The 2nd International Congress on Earth Science & Urban Development
دومین کنگره بین المللی علوم زمین و توسعه شهری

رویکردهای آشکارسازی زمین لغزش و راهکارهای پایدارسازی دامنه‌ها

شهرام روستایی[۱] ، موسی عابدینی[۲]، محمدحسین فتحی[۳]

۱- استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران roostaei@tabrizu.ac.ir
۲- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی،اردبیل، ایران musaabedini@yahoo.com
۳- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی،اردبیل، ایران Geo.fathi@uma.ac.ir

چکیده

سالیانه زمین لغزش ها بسیاری از کشورهای جهان را متحمل هزینه های مالی و جانی هنگفتی می کند که از آن جمله می توان به کشورمان اشاره کرد. ایران به دلیل شرایط زمین شناسی و اقلیمی خاص، مستعد زمین لغزش‌های بزرگی است. لذا از آنجایی که زمین لغزش از خطرات قابل پیش‌بینی در زمین شناسی است، می توان با شناسایی و بررسی آنها تا حدی از میزان خسارات مالی و جانی ناشی از آن کاست وجودعوامل مستعد کننده ناپایداری دامنه ها نظیر شیب ,زمینشناسی و کاربری اراضی از جمله عوامل ایجاد خسارت فراوان به منابع طبیعی و مسکونی ،از قبیل هدررفت سریع خاک، تخریب اراضی کشاورزی , مسکونی، جنگل ها،جاده ها و... می باشد. شناخت نواحی مستعد وقوع زمین لغزش و حرکات توده ای از ضروریات مدیریت منابع طبیعی و برنامه ریزی توسعه ای و عمرانی است. از این رودراین تحقیق با روش توصیفی سعی شده رویکردهای آشکارسازی زمین لغزش و شناسایی عوامل مختلف طبیعی و انسانی موثر دروقوع زمین لغزش راهکارهای پایدارسازی دامنه‌ها در جهت کاهش و جلوگیری از وقوع این بلایای طبیعی با استفاده از مبحث مدیریت بحران ارائه گردد .

بررسی منابع مختلف نشان داد که کاربرد تلفیق تصاویر ماهواره‌ای با تفکیک مکانی بالا به همراه تکنیک نوین شیءگرا در تهیه نقشه پراکنش زمین‌لغزش نسبت به دیگر روش‌ها در عین دارا بودن سرعت بالا و مقرون به صرفه بودن از دقت بسیار خوبی برخوردار می باشند و همچنین می توان از آنها در ارزیابی خطر و ریسک با دقت بالا در مقیاس متوسط (منطقه‌ای) استفاده نمود.

واژه های کلیدی

آشکارسازی، زمین لغزش،تصاویر ماهواره‌ای، روش شیءگرا، مخاطرات

مقدمه

زمین لغزش اصطلاحی است که در برگیرنده انواع حرکات دامنه‌ای بوده و عموما به کلیه رویدادی اطلاق می شود که در اثر ناپایداری در دامنه ها اتفاق افتاده است و سبب جابجایی توده ای از مواد در طول دامنه می شود. این اصطلاح در برگیرنده کلیه فرایندهایی است که منجر به حرکت توده ای از مواد شامل سنگ، خاک و یا ترکیبی از آنها به سمت پایین دامنه می شود. فرایندهای فوق سبب حرکت مواد به صورت لغزش[1] واژگونی[2] جریان[3] ریزش[4] خزش[5] و گسترش جانبی[6] می‌شوند.

عوامل وقوع زمین لغزش را می‌توان به سه دسته کلی عوامل زمین شناسی، عوامل ریخت شناسی، عوامل انسانی دسته بندی نمود (عنایتی مقدم، ۱۳۸۶). این شرایط به همراه فرآیندهای ژئودینامیک، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، مقدارشدت و تداوم بارندگی و زمین لرزه‌ها باعث شکل گیری زمین لغزش می‌گردند. (پورقاسمی و همکاران، 1386)

سالیانه زمین لغزش ها بسیاری از کشورهای جهان را متحمل هزینه های مالی و جانی هنگفتی می کند که آن جمله می توان به کشورمان اشاره کرد. ایران به دلیل شرایط زمین شناسی و اقلیمی خاص، مستعد زمین لغزش های بزرگی است. لذا از آنجایی که زمین لغزش از خطرات قابل پیش بینی در زمین شناسی است، می توان با شناسایی و بررسی آنها تا حدی از میزان خسارات مالی و جانی ناشی از آن کاست (اکبری مهر، ۱۳۸۹). گرچه میزان خسارات اقتصادی ناشی از زمین لغزش در کشورهای پیشرفته بیشتر است، ولی طبق مطالعات انجام شده توسط مرکز مطالعات بلایای طبیعی سازمان ملل متحد برای بسیاری از کشورهای درحال توسعه‌ی این خسارات یک و دو درصد تولید ناخالص ملی آنها است . (مهدوی فر،1376) این در حالی است که براساس برآورد های اولیه، سالانه حدود ۵۰۰ میلیارد ریال خسارات مالی از طریق وقوع زمین لغزش‌ها بر کشور ما وارد می شود (کرم، ۱۳۸۰).

هدف از این تحقیق نیز بررسی روش‌های شناخت زمین لغزش و طبقه بندی مهم ترین عوامل موثر در ایجاد و تشدید آن و بررسی مطالعات تجربیات سایر محققین در این زمینه به منظور یافتن راهکارهای مدیریتی مناسب برای مهار وهم چنین پیش بینی وقوع آن در مناطق حساس و ارایه راهکار های مدیریتی و تثبیت این فرآیند مورفولوژیکی می باشد.

پیشینه تحقیق

یمانی و همکاران (۱۳۸۴)، پهنه بندی خطر زمین لغزش را با استفاده از روش سلسله مراتبی انجام دادند. نیک اندیش بررسی نقش عوامل هیدرواقلیم در وقوع حرکات توده ای درحوزهٔ کارون میانی و پهنه بندی خطر زمین لغزش در این حوزه را ارائه داده است . الماس پور و همکاران (1384) زیر حوزه ی قزلچه از حوزه ی رود اهرچای را توسطGISپهنه‌بندی کردند که در این روش تحقیق عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش را نیز مشخص کردند که عوامل شیب، جهت شیب، کاربری اراضی، پوشش اراضی، فاصله از جاده و بارندگی تأثیر بیشتری بر وقوع زمین لغزش دارند. مشاری و همکاران (1387) در تحقیقی به پهنه بندی خطر زمین لغزش با روش آن بالاگان درمحیط GISدر حوزه‌ی پهنه کلای ساری نموده اند و به این نتیجه رسیده اند که اکثر زمین لغزش های وقوع یافته در این حوزه در پهنه با خطر بسیار بالا (28٪) و بالا (55/5 ٪) که توسط مدل پیشنهاد شده بود، قرارگرفتند و 16/5 ٪ از لغزش‌ها در پهنه با خطر متوسط قرار گرفته‌اند. انطباق نقشهٔ رسوب زایی و نقشهٔ پهنه بندی خطر زمین لغزش و ارتباط نزدیک میان رتبه خطر و میزان رسوب زایی از نتایج مهم این تحقیق بوده است. قرهی و همکاران(۱۳۹۰)، زمین لغزش مخزن سد البرز را با استفاده از مدل های دومتغیره آماری و AHP بررسی کردند، نتایج کار نشان داد که روش شاخص آماری تصویر واقعی‌تری از پراکندگی حساسیت زمین‌لغزش نسبت به روش وزن‌دهی به عامل‌ها دارد. .

[1] Slide
[2] Toppling
[3] Flow
[4] Fall
[5] Creep
[6] Lateral spreading

روستایی و احمدزاده در سال (۱۳۹۱)، مناطق متاثر از خطر زمین لغزش را در جاده تبریز- مرند با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی پهنه بندی کردند و به این نتیجه رسیدند که که ساختار خاص زمین شناختی، شرایط اقلیم محلّی و نیز تراکم نهشته های کواترنری (در هر دو طرف جاده) در کنار عامل گرادیان شیب، از عوامل اصلی بروز زمین لغزش است که ساخت وسازهای انسانی آن را تشدید می کند. عابدینی و همکاران(۱۳۹۴) با استفاده از مدل های آماری دومتغیره و منطق فازی پهنه بندی پتانسیل زمین لغزش را برای حوضه رودخانه بالخلو انجام دادند. در این پژوهش نقشه های بدست آمده از مدل ها با شاخص زمین لغزش مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت مشخص شد که مدل های ارزش اطلاعاتی، تراکم سطح و منطق فازی به ترتیب بیشترین قابلیت را برای پهنه بندی زمین لغزش در منطقه دارند. ذولفقاری و هتس (2007) با استفاده ازGIS و با در نظر گرفتن پارامتر هایی مثل خصوصیات خاک , سطح آب زیر زمینی، زلزله و بار اضافی روی دامنه‌ی وقوع زمین لغزش را بررسی کردند، که ازیک ر.وش تشخیصی استفاده شد و مشخص شد که وقوع زمین لغزش با احتمال پراکنش این فاکتور رابطه دارد. اکسوی و ارکانگلو(۲۰۱۲) با استفاده از منطق فازی و تصاویر ماهواره ای تشخیص و شناسایی زمین لغزش های غرب دریای سیاه را مورد پژوهش قرار دادند. نتایج کار نشان داد که عملگر گامای فازی از نظر دقت نسبت به سایر توابع عضویت فازی با وضع موجود تطابق بیشتری دارد. از دیگر کارهای صورت گرفته در این زمینه می‌توان به کارهای پژوهشی امیر احمدی و همکاران (۱۳۸۹)، یمانی و همکاران (۱۳۹۱)، رحیم‌زاده و علایی طالقانی(۱۳۹۴)، متو[2] و همکاران (۲۰۰۷) و محمدی و همکاران (۲۰۱۲) اشاره کرد.

فرآیند تحقیق

علل وقوع زمین لغزش:

لغزش عبارت است از پایین افتادن و یا حرکت یکپارچه و اغلب سریع حجمی از مواد رسوبی درامتداد دامنه ها. این پدیده بیشتر در سنگ‌های منفصل دانه دانه عمل می‌کند و حضور آب در پیدایش آن الزامی است. اشباع شیب ها از آب اولین دلیل پیدایش زمین لغزش می باشد. تاثیر آب در پیدایش این پدیده می تواند به شکل های گوناگون خود را نشان دهد. چنانچه سنگ‌ها از طبقات سخت و سست تشکیل شده باشند، نفوذ آب در لایه‌ی سست، حجم عظیمی از سنگ های سخت و یکپارچه فوقانی آنها را جا به جا می نماید. (محمودی, ف , 1374) دو پدیده زمین لغزش و سیل شباهت زیادی به هم دارند؛ چرا که هر دو این پدیده ها به بارش، روان آب و اشباع زمین با آب مربوط است. علاوه بر این روانه واریزه و روانه خاک که معمولا در کانال های آبی کوچک شیب دار اتفاق می افتند، با سیلاب اشتباه گرفته می شود (Highland, 2008) .

یکی دیگر از عوامل مهم وقوع زمین لغزش، فعالیت‌های لرزه‌ای می‌باشد. بسیاری از مناطق کوهستاین با پتانسیل بالا از لحاظ وقوع زمین لغزش، از نرخ نسبتا بالای زمین لرزه ای نیز برخوردارند. بطورکلی به وقوع پیوستن زمین لرزه در مناطق مستعد پدیده زمین لغزش، شانس این رخداد را به نحو قابل ملاحظه ای بالا می برد. لرزش های زمین تحت اثر پدیده زلزله علاوه بر تاثیرات حرکتی زمین، موجب سستی، فرسایش سریع تر و افزایش نفوذ پذیری خاک خواهد شد. این عامل به خودی خود موجب ایجاد بسیاری از زمین لغزش ها می باشد (Highland, 2008). در حالت کلی چندین عامل مانند شرایط زمین شناسی، مورفولوژیکی، هیدرولوژیکی، توپوگرافی منطقه، شرایط آب و هوایی و عامل انسانی منجر به ناپایداری شیب می شوند اما تنها یک عامل آن را تشدید می کند و آغاز کننده لغزش شیب می باشد. به عبارت دیگر، عوامل رخداد لغزش عواملی هستند که شیب را برای شکست گسیختگی آسیب پذیر می کنند و زمینه را برای ناپایدار شدن شیب مهیا می سازند. عوامل رخداد با یکدیگر ترکیب می شوند تا یک شیب را برای گسیختگی آسیب پذیر سازند و عامل محرک در نهایت شروع کننده

[1] - Aksoy and Ercanoglu
[2] - Mathew

حرکت توده می باشد. عوامل موثر در وقوع زمین لغزش را می توان از سه دیدگاه مختلف مورد بررسی قرار داد (Highland2008).

- **عوامل وقوع زمین لغزش از دیدگاه زمین شناسی**
  - ضعف حساسیت مواد تشکیل دهنده زمین
  - میزان فرسایش پذیری مواد تشکیل دهنده زمین
  - میزان پیوستگی وچسبندگی میان مواد تشکیل دهنده زمین
  - میزان سختی و نفوذ پذیری مواد تشکیل دهنده زمین
  - میزان رطوبت و آب موجود در ذرات تشکیل دهنده زمین
  - میزان جریانات سطحی و همچنین میزان سطح آبهای زیر زمینی
- **عوامل وقوع زمین لغزش از دیدگاه زمین ریخت شناسی**
  - بالا آمدگی زمین ناشی از حرکات تکتونیک و یا فعالیت های آتش فشانی
  - میزان ذخایر یخچال های طبیعی
  - فرسایش شیب ناشی از جریان های سطحی آب و آب شدن یخچال های طبیعی
  - فرسایش تخت الارضی زمین
  - رسوبگذاری بر روی شیب
  - از بین رفتن پوشش گیاهی شیب ها تحت اثر خشکسالی و یا آتش سوزی طبیعی
  - آب شدن برف موجود بر روی شیب ها
  - هوازدگی ناشی از چرخه یخ زدن و آب شدن برف موجود بر روی شیب ها
  - هوا زدگی ناشی از انقباض و انبساط
- **عوامل وقوع زمین لغزش از دیدگاه عوامل انسانی**
  - خاکبرداری و یا حفاری بر روی شیب های ناپایدار
  - بارگذاری بر روی شیب و یا راس توده لغزشی
  - فرونشست ناشی از کاهش سطح آب های زیرزمینی
  - جنگل زدایی و یا همان قطع درختان جنگلی
  - کشاورزی و آبیاری زمین های آن بر روی شیب های ناپایدار
  - حفاری به منظور کشف و یا استخراج معادن مختلف واقع شده بر روی شیب های ناپایدار
  - ارتعاشات مصنوعی به وجود آمده به دست بشر
  - نشت آب از منابع و ذخایر موجود بر روی شیب های لغزشی

کاربرد فناوری دورسنجی در مطالعه زمین لغزش ها:

باتوجه به اینکه زمین لغزش ها مستقیما سطح زمین را تحت تاثیر قرار می دهند بنابراین کاربرد تکنیک های دور سنجی در مطالعات ناپایداری دامنه‌ای خیلی مناسب خواهد بود. استفاده از تصاویر دورسنجی هنگامی که بصورت زوج استریوئی بکار گرفته می شوند مفید می باشد (وان وستن، ۱۹۹۳). از طرف دیگر، داده های دورسنجی به دلیل یکپارچه و وسیع بودن، تنوع طیفی، تهیه پوشش‌های تکراری و ارزان بودن، در مقایسه با سایر روش‌های گردآوری اطلاعات از قابلیت‌های ویژه‌ای برخوردار است که باعث شده امروزه این تکنیک بعنوان ابزاری مهم در مطالعه سطح زمین و عوامل تشکیل دهنده آن محسوب شود. سهل الوصول بودن داده ها، دسترسی سریع به نقاط دور افتاده و دقت بالای آنها از امتیازات خاص این فناوری محسوب می شوند. همین قابلیت های داده های دورسنجی باعث شده است تا در دهه های اخیر، استفاده از داده های ماهواره ای بعنوان

یکی از داده های اصلی در پروژه های ارزیابی خطرات زمین لغزش ها معمول شود. داده های دورسنجی می تواند موجبات تسریع در ارزیابی و به تبع آن بهبود تصمیم گیری ومدیریت مخاطرات زمین شود.

پیشرفت های اخیر در تکنولوژی های سنجش از دور کاربردهای جدید بی‌شماری عرضه داشته است که در تمام مراحل مدیریت زمین لغزش‌ها ارزشمند هستند. داده‌های دور سنجی در مطالعه بروز زمین لغزش‌ها ، شناسائی زمین لغزش‌های جدید و تلفیق و تعیین تغییرات محدوده های زمین لغزش های جدیدو نحوه فعالیت آنها و توسعه فرایندهای ارزیابی ریسک و خطرات زمین لغزش ها درمقیاس محلی بکار گرفته می شوند.

روش های آشکار سازی و پایش زمین لغزش ها:

نقشه سیاهه[1] زمین لغزش‌ها، اطلاعاتی در ارتباط با توزیع مکانی حرکات دامنه‌ای موجود را همراه با جزئیاتی در مورد لغزش[2] و مراحل فعالیت آنها ارائه می‌کنند (ویکزوریک[3]، ۱۹۸۴). روش‌های کلاسیک از جمله روش تاکئومتری، ترازیابی، فتوگرامتری برد کوتاه و مشاهدات حاصل از شبکه‌های ژئودتیکی (GPS) روش‌های رایج در این زمینه بوده است (خوانین زاده، ۱۳۹۰). در حالی که امروزه، تفسیر عکس های هوایی، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، مساحی، مطالعات میدانی و تهیه بانک اطلاعاتی محلی بعنوان متدولوژی خیلی رایج در این زمینه درآمده است. علت این امر نیز مربوط به اهمیت و کاربردهای داده های دور سنجی از قبیل بهنگام سازی آسان و سریع و پوشش مناطق وسیع از سطح زمین می باشد (کروزئر[4]، ۱۹۸۴ و سوئیتر و وان وستن[5]۱۹۹۶).

علیرغم اینکه تهیه نقشه زمین لغزش ها در طول سال های متمادی در اکثر کشورهای جهان صورت می گیرد اما متاسفانه تا بحال معیارهای جامع برای تهیه این قبیل نقشه ها و ارزیابی کیفیت آنها نشده است (گازوتی[6] و همکاران، ۲۰۱۲) . تهیه نقشه زمین لغزش ها می تواند از طریق بکارگیری تکنیک های مختلفی صورت گیرد. انتخاب یک تکنیک خاص بستگی دارد به: اهداف کار، سطح منطقه مورد مطالعه، مقیاس نقشه های پایه، مقیاس نقشه مورد تهیه، تفکیک مکانی و ویژگی های تصاویر قابل دسترس (بعنوان مثال: عکس های هوایی، تصاویر ماهواره ای و داده های لیدار[7]، مهارت و تجربه افراد و همچنین منابع مالی جهت پشتیبانی کار.

کاربرد تصاویر اپتیکی:

از سال ۱۹۷۲ میلادی تاکنون سنجش از دور ماهواره‌ای عملی شده است. در ابتدا تصاویری که مورد استفاده قرار می‌گرفت دارای قدرت تفکیک مکانی متوسط و پهنای نوار بالا بودند (اسکن کننده‌ی چندطیفی لندست). فن آوری‌های سنجش از دور ابزاری ارزشمند برای شناسایی، پایش و تهیه نقشه ثبت زمین‌لغزش‌ها و متعاقباً شالوده اساسی برای ارزیابی خطر و ریسک زمین‌لغزش می‌باشند. داده های ماهواره‌ای به طور فزاینده‌ای برای مطالعه زمین‌لغزش ها، با روش های خودکار که بهتر از روش های دستی می باشند. لذا برای به دست آوردن نتایج سریع‌تر در یک منطقه وسیع، استفاده از خواص طیفی، مکانی، مورفومتریک و بافت اشیاء، برای حصول نتایج بهتر، ضروری است (Barlow et al., 2006; Borghuis et al., 2007). امروزه با پیشرفت سریع دانش و تکنولوژی در حیطه علوم جغرافیایی، تصاویر ماهواره‌ای تبدیل به یک منبع اطلاعاتی با ارزش شده اند. چون ارزیابی اقتصادی مناطق لغزش بزرگ را فراهم می‌کنند و همچنین امکان تشخیص سینوپتیکی را در شرایطی که زمین لغزش رخ می دهد به ویژه در شرایط روند تغییرات پوشش زمین فراهم می آورند. تعیین نقشه های آسیب پذیری به کمک روش های زمینی در مناطق وسیع جوابگوی این مشکل نبوده، علاوه بر آنکه تهیه این نقشه ها با روش های زمینی از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه نمی باشد. اگر چه عکس‌های هوایی با دقت جزئیات یک زمین لغزش را به تصویر می

[1] Landslide inventory map
[2] Landelide typologies
[3] Wieczoek
[4] Crozier
[5] Soeter and Van westen
[6] Guzzetti
[7] Lidar

کشند، اما به دلیل نداشتن دوره زمانی بالا و نیز عدم پوشش سراسری برای مناطق وسیع مشکلاتی را در تهیه این پارامترها ایجاد می‌کنند.

تصاویر با قدرت تفکیک بالا:

در ابتدای امر استفاده از تکنولوژی سنجش از دور و تصاویر ماهواره ای به علت قدرت تفکیک مکانی پایین تصاویر در مطالعات اولیه محدود به تشخیص لغزش های بزرگ می‌شد. با این حال، مطالعات اخیر به طور فزاینده ای از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بسیار بالا (QuickBird, Ikonos, WorldView-1, Cartosat-1 and 2, SPOT-5 and ALOS-PRISM) برای شناسایی زمین لغزش استفاده کرده اند و تعداد سنسورهای عملیاتی با ویژگی های مشابه سال به سال در حال رشد است (Van Westen et al., 2008). قدرت تفکیک پایین مکانی تصاویر ماهواره‌ای قدیمی و نیز نیاز داشتن به نقاط کنترل زمینی جهت تصحیح هندسی تصاویر از دلایل استفاده کم این تصاویر به منظور ایجاد این گونه نقشه‌ها بشمار می‌رود. تصاویر ماهواره‌های اپتیکی با وجود سنجنده‌های استرئو با توان تفکیک بالا که مجهز به GPS/INS نیز هستند با کمک ضرائب توابع رشنال امکان تصحیح هندسی و هم مرجع کردن تصاویر با حداقل یک نقطه کنترل زمینی را فراهم می آورند. به کمک این تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا می توان میزان جابجایی های ناشی از زمین لغزش که پارامتری اساسی در مدلسازی پیش بینی زمین لغزش به شمار می رود را بدست آورد.

تصاویر راداری:

امروزه با پیشرفت تکنولوژی، تصاویر راداری کاربردهای فراوانی در حوزه‌های مختلف علوم پیدا کرده است سنجش از دور راداری، ابزار نوین با اهمیتی برای نقشه برداری، زمین شناسی، کانی شناسی و اکتشافات معدنی و تعیین مخاطرات ژئوتکنیکی فراهم می نماید. در روش‌های کاربردی، تصاویر رادار منبع اضافی مهمی از اطلاعات مربوط به بررسی های علوم زمین و نقشه برداری زمین فراهم می نماید. رادار دارای توانمندی تصویربرداری توپوگرافی و اشکال مربوط به مناظر در نواحی و مقیاس‌های حد واسط است. توانمندی تصویربرداری از اشکال مناظر در این سطوح، به صورت مهمی در طبقه بندی و تعیین آنها (اشکال مناظر) کمک می نماید.

دید همه جانبه تصاویر سنجش از دوری رادار آن را به ابزاری قدرتمند برای تهیه نقشه‌های پراکنش و ارزیابی خطر و ریسک زمین‌لغزش‌ها در فواصل زمانی مختلف تکرارشونده تبدیل نموده است. سنجنده‌های با گشودگی ترکیبی (SAR) ، به منظور کاربردهای تداخل‌سنجی تفاضلی، فرصت جدیدی برای تهیه نقشه و پایش تغییر شکل‌های بطئی و کند و حتی سریع زمین نظیر زمین‌لغزش، بهنگام سازی نقشه‌های ثبت یا پراکنش زمین‌لغزش, بازیابی سری های زمانی حرکات زمین‌لغزش و متعاقباً تهیه نقشه‌های خطر و ریسک فراهم آورده است (شیرانی،۱۳۹۲).

در راستای استفاده از تصاویر سنجش از دور برای آشکارسازی و طبقه بندی زمین لغزش‌ها، تکنیک‌های پردازش شیءگرا به عنوان روش‌های نوین امکان شناسایی و طبقه بندی را با دقت بالایی فراهم می آورند. این در حالی است که روش‌های کلاسیک در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ایی توانایی محدودی در جدا نمودن کلاس‌هایی که اطلاعات طیفی مشابهی داشته و در هم ادغام می‌شوند، دارد. و این امر موجب کاهش صحت روش‌های طبقه‌بندی پیکسل‌پایه می‌گردد (گائو یان[1] ۲۰۰۳). به همین خاطر در سال‌های اخیر با پیشرفت تکنولوژی پردازش کامپیوتری روش‌های جدیدی همچون روش‌های پردازش شیء پایه ابداع شده‌اند.

روش طبقه‌بندی شیءپایه

این نوع طبقه‌بندی برخلاف طبقه‌بندی پیکسل پایه، براساس منطق فازی استوار است و ارزش عوارض را به ارزش فازی (بین صفر و یک) با درجه عضویت معین برای هر کلاس تبدیل می‌کند. در این روش، پیکسل‌ها با درجه عضویت متفاوت در بیش از یک کلاس طبقه‌بندی می‌شوند. تعریف شرایط مناسب برای هر کلاس، مبنای طبقه بندی را شکل می‌دهد. این فرآیند

[1] Gao Yan

طبقه‌بندی تکرار پذیر است و تا حصول بالاترین درجه عضویت برای هریک از کلاس‌ها ادامه می‌یابد. در مقایسه با تئوری باینری (پیکسل پایه) که دارای دو ارزش صفر و یک است، تئوری فازی دارای انعطاف‌پذیری بیشتری بوده و اجازه می‌دهد که یک پیکسل بر اساس درجه عضویت معین به چندین کلاس نسبت داده شود. مزیتی که طبقه بندی شیءگرا نسبت به طبقه بندی پیکسل مبنا دارد این است که اشیاء تصویر حاوی اطلاعات بیشتری نسبت به تک تک پیکسل هاست. چرا که در طبقه-بندی شیءپایه، علاوه بر اطلاعات طیفی از اطلاعات بافت و محتوا نیز برای طبقه‌بندی استفاده می‌شود (جیمز[1]،۲۰۰۶).

روش‌های تثبیت زمین لغزش‌ها

برای جلوگیری از این گونه حوادث از یک روش مناسب برای پایدار سازی توده‌ای لغزنده لازم و ضروری است. روش های ثابت سازی بسیار زیاد است که از ناحیه ای به ناحیه‌ای دیگر متفاوت است.

- **زهکشی**

زهکشی در پایدار سازی دامنه های لغزش خیز یک اقدام کلیدی است آب به عنوان یک عاملروان کننده عمل می کند و تنها موادی که با خواص روان کننده در یک لغزش عمل می کند رس ها میباشند . این عامل باعث افت سطح ایستایی و کاهش فشار آب حفره هایی در توده ای لغزنده شده و بهپایداری آن کمک می کند امکان دارد زهکشی افقی یا عمودی باشد . این روش بیشتر در خاکهای مرطوب و هیدرومورف مورد استفاده قرار می گیرد به عنوان نمونه در ارتفاع 1100 متری شهرک ماسوله گیلان در ناحیه ایی به نام ملرزان ، با جمع شده آب در رسوباتیخچالی در طول هزاران سال ، یک توده وسیع خاک مرطوب شکل گرفته است که با شبکه زهکشیطبیعی تثبیت شده است ولی جاده سازی و دیگر عملیات عمرانی بدون توجه به زهکشها موجبات سیل جانگداز سال 1388 را رقم زده است .

- **جلوگیری از نفوذ آب**

به منظور جلوگیری از نفوذ آب به درون توده ای لغزه خیز می توان با پخش توده های آغشته بهقیر (مالچ پاشی) روی زمین لغزش از ورود آب به داخل توده جلو گیری کرد . هرچند امروزه این روش توسط متخصصان محیط زیست مورد سئوال قرار گرفته است که پخش مواد شمیایی و هیدروکربوری درترکیبات خاک و آب دارای اثرات مخرب زیست محیطی می باشد ودر شرایط امکان پذیر نبودن اجرایدیگر روشها به ناچار از این روش استفاده می کنند به طوری که در ایران، خاورمیانه و افریقا به خاطروجود مواد نفتی، به طور وسیع از این روش استفاده می گردد. استفاده از بتون پاشی برروی سنگها روش دیگری برای جلوگیری از نفوذ آب است در استفاده از این روش ضروری است به نوع ساختار سنگتوجه شود برای مثال این شیوه برای سنگ های شیلی و مارنی توصیه نمی شود. این روش‌ها بیشتر در خاکهای ماسه ایی و در اقلیم خشک مورد استفاده قرار می گیرد که نمونه بارز ان تثبیت تپه های ماسه ای قم-کاشان به نطنز در حوالی مرکز ایران می باشد .

- **سکوهای دامنه ای**

برای پایدار سازی بعضی از دامنه ها از روش سکو بندی یا تراس بندی دامنه ها استفاده می شوددر این روش تراس بندی به عرض حدود 5 متر برروی پله هایی به ارتفاع 10 متر قرار می گیرد و باعثپراکندگی و توزیع مجدد بار وارد آمده و تثبیت لغزش های چرخشی در سنگ ضعیف می شوند. باشکست ها و لغزش های کوچک برروی سطح شیب دار این پلکانها بدون خطر بر روی سکو ها فرود می آیند . بعضی اوقات کانالهای پهنی را در کنار جاده ها و در بخش پائین دامنه های شیب دار که در معرضخطر لغزش قرار دارند تعبیه می کنند تا مواد لغزنده درآنجا جمع شوند. این روش بیشتر در خاکهایکوهستانی و دامنه های دارای شیب متوسط تا تند مورد استفاده قرار می گیرد.

- **دیوارهای حایل**

[1] - James

استفاده از دیواره های حایل از جمله روش های مورد استفاد در تثبیت زمین لغزشها است . ارتفاع , طول , عرض و شیب های دیواره های حائل و نوع آنها به ویژه پیش بینی زهکشی آب از میان دیوار بـاتوجه به ساختار زمین شناسی محل و شکل هندسی زمین لغزش طراحی مـی شـود. ایـن روش در پایـدا رسازی زمین مستعد رانش نقش بسیار مهمی دارد .

- **آهک دهی**

آهک دهی در رس ها باعث کاهش خاصیت خمیری آنها بدلیل تغییـر حالـت مونـت موریلونیـتسدیم دار به انواع کلسیم دار می گردد و به پایداری دامنه ها کمک می کند .

- **روش بارباکان (ناودان گذاری)**

عناصر دانه ریز مانند رس و مارن که دارای ویژگی تیکر و تروپی هستند (وجود آب در داخل مواد) و از رسیدن آب به مقدار کافی موجب جابه جایی مواد به شکل توده ای که فواراژ معروف است می شـودو برای جاده های کناره ای دامنه ها مزاحمت ایجاد مـی کننـد و در ایـن مـورد اسـتفاده از روش باربـاکـانجهت تخلیه آب می تواند در پایداری نسبی دامنه ها موثر باشند .

نتیجه گیری:

ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت‌های زمین ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین‌شناسی و اقلیمی، عمده شرایط طبیعی برای ایجاد طیف وسیعی از زمین‌لغزش‌ها را داراست. زمین‌لغزش در ایران به‌عنوان یک سانحه طبیعی، سالیانه ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت مالی به کشور وارد می‌سازد. در سطح جهان نیز زمین‌لغزش، در مقایسه با سایر مخاطرات طبیعی، آسیب‌های قابل‌توجهی را به زندگی انسان‌ها وارد می‌سازد. لذا شناسایی زمین لغزش‌ها در زمان وقوع بحران جهت مدیریت و کاهش خسارات جانی و مالی از اهمیت بسرایی برخوردار می‌باشد. از این رو جهت کاهش هزینه‌ها و افزایش دقت تهیه نقشه‌های زمین لغزش استفاده از داده‌های به روز و روش‌های جدید ضروری می‌باشد. جهت تهیه نقشه‌های زمین لغزش از از داده‌های مختلف نظیر عکس‌های هوایی، تصاویر اپتیکی، تصاویر با دقت مکانی بالا و همچنین تصاویر راداری استفاده می-شود. اما با توجه به مطالب اشاره شده چنین می توان نتیجه گرفت که کاربرد تلفیق تصاویر ماهواره‌ای با تفکیک مکانی بالا به همراه تکنیک نوین شیءگرا در تهیه نقشه پراکنش زمین‌لغزش نسبت به دیگر روش‌ها در عین دارا بودن سرعت بالا و مقرون به صرفه بودن از دقت بسیار خوبی برخوردار می باشند و همچنین می توان از آنها در ارزیابی خطر و ریسک با دقت بالا در مقیاس متوسط (منطقه‌ای) استفاده نمود. پس از مرحله شناسایی زمین لغزش‌ها، کنترل و تثبیت این پدیده ژئومورفیک بسیار حائز اهمیت می‌باشد. کنترل زمین لغزش در حال وقوع، اغلب امکان پذیر نبوده و در صورت امکان بسیار پر هزینه می باشد اما وقوع آن را در مناطق مستعد می‌توان پیشگیری نمود. زمین لغزش‌های ناشـی از عوامـل مصـنوعی ، مـدیریت پذیرتر می باشند . با این وجود با توجه به اثرات مرکب عوامل طبیعی و مصنوعی در وقـوع ایـن پدیـده ی طبیعی در مناطق مختلف می توان از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تعین مناطق حساس به فرسـایش و همچنین تهیه‌ی نقشه‌ی پهنه بندی زمین لغـزش پرداخت. انجام عملیات مربوط به کاهش آب زیر زمینی، زهکشی، جلـوگیری ازنفـوذ آب، پایـدار سـازی سکوهای دامنه ای، احداث دیواره های حایل، جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی و کاشت گیاهان بـومی, ممانعت از فعالیت های ناصحیح انسانی , ممانعت از گسترش منـاطق مسـکونی و یـا مراکـز عمـومی درمناطق مستعد مخصوصاً مناطق با پهنه های خطربالا قبل از پایدار سازی آنهـا جلـوگیری شـود, شناسـائی مناطق آسیب پذیر و پهنه بندی زمین لغزش ،کاهش سطوح شیبدار ,تاسیس گروه مطالعاتی مسـتقل زمـین لغزش و از همه مهم‌تر آموزش همگانی به ویژه ساکنان اطراف مناطق حساس به زمین لغـزش بـه منظـورتوجه بیشتر به صدمات ناشی از آن و کاهش سرمایه گذاری در آینده می تـوان از وقـوع زمـین لغـزش درسطح این مناطق پیشگیری نمود .

مراجع

۱. اکبری مهر، (۱۳۸۹) "بررسی روش‌های موجود جهت رفتارسنجی حرکات سطحی ناشی از زمین لغزش در حوزه ژئوماتیک"، سمینار کارشناسی ارشد.

۲. امیر احمدی، ابوالقاسم، کامرانی دلیر، حمید، صادقی، محسن. ،۱۳۸۹، پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی ،AHP، مطالعه موردی حوضه آبخیز چلاو آمل، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن جغرافیای ایران، شماره ۲۷، ، صص۲۰۳-۱۸۱.

۳. پور قاسمی، ح و همکاران، پهنه بندی خطر زمین لغزش با روش آماریfrequency ratio در حوضه آبخیز صفا رود.مجموعه مقالات سومین کنفرانس آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک کرمان، 1386 ص 174-17.

۴. جهانبخش، سعید؛ زاهدی، مجید؛ ولیزاده کامران، خلیل؛(۱۳۹۰). محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از روش سبال و درخت تصمیم در محیط GIS&RS در بخش مرکزی منطقه مراغه، جغرافیا و برنامه ریزی، سال ۱۶، شماره ۳۸، صص ۱۹-۴۲.

۵. شیرانی، ک.، ۱۳۹۲. شناسایی, پایش و سنجش خطرپذیری زمین لغزش مبتنی بر تکنیک تصاویر ماهواره ای رادار (مطالعه موردی: ارتفاعات دنای زاگرس)، رساله دکتری، دانشگاه اصفهان.

۶. رحیم زاده زهرا، علایی طالقانی محمود،۱۳۹۴، ارزیابی پتانسیل ناپایداری دامنه ای به کمک مدل منطقه ای در بخش شمال غرب زاگرس با توجه به زمین لغزش های حوضه لیله ،جغرافیا و توس‌عه : تابستان ۱۳۹۴ , دوره ۱۳ , شماره پیاپی ۳۹ ; از صفحه ۱۸۱ تا صفحه ۱۹۴

۷. روستایی، شهرام. احمدزاده، حسن ،۱۳۹۱، پهنه‌بندی مناطق متأثر از خطر زمین‌لغزش در جاده‌ی تبریز- مرند با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، شماره‌ی ۱، صص ۴۷-۵۸.

۸. عابدینی موسی ، بهشتی جاوید ابراهیم ، فتحی محمد حسین،۱۳۹۴، پهنه‌بندی حساسیت وقوع زمین لغزش با مدل های آماری دومتغیره و منطق فازی، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دوره ۲۶، شماره ۳ - ، پاییز ۱۳۹۴ ، صفحات ۴۹-۶۰.

۹. عنایتی مقدم ع.ل و صفایی ه.، (۱۳۸۶)"ارزیابی عوامل ایجاد زمین لغزش های جاده ای در منطقه پادنای سمیرم و ارائه راهکارهای مناسب جهت تثبیت آنها "، پایاننامه کارشناسی ارشد، رشته زمینشناسی، گرایش مهندسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان

۱۰. قرهی، حمیدرضا. بهمن بهلولی، امیر سیار، محسن شریعت جعفری،۱۳۹۰، تهیه نقشه حساسیت پدیده زمین لغزش با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و مدل آماری دومتغیره در مخزن سد البرز. مجله علوم زمین، پاییز، سال ۲۱ شماره ۸۱، صفحات ۹۳-۱۰۰.

۱۱. کرم ، ع ، مدل سازی کمی و پهنه بندی خطر زمین لغزش در زاگرس چین خورده (مطالعه موردی: حوضه آبخیز سرخون- استان چهارمحال بختیاری) رساله دکترای جغرافیای طبیعی،دانشگاه تربیت مدرس ، تهران،1380 ص 354

۱۲. الماس پور، فرهاد و همکاران، پهنه بندی خطر زمین لغزش با استفاده از GIS داده های ماهواره ای(منطقه مورد مطالعه : حوضه ی قزلچه اهرچای)مجموعه مقالات کنفرانس بین المللی مخاطرات زمین، بلایای طبیعی و راهکارهای مقابله با آنها، 1384 صفحات 149 – 154 .

۱۳. مشاری، سمیه و همکاران، پهنه بندی خطر زمین لغزش بـا روش آن بالاگـان در محـیط GIS (مطالعـهموردی : حوضه پهنه کلا – تجن ساری) ، اولین کنفرانس بـین المللـی تغییـرات محیطـی منطقـه خـزری دانشـگاه مازنـدران، بابلسر، شهریور1387.

14. مهدوی فر، م .و، پهنه بندی خطر زمین لغزش منطقه خورش رستم (جنـوب غربـی شهرسـتان خلخـال)، پایـان نامـه کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی ، دانشگاه تربیت مدرس، تهران ، 1376 ،ص 15 .

۱۵. یمانی مجتبی ، احمدآبادی علی، زارع غلامرضا ،۱۳۹۱، ارزیابی کارایی فنون هوش مصنوعی در مطالعات زمین‌لغزش با تاکید بر الگوریتم SVM ،مطالعه موردی: حوضه آبریز درکه،فصلنامه جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال ۱، شماره ۳.

۱۶. خوانین زاده ن.، معتق م. و شریفی م.ع.، (۱۳۹۰):"استفاده از روش تداخل سنجی راداری برای مطالعه زمین لغزش"، پایاننامه کارشناسی ارشد، مهندسی نقشه برداری، گرایش ژئودزی، دانشکده فنی، دانشگاه تهران.

17. - Zolfagari . A heath . A. C. A G I S application for assessing Landslide over alarg earea computer and geomorphology. 2007 .

18. Aksoy, B., Ercanoglu, M (2012). Landslide identification and classification by object-based image analysis and fuzzy logic: An example from the Azdavay region (Kastamonu, Turkey), Computers & Geosciences, Vol 38, 92-97.

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

20. 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.

21. Crozier, MJ., 1984, Field assessment of slope instability. In: Brundsen D, Prior D(eds) Slope instability. John Wiley & Sons, Chichester, pp 103–140

22. Guzzetti, F., Mondini,A.C., Cardinali, M., Fiorucci, F., Santangelo, M., Tsung Chang, K., 2012, Landslide inventory maps: New tools for an old problem, EarthScience Reviews 112 (2012) 42–66, www.elsevier.com/locate/earscirev

23. HIGHLAND, L. AND BOBROWSKY, P., (2008): "THE LANDSLIDE HANDBOOK-A GUIDE TO UNDERSTANDING LANDSLIDES", U.S. GEOLOGICAL SURVEY, RESTON, VIRGINIA.

24. James D;Hurad. Daniel L; Civco. Martha S; Gilmore. Emily H; Wilson. 2006. Tidal Wetland Classification From Landsat Imagery Using An Integrated Pixel-based and Object-based Classification Approach. ASPRS 2006 Annual Conference Reno, Nevada . May 1-5, 2006.

25. Mathew, J., Jha, V.K., Rawat, G.S., 2007. Weights of evidence modeling for landslide hazard zonation mapping in part of Bhagirathi valley, Uttarakhand. Current Sci. vol (92), no.5. pp. 628-638.

26. Mohammady, M., Pourghasemi, H.R., Pradhan, B., 2012. Landslide susceptibility mapping at Golestan Province, Iran: Acomparison Between frequency ratio, Dempster–Shafer, and weights-of-evidence models, Journal of Asian Earth Sciences 61.

27. Soeters R, Van Westen C.J., 1996, Slope instability recognition, analysis and zonation. Turner AK, Schuster RL (eds) Landslides: investigation and mitigation.

28. 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.
29. Wieczorek, GF., 1984, Preparing a detailed landslide-inventory map for hazard evaluation and reduction. IAEG Bull 21(3):337–342
30. Yan, GAO., 2003, Pixel Based and Object Oriented Image for Coal Fire Research.