

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت صنعت، معدن و تجارت

برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

# فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف گچ و نمک

شماره ردیف نشریه در انتشارات  
سازمان برنامه و بودجه کشور

۷۲۱



انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن  
<http://www.ime.org.ir>

وزارت صنعت، معدن و تجارت  
معاونت امور معادن و صنایع معدنی  
دفتر نظارت امور معدنی  
برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن  
<http://www.mimt.gov.ir>  
<http://www.minecriteria.ir>

۱۳۹۵



انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن  
(شماره ثبت ۹۹۶۶)

عنوان و نام پدیدآور :	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف گچ و نمک / وزارت صنعت، معدن و تجارت، معاونت امور معادن و صنایع معدنی، دفتر نظارت امور معدنی، برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن. تهران: سازمان نظام مهندسی معدن ایران، ۱۳۹۵.
مشخصات نشر :	۷۹ ص: مصور، جدول، نمودار
مشخصات ظاهری :	انتشارات سازمان برنامه و بودجه کشور؛ ۷۲۱ - انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن؛ ۸۱
فروست :	۹۷۸-۶۰۰-۶۴۲۲-۵۵-۸
شابک :	978-600-6422-55-8
وضعیت فهرست‌نویسی :	فیپا
موضوع :	پی‌جویی اکتشافی
موضوع :	<b>Prospecting</b>
موضوع :	رسوب‌های تبخیری
موضوع :	<b>Evaporites</b>
موضوع :	گچ
موضوع :	<b>Plaster</b>
شناسه افزوده :	ایران، وزارت صنعت، معدن و تجارت، معاونت امور معادن و صنایع معدنی
شناسه افزوده :	ایران، وزارت صنعت، معدن و تجارت. دفتر نظارت امور معدنی. برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن
شناسه افزوده :	سازمان نظام مهندسی معدن ایران، امور انتشارات
رده‌بندی کنگره :	۱۳۹۵ /ف۹ /TN۲۷۰
رده‌بندی دیویی :	۶۲۲/۱
شماره کتابشناسی ملی :	۴۶۱۹۱۷۷

**فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف گچ و نمک**

ناشر: انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۷۵/۰۰۰ ریال

تاریخ انتشار: زمستان ۱۳۹۵

همه حقوق برای ناشر محفوظ است.



وزارت صنعت، معدن و تجارت

تاریخ: ۱۳۹۵ / ۱۱ / ۱۷

شماره: ۶۰۸۲۰۰ / ۲۴

پوست: .....

### ابلاغیه

به استناد ماده ۱۰۷ آیین‌نامه اجرایی قانون معادن مصوب سال ۱۳۹۲ و بر پایه مفاد ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی معدن مصوب سال ۱۳۸۱، تدوین و ترویج اصول و قواعدی که رعایت آن‌ها در طراحی، محاسبه و اجرای عملیات اکتشاف، تجهیز و بهره‌برداری معادن و کارخانه‌ها، بهره‌دهی مناسب فنی و صرفه اقتصادی ضروری است و همچنین بازنگری و تجدید نظر آن‌ها، بر عهده وزارت صنعت، معدن و تجارت است. صاحبان حرفه‌های مهندسی معدن، مکتشفان و بهره‌برداران معادن و کارخانه‌ها اعم از دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمان‌کاران و عوامل دیگر مکلف به رعایت مقررات فنی ابلاغ شده هستند و عدم رعایت آن‌ها تخلف از قانون محسوب می‌شود.

نشریه فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف گچ و نمک که به استناد مواد قانونی فوق‌الذکر تدوین شده است، توسط سازمان برنامه و بودجه کشور نیز با شماره ۷۲۱ در نوبت انتشار قرار دارد.

مقررات موضوع این نشریه تا زمان لازم‌الاجرا بودن به عنوان آزمایشی تلقی می‌شود. در این فاصله در صورتی که مهندسان و عوامل اجرایی، روش‌ها و دستورالعمل‌های بهتری در اختیار داشته باشند یا نظر اصلاحی درباره هر یک از مفاد آن داشته باشند، لازم است به وزارت صنعت، معدن و تجارت و یا سازمان نظام مهندسی معدن اطلاع دهند تا در صورت لزوم اصلاحیه یا متمم آن تدوین و ابلاغ شود.

با عنایت به مراتب یاد شده این مقررات یا اصلاح و تکمیل شده آن، از تاریخ ۱۳۹۶/۴/۱ لازم‌الاجرا خواهد بود.

جعفر قینی  
معاون امور معادن و صنایع معدنی



## پیشگفتار

استفاده از ضوابط، معیارها و استانداردها در مراحل پیشنهاد، مطالعه، طراحی، اجرای طرح‌های اکتشافی، بهره‌برداری و فرآوری مواد معدنی از نظر توجیه فنی و اقتصادی طرح‌ها، کیفیت طراحی، اجرا و هزینه‌های مربوطه اهمیت ویژه‌ای دارد. برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن به کارگیری معیارها، استانداردها و ضوابط فنی را در کلیه مراحل انجام عملیات معدنی مورد تاکید جدی قرار داده است.

با توجه به مراتب یاد شده، دفتر نظارت امور معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت با همکاری اساتید، صاحب‌نظران، متخصصان، دست‌اندرکاران بخش معدن کشور و با همکاری دفتر نظام امور فنی سازمان برنامه و بودجه کشور و به استناد ماده ۱۰۷ آیین‌نامه اجرایی قانون معادن، مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۸۵/۴/۲۰ هیات محترم وزیران و ماده ۳۲ قانون نظام مهندسی معدن با در نظر داشتن موارد زیر اقدام به تهیه ضوابط، معیارها و دستورالعمل‌های مورد نیاز بخش معدن کرده است:

- استفاده از منابع معتبر و استانداردهای بین‌المللی

- بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، شرکت‌ها و واحدهای معدنی

- استفاده از تخصص‌ها و تجربه‌های کارشناسان و صاحب‌نظران بخش‌های خصوصی و دولتی

- پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و ائتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور

- توجه به اصول و موازین مورد عمل موسسات تهیه‌کننده استاندارد

امید است نشریه "فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف گچ و نمک" گام موثری در زمینه یکسان‌سازی فعالیت‌های معدنی در کشور باشد. همچنین مجریان و دست‌اندرکاران بخش معدن با به کارگیری این نشریه، در راستای هماهنگ‌سازی و تکامل استانداردها مشارکت کنند. حمایت مالی سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران در تهیه این نشریه نقش ارزنده‌ای داشته است.

**شورای عالی برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن**

## مجری طرح

جعفر سرقینی معاون امور معادن و صنایع معدنی - وزارت صنعت، معدن و تجارت

### اعضای شورای عالی به ترتیب حروف الفبا

فرزانه آقا رمضانعلی	کارشناس ارشد مهندسی صنایع - سازمان برنامه و بودجه کشور
عباسعلی ایروانی	کارشناس ارشد مدیریت کارآفرینی (کسب و کار) - وزارت صنعت، معدن و تجارت
بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
محمد پریزادی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان برنامه و بودجه کشور
عبدالعلی حقیقی	کارشناس ارشد زمین‌شناسی
جعفر سرقینی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
علیرضا غیاثوند	کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
هرمز ناصرینیا	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان نظام مهندسی معدن

### اعضای کارگروه اکتشاف به ترتیب حروف الفبا

علی اصغرزاده	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران
بهروز برنا	کارشناس مهندسی معدن - سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور
محمد پریزادی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - سازمان برنامه و بودجه کشور
نعمت‌الله رشیدنژادعمران	دکترای پترولوژی - دانشگاه تربیت مدرس
بهزاد مهربانی	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی - دانشگاه خوارزمی

### اعضای کارگروه تنظیم و تدوین به ترتیب حروف الفبا

بهرام رضایی	دکترای مهندسی فرآوری مواد معدنی - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
علیرضا غیاثوند	کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی - وزارت صنعت، معدن و تجارت
حسن مدنی	کارشناس ارشد مهندسی معدن - دانشگاه صنعتی امیرکبیر
بهزاد مهربانی	دکترای زمین‌شناسی اقتصادی - دانشگاه خوارزمی

پیش‌نویس این گزارش توسط **آقایان مهندس سرمد روزبه کارگر و مهندس محمداقبر دری** تهیه شده و پس از بررسی و تایید توسط کارگروه اکتشاف، به تصویب شورای عالی برنامه رسیده است.

## مقدمه

ذخایر تبخیری از تبخیر آب دریا یا شورابه‌ها تشکیل می‌شوند. ترکیب آب دریا و شورابه‌ها، قابلیت انحلال نسبی ترکیبات حل شده، شرایط آب و هوایی، میزان تبخیر در زمان تشکیل و عمق و گسترش حوضه رسوبی، در تشکیل، نوع و میزان کانی‌های ذخایر تبخیری تاثیرگذار است.

بر اساس شرایط زمین‌شناسی و گستردگی رسوبات دریایی و دریاچه‌ای به ویژه حوضه‌های رسوبی مناسب و گنبد‌های نمکی، ایران ذخایر مهمی از گچ و نمک دارد، به گونه‌ای که هم اکنون دومین تولیدکننده گچ دنیا و یکی از تولیدکننده‌های مهم نمک در منطقه است.

نشریه حاضر با عنوان "**فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف گچ و نمک**" در چارچوب اهداف وزارت صنعت، معدن و تجارت و در قالب برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن تهیه شده است و معیارها و فهرست خدمات مورد نیاز برای شناخت و اکتشاف این گونه ذخایر را ارائه می‌دهد. فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف سایر ذخایر تبخیری و شورابه‌ای در نشریه‌های جداگانه‌ای ارائه شده است.





## فهرست مطالب

صفحه

عنوان

### فصل اول - رده‌بندی و ویژگی‌های ذخایر گچ

۳	..... ۱-۱- آشنایی
۳	..... ۲-۱- منشا و نحوه تشکیل
۳	..... ۳-۱- افزایش غلظت شورابه و ته‌نشست تبخیری‌ها
۴	..... ۴-۱- رده‌بندی ذخایر گچ بر اساس نحوه تشکیل و پیدایش
۴	..... ۱-۴-۱- ذخایر گچ سنگی
۴	..... ۲-۴-۱- ذخایر گچ خاکی
۵	..... ۵-۱- انیدریت
۵	..... ۶-۱- رده‌بندی ذخایر گچ بر اساس محیط و ساختار زمین‌شناسی
۶	..... ۷-۱- پتانسیل‌های شناخته شده در ایران

### فصل دوم - رده‌بندی و ویژگی‌های ذخایر نمک

۱۳	..... ۱-۲- تعاریف و مفاهیم
۱۳	..... ۲-۲- خواص نمک طعام
۱۴	..... ۳-۲- تقسیم‌بندی نمک از نظر دانه‌بندی
۱۴	..... ۴-۲- رده‌بندی ذخایر نمک
۱۴	..... ۱-۴-۲- نمک لایه‌ای
۱۴	..... ۲-۴-۲- ذخایر گندهای نمکی (دیاپیری)
۱۴	..... ۳-۴-۲- ذخایر نمک پلایا
۱۶	..... ۴-۴-۲- ذخایر نمک دریایی
۱۶	..... ۵-۴-۲- ذخایر نمک دریاچه‌ای
۱۶	..... ۶-۴-۲- ذخایر نمک شورابه‌های سازندی
۱۷	..... ۵-۲- پراکندگی نمک و رسوبات تبخیری از نظر زمانی و مکانی در ایران و جهان

### فصل سوم - معیارها و راهنماهای اکتشافی

۲۱	..... ۱-۳- آشنایی
۲۱	..... ۲-۳- معیارها و راهنماهای زمین‌شناسی
۲۱	..... ۳-۳- معیارها و راهنماهای دورسنجی
۲۲	..... ۴-۳- معیارها و راهنماهای ساختاری

۲۲	.....۵-۳- معیارها و راهنماهای ژئوشیمیایی
۲۲	.....۶-۳- معیارها و راهنماهای ژئوفیزیکی
۲۲	.....۷-۳- معیارهای حفاری

### فصل چهارم- فهرست خدمات مرحله شناسایی

۲۷	.....۱-۴- آشنایی
۲۷	.....۲-۴- طراحی و برنامه‌ریزی
۲۷	.....۳-۴- بررسی و مطالعات دفتری
۲۷	.....۴-۴- عملیات صحرایی
۲۸	.....۵-۴- تلفیق و پردازش داده‌ها
۲۸	.....۶-۴- تهیه گزارش
۲۸	.....۱-۶-۴- چکیده
۲۸	.....۲-۶-۴- مقدمه
۲۸	.....۳-۶-۴- فهرست
۲۸	.....۴-۶-۴- اطلاعات کلی منطقه
۲۹	.....۵-۶-۴- زمین‌شناسی و متالوژنی
۲۹	.....۶-۶-۴- مطالعات دورسنجی
۲۹	.....۷-۶-۴- مطالعات ژئوشیمیایی
۲۹	.....۸-۶-۴- مطالعات ژئوفیزیکی هواپردی
۳۰	.....۹-۶-۴- مطالعات تلفیقی
۳۰	.....۱۰-۶-۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۳۰	.....۱۱-۶-۴- منابع مورد استفاده
۳۰	.....۱۲-۶-۴- پیوست‌ها

### فصل پنجم- فهرست خدمات مرحله پی‌جویی

۳۵	.....۱-۵- آشنایی
۳۵	.....۲-۵- طراحی و برنامه‌ریزی
۳۵	.....۳-۵- بررسی و مطالعات دفتری
۳۵	.....۴-۵- عملیات صحرایی
۳۶	.....۵-۵- تلفیق و پردازش داده‌ها
۳۶	.....۶-۵- تهیه گزارش

۳۶	..... چکیده..... ۱-۶-۵
۳۶	..... مقدمه..... ۲-۶-۵
۳۶	..... فهرست‌ها..... ۳-۶-۵
۳۷	..... خلاصه میانی و مستندات پروژه برگرفته از مرحله شناسایی..... ۴-۶-۵
۳۷	..... اطلاعات کلی منطقه..... ۵-۶-۵
۳۷	..... زمین‌شناسی..... ۶-۶-۵
۳۷	..... تهیه نقشه توپوگرافی - زمین‌شناسی..... ۷-۶-۵
۳۷	..... مطالعات ژئوشیمیایی..... ۸-۶-۵
۳۷	..... مطالعات ژئوفیزیکی..... ۹-۶-۵
۳۸	..... حفاریات اکتشافی و نمونه‌برداری..... ۱۰-۶-۵
۳۸	..... استعداد کانی‌سازی..... ۱۱-۶-۵
۳۸	..... مشخصات کانی‌سازی، ژئوشیمیایی و تکنولوژیکی ماده معدنی..... ۱۲-۶-۵
۳۸	..... ارزیابی ذخیره..... ۱۳-۶-۵
۳۸	..... مطالعات فرصت‌سنجی..... ۱۴-۶-۵
۳۸	..... مطالعات زیست‌محیطی..... ۱۵-۶-۵
۳۸	..... مطالعات تلفیقی..... ۱۶-۶-۵
۳۹	..... نتیجه‌گیری و ارائه برنامه مرحله اکتشاف عمومی..... ۱۷-۶-۵
۳۹	..... فهرست منابع..... ۱۸-۶-۵
۳۹	..... پیوست‌ها..... ۱۹-۶-۵

### فصل ششم - فهرست خدمات مرحله اکتشاف عمومی

۴۵	..... آشنایی..... ۱-۶-۶
۴۵	..... طراحی و برنامه‌ریزی..... ۲-۶-۶
۴۵	..... بررسی و مطالعات دفتری..... ۳-۶-۶
۴۵	..... عملیات صحرائی..... ۴-۶-۶
۴۶	..... مطالعات آزمایشگاهی..... ۵-۶-۶
۴۶	..... گزارش نهایی مرحله اکتشاف عمومی..... ۶-۶-۶
۴۶	..... چکیده..... ۱-۶-۶
۴۶	..... فهرست‌ها..... ۲-۶-۶
۴۶	..... مقدمه..... ۳-۶-۶
۴۷	..... مشخصات عمومی منطقه..... ۴-۶-۶

۴۷	..... زمین شناسی محدوده معدنی.....
۴۷	..... تهیه نقشه توپوگرافی - زمین شناسی.....
۴۷	..... مطالعات ژئوشیمیایی.....
۴۷	..... مطالعات ژئوفیزیکی.....
۴۸	..... حفریات اکتشافی و نمونه برداری ها.....
۴۸	..... ویژگی های زون معدنی.....
۴۸	..... تخمین ذخیره.....
۴۸	..... نتایج مطالعات مهندسی و ژئوتکنیکی.....
۴۸	..... نتایج مطالعات فرآوری.....
۴۸	..... نتایج مطالعات زیرساخت ها.....
۴۹	..... نتایج مطالعات اقتصادی.....
۴۹	..... مطالعات پیش امکان سنجی.....
۴۹	..... مطالعات تلفیقی و نتیجه گیری.....
۴۹	..... ارایه برنامه مرحله اکتشاف تفصیلی.....
۴۹	..... فهرست منابع.....
۴۹	..... پیوست ها.....

### فصل هفتم - فهرست خدمات مرحله اکتشاف تفصیلی

۵۵	..... ۱-۷- آشنایی.....
۵۵	..... ۲-۷- طراحی و برنامه ریزی.....
۵۵	..... ۳-۷- بررسی و مطالعات دفتری.....
۵۵	..... ۴-۷- عملیات صحرائی.....
۵۶	..... ۵-۷- مطالعات آزمایشگاهی.....
۵۶	..... ۶-۷- تلفیق و پردازش داده ها.....
۵۶	..... ۷-۷- تهیه گزارش نهایی مرحله اکتشاف تفصیلی.....
۵۶	..... ۱-۷-۷- چکیده.....
۵۷	..... ۲-۷-۷- فهرست ها.....
۵۷	..... ۳-۷-۷- مقدمه.....
۵۷	..... ۴-۷-۷- خلاصه مطالعات قبلی و عملیات انجام شده در مراحل شناسایی، پی جویی و اکتشاف عمومی.....
۵۷	..... ۵-۷-۷- مشخصات عمومی منطقه.....
۵۷	..... ۶-۷-۷- زمین شناسی.....

۵۷	..... عملیات اکتشافی..... ۷-۷-۷
۵۸	..... برآورد ذخیره..... ۸-۷-۷
۵۸	..... مطالعات آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی..... ۹-۷-۷
۵۸	..... نتایج مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک..... ۱۰-۷-۷
۵۸	..... تکمیل و ارایه کلیه داده‌های مورد نیاز برای طراحی استخراج و ارایه خلاصه نتایج طراحی پایه در صورت لزوم..... ۱۱-۷-۷
۵۸	..... نتایج مطالعات کانه‌آرایی..... ۱۲-۷-۷
۵۹	..... ارایه خلاصه نتایج مطالعات امکان‌سنجی..... ۱۳-۷-۷
۵۹	..... مطالعات زیست‌محیطی..... ۱۴-۷-۷
۵۹	..... نتایج مطالعات زیرساخت‌ها..... ۱۵-۷-۷
۵۹	..... نتیجه‌گیری و پیشنهادات..... ۱۶-۷-۷
۵۹	..... فهرست منابع..... ۱۷-۷-۷
۶۰	..... پیوست‌های گزارش..... ۱۸-۷-۷



# فصل ۱

---

---

## رده‌بندی و ویژگی‌های ذخایر گچ





### ۱-۱- آشنایی

گچ کاربردهای متنوعی در مصالح ساختمانی دارد. علاوه بر مصالح ساختمانی، از گچ بیش از ۴۰۰ فرآورده از جمله ساخت قطعات پیش‌ساخته ساختمان، سیمان پورتلند، اصلاح خاک کشاورزی، قطعات پیش‌ساخته تزئینی و پزشکی تهیه می‌شود. به طور معمول در ساخت سیمان پورتلند، از ترکیب گچ خالص و انیدریت استفاده می‌شود.

ذخایر گچ پراکندگی وسیع دارند و در بیش از ۹۰ کشور تولید می‌شوند. بیش از ۶۰ درصد کل گچ دنیا در ۷ کشور امریکا، ایران، کانادا، اسپانیا، چین، مکزیک و تایلند تولید می‌شود. ایران به عنوان دومین تولیدکننده گچ بیش از ۶۰ درصد از تولید خود را در گچ ساختمانی و بعد از آن در تولید سیمان پورتلند استفاده می‌کند. با توجه به ویژگی‌های زمین‌شناسی، ایران پتانسیل مناسبی برای اکتشاف ذخایر گچ دارد. ویژگی‌های کلی ذخایر گچ (نوع لایه‌ای و دریاچه‌ای) در جدول ۱-۱ ارائه شده است.

### ۱-۲- منشا و نحوه تشکیل

ذخایر تبخیری از تبخیر آب دریا یا شورابه‌ها ایجاد می‌شوند. انواع و میزان کانی‌هایی که تشکیل می‌شوند به موارد زیر بستگی دارد:

- ترکیب آب دریا و شورابه‌ها
  - قابلیت انحلال نسبی ترکیبات حل شده
  - شرایط آب و هوایی و میزان تبخیر در زمان تشکیل
  - عمق و گسترش حوضه رسوبی
- شورابه‌ها ممکن است از تبخیر آب دریا و یا انحلال سنگ‌های تبخیری به وسیله آب‌های سطحی و زیرزمینی در حوضه رسوبی بسته در شرایط آب و هوایی گرم تشکیل شوند.

### ۱-۳- افزایش غلظت شورابه و ته‌نشست تبخیری‌ها

آب دریا حدود ۳/۵ درصد مواد محلول دارد. به طور تقریبی ۷/۸ درصد از مواد محلول را کلرید سدیم و حدود ۳/۶ درصد را سولفات کلسیم تشکیل می‌دهد. اگر یک ستون ۱۰۰۰ متری از آب دریا (شورابه معمولی) تبخیر شود، تنها ۷۵ سانتی‌متر گچ و حدود ۱۳/۷ متر نمک ته‌نشین خواهد شد.

گچ در یک حوضه تبخیری چنانچه آب جدیدی وارد حوضه نشود، هنگامی شروع به ته‌نشست می‌کند که میزان آن در اثر تبخیر به حدود ۶۶ درصد برسد. تا زمانی که حدود ۹۰ درصد از شورابه تبخیر نشود، نمک رسوب نمی‌کند. در این رسوبات نوعی زون‌بندی افقی و قائم به ترتیب کربنات کلسیم، گچ، انیدریت، نمک، سولفات منیزیم و نمک‌های پتاسیم ایجاد می‌شود.

آب دریا در شرایط معمولی نسبت به گچ و هالیت اشباع نیست. بود یا نبود هالیت در یک ذخیره ضخیم گچ نشانگر میزان افزایش غلظت شورابه است. میزان تبخیر و تغلیظ شورابه برای ته‌نشینی هالیت بیش از گچ است. گچ همچنین از فرآیندهای دیاژنز در طی

دولومیتی شدن رسوبات کربناته در محیط پهنه جذر و مدی<sup>۱</sup> تشکیل می‌شود. در اثر تبخیر آب دریا در شرایطی که در آن گچ شروع به ته‌نشست می‌کند نسبت یون‌های منیزیم و کلسیم از نسبت معمول آن‌ها در آب دریا (۵/۱) به مراتب بیشتر می‌شود به طوری که نسبت مولی  $Mg^{+2}/Ca^{+2}$  هم از حدود ۵/۲ به بیش از ۲۰ برابر افزایش می‌یابد. افزایش غلظت آب دریا باعث ایجاد شورابه چگال‌تری می‌شود که از طریق منافذ رسوبات کربناته زیرین نفوذ می‌کند و باعث واکنش تغییر یونی با جایگزینی یک یون منیزیم با یون کلسیم می‌شود. هنگامی که غلظت شورابه به حدی برسد که ژپس در آن ته‌نشین شود، در این صورت کلسیم اضافه طی فرآیند دولومیتی شدن آزاد و با واکنش با سولفات اضافی موجود در شورابه به گچ تبدیل می‌شود (روابط ۱-۱ و ۲-۱).



### ۱-۴- رده‌بندی ذخایر گچ بر اساس نحوه تشکیل و پیدایش

ذخایر گچ بر اساس نحوه تشکیل و پیدایش به دو نوع سنگی و خاکی تقسیم می‌شوند. ذخایر گچ سنگی به تجمعی از سولفات کلسیم آبدار و یا بدون آب و با کمترین مقدار ناخالصی و ذخایر گچ خاکی به تجمعی از مخلوط‌های گچ و خاک رس در افق‌های سطحی خاک گفته می‌شود. بخش عمده ذخایر گچ سنگی شامل کانی‌های گچ و انیدریت و به مقدار ناچیز دارای ناخالصی‌هایی مانند کانی‌های کلسیت، کوارتز و نظایر آن است.

#### ۱-۴-۱- ذخایر گچ سنگی

نوع معمول و متراکم کانی ژپس به گچ سنگی معروف است. گچ سنگی عموماً از تجمع بلورهای ژپس با میان لایه‌ها و یا مخلوطی از گل‌سنگ، شیل، لای‌سنگ، سنگ‌آهک و یا دولومیت تشکیل شده است. سنگ گچ و انیدریت ممکن است نودولی شکل، توده‌ای، ورقه‌ای یا لایه‌ای باشند. ساختارهای رسوبی اولیه در ذخایر ژپس و انیدریت به مدل رسوبی و نزدیکی به نوع رسوبات تخریبی بستگی دارد.

ذخایر تبخیری معمولاً در یک مجموعه آبی راکد ته‌نشین می‌شوند. همچنین در یک محیط سابقاً، گچ و انیدریت با هسته‌سازی و رشد مجموعه‌های بلوری از طریق سیالات منفذی درون رسوبات نرم در محیط پهنه جذر و مدی حاوی ذرات تخریبی یا گل‌آهکی تشکیل می‌شود. مجموعه‌های نودولی شکل رشد یافته جایگزین رسوبات میزبان اطراف خود می‌شوند. گچ ممکن است درون رسوبات میزبان مانند رس یا ماسه ته‌نشین شود.

#### ۱-۴-۲- ذخایر گچ خاکی

در نواحی کویری، دریاچه‌های فصلی و نقاط پست بعضی از دشت‌ها، تجمع‌هایی از مخلوط گچ و خاک رس در افق‌های سطحی خاک دیده می‌شود. در اغلب دشت‌هایی که تجمع‌های گچ و خاک گسترش دارند، سطح آب زیرزمینی بسیار بالا و نزدیک به سطح

1- Tidal-flat

2- Sabkha

زمین است به طوری که در برخی از آن‌ها دریاچه‌های فصلی تشکیل می‌شود. آلوده شدن خاک‌های سطحی به بلورهای پراکنده گچ در اثر خاصیت مویینگی، املاح سولفات‌ها (سولفات کلسیم) محلول در آب زیرزمینی به افق‌های سطحی خاک می‌رسند و بعد از تبخیر آب، سولفات کلسیم به صورت بلورهای ژپس در خاک سطحی تشکیل می‌شود.

### ۱-۵- انیدریت

انیدریت ممکن است به صورت یک کانی اولیه در محیط سابخا و حوضه رسوبی عمیق تشکیل شود. ژپس ممکن است تحت فشار رسوبات بالایی، در اعماق حدود ۶۰۰ متر، آب خود را از دست بدهد و به انیدریت تبدیل شود. بالآمدگی بعدی و یا فرسایش سنگ‌های رویی، فشار لیتواستاتیکی را کاهش می‌دهد و در نتیجه آب سطحی از طریق شکستگی‌ها و در طول صفحات لایه‌بندی با انیدریت واکنش می‌دهد و در اثر جذب مجدد آب به گچ تبدیل می‌شود.

وجود سازندهای بسیار ضخیم و گسترده گچی، نتیجه رسوبگذاری مستقیم سولفات کلسیم در یک محیط دریایی است که بر اثر آتشفشان‌های زیردریایی، یون‌های سولفات و کلسیم در آب دریا به حالت اشباع درمی‌آید و طی یک فرآیند ژئوشیمیایی، کانی ژپس یا انیدریت (سولفات کلسیم) تشکیل می‌شود و رسوب می‌کند.

بر مبنای مشاهدات صحرایی اغلب ذخایر بزرگ ژپس در اصل انیدریت بوده‌اند که بعداً در اثر جذب آب به ژپس تبدیل شده‌اند. از آن‌جا که شرایط تشکیل گچ و نمک مشابه است، اغلب لایه‌های ژپس و انیدریت به همراه لایه‌های نمک دیده می‌شوند. در واقع در خیلی از کانسارهای نمک، لایه‌های ژپس و انیدریت به صورت متناوب با سایر لایه‌های نمکی، قسمت تحتانی کانسارهای نمک را تشکیل می‌دهند. در مرداب‌های تبخیری، سولفات کلسیم به صورت انیدریت و ژپس در مرحله اول تبخیر تشکیل می‌شود و زمانی که به ترتیب میزان سولفات کلسیم و کلرید منیزیم به غلظت مشخص می‌رسند، تبلور نمک آغاز می‌شود.

مقادیر قابل توجهی از ژپس با جذب آب به وسیله انیدریت در لایه‌های رسوبی ناشی از عملکرد آب‌های فرورو و در شرایط فشار کم تشکیل می‌شوند. عمل تبدیل انیدریت به ژپس بر اثر جذب آب با افزایش حجم زیاد (تا بیش از ۳۰ درصد) همراه است. این افزایش حجم باعث بروز پدیده‌های دگرشکلی پیچیده و قرار گرفتن لایه‌های گچی می‌شود. به علت شکل‌پذیری زیاد، گچ به شکل توده یا عدسی شکل درمی‌آید. اکثر کانسارهای عظیم ژپس دنیا به این صورت تشکیل شده‌اند.

### ۱-۶- رده‌بندی ذخایر گچ بر اساس محیط و ساختار زمین‌شناسی

ذخایر گچ بر اساس محیط و ساختار زمین‌شناسی به چهار گروه زیر تقسیم می‌شوند:

- همراه با گنبد‌های نمکی
- مرتبط با پلایاها و مناطق بیابانی
- رسوبی مرتبط با حوضه‌های رسوبی - تبخیری
- مرتبط با فعالیت‌های آتشفشانی

## ۱-۷- پتانسیل‌های شناخته شده در ایران

تاکنون بیش از ۴۵۰ کانسار گچ، انیدریت و گچ خاکی در کشور شناخته شده که بیشترین آن‌ها به ترتیب در استان‌های سمنان، خراسان رضوی، فارس و آذربایجان شرقی واقع شده‌اند. موقعیت چینه‌شناسی ذخایر گچ‌دار ایران در جدول ۱-۲ ارائه شده است. بررسی اجمالی نشانگر آن است که انباشتگی‌های گچی رابطه نزدیک با حرکات تکتونیکی دارند.

پس از حرکات کوهزایی آسینتیک شرایط پلات فورمی در سرتاسر ایران حکم‌فرما بوده است. این شرایط تقریباً از پرکامبرین پسین تا اواسط تریاس تداوم داشته است. هم‌زمان با حرکات زمین‌ساختی شناخته شده در دنیا، از عمق آب پلات فرم کاسته و در مواردی از آب خارج شده که در نتیجه آن حوضه‌های تبخیری و رسوبات مربوط تشکیل شده است. ذخایر گچ پرکامبرین پسین، کامبرین، دونین، کربنیفر، پرمین و تریاس ایران مربوط به تشکیل این حوضه‌های تبخیری بوده است.

در نتیجه حرکات کیمیرین جوان، رسوبات دلتایی و به طور محلی رسوبات گچی در ژوراسیک زیرین تشکیل شده است. در ژوراسیک میانی و فوقانی، دریا عمق بیشتری داشته، ولی در اواخر ژوراسیک پس از حرکات کوهزایی کیمیرین پسین از عمق دریا کاسته شده و نهشته‌های گچی ضخیم در قسمت وسیعی از رسوبات ژوراسیک فوقانی ایران تشکیل شده است. این شرایط تا اوایل کرتاسه زیرین ادامه داشته و افق‌های گچ‌دار در رسوبات اوایل کرتاسه زیرین ایران مربوط به این دوره است.

در ترشیری، دریای کم‌عمق و در حال نشست، قسمت اعظم ایران را پوشانده و شرایط مناسبی برای تشکیل رسوبات گچی فراهم کرده که گچ‌های تشکیل شده در زمان‌های ائوسن، الیگوسن و میوسن از آن جمله است.

جدول ۱-۱- ویژگی‌های کلی ذخایر گچ نوع لایه‌ای و دریاچه‌ای

ویژگی	ذخایر لایه‌ای (دریایی)	ذخایر دریاچه‌ای
توصیف ذخیره	ذخایر با منشا دریایی در مناطق حاشیه‌ای حوضه‌های رسوبی با ضخامت و گسترش جانبی زیاد	ذخایر تبخیری قاره‌ای با منشا دریاچه‌ای در شرایط آب و هوایی خشک و نیمه‌خشک با ضخامت بسیار زیاد و گسترش جانبی قابل توجه ولی کوچک‌تر از ذخایر لایه‌ای (دریایی)
جایگاه تکتونیکی چینه‌ای	حوضه‌های حاشیه‌ای دریا با فرونشینی متوسط	حاشیه صفحات همگرا، تراس‌های واگرا و سایر حوضه‌های درون‌سازندی مناسب
گسترش زمانی	اواخر پروتروزویک تا میوسن اما بیشترین گسترش در پالئوزویک و مزوزویک	ترشیری تا عهد حاضر، در مواردی پالئوزویک
سنگ میزبان	دولومیت به همراه سنگ آهک و نمک	کربنات‌های دریاچه‌ای، شیل و تبخیری‌ها
ابعاد کانی‌سازی	ضخامت لایه‌های ژپس قابل استخراج بین ۱۰ تا ۵۰ متر و گسترش جانبی آن‌ها در حد چند کیلومتر	ضخامت کانسنگ حدود ۳۰ متر
کانی‌شناسی کانسنگ	ژپس با لایه‌های ظریف از کلسیت و دولومیت	ژپس و انیدریت با میان‌لایه‌های باطله که با زیاد شدن عمق، میزان انیدریت افزایش می‌یابد.
کانی‌شناسی باطله	کلسیت و دولومیت	کلسیت، هالیت و رس
دگرسانی	بسیاری از ذخایر ژپس در اثر آبیگری انیدریت تشکیل می‌شوند. درجه خلوص گچ بستگی به تکامل این فرآیند دارد.	ژپس ممکن است در اثر آبیگری انیدریت به وجود آید.
کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی	شورابه‌های حوضه‌ای با شوری کافی برای ته‌نشست سولفات کلسیم	حوضه‌های بسته تا نیمه‌بسته
خصوصیات ژئوفیزیکی	لایه‌های ژپس به دلیل دارا بودن حجم زیادی از آب بین بلوری به نمودارهای نوترونی واکنش نشان می‌دهند.	-
سایر راهنماهای اکتشافی	رخداد لایه‌های نازکی از ژپس و انیدریت در لبه حوضه‌های رسوبی که با ادامه به سمت مرکز حوضه ضخامت این لایه‌ها افزایش می‌یابد و همچنین بالا بودن شورابه‌های سولفات در چاه‌ها	ژپس در تصاویر دورسنجی قابل شناسایی است.

جدول ۱-۲- موقعیت چینه‌شناسی ذخایر گچ دار ایران

محل	لینتولوژی	نام سازند	زمان زمین‌شناسی
شمال کرمان شمال کرمان کوه‌های زاگرس شمال کرمان تا شمال راور	دولومیت، گچ، ماسه‌سنگ، شیل و سنگ‌های آتشفشانی گچ، دولومیت، ماسه‌سنگ و شیل نمک، گچ و دولومیت اسلیت، گچ، دولومیت و سنگ‌های آتشفشانی	سری ریزو سری دزو سازند هرمز سازند راور	پرکامبرین پسین
ناحیه شیرگشت	دولومیت، آهک، شیل، گچ و سنگ‌های آتشفشانی	کالشانه	کامبرین
نواحی شیرگشت، جام، شمال اسفراین و غرب راور	ماسه‌سنگ، شیل، کوارتزیت و گچ	سازند پادها	دونین
غرب طبس	گچ و دولومیت	سازند گچال	کربونيفر
در شرق مهاباد (گوچر) کوه‌های زاگرس	گچ آهک، دولومیت و گچ	نامگذاری نشده سازند خواف	پرمین
شمال مهاباد- شمال راور کوه‌های زاگرس شمال شرق ایران (کپه داغ)	دولومیت و گچ دولومیت، شیل و گچ کنگلومره، ماسه سنگ، شیل و گچ	سازند شتری سازند خانه‌کت سازند پسته‌لیق	تریاس میانی
کوه‌های زاگرس کوه‌های زاگرس کوه‌های زاگرس کوه‌های البرز در فاصله بین طبس و کرمان غرب و جنوب غرب طبس شمال کرمان شمال و جنوب راور	انیدریت و ژپس انیدریت، دولومیت و شیل انیدریت و آهک گچ و ملافیر آهک و گچ گچ و آهک ماسه‌سنگ، شیل و گچ گچ، نمک، ماسه‌سنگ و آهک	واحد انیدریت هیث سازند عدایه سازند علن ژپس و ملافیر آهک‌های پکتندار گچ‌های مگو سازند بیدو گنبد‌های نمکی - گچی	ژوراسیک فوقانی
قم، ساوه، سمنان، زنجان و نواحی ایران مرکزی و آذربایجان کوه‌های زاگرس	شیل، مارن، ماسه‌سنگ و گچ گچ	سازند قرمز زیرین عضو کلهر از سازند آسماری	الیگوسن
قم و کاشان قم و کاشان کوه‌های زاگرس بسیاری نواحی از ایران مرکزی و آذربایجان	آهک، مارن و گچ مارن، ماسه‌سنگ، کنگلومرا و گچ گچ، انیدریت، مارن، آهک و شیل مارن، ماسه‌سنگ، کنگلومرا و گچ	سازند قم سازند قرمز فوقانی سازند گچساران سازند قرمز بالایی	میوسن

ادامه جدول ۱-۲- موقعیت چینه‌شناسی ذخایر گچ‌دار ایران

محل	لیتولوژی	نام سازند	زمان زمین‌شناسی
در نواحی کویری و دریاچه‌های فصلی	رس، گچ و سیلت (گچ خاکی)	نامگذاری نشده	کواترنری





## فصل ۲

---

---

رده‌بندی و ویژگی‌های ذخایر نمک



## ۱-۲- تعاریف و مفاهیم

**نمک طعام:** نمک طعام یا سدیم کلرید ماده متبلور شور مزه و بدون بو است که با انجام فرآیند خالص‌سازی، فرآوری شده و قابل استفاده می‌شود.

**نمک صنعتی:** نمکی که کاربرد صنعتی دارد و مشخصات فنی، دانه‌بندی، ترکیب شیمیایی، خلوص، بسته‌بندی و دیگر ویژگی‌های آن متناسب با نوع کاربرد و درخواست مشتری تهیه می‌شود.

**نمک صدفی:** ابعاد دانه‌بندی نمک کوچکتر از نمک پودری یا نمک نرم صنعتی است.

**نمک تصفیه شده:** نمکی که ناخالصی‌های آن حذف شده و مقدار خلوص آن حداقل بیش از ۹۹٫۲ درصد است.

**نمک یددار:** نمک خوراکی که به آن ترکیبات ید اضافه می‌شود.

**نمک سنگی:** نمکی که مستقیماً به صورت سنگ نمک از معدن استخراج می‌شود و به شکل سنگ و یا پس از خردایش مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**نمک آبی:** نمکی که پس از تبخیر آب شورابه‌ها در حوضچه‌ها و یا از حاشیه حوزه‌های نمکی استحصال می‌شود.

**نمک دریا:** نمکی که از تبخیر مستقیم آب دریا و یا اقیانوس در حوضچه‌ها به دست می‌آید.

**نمک دریاچه‌ای:** نمک حاصل از تبخیر آب دریاچه‌های شور در حوضچه‌ها یا به شکل طبیعی در داخل دریاچه و پلایا که در فصول خشک سال استحصال می‌شود.

## ۲-۲- خواص نمک طعام

نمک طعام علاوه بر اینکه به عنوان چاشنی غذایی استفاده می‌شود، به دلیل خواص ضد میکروبی از قدیم به عنوان یک نگهدارنده مواد غذایی نیز کاربرد وسیعی داشته است. امروزه از نمک در صنایع غذایی، شیمیایی، پزشکی، متالورژی، جذب رادون، جلوگیری از یخ‌زدگی، حفاری‌های آب، نفت، گاز و نظایر آن استفاده می‌شود. ویژگی‌های یک نمک خالص برای مصرف خوراکی و حداکثر مقدار مواد مجاز آلاینده در آن در جدول ۱-۲ ارائه شده است.

جدول ۱-۲- ویژگی‌های یک نمک خالص برای مصرف خوراکی و حداکثر مقدار مواد مجاز آلاینده در آن

ردیف	ویژگی	حد قابل قبول
۱	وضعیت ظاهری	رنگ سفید شفاف تا مات
۲	طعم و بو	شور مزه و عاری از هرگونه بوی خارجی
۳	مواد خارجی	فاقد هرگونه مواد خارجی
۴	خلوص	حداقل ۹۹٫۲ درصد
۵	مواد نامحلول در آب	حداکثر ۰٫۱۶ درصد
۶	سولفات ( $SO_4^{-2}$ )	حداکثر ۰٫۴۶ درصد
۷	رطوبت	حداکثر ۰٫۱ درصد
۸	کلسیم ( $Ca^{+2}$ )	حداکثر ۰٫۱۵ درصد
۹	منیزیم ( $Mg^{+2}$ )	حداکثر ۰٫۰۳ درصد
۱۰	کربنات سدیم ( $Na_2CO_3$ )	حداکثر ۰٫۰۳ درصد

### ۲-۳- تقسیم‌بندی نمک از نظر دانه‌بندی

از نظر دانه‌بندی، نمک صنعتی ابعاد ۱۰۰، ۱۱۰، ۱۲۰ و ۱۳۰ مش (ASTM) دارد و معمولاً به نام‌های نخودی، شکری، صدفی، پودری، نمک نرم و نمک میکس معروف اند.

### ۲-۴- رده‌بندی ذخایر نمک

نمک به حالت جامد به صورت لایه‌ای در گنبد‌های نمکی و رسوب در سطح پلایا و به شکل محلول در چشمه‌های آب شور، آب‌های زیرزمینی، دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها وجود دارد. انواع ذخایر نمک سنگی شامل نمک‌های لایه‌ای، نمک کفه پلایا و گنبد نمکی (دیاپیری) است. انواع ذخایر نمک آبی شامل ذخایر شورابه‌های سازندی، پلایا، دریاچه‌های بسته و دریایی است. ویژگی‌های ذخایر دریایی، دریاچه‌ای و گنبد نمکی در جدول ۲-۲ ارائه شده است.

### ۲-۴-۱- نمک لایه‌ای

این ذخایر به شکل لایه‌ای در افق‌های مختلف سازندهای زمین‌شناسی یافت می‌شوند. در مواردی گسترش این لایه‌ها به بیش از یک میلیون کیلومتر مربع می‌رسد. از نظر زمانی، این نوع ذخایر در نقاط مختلف جهان از پرکامبرین تا کواترنری در نقاط مختلف یافت می‌شوند.

### ۲-۴-۲- ذخایر گنبد‌های نمکی (دیاپیری)

گنبد‌های نمکی یکی از مهم‌ترین منابع تولید نمک در جهان است، به گونه‌ای که بیش از ۳۰ درصد نمک تولیدی آمریکا و بخش وسیعی از نمک مصرفی در ایران از گنبد‌های نمکی تامین می‌شود. ترکیب شیمیایی ذخایر گنبد نمکی به گونه‌ای است که بخش‌های مختلف آن با یکدیگر متفاوت است و در آن از نمک با خلوص بالا برای مصرف خوراکی تا انواع نمک صنعتی و مصارف جلوگیری از یخ‌زدگی جاده‌ها، حفاری و نظایر آن استفاده می‌شود.

### ۲-۴-۳- ذخایر نمک پلایا

دریاچه‌های نمکی موقت (پلایا) پایین‌ترین بخش بسیاری از رسوبات کویری را تشکیل می‌دهد و سطح ایستابی به آن نزدیک است که مترادف با سابخای قاره‌ای است. رسوبات آن شامل رس، ژئپس و نمک است. در کف پلایا پوسته نمک تشکیل می‌شود. در فصول خشک، گاهی این پوسته نمکی بیرون از آب است و در زمان بارندگی بخش‌هایی از این نمک حل می‌شود. در ایران تعداد این نوع پلایا فراوان است.

جدول ۲-۲- ویژگی‌های کلی ذخایر نمک نوع دریایی، دریاچه‌ای و گنبد نمکی

ویژگی	ذخایر دریاچه‌ای	ذخایر دریایی	گنبد نمکی
توصیف	ذخایر لایه‌ای و توده‌ای نمک که در حوضه‌های رسوبی قاره‌ای تشکیل شده است. این ذخایر ممکن است در مساحت‌های زیاد و گسترده با صدها متر ضخامت گسترش یابند.	ذخایر نمک لایه‌ای با منشا دریایی که در حوضه‌های رسوبی حاشیه دریا با ابعاد و گستره متفاوت تشکیل می‌شود. این حوضه‌های رسوبی به صورت دوره‌ای، جریان‌هایی از آب دریا به درون خود را داشته‌اند که منشا اصلی سدیم کلراید بوده‌اند و ذخایر نمک لایه‌ای دریایی به طور فراوانی در محدوده‌های گسترده با ضخامت قابل ملاحظه گسترش دارند.	ذخایر گنبد نمکی در حوضه‌های رسوبی دریایی با ابعاد متفاوت و گسترده تشکیل می‌شوند. این حوضه‌های رسوبی به صورت دوره‌ای جریان‌هایی از آب دریا به درون خود را داشته‌اند که منشا اصلی آن سدیم کلراید بوده است. ذخایر نمک به دلیل چگالی کمتر نسبت به سایر رسوبات به طرف بالا حرکت می‌کنند و به صورت گنبدهای نمکی درمی‌آیند.
جایگاه تکتونیکی - چینه شناسی	حواشی صفحات همگرا، نواحی کششی و سایر حوضه‌های رسوبی	حوضه‌های رسوبی حاشیه دریا که با آهنگ سریع در طی ته‌نشست تبخیری‌ها فرونشست یافته‌اند. نفوذ آب دریا سطح آب را در حوضه رسوبی که با تبخیر از دست رفته را جبران می‌کند. برخی تبخیری‌ها در این نوع جایگاه تکتونیکی - چینه‌شناسی از جریان‌ات قاره‌ای نیز منشا می‌گیرند.	گنبدهای نمکی، در حوضه‌های رسوبی که انباشت‌هایی از نمک دارند، ایجاد می‌شود. رسوبگذاری آواری بعدی در حوضه رسوبی آغاز می‌شود و در مرحله تدفین نمک دارای چگالی کمتر را به طرف بالا هدایت می‌کند که برخی از آن‌ها تا سطح زمین بالا می‌آیند. گنبدهای نمکی در حوضه‌های رسوبی نزدیک حواشی قاره‌ای در نواحی با نشست و رسوبگذاری سریع ایجاد می‌شوند.
گسترش زمانی	ترشیری پایانی تا عهد حاضر اما در موارد نادر ممکن است سن پالئوزویک داشته باشد.	پروتروزویک پایانی تا میوسن	دامنه سنی نمک در گنبدهای نمکی مشابه ذخایر نمک لایه‌ای از پروتروزویک پایانی تا میوسن، اما اغلب پالئوزویک و مزوزویک است. تشکیل گنبدها پس از رسوبگذاری نمک در اثر فعالیت‌های تکتونیکی ایجاد می‌شود.
سنگ میزبان	رسوبات و تبخیری‌های دریاچه‌ای	انیدریت همراه با سنگ آهک و دولومیت	سنگ‌های میزبان گنبدهای نمکی هر واحد رسوبی که نمک طی بالآمدگی در آن نفوذ می‌کند، است که ممکن است سنگ‌های رسوبی دریایی معمول باشند.
کانی‌شناسی کانسنگ	هالیت	هالیت با میان لایه‌های نازک از انیدریت	هالیت با میان لایه‌های نازک از انیدریت
کانی‌شناسی باطله	کلسیت، ژپس، رس و انیدریت	انیدریت	انیدریت و نهشته‌های آواری
دگرسانی	انحلال با آب‌های سطحی و زیرزمینی ممکن است لایه‌بندی، انحلال و ابعاد دانه‌بندی ذخیره را تغییر دهد.	انحلال به وسیله آب زیرزمینی ممکن است لایه‌بندی، ابعاد دانه‌بندی و تخلخل را تغییر دهد.	انحلال به وسیله آب زیرزمینی ممکن است بافت سنگ اولیه یا تخلخل را تغییر دهد و حتی باعث تخریب ذخیره شود.
کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی	شامل حوضه‌های رسوبی بسته یا نیمه‌بسته، منشا سدیم و کلر درون حوضه رسوبی، شرایط آب و هوایی (اقلیمی) خشک، شورابه‌های حوضه رسوبی که با تبخیر به شوری بالا و مناسب برای ته‌نشست نمک افزایش غلظت می‌یابند.	شورابه‌های حوضه رسوبی با شوری زیاد که برای ته‌نشست نمک مناسب است.	شورابه‌های حوضه‌های رسوبی با شوری زیاد برای ته‌نشست کلراید سدیم، مناسب و نیز جایگاه تکتونیکی برای تشکیل گنبدها مهم است.

## ادامه جدول ۲-۲- ویژگی‌های کلی ذخایر نمک نوع دریایی، دریاچه‌ای و گنبد نمکی

ویژگی	ذخایر دریاچه‌ای	ذخایر دریایی	گنبد نمکی
ابعاد کانی‌سازی	بسیار متفاوت، ابعاد افقی ذخایر شناخته شده از ده‌ها متر تا بیش از ۵ کیلومتر و ضخامت آن‌ها از کمتر از یک متر تا بیش از چند صد متر تغییر می‌کند.	ضخامت کانسارهای نمک لایه‌ای قابل استخراج از ده تا صد متر تغییر می‌یابد. برخی ذخایر حتی در محدوده‌ای با چندین کیلومتر مربع گسترش دارند.	گسترش گنبد‌های نمکی ممکن است از یک تا چندین کیلومتر مربع باشد و عمق آن‌ها به هزاران متر برسد.
خصوصیات ژئوشیمیایی	نامشخص، ذخایر هالییت دریاچه‌ای برم و ید کمتر از ذخایر دریایی دارند.	نمک لایه‌ای از تبخیری‌های دریا حاوی بر، به میزان ۶۰ تا ۲۰۰ ppm است. نمک با تبلور مجدد که منشا قاره‌ای دارد حاوی مقادیر کمتری بر است.	-
خصوصیات ژئوفیزیکی	هالییت واکنش کمی به نمودارهای چاه‌پیمایی اشعه گاما می‌دهد. مجموعه‌های بزرگ هالییت، آنومالی گرانی نسبتاً پایینی دارند.	ذخایر نمک لایه‌ای واکنش خیلی کمی به لاگ‌های چاه‌پیمایی اشعه گاما می‌دهد.	نمک واکنش خیلی کمی به نمودارهای چاه‌پیمایی اشعه گاما می‌دهد و گنبد‌های نمکی نواحی با آنومالی گرانی پایین را نشان می‌دهد.
سایر راهنماهای اکتشافی	آب زیرزمینی ممکن است شوری بالایی داشته باشد.	حضور رسوبات حاشیه حوضه که حاوی ژپس یا انیدریت هستند که خود ممکن است نشانگر آن باشد که رسوبات با شوری بالاتر در مرکز حوضه رسوبی باشد. وجود شورابه‌های با شوری بالا در چاه‌ها	گنبد‌های نمکی برخی مواقع رخساره‌های چرخشی را در عکس‌های ناحیه‌ای یا توپوگرافی منطقه نشان می‌دهد. چشمه‌های نمکی نیز معرف دیگر گنبد‌های نمکی هستند.
موارد استفاده	مواد شیمیایی، صنایع غذایی و جلوگیری از یخ‌زدگی جاده‌ها	مواد شیمیایی، صنایع غذایی، مصرف خانگی و جلوگیری از یخ‌زدگی جاده‌ها	مواد شیمیایی، صنایع غذایی، مصرف خانگی و جلوگیری از یخ‌زدگی جاده‌ها

## ۲-۴-۴- ذخایر نمک دریایی

مقدار کلر در آب دریاها نسبت به آب خشکی‌ها بیشتر و مقدار رسوب نمک در محیط دریا بیشتر از محیط خشکی است. قسمت اعظم رسوبات تبخیری قدیمی از جمله نمک از تبخیر شورابه‌های دریایی منشا گرفته است. از حوضچه‌های مصنوعی سالیانه حدود چهار میلیون تن نمک تولید می‌شود. نمک حاصل از دریا هر چند به دلیل وجود ترکیبات املاح منیزیم به طور مستقیم خوراکی نیست ولی با فرآیند تصفیه از آن به عنوان نمک طعام استفاده می‌شود و بخش زیادی از نمک صنعتی نیز از آن به دست می‌آید.

## ۲-۴-۵- ذخایر نمک دریاچه‌ای

ترکیب آب موجود در دریاچه تابع مواد محلول و سنگ‌های حوضه آبگیر است. در دریاچه‌ها املاح سدیم، منیزیم، کلسیم و در مواردی پتاسیم، کلر، سولفات و کربنات وجود دارد. امروزه تعداد زیادی از این دریاچه‌ها، منبع سولفات سدیم (مانند تاردیت و میرابیلیت) و نمک طعام هستند که در ایران دریاچه‌هایی مانند قم، حوض سلطان و بهارلو از این نوع هستند.

## ۲-۴-۶- ذخایر نمک شورابه‌های سازندی

آب‌های شور زیرزمینی که مستعد تشکیل ذخایر نمک باشند، دو منشا آب دریا و آب‌های جوی دارند که در ادامه شرح داده می‌شوند.

الف- آب‌های شور زیرزمینی که منبع آن، آب دریا است. این شورابه‌ها هنگام رسوبگذاری در لابه‌لای نهشته‌ها دفن شده‌اند و یا در حاشیه دریا و به طریق زیرزمینی از آب دریا تغذیه می‌شوند. از شورابه‌های سواحل دریای عمان و خلیج فارس با حفر چاه و پمپاژ کردن در حوضچه‌ها، نمک استحصال می‌شود.

ب- آب‌های جوی با شستشوی سنگ‌های مسیر خود دارای املاح می‌شوند. درصد املاح به ویژه نمک در این آب‌ها متفاوت است و گاه تا مرحله اشباع از نمک نیز می‌رسد. علاوه بر نمک طعام، گاه املاح منیزیم، ید، بور و نظایر آن استحصال می‌شود.

شورابه‌های یاد شده گاه به شکل چشمه نیز یافت می‌شوند و در مسیر خود نمک و املاح موجود را رسوب می‌دهند که با ایجاد حوضچه و تبخیر آن نمک به دست می‌آید. نمونه‌های این شورابه‌ها در ایران فراوان است. در گذشته بخش زیادی از نمک طعام کشور از این طریق به دست آمده است که ذخایر نمک‌های آبی طالقان، الموت، اشتهارد، کلان خرم‌آباد، میامی و رفسنجان از آن جمله به شمار می‌آیند.

## ۲-۵- پراکندگی نمک و رسوبات تبخیری از نظر زمانی و مکانی در ایران و جهان

ذخایر نمک تقریباً در تمام کشورهای جهان وجود دارد و از کشورهای دارای ذخایر بزرگ نمک می‌توان به آمریکا، چین و آلمان اشاره کرد. ایران از کشورهای دارای ذخایر قابل توجه نمک است. ذخایر نمک در ایران و جهان، سازندهای زمین‌شناسی نمک‌دار و گسترش مکانی آن در زون‌های ساختاری ایران در جدول ۲-۳ ارائه شده است. ذخایر عمده نمک ایران از نظر گسترش مکانی به سه زون ساختاری زاگرس، ایران مرکزی و البرز و از نظر زمانی به سه دوره پرکامبرین بالایی- کامبرین زیرین، ژوراسیک بالایی- کرتاسه زیرین و ترشیری- کواترنری تقسیم‌بندی می‌شود. به عنوان نمونه زون ساختاری زاگرس با بیش از ۱۰۵ گنبد نمکی شناخته شده به سن پرکامبرین بالایی- کامبرین زیرین یکی از مناطق با پتانسیل بالای نمک است و شهرت جهانی دارد. در همین زون ساختاری نهشته‌های نمک با سن ژوراسیک و میوسن نیز وجود دارد.

در ایران مرکزی نیز دو دوره عمده نمک‌زایی شامل ژوراسیک بالایی- کرتاسه زیرین و ترشیری- کواترنری وجود دارد. در این زون، نمک به شکل گنبد‌های نمکی، لایه‌های نمک، پلایا و چشمه‌های آب شور گسترش دارد. در زون ساختاری البرز نسبت به دو زون دیگر گسترش کانی‌های تبخیری کمتر و محدود به گچ‌های میوسن و مارن‌های تبخیری میوسن- پلیوسن منطقه طالقان و الموت است.

جدول ۲-۳- ذخایر نمک شناخته شده در ایران و جهان

دوران	دوره	جهان	ایران	زون ساختاری (ایران)	واحد زمین‌شناسی (ایران)
دوران سنوزویک	هولوسن	نمک حاصل از استحصال شورابه‌های دریایی، دریاچه‌های شور و پلایا در بخش‌های مختلف دنیا	پلایا و دریاچه‌های شور	ایران مرکزی	بالغ بر ۶۰ پلایا
	پلیستوسن	آمریکا، روسیه، ایران و فلسطین اشغالی	زنجان، بیجار	ایران مرکزی	مارن‌های تبخیری

ادامه جدول ۲-۳- ذخایر نمک شناخته شده در ایران و جهان

دوران	دوره	جهان	ایران	زون ساختاری (ایران)	واحد زمین شناسی (ایران)
دوران سنوزویک	پلیوسن	آمریکا، ایتالیا، اردن و ایران	کویر مرکزی	ایران مرکزی	مارن‌های تبخیری
	میوسن	قبرس، چک، لهستان، اسپانیا، ترکیه، روسیه، الجزایر، مصر، سودان، عراق، سوریه، امارات متحده و مراکش	کویر مرکزی، آذربایجان و لرستان	کویر مرکزی- زاگرس	سازند قرمز بالایی- سازند گچساران
	الیگوسن	فرانسه، آلمان، اسپانیا، ترکیه، عراق و ایران	گرمسار	-	سازند قرمز زیرین
	ائوسن	هندوراس، مراکش و ایران	کلوت یزد	کویر مرکزی	سازند تبخیری
	پالتوسن	پاکستان، خلیج مکزیک و تگزاس	سمنان	کویر مرکزی	-
دوران مزوزویک	کرتاسه	برزیل، بولیوی، کلمبیا، پرو، آمریکا، گابن، مراکش، لیبی، سنگال، مکزیک، نیجریه، آنگولا و روسیه	-	-	-
	ژوراسیک	جنوب خلیج فارس، آمریکا، یمن، کویت، تانزانیا و ایران	راور	ایران مرکزی	سری راور
	تریاس	مکزیک، فرانسه، اسپانیا، یونان، الجزایر، لیبی، تونس، اتیوپی و بولیوی	-	-	-
دوران پالتوزویک	پرمین	آمریکا، مکزیک، پرو، آلمان، هلند، روسیه، استرالیا و برزیل	-	-	-
	کربونیفر	آمریکا و برزیل	-	-	-
	دوین	حوضه ویلستون، روسیه، استرالیا و کانادا	-	-	-
	سیلورین	حوضه سالیئا و امریکای شمالی	-	-	-
	اردویسین	حوضه ویلستون و بولیوی	-	-	-
	کامبرین	استرالیا، روسیه، ایران و پاکستان	جنوب ایران	زاگرس	سازند هرمز
	پرکامبرین	ایران، پاکستان و استرالیا	جنوب ایران	-	-



# فصل ۳

---

---

## معیارها و راهنماهای اکتشافی



### ۳-۱- آشنایی

کشور ایران به عنوان دومین تولیدکننده گچ دنیا و نیز تولیدکننده مهم نمک، پتانسیل مناسبی برای اکتشاف این ذخایر دارد. شرایط زمین‌شناسی و گستردگی رسوبات دریایی و دریاچه‌ای به ویژه حوضه‌های رسوبی مناسب و گنبد‌های نمکی، نشانگر پتانسیل مهم ذخایر گچ و نمک در ایران است. انواع و میزان کانی‌هایی که در ذخایر تبخیری تشکیل می‌شوند با توجه به ترکیب آب دریا، قابلیت انحلال نسبی کانی‌ها، شرایط اقلیمی، میزان تبخیر، عمق و گسترش حوضه رسوبی متفاوت است. در اکتشاف ذخایر گچ و نمک، ویژگی‌های زمین‌شناسی، محیط تکتونیکی-چینه‌ای، ساختاری، دگرسانی و کانی‌شناسی از موارد مهم شناخت این‌گونه ذخایر است. برای اکتشاف سیستماتیک ذخایر گچ و نمک، معیارها و راهنماهای اکتشافی زمین‌شناسی، دورسنجی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### ۳-۲- معیارها و راهنماهای زمین‌شناسی

یکی از مهم‌ترین معیارها و راهنماها در اکتشاف ذخایر گچ و نمک، بررسی‌های زمین‌شناسی است. این اطلاعات پایه به صورت نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس‌های متفاوت در مراحل مختلف عملیات اکتشافی تهیه و ارائه می‌شود. در مرحله شناسایی، نقشه‌های کوچک مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰ به کار گرفته می‌شود. متناسب با افزایش دقت و سطح اعتماد از نقشه‌های بزرگ‌مقیاس‌تر استفاده می‌شود به نحوی که در مرحله اکتشاف تفصیلی نقشه‌هایی با مقیاس ۱:۲۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰ تهیه می‌شود. راهنماها و معیارهای زمین‌شناسی در اکتشاف کانسارهای گچ و نمک شامل ویژگی‌های سنگ‌شناسی، تکتونیکی-چینه‌ای، کانی‌شناسی، دگرسانی، نوع سنگ میزبان و سن کانی‌سازی است.

حوضه‌های حاشیه‌ای دریا با فرونشینی متوسط، محیطی مناسب برای تشکیل ذخایر گچ نوع لایه‌ای است. حوضه‌های کاملاً بسته تا نیمه‌بسته محیط مناسب ته‌نشست ذخایر گچ نوع دریاچه‌ای است. مهم‌ترین دامنه سنی تشکیل ذخایر گچ نوع لایه‌ای، پالئوزویک و مزوزویک و ذخایر گچ نوع دریاچه‌ای، ترشیری است. دامنه سنی ذخایر گچ ایران از پرکامبرین پسین تا کواترنری است، اما مهم‌ترین دوره‌های زمانی تشکیل ذخایر گچ ایران شامل اتوسن و الیگوسن است.

عمده ذخایر تبخیری نمک ایران در سه افق چینه‌شناسی و زون‌های زمین‌شناسی شناخته شده قرار می‌گیرند که شامل پرکامبرین و کامبرین زیرین در زاگرس، ژوراسیک در شمال کرمان، سنوزویک در ایران مرکزی و تعدادی پلایا و دریاچه داخلی است.

### ۳-۳- معیارها و راهنماهای دورسنجی

بررسی‌های دورسنجی در اکتشاف ذخایر گچ و نمک به ویژه در مراحل شناسایی و پی‌جویی کاربرد گسترده‌ای دارد. با پردازش تصاویر ماهواره‌ای به ویژه داده‌های ماهواره‌ای لندست MSS، لندست TM، استر، اسپات و هایپراسپکترال، واحدهای زمین‌شناسی به ویژه دارای کانی‌شناسی ژئوپس و نمک، زون‌های دگرسانی و ساختارها مشخص می‌شود.

سازندهای تبخیری به راحتی فرسایش می‌یابند و دارای زمین‌ریخت‌شناسی پست‌تر نسبت به واحدهای دیگر مانند تخریبی، آهکی و آذرین هستند، به همین دلیل به وسیله واریزه پوشیده شده و در نقشه‌های کوچک‌مقیاس به سختی قابل ثبت است. با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، سازندهای تبخیری قابل تفکیک خواهند بود. نحوه شناسایی نمک و گچ در داده‌های

ماهواره‌ای استر به این ترتیب است که حین آشکارسازی داده‌ها با ترکیب باندهای ۴، ۵ و ۶ در محیط RGB گچ به رنگ صورتی و نمک به رنگ آبی دیده می‌شود. در پردازش تصاویر ماهواره‌ای ETM استفاده از ترکیب باندهای ۷، ۴ و ۲ در محیط RGB به تفکیک گچ از نمک کمک می‌کند، به نحوی که رنگ آبی فیروزه‌ای نشانگر گچ و رنگ سفید نشان دهنده وجود نمک است.

### ۳-۴- معیارها و راهنماهای ساختاری

از آنجایی که نمک با ذخیره زیاد حداقل تحت تاثیر دو نیرو قرار دارد که شامل نیروهای تکتونیکی و حرکات دیپیری نمک است، با مطالعات زمین‌ساخت می‌توان برنامه‌ریزی اصولی در امر اکتشاف و نحوه بهره‌برداری را انجام داد. ذخایر نمک در ایران به طور کلی شامل نمک‌های دیپیری، نمک لایه، کفه‌های نمکی و نمک آبی هستند که در مورد هر یک بحث شد. مطالعات زمین‌ساخت عمدتاً مربوط به ذخایر نمک لایه‌ای و نمک‌های دیپیری است.

### ۳-۵- معیارها و راهنماهای ژئوشیمیایی

در مرحله شناسایی ذخایر گچ و نمک از بررسی‌های ژئوشیمیایی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ می‌توان به عنوان اطلاعات پایه استفاده کرد. از معیارهای ژئوشیمیایی در اکتشافات گچ و نمک کمتر استفاده می‌شود.

### ۳-۶- معیارها و راهنماهای ژئوفیزیکی

مطالعات ژئوفیزیکی در اکتشاف ذخایر گچ و نمک کاربرد گسترده‌ای ندارد. در مرحله شناسایی و پی‌جویی به ویژه برای یافتن گنبد‌های نمکی پنهان و تعیین گسترش جانبی آن، مطالعات ژئوفیزیک هوایی استفاده می‌شود. در مراحل اکتشاف عمومی و تفصیلی، برای اکتشاف ذخایر گچ از مطالعات ژئوفیزیک زمینی (به روش گرانی‌سنجی) و برای اکتشاف ذخایر نمک از مطالعات ژئوفیزیک زمینی به روش‌های مغناطیس‌سنجی، گرانی‌سنجی، لرزه‌ای و مقاومت الکتریکی استفاده می‌شود. لایه‌های ژیبس به دلیل احتمال داشتن حجم بالایی از آب بین بلوری، پاسخ بالایی به روش چاه‌پیمایی نوترونی می‌دهد. با استفاده از روش‌های ژئوفیزیک هوایی گنبد‌های نمکی عمیق، نیمه‌عمیق و پنهان شناسایی می‌شوند.

### ۳-۷- معیارهای حفاری

گنبد‌های گچی اغلب بر روی گنبد‌های نمکی قرار دارند و اغلب گمانه‌های اکتشافی حفر شده بر روی آن‌ها نه به دلیل اکتشاف سنگ گچ بلکه به واسطه وجود ذخایر با ارزشی که همراه با گنبد‌های گچی و نمکی بالا آمده‌اند، انجام می‌گیرد. از روش‌های متداول حفاری اکتشافی در ذخایر گچ و نمک می‌توان به دو روش پودری (ارابه چالزنی) و مغزه‌گیری اشاره کرد. حفاری پودری کاربرد زیادی در اکتشاف گچ و نمک دارد. در جایی که پی‌جویی ماده معدنی در اعماق زیاد و یا گسترش ماده معدنی با ضخامت اندک مورد توجه نباشد، می‌توان از ارابه چالزنی برای اکتشاف استفاده کرد. از مزیت‌های این روش سرعت بالا، سهولت و هزینه پایین است.

اما حفاری مغزه‌گیری در گنبد‌های نمکی مشکلات خاص خود را دارد. اغلب گمانه‌های اکتشافی با روش مغزه‌گیری در گنبد‌های نمکی نه به دلیل اکتشاف سنگ گچ بلکه به واسطه وجود کانسارهای با ارزشی که همراه گنبد‌های نمکی بالا آمده است، انجام می‌گیرد. در کشورهایی که ذخایر محدودی از گچ دارند، بعضاً استخراج به صورت زیرزمینی انجام می‌شود، به همین دلیل بررسی در اعماق بیشتر توجه اقتصادی خواهد داشت. بدین منظور از روش‌های حفاری اکتشافی مغزه‌گیری استفاده می‌شود. بر خلاف روش‌های پودری که به صورت خشک انجام می‌شود، در روش حفاری مغزه‌گیری برای سهولت پیشروی، جلوگیری از گرم شدن سرمته و نظایر آن از گل حفاری با افزودنی‌های مخصوص استفاده می‌شود. حفاری در گنبد‌های نمکی مشکلات خاص خود را دارد. از آنجایی که نمک در آب که پایه اصلی انواع گل‌های حفاری است، به راحتی حل می‌شود، بنابراین باید گل حفاری از نمک اشباع باشد تا انحلال نمک به وسیله گل حفاری به پایین‌ترین حد برسد تا بازیابی مغزه مناسب باشد.



# فصل ۴

---

---

## فهرست خدمات مرحله شناسایی





#### ۴-۱- آشنایی

هدف از مرحله شناسایی بررسی عمومی اکتشافی در یک ناحیه برای آثاریابی و تعیین مناطق امیدبخش بر اساس اطلاعات پایه موجود و مشخص کردن نواحی مستعد پتانسیل معدنی برای مرحله پی‌جویی است. مطالعات این مرحله عمدتاً به صورت دفتری است و بازدیدهای صحرائی برای کنترل زمینی انجام می‌شود.

#### ۴-۲- طراحی و برنامه‌ریزی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- جمع‌آوری، تهیه اطلاعات و نقشه‌های زمین‌شناسی، تکتونیکی، پتانسیل‌های معدنی و تصاویر ماهواره‌ای موجود
- ب- بررسی نوع کانسارهای محتمل در منطقه، تعیین تیپ‌های احتمالی کانی‌سازی و کارهای تحقیقاتی انجام گرفته
- پ- تعیین مدل زایشی
- ت- برنامه زمان‌بندی متناسب با پیش‌بینی حجم عملیات و هزینه

#### ۴-۳- بررسی و مطالعات دفتری

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- مطالعه کلیه داده‌ها، گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی
- ب- بررسی نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی، تکتونیکی و نتایج پردازش تصاویر ماهواره‌ای (در صورت وجود)
- پ- استفاده از پایگاه داده‌های اطلاعاتی (در صورت وجود)
- ت- تهیه نقشه‌های موضوعی بر اساس نقشه‌های موجود و پراکندگی ذخایر گچ بر حسب نیاز

#### ۴-۴- عملیات صحرائی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- انتخاب مسیرهای پیمایش و بازدید
- ب- بازدید مقدماتی از سازندهای گچ‌دار و مشخص کردن افق‌های گچ‌دارای تداوم در منطقه
- پ- انجام پیمایش‌های صحرائی و پیاده کردن مسیرهای پیمایش بر روی نقشه‌های پایه
- ت- تهیه کروکی و نیمرخ‌های شماتیک از اندیس‌های معدنی
- ث- برداشت نمونه به صورت محدود و ثبت موقعیت نمونه‌ها به کمک GPS و پیاده کردن آن بر روی نقشه و انجام تجزیه‌های کانی‌شناسی به روش XRD و شیمیایی به روش XRF

#### ۴-۵- تلفیق و پردازش داده‌ها

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- تلفیق نتایج مطالعات دفتری، کارهای انجام شده قبلی و بازدیدهای صحرایی
- ب- بررسی و تعبیر و تفسیر نتایج مطالعات کانی‌شناسی و شیمیایی نمونه‌های برداشت شده
- پ- تعیین مناطق امیدبخش و اولویت‌بندی آن‌ها با توجه به نتایج مطالعات انجام شده
- ت- بررسی‌های عمومی مناطق از نظر راه‌های دسترسی، وضعیت توپوگرافی، شرایط آب و هوایی، اجتماعی و زیست‌محیطی
- ث- ارزیابی برنامه پی‌جویی و برآورد هزینه‌ها در مناطق امیدبخش

#### ۴-۶- تهیه گزارش

گزارش مرحله شناسایی شامل موارد زیر است.

##### ۴-۶-۱- چکیده

- خلاصه کارهای انجام شده
- دستاوردهای اکتشافی
- دورنمایی از ویژگی‌های اقتصادی اولیه طرح اکتشافی
- ویژگی‌های زمین‌شناسی اقتصادی و کانی‌شناسی محدوده‌های پیشنهادی
- ذخیره محاسبه شده در رده ۳۳۴ بر اساس نشریه شماره ۳۷۹ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی"

##### ۴-۶-۲- مقدمه

- اهداف، کارهای انجام شده قبلی و نظایر آن‌ها

##### ۴-۶-۳- فهرست

- فهرست مطالب
- فهرست شکل‌ها
- فهرست جدول‌ها
- فهرست نمادها

##### ۴-۶-۴- اطلاعات کلی منطقه

- الف- موقعیت جغرافیایی
- ب- وضعیت آب و هوایی

- پ- راه‌های دسترسی و امکانات زیربنایی برای اجرای عملیات اکتشافی
- ت- زمین‌ریخت‌شناسی ناحیه مورد مطالعه
- ث- کارهای انجام شده قبلی (شامل کلیه گزارش‌ها و نقشه‌های زمین‌شناسی و اکتشافی که تا زمان بررسی درباره این ناحیه موجود است).

#### ۴-۶-۵- زمین‌شناسی و متالوژنی

- الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای
- ب- زمین‌شناسی محدوده (محدوده‌های) مورد بررسی
- پ- بررسی تکتونیک و زمین‌ساخت
- ت- زمین‌شناسی اقتصادی (نوع کانی‌سازی، سنگ میزبان و کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی)

#### ۴-۶-۶- مطالعات دورسنجی

- الف- نوع داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده و کاربرد آن‌ها
- ب- تصحیحات هندسی و رادیومتری
- پ- روش‌های آشکارسازی
- ت- پردازش داده‌ها برای تعیین واحدهای سنگی مرتبط با کانی‌سازی
- ث- پردازش داده‌ها برای تعیین ساختارهای کنترل‌کننده کانی‌سازی
- ج- تهیه و تفسیر نقشه‌های ساختاری، واحدهای سنگی (لیتولوژیکی)

#### ۴-۶-۷- مطالعات ژئوشیمیایی

- الف- طراحی شبکه نمونه‌برداری ژئوشیمیایی
- ب- عملیات صحرائی و برداشت نمونه‌ها
- پ- آماده‌سازی، روش تجزیه و نتایج آن
- ت- تعیین دقت نتایج تجزیه نمونه‌ها
- ث- مطالعات آماری پایه
- ج- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی
- چ- تهیه نقشه‌های ژئوشیمیایی به همراه تعبیر و تفسیر آنومالی ژئوشیمیایی و معرفی محدوده‌های امیدبخش
- ح- تعیین اولویت‌ها برای مطالعات مرحله بعد

#### ۴-۶-۸- مطالعات ژئوفیزیکی هوابردی

- الف- نوع داده‌های ژئوفیزیکی مورد استفاده

- ب- ویژگی‌های داده‌های ژئوفیزیکی
- پ- تصحیحات لازم
- ت- پردازش داده‌ها و تهیه نقشه‌های ژئوفیزیکی
- ث- ارایه تجزیه و تحلیل اکتشافی، تعیین محدوده‌های امیدبخش ژئوفیزیکی و تعیین اولویت‌ها برای مطالعات مرحله بعد

#### ۴-۶-۹- مطالعات تلفیقی

- الف- ایجاد بانک اطلاعاتی (توصیفی و مکانی)
- ب- مدل تلفیقی بهینه (شاخص همپوشانی، اوزان شاهد، منطق فازی یا شبکه عصبی)
- پ- تعیین انواع لایه‌های اطلاعاتی شاهد کانی‌سازی ناحیه‌ای در سیستم GIS
- ت- اولویت‌بندی لایه‌های اطلاعاتی و وزن دادن به آن‌ها
- ث- تهیه نقشه‌های تلفیقی و تعیین محدوده‌های امیدبخش
- ج- تفسیر محدوده‌های امیدبخش و اولویت‌بندی آن‌ها

#### ۴-۶-۱۰- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- الف- بازدید صحرایی، تهیه کروکی و نمونه‌برداری از محدوده‌های امیدبخش
- ب- انجام مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی بر روی نمونه‌ها
- پ- معرفی محدوده یا محدوده‌های امیدبخش
- ت- برآورد منبع در رده ۳۳۴
- ث- تعیین معیارهای تصمیم‌گیری (ادامه یا توقف)
- ج- ارایه برنامه پی‌جویی

#### ۴-۶-۱۱- منابع مورد استفاده

- فارسی
- غیرفارسی

#### ۴-۶-۱۲- پیوست‌ها

- نقشه‌های زمین‌شناسی و موضوعی ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰۰
- نقشه نیمرخ‌های پیمایش سطحی با مقیاس ۱:۵۰۰۰
- نتایج مطالعات کانی‌شناسی و شیمیایی (با سربرگ آزمایشگاه معتبر)
- چک‌لیست مرحله شناسایی در جدول ۴-۱ ارایه شده است.

جدول ۴-۱- چک لیست مرحله شناسایی

شرح مرحله	عملیات	تایید	بازنگری
طراحی و برنامه ریزی	الف- جمع آوری و تهیه اطلاعات و نقشه های زمین شناسی، تکتونیکی، پتانسیل های معدنی و تصاویر ماهواره ای موجود ب- بررسی نوع کانسارهای محتمل در منطقه، تعیین تیپ های احتمالی کانی سازی و کارهای تحقیقاتی انجام گرفته پ- تعیین مدل زایشی ت- برنامه زمان بندی متناسب با پیش بینی حجم عملیات و هزینه		
بررسی و مطالعات دفتری	الف- مطالعه کلیه داده ها، گزارش ها و کارهای انجام شده قبلی ب- بررسی نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی، ژئوفیزیکی، تکتونیکی و نتایج پردازش تصاویر ماهواره ای (در صورت وجود) پ- استفاده از پایگاه داده های اطلاعاتی (در صورت وجود) ت- تهیه نقشه های موضوعی بر اساس نقشه های موجود و پراکندگی ذخایر گچ بر حسب نیاز		
عملیات صحرائی	الف- انتخاب مسیرهای پیمایش و بازدید ب- بازدید مقدماتی از سازندهای گچ دار و مشخص کردن افق های گچ دارای تداوم در منطقه پ- انجام پیمایش های صحرائی و پیاده کردن مسیرهای پیمایش بر روی نقشه های پایه ت- تهیه کروکی و نیمرخ های شماتیک از اندیس های معدنی ث- برداشت نمونه به صورت محدود و ثبت موقعیت نمونه ها به کمک GPS و پیاده کردن آن بر روی نقشه و انجام تجزیه های کانی شناسی به روش XRD و شیمیایی به روش XRF		
تلفیق و پردازش داده ها	الف- تلفیق نتایج مطالعات دفتری، کارهای انجام شده قبلی و بازدیدهای صحرائی ب- بررسی و تعبیر و تفسیر نتایج مطالعات کانی شناسی و شیمیایی نمونه های برداشت شده پ- تعیین مناطق امیدبخش و اولویت بندی آن ها با توجه به نتایج مطالعات انجام شده ت- بررسی های عمومی مناطق از نظر راه های دسترسی، وضعیت توپوگرافی، شرایط آب و هوایی، اجتماعی و زیست محیطی ث- ارایه برنامه پی جویی و برآورد هزینه ها در مناطق امیدبخش		
تهیه گزارش	الف- چکیده ب- مقدمه پ- فهرست ت- اطلاعات کلی منطقه ث- زمین شناسی و متالوژنی ج- مطالعات دورسنجی چ- مطالعات ژئوشیمیایی ح- مطالعات ژئوفیزیکی هوابردی خ- مطالعات تلفیقی		

## ادامه جدول ۴-۱ - چک لیست مرحله شناسایی

بازنگری	تایید	عملیات	شرح مرحله
		د- نتیجه گیری و پیشنهادات ذ- منابع مورد استفاده ر- پیوستها	تهیه گزارش

# فصل ۵

---

---

## فهرست خدمات مرحله پی جویی





### ۱-۵- آشنایی

هدف از مرحله پی‌جویی، بررسی مناطق امیدبخش برای تعیین محدوده‌های اکتشافی است. در این مرحله از معیارهای زمین‌شناسی به همراه عملیات صحرایی و انجام حفاریات اکتشافی سطحی و کم‌عمق استفاده می‌شود و کلیه اطلاعات مورد نیاز برای طراحی مفهومی ارایه می‌شود.

در این مرحله عملیات اکتشافی در چند بخش باید انجام شود که شامل طراحی و برنامه‌ریزی، بررسی و مطالعات دفتری، عملیات صحرایی، تلفیق و پردازش داده‌ها و تهیه گزارش نهایی مرحله پی‌جویی است. فهرست خدمات مرحله پی‌جویی به تفکیک هر بخش در ادامه ارایه می‌شود.

### ۲-۵- طراحی و برنامه‌ریزی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- جمع‌آوری و مطالعه کلیه گزارش‌های موجود از جمله گزارش مرحله شناسایی
- ب- بررسی نوع ذخیره محتمل در منطقه و مشخص کردن برنامه پی‌جویی
- پ- تهیه نقشه‌های پایه مورد نیاز و تصاویر ماهواره‌ای

### ۳-۵- بررسی و مطالعات دفتری

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- مطالعه کلیه گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی و ارزیابی آن‌ها
- ب- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و توپوگرافی در محدوده مورد نظر
- پ- تهیه نقشه‌های موضوعی بر اساس نقشه‌های موجود و پراکندگی ذخایر و معادن
- ت- انجام مطالعات دورسنجی در صورت نیاز
- ث- تعیین محدوده‌هایی که باید عملیات پی‌جویی و تهیه نقشه در آن‌ها انجام شود.
- ج- تهیه نقشه‌های پایه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای سایر مطالعات

### ۴-۵- عملیات صحرایی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- انجام مطالعات صحرایی و برداشت‌های زمینی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای تهیه نقشه زمین‌شناسی به همراه نقاط نمونه‌برداری و مختصات هر یک با دستگاه GPS
- ب- تهیه نیمرخ‌های زمین‌شناسی به فواصل ۲۵۰ تا ۵۰۰ متر از زون‌های معدنی و پیش‌بینی رفتار ماده معدنی در عمق
- پ- شناسایی زون‌های معدنی، شیب و امتداد آن‌ها و عملکرد پدیده‌های ساختاری، تعیین کمرباطین و کمربالا

- ت- تعیین محل‌های حفریات اکتشافی سطحی (ترانشه و چاهک) و پیاده کردن آن‌ها بر روی زمین
- ث- حفر ترانشه و چاهک
- ج- برداشت ترانشه‌ها (دیواره و کف) و چاهک به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰
- چ- نمونه‌برداری از رخنمون‌های سطحی و حفریات اکتشافی بر اساس نظر کارشناس خیره
- ح- مطالعات کانی‌شناسی و شیمیایی
- خ- انجام آزمایش‌های فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی

## ۵-۵- تلفیق و پردازش داده‌ها

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- تلفیق نتایج مطالعات سطحی (نقشه و نیمرخ) با نتایج حفریات اکتشافی سطحی
- ب- تعیین محدوده زون یا زون‌های اکتشافی و عوامل کنترل‌کننده کانی‌سازی مانند لیتولوژی ساختارها و نظایر آن
- پ- ارزیابی منبع معدنی
- ت- تعیین مناطق دارای اولویت اکتشافی بر اساس اطلاعات به دست آمده
- ث- بررسی‌های عمومی مناطق دارای اولویت اکتشافی از نظر راه‌های دسترسی، وضعیت توپوگرافی، شرایط آب و هوایی، شرایط اجتماعی و زیست‌محیطی
- ج- ارزیابی برنامه اکتشاف عمومی و تعیین زیرساخت‌های مورد نیاز به همراه برآورد هزینه‌های مرحله اکتشاف عمومی

## ۵-۶- تهیه گزارش

### ۵-۶-۱- چکیده

چکیده باید شامل اهداف، خلاصه‌ای از ویژگی‌های جغرافیایی و ریخت‌شناسی، زمین‌شناسی و بررسی‌های اکتشافی انجام شده به همراه دستاوردها و پیشنهادات فعالیت‌های بعدی باشد.

### ۵-۶-۲- مقدمه

شامل هدف از انجام پروژه، چگونگی انجام عملیات اکتشاف، کارهای انجام شده قبلی و نظایر آن

### ۵-۶-۳- فهرست‌ها

- الف- فهرست مطالب
- ب- فهرست شکل‌ها
- پ- فهرست جدول‌ها
- ت- فهرست نمادها

## ۵-۶-۴- خلاصه مبانی و مستندات پروژه برگرفته از مرحله شناسایی

### ۵-۶-۵- اطلاعات کلی منطقه

- الف- موقعیت جغرافیایی و ریخت‌شناسی
- ب- وضعیت آب و هوایی
- پ- راه‌های دسترسی و وضعیت آن‌ها
- ت- وضعیت اجتماعی

### ۵-۶-۶- زمین‌شناسی

- الف- زمین‌شناسی عمومی شامل زمین‌شناسی، زمین‌ریخت‌شناسی، چینه‌شناسی، ماگماتیسم و تکتونیک
- ب- زمین‌شناسی محدوده مورد بررسی شامل زمین‌شناسی واحدهای دارای پتانسیل و وضعیت هندسی و گسترش آن‌ها، زمین‌شناسی ساختمانی، کانی‌شناسی، دگرسانی و نوع و کنترل‌کننده‌های کانی‌سازی، تعیین گسترش و پیوستگی زون معدنی

### ۵-۶-۷- تهیه نقشه توپوگرافی- زمین‌شناسی

### ۵-۶-۸- مطالعات ژئوشیمیایی

- الف- طراحی شبکه نمونه‌برداری و روش نمونه‌برداری ژئوشیمی و کانی سنگین
- ب- روش آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌های ژئوشیمیایی و مطالعه نمونه‌های کانی سنگین
- پ- کنترل کیفیت نتایج تجزیه شیمیایی (دقت و صحت)
- ت- مطالعات آماری پایه
- ث- پردازش داده‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین
- ج- تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی (تک عنصری و هاله‌های مرکب) و کانی سنگین
- چ- تعبیر و تفسیر آنومالی‌ها، تعیین مناطق امیدبخش و اولویت‌بندی آن‌ها

### ۵-۶-۹- مطالعات ژئوفیزیکی

- الف- نوع عملیات انتخابی و اهداف آن
- ب- الگو (آرایه) و روش برداشت
- پ- تصحیحات
- ت- پردازش داده‌ها، تهیه نیمرخ‌ها و نقشه‌های آنومالی ژئوفیزیکی
- ث- تفسیر آنومالی‌ها و مشخص کردن گسترش عمقی کانی‌سازی
- ج- مشخص کردن گسترش سه‌بعدی کانی‌سازی

**۵-۶-۱۰- حفریات اکتشافی و نمونه برداری**

- الف- نوع حفریات (ترانشه، چاهک و گمانه)
- ب- چگونگی حفر، برداشت زمین شناسی و نمونه برداری از حفریات
- پ- تهیه نیمرخ و نمودار حفریات

**۵-۶-۱۱- استعداد کانی سازی**

- الف- قابلیت کانی سازی، تغییرات کیفیت و ضخامت، گسترش سطحی و عمقی
- ب- ارزیابی شکلی و محتوایی و تفکیک آثار و زون های کانی سازی

**۵-۶-۱۲- مشخصات کانی شناسی، ژئوشیمیایی و تکنولوژیکی ماده معدنی**

- الف- روش نمونه برداری و تعداد نمونه ها
- ب- نتایج تجزیه های ژئوشیمیایی
- پ- نتایج مطالعات کانی شناسی
- ت- بررسی کیفیت و نوع کانسنگ
- ث- مطالعات کانه آرای در مقیاس آزمایشگاهی
- ج- نتایج مطالعات آزمون تکنولوژیکی

**۵-۶-۱۳- ارزیابی ذخیره**

- الف- تعیین رفتار و تغییرات کیفیت
- ب- ارزیابی کیفیت ماده معدنی و تعیین منبع در رده ۳۳۳ و نوع کانی سازی قابل انتظار و چگونگی گسترش آن
- پ- اولویت بندی اکتشافی زون های کانی سازی

**۵-۶-۱۴- مطالعات فرصت سنجی**

- برآورد هزینه های سرمایه ای و تولیدی

**۵-۶-۱۵- مطالعات زیست محیطی**

- در این مطالعات باید برآورد اولیه ای از نظر محیط زیست و اثرات زیست محیطی معدنکاری منطقه انجام گیرد.

**۵-۶-۱۶- مطالعات تلفیقی**

- الف- ایجاد بانک اطلاعاتی
- ب- پردازش داده های زمین شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفریات اکتشافی
- پ- تلفیق داده ها در سیستم GIS، معرفی و تفسیر محدوده یا محدوده های کانی سازی

## ۵-۶-۱۷- نتیجه گیری و ارایه برنامه مرحله اکتشاف عمومی

- الف- نتایج به دست آمده، ارزیابی اهداف مورد آزمون، تفکیک و اولویت بندی یافته‌های مناسب برای مرحله اکتشاف عمومی
- ب- تعیین مدل زایشی احتمالی و وضعیت ماده معدنی
- پ- تعیین معیارهای تصمیم‌گیری برای توقف یا ادامه عملیات اکتشافی
- ت- نتیجه‌گیری و ارایه پیشنهادات برای ادامه عملیات اکتشافی

## ۵-۶-۱۸- فهرست منابع

- فارسی
- غیرفارسی

## ۵-۶-۱۹- پیوست‌ها

- الف- نتایج تجزیه نمونه‌ها (با سربرگ آزمایشگاه)
- ب- نتایج مطالعات کانی‌سنگین، کانی‌شناسی، پتروگرافی و فسیل‌شناسی
- پ- نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی
- ت- شبکه عملیات اکتشافی
- ث- نقشه موقعیت حفاریات اکتشافی و نمونه‌برداری
- چک‌لیست مرحله پی جویی در جدول ۵-۱ ارایه شده است.

## جدول ۵-۱- چک‌لیست مرحله پی جویی

شرح مرحله	عملیات	تایید	بازنگری
طراحی و برنامه‌ریزی	الف- جمع‌آوری و مطالعه کلیه گزارش‌های موجود از جمله گزارش مرحله شناسایی ب- بررسی نوع ذخیره محتمل در منطقه و مشخص کردن برنامه پی جویی پ- تهیه نقشه‌های پایه مورد نیاز و تصاویر ماهواره‌ای		
بررسی و مطالعات دفتری	الف- مطالعه کلیه گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی و ارزیابی آن‌ها ب- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و توپوگرافی در محدوده مورد نظر پ- تهیه نقشه‌های موضوعی بر اساس نقشه‌های موجود و پراکندگی ذخایر و معادن ت- انجام مطالعات دورسنجی در صورت نیاز ث- تعیین محدوده‌هایی که باید عملیات پی جویی و تهیه نقشه در آن‌ها انجام شود. ج- تهیه نقشه‌های پایه در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای سایر مطالعات		
عملیات صحرائی	الف- انجام مطالعات صحرائی و برداشت‌های زمینی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای تهیه نقشه زمین‌شناسی به همراه نقاط نمونه‌برداری و مختصات هر یک با دستگاه GPS ب- تهیه نیمرخ‌های زمین‌شناسی به فواصل ۲۵۰ تا ۵۰۰ متر از زون‌های معدنی و پیش‌بینی رفتار ماده معدنی در عمق		

## ادامه جدول ۵-۱- چک لیست مرحله پی جویی

شرح مرحله	عملیات	تایید	بازنگری
عملیات صحرایی	<p>پ- شناسایی زون‌های معدنی، شیب و امتداد آن‌ها و عملکرد پدیده‌های ساختاری، تعیین کمرباطین و کمرباطا</p> <p>ت- تعیین محل‌های حفریات اکتشافی سطحی (ترانشه و چاهک) و پیاده کردن آن‌ها بر روی زمین</p> <p>ث- حفر ترانشه و چاهک</p> <p>ج- برداشت ترانشه‌ها (دیواره و کف) و چاهک به مقیاس ۱:۱۰۰ تا ۱:۲۰۰</p> <p>چ- نمونه‌برداری از رخنمون‌های سطحی و حفریات اکتشافی بر اساس نظر کارشناس خبره</p> <p>ح- مطالعات کانی‌شناسی و شیمیایی</p> <p>خ- انجام آزمایش‌های فرآوری در مقیاس آزمایشگاهی</p>		
تلفیق و پردازش داده‌ها	<p>الف- تلفیق نتایج مطالعات سطحی (نقشه و نیمرخ) با نتایج حفریات اکتشافی سطحی</p> <p>ب- تعیین محدوده زون یا زون‌های اکتشافی و عوامل کنترل‌کننده کانی‌سازی مانند لیتولوژی ساختارها و نظایر آن</p> <p>پ- ارزیابی منبع معدنی</p> <p>ت- تعیین مناطق دارای اولویت اکتشافی بر اساس اطلاعات به دست آمده</p> <p>ث- بررسی‌های عمومی مناطق دارای اولویت اکتشافی از نظر راه‌های دسترسی، وضعیت توپوگرافی، شرایط آب و هوایی، شرایط اجتماعی و زیست‌محیطی</p> <p>ج- ارایه برنامه اکتشاف عمومی و تعیین زیرساخت‌های مورد نیاز به همراه برآورد هزینه‌های مرحله اکتشاف عمومی</p>		
تهیه گزارش	<p>الف- چکیده</p> <p>ب- مقدمه</p> <p>پ- فهرست‌ها</p> <p>ت- خلاصه مبانی و مستندات پروژه برگرفته از مرحله شناسایی</p> <p>ث- اطلاعات کلی منطقه</p> <p>ج- زمین‌شناسی</p> <p>چ- تهیه نقشه توپوگرافی - زمین‌شناسی</p> <p>ح- مطالعات ژئوشیمیایی</p> <p>خ- مطالعات ژئوفیزیکی</p> <p>د- حفریات اکتشافی و نمونه‌برداری</p> <p>ذ- استعداد کانی‌سازی</p> <p>ر- مشخصات کانی‌شناسی، ژئوشیمیایی و تکنولوژیکی ماده معدنی</p> <p>ز- ارزیابی ذخیره</p> <p>ژ- مطالعات فرصت‌سنجی</p> <p>س- مطالعات زیست‌محیطی</p>		

## ادامه جدول ۵-۱- چک لیست مرحله پی جویی

شرح مرحله	عملیات	تایید	بازنگری
تهیه گزارش	ش- مطالعات تلفیقی ص- نتیجه گیری و ارائه برنامه مرحله اکتشاف عمومی ض- فهرست منابع		
پیوست ها	الف- نتایج تجزیه نمونه ها (با سربرگ آزمایشگاه) ب- نتایج مطالعات کانی سنگین، کانی شناسی، پتروگرافی و فسیل شناسی پ- نقشه های توپوگرافی، زمین شناسی، ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی ت- شبکه عملیات اکتشافی ث- نقشه موقعیت حفریات اکتشافی و نمونه برداری		





# فصل ٦

---

---

فهرست خدمات مرحله اکتشاف عمومی



## ۶-۱- آشنایی

هدف از مرحله اکتشاف عمومی بررسی سیستماتیک در محدوده معدنی برای تعیین حدود کانسار است. در این مرحله باید محدوده دقیق کانسار مشخص و وضعیت ماده معدنی در عمق و پیوستگی آن تعیین شود. در پایان این مرحله کلیه اطلاعات مورد نیاز برای طراحی پایه باید ارائه شود.

## ۶-۲- طراحی و برنامه‌ریزی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

الف- جمع‌آوری، مطالعه و ارزیابی گزارش‌های موجود از جمله گزارش‌های مرحله شناسایی و پی‌جویی  
ب- بررسی نوع، نحوه کانی‌سازی و برنامه‌ریزی برای پی بردن به گسترش سطحی و عمقی، پیوستگی ماده معدنی و هندسه کانسار

پ- تعیین زیرساخت‌های مورد نیاز برای انجام عملیات اکتشافی

ت- برآورد زمان و هزینه

## ۶-۳- بررسی و مطالعات دفتری

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

الف- ارزیابی کارهای انجام شده قبلی از جمله مراحل شناسایی و پی‌جویی

ب- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و نیمرخ‌های تهیه شده در مراحل قبلی

پ- تعیین محدوده‌هایی که باید در آن‌ها نقشه زمین‌شناسی اکتشافی بزرگ‌مقیاس تهیه شود.

ت- طراحی شبکه اکتشاف عمومی، برآورد حجم عملیات و هزینه آن

ث- تعیین تعداد نمونه‌های مورد نیاز از رخنمون‌ها و حفاریات اکتشافی بر اساس نظر کارشناس خبره

ج- تعیین تعداد و انواع تجزیه‌های مورد نظر

چ- تعیین آزمون‌های تکنولوژیکی مورد نیاز

## ۶-۴- عملیات صحرائی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

الف- تهیه نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ به روش برداشت زمینی

ب- تهیه نیمرخ‌های اکتشافی حداقل به فواصل ۱۰۰ متر و پیش‌بینی وضعیت احتمالی ماده معدنی در عمق

پ- پیاده کردن موقعیت حفاریات اکتشافی سطحی (ترانشه، چاهک و گمانه)

ت- حفر ترانشه و چاهک با شبکه ۱۰۰ متر و کمتر از آن

- ث- برداشت ترانسه (دیواره و کف) و چاهک با مقیاس ۱:۱۰۰ و برداشت نمونه بر اساس نظر کارشناس خبره
- ج- برداشت‌های ژئوفیزیکی زمینی (در صورت نیاز)
- چ- تلفیق نتایج برداشت‌های سطحی و حفاریات اکتشافی برای تعیین و تصحیح موقعیت حفر گمانه
- ح- حفر گمانه با شبکه ۱۰۰ متر
- خ- تهیه نمودار حفاری و برداشت نمونه
- د- برداشت نمونه معرف برای انجام آزمایش‌های فرآوری در مقیاس پایه

## ۵-۶- مطالعات آزمایشگاهی

- الف- انجام مطالعات میکروسکوپی برای تعیین واحدهای سنگی، سنگ میزبان و ماده معدنی
- ب- مطالعات کانی‌شناسی کاربردی شامل روش‌های پراش اشعه X، میکروسکوپ الکترونی و تجزیه حرارتی (DTA/TGA)
- پ- تجزیه شیمیایی عناصر به روش XRF و یا شیمی تر
- ت- انجام آزمون‌های تکنولوژیکی بر اساس استانداردها
- ث- انجام مطالعات فرآوری

## ۶-۶- گزارش نهایی مرحله اکتشاف عمومی

گزارش مرحله شناسایی شامل موارد زیر است.

### ۱-۶-۶- چکیده

چکیده باید شامل خلاصه‌ای از کلیه بررسی‌ها و عملیات اکتشافی انجام شده تا پایان مرحله اکتشاف عمومی و دستاوردهای آن باشد.

### ۲-۶-۶- فهرست‌ها

- الف- فهرست مطالب
- ب- فهرست شکل‌ها
- پ- فهرست جدول‌ها
- ت- فهرست نمادها

### ۳-۶-۶- مقدمه

مقدمه باید شامل تعریف، هدف، سوابق پروژه، روش‌شناسی، انجام بررسی‌های اکتشافی و نتایج آزمایش‌ها باشد.

**۶-۶-۴ - مشخصات عمومی منطقه**

شامل موقعیت جغرافیایی، راه‌های دسترسی، وضعیت آب و هوایی، توزیع و پراکندگی جمعیتی، زمین‌ریخت‌شناسی و زیرساخت‌های اکتشافی

**۶-۶-۵ - زمین‌شناسی محدوده معدنی**

- الف - زمین‌شناسی ناحیه‌ای
- ب - زمین‌شناسی محدوده معدنی
- پ - تکتونیک و زمین‌ساخت
- ت - تیپ و مدل زایشی کانی‌سازی و عوامل کنترل‌کننده کانی‌سازی

**۶-۶-۶ - تهیه نقشه توپوگرافی - زمین‌شناسی**

- الف - تهیه نقشه توپوگرافی با مقیاس مناسب (۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰)
- ب - تهیه نقشه زمین‌شناسی - اکتشافی با مقیاس مناسب (۱:۱۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰)

**۶-۶-۷ - مطالعات ژئوشیمیایی**

- الف - طراحی شبکه و روش نمونه‌برداری
- ب - روش آماده‌سازی و تجزیه شیمیایی نمونه‌ها
- پ - خطاگیری و تعیین دقت نتایج تجزیه نمونه‌ها
- ت - مطالعات آماری پایه
- ث - پردازش داده‌های ژئوشیمیایی
- ج - تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوشیمیایی
- چ - تهیه نقشه زون‌بندی کانی‌سازی
- ح - تعبیر و تفسیر نقشه‌های آنومالی‌های ژئوشیمیایی

**۶-۶-۸ - مطالعات ژئوفیزیکی**

- الف - نوع عملیات ژئوفیزیکی و اهداف آن
- ب - طراحی شبکه و روش برداشت
- پ - انجام تصحیحات مورد نیاز
- ت - پردازش داده‌ها، تهیه نقشه‌های آنومالی ژئوفیزیکی
- ث - تفسیر آنومالی‌های ژئوفیزیکی و تعیین و اولویت‌بندی حفاری اکتشافی
- ج - مدلسازی پیکره معدنی

**۶-۶-۹- حفريات اکتشافی و نمونه برداری ها**

- الف- نوع و مشخصات حفريات (ترانشه، چاهک و گمانه)
- ب- روش طراحی و برداشت نمونه
- پ- تهیه نمودار حفاری، نیمرخ و ستون چینه‌شناسی
- ت- تعیین کیفیت و تغییرات آن در حفريات اکتشافی

**۶-۶-۱۰- ویژگی‌های زون معدنی**

- الف- شکل، ابعاد و موقعیت کانی‌سازی
- ب- کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی عناصر
- پ- وضعیت کیفیت ماده معدنی

**۶-۶-۱۱- تخمین ذخیره**

- الف- تعیین عیار حد و مدل توزیع عیار
- ب- بلوک‌بندی
- پ- تخمین ذخایر، منابع و رده‌بندی ذخیره

**۶-۶-۱۲- نتایج مطالعات مهندسی و ژئوتکنیکی**

- الف- آب‌شناسی، آب‌زمین‌شناسی و ویژگی‌های آبخوان‌ها
- ب- لرزه‌خیزی و مخاطرات طبیعی
- پ- مطالعات ژئوتکنیکی

**۶-۶-۱۳- نتایج مطالعات فرآوری**

- الف- در مقیاس آزمایشگاهی
- ب- در مقیاس پایه

**۶-۶-۱۴- نتایج مطالعات زیرساخت‌ها**

- الف- فرهنگی
- ب- اجتماعی
- پ- سیاسی
- ت- اقتصادی

**۶-۶-۱۵ - نتایج مطالعات اقتصادی**

مطالعات اقتصادی، متناسب با دقت مورد نیاز مرحله اکتشاف عمومی بر اساس نشریه شماره ۵۵۸ سازمان برنامه و بودجه کشور با عنوان "راهنمای امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی" انجام می‌شود.

**۶-۶-۱۶ - مطالعات پیش‌امکان‌سنجی**

الف - برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری

ب - مطالعات بازار

پ - ارزیابی اقتصادی

**۶-۶-۱۷ - مطالعات تلفیقی و نتیجه‌گیری**

الف - تهیه بانک اطلاعاتی

ب - پردازش کلیه داده‌های زمین‌شناسی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیکی و حفريات اکتشافی

پ - تلفیق داده‌ها در سامانه مدیریت اطلاعات مکانی

**۶-۶-۱۸ - ارزیابی برنامه مرحله اکتشاف تفصیلی**

الف - تصمیم‌گیری در مورد ادامه یا توقف عملیات اکتشافی

ب - نتیجه‌گیری، پیشنهادات و روش اکتشافی بهینه

پ - ارزیابی برنامه مرحله اکتشاف تفصیلی به همراه برنامه زمان‌بندی و هزینه‌ها

ت - ارزیابی برنامه مطالعات فرآوری در مقیاس پایلوت (واحد پیشاهنگ)

**۶-۶-۱۹ - فهرست منابع**

- فارسی

- غیرفارسی

**۶-۶-۲۰ - پیوست‌ها**

الف - نقشه توپوگرافی و زمین‌شناسی - اکتشافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰

ب - نقشه موقعیت حفريات اکتشافی و محل نمونه‌برداری‌ها

پ - نیمرخ‌های برداشت ترانشه و چاهک‌ها با مقیاس ۱:۱۰۰ یا ۱:۲۰۰

ت - نتایج مطالعات کانی‌شناسی و تجزیه شیمیایی (با سربرگ آزمایشگاه معتبر)

ث - نتایج آزمایش‌های انجام شده در مرحله مطالعات فرآوری در مقیاس پایه (با سربرگ آزمایشگاه معتبر)

چک‌لیست مطالعات مرحله اکتشاف عمومی در جدول ۶-۱۰ ارائه شده است.

## جدول ۶-۱- چک لیست مرحله اکتشاف عمومی

شرح مرحله	عملیات	تایید	بازنگری
طراحی و برنامه ریزی	الف- جمع آوری، مطالعه و ارزیابی گزارش های موجود از جمله گزارش های مرحله شناسایی و پی جویی ب- بررسی نوع، نحوه کانی سازی و برنامه ریزی برای پی بردن به گسترش سطحی و عمقی، پیوستگی ماده معدنی و هندسه کانسار پ- تعیین زیرساخت های مورد نیاز برای انجام عملیات اکتشافی ت- برآورد زمان و هزینه		
بررسی و مطالعات دفتری	الف- ارزیابی کارهای انجام شده قبلی از جمله مراحل شناسایی و پی جویی ب- بررسی نقشه های زمین شناسی و نیمرخ های تهیه شده در مراحل قبلی پ- تعیین محدوده هایی که باید در آن ها نقشه زمین شناسی اکتشافی بزرگ مقیاس تهیه شود. ت- طراحی شبکه اکتشاف عمومی، برآورد حجم عملیات و هزینه آن ث- تعیین تعداد نمونه های مورد نیاز از رخنمون ها و حفریات اکتشافی بر اساس نظر کارشناس خبره ج- تعیین تعداد و انواع تجزیه های مورد نظر چ- تعیین آزمون های تکنولوژیکی مورد نیاز		
عملیات صحرائی	الف- تهیه نقشه زمین شناسی و توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ به روش برداشت زمینی ب- تهیه نیمرخ های اکتشافی حداقل به فواصل ۱۰۰ متر و پیش بینی وضعیت احتمالی ماده معدنی در عمق پ- پیاده کردن موقعیت حفریات اکتشافی سطحی (ترانشه، چاهک و گمانه) ت- حفر ترانشه و چاهک با شبکه ۱۰۰ متر و کمتر از آن ث- برداشت ترانشه (دیواره و کف) و چاهک با مقیاس ۱:۱۰۰ و برداشت نمونه بر اساس نظر کارشناس خبره ج- برداشت های ژئوفیزیکی زمینی (در صورت نیاز) چ- تلفیق نتایج برداشت های سطحی و حفریات اکتشافی به منظور تعیین و تصحیح موقعیت حفر گمانه ح- حفر گمانه با شبکه ۱۰۰ متر خ- تهیه نمودار حفاری و برداشت نمونه د- برداشت نمونه معرف برای انجام آزمایش های فرآوری در مقیاس پایه		
مطالعات آزمایشگاهی	الف- انجام مطالعات میکروسکوپی برای تعیین واحدهای سنگی، سنگ میزبان و ماده معدنی ب- مطالعات کانی شناسی کاربردی شامل روش های پراش اشعه X، میکروسکوپ الکترونی و تجزیه حرارتی (DTA/TGA) پ- تجزیه شیمیایی عناصر به روش XRF و یا شیمی تر ت- انجام آزمون های تکنولوژیکی بر اساس استانداردها ث- انجام مطالعات فرآوری		
گزارش نهایی	الف- چکیده ب- فهرست ها پ- مقدمه ت- مشخصات عمومی منطقه		



## ادامه جدول ۶-۱- چکلیست مرحله اکتشاف عمومی

بازنگری	تایید	عملیات	شرح مرحله
		ث- زمین شناسی محدوده معدنی ج- تهیه نقشه توپوگرافی- زمین شناسی چ- مطالعات ژئوشیمیایی ح- مطالعات ژئوفیزیکی خ- حفریات اکتشافی و نمونه برداری ها د- ویژگی های زون معدنی ذ- تخمین ذخیره ر- نتایج مطالعات مهندسی و ژئوتکنیکی ز- نتایج مطالعات فرآوری ژ- نتایج مطالعات زیرساخت ها س- نتایج مطالعات اقتصادی ش- مطالعات پیش امکان سنجی ص- مطالعات تلفیقی و نتیجه گیری ض- ارایه برنامه مرحله اکتشاف تفصیلی ط- فهرست منابع	گزارش نهایی
		الف- نقشه توپوگرافی و زمین شناسی- اکتشافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ ب- نقشه موقعیت حفریات اکتشافی و محل نمونه برداری ها پ- نیمرخ های برداشت ترانسه و چاهک ها با مقیاس ۱:۱۰۰ یا ۱:۲۰۰ ت- نتایج مطالعات کانی شناسی و تجزیه شیمیایی (با سربرگ آزمایشگاه معتبر) ث- نتایج آزمایش های انجام شده در مرحله مطالعات فرآوری در مقیاس پایه (با سربرگ آزمایشگاه معتبر)	پیوست ها



# فصل ۷

---

---

فهرست خدمات مرحله اکتشاف تفصیلی



## ۱-۷- آشنایی

هدف از مرحله اکتشاف تفصیلی بررسی‌های سیستماتیک برای تعیین مشخصات دقیق سه‌بعدی کانسار است. در این مرحله کلیه مطالعات لازم برای تهیه داده‌های مورد نیاز به منظور طراحی تفصیلی انجام می‌گیرد.

## ۲-۷- طراحی و برنامه‌ریزی

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- جمع‌آوری و مطالعه کلیه گزارش‌های موجود از جمله گزارش‌های مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی
- ب- بررسی عوامل کنترل‌کننده موضعی کانی‌سازی و تعیین روش مناسب برای افزایش چگالی شبکه اکتشافی برای پی بردن به گسترش سه‌بعدی کانسار، پیوستگی ماده معدنی و هندسه کانسار در بلوک‌های قابل استخراج
- پ- تعیین زیرساخت‌های مورد نیاز برای انجام مطالعات اکتشافی
- ت- برآورد زمان و هزینه

## ۳-۷- بررسی و مطالعات دفتری

در این مرحله اقدامات زیر باید انجام گیرد:

- الف- مطالعه کلیه گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی و تحلیل کامل آن‌ها برای مشخص کردن بلوک‌هایی که باید عملیات اکتشاف تفصیلی در مورد آن‌ها انجام شود.
- ب- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و نیمرخ‌های تهیه شده
- پ- تعیین محدوده‌ای که باید نقشه زمین‌شناسی اکتشافی آن تهیه شود.
- ت- تعیین محل حفاریات اکتشافی و برآورد حجم آن‌ها
- ث- تعیین تعداد نمونه‌های مورد نیاز از رخنمون‌ها و حفاریات اکتشافی
- ج- تعیین تعداد و انواع تجزیه‌های مورد نیاز از نمونه‌ها
- چ- تعیین روش برداشت نمونه معرف

## ۴-۷- عملیات صحرائی

در این مرحله عملیات زیر باید انجام گیرد:

- الف- تهیه نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ به روش برداشت زمینی
- ب- تهیه نیمرخ‌های اکتشافی به فواصل ۵۰ تا ۱۰۰ متر
- پ- پیاده کردن موقعیت حفاریات اکتشافی سطحی و عمقی
- ت- حفر ترانشه و چاهک‌های تکمیلی

- ث- برداشت ترانسه‌ها (دیواره و کف) و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ و برداشت نمونه
- ج- تلفیق نتایج برداشت‌های سطحی و حفریات اکتشافی به منظور تعیین و تصحیح موقعیت حفریات اکتشافی تکمیلی
- چ- حفر گمانه‌های اکتشافی و مغزه‌گیری
- ح- تهیه نمودار گمانه و برداشت نمونه
- خ- ایجاد یک جبهه کار برای ارزیابی اکتشافی

## ۷-۵- مطالعات آزمایشگاهی

- الف- انجام مطالعات میکروسکوپی برای تعیین واحدهای سنگی، سنگ میزبان و ماده معدنی
- ب- مطالعات کانی‌شناسی کاربردی شامل روش‌های پراش اشعه X، میکروسکوپ الکترونی و تجزیه حرارتی (TGA/DTA)
- پ- تجزیه شیمیایی عناصر به روش XRF و یا شیمی تر
- ت- انجام آزمون‌های تکنولوژیکی بر اساس استانداردها
- ث- انجام مطالعات فرآوری در مقیاس پیشاهنگ

## ۷-۶- تلفیق و پردازش داده‌ها

- الف- تلفیق نتایج مطالعات سطحی (نقشه و نیمرخ) با نتایج حفریات اکتشافی
- ب- تعیین حدود دقیق کانسار
- پ- تعیین شکل هندسی کانسار شامل ابعاد و پیوستگی ماده معدنی
- ت- زون‌بندی ذخیره بر اساس کیفیت ماده معدنی (عیار، رنگ و وجود کانی‌های مزاحم)
- ث- تعیین ضخامت و کیفیت هر بلوک
- ج- تخمین ذخیره معدنی (حداقل به دو روش)
- چ- ارزیابی ذخیره با در نظر گرفتن عیار، خصوصیات فیزیکی و نتایج مطالعات فرآوری
- ح- تخمین ذخیره با یکی از روش‌های کلاسیک و زمین آمار در رده ۱۱۱
- خ- انجام مطالعات امکان‌سنجی

## ۷-۷- تهیه گزارش نهایی مرحله اکتشاف تفصیلی

سرفصل‌های گزارش نهایی باید دارای عناوین زیر باشد:

### ۷-۷-۱- چکیده

چکیده باید شامل خلاصه‌ای از کلیه بررسی‌ها و عملیات اکتشافی انجام شده تا نتیجه‌گیری نهایی باشد.

**۷-۷-۲- فهرست‌ها**

- الف- فهرست مطالب
- ب- فهرست شکل‌ها
- پ- فهرست جدول‌ها
- ت- فهرست نمادها

**۷-۷-۳- مقدمه**

مقدمه باید شامل تعریف، هدف، سوابق پروژه، روش‌شناسی، مطالعات اکتشافی، نتایج آزمایش‌ها و ویژگی‌های ذخیره معدنی باشد.

**۷-۷-۴- خلاصه مطالعات قبلی و عملیات انجام شده در مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی**

در این بخش باید خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده قبلی ارائه شود.

**۷-۷-۵- مشخصات عمومی منطقه**

- الف- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی
- ب- وضعیت آب و هوایی
- پ- وضعیت راه‌ها
- ت- وضعیت اجتماعی

**۷-۷-۶- زمین‌شناسی**

- الف- زمین‌شناسی ناحیه‌ای
- ب- زمین‌شناسی محدوده معدنی (محدوده نقشه) شامل چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی
- پ- نوع، امتداد، شیب و لغزش هر یک از گسل‌ها و عملکرد آن‌ها
- ت- زمین‌شناسی ساختاری محدوده معدنی
- ث- دگرسانی
- ج- کانی‌سازی و کنترل‌کننده‌های آن

**۷-۷-۷- عملیات اکتشافی**

- الف- عملیات نقشه‌برداری (توپوگرافی و زمین‌شناسی)
- ب- جاده‌سازی و ایجاد راه‌های دسترسی
- پ- طراحی شبکه حفاریات (ترانشه‌ها، چاهک و گمانه‌های اکتشافی)
- ت- برداشت زمین‌شناسی ترانشه، چاهک و گمانه‌ها و نمونه‌برداری از آن‌ها

ث- تفسیر نتایج شیمیایی، کانی‌شناسی، دگرسانی نمونه‌های برداشت شده از گمانه‌ها و ترانشه‌ها

ج- نتایج برداشت‌های ژئوفیزیکی

چ- درزه‌نگاری و مطالعات مکانیک سنگ بر روی مغزه‌ها

ح- چاه‌پیمایی

خ- تعیین کیفیت و عیار

### ۷-۷-۸- برآورد ذخیره

الف- مدلسازی پیکره کانسار

ب- تهیه مدل بلوکی کانسار

پ- تعیین عیار حد، عیار حد بهینه و منحنی تناژ-عیار

ت- تخمین ذخیره به روش‌های کلاسیک و زمین‌آمار

ث- تعیین رده ذخیره بر اساس نشریه شماره ۳۷۹ سازمان برنامه و بودجه با عنوان "دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی"

### ۷-۷-۹- مطالعات آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی

الف- بررسی سطح ایستابی، آبخوان‌ها و شرایط آب‌زمین‌شناسی

ب- ویژگی آبخوان‌ها مانند ضرایب هیدرودینامیکی، گسل‌ها، پدیده‌های کارستی و آبخوان‌های تحت فشار

پ- کیفیت منابع آب صنعتی و آشامیدنی

ت- تخمین شدت جریان آب ورودی به حفریات معدنی در مراحل مختلف معدنکاری

### ۷-۷-۱۰- نتایج مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک

الف- ویژگی‌های فیزیکی ماده معدنی- باطله و سنگ میزبان شامل وزن مخصوص، اندازه و پراکندگی بلورها و دانه‌ها، تخلخل،

نفوذپذیری و نظایر آن

ب- ویژگی‌های ژئومکانیکی سنگ‌ها در مقیاس آزمایشگاهی و برجا از قبیل مقاومت و تغییر شکل‌پذیری

پ- زون‌بندی مهندسی رفتار سنگ‌ها در محدوده کانسار

۷-۷-۱۱- تکمیل و ارایه کلیه داده‌های مورد نیاز برای طراحی استخراج و ارایه خلاصه نتایج طراحی پایه در

صورت لزوم

### ۷-۷-۱۲- نتایج مطالعات کانه‌آرایی

الف- در مقیاس آزمایشگاهی

ب- در مقیاس پایه



**۷-۷-۱۳- ارایه خلاصه نتایج مطالعات امکان‌سنجی**

- الف- مطالعات طراحی معدن
- ب- مطالعات فرآوری
- پ- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری
- ت- مطالعات بازار
- ث- پیش‌بینی قیمت و برآورد درآمد
- ج- موارد حقوقی، مالکیت و قانونی
- چ- مسایل مالی و مالیات
- ح- تاثیرات زیست‌محیطی
- خ- تجزیه و تحلیل اقتصادی

**۷-۷-۱۴- مطالعات زیست‌محیطی**

- الف- تعیین عناصر و ترکیبات سمی احتمالی و اسیدی کانسار
- ب- تجزیه شیمیایی و مطالعات تعیین آلودگی در محدوده اکتشافی
- پ- تعیین منابع آلودگی و راه‌های پیشگیری از آن

**۷-۷-۱۵- نتایج مطالعات زیرساخت‌ها**

- الف- فرهنگی
- ب- اجتماعی
- پ- سیاسی
- ت- اقتصادی

**۷-۷-۱۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادات**

- الف- تلفیق کلیه بررسی‌های انجام شده، تعبیر و تفسیر نتایج و نتیجه‌گیری
- ب- پیشنهادات برای تجهیز و بهره‌برداری از کانسار و احداث واحد فرآوری

**۷-۷-۱۷- فهرست منابع**

- فارسی
- غیرفارسی

## ۷-۷-۱۸- پیوست‌های گزارش

الف- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌ها، مطالعات پتروگرافی، کانی‌شناسی، ژئوتکنیکی و مطالعات فرآوری (در سربرگ آزمایشگاه معتبر)

ب- نقشه‌ها، نیمرخ‌های زمین‌شناسی و نمودارهای حفاری

پ- نقشه موقعیت حفاریات اکتشافی و محل نمونه‌برداری

ت- نقشه بلوک‌بندی منطقه

ث- مدل سه بعدی اکتشافی- معدنی

چک‌لیست مرحله اکتشاف تفصیلی در جدول ۷-۱ ارائه شده است.

## جدول ۷-۱- چک‌لیست مرحله اکتشاف تفصیلی

شرح مرحله	عملیات	تایید	بازنگری
طراحی و برنامه‌ریزی	الف- جمع‌آوری و مطالعه کلیه گزارش‌های موجود از جمله گزارش‌های مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی ب- بررسی عوامل کنترل‌کننده موضعی کانی‌سازی و تعیین روش مناسب برای افزایش چگالی شبکه اکتشافی به منظور پی بردن به گسترش سه‌بعدی کانسار، پیوستگی ماده معدنی و هندسه کانسار در بلوک‌های قابل استخراج پ- تعیین زیرساخت‌های مورد نیاز برای انجام مطالعات اکتشافی ت- برآورد زمان و هزینه		
بررسی و مطالعات دفتری	الف- مطالعه کلیه گزارش‌ها و کارهای انجام شده قبلی و تحلیل کامل آن‌ها برای مشخص کردن بلوک‌هایی که باید عملیات اکتشاف تفصیلی در مورد آن‌ها انجام شود. ب- بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و نیمرخ‌های تهیه شده پ- تعیین محدوده‌ای که باید نقشه زمین‌شناسی اکتشافی آن تهیه شود. ت- تعیین محل حفاریات اکتشافی و برآورد حجم آن‌ها ث- تعیین تعداد نمونه‌های مورد نیاز از رخنمون‌ها و حفاریات اکتشافی ج- تعیین تعداد و انواع تجزیه‌های مورد نیاز از نمونه‌ها چ- تعیین روش برداشت نمونه معرف		
عملیات صحرائی	الف- تهیه نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی ۱:۱۰۰۰ به روش برداشت زمینی ب- تهیه نیمرخ‌های اکتشافی به فواصل ۵۰ تا ۱۰۰ متر پ- پیاده کردن موقعیت حفاریات اکتشافی سطحی و عمقی ت- حفر ترانشه و چاهک‌های تکمیلی ث- برداشت ترانشه‌ها (دیواره و کف) و چاهک‌ها به مقیاس ۱:۱۰۰ و برداشت نمونه ج- تلفیق نتایج برداشت‌های سطحی و حفاریات اکتشافی برای تعیین و تصحیح موقعیت حفاریات اکتشافی تکمیلی		

## ادامه جدول ۷-۱- چک لیست مرحله اکتشاف تفصیلی

شرح مرحله	عملیات	تایید	بازنگری
عملیات صحرایی	<p>چ- حفر گمانه‌های اکتشافی و مغزه‌گیری</p> <p>ح- تهیه نمودار گمانه و برداشت نمونه</p> <p>خ- ایجاد یک جبهه کار برای ارزیابی اکتشافی</p>		
مطالعات آزمایشگاهی	<p>الف- انجام مطالعات میکروسکوپی برای تعیین واحدهای سنگی، سنگ میزبان و ماده معدنی</p> <p>ب- مطالعات کانی‌شناسی کاربردی شامل روش‌های پراش اشعه X، میکروسکوپ الکترونی و تجزیه حرارتی (TGA/DTA)</p> <p>پ- تجزیه شیمیایی عناصر به روش XRF و یا شیمی تر</p> <p>ت- انجام آزمون‌های تکنولوژیکی بر اساس استانداردها</p> <p>ث- انجام مطالعات فرآوری در مقیاس پیشاهنگ</p>		
تلفیق و پردازش داده‌ها	<p>الف- تلفیق نتایج مطالعات سطحی (نقشه و نیمرخ) با نتایج حفاریات اکتشافی</p> <p>ب- تعیین حدود دقیق کانسار</p> <p>پ- تعیین شکل هندسی کانسار شامل ابعاد و پیوستگی ماده معدنی</p> <p>ت- زون بندی ذخیره بر اساس کیفیت ماده معدنی (عیار، رنگ و وجود کانی‌های مزاحم)</p> <p>ث- تعیین ضخامت و کیفیت هر بلوک</p> <p>ج- تخمین ذخیره معدنی (حداقل به دو روش)</p> <p>چ- ارزیابی ذخیره با در نظر گرفتن عیار، خصوصیات فیزیکی و نتایج مطالعات فرآوری</p> <p>ح- تخمین ذخیره با یکی از روش‌های کلاسیک و زمین آمار در رده ۱۱۱</p> <p>خ- انجام مطالعات امکان‌سنجی</p>		
تهیه گزارش	<p>الف- چکیده</p> <p>ب- فهرست‌ها</p> <p>پ- مقدمه</p> <p>ت- خلاصه مطالعات قبلی و عملیات انجام شده در مراحل شناسایی، پی‌جویی و اکتشاف عمومی</p> <p>ث- مشخصات عمومی منطقه</p> <p>ج- زمین‌شناسی</p> <p>چ- عملیات اکتشافی</p> <p>ح- برآورد ذخیره</p> <p>خ- مطالعات آب‌شناسی و آب‌زمین‌شناسی</p> <p>د- نتایج مطالعات زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک</p> <p>ذ- تکمیل و ارایه کلیه داده‌های مورد نیاز برای طراحی استخراج و ارایه خلاصه نتایج طراحی پایه در صورت لزوم</p> <p>ر- نتایج مطالعات کانه‌آرایی</p> <p>ز- ارایه خلاصه نتایج مطالعات امکان‌سنجی</p>		

## ادامه جدول ۷-۱ - چک لیست مرحله اکتشاف تفصیلی

شرح مرحله	عملیات	تایید	بازنگری
تهیه گزارش	<p>ژ- مطالعات زیست محیطی</p> <p>س- نتایج مطالعات زیرساخت ها</p> <p>ش- نتیجه گیری و پیشنهادات</p> <p>ص- فهرست منابع</p>		
پیوست ها	<p>الف- نتایج تجزیه شیمیایی نمونه ها، مطالعات پتروگرافی، کانی شناسی، ژئوتکنیکی و مطالعات فرآوری (در سربرگ آزمایشگاه معتبر)</p> <p>ب- نقشه ها، نیمرخ های زمین شناسی و نمودارهای حفاری</p> <p>پ- نقشه موقعیت حفاریات اکتشافی و محل نمونه برداری</p> <p>ت- نقشه بلوک بندی منطقه</p> <p>ث- مدل سه بعدی اکتشافی - معدنی</p>		

## عناوین پروژه‌های اکتشاف برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان برنامه و بودجه کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های اکتشافی	۳۲۸	-
۲	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف زغال‌سنگ	۳۵۱	-
۳	دستورالعمل رده‌بندی ذخایر معدنی	۳۷۹	-
۴	راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیت‌های اکتشافی	۴۹۸	۱۳
۵	دستورالعمل تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی - اکتشافی بزرگ مقیاس رقومی (۱:۲۵۰۰۰)	۵۳۲	۲۰
۶	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف سنگ آهن	۵۳۶	۱۷
۷	علایم استاندارد نقشه‌های زمین‌شناسی	۵۳۹	۲۳
۸	دستورالعمل اکتشاف ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس رسوبات آبراهه‌ای (۱:۲۵۰۰۰)	۵۴۰	۲۴
۹	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس	۵۴۱	۲۵
۱۰	فهرست خدمات اکتشافی سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی (باریت، بنتونیت، زئولیت، سلسنتین، سیلیس، فلدسپار، فلوتورین)	۵۶۶	۳۶
۱۱	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵۶۷	۳۷
۱۲	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف مس سرب و روی	۵۸۱	۴۰
۱۳	راهنمای مطالعات ژئوفیزیکی اکتشافی به روش‌های مغناطیس‌سنجی، گرانی‌سنجی و لرزه‌نگاری در اکتشافات معدنی	۵۹۴	۲۸
۱۴	فهرست خدمات مراحل چهارگانه اکتشاف آنتیموان	۵۹۵	۳۴
۱۵	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی	۵۹۹	۴۳
۱۶	فهرست خدمات و راهنمای مطالعات دورسنجی در اکتشاف مواد معدنی	۶۱۵	۴۵
۱۷	فهرست خدمات و دستورالعمل مراحل مختلف اکتشاف مواد اولیه سیمان	۶۱۷	۴۷
۱۸	فهرست خدمات و دستورالعمل بررسی‌های چاه‌پیمایی	۶۱۸	۴۸
۱۹	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف عناصر نادر خاکی	۶۴۸	۵۱
۲۰	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف قلع	۶۴۹	۵۲
۲۱	دستورالعمل آماده‌سازی و اندازه‌گیری عناصر در سنگ آهن	۶۵۲	۵۴
۲۲	دستورالعمل آماده‌سازی، تهیه نمونه و مطالعات میکروسکوپی و سیالات درگیر برای نمونه‌های اکتشافی	۶۵۵	۵۵
۲۳	دستورالعمل اکتشافات ژئوشیمیایی محیط‌های سنگی در مقیاس ۱:۲۵,۰۰۰	۶۷۱	۶۲
۲۴	دستورالعمل یکسان‌سازی اسامی مواد معدنی	۲۳۱	۶۵
۲۵	راهنمای مطالعات ژئوفیزیکی به روش‌های مقاومت ویژه، پلاریزاسیون القایی، الکترومغناطیسی و پتانسیل خودزا در اکتشاف مواد معدنی	۵۳۳	۶۶
۲۶	دستورالعمل تهیه گزارش پایان عملیات اکتشافی	۴۹۵	۷۰
۲۷	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف طلا	۷۰۳	۷۵
۲۸	دستورالعمل آماده‌سازی و اندازه‌گیری غلظت فلزات گرانبها (طلا، نقره و گروه پلاتین)	۷۰۴	۷۸
۲۹	دستورالعمل تهیه طرح اکتشاف مواد معدنی	۷۱۳	۸۰
۳۰	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف گچ و نمک	۷۲۱	۸۱
۳۱	فهرست خدمات مراحل مختلف اکتشاف سنگ‌ها و کانی‌های صنعتی (پرلیت، دیاتومیت و ورمیکولیت)		در دست تدوین
۳۲	دستورالعمل اکتشاف ناحیه‌ای طلا به روش بلگ		در دست تدوین
۳۳	دستورالعمل اکتشافات ژئوشیمیایی خاک در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰		در دست تدوین

## عناوین پروژه های کمیته استخراج برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان برنامه و بودجه کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های استخراجی	۳۴۰	-
۲	مقررات تهیه در معدن	۳۵۰	-
۳	مقررات فنی آتشیاری در معدن	۴۱۰	-
۴	دستورالعمل تهیه نقشه‌های استخراجی معدن	۴۴۲	۸
۵	راهنمای ارزشیابی دارایی‌های معدنی	۴۴۳	۹
۶	دستورالعمل فنی روشنایی در معدن	۴۸۹	۱۰
۷	دستورالعمل امداد و نجات در معدن	۴۸۸	۱۸
۸	راهنمای تهیه گزارش‌های طراحی معدن	۴۹۶	۱۱
۹	دستورالعمل ترابری در معدن	۵۰۶	۱۴
۱۰	دستورالعمل توزیع هوای فشرده در معدن	۵۳۱	۱۹
۱۱	دستورالعمل طراحی و اجرای سیستم نگهداری تونل‌های معدنی	۵۳۷	۲۱
۱۲	دستورالعمل تحلیل پایداری و پایدارسازی شیب‌ها در معدن روباز	۵۳۸	۲۲
۱۳	راهنمای محاسبه قیمت تمام شده در فعالیت‌های معدنی	۵۴۲	۲۶
۱۴	دستورالعمل نگهداری و کنترل سقف در کارگاه‌های استخراج	۵۵۳	۲۹
۱۵	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵۶۷	۳۷
۱۶	راهنمای آبکشی در معدن	۵۷۳	۳۸
۱۷	دستورالعمل طراحی هندسی بازکننده‌ها و حفاریات زیرزمینی	۵۷۹	۴۱
۱۸	راهنمای ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیت‌های استخراجی	۶۱۱	۴۴
۱۹	راهنمای ارزیابی و کنترل پیامدهای ناشی از انفجار در معدن	۶۱۶	۴۶
۲۰	راهنمای انتخاب روش استخراج ذخایر معدنی	۶۲۳	۴۹
۲۱	دستورالعمل تعیین مرز تغییر روش استخراج از روباز به زیرزمینی	۶۲۵	۵۰
۲۲	دستورالعمل کاربرد روش‌های عددی در طراحی ژئومکانیکی معدن	۶۵۶	۵۶
۲۳	راهنمای ارزیابی ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE) در معدن	۶۶۹	۶۰
۲۴	راهنمای امکان‌سنجی پروژه‌های معدنی	۵۵۸	۶۴
۲۵	دستورالعمل پر کردن کارگاه‌های استخراج معدن زیرزمینی	۲۸۳	۶۹
۲۶	راهنمای محاسبه بار و توزیع برق در معدن	۳۰۴	۷۱
۲۷	دستورالعمل گاززدایی در معدن زغال‌سنگ	۷۰۹	۷۶
۲۸	راهنمای ابزاربندی و رفتارنگاری در معدن روباز		در دست تدوین
۲۹	دستورالعمل کنترل رقیق‌شدگی در معدن		در دست تدوین
۳۰	راهنمای ارزیابی و کنترل نشست در معدن		در دست تدوین
۳۱	دستورالعمل بازرسی و تعمیر سیستم‌های نگهداری در حفاریات معدنی		در دست تدوین
۳۲	علایم استاندارد نقشه‌های استخراجی معدن		در دست تدوین
۳۳	دستورالعمل ابزاربندی و رفتارنگاری در معدن روباز		در دست تدوین
۳۴	راهنمای مکان‌یابی و جانمایی تاسیسات و تجهیزات در معدن روباز		در دست تدوین
۳۵	راهنمای طراحی و احداث شبکه‌های زیرزمینی معدن		در دست تدوین
۳۶	راهنمای متره و برآورد در فعالیت‌های استخراج معدنی		در دست تدوین

## عناوین پروژه‌های فرآوری برنامه تهیه ضوابط و معیارهای معدن

ردیف	عنوان پروژه	شماره نشریه در سازمان برنامه و بودجه کشور	شماره نشریه در سازمان نظام مهندسی معدن ایران
۱	راهنمای اکتشاف، استخراج و فرآوری سنگ‌های تزئینی و نما	۳۷۸	-
۲	تعاریف و مفاهیم در فعالیت‌های کانه‌آرایی	۴۴۱	۷
۳	فهرست خدمات طراحی پایه واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری مواد معدنی	۴۹۷	۱۲
۴	علایم استاندارد نقشه‌های کانه‌آرایی	۵۰۸	۱۵
۵	راهنمای نرم‌افزاری علایم استاندارد نقشه‌های کانه‌آرایی مواد معدنی	۵۰۸	۲۷
۶	دستورالعمل مکان‌یابی واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	۵۱۵	۱۶
۷	ضوابط انجام آزمایش‌های کانه‌آرایی در مقیاس آزمایشگاهی، پایه و پیشاهنگ	۵۴۴	۳۱
۸	راهنمای محاسبه تعیین ظرفیت ماشین‌آلات و تجهیزات واحدهای کانه‌آرایی	۵۴۵	۳۲
۹	راهنمای انباشت مواد باطله در واحدهای کانه‌آرایی و فرآوری	۵۵۹	۳۳
۱۰	راهنمای سنگ‌جوری مواد معدنی به روش‌های دستی یا خودکار	۵۵۴	۳۰
۱۱	راهنمای حمل و نقل مواد معدنی در مدارهای کانه‌آرایی	۵۶۴	۳۹
۱۲	شناسایی مواد معدنی و آزادسازی آن‌ها در کانه‌آرایی	۵۶۵	۳۵
۱۳	واژه‌ها و اصطلاحات پایه اکتشاف، استخراج و فرآوری مواد معدنی	۵۶۷	۳۷
۱۴	ضوابط و معیارهای انتخاب آسیای خودشکن و نیمه‌خودشکن	۵۸۰	۴۲
۱۵	دستورالعمل کنترل و خنثی‌سازی آرسنیک، سولفید و سیانید در آزمایشگاه‌های فرآوری	۶۵۱	۵۳
۱۶	دستورالعمل نمونه‌برداری در کانه‌آرایی	۶۶۰	۵۷
۱۷	راهنمای تعیین شاخص خردایش در آسیاهای مختلف	۶۶۱	۵۸
۱۸	راهنمای آزمایش‌های جدایش ثقلی در مقیاس آزمایشگاهی	۶۶۲	۵۹
۱۹	راهنمای انتخاب مدار خردایش مواد معدنی	۶۷۰	۶۱
۲۰	راهنمای افزایش مقیاس در واحدهای کانه‌آرایی	۶۷۲	۶۳
۲۱	راهنمای آزمایش‌های خشک‌کردن، تشویه و تکلیس در مقیاس آزمایشگاهی	۳۷۲	۶۷
۲۲	راهنمای پذیرش و نگهداری نمونه‌های معدنی در آزمایشگاه کانه‌آرایی	۶۸۰	۶۸
۲۳	راهنمای پوشش و تجهیزات حفاظتی کارکنان در واحدهای کانه‌آرایی	۵۱۴	۷۲
۲۴	راهنمای مخلوط‌سازی بار ورودی در کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی	۵۷۲	۷۳
۲۵	فهرست کنترل کیفی بار ورودی، مواد در گردش و محصولات واحدهای کانه‌آرایی	۷۰۸	۷۷
۲۶	دستورالعمل دانه‌بندی مواد معدنی	۷۱۰	۷۹
۲۷	فهرست خدمات مهندسی تفصیلی واحدهای کانه‌آرایی	در دست تدوین	
۲۸	راهنمای محاسبات در آزمایش‌های کانه‌آرایی	در دست تدوین	
۲۹	راهنمای آماده‌سازی نمونه در آزمایشگاه کانه‌آرایی	در دست تدوین	
۳۰	راهنمای فنی کنترل و پایش تجهیزات فرآوری	در دست تدوین	
۳۱	راهنمای آزمایش‌های هیدرومتالورژی در مقیاس آزمایشگاهی	در دست تدوین	

**Islamic Republic of Iran**  
Ministry of Industry, Mine and Trade

**Mining Technical Criteria Benchmarking Program**

# **List Of Services For Gypsum and Salt Exploration**

(Publication No. 721 )  
of  
(Plan and Budget Organization)

**81**

Ministry of Industry, Mine and Trade  
Deputy of Mine Affairs and Mineral Industries  
Office for Mining Supervision Affairs  
<http://www.mimt.gov.ir>  
<http://www.minecriteria.ir>

Published by  
Iranian Mining Engineering Organization  
<http://www.ime.org.ir>

---

**2017**