیری
- 42 2-3-4- کک متالورژی
- 43 3-3-4- زغال چوب
- 44 4-3-4- زغال سنگ
- 46 5-3-4- تراشه چوب

47	4-4 - مواد حامل آهن
48	4-5- عملیات بر روی مواد اولیه (بار آرایه)
50	4-5-1- دانه بندی مواد اولیه
52	4-5-2- خشک کردن و کاهش میزان رطوبت مواد اولیه
53	4-6- میزان مصرف مواد اولیه و محاسبه شارژ
54	4-6-1- مقدار کوارتز مصرفی
55	4-6-2- مقدار گندله سنگ آهن مصرفی
55	4-6-3- مقدار مواد احیاء کننده مصرفی

فصل پنجم: کوره های تولید فروسیلیسیم

58	5-1- مقدمه
58	5-2- انواع کوره های قوس الکتریکی تولید فروالیاژ ها
58	5-2-1- سیستم الکتریکی
58	5-2-2- نوع الکتروود
58	5-2-3- استقرار الکتروود ها
59	5-2-4- وضعیت بوته
59	5-2-5- وضعیت سقف کوره
60	5-2-6- نحوه تولید حرارت
60	5-3- طراحی کوره
60	5-3-1- انتخاب قدرت ترانسفور ماتور
61	5-3-2- ولتاژ ثانویه و جریان الکتروود
62	5-3-3- قطر الکتروود
63	5-3-4- فاصله میان الکتروود ها
63	5-3-5- قطر و عمق کوره

فصل ششم: ترمودینامیک و شیمی فیزیک تولید فروسیلیسیم

65	6-1- مقدمه
66	6-1-1- مشخصات فیزیکی شیمیایی و ترمودینامیکی فروسیلیسیم
66	6-1-2- ترمودینامیک واکنش ها
67	6-2- دیرگدازها
68	6-3- ویژگی انتخاب نسوز برای فرآیند تولید فروسیلیسیم
70	6-4- الکتروود
70	6-4-1- مقدمه
72	6-4-2- الکتروود های زودبرگ
75	6-4-3- اصول کار الکتروود های زودبرگ
75	6-4-4- عوامل موثر بر مصرف الکتروود در فرایند تولید فروسیلیسیم

فصل هفتم: محصول

- 79 1-7- عملیات تصفیه و حذف ناخالصی ها
- 80 2-7- بارریزی و برداشت محصول
- 80 1-2-7- تجهیزات و مشخصات فنی موجود در کارخانه ازنا
- 82 2-2-7- شرح عملیات خردایش و دانه‌بندی در کارخانه ازنا
- 83 3-2-7- تصفیه گاز و غبارگیری در کارخانه ازنا
- 83 1-3-2-7- تجهیزات و مشخصات فنی سیستم غبارگیر
- 85 2-3-2-7- شرح کلی فرآیند غبارگیری در کارخانه ازنا

فصل هشتم: کنترل فرآیند تولید

- 88 1-8- مقدمه
- 88 2-8- مواد اولیه
- 89 3-8- کنترل مقدار کربن
- 92 4-8- تغییرات مخلوط
- 92 5-8- کنترل انرژی مصرفی کوره
- 92 6-8- بار آرایی
- 93 7-8- کوره
- 95 8-8- آرایش محصول (خردایش، دانه بندی، انبار کردن)
- 96 9-8- مهندسی تولید
- 96 1-9-8- مقدمه
- 97 2-9-8- انتقال محصول
- 98 3-9-8- تجهیزات و تاسیسات
- 98 1-3-9-8- بدنه کوره
- 98 2-3-9-8- در پوش کوره و دود کش ها
- 99 3-3-9-8- ماشین تصحیح شارژ
- 99 4-3-9-8- الکتروود ها
- 100 10-8- تکنیک های عملی در پیشرفت فرایند

بخش سوم

فصل نهم: سیلیس

- 103 1-9- زمین شناسی ونحوه تشکیل سیلیس
- 104 1-1-9- کانی شناسی کانی های گروه سیلیس
- 104 1-1-1-9- کوارتز

104	9-1-1-1-1- کوارتز درشت بلورین
106	9-1-1-2- کوارتز ریز بلورین
106	9-1-2- تریدیمیت
106	9-1-3- کریستوبالیت
107	9-1-4- اوپال
107	9-1-2- شرایط تشکیل کانی های گروه سیلیس
107	9-1-2- مقدمه
108	9-2-2- تشکیل سیلیس در سنگ های آذرین
109	9-2-3- تشکیل سیلیس در کانسارهای پگماتی
109	9-2-4- تشکیل سیلیس در کانسارهای متعاقب ماگمایی (پس ماگمایی)
110	9-2-5- تشکیل سیلیس در شرایط دگرگونی
110	9-1-3- زمین شناسی سیلیس در ایران
110	9-1-3- کوارتزیت فوقانی
111	9-2-3- ماسه سنگهای دوران اول و دوم
111	9-3-3- کانسارهای سیلیس دوران سوم تاکنون
112	9-3-4- منابع متفرقه سیلیس
112	9-1-4- معادن سیلیس ایران
113	9-2- کاربردهای سیلیس
113	9-2-1- کاربرد سیلیس در صنایع شیشه
114	9-2-2- کاربرد سیلیس در صنایع ریخته گری
114	9-2-3- کاربرد سیلیس در صنایع ساختمان
115	9-2-4- کاربرد سیلیس در تولید دیر گدازها
116	9-2-5- کاربرد سیلیس در تولید سیلیکات سدیم
116	9-2-6- کاربرد سیلیس در صنایع سرامیک و لعاب
117	9-2-7- کاربرد سیلیس در تولید اورگانومتالهای سیلیسی
117	9-2-8- کاربرد در صنایع عایق و تولید پشم شیشه
117	9-2-9- کاربرد سیلیس در جواهرسازی و سنگهای تزئینی
118	9-2-10- کاربرد سیلیس در صنایع و تجهیزات نوری
118	9-2-11- کاربرد سیلیس در صنایع الکترونیک
118	9-2-12- کاربرد سیلیس در تصفیه آب
118	9-2-13- کاربرد در صنایع ساینده و پولیش
119	9-2-14- کاربرد سیلیس در پاک کننده ها و مواد شوینده
119	9-2-15- کاربرد سیلیس در فیلتراسیون و تصفیه مواد
119	9-2-16- کاربرد سیلیس در پرورش کوارتز مصنوعی و تهیه ژلهای سیلیسی
120	9-2-17- کاربردهای متفرقه سیلیس
۱۲۰	9-3- تأثیرات زیست محیطی

121	9-4- مشخصات عمومی و کلی سیلیس
121	9-4-1- مشخصات سیلیس
121	9-4-2- مشخصات شیمیایی سیلیس
122	9-4-3- مشخصات فیزیکی و مکانیکی
122	9-5- بررسی وضعیت سیلیس در ایران و جهان
122	9-5-1- مصارف عمده سیلیس
124	9-5-2- استانداردها
124	9-5-3- میزان و روند تولید سیلیس در جهان
126	9-5-4- میزان واردات سیلیس جهان
126	9-5-5- میزان صادرات سیلیس جهان
126	9-5-6- ذخایر و پتانسیل‌های عمده سیلیس در ایران
126	9-5-7- وضعیت تولید و فرآوری سیلیس در ایران
127	9-5-8- معادن عمده سیلیس
127	9-5-9- بررسی عرضه و تقاضا در ایران
128	9-5-10- بررسی قیمت‌های داخلی سیلیس
128	9-5-11- میزان واردات سیلیس در ایران
128	9-5-12- میزان صادرات سیلیس در ایران
128	9-6- اشتغال زائی

فصل دهم: معدن سیلیس قید علی ازنا

132	10-1- مقدمه
133	10-2- محل و موقعیت جغرافیایی
134	10-3- شرایط اقلیمی و وضعیت آب و هوایی معدن
134	10-4- زمین‌شناسی معدن
134	10-4-1- زمین‌شناسی ناحیه ای
135	10-4-2- زمین‌شناسی کانسار
135	10-4-3- کمربالا و کمر پایین ماده معدنی
135	10-4-4- تکنونیک و زمین‌ساخت معدن
135	10-4-5- بافت و ساخت ماده معدنی
136	10-4-6- ژنز ماده معدنی
136	10-4-7- سن زمین‌شناسی
136	10-5- آنالیز شیمیایی
136	10-6- آنالیز فیزیکی
137	10-7- روش کلی استخراج
138	10-8- طراحی معدن
139	10-9- راهسازی

139	10-10- نقشه برداری
139	10-11- مشخصات کارگاه استخراج
139	10-11-1- طول پله های استخراجی
140	10-11-2- عرض پله
140	10-11-3- ارتفاع پله
141	10-11-4- شیب پله
141	10-12- راهسازی شبکه معدن
141	10-13- مراحل استخراج
141	10-13-1- باطله برداری
142	10-13-2- الگوی حفاری
142	10-13-2-1- قطر چال
142	10-13-2-2- فاصله ردیف چالها از لبه پله
142	10-13-2-3- فاصله چالها از یکدیگر
143	10-13-2-4- عمق چال
143	10-13-2-5- طول خرگگذاری نشده چال
143	10-13-2-6- خرج ته چال
144	10-13-2-7- خرج اصلی
145	10-13-2-8- محاسبه خروج ویژه مواد ناریه
145	10-13-2-9- چاشنی الکتریکی
145	10-13-2-10- تاخیر در انفجار
146	10-13-2-11- خرج اصلی
146	10-13-2-12- خرج ته چال
147	10-14- برآورد ذخیره معدن

فصل یازدهم: سیلیسیم فلزی

149	11-1- سیلیسیم فلزی
149	11-2- روش تولید سیلیسیم فلزی
151	11-3- انواع مختلف سیلیسیم فلزی
152	11-4- کاربردها
152	11-4-1- سیلیسیم در صنایع متالورژی
155	11-4-2- سیلیسیم در صنایع شیمیایی

فصل دوازدهم: کاربرید سیلیسیم و سیلیکو بریکت

157	12-1- کاربرید سیلیسیم
-----	-----------------------

157	12-1-1- خواص
158	12-1-2- روش تولید
160	12-1-3- روشهای آزمایش
160	12-1-4- موارد مصرف
162	12-2- سیلیکو بریكت

فصل سیزدهم: کنترل آلودگی در صنایع فروسیلیسیم

165	13-1- تجهیزات کنترل آلودگی در صنایع فروسیلیسیم
165	13-2- وضع موجود کارخانه فروآلیاژ ایران
165	13-2-1- منابع انتشار دود و ذرات گرد و غبار
165	13-2-2- آلاینده های هوا
166	13-2-3- تجهیزات زیست محیطی کنترل آلودگی هوا

فصل چهاردهم: نتیجه گیری و پیشنهادات

168	نتیجه گیری
169	پیشنهادات

□
□
□
□
□
□

فہرست مطالب

[illegible]

فهرست جداول

شماره صفحه	عنوان جدول
8	عرضه و تقاضای فروسیلیسیم
8	مواد اولیه مصرف شده برای تولید فروسیلیسیم در شرکت صنایع فروآلیاژ ایران
8	مواد اولیه مصرف شده برای تولید سیلیکون متال در شرکت صنایع فروآلیاژ ایران
9	میزان تولید فولاد کشور و میزان نیاز به فروسیلیسیم
9	تولید فروسیلیسیم و سیلیکون متال در جهان (تن)
20	عیارهای مختلف فروسیلیسیم
34	میانگین ترکیب شیمیایی فروسیلیسیم های صنعتی
40	ترکیب شیمیایی چند نوع کوارتز
43	آنالیز شیمیایی خاکستر کک متالورژی
43	ترکیب شیمیایی نمونه از چند نوع کک
44	مشخصات فیزیکی و شیمیایی زغال چوب
44	آنالیز شیمیایی خاکستر زغال چوب
45	تقسیم بندی زیر گروه های زغال سنگ در استاندارد بین المللی
45	ترکیب شیمیایی مواد باطله حاصله از تولید الکتروود های گرافیتی
45	مشخصات زغال سنگ مصرفی کارخانه
45	آنالیز شیمیایی خاکستر زغال سنگ
47	مقایسه راکتیویته انواع مواد احیا کننده
51	تاثیر دانه بندی کک بر میزان مصرف انرژی به ازای هر تن محصول
51	تاثیر دانه بندی کک بر میزان مصرف انرژی و میزان مصرف کوارتز
123	تقسیم بندی انواع سیلیس بر اساس درصد سیلیس
124	میزان مصرف ظاهری سیلیس در جهان در سالهای 2000-2009 (هزار تن)
125	میزان تولید سیلیس جهان در سالهای 2000-2009 (هزار تن)
125	میزان تولید جهانی سیلیس به تفکیک کشورها طی سالهای 2000-2009 (هزار تن)
126	میزان واردات جهانی سیلیس طی سالهای 2000-2009 (هزار تن)
126	میزان صادرات جهانی سیلیس طی سالهای 2000-2009 (هزار تن)
126	ذخیره قطعی سیلیس در ایران طی سالهای 1381-1387 (میلیون تن)
127	تولید سیلیس در ایران از سال 1380-1387 (هزار تن)
127	اطلاعات معادن سیلیس در حال بهره برداری ایران از سال 1381-1387
128	ارزش تولیدات معادن سیلیس در حال بهره برداری ایران از سال 1380-1387 (میلیون ریال)
128	میزان واردات سیلیس به ایران طی سالهای 1385-1389 (تن)
128	میزان صادرات سیلیس در ایران طی سالهای 1385-1389 (تن)
129	میزان ارزش افزوده معادن سیلیس در ایران طی سالهای 1381-1387 (میلیون ریال)
129	ارزش سرمایه گذاری در معادن سیلیس ایران طی سالهای 1381-1387 (میلیون ریال)
129	بازار مصرف فروسیلیسیم در ایران در سال 1383
130	بازار مصرف فروسیلیسیم در ایران در سال 1388
151	آنالیز شیمیایی چند نمونه سیلیسیم فلزی که در صنایع شیمیایی و متالورژی استفاده می شود

- 152 ترکیب شیمیایی سیلیکون متال متالورژی بر طبق استاندارد ژاپنی
- 152 دانه بندی سیلیکون متال فلزی بر طبق استاندارد ژاپنی
- 153 •میزان سیلیسیم در آلیاژهای سری 300 را نشان می دهد
- 154 •میزان عناصر آلیاژی و درصد سیلیسیم را در آلیاژهای آلومینیم سری 400 نشان می دهد
- 154 آنالیز شیمیایی و میزان درصد سیلیسیم در آلیاژهای آلومینیم سری 4000
- 154 آنالیز شیمیایی و میزان درصد سیلیسیم در آلیاژهای آلومینیم سری 6000

فهرست اشکال

شماره صفحه	عنوان شکل
18	نحوه تولید فروسیلیسیم
53	تاثیر میزان رطوبت همراه شارژ بر میزان مصرف انرژی
86	نمای کلی سیستم غبارگیر
90	رابطه بین نرخ کربن ثابت و بازیابی سیلیسیم
138	فلوچارت مراحل استخراجی معدن سیلیس قیدعلی
149	نمونه هایی از سنگ کوارتز که در تولید سیلیکون متال مورد استفاده قرار می گیرد
150	شمایی از مراحل مختلف تولید سیلیکون متال
151	الف: پودر سیلیکون متال شیمیایی و ب: سیلیکون متال برای کاربردهای متالورژی
155	سیلیکون تهیه شده از سیلیکون متال را نشان می دهد
163	اثر درصد چسب 1 بر روی بازیابی
163	اثر درصد چسب 2 بر روی بازیابی
163	انواع بریکت

چکیده

بزرگ ترین مصرف کنندگان فروسیلیسیم کشور کارخانه های فولادسازی هستند که نزدیک به 38 هزار تن از کل فروسیلیس مصرفی در سال را به خود اختصاص داده اند. ریخته گری ها نیز مصرف کننده این ماده هستند که با احتساب مصرف فولادسازان، کل مصرف کشور به حدود 50 هزار تن می رسد.

نیاز صنعت کشور به فروآلیاژها از جمله فروسیلیسیم تا قبل از احداث شرکت صنایع فروآلیاژ ایران (سال 1372) به طور کامل از طریق واردات تامین می شد. اما امروزه با احداث کارخانه های فروآلیاژ ایران در استان لرستان و فروسیلیس ایران در استان سمنان و همچنین گسترش صنعت فروآلیاژسازی در کشور ضمن تامین قسمتی از نیاز داخلی به فروسیلیس، امکان صادرات فروآلیاژها نیز وجود دارد. در این پایان نامه به بررسی مواد اولیه مورد نیاز تولید فروسیلیسیم و نحوه تولید آن و مصرف آن پرداخته شده است. همچنین نیازهای مختلف این صنعت به مواد اولیه مورد بررسی قرار گرفته و به عوامل و استانداردهای مهم در تولید محصول با کیفیت بالا نیز اشاره شده است. مختصری در ارتباط با بررسی وضعیت فروآلیاژها در ایران و جهان و همچنین کشورهای مهم در این صنعت بیان شده است.