# آشکارسازی نیمه اتوماتیک زمین لغزش ها بروش شیء گرا از روی تصاویر ماهواره ای

شهرام روستائی[1] و جمشید یاراحمدی[2]

**چکیده**

شناسائی و طبقه بندی زمین لغزش‌ها یکی از مهمترین ضروریات در تحلیل های مربوط به ارزیابی ابعاد مخاطرات طبیعی است. انجام این امر قبلاً از طریق اندازه‌گیری‌های صحرائی بهمراه تفسیر بصری زوج‌های استریوئی عکس های هوایی صورت می‌گرفت تا اینکه پیشرفتای اخیر در فناوری سنجش از دور با ارائه تصاویر ماهواره‌ای با تفکیک مکانی بالا زمینه های بکارگیری این داده‌ها را در مطالعات مربوط به زمین لغزش‌ها هر چه بیشتر فراهم ساخته است. روش مرسوم در این زمینه استفاده از روش پیکسل پایه بوده که در آن تنها به اختلاف مقادیر طیفی پیکسل ها استناد می شد. ولی بعدها انجام تعداد محدودی از اینگونه مطالعات، نشان داد که این روش نمی تواند روش دقیق و کارآئی در زمینه آشکارسازی انواع زمین لغزش ها باشد. بهمین منظور امکان بکارگیری روش‌های تفسیر رقومی دیگری در این زمینه بررسی شدند. تا اینکه روش دانش پایه شیءگرا جایگزین روش مرسوم پیکسل پایه در این زمینه گردید بطوریکه اما امروزه تفسیر داده‌های دورسنجی می‌تواند بصورت نیمه اتوماتیک با ایجاد توابعی در روش طبقه بندی شیءگرا با استفاده از ویژگی‌های طیفی، مکانی و مورفومتریک لغزش‌ها بهمراه دانش خبره صورت گیرد.

هدف این تحقیق عبارت است از معرفی روش تفسیر رقومی شیءگرا در مطالعه و اشکارسازی انواع زمین لغزش ها بوده تا بدین صورت با بهنگام سازی و ترکیب کردن عوارض تشخیصی برای آشکارسازی نیمه اتوماتیک(شناسائی و طبقه بندی) زمین لغزش‌ها بمنظور فراهم سازی پایه موثری برای محقیقن برای توسعه توابع شیءگرا در تهیه نقشه لغزش‌هافراهم آید. ویژگی های طیفی عوارض تشخیصی لغزش‌ها همانندNDVI ، عوارض شکل همانند نسبت طول/پهنا، تقارن، بافت و عوارض مرفومتریک مانند شیب، انحنای زمین و جهت جریان که بترتیب از تصاویر ماهواره‌ای با تفکیک مکانی بالا و مدل رقومی ارتفاعی استخراج می شوند در این روش استفاده می شوند. این مقاله بصورت مروری به معرفی روش یاد شده می پردازد.

**کلمات کلیدی: زمین لغزش، تحلیل شیءگرا، آشکارسازی نیمه اتوماتیک، اهرچای**

**مقدمه:**

بلایای طبیعی به عنوان بزرگترین دشمن طبیعی انسان باعث کشته و مجروح شدن سالانه صدها هـزار تـن و بـی خانمان شدن میلیون ها نفر در سراسر جهان می‌شود. از این رهگذر زمین لغزش به عنوان یکی از معضلات جهانی پیش روی انسان که همواره در سراسر جهان باعث تلفات سالانه هزاران نفر و وارد آمدن خسارات سـنگین مـالی و

[1] دانشیار گروه جغرافیایی طبیعی دانشگاه تبریز

[2] دانشجوی دوره دکتری تخصصی رشته ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز yarahmadi@tabrizu.ac.ir 09144044326

اقتصادی به مناطق مسکونی می‌شود دارای اهمیت خاصی می باشد؛ خصوصاً که با افـزایش جمعیـت و اسـکان در مناطقی که مستعد رویداد زمین لغزش هستند آمارهای جهانی تلفات و خسارات مالی ناشی از این پدیده، پیوسته درحال افزایش می‌باشد. با توجه به این نکته که زمین لغـزش‌هـا نسـبت بـه سـایر بلایـای طبیعـی مثـل سـیل، آتشفشان، زلزله و ... مدیریت پذیرتر و قابل پیش بینی‌تر می‌باشند لذا شناخت این پدیـده در جهـت جلـوگیری از خسارات ناشی از آن از اهمیت بنیادی در مقابله با بلایای طبیعی بر خوردار است. مدیریت ریسک و ارزیابی خطـر زمین لغزش‌ها با شناسائی جامع و تهیه نقشه آنها شروع می شود که این امر مـی توانـد مبنـای کسـب آگـاهی از توزیع مکـانی و زمـانی آنهـا بکـار رود(گـازوتی و همکـاران[1]، ۲۰۰۰ و براردینـونی و همکـاران[2]، ۲۰۰۳). در اوایـل، شناسائی لغزش‌ها عمدتاً بر اساس تفسیر بصری زوج‌های استریوئی عکس‌های هوایی و از طریـق انجـام مشـاهدات صحرائی صورت می‌گرفت. هرچند که تفسیر بصری عکس‌های هوایی در ترکیب با بررسی‌های صحرائی، تا به امروز نیز بعنوان یکی از منابع اصلی در نقشه برداری زمین لغزش‌ها باقی مانده است اما این منابع اطلاعاتی ضمن اینکـه برای اکثر مناطق دنیا بصورت بهنگام قابل دسترس نبوده و نیز تهیه آن برای مناطق وسیع هزینه زیـادی را مـی-طلبد. از طرف دیگر، تفسیر آنها هم زمانبر بوده و عمدتاً بر توانائی مفسر وابسته است(هانـگ و همکـاران[3]، ۲۰۰۷). تفسیر بصری عکس‌های هوایی در ترکیب با بررسی‌های صحرائی، تا به امروز بعنوان یکی از منابع اصـلی در نقشـه بـرداری زمـین لغـزش‌هـا بـاقی مانـده اسـت(کـاب[4]، ۲۰۰۲، کاسـون و همکـاران[5]، ۲۰۰۳ و وان وسـتن[6] و لـولی گیتاهون[7]، ۲۰۰۳). هرچند که عکس‌های هوایی جزئیاتی بیشتری از یک لغزش را بصورت صحیح نمایش مـی‌دهـد اما آنها اغلب بصورت بهنگـام بـرای اکثـر منـاطق مسـتعد زمـین لغـزش در دنیـا فـراهم و در دسـترس نیسـتند. تصویربرداری ماهواره‌ای بعنوان یک منبع اطلاعاتی جایگزین در این زمینه در آمده است. بخاطر اینکه آنهـا امکـان ارزیابی اقتصادی لغزش‌ها در مناطق وسیع را فراهم آورده و همچنین امکان شناخت اجمـالی زمینـه منـاطقی کـه لغزش‌ها در آن اتفاق افتاده بویژه زمانی که پوشش زمین حالت دینامیکی داشته باشـد میسـر مـی سـازند. تعـداد محدودی از مطالعات پیشین بصورت ابتدائی اقدام به آشکارسازی لغزش‌های بزرگ با استفاده از تصاویر با تفکیـک مکانی پایین نموده‌اند. در حالیکه، مطالعات امروزی بطور فرایندهای از تصویربرداری با تفکیک مکـانی خیلـی بـالا( نظیر کویک برد، آیکونوس،ورلد ویو-۱،کارتوست-۱ و ۲، اسپات۵ و الوس-پرایسم) برای تهیه نقشه زمین لغزش‌هـا استفاده می‌کنند و تعداد سنجنده‌های فعال با ویژگی‌های مشابه سال به سال در حال افزایش اسـت(وان وسـتن و همکاران،۲۰۰۸). دیدگاه دیگر در استفاده از سنجش از دور در تهیه نقشه لغزش‌ها، شامل تصـاویر سـایه-روشـن[8]

1 Guzzetti et al
2 Brardinoni et al
3 Hong,Y. et al
4 Kääb
5 Casson et al
6 vanWesten
7 Lulie Getahun
8 shaded relief

ناهمواری تهیه شده از لیدار(LiDAR) و تداخل سنجی رادار دهانه ترکیبی(InSAR) براساس مدل‌های رقومی ارتفاعی(DEM)است(سینگروی و همکاران[1]،۱۹۹۸و وان دن اسخاوت و همکاران[2]،۲۰۰۷).

اقدامات مقدماتی در زمینه تهیه نقشه لغزش‌ها با استفاده از روش‌های اتوماتیک توسط محققین قبلی صورت گرفته است. بورقیوس و همکاران[3](۲۰۰۷) نشان دادند که چگونه روش طبقه بندی بدون نظارت[4] قادر به آشکارسازی ۶۳ درصد از کل لغزش‌هایی است که بصورت دستی نقشه شان تهیه شده بود. از دیگر روش‌های مشابه روش اتوماتیک در زمینه تهیه نقشه لغزش‌ها، روش آشکارسازی تغییرات[5] و ترکیب تصویر[6] می‌باشند. نیکول نیکول و ونگ[7](۲۰۰۵) نمونه موفقیت آمیزی از بکارگیری تکنیک کشف تغییرات را در لغزش‌های افتراقی[8] از عوارضی با رفتار طیفی مشابه نظیر سنگ لخت و خاک را نشان دادند. تمامی روش های اتوماتیک فوق الذکر بعنوان روش‌های پیکسل پایه هستند و پیکسل‌ها نیز برای نمایش فرایندهای ژئومورفیکی مانند لغزش ها مناسب نیستند و بنابراین خروجی آنها با زمینه فلفل نمکی[9] نشان داده خواهند شد که اغلب نیز در سطح زمین قابل بازبینی نیستند. این روش ها همچنین تنها به رفتار های طیفی[10] تکیه دارند و آن هم مشخصه ایست که برای تمامی لغزش‌ها یکسان نیست. بعلاوه مشخصه های طیفی، عوارض تشخیصی لغزش ها می‌تواند شامل: پوشش گیاهی، زاویه شیب، مورفولوژی شیب، شبکه زهکشی، امتداد شکاف ها، حضور عوارض انسان ساخت مانند دیوارهای حفاظتی و شبکه های زهکشی مصنوعی باشد. پژوهشگران قبلی در زمینه کمی کردن بعضی از این عوارض تشخیصی تلاش کرده اند. پایک[11](۱۹۸۸) ویژگی‌های ژئومتریکی را از روی مدل رقومی ارتفاعی برای مجموعه ای از متغییرهای توپوگرافیکی که لغزش ها را از عوارض اطراف آنها مجزا می کند محاسبه کرده است. همینطور، ایواهاشی و پایک[12](۲۰۰۷) از پارامتر های سطح شیب، بافت سطحی و تحدب محلی که مستخرج از مدل رقومی ارتفاعی بودند برای طبقه بندی اتوماتیک توپوگرافی استفاده کردند. مطالعات قبلی همچنین نشان دادند که بکارگیری توامان داده‌های دورسنجی و اطلاعات مستخرج از مدل رقومی ارتفاعی نتایج بهتری را در مقایسه با زمان بکارگیری شان بصورت مستقل ارائه می دهد(ام سی درماید و فرانکلین[13]،۱۹۹۴و فلورین سکی[14]،۱۹۹۸). روش تحلیلی شیءگرا، با امکان بکارگیری همزمان انواع مختلف داده‌ها(طیفی، ارتفاعی و موضوعی) توانائی موفقیت آمیز خود را در زمینه طبقه بندی اتوماتیک اشکال زمین[15]محقق ساخته است(دراقوت و بلاشک [16]۲۰۰۶و وان اسیلن[1] و سیج مونس برگن[2]،۲۰۰۶). این روش پتانسیل آشکارسازی لغزش‌ها را بصورت

1 Singhroy et al
2 Van Den Eeckhaut et al.
3 Borghuis et al.
4 Unsupervised
5 change detection
6 image fusion
7 Nichol and Wong
8 differentiate landslides
9 salt and pepper
10 spectral signature
11 Pike
12 Iwahashi and Pike
13 McDermid and Franklin
14 Florinsky, 1998
15 landforms
16 Dragut and Blaschke

خودکار با ترکیب مجموعه ای از عوارض تشخیصی لغـزش هـا بطـور مناسـب در مقایسـه بـا روش پیکسـل پایـه داراست.

طبقه بندی شیءگرا تصاویر ماهواره ای یک روش دانش پایه است بطوریکـه ویژگـی هـای طیفـی، مورفـومتری و وابسته به قراین عوارض تشخیصی لغزش ها می توانند براساس دانش خبره ترکیب شده تا بطور دقیق لغزش ها را آشکار سازد(بارلوو و همکاران[3]،۲۰۰۳و ۲۰۰۶). از آنجائیکه لغزش‌ها در محیط های ژئومورفیکی مختلفی اتفاق می افتندجا دارد که لغزش ها را بعنوان پدیده‌ای که بوسیله محیط پیرامون خود احاطه شـده معرفـی کـرد. سـگمنت سازی تصویر که یک مرحله اجباری قبل از تحلیل شیءگرا است براساس گروه بندی پیکسل های همگـن از نظـر طیفی در قالب یک شیء[4]صورت می گیرد(باتز و شاپ[5]،۲۰۰۰). مزیت مهم تحلیل شیءگرا خروجـی هـای تحقـق گرای آن است که براحتی در سطح زمین قابل بازبینی است. بهرحال، بمنظور اسـتفاده مطلـوب از روش شـیءگرا، نیازمند درک کاملی از همه ویژگی های مرتبط لغزش ها بویژه از دید سگمنت سازی هسـتیم. همچنـین نیازمنـد بهنگام سازی و ترکیب معیارهای برای آشکارسازی لغزش ها در هرکدام از کلاس های لغزشی طرح ارائـه شـده از طرف وارنز با استفاده از روش های جدید در تهیه نقشه لغزش‌ها همانند استفاده از تصاویر مـاهواره‌ای بـا تفکیـک مکانی بالا و مدل رقومی زمین هستیم. تلاش های محدودی در آشکارسازی لغزش ها با استفاده از روش شـیءگرا صورت گرفته است(بارلوو و همکاران،۲۰۰۶). بهرحال، در صورتیکه آنها انواع لغزش‌ها از قبیل لغزش های واریـزه-ای، جریانات واریزه‌ای و لغزش های سنگی را با استفاده از روش شیءگرا متمایز می سـازند، مشخصـه هـای ارائـه شده آنها از انواع مختلف لغزش ها از اساسی ترین داده های مبتنـی بـر تحلیـل یـک مجموعـه خیلـی محـدود از پارامترهاست. در تحقیق جدید دیگر، معین و همکاران[6](۲۰۰۹) شکل، رفتار طیفی، بافت و عـوارض مجـاور بـدون پارامترهای مورفومتریکی را در آشکارسازی لغـزش هـا از روی تصـاویر هـوایی و مـاهواره ای بـا اسـتفاده از روش شیءگرا بکارگرفتند. تاپاس و همکـاران[7] (۲۰۱۰) از ترکیـب اطلاعـات طیفـی، شـکل و سـایر اطلاعـات جـانبی و موفومتری در قالب روش شیءگرا استفاده کردند تا اقدام به شناسائی و طبقه بندی زمین لغزش‌هـای موجـود در هیمالیا واقع در هندوستان را با استفاده سگمنت سازی تصاویر ماهواره‌ای چند زمانهResourcesat-1 نمودند. آنـان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Cartosat-1 اقدام به تهیه مدل رقومی زمین با تفکیک ۲/۵متری کردند تا با استفاه از آن و با بکارگیری نرم افزار ArcGIS سایر لایه‌های اطلاعاتی از قبیل نقشـه شـیب، جهـات شـیب، نقشـه سـایه ارتفاعی و شبکه هیدروگرافی و غیره را استخراج و تهیه کنند. روش کار آنها بـدین صـورت بـود کـه ابتـدا بعـد از سگمنت سازی تصاویر ماهواره‌ای در محیط نرم افزاری شیءگرا، با استفاده شاخص پوشش گیـاهی(NDVI) اقـدام به تفکیک مناطق لغزشی در قالب مناطقی با پوشـش گیـاهی کـم(NDVI<0.18) نمودنـد. در مرحلـه بعـدی، بـا

1 van Asselen
2 Seijmonsbergen
3 Barlow et al
4 object
5 Baatz and Schape
6 Moine et al.
7 Tapas et al

استفاده از لایه‌های اطلاعاتی جانبی، نوع مواد و مکانیسم حرکت آنها نسبت به تدقین محدوده‌های لغزشی و تفکیک آنها از سایر کلاس‌های که به اشتباه تحت عنوان کلاس لغزش طبقه بندی شده بودند اقدام کردند و لغزش واریزه‌ای[1]، جریان واریزه‌ای[2]، لغزش سنگی[3] را از این طریق شناسائی کردند. آنان این روش را در ابتدا در یک حوضه آبریز آزمایش کرده و سپس یافته‌های آن را بدون هیچ گونه تغییرات در حوضه دیگر نیز بکار گرفتند. دقت کار آنها حدود ۷۶/۴ درصد برای شناسائی چها نوع لغزش و۶۹/۱ درصد برای طبقه بندی آنها بوده است.

سندریک و همکاران[4](۲۰۱۰) روش نیمه اتوماتیک مشابه تاپاس و همکاران(۲۰۱۰)را در شناسائی لغزش‌های موجود در منطقه شهری برازا[5] در رومانی با روش شیءگرا بکار گرفتند. اما آنها در کنار ویژگی‌های موفومتری، از داده‌های هواشناسی نیز برای دوره‌ای که لغزش‌ها در آن اتفاق افتاده بوده استفاده کردند. الگوریتم مورد استفاده آنها ترکیبی از تصاویر ماهواره‌ای با تفکیک مکانی بالا(۰/۵متر)، مدل رقومی ارتفاعی با اندازه پیکسل ۲/۵متر و داده‌های هواشناسی بوده است. در کار آنها داده‌های هواشناسی بصورت مکانی میانیابی شده و تصاویر ماهواره‌ای نیز بروش تحلیل شیءگرا تفسیر گردیده و در نهایت روش آنها به منجر به افزایش تعداد قابل توجهی در لغزش-های صحیح تشخیص داده شده گردیده است.

اینها آشکارا نشان می دهند که تا بحال از پتانسیل روش شیءگرا در آشکارسازی زمین لغزش ها کاملاً بهره برداری نشده است. استفاده از ابزار های ژئومورفومتری قابل اجرا در نرم افزار های مدرن GIS[6] و با امکان پذیری استخراج تعداد زیادی از پارامتر های مرفومتریکی، طیفی و مکانی در نرم افزار های پردازش تصاویر، تعیین مشخصه های لغزش‌ها بطور موثری در مقایسه با ابزارهای قابل دسترس محقین پیشین می‌تواند صورت گیرد(پایک،۱۹۸۸، ام سی درماید و فرانکلین،۱۹۹۴ و بارلوو و همکاران ،۲۰۰۶)

## روش کار:

برهمین اساس، روش شیءگرا جهت آشکارسازی و شناسائی انواع لغزش‌های موجود در حوضه آبخیز اهرچای در نظر گرفته شد. در این تحقیق از تصاویر چند طیفی با تفکیک مکانی بالا همانندIKONOS, IRS-P5-P6 بهمراه سایر اطلاعات موضوعی از قبیل نقشه مدل رقومی زمین(DEM)، شیب، شبکه هیدروگرافی، نقشه انحنای زمین(Terrain curvature)، شاخص پوشش گیاهی(NDVI) استفاده خواهد شد. در اجرای آن، ابتدا لایه‌های اطلاعاتی براساس نقشه‌های توپوگرافی مقیاس۱:۲۵۰۰۰در محیط نرم افزاریGIS آماده شده و بعنوان اطلاعات جانبی در تفسیر دانش پایه روش شیءگرا مورد استفاده قرار خواهند گرفت. در مرحله بعدی، پس از تهیه تصاویر ماهواره‌ای ابتدا تصحیحات لازم ارتفاعی بر روی انها صورت گرفته تا آماده انتقال به محیط نرم افزاری شئ گرا

1 debris slides
2 debris flows
3 rock slides
4 Sandric et al
5 Breaza
6 Geographical Information Systems(GIS)

گردند. اولین اقدام در تحلیل شیءگرا انجام سگمنت سازی است. متعاقب آن، شناسائی اولیه لغزش‌ها براساس اختلاف میزان NDVI محدوده‌های لغزشی با مناطق مجاور آن بهمراه نمونه‌های تعلیمی که از طریق مشاهدات صحرائی و ثبت با GPS جمع آوری شده صورت خواهد گرفت. بعلت امکان ادغام کلاس لغزشی با سایر کلاس‌ها بخاطر مشابهت‌های طیفی آنها، توابعی در محیط نرم افزاری شیءگرا تعریف خواهند شد تا بوسیله آستانه‌های تعیین شده امکان تدقین کلاس‌های لغزشی و تفکیک انها از سایر کلاس‌ها فراهم گردد. البته این توابع برمبنای اطلاعات مستخرج از نقشه‌های موضوعی بهمراه اطلاعات طیفی تصاویر خواهد بود. بعد از تعیین دقیق محدوده-های لغزشی نوبت به طبقه بندی انواع لغزش‌های شناسائی شده خواهد رسید. تفکیک انواع لغزش‌ها براساس روش پیشنهادی کرودن و وارنز خواهد بود. در اینجا انواع لغزش‌ها برمبنای معیارهای شکل، مورفومتری و همچنن مکانیزم شکست آنها طبقه بندی خواهند شد. نتایج حاصل از شناسائی و طبقه بندی انواع لغزش‌های موجود در منطقه به محیط نرم افزاریGIS منتقل خواهد شد. ایجاد بانک اطلاعاتی در قالب انواع ژئودیتابیس‌ها از اهداف دیگر این تحقیق هستند. ارزیابی صحت طبقه بندی و برآورد میزان قابلیت اعتماد نتایج براساس تحلیل‌های آماری نظیر محاسبه شاخص کاپا و براورد دقت کلی طبقه بندی خواهد بود. مبنای مقایسه نتایج خروجی با واقعیات زمینی بر اساس استفاده از نمونه تعلیمی جمع آوری شده در مرحله بعد طبقه بندی و یا اطلاعات حاصل از تفسیر عکس‌های هوایی خواهد بود. تمامی این مراحل در یک زیر حوضه از حوضه آبخیر اهرچای بصورت طرح پایلوت اجرا خواهد شد. در نهایت، بعد از حصول نتایج مطلوب با دقت قابل قبول، توابع ایجاد شده در این مرحله جهت آشکارسازی و طبقه بندی لغزش‌های موجود در یکی دو زیر حوضه دیگر از حوضه اهرچای مورد آزمون قرار خواهند گرفت و در صورتیکه نتایج قابل قبول بودند آنوقت توابع ایجاد شده می‌توانند بعنوان قوانین تشخیصی در آشکارسازی و طبقه بندی انواع لغزش‌های موجود درمناطق دیگر با اطمینان بالا بکار گرفته شوند.

**بحث و نتیجه گیری:**

امروزه زمین لغزش‌ها در زمره یکی از پرخسارات‌ترین مخاطرات طبیعی محسوب می‌شوند بطوریکه وقوع آن باعث ایجاد خسارات هنگفت مالی و جانی و صدمه به ابنیه‌ها و پروژه‌های مهندسی در سراسر دنیا بویژه در مناطق کوهستانی شده است. از اینرو، شناخت این پدیده در جهت جلوگیری از خسارات ناشی از آن از اهمیت بنیادی در مقابله با بلایای طبیعی بر خوردار است. مدیریت ریسک و ارزیابی خطر زمین لغزش‌ها با شناسائی جامع و تهیه نقشه آنها شروع می شود که این امر می تواند مبنای کسب آگاهی از توزیع مکانی و زمانی آنها بکار رود. گرچه هنوز هم اندازه‌گیری‌های صحرائی بصورت سنتی بعنوان یکی از روش‌های مرسوم در تهیه نقشه توزیع مکانی زمین لغزش‌ها محسوب می شود اما در کشورهای درحال توسعه که امکان انجام عملیات پر هزینه صحرائی محدود بوده و یا در مناطق کوهستانی که امکان دسترسی وجود ندارد انجام آن از نظر زمانی و اقتصادی بسیار مشکل و پر هزینه خواهد بود. ظهور تکنولوژی سنجش از دور، زمینه‌های مناسبی را در بکارگیری داده‌های دورسنجی بمنظور کسب اطلاعات دقیق و مفیدی از عوارض سطح زمین و فرایندهای دینامیکی آن که در ارتباط

با وقوع زمین لغزش ها هستند در اختیار محققان قرار داده است. عکس های هوایی بخاطر اینکه برای مدت تقریبا طولانی در دسترس بوده و دارای تفکیک مکانی مناسبی هستند. بطور گسترده ای در مطالعات مربوط به زمین لغزش ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. علیرغم این، استفاده از عکس های هوایی برای مناطقی که دارای پوشش گیاهی متراکمی هستند توانائی مطالعه موفولوژی دامنه ها را ندارند. ضمناً تعداد عکس های هوایی مورد نیاز و زمان لازم جهت تفسیر آنها در مقیاس منطقه ای برای مناطق وسیع متناسب با دقت مورد نظردر این مقیاس خیلی زیاد خواهد بود. پیشرفت های اخیر در تکنولوژی سنجش از دور با ارائه تصاویر ماهواره‌ای باعث شده تا امکان استفاده از داده های دورسنجی در شناسائی و تهیه نقشه زمین لغزش‌ها در مقیاس کوچک در دهه‌های اخیر هرچه بیشتر فراهم گردد. تعداد محدودی از مطالعات پیشین بصورت ابتدائی اقدام به آشکارسازی لغزش‌های بزرگ با استفاده از تصاویر با تفکیک مکانی پایین نموده‌اند. در حالیکه، مطالعات امروزی بطور فرایندهای از تصویربرداری با تفکیک مکانی خیلی بالا( نظیر کویک برد، آیکونوس،ورلد ویو-۱،کارتوست-۱ و ۲، اسپات۵ و الوس-پرایسم) برای تهیه نقشه زمین لغزش‌ها استفاده می‌کنند و تعداد سنجنده‌های فعال با ویژگی‌های مشابه سال به سال در حال افزایش است. عمده مطالعات صورت گرفته در این زمینه براساس استفاده از الگوریتم‌های مختلف طبقه بندی بروش نظارت شده بوده است. این روش براساس اختلاف مقادیر طیفی پیکسل های موجود استوار است. ولی نتایج این تحقیقات نشان داد که مقادیر طیفی پیکسل‌ها برای همه لغزش‌ها یکسان نبوده و از اینرو نیز تنها تکیه بر ویژگی‌های طیفی برای نمایش فرایندهای ژئومورفیکی مانند لغزش ها کافی و مناسب نخواهد بود بلکه بعلاوه مشخصه های طیفی، بایستی از عوارض تشخیصی دیگر لغزش ها همانند: پوشش گیاهی، زاویه شیب، مورفولوژی شیب، شبکه زهکشی، امتداد شکاف ها، حضور عوارض انسان ساخت مانند دیوارهای حفاظتی و شبکه های زهکشی مصنوعی نیز استفاده کرد. بهمین منظور در سال‌های اخیر روش دانش پایه شیءگرا جایگزین روش سنتی پیکسل پایه در زمینه تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌ای شده است. در این روش ویژگی‌های طیفی، مورفومتری و وابسته به قراین عوارض تشخیصی لغزش ها می توانند براساس دانش خبره ترکیب شده تا بطور دقیق لغزش ها را آشکار سازد. امکان ایجاد توابع مختلف در محیط نرم افزاری و برنامه نویسی کامپیوتری شیء گرا براساس پتانسیل‌های طیفی عوارض تشخیصی لغزش‌ها همانندNDVI، عوارض شکل همانند نسبت طول/پهنا، تقارن، بافت و عوارض مورفومتریک مانند شیب، انحنای زمین و جهت جریان که بترتیب از تصاویر ماهواره‌ای با تفکیک مکانی بالا و مدل رقومی ارتفاعی استخراج می شوند باعث شده تا استفاده از این روش نتایج بمراتب دقیق تر و مطلوب تری در مقایسه با روش پیکسل پایه در زمینه مطالعات مرتبط با زمین لغزش‌ها ارائه دهد.

## مراجع:


*Baatz, M., Schape, A*., 2000. Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: Strobl, L.J., Blaschke, T.,Griesebener, T. (Eds.), Angewandte geographische informationsveraarbeitung XII, Beitrage zum AGIT Symposium Salzburg 2000. Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg, pp. 12–23

*Barlow, J., Martin, Y., Franklin, S.E.,* 2003. Detecting translational landslide scars using segmentation of Landsat ETM+ and DEM data in the northern Cascade Mountains, British Columbia. Canadian Journal of Remote Sensing 29, 510–517.

*Barlow, J., Franklin, S., Martin, Y*., 2006. High spatial resolution satellite imagery, DEM derivatives, and image segmentation for the detection of mass wasting processes. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 72, 687–692

*Borghuis, A.M., Chang, K., Lee, H.Y.*, 2007. Comparison between automated and manual mapping of typhoon-triggered landslides from SPOT-5 imagery. International Journal of Remote Sensing 28, 1843–1856

*Brardinoni, F., Slaymaker, O., Hassan, M.A.,* 2003. Landslide inventory in a rugged forested watershed: a comparison between air-photo and field survey data. Geomorphology 54, 179–196

*Casson, B., Delacourt, C., Baratoux, D., Allemand, P*., 2003. Seventeen years of the "La Clapiere" landslide evolution analysed from ortho-rectified aerial photographs.Engineering Geology 68, 123–139

*Dragut, L., Blaschke, T.,* 2006. Automated classification of landform elements using object-based image analysis. Geomorphology 81, 330–344

*Florinsky, I.V*., 1998. Combined analysis of digital terrain models and remote sensing data in landscape investigations. Progress in Physical Geography 22, 33–60

*Hong,Y. et al*,2007,Use of satellite remote sensing data in the mapping of global landslide susceptibility, Springer Since, Nat Hazards, DOI 10.1007/s11069-006-9104-z

*Iwahashi, J., Pike, R.J*., 2007. Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature.Geomorphology 86, 409–440

*Guzzetti,F*.,2000,Landslide fatalities and the evaluation of landslide risk in Italy,Engineeing Geology,58(2):89-107

*Kääb, A.*, 2002. Monitoring high-mountain terrain deformation from repeated air- and spaceborne optical data: examples using digital aerial imagery and ASTER data. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 57, 39–52

*McDermid, G.J., Franklin, S.E.*, 1994. Spectral, spatial, and geomorphometric variables for the remote sensing of slope processes. Remote Sensing of Environment 49, 57–71

*Moine, M., Puissant, A., Malet, J.-P.,* 2009. Detection of landslides from aerial and satellite images with a semi-automatic method. Application to the Barcelonnette basin(Alpes-de-Haute-Provence, France). In:Malet, J.-P., Remaitre,A., Bogaard, T. (Eds.), Landslide Processes: From Geomorphological Mapping to Dynamic Modelling. CERG, Strasbourg, France, pp. 63–68.

*Nichol, J., Wong, M.S.,* 2005. Satellite remote sensing for detailed landslide inventories using change detection and image fusion. International Journal of Remote Sensing 26, 1913–1926.
*Pike, R.J.,* 1988. The geometric signature: quantifying landslide–terrain types from digital elevation models. Mathematical Geology 20, 491–51
*Sandric,I., et al,2010*, Obgect-oriented methods for landslides detection using high imagery, morphometric properties and meteorological data, University of Bucharest, Geography, Blvd Nicolae Balcescu, No. 1, 010041, Bucharest, Romania, Technical Commission VII Symposium 2010
*Singhroy, V., Mattar, K.E., Gray, A.L.,* 1998. Landslide characterization in Canada using interferometric SAR and combined SAR and TM images. Advances in Space Research 21, 465–476
*Tapas,m. Marta et al,2010*, Characterising spectral, spatial and morphometric properties of landslides for semi-automatic detection using object-oriented methods, geomorphology, Ehsevier
*Van Asselen, S., Seijmonsbergen, A.C.,* 2006. Expert-driven semi-automated geomorphological mapping for a mountainous area using a laser DTM. Geomorphology 78, 309–320
*Van Den Eeckhaut, M., et al, 2007*. Use of LIDAR-derived images for mapping old landslides under forest. Earth Surface Processes and Landforms 32, 754–769
*Van Westen, C.J., Lulie Getahun, F.,* 2003. Analyzing the evolution of the Tessina landslide using aerial photographs and digital elevation models. Geomorphology 54, 77–89
*Van Westen,C.J, el al,2006*, landslide hazard and risk zonation-why is it still so difficult? Bull. Eng. Geol. Env. 65, 167 – 184, Springer-Verlag 2
Van Westen, C.J., Castellanos, E., Kuriakose, S.L., 2008. Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: an overview. Engineering Geology 102, 112–131