دانشگاه یزد

دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی منابع طبیعی - آبخیزداری

بررسی رابطه بین خصوصیات بارندگی و وقوع زمین‌لغزش (مطالعه موردی: استان چهارمحال و بختیاری)

استادان راهنما:

دکتر علی طالبی

دکتر حسین ملکی‌نژاد

استاد مشاور:

دکتر نعیم امامی

پژوهش و نگارش:

علیرضا نفرزادگان

مهر ماه 1388

بسم الله الرحمن الرحیم

تقدیم به

بزرگترین نعمت‌های پروردگار برای من:

عزیزم که گرمی دولتا خشی‌ش و چراغ هدایتش را هیچ گاه از من دریغ

نکرد و مهربانی که آلم غوش گرمش هیچگاه تنهایی تسکین زوال شش تنها مرحم

زخم های زندگی من است و برادر بزرگوارم که صمیمیت نگاهش و مهربانی قلبش

همواره روشنایی بخش زندگی ام بوده خواهد بود

تقدیر و تشکر

حمد و سپاس خدای را که انسان را آفرید، به او قوه تفکر و تعقل داد و او را به سوی هدف خاص هدایت فرمود.

بر خود لازم می دانم که از:

اساتید ارجمند آقایان دکتر طالبی و دکتر حسینی ملکی نژاد (اساتید راهنما) خاطر راهنمایی های با ارزش و دلسوزیهای بی وقفه در انجام به موقع این پروژه و آقای دکتر نعیمی امامی (استاد مشاور) خاطر راهنمایی علمی و عملی تشکر نمایم.

همچنین از:

-آقایان مدیر کل ترفیق دستورانی و مدیر کل حسینی مبین که داوری داخلی خارجی این پایان نامه را بر عهده داشتند

لحظه های ناب همراهی دوستان عزیزم حامد شریفی جواد زومیدی بهره برد، ایمان فتاحی خدا کرم عظیمی هرگز فراموش نخواهد شد.

Yazd University

Faculty of Natural Resources and Desert Studies

Thesis Submitted

for the Degree of M.Sc

Title:

Investigation of the Relationship between Rainfall Characteristics and Landslide Initiation

(Case Study: Chaharmahal & Bakhtiary Province)

Supervisors: Dr. A.Talebi, Dr. H.Malekinezhad

Advisor: Dr. N.Emami

By: Alireza Nafarzadegan

October 2009

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه و سابقه تحقیق

1-1- مقدمه.....2

1-2- زمین‌لغزش و طبقه‌بندی آن.....5

1-2-1- تعریف زمین‌لغزش.....5

1-2-2- طبقه بندی زمین‌لغزش‌ها.....6

1-3- عوامل موثر وقوع زمین‌لغزش 8

1-3-1- توپوگرافی (پستی و بلندی).....8

1-3-2- ساخت و جنس زمین‌شناسی.....9

1-3-3- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک.....11

1-3-4- اقلیم و هیدرولوژی.....12

1-3-4-1- بارش باران.....12

1-3-4-2- نفوذ آب، جریان‌های زیرسطحی و آب زیرزمینی.....13

1-3-4-3- درجه حرارت و تغییرات آن.....13

1-3-5- پوشش گیاهی.....14

1-4- آستانه بارندگی و زمین‌لغزش.....16

1-4-1- بارندگی متداول‌ترین عامل زمین‌لغزش.....16

1-4-2- مفهوم آستانه بارندگی.....17
1-4-3- مدل‌های تجربی برای تعیین آستانه بارندگی.....18
1-4-4- انواع آستانه براساس ویژگی‌های بارش.....23
1-4-5- آستانه‌هایی که شرایط پیشین را در نظر می‌گیرند.....43
1-4-6- دیگر آستانه‌ها.....46

فصل دوم: مواد و روش‌ها

2-1- معرفی منطقه مورد مطالعه.....49
2-1-1- موقعیت جغرافیایی.....49
2-1-2- اقلیم منطقه.....50
2-1-2-1- عناصر اقلیمی استان.....57
2-1-2-1-1- بارش.....57
2-1-2-1-2- دمای هوا.....58
2-1-2-1-3- تعداد روزهای یخبندان.....59
2-1-2-1-4- روزهای همراه با برف و یا مخلوط برف و باران.....60
2-1-2-1-5- رطوبت هوا.....60
2-1-2-1-6- پوشش ابری و ابرناکی.....61
2-1-2-1-7- ساعات آفتابی.....61
2-1-2-1-8- توفان رعد و برق.....62
2-1-2-1-9- جریان وزش بادها.....62
2-1-3- زمین‌شناسی.....62

2-1-3-1- زمین ساخت 63
2-1-3-2- چینه شناسی.....64
2-1-3-3- لرزه خیزی.....65
2-2- روش‌های استفاده شده در این مطالعه.....67

فصل سوم: نتایج و بحث

3-1- مقدمه.....71
3-2- تحلیل موقعیت مکانی زمین‌لغزش‌ها در ارتباط با میزان بارندگی 71
3-3- تعیین آستانه براساس بارندگی پیشین 75
3-4- تعیین آستانه با استفاده از ویژگی‌های رگبار اصلی.....95
3-4-1- تعیین آستانه‌های بالایی و پایینی 95
3-4-2- تعیین آستانه کمینه 102

فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

4-1- نتیجه گیری 110
4-2- پیشنهادات 111

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل 1-1- درصد مرگ و میر ناشی از زمین لغزش در بازه زمانی 1903 تا 2004.....2

شکل 1-2- الگوی رقومی- ارتفاعی ایران، شاهدی بر توپوگرافی کوهستانی فلات ایران.....3

شکل 1-3- نقشه پراکندگی زمین‌لغزش‌های ایران..... 4

شکل 1-4- لغزش دورانی در خاک به دلیل افزایش شیب دامنه سست در اثر تعریض جاده در مسیر دره هراز (1383) 9

شکل 1-5- لغزش بلوک سنگی، دره نور پیامد زمین‌لرزه 27 اردیبهشت ماه 1383 در فیروزآباد کجور..... 10

شکل 1-6- سنگ اُفت‌های جاده چالوس، منطقه هفت برادران، پیامد زمین‌لرزه 27 اردیبهشت ماه 1383 در فیروزآباد کجور.....10

شکل 1-7- پایداری نسبی شیب در پوشش گیاهان چوبی (درختان سپیدار).....15

شکل 1-8- عوامل ماشه‌ای زمین‌لغزش‌ها در جهان..... 17

شکل 1-9- مقایسه دو آستانه شدت- مدت پیشنهادی برای فیلیپین..... 30

شکل 2-1 استان‌های مجاور و شهرستان‌های استان چهارمحال و بختیاری 51

شکل 2-2- پهنه‌بندی اقلیمی استان چهار محال و بختیاری..... 56

شکل 2-3- خطوط هم دمای استان چهار محال و بختیاری..... 59

شکل 3-1- موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی و زمین‌لغزش‌ها در استان چهارمحال و بختیاری.....72

شکل 3-2- موقعیت زمین لغزش‌ها نسبت به خطوط همباران در استان چهارمحال و بختیاری.....73
شکل 3-3- نقشه زمین‌شناسی استان چهارمحال و بختیاری 74
شکل 3-4- میانگین مجموع بارندگی در هر یک از بازه‌های زمانی پیشین در نظر گرفته شده برای 54
زمین‌لغزش.....77
شکل 3-5- آستانه بارندگی پیشین 30 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی.....78
شکل 3-6- آستانه بارندگی پیشین 28 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی.....79
شکل 3-7- آستانه بارندگی پیشین 25 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی.....80
شکل 3-8- آستانه بارندگی پیشین 20 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی.....81
شکل 3-9- آستانه بارندگی پیشین 15 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی.....82
شکل 3-10- آستانه بارندگی پیشین 10 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی.....83
شکل 3-11- آستانه بارندگی پیشین 7 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی.....84
شکل 3-12- آستانه بارندگی پیشین 5 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی.....85
شکل 3-13- آستانه بارندگی پیشین 4 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی.....86
شکل 3-14- آستانه بارندگی پیشین 3 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی.....87
شکل 3-15- آستانه بارندگی پیشین 15 روزه و رگبار 3 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی..... 89
شکل 3-16- آستانه بارندگی پیشین 20 روزه و رگبار 3 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی..... 90
شکل 3-17- آستانه بارندگی پیشین 15 روزه و رگبار 2 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی..... 91
شکل 3-18- آستانه بارندگی پیشین 20 روزه و رگبار 2 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی..... 92
شکل 3-19- آستانه بارندگی پیشین 15 روزه و رگبار 5 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی..... 93
شکل 3-20- آستانه بارندگی پیشین 20 روزه و رگبار 5 روزه در مقیاس عادی و لگاریتمی..... 94

شکل 3-21- ارتباط بین شدت و مدت رگبارهای بررسی شده در مقیاس عادی و لگاریتمی. منحنی آستانه پایینی و بالایی قابل تشخیص است. 96
شکل 3-22- مقایسه دو آستانه پایینی پیشنهاد شده توسط جیانچینی (2006) و تحقیق حاضر.....98
شکل 3-23- مقایسه دو آستانه بالایی پیشنهاد شده توسط جیانچینی (2006) و تحقیق حاضر.....98
شکل 3-24- ارتباط بین نرمالیزه شدت رخداد (I_{MAP}) و مدت رگبارهای بررسی شده در مقیاس عادی و نیمه لگاریتمی. منحنی آستانه پایینی و بالایی قابل تشخیص است.....99
شکل 3-25- ارتباط بین میزان بارندگی رخداد و مدت رگبارهای بررسی شده در مقیاس عادی و نیمه لگاریتمی. منحنی آستانه پایینی و بالایی قابل تشخیص است..... 100
شکل 3-26- ارتباط بین نرمالیزه میزان بارندگی رخداد (E_{MAP}) و مدت رگبارهای بررسی شده در مقیاس عادی و نیمه لگاریتمی. منحنی آستانه پایینی و بالایی قابل تشخیص است..... 101
شکل 3-27- ارتباط بین شدت متوسط رخداد و مدت رگبارهای بررسی شده. منحنی آستانه کمینه قابل تشخیص است.....102
شکل 3-28- موقعیت بارش 3 روزه (50 ساعتی) 100 میلی‌متر با مجموع بارندگی 15 روز قبل 20 میلی‌متر (مثلث پررنگ) نسبت به آستانه‌های مربوطه. 103
شکل 3-29- ارتباط بین نرمالیزه شدت متوسط رخداد و مدت رگبارهای بررسی شده. منحنی آستانه کمینه قابل تشخیص است.....104
شکل 3-30- ارتباط بین میزان بارندگی رخداد و مدت رگبارهای بررسی شده. منحنی آستانه کمینه قابل تشخیص است.....104
شکل 3-31- ارتباط بین نرمالیزه میزان بارندگی رخداد و مدت رگبارهای بررسی شده. منحنی آستانه کمینه قابل تشخیص است.....105

شکل 3-32- ارتباط بین شدت متوسط رخداد و میزان بارندگی رگبارهای بررسی شده. منحنی آستانه کمینه قابل تشخیص است.....105
شکل 3-33- ارتباط بین نرمالیزه شدت متوسط رخداد (I_{MAP}) و نرمالیزه میزان بارندگی (E_{MAP}) رگبارهای بررسی شده. منحنی آستانه کمینه قابل تشخیص است.....106
شکل 3-34- ارتباط بین نرمالیزه میزان بارندگی و شدت متوسط رگبارهای بررسی شده. منحنی آستانه کمینه قابل تشخیص است.....106
شکل 3-35- ارتباط بین نرمالیزه میزان بارندگی و لگاریتم طبیعی شدت متوسط رگبارهای بررسی شده. منحنی آستانه کمینه قابل تشخیص است.....107
شکل 3-36- مقایسه آستانه‌های شدت- مدت بارندگی مربوط به 15 منبع پُراستناد با آستانه کمینه شدت- مدت پیشنهاد شده در تحقیق حاضر (نقطه‌چین پررنگ). آستانه جهانی (پررنگ) ارائه شده توسط کروستا و فراتینی (2001) نیز قابل تشخیص است.....108

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول 1-1: دسته‌بندی نوع مواد تشکیل‌دهنده توده جابجا شده..... 5

جدول 1-2: دسته‌بندی زمین‌لغزش‌ها بر مبنای طبقه‌بندی وارنز (1978)..... 7

جدول 1-3: متغیرهای مربوط به بارندگی که برای تعریف آستانه‌های بارندگی شروع زمین لغزش در منابع بیشتری بکار رفته اند..... 20

جدول 1-4- آستانه های شدت- مدت (ID) برای آغاز زمین لغزش..... 25

جدول 1-5- آستانه‌های شدت- مدت نرمالیزه برای آغاز زمین‌لغزش..... 32

جدول 1-6- آستانه‌های بارندگی برای آغاز زمین‌لغزش براساس اندازه‌گیری و بررسی بارش رخدادی..... 36

جدول 1-7- آستانه‌های رخداد- مدت بارندگی (ED) و آستانه‌های نرمالیزه رخداد- مدت بارندگی برای آغاز زمین‌لغزش..... 39

جدول 1-8- آستانه‌های رخداد- شدت بارندگی (EI) و آستانه‌های نرمالیزه رخداد- شدت بارندگی برای آغاز زمین‌لغزش..... 41

جدول 2-1- مشخصات ایستگاه‌های سینوپتیک استان چهارمحال و بختیاری..... 52

جدول 2-2- نرمال‌های اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک استان چهارمحال و بختیاری..... 52

جدول 2-3- نتایج تعیین اقلیم ایستگاه شهرکرد با روش‌های مختلف..... 53

جدول 2-4- نتایج تعیین اقلیم ایستگاه کوهرنگ با روش‌های مختلف..... 54

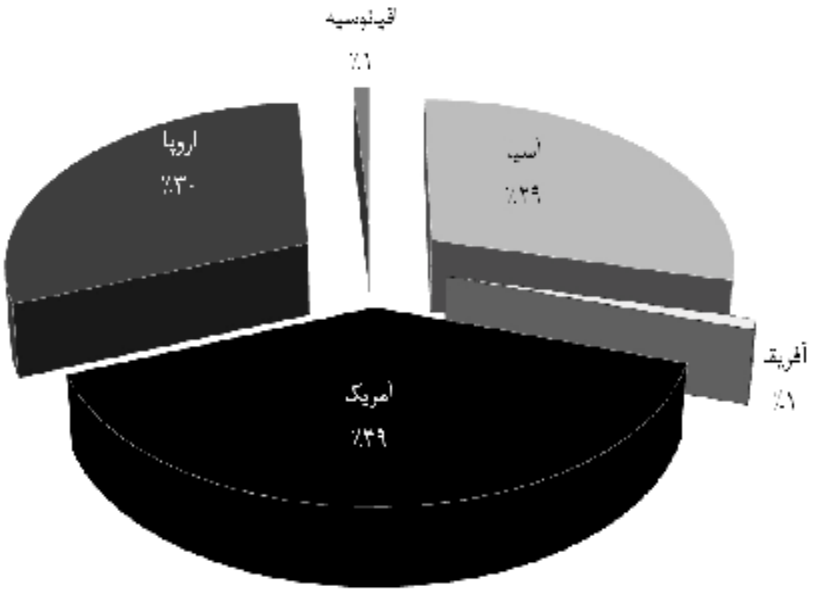
جدول 2-5- نتایج تعیین اقلیم ایستگاه لردگان با روش‌های مختلف..... 54
جدول3-1- توزیع رخدادهای گروه 1، 2 و 3 در سه منطقه تعریف شده.....97

فصل اول

مقدمه و سابقه تحقیق

1-1- مقدمه

زمین‌لغزش در زمره رایج‌ترین خطرات طبیعی است که هرساله باعث خسارات سنگین جانی و مالی در سرتاسر دنیا می‌شود. براساس مطالعات انجام شده توسط شبکه موضوعی ژئوتکنیکی اروپا[1]، زمین‌لغزش به تنهایی 17% از بلایای طبیعی جهان را به خود اختصاص داده است و میزان تلفات جانی ناشی از این پدیده در طی سال‌های 1903 تا 2004 (شکل1-1) به ترتیب در آسیا 29%، آمریکا 39%، اروپا 30%، آفریقا 1% و اقیانوسیه 1% از میزان مرگ و میر را شامل می شود (کوهرست و همکاران[2]، 2005).



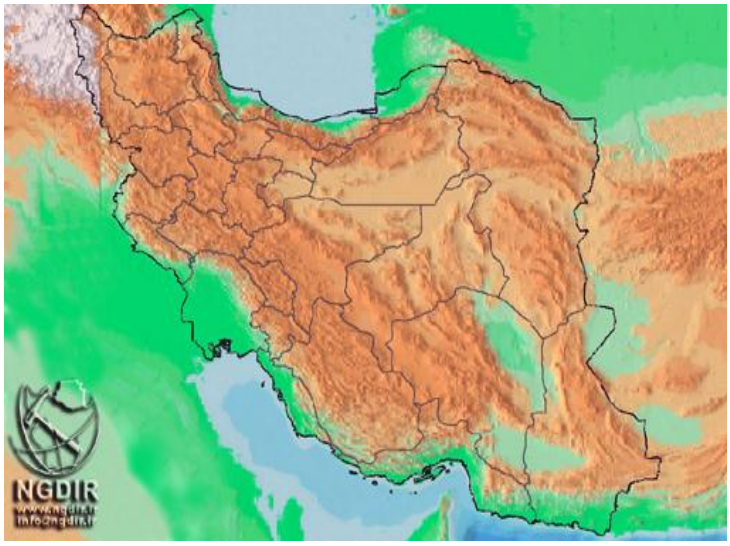
شکل 1-1- درصد مرگ و میر ناشی از زمین لغزش در بازه زمانی 1903 تا 2004

ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی (شکل1-3)، فعالیت زمین‌ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین‌شناسی و اقلیمی، عمده شرایط طبیعی را برای ایجاد طیف وسیعی از زمین-

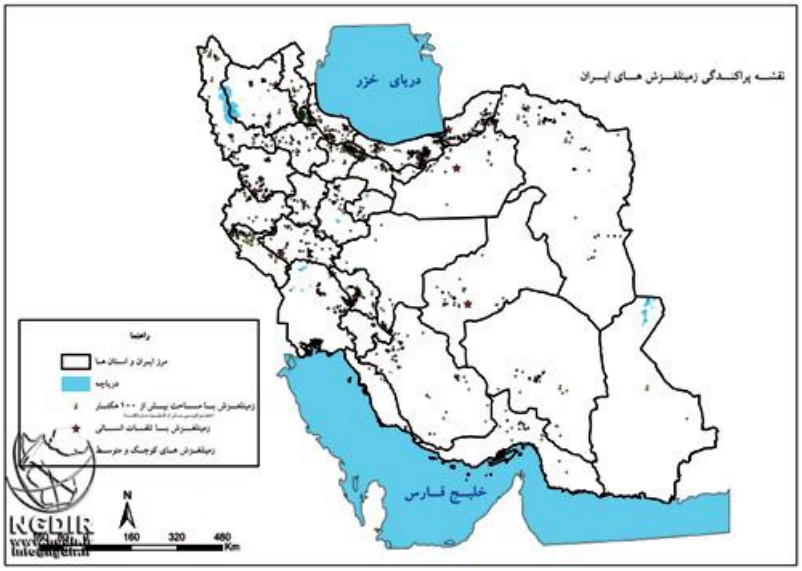
[1]- European Geotechnical Thematic Network
[2]- Koehorst et al.

لغزش‌ها داراست (شکل1-4). زمین‌لغزش در ایران به عنوان یک بلای طبیعی، سالیانه خسارات جانی و مالی فراوانی به کشور وارد می‌سازد. اگر برای بلایای طبیعی دیگر احتمال وقوع هر از چندگاهی قائل شویم، پتانسیل وقوع پدیده زمین‌لغزش در کشور را باید هر لحظه در نظر گرفت. براساس یک برآورد اولیه، سالیانه 500 میلیارد ریال خسارت‌های مالی از طریق زمین‌لغزش‌ها بر کشور تحمیل می شود و این در صورتی است که از بین رفتن منابع‌طبیعی غیرقابل بازگشت به حساب آورده نشوند. این پدیده همه ساله در اکثر استان‌های کشور موجب خسارت‌های اقتصادی به راه‌ها، خطوط انتقال نیرو و ارتباطات، کانال‌های آبیاری و آبرسانی، تأسیسات معدنی، سدها، دریاچه‌های مصنوعی و طبیعی، جنگل‌ها، مراتع ، مزارع، مناطق مسکونی و ... گشته یا آنها را مورد تهدید قرار می‌دهد (پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور، 1388).

با توجه به این واقعیت‌ها، می‌توان طراحی و بکارگیری سیستم‌های هشداردهنده در مناطق لغزش‌خیز کشور را ضرورتی اجتناب ناپذیر دانست. راه‌اندازی چنین سیستم‌هایی در ایران بدون شک گامی بلند در جهت به حداقل رساندن خسارات ناشی از زمین‌لغزش‌ها و نقطه عطفی در مدیریت پایدار این بلای طبیعی خواهد بود.



شکل 1-2- الگوی رقومی- ارتفاعی ایران، شاهدی بر توپوگرافی کوهستانی فلات ایران



شکل 1-3- نقشه پراکندگی زمین‌لغزش‌های ایران

در استان چهارمحال و بختیاری، زمین لغزش‌ها تاکنون موجب تخریب بیش از 60 روستا شده‌اند (مردانیان و کریمی، 1386). زمین‌لغزش بزرگ روستای چلو در سال 1372 باعث کشته شدن 6 نفر از اهالی روستا و هدررفت حداقل یک میلیون و پانصد هزار متر مکعب از اراضی کشاورزی گردید؛ همچنین در این استان می‌توان به زمین‌لغزش روستای آبیکار در سال 1377 اشاره نمود که طی آن حجم عظیمی از توده‌های سنگ و خاک بر روی این روستا فرو ریخت و باعث مرگ 55 نفر از ساکنین و مدفون شدن بیش از 40 هکتار از اراضی اطراف روستا شد. به علاوه لغزش‌های متعدد دیگری در جوار راه‌های اصلی استان به ویژه دو جاده شهرکرد-مسجدسلیمان و شهرکرد- ایذه رخ داده است (امامی، 1385)، که در این راستا تاکنون برای بیش از 201 مورد زمین‌لغزش توسط مدیریت آبخیزداری استان، شناسنامه تهیه گردیده است.

از آنجایی که نقش محرک عوامل هیدرواقلیم در وقوع حرکات توده‌ای در غرب استان (حوضه کارون میانی) به اثبات رسیده (نیک‌اندیش، 1378) و بارندگی نیز به عنوان مهمترین عامل ماشه‌ای حرکات توده‌ای در استان چهارمحال و بختیاری شناخته شده است (امامی و همکاران،

1381)، لزوم انجام مطالعات علمی به منظور تعیین آستانه بارندگی وقوع زمین لغزش که نقشی هشدار دهنده را در این استان خواهد داشت بیش از پیش احساس می‌شود.

1-2- زمین‌لغزش و طبقه‌بندی آن

1-2-1- تعریف زمین‌لغزش

بنا به تعریف انجمن بین‌المللی زمین‌شناسی مهندسی[1] زمین‌لغزش عبارتست از جابجایی به سمت پایین توده‌ای از مواد بر روی یک شیب، که نوع مواد درگیر به قرار جدول 1-1 است (بولتن انجمن بین‌المللی زمین‌شناسی مهندسی، 1991):

جدول 1-1- دسته‌بندی نوع مواد تشکیل‌دهنده توده جابجا شده

واریزه:خاک های دانه درشت		نوع مواد جابجا شده (توده جابجا شده)
خاک: حداقل پنجاه درصد ذرات تشکیل‌دهنده شامل ماسه سیلت و ذرات در اندازه رس هستند	خاک مهندسی	سنگ بستر

عامل حرکت توده مواد، نیروی جاذبه و دلیل حرکت، قرارگرفتن مواد در یک حالت ناپایدار است. بنابراین می‌توان گفت زمانی زمین مستعد حرکت می‌شود که نوعی ناپایداری (به هر دلیل) در یک شیب به وجود آید.

کوتز[2] (1977) معتقد است که ویژگی‌های زیر باید در مورد یک گسیختگی تحقق یابد تا بتوان بدان واژه زمین‌لغزش اطلاق نمود:

---

[1]- International Association Engineering Geology (IAEG)

[2]- Coats

1- وزن (نیروی ثقل) عامل اصلی حرکت باشد.

2- حرکت باید نسبتاً سریع باشد زیرا خزش کندتر از آن است که جزو لغزش‌ها قرار گیرد.

3- حرکت باید متمایل به پایین یا خارج توده باشد؛ بنابراین نشست جزء این خانواده نیست.

4- مواد و عرصه جابجا شده دارای مرزهای مشخصی باشد.

1-2-2- طبقه‌بندی زمین‌لغزش‌ها

جهت طبقه‌بندی حرکات توده‌ای از عوامل و معیارهای متفاوتی استفاده گردیده است که مهمترین آنها را می‌توان نوع مواد درگیر و یا نوع حرکت، مورفولوژی مواد حرکت یافته یا سطح حرکت و جابه‌جایی و خواص ژئوتکنیکی عنوان کرد. در این ارتباط محققین زیادی تلاش نموده و با محور قرار دادن هر یک از عوامل فوق طبقه‌بندی خاصی را ارائه نموده‌اند. از جمله این افراد می‌توان به شارپ[1] (1938)، اسکمتون[2] (1953)، ترزقی[3] (1954)، هاچینسون[4] (1968)، اِسمال[5] (1972)، واتاری[6] (1977)، کوتز (1977) و وارنز[7] (1978) اشاره نمود (امامی، 1385). یکی از جامع‌ترین طبقه‌بندی‌هایی که مورد توافق اکثر پژوهشگران می‌باشد، طبقه‌بندی وارنز (1978) می‌باشد. این طبقه‌بندی در عین سادگی، بر اساس ویژگی‌هایی استوار است که پس از رویداد یک زمین‌لغزش نیز حفظ و با گذشت زمان کمتر دستخوش تغییر می‌شد (جدول2-2). طبقه‌بندی وارنز بر دو مبنا استوار است (وارنز، 1978):

---

[1]- Sharp
[2]- Skempton
[3]- Terzaghi
[4]- Hutchinson
[5]- Small
[6]- Wattari
[7]- Varnes