###### 28

###### azad

###### دانشگاه آزاد اسلامي

###### واحد تهران مرکز

**موضوع:**

**روشهاي اندازه گيري و تمهيدات پايداري شيب در معادن سطحي**

فهرست

 قسمت اول

 تحلیل پایداری شیب با بهره گیری ازتکنیکهای عددی پیشرفته ....................................... 1

**خلاصه** ............................................................................................................................................ 2

**فصل اول**

1 . معرفی.................................................................................................................................3

**فصل دوم**

2 . روشهاي قراردادي تحليل شيب سنگ....................................................................... 6

1 – 2 . مقدمه................................................................................................................. 6

2 – 2 . آناليز سينماتيك............................................................................................... 6

3 – 2 . آناليز تعادل محدود.......................................................................................... 7

1 – 3 – 2 . تحليل انتقالي................................................................................... 8

2 – 3 – 2 . تحليل واژگوني................................................................................ 9

3 – 3 – 2 . تحليل چرخشي............................................................................11

 4 – 2 . شبیه سازهای ریزش سنگ.........................................................................16

**فصل سوم**

3 . شیوه های عددی تحلیل شیب سنگ.....................................................................19

1 – 3 . روش پیوسته...................................................................................................20

2 – 3 . روش غیرپیوسته.............................................................................................23

1 – 2 – 3 . شیوه اجزای ناپیوسته...................................................................24

2 – 2 – 3 . تحلیل تغییر شکل ناپیوستگی....................................................32

3 – 2 – 3 . کدهای جریان ذره.........................................................................33

3 – 3 . روش هیبریدی...............................................................................................36

**فصل چهارم**

4 . توسعه و كاربرد مدل چندگانه.................................................................................37

**فصل پنجم**

5 . پيشرفتهاي آينده.......................................................................................................42

قسمت دوم

شبیه سازی پایداری شیب از طریق رادارجهت استخراج معادن به طور روباز................44

**خلاصه**........................................................................................................................................45

**فصل اول**

1 . مقدمه..........................................................................................................................46

1 – 1 . پیش زمینه....................................................................................................46

2- 1 . احتیاجات کاربر..............................................................................................46

3 – 1 . روش‌های ممکن........................................................................................46

1 - 3 – 1 . نمایشگر زمین لرزه...................................................................47

 2 – 3 – 1 . رادار...........................................................................................47

3 – 3 – 1 . لیزر..............................................................................................48

4 – 3- 1 . عکس برداری................................................................................48

4 – 1 . انگیزه برای استفاده از رادار....................................................................49

5 – 1 . کارهای سابق بر این برای نشان دادن شیب با استفاده از رادار.......49

6 – 1 . شیب و محدودیت‌ها...............................................................................50

**فصل دوم**

2 . رادار با فرکانس مدرج..........................................................................................51

1 - 2 . مفهوم رادار با فرکانس مدرج.................................................................51

2 – 2 . پارامترهای رادار.....................................................................................51

3 – 2 . راه اندازی رادار.......................................................................................53

4 - 2 . بررسی اجمالی از اینترفرومتری راداری.............................................53

**فصل سوم**

3 . شبیه سازی یک سلول منفرد، توسط اسکن...................................................56

1 – 3 . مفهوم شبیه سازی مطلب......................................................................56

1 – 1 – 3 . تولید نقاطی برای شبیه سازی یک هدف مسطح............56

2 – 1 – 3 . محاسبه مجموع انعکاس فرکانس........................................57

3 – 1- 3 – مدل سازی از طریق صدا.......................................................58

4 – 1 – 3 . مدل سازی یک تغییر و جابجایی در فاصله......................58

2 – 3 . روش‌های به وجود آوردن محدوده فرکانس.....................................59

1 – 2 – 3 . لایه گذاری از پایین‌ترین نقطه

 برای افزایش رزولوشن تصویر......................................59

2 – 2 – 3 . حذف زواید (بزرگنمایی) برای

 پایین آوردن سطوح لبة فرعی....................................59

3 – 2 – 3 . پایه بندی برای حذف شیب فاز........................................60

3 – 3 . تعیین تغییر در فاصله........................................................................61

1 – 3 – 3 . انتقال به محدوده زمانی.......................................................61

2 – 3 – 3 . پیوستگی فازی.......................................................................62

3 – 3 – 3 . اختلاف فاز..............................................................................64

4 – 3 – 3 . ابهام در فاز اختلافی..............................................................65

5 – 3 – 3 . تعیین منطقه مورد نظر........................................................65

6 – 3 – 3 . حذف جهش‌های در مقایر فاز...........................................66

7 – 3 – 3 . محاسبه شیفت در دامنه....................................................66

 4 – 3 . نتایج شبیه سازی...............................................................................68

5 -3 . نتیجه گیری...........................................................................................70

**فصل چهارم**

4 . قرائت‌های آزمایشگاهی سلول منفرد............................................................71

1 – 4 . پارامترهای رادار مورد استفاده برای قرائت‌ها...............................71

 2 – 4 . اصطلاحات برای الگوریتم .............................................................73

1 – 2 – 4 . جمع کردن اسکن‌ها برای بهبود ..................................73

2 – 2 – 4 . انحنای ظاهری دیوار به واسطه پهنای اشعه بالا........73

 3 – 2 – 4 . تغییر در پهنای باند بالای حذف

 خطاهای موجود در شیفت بزرگ .........................76

3 – 4. نتایج قرائت‌های تجربی ...................................................................76

1 – 3 – 4 . خطاهای شیفت کوچک.................................................77

2 – 3 – 4 . خطاهای شیفت بزرگ...................................................77

 4 – 4 . نتیجه گیری ...................................................................................78

**فصل پنجم**

5 . شبیه سازی کل اسکن...................................................................................79

1- 5 . مفهوم شبیه سازی مطلب..................................................................79

1 – 1 – 5 . تولید نقاط برای شبیه سازی سطح دیواره.................79

2 – 1 – 5 . مدل سازی شیفت در دامنه ........................................79

2 – 5 . نتایج شبیه سازی انتقال جرم ....................................................81

1 – 2 – 5 . خطاهای شیفت کوچک..................................................82

2 – 2 – 5 . خطاهای شیفت بزرگ....................................................82

3 – 5 . نتیجه‌گیری ......................................................................................84

**فصل ششم**

6 . عدم ارتباط موقتی.........................................................................................85

1 – 6 . تعریف عدم ارتباط موقتی ............................................................85

2 – 6 . مقدار اطمینان – پیک منحنی ارتباط فاز .................................86

3 – 6 . عدم ارتباط موقتی به واسطه تغییر در زاویه .............................87

1 – 3 – 6 . مدلسازی تغییر در زاویه ...............................................87

2 – 3 – 6 . کاهش در ارتباط به واسطه تغییر در زاویه................87

 3 – 3 – 6 . نتایج تشبیه سازی برای تغییر در زاویه ..................87

4 – 6 . عدم ارتباط موقت به واسطه شیفت موضعی............................91

1 – 4 – 6 . مدلسازی شیفت موضعی ...........................................91

2 – 4 – 6 . شیفت میانگین کل سلول .........................................91

3 – 4 – 6 . کاهش در ارتباط به واسطه شیفت موضعی.............92

 4 – 4 – 6 . نتایج برای شبیه سازی برای شیفت موضعی.........93

 5 – 6 . نتایج شبیه سازی برای شکست گوه‌ای .................................94

1 – 5 – 6 . مدلسازی شکست گوه‌ای ..........................................95

2 – 5 – 6 – نتایج شبیه سازی برای شکست گوه‌ای ...............95

6 – 6 . نتیجه‌گیری ...................................................................................96

1 – 6 – 6 . خلاصه نتایج شبیه سازی......................................97

2 – 6 – 6 . مقدار اطمینان بر عنوان اندازه پایداری ...............98

3 – 6 – 6 . تغییر در روش برای کاهش

 عدم ارتباط موقتی ........................................98

**فصل هفتم**

7 . تغییرات اتمسفری..................................................................................100

1 – 7 . اثر تغییرات اتمسفری.............................................................100

2 – 7 . شبیه سازی رفلکتور گوشه‌ای .............................................101

3 – 7 . شبیه سازی تغییر در شرایط اتمسفری ............................101

1 – 3 – 7 . تغییر در دما ..........................................................102

2 – 3 – 7 – تغییر در فشار........................................................102

 3 – 3 – 7 . تغییر در فشار جزئی بخار آب .........................104

4 – 7 . تغییر اثرات اتمسفری با دامنه ...........................................106

5 – 7 . الگوریتم ارتقاء یافته..............................................................107

6 – 7 . نتایج برای شبیه سازی .......................................................107

7 – 7 . نتیجه گیری ...........................................................................108

**فصل هشتم**

8 . نتایج................................................................................................................110

1 – 8 . مرور فرضیه......................................................................................110

2 – 8 . خلاصه نتایج................................................................................112

 3 – 8 . ارزیابی نهایی تکنیک ..................................................................112

4 – 8 . روش اسکن توصیه شده .............................................................113

**منابع و معاخذ**...........................................................................................................115

قسمت اول

تحلیل پایداری شیب با بهره گیری از

تکنیکهای عددی پیشرفته

 خلاصه :

علی رغم پیشرفتهایی که در اندازه گیری و پیش بینی صورت گرفته ، خاکریزه ها خسارات اجتماعی ، اقتصادی و محیطی سنگینی را در فضاهای کوهستانی وارد میکند. قسمتی از آن بخاطر پیچیدگی فرایندها، عدم موفقیت شیب رانش و اطلاعات ناکافی ما از مکانیزم های اساسی می باشد. در هر صورت بطور افزاینده ای کارشناسان برای تحلیل و پیش بینی پایداری شیب ، تعیین ریسک آن ، مکانیزمهای شکست پتانسیلی و سرعتهای آن مناطق پر خطر حاضر شده و برای تعیین اندازه های چاره ساز ممکن فراخوانده می شوند.

این مقاله به معرفی موضوع تحلیل پایداری شیب سنگ و هدفی که این تحلیل در بررسی مکانیزمهای ریزش بالقوه شیب دنبال میکند ، می پردازد . سپس به بحث در مورد پیشرفتهایی که در تحول تکنیکهای آنالیز شیب بر پایه کامپیوتر به نسبت روشهای معمولی مورد استفاده ، می پردازد . همچنین تعیین امکان اجرای سینماتیک برای مدهای معمول متفاوت به اضافه راه حلهای تحلیلی و تعادلی محدود برای فاکتورهای ایمنی در برابر ریزش شیب ارایه شده است .

قسمت دوم به معرفی روشهای مدلسازی عددی و کاربردهای آنها در تحلیل پایداری شیب سنگ می پردازد . بحث روی پیشرفتهای استفاده از کدهای مدلسازی عددی پیوسته و ناپیوسته متمرکز می شود . همچنین مشارکت و نفوذ فشارهای تخلخل و بارگذاری دینامیک ارایه شده اند . مراحلی که در تحلیل عددی اجرا می شوند با تاکید بر اهمیت یک تمرین خوب مدلسازی بازنگری می شوند .

مدلسازی عددی وقتی که به درستی بکار رود ، میتواند بطور مشخص در فرایند طراحی با تهیه کردن بینش های کلیدی به مسایل پایداری پتانسیل و مکانیزمهای شکست ، استفاده گردد . در عین حال تاکید می کنیم که مدلسازی عددی یک ابزار است نه جایگزین برای قضاوت بحرانی است . همینطور ، مدلسازی عددی وقتی توسط یک کاربر با تجربه و کنجکاو بکار رود بسیار موثر خواهد بود .

 1 . معرفي

تحلیل پایداری شیب سنگ بطور معمول به سمت و سوی طراحی بنیادی و ایمن شیبهای حفر شده ( مانند حفاری گودال باز ، برشهای جاده ای و غیره ) و با شرایط تعادلی شیبهای طبیعی جهت داده می شود . تکنیک تحلیل انتخابی به هر دو ، شرایط سایت و حالت ریزش بالقوه با ملاحظات دقیقی که به قدرتهای متغیر ، ضعفها و محدودیتهایی که در هر روشی وجود دارد ، بستگی دارد .

بطور کل ، موضوعات ابتدایی آنالیز پایداری شیب صخره عبارتند از :

* تعیین شرایط پایداری شیب صخره ؛
* بررسی مکانیزمهای ریزش بالقوه ؛
* تعیین حساسیت آسیب پذیری شیبها به مکانیزمهای تریگرینگ متفاوت ؛
* آزمایش و مقایسه حمایتهای متفاوت و گزینه های مستحکم کردن ،
* طراحی شیبهای حفر شده بهینه از نقطه نظرهای ایمنی ، معتبر بودن و اقتصادی ؛

مطالعات بررسی سایت باید شامل هرگونه مطالعات پایداری و شامل المانهای زمین شناسی و نقشه برداری ناپیوسته برای تهیه داده های ورودی لازم برای آنالیز پایداری باشد . مجموعه داده ها بصورت ایده آل شامل توصیف جرم سنگ و نمونه برداری مواد سنگ برای آنالیز آزمایشگاهی ( یعنی قدرت و رفتار متشکله ) ، مشاهدات میدانی و اندازه گیری های درجا باشد . نمایش فضایی درجا و تغییرات موقتی در فشارهای تخلخل ، نابجایی های شیب ، فشارها و تغییر شکل جرم زیر سطحی سنگ ، داده های ارزشمندی را برای ارزشگذاری آنالیز پایداری تهیه می کند .

برای مدیریت مناسب اینطور بررسی ها و آنالیز و ارزشگذار مواقع خطرساز بالقوه که به سنگهای ناپایدار مربوط می شود ، درک فرایندها و مکانیزم های ناپایداری ضروری می باشد . حرکتهای خاکریز بعنوان های ریزش ، واژگون شدن ، ریختن ، پراکنده شدن یا جریان یافتن تلقی می شود و در برخی موارد شامل ترکیبات مختلفی از مدهای شکست متعدد ( ارجاع شود به خاکریزهای کامپوزیتی ) ، می شود . این مکانیزم ها اغلب پیچیده اند و در عمق عمل می کنند و بررسی ها و توصیف عوامل تشکیل دهنده را دچار مشکل می کنند . همانطوری که شک و تردید در مورد تکنیک تحلیل بکار گرفته شده و اینکه چه داده ورودی ای لازم است ، بالا می رود ؛ این در مرحله تحلیل مشکل ایجاد می کند .

امروزه محدوده وسیعی از ابزارهای آنالیز پایداری شیب برای هر دو نوع سنگ و مخلوط سنگ و خاک وجود دارد . این ابزارها محدوده شان از شیب نامحدود ساده و تکنیکهای تعادلی در ریزش تا کدهای المان محدود دوتایی است . به یاد داشته باشیم که تنها 25 سال از وقتی که بیشترین محاسبات پایداری شیب بصورت گرافیکی یا با استفاده از ماشین حساب دستی انجام می شد ، بجز یک استثنای آنالیز پیشرفته که شامل روشهای جستجوی سطح بحرانی که در یک پردازشگر مرکزی و یا کارتهای فورترن اجرا می شد . سیل عظیمی از برنامه های آنالیز استحکام با نرم افزار کوچکی که بصورت تجاری در دسترس است ، در خانه انجام می شد . امروزه هر مهندس زمین شناس با یک کامپیوتر شخصی می تواند ، آنالیز عددی نسبتا پیچیده شیب سنگ را بر عهده بگیرد .

امروزه از آنجایی که افق وسیعی از کاربردهای دسترس عددی روشن شده ، درک تغییر استحکام و محدودیت های هر یک از این روشها برای شاغلین ضروری است . برای مثال ، روشهای تعادلی محدود هنوز جزء معمول ترین راه حلهای سازگار در مهندسی شیب صخره باقی مانده ، ولو اینکه بیشتر سرازیری ها شامل تغییر شکل داخلی و شکافهایی که شباهت کمی دارند با فرضیات بلوک صلب دو بعدی که برای آنالیز تعادلی محدود معکوس لازم است ، می شوند .

مکانیزم های راه اندازی یا شروع ممکن است ، شامل حرکتهای اسلایدینگ که به عنوان یک مسأله تعادلی محدود می تواند تحلیل شود ، باشد ولی بعد از آن وارفتگی ، تغییر شکل تصاعدی و شکستگی وسیع داخلی جرم صخره بوجود خواهد آمد . فاکتورهایی که باعث ریزش احتمالی می شوند معمولا پیچیده اند و بسادگی در تحلیل استاتیک ساده وارد نمی شوند . در ادامه توضیحات بالا ، آنالیز تعادلی محدود ممکن است وابستگی شدیدی به ریزش ساده بلوک در طول ناپیوستگی ها داشته باشد . در نتیجه در جایی کارآیی دارد ، که برای ماکزیمم کردن فواید هر دوی آنها ، تکنیکهای تعادلی محدود باید در عطف مدلسازی عددی بکار رود .

در این مفاهیم ، شاغلین امروز باید از خود پشتکار نشان دهند و ثابت کنند که از هر دو ابزار ارایه شده در دسترس و از همه مهمتر ، از ابزارهای درست استفاده کنند . چن ( 2000 ) در مشاهدات خود روی استفاده از تمام تکنیکهای تحلیل در پایداری شیب مربوطه در طراحی یا تحلیل معکوس تاکید کرده است .

 " در روزگار قدیم ، ریزش شیب بعنوان قضابلا بشمار می رفت . امروزه ، حقوقدانان همیشه می توانند کسی را برای تقصیر کار شمردن یا کسی را برای پرداخت خسارت ، مخصوصا در هنگامی که خرابی شامل تلفات جانی یا مالی باشند ، پیدا کنند ."

طراحی شیب با استفاده از تنها آنالیز تعادلی محدود ، احتمالا ناکافی خواهد بود ؛ اگر شیب با مکانیزم های پیچیده ریزش کند ( بعنوان مثال ، لغزشهای تصاعدی ، تغییر شکل داخلی و شکافهای شکننده ، آبدار شدن لایه های ضعیفتر خاک و غیره ) . بعلاوه در حین تحلیل و طراحی مهندسی شیب ، بیشترین استفاده مربوط به مفاهیم ارزیابی مخاطرات و ریسکهاست . تخمین و برآورد خطرپذیری باید شامل هر دوی پیامد ریزش شیب و خطرات یا احتمال ریزش باشد . هر دو نیاز به درک مکانیزم ریزش دارند ، برای اینکه احتمالات موقتی و سه بعدی بتوانند در نظر گرفته شوند .

در قسمتهای بعدی ، به دوره تکنیکهای آنالیز پایداری شیب با تمرکز بر توسعه روشهای مدلسازی عددی می پردازیم . بعد از این قسمتها یک بازنگری روی روشهای قراردادی تحلیل پایداری برای مشخص کردن توسعه اخیر در تعادل محدود بر پایه برنامه های کامپیوتر که برای افزایش تجسم مسایل پایداری شیب طراحی شده اند ، انجام خواهیم داد .