



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc."
مهندسی معدن-استخراج

عنوان:

حفر، کنترل و نگهداری تونلها در زمینهای آماسی و مچاله شونده

استاد راهنما

نگارش

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	چکیده
2	مقدمه

بخش اول - زمینهای آماسی

4	مقدمه و کلیاتی در مورد تورم
6	فصل اول - شناسایی زمینهای قابل تورم
6	1- آزمایشات صحرایی
8	2- روشهای تشخیص آزمایشگاهی
9	1-2 ارزیابی پتانسیل تورم با روشهای مستقیم
9	1-1-2 روش هولتز
11	2-1-2 روش بیراند
12	3-1-2 روش استاندارد
13	2-2 ارزیابی غیر مستقیم پتانسیل تورم
14	1-2-2 معیارهای مورد استفاده در روش غیر مستقیم
14	2-2-2 روشهای پیش بینی کیفی
14	1-2-2-2 طبقه بندی ساده با نشانه خمیری

14	2-2-2-2 روش آلتیتر
15	3-2-2-2 روش USBR
15	4-2-2-2 تورم پذیری و مکش خاک یا سنگ آماسی
17	فصل دوم - کنترل تورم
17	1- تمیز کردن یا صاف کاری کف تونل
18	2- پر کردن با مصالح ضعیف یا استفاده از بالشتک
19	3- وسایل قوسی شکل مربوط به کف
20	4- کنترل رطوبت با زهکشی یا آب کشی
21	5- تزریق دوغاب
	فصل سوم - تعیین بار وارده بر وسایل نگهداری در محیط تورمی با استفاده از روشهای
	تجربی و عددی
	22
22	1- روش تجربی
26	2- روش عددی
	فصل چهارم - انتخاب ویژگیهای فنی حفاریات و نگهداری مناسب و محیط های تورمی
31	1- کلیات
32	2- وضعیت ساختگاه و مقدمات نگهداری
33	3- شکل مقطع حفاری

- 34 4- روشهای متداول نگهداری زمینهای آماسی
- 37 1-4 استفاده از پیچ سنگها ومیل مهارها
- 38 2-4 انواع پوشش ها در زونهای تورمی
- 40 3-4 نگهداری مناسب جهت کف تونل
- 41 4-4 سیستم های نگهداری چند تیکه ای
- 42 5-4 روشهای تلفیقی
- 44 5- جمع بندی مطالب
- 45 • مطالعه موردی - تونل ناکایا در زاپن

بخش دوم - زمینهای فشارنده

- 49 مقدمه و شرایط زمین شناسی
- 50 فصل اول - پیش بینی شرایط زمین های فشارنده
- 50 1-روش تئوریکی
- 51 2- روش تجربی
- 51 1-2 روش سینک وهمکارانش
- 53 2-2 روش گول
- 55 3-3 روش هوگ
- 57 فصل دوم - طراحی سیستم های نگهدارنده در زمینهای فشارنده

57	1- کلیات
58	2- پیش بینی فشار نگهدارنده در زمین های فشارنده
58	1-2 روشی با استفاده از Q
61	2-2 روشی با استفاده از RMR
61	3- طراحی سیستم نگهدارنده با کمک شاخص توده سنگ RMI
65	4- طراحی سیستم نگهداری در زمینهای فشارنده
68	5- انواع سیستم های نگهداری در زمین های فشارنده
68	1-5 روش نگهداری rib-backfill
71	2-5 قابهای فولادی وشاتکریت مسلح شده با فیبر های فولادی SFRS
74	3-5 روش ترکیبی NATM
76	4-5 روش پوشش برنولد
77	5-5 قابهای کشویی
78	6-5 روش نگهداری کف تونل
80	فصل سوم - روش های حفاری در سنگهای فشارنده
80	مقدمه
80	1- روش حفاری تونل پیشرو کناری
82	2- روش حفاری روبرداری - کف برداری
84	3- روش حفاری تمام مقطع
85	4- روش گالری های کناری پر شده

5- روش حفاری مکانیزه

88

- مطالعه موردی - پروژه گلاب در ایران 91
- نتایج و پیشنهادات 95
- منابع 97

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
14	جدول 1- رابطه نشان خمیری و پتانسیل تورم [6]
15	جدول 2- رابطه تورم - انقباض خطی و حد انقباض به روش آلتمیر [7]
16	جدول 3- رابطه خواص خاک با پتانسیل تورم به روش USBR [9]
16	جدول 4- طبقه بندی با بکار بردن مکش خاک و تعیین پتانسیل تورم [9]
24	جدول 5- طبقه بندی بارسنگ ترازقی [3]
25	جدول 6- طبقه بندی بار سنگ ترازقی اصلاح شده توسط دیر وهمکاران [3]
54	جدول 7- روابط مربوط به شرایط زمین [21]
	جدول 8 - مقایسه طبقه بندی های انجام شده برای تعیین در جه فشارندگی
56	توسط hoek [13]
60	جدول 9 - فاکتور تصحیح f' برای بسته شدگی تونل [2]
64	جدول 10 - خصوصیات زمین و چگونگی فعالیت فشارندگی در ان [7]
65	جدول 11 : مقدار همگرایی و نگهداری سنگ در زمین های فشارنده [7]
92	جدول 12- خواص مقاومتی واحد مورد مطالعه [1]

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
3	شکل 1 - نمایی از مشکل حفر تونل در زمینهای آماسی در تونلی در اسپانیا
5	شکل 2- نمونه هایی از مشکل آماس در تونلها
10	شکل 3: :: منحنیهای روش هولتز [9]
12	شکل 4 ::منحنی های تشخیص تورم به روش بیراند [6]
19	شکل 5- محل قرار گیری بالشتک ماسه ای در قسمتهای مختلفی از نمونه [9]
19	شکل 6 : مقطع قائم یک تونل با طرح اولیه وسایل قوسی شکل کفی [12]
20	شکل 7- تصویر شماتیکی از کنترل رطوبت با ایجاد زهکشی در محل مناسب [7]
26	شکل 8: تنش القاء شده در پوشش تونل بر اثر فشار تورم [23]
27	شکل 9 - رابطه تغییر شکل و تنش ناشی از تورم سنگ [23]
28	شکل 10- اثر تغییرات قطر تونل بر روی نیروهای قائم و ممانهای خمشی [14]
35	شکل 11- نمونه ای پیچ سنگ تسلیم پذیر. [13]
36	شکل 12 - قاب تسلیم پذیر. [13]
38	شکل 13- چشم اندازی از شاکریت یک تونل بزرگ [15]
39	شکل 14- روشهای متداول نگهداری کف تونل در زمینهای آماس پذیر
41	شکل 15 -نمایی از قاب 3 تیکه در مقطعی از تونل [15]
42	شکل 16 - نمونه ای از روش تلفیقی [15]
44	شکل 17- پروفیل زمین شناسی ولیتولوژی منطقه ناکایای زاپن
46	شکل 18 - طرح و نگهداری تونل ناکایا [24]
47	شکل 19 -ریزش تونل به علت حفر در زمین فشارنده [14]
52	شکل 20 - معیاری برای پیش بینی شرایط زمین [21]

- 55 شکل 21 - پیش بینی شرایط زمین با استفاده از روش goel [21]
- 56 شکل 22- طبقه‌بندی وضعیت و درجه مجاله‌شوندگی و ارتباط آن با میزان کرنش
- شکل 23 فاکتور تصحیح برای بسته شدگی تونل تحت شرایط زمین فشارنده برای
- 60 دیواره و سقف [2]
- شکل 24 - پارامترهای ذاتی توده سنگ به کار رفته در سیستم شاخص مقاومت
- 62 توده سنگ
- 66 شکل 25 - تغییر شکل صورت گرفته در یک مقطع نعل اسبی [14]
- 68 شکل 26 - سیستم نگهداری rib-back
- 69 شکل 27 - تغییرات مدول الاستیسیته پر کننده بتونی در برابر فشار نگهدارنده [22]
- 70 شکل 28- تغییرات مدول الاستیسیته پر کننده شنی در برابر فشار نگهدارنده [22]
- شکل 29 - تغییرات مدول الاستیسیته پر کننده خرده سنگ تونل در برابر فشار
- 71 نگهدارنده [22]
- 72 شکل 30- مقایسه فشارهای اندازه گیری شده و بدست آمده از روش تحلیلی [16]
- 73 شکل 31 - تنش محوری وابسته به زمان در قاب فولادی و SFRS
- 73 شکل 32 - تنش محوری وابسته به زمان در قاب فولادی و شاتکریت معمولی
- شکل 33 - نمایی از نگهداری ترکیبی به وسیله کابل - شاتکریت و قابهای
- 75 فولادی سبک [14]
- 76 شکل 34 - شکاف قابل شمارش [14]
- 77 شکل 35 - مقطعی از روش پوشش برنولد
- 77 شکل 36 - اساس عملکرد قابهای کشویی
- 79 شکل 37 - روش نگهداری کف با قابهای قوسی معکوس [7]
- 81 شکل 38 - روشهای حفاری در سنگ فشارنده

- 82 شکل 39 روش حفاری پیشرو کناری (Himmelberg north tunnel) [13]
- 83 شکل 40 نمایی از روش حفاری روبرداری - کف برداری
(Palermo-messina highway in italy)
- 84 شکل 41 - سطوح بحرانی در روش روبرداری - کف برداری [3]
- 85 شکل 42 - نمایی از روش حفاری تمام مقطع
(aosta-montblance high way in Italy)
- 85 شکل 43 - نمایی از روش حفاری تمام مقطع (Tartaiguille Tunnel in france).
- 86 شکل 44 نگهداری سینه کار در روش تمام مقطع
- 87 شکل 45 - سطح بحرانی در روش حفاری تمام مقطع
- 88 شکل 46- روش گالری های پر شده کناری
- 90 شکل 47 - نمایی از یک ماشین حفر تونل تمام مقطع (TBM) [16]
- شکل 48 - نقشه کلی پروژه انتقال آب از سد زاینده رود به شهر کاشان
- 91 (پروژه گلاب) [1]
- 93 شکل 49 - پروفیل زمین شناسی مسیر تونل و مقطع انتخابی [1]
- 94 شکل 50- معیار مچاله شوندگی Q [1]

چکیده

رفتاری که زمین در شرایط آماسی یا فشارنده، بر اثر حفر تونل از خود نشان می دهد، یکی از مباحث مهم در امر تونل سازی می باشد. زیرا در این زمین ها، سنگها به درون تونل حرکت میکنند و باعث بروز مشکلاتی در نگهداری و ادامه کار تونل سازی می شوند. با توجه به این که یکی از کارهای اساسی و اولیه در تونل سازی تشخیص نوع زمین است، لذا برای تونل زنی در سنگهای آماسی و فشارنده نیاز است ابتدا نوع پدیده و شدت آن با دقت شناخته شود. به دلیل اینکه در این مرحله اطلاعات دقیقی در دسترس نیست، باید از روش های مناسب و با توجه به نوع اطلاعات در دسترس این کار انجام گیرد. پس از شناخت این پدیده و درجه آن، فشار وارد بر سیستم نگهداری بر اثر تغییر شکل های ایجاد شده محاسبه می شود، آنگاه سیستم نگهدارنده مناسب انتخاب و نصب می شود. همچنین تونل زنی در این زمین ها نیازمند به روش حفاری است که بتواند با تغییر شکل های بزرگ به وجود آمده و شرایط موجود هماهنگی ایجاد کند.

به همین منظور و برای بیان بهتر این موضوع، این سمینار به دو بخش تقسیم شده است. در بخش اول این سمینار به زمینهای آماسی، ارزیابی پتانسیل تورم، روشهای مختلف کنترل تورم و نگهداریهای خاص اینگونه زمینها پرداخته شده است و بخش دوم نیز به زمینهای فشارنده، پیش بینی شرایط زمین با استفاده از روشهای تئوریک و تجربی، انواع سیستمهای نگهداری و روشهای حفاری خاص اینگونه زمینها که در سالهای اخیر رواج پیدا کرده اختصاص دارد، در پایان هر بخش مطالعه موردی به منظور آشنایی بیشتر آمده است.