دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده ژئودزی و ژئوماتیک

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران-سنجش از دور

آشکار سازی و مدل سازی پدیده زمین‌لغزش به کمک تداخل‌سنجی راداری

اساتید راهنما:

دکتر محمد جواد ولدان زوج

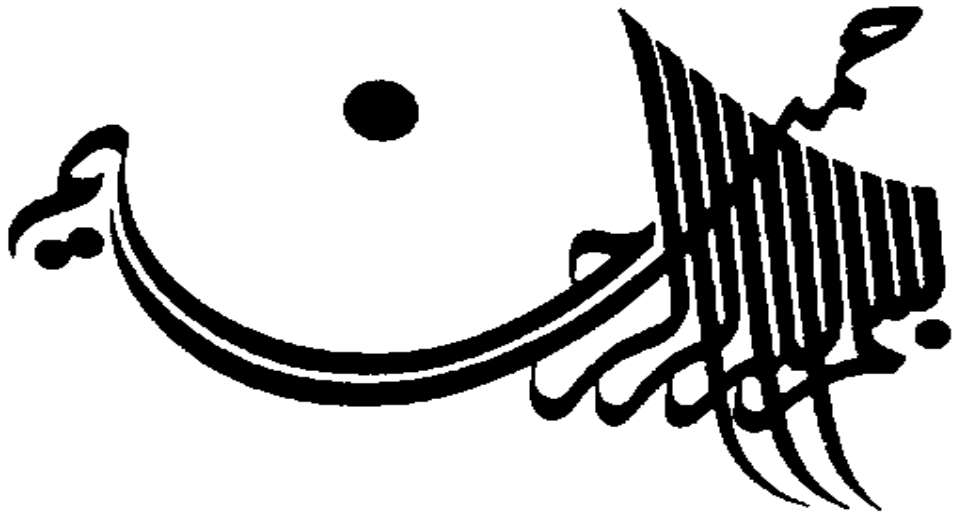
دکتر مریم دهقانی

نگارش:

مهسا معدلت

۸۸۰۷۲۵۴

زمستان ۱۳۹۰



تقدیم به:

پدر و مادر بزرگوارم

یگانه پشتیبانان همیشگی و تکیه‌گاه دیرینه‌ام که با رهنمودهای ارزنده خویش مرا از ابتدا تا انتها این مسیر یاری نموده اند.

و

همسر مهربان و فرهیخته‌ام

که از آغاز راه همواره مشوق و پشتیبان و همگام من بوده و کمک‌های شایانی در به ثمر رسیدن این پایان نامه نموده اند.

سپاس‌گذاری:

حضرت علی(ع) فرمودند:

«من عَلَمَنی حَرفاً فَقَد سَیَرنی عبداً»

سپاس از لطف بی‌پایان و تلاش اساتید گرانقدر

جناب آقای دکتر ولدان زوج

و سرکار خانم دکتر دهقانی

که رهنمودهای شایسته ایشان جان‌مایه انجام این پژوهش بوده است.

سپاس و تقدیر از

جناب آقای مهندس وحید نیا

که با محبت و علاقه‌مندی و ارائه نظرات و توصیه آگاهانشان در امر مشاوره موجبات پشتگرمی را فراهم ساختند.

چکیده:

وقوع زمین‌لغزش در بسیاری از کشورها پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در پی دارد. ایران به علت وجود کوهستان‌ها با شیب تند یکی از مناطق مستعد وقوع زمین‌لغزش است. از این‌رو شناسایی شیب‌های ناپایدار از اهمیت بسزایی برخوردار است. استفاده از روش‌های سنتی در پایش زمین لغزش‌ها مستلزم صرف وقت و هزینه زیادی است. تکنیک تداخل سنجی راداری ابزار ارزشمندی در پایش جابجایی‌های سطح زمین است. لیکن به دلیل وجود عدم همبستگی زمانی و هندسی که به ویژه مناطق کوهستانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، تکنیک تداخل سنجی راداری سنتی روشی کارا در پایش شیب‌های ناپایدار نمی‌باشد. یکی از روش‌هایی که به منظور کاهش محدودیت‌های این تکنیک وجود دارد روش تداخل سنجی راداری مبتنی بر پراکنش کننده های دائمی (PS) است که جابجایی را تنها بر روی پیکسل‌هایی که ویژگی‌های پراکنشی آن‌ها در طول زمان تقریباً ثابت است پایش می‌کند. لیکن ویژگی پراکنشی برخی پیکسل‌ها تنها در یک بازه زمانی نسبتاً کوتاهی ثابتند که فاز تداخل سنجی راداری آن‌ها تنها در این بازه زمانی معنی دار است که روش مورد استفاده در پایش جابجایی به کمک این پیکسل‌ها روش خط مبنای مکانی کوتاه (SBAS) نام دارد.

در این پایان نامه از این دو روش برای شناسایی و اندازه‌گیری جابجایی سالانه زمین لغزش‌های منطقه هراز در شمال ایران استفاده گردید. به این منظور از دو مجموعه تصویر راداری سنجندهENVISAT در گذر بالا و پایین استفاده گردید. استفاده از تکنیک پراکنش کننده‌های دائمی منجر به شناسایی ۱۶ زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه گردید. موقعیت زمین لغزش‌های شناسایی شده در این منطقه با اطلاعات موجود در بانک زمین‌لغزش ایران تطابق کامل داشت.

در بخش دوم این تحقیق به مدل سازی عوامل مؤثر بر وقوع زمین‌لغزش اختصاص پرداخته شده است. در این پایان نامه به منظور مدل‌سازی پدیده زمین‌لغزش از داده‌های مکانی نظیر زاویه و جهت شیب، ارتفاع فاصله از رودخانه‌ها، گسل‌ها و راه‌ها و پوشش گیاهی استفاده گردید. به منظور برقراری ارتباط و تعیین

میزان تأثیر هر یک از این عوامل از داده‌های راداری حاصل از بخش اول تحقیق و سیستم استنتاج فازی-عصبی تطبیقی(ANFIS) بهره گرفته شد. استفاده از روش ANFIS امکان استفاده از قابلیت‌ها و مزایای هر دو روش شبکه عصبی و سیستم استنتاج فازی را فراهم می‌سازد. استفاده از داده‌های دقیق راداری در مدل‌سازی زمین‌لغزش سبب گردید که مدل‌سازی با دقت ۹۴٪ به انجام برسد.

کلمات کلیدی: تداخل سنجی راداری، تکنیک پراکنش کننده‌های دائمی ، تکنیک خط مبنای کوتاه، زمین‌لغزش، مدل‌سازی، سیستم استنتاج فازی- عصبی تطبیقی

فهرست مطالب:

فصل اول: مقدمه..... ۱

۱-۱کلیات..... ۲

۱-۲-تعریف مسئله..... ۳

۱-۳-ضرورت و انگیزه تحقیق..... ۳

۱-۴-اهداف و سؤالات تحقیق ۵

۱-۵-متدولوژی و روند اجرایی پایان‌نامه..... ۷

۱-۶-ساختار پایان‌نامه ۱۰

فصل دوم: مروری بر پیشینه تحقیق:..... ۱۱

۲-۱-مروری بر تحقیقات صورت گرفته در مطالعه زمین‌لغزش با استفاده از تکنیک تداخل سنجی راداری:..... ۱۲

۲-۲-مروری بر تحقیقات صورت گرفته در مدلسازی عوامل موثر بر زمین‌لغزش با استفاده از تکنیک‌های فازی، عصبی و ترکیب آن‌ها..... ۲۰

فصل سوم :آشکار سازی زمین لغزش‌ها به کمک تکنیک تداخل سنجی راداری ۲۳

۳-۱-معرفی روش پراکنش کننده‌های دائمی ۲۳

۳-۲-تحلیل سری زمانی به کمک تکنیک پراکنش کننده‌های دائمی متداول..... ۲۶

۳-۲-۱- تشکیل اینترفروگرام‌ها..... ۲۷

۳-۲-۲-ثبت هندسی..... ۳۰

۳-۲-۳- تصحیح هندسی فاز ۳۰

۳-۲-۴- برآورد پایداری فاز ۳۴
۳-۲-۵- برآورد جابجایی ۳۶
مؤلفه‌های نویز همبسته در مکان: ۳۷
۳-۳-تحلیل سری زمانی به کمک تکنیک پراکنش کننده‌های دائمی بر مبنای خط مبنای کوتاه:.. ۳۸
۳-۴-نتیجه‌گیری ۴۱
فصل چهارم: مدل سازی پدیده زمین لغزش ۴۳
۴-۱-داده‌های مکانی مورد نیاز در مدل‌سازی زمین‌لغزش ۴۳
۴-۱-۱- نقشه زمین‌لغزش‌های موجود ۴۳
۴-۱-۲- فاکتورهای محیطی ۴۶
۴-۱-۳ عوامل فعال‌کننده یا تشدید کننده ۴۷
۴-۱-۴ المان‌های ریسک ۴۷
۴-۲-مروری بر روش‌های مبتنی بر ترکیب روش‌های فازی –عصبی در مدلسازی زمین لغزش ۴۸
۴-۲-۱- معرفی سیستم‌های استنتاج فازی- عصبی ۴۹
۴-۳-انواع شبکه‌های عصبی فازی : ۵۱
۴-۳-۱- سیستم‌های استنتاج فازی-عصبی متعاون ۵۱
۴-۳-۲- سیستم‌های استنتاج عصبی -فازی همزمان ۵۲
۴-۳-۳- سیستم استنتاج فازی-عصبی ترکیبی ۵۳
۴-۴-روش پیشنهادی برای مدل سازی پدیده زمین لغزش بر مبنای سیستم استنتاج فازی- عصبی تطبیقی ۵۴
۴-۴-۱- ساختار سیستم استنتاج فازی- عصبی تطبیقی: ۵۴

۴-۴-۲- استنتاج قوانین فازی با استفاده از روش خوشه بندی کاهشی:.....۵۶
۴-۴-۳- الگوریتم یادگیری ترکیبی: ۵۸
۴-۴-۴- ارزیابی مدل ۶۰
۴-۵-نتیجه‌گیری.....۶۰
فصل پنجم: مطالعه موردی پدیده زمین لغزش در منطقه هراز در شمال ایران ۶۲
۵-۱-معرفی منطقه مورد مطالعه ۶۲
۵-۱-۱-معرفی موقعیت زمین شناختی منطقه مورد مطالعه:.....۶۳
۵-۲معرفی داده‌های راداری.....۶۶
۵-۳-آشکارسازی زمین لغزش‌های در منطقه مورد مطالعه با به کارگیری روش پراکنش‌کننده‌های دائمی.....۶۹
۵-۳-۱- پردازش داده‌ها به روش پراکنش کننده های دائمی متداول ۶۹
۵-۳-۲- تشکیل اینترفروگرام‌ها.....۶۹
۵-۳-۳پردازش داده‌ها به روش پراکنش کننده های دائمی مبتنی بر خط مبنای کوتاه ۷۴
۵-۴بحث و بررسی نتایج حاصل از دو روش پراکنش کننده‌های دائمی متداول و خط مبنای کوتاه۷۵
۵-۴-۱- زمین‌لغزش امامزاده علی:.....۸۵
۵-۴-۲- زمین‌لغزش پنجاب: ۸۷
۵-۴-۳- زمین‌لغزش رزن: ۸۷
۵-۵-بررسی نتایج:.....۸۸
فصل ششم :مدل‌سازی پدیده زمین لغزش با استفاده از سیستم استنتاج فازی-عصبی تطبیقی.....۹۲

۶-۱-جمع آوری و آماده سازی لایه‌های اطلاعاتی برای مدل سازی ۹۱

۶-۲نتایج حاصل از به کارگیری سیستم استنتاج فازی- عصبی تطبیقی بر روی منطقه مورد مطالعه..... ۱۰۰

۶-۳-نتیجه گیری: ۱۱۱

فصل هفتم : نتیجه گیری و پیشنهادات **۱۱۴**

۷-۱-نتیجه گیری ۱۱۳

۷-۲-نوآوری‌های پایان نامه ۱۱۶

۷-۳پیشنهادات..... ..... ۱۱۷

فهرست اشکال:

شکل ۱-۱. نقشه پراکندگی زمین لغزش‌ها در ایران(پایگاه ملی دادههای علوم زمین).....۳

شکل ۱-۲: روند اجرایی پایان‌نامه.....۹

شکل ۲-۱: نقشه جابجایی بدست آمده از جابجایی سطوح که بر روی تصویر landsat قرار گرفته است[4].....۱۳

شکل ۲-۲:پروفیل عرضی زمین لغزش اصلی(خط سیاه درشکل۶-۳)[2] ۱۳

شکل ۲-۳:نتایج تکنیک تداخل سنجی راداری متداول در منطقه مورد مطالعه[6] ۱۵

شکل ۳-۱ : : تفاوت بین پیکسل با پراکنش توزیع شده و پیکسل با پراکنش غالب.....۲۵

شکل ۳-۲-هندسه تصویر برداری سنجنده‌های راداری. سنجنده به سمت صفحه کاغذ حرکت می‌کند موقعیت سنجنده در زمان اخذ تصویر پایه m و در زمان اخذ تصویر پیرو s می‌باشد. B خط مبنای مکانی بین دو موقعیت سنجنده، $B_{\perp}$ مؤلفه عمودی بردار B ، r فاصله در راستای رنج از سنجنده تا زمین، ω زاویه بین بردار خط مبنا و افق، θ زاویه دید و θ_i زاویه فرود سیگنال رادار به زمین را نشان می‌دهند. ۳۳

شکل ۴-۱نمونه ساختار سیستم استنتاج فازی- عصبی تطبیقی ۵۶

شکل ۵-۱: منطقه مورد مطالعه.....۶۳

شکل ۵-۲: اطلاعات خط مبنای مکانی و زمانی مربوط به تصاویر گذر بالا (الف) خط مبنای مکانی اینترفروگرام‌ها ایجاد شده نسبت به تصویر ۲۰۰۷/۱۰/۱۴ در روش PS در مقایسه با خط مبنای زمانی (ب) خط‌مبنای مکانی اینتروفروگرام‌های ایجاد شده به روشSBAS در مقایسه با خط مبنای زمانی.....۷۲

شکل ۵-۳: پیکسل‌های همبسته شناسایی شده با استفاده از تکنیک پراکنش‌کننده‌های دائمی متداول در تصاویر گذر بالا(مسیر۲۸۵) ۷۷

شکل ۵-۴: پیکسل‌های همبسته شناسایی شده با استفاده از تکنیک پراکنش‌کننده‌های دائمی مبتنی بر خط مبنای کوتاه در تصاویر گذر بالا(مسیر۲۸۵).....۷۸

شکل ۵-۵: پیکسل‌های همبسته شناسایی شده با استفاده از تکنیک پراکنش‌کننده‌های دائمی متداول در تصاویر گذر پایین(مسیر۱۰۶) ۸۲

شکل ۵-۶: پیکسل‌های همبسته شناسایی شده با استفاده از تکنیک پراکنش‌کننده‌های دائمی مبتنی بر خط مبنای کوتاه در تصاویر گذر پایین(مسیر۱۰۶) ۸۳

شکل ۵-۷: سری زمانی بدست آمده از زمین لغزش امامزاده علی (الف) روش SBAS (ب)روش PS ..۸۷

شکل ۵-۸:سری زمانی بدست آمده از زمین لغزش پنجاب (الف) روش SBAS (ب)روش PS ۸۸

شکل ۵-۹:سری زمانی بدست آمده از زمین لغزش رزن (الف) روش SBAS (ب)روش PS ۸۹

شکل ۶-۱: نقشه زمین‌لغزش‌های موجود در منطقه مورد مطالعه استخراج شده از روش تداخل سنجی راداری ۹۳

شکل ۶-۲: نقشه ارتفاعی منطقه مدلسازی ۹۴

شکل ۶-۳:نقشه زاویه شیب منطقه مدل‌سازی ۹۵

شکل ۶-۴: نقشه فاصله از راه‌ها در منطقه مدلسازی.....۹۶

شکل ۶-۵: نقشه فاصله از آبراه‌ها در منطقه مدل‌سازی ۹۷

شکل ۶-۶: نقشه فاصله از گسل‌های درمنطقه مدلسازی ۹۸

شکل ۶-۷: نقشه پوشش گیاهی در منطقه مدل‌سازی.....۹۹

شکل ۶-۸: نمودار گردشی ایجاد پایگاه داده مکانی از فاکتورهای زمین‌لغزش و مدلسازی با استفاده از سیستم استنتاج فازی- عصبی تطبیقی ۱۰۰

شکل ۶-۹: ساختار مدل ANFIS استفاده شده در مدلسازی زمین لغزش ۱۰۳

شکل ۶-۱۰: منحنی خطای آموزش و آزمون مدل ANFIS با استفاده از توابع عضویت مختلف الف) منحنی خطای آموزش، ب) منحنی بالایی خطای آموزش، منحنی پایینی خطای آزمون ۱)تابع گوسی،۲) تابع گوسی دوضلعی، ۳) تابع زگوله ای، ۴)تابع عضویت زیگموید، ۵) اختلاف دو منحنی زیگموید،۶)تابع حاصل از ترکیب دو تابع زیگموید ۱۰۵

شکل ۶-۱۱: نقشه احتمال وقوع زمین‌لغزش در کل منطقه بدست آمده از نتیجه مدل سازی با استفاده تابع عضویت گوسی ۱۰۸
شکل ۶-۱۲: نقشه احتمال وقوع زمین‌لغزش در کل منطقه بدست آمده از نتیجه مدل سازی با استفاده تابع عضویت گوسی دو ضلعی ۱۰۹
شکل ۶-۱۳: نقشه احتمال وقوع زمین‌لغزش در کل منطقه بدست آمده از نتیجه مدل سازی با استفاده تابع عضویت زنگوله‌ای.....۱۰۹
شکل ۶-۱۴: نقشه احتمال وقوع زمین‌لغزش در کل منطقه بدست آمده از نتیجه مدل سازی با استفاده تابع عضویت زیگموید ۱۱۰
شکل ۶-۱۵: نقشه احتمال وقوع زمین‌لغزش در کل منطقه بدست آمده از نتیجه مدل سازی با استفاده تابع عضویت اختلاف دو منحنی زیگموید.....۱۱۰
شکل ۶-۱۶: نقشه احتمال وقوع زمین‌لغزش در کل منطقه بدست آمده از نتیجه مدل سازی با استفاده تابع عضویت حاصل از دو تابع زیگموید ۱۱۱

فهرست جداول

جدول ۴-۱مروری بر تکنیک‌های جمع‌آوری اطلاعات زمین‌لغزش‌ها.....۴۵

جدول ۴-۲:مروری بر فاکتورهای محیطی موثر بر مدل‌سازی زمین‌لغزش.....۴۷

جدول ۴-۳ مقایسه‌ی سیستم استنتاج فازی و شبکه‌ی عصبی.....۵۱

جدول ۵-۱ ارزیابی امکان استفاده از داده‌هایENVISAT پایش جابجایی‌های زمینی با توجه به زوایای شیب در منطقه مورد مطالعه در حالت گذر پایین و بالا ۶۸

قبل از تشکیل اینترفروگرام‌ها تصاویر پایه و پیرو نسبت به یکدیگر ثبت هندسی می‌شوند. در این فرآیند تصاویری که خط مبنای مکانی آن‌ها نسبت به تصویر پایه کمتر از ۳۰۰ متر باشد، نسبت به تصویر پایه ثبت هندسی می‌گردند. در غیر این‌صورت تصاویر نسبت به سه تصویر نزدیک‌تر از نظر خط مبنای مکانی و زمانی

جدول ۵-۲:ثبت اطلاعات مربوط به تصاویر گذر بالا. خط مبنای مکانی وزمانی نسبت به تصویر پایه ۲۰۰۷/۱۰/۱۴ محاسبه شده است.....۶۹

جدول ۵-۳: اطلاعات مربوط به تصاویر گذر پایین. خط مبنای مکانی وزمانی نسبت به تصویر پایه۲۰۰۴/۱۲/۲۱ محاسبه شده است. ۷۱

جدول ۵-۴: سری زمانی زمین‌لغزش‌های شناسایی شده در تصاویر گذر بالا با استفاده از دو روش PS و SBAS.....۷۹

جدول ۵-۵: مختصات و نرخ جابجایی زمین‌لغزش‌های شناسایی شده در پردازش تصاویر گذر بالا به دو روش پراکنش‌کننده‌های دائمی متداول و خط مبنای کوتاه ۸۱

جدول ۵-۶:سری زمانی زمین‌لغزش‌های شناسایی شده در تصاویر گذر پایین با استفاده از دو روش PS و SBAS.....۸۴

جدول ۵-۷ : مختصات و نرخ جابجایی زمین‌لغزش‌های شناسایی شده در پردازش تصاویر گذر پایین به دو روش پراکنش‌کننده‌های دائمی متداول و خط مبنای کوتاه.....۸۶

جدول ۶-۱:انواع تابع عضویت به کار گرفته شده در مدل ANFIS و میزان خطای بدست آمده در آموزش و آزمون مدل ۱۰۲

فصل اول: مقدمه

۱-۱- کلیات

حرکت توده‌ای مواد تشکیل دهنده سطح زمین، از یک شیب به سمت پایین را زمین لغزش یا ناپایداری شیب می‌نامند[1]. زمین لغزش‌ها انواع مختلفی دارند. Varnesنوعی طبقه بندی از زمین لغزش‌ها ارائه نمود که در عین سادگی، بر اساس ویژگی‌هایی استوار بود که پس از رویداد یک زمین لغزش حفظ و با گذشت زمان کمتر دست‌خوش تغییر می‌شود[2]. طبقه بندی وارنز بر دو مبنا استوار است: الف- نوع حرکت مواد: بر این اساس زمین لغزش‌ها به شش دسته سقوط[1]، واژگونی[2]، دورانی –انتقالی، گسترش‌های جانبی، خاک روانه و زمین لغزش‌های پیچیده تقسیم می‌شوند. ب- نوع مواد درگیر در حرکت: این مواد عمد تا سه دسته سنگ، واریزه و خاک هستند. این طبقه بندی تاکنون به عنوان ساده‌ترین و رایج‌ترین نوع دسته بندی زمین لغزش‌ها در سراسر دنیا به کار رفته است.

عوامل طبیعی و غیر طبیعی بسیاری در وقوع این پدیده تأثیر گذارند. این عوامل را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم نمود: عوامل محیطی و عوامل فعال‌کننده. از عوامل محیطی موثر در وقوع زمین لغزش می‌توان به جهت و زاویه شیب، وجود گسل‌های فعال، نوع خاک، کاربری زمین، جزئیات واحدهای ژئومورفولوژیکی و غیره اشاره نمود. عوامل فعال‌کننده یا تشدید کننده نظیر بارندگی، وقوع زلزله احتمال وقوع زمین لغزش را افزایش می‌دهد.

تکنیک تداخل سنجی راداری مختلف امکان پایش زمین لغزش‌های مختلف را فراهم می‌سازد. این تکنیک‌ها امکان تشخیص و برآورد نرخ جابجایی و وضعیت فعالیت زمین لغزش‌ها را دارند و تا حدودی

---

[1] Falls

[2] Topples

می‌تواند انواع زمین لغزش را از هم تفکیک کنند. به منظور مطالعه دقیق این پدیده باید مجموع عوامل موثر بر زمین لغزش در کنار هم دیده شوند. لازم به ذکر است میزان اثر این عوامل از یکدیگر متفاوت است که بر پیچیدگی این پدیده می‌افزاید و لزوم مدل سازی را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

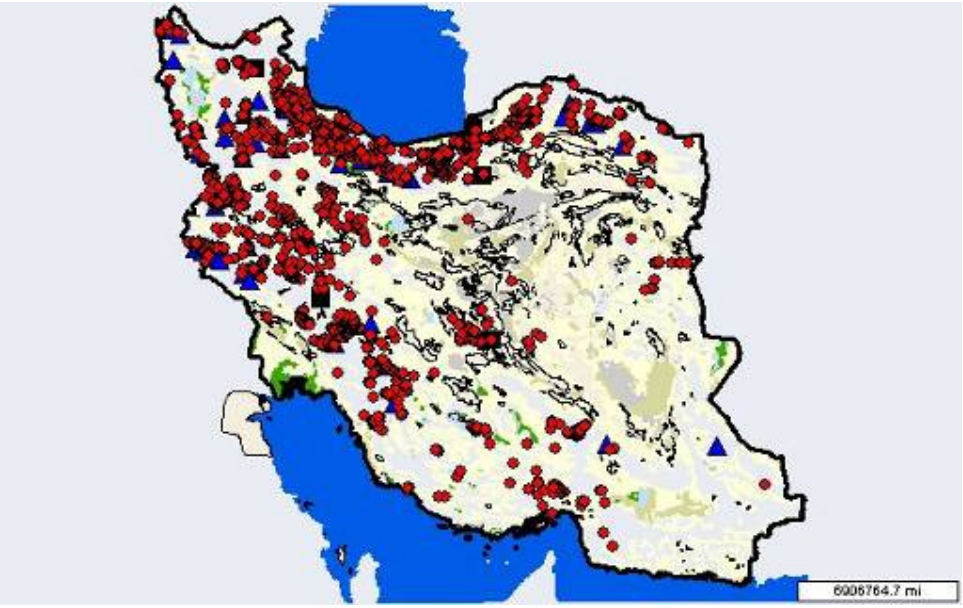
۱-۲- تعریف مسئله

پدیده زمین لغزش سالانه خسارات مالی و جانی بسیاری را در سطح جهانی به جای می‌گذارد. اولین گام برای کاهش این خسارات شناسایی مناطق مستعد، اندازه‌گیری نرخ جابجایی و تعیین پارامترهای مؤثر بر پدیده زمین لغزش به کمک ابزار مناسب است. در صورتی که بخواهیم از مجموعه این اطلاعات به صورت جمعی در بررسی و پیش بینی این پدیده کمک بگیریم باید یک پایگاه اطلاعاتی از داده‌ها تهیه نماییم که این مهم با بهره‌گیری از داده‌های سنجش از دور بیش از پیش قابل انجام است. گام بعدی ترکیب داده‌های مختلف در قالب یک مدل فراگیر است خروجی این مدل می‌تواند به منظور ارزیابی میزان خطرات، برآورد خسارات احتمالی، شناسایی مناطق نامناسب برای توسعه شهری و روستایی و جلوگیری از ایجاد زیر ساخت‌ها در آن‌ها، کمک به تصمیم‌گیری در مدیریت بحران و... به کار رود.

۱-۳-ضرورت و انگیزه تحقیق

ایران با توپوگرافی عمدتاً کوهستانی، فعالیت زمین ساختی و لرزه‌خیزی زیاد، شرایط متنوع زمین‌شناسی و اقلیمی، عمده شرایط طبیعی را برای ایجاد طیف وسیعی از زمین لغزش‌ها داراست (شکل ۱-۱). زمین لغزش 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 چند گاهی قائل شویم، پتانسیل وقوع پدیده لغزش در کشور را باید هر لحظه در نظر گرفت. بر اساس یک برآورد اولیه، سالیانه ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت‌های مالی از طریق زمین لغزش‌ها بر کشور تحمیل می‌شود و این در صورتی است که از بین رفتن منابع طبیعی غیرقابل بازگشت به حساب آورده نشوند. این پدیده همه ساله در اکثر استان‌های کشور موجب خسارت‌های اقتصادی به راه‌ها، خطوط آهن، خطوط انتقال نیرو و ارتباطات، کانال‌های آبیاری و آب رسانی، تأسیسات معدنی،

تأسیسات استخراج، پالایش نفت و گاز، شبکه شریان‌های حیاتی داخل شهرها، کارخانه‌ها و مراکز صنعتی، سدها و دریاچه های مصنوعی و طبیعی، جنگل‌ها و مراتع و منابع طبیعی، مزارع و مناطق مسکونی و روستاها گشته یا آن‌ها را مورد تهدید قرار می‌دهد.



شکل ۱-۱. نقشه پراکندگی زمین لغزش‌ها در ایران(پایگاه ملی داده‌های علوم زمین)

پس از رویداد زمین‌لرزه خردادماه ۱۳۶۹ منجیل و وقوع تعداد بی‌شماری زمین لغزش در پی آن، که منجر به افزایش مستقیم و غیرمستقیم تلفات جانی ناشی از زمین‌لرزه گردید، اهمیت شناخت مناطق حساس به لغزش بیش از پیش آشکار گشت و توجه گروه‌های پژوهشی مختلفی را به خود جلب نمود.

مطالعه زمین لغزش نیازمند اندازه‌گیری وسیع جابه‌جایی در ابعاد زمانی و مکانی است. جمع‌آوری این اطلاعات پرهزینه و زمان‌بر خواهد بود به خصوص اگر این اندازه گیری در سطح یک منطقه وسیع صورت گیرد. به همین منظور استفاده از تکنولوژی رادار با دریچه مصنوعی مفید (SAR[۳]) خواهد بود که از این داده‌ها به کمک تکنیک تداخل سنجی راداری (InSAR) می‌توان به اطلاعات دقیق با پوشش وسیع دست

[3] Synthetic Aperture Radar

یافت. از نظر پوشش زمانی نیز می‌توان به آرشیو تصاویر SAR که بیش از یک دهه را پوشش می‌دهند، دسترسی پیدا کرد.

زمین لغزش با توجه به منطقه و شرایط جغرافیایی و اقلیمی که در آن واقع شده است، تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار دارد. این عوامل می‌تواند میزان اثر متفاوتی در وقوع زمین لغزش داشته باشند. از این رو شناسایی این عوامل و میزان اثر نسبی آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد به منظور ترکیب این عوامل و درجه بندی آن‌ها از فرآیند مدل‌سازی بهره گرفته می‌شود. در این تحقیق از روش سیستم استنتاج فازی-عصبی تطبیقی در مدل‌سازی زمین‌لغزش استفاده شده است. از نتایج حاصل از مدل‌سازی زمین‌لغزش می‌توان به منظور ایجاد یک سیستم مدیریت بحران و نقشه احتمال وقوع زمین‌لغزش استفاده نمود.

داده‌های تداخل سنجی راداری امکان شناسایی زمین لغزش‌های فعال منطقه، نرخ جابجایی، محدوده و نوع زمین‌لغزش را فراهم می‌سازد. از طرف دیگر استفاده تصاویر راداری یک پوشش پیوسته با قدرت تفکیک بالا در منطقه ایجاد می‌کند. علی‌رغم اینکه داده های تداخل سنجی راداری یکی بهترین منابع در بررسی پدیده زمین لغزش است، در مدل‌سازی‌هایی که تاکنون صورت گرفته است به صورت مؤثر مورد استفاده قرار نگرفته است. به نظر می‌رسد استفاده از این داده‌ها بتواند دقت مدل سازی تا حد زیادی افزایش دهد.

۱-۴-اهداف و سؤالات تحقیق

با ورود ماهواره‌های راداری از دهه ۱۹۹۰، تکنیک تداخل سنجی راداری[4] به عنوان ابزاری کارآمد در پایش جابجایی‌های سطح زمین ناشی از پدیده‌های مختلف از جمله زمین لغزش شناخته شده است. از جمله مزایای این تکنیک می‌توان به پوشش وسیع، قدرت تفکیک مکانی بالا، امکان دسترسی به آرشیو تصاویر راداری با فراوانی زمانی مناسب (بازه زمانی برداشت ۳۵روزه)، بررسی و مقایسه پدیده در زمان‌های مختلف ،

[4] SAR Interferometry(InSAR)

امکان پردازش تصاویر در مقیاس‌های گوناگون و صرفه‌جویی در هزینه و زمان در مقایسه با سیستم مکان‌یابی جهانی[۵] و ترازیابی دقیق (در عین حال دقتی مشابه) اشاره نمود.

اهداف این پایان‌نامه را می‌توان به دو بخش کلی تقسیم نمود:

۱. پایش زمین لغزش‌های موجود با تکنیک تداخل سنجی راداری

در پایش زمین لغزش‌ها می‌بایست یک امکان سنجی بین روش‌های مختلف تداخل سنجی راداری انجام شود و روش بهینه برای مطالعه منطقه مورد نظر انتخاب گردد. با توجه به پتانسیل موجود در روش تداخل سنجی راداری، امکان شناسایی مناطق دارای زمین لغزش و حدود و وضعیت فعالیت زمین لغزش‌ها وجود دارد. همچنین در صورتی که جابجایی‌ها آرام باشند و ریزش آنی در زمان مطالعه وجود نداشته باشد می‌توان نرخ دقیق جابجایی‌ها را اندازه‌گیری نمود.

۲. مدل سازی پدیده زمین لغزش

بخش دوم این پایان‌نامه به مدل سازی عوامل مؤثر بر وقوع زمین لغزش اختصاص خواهد داشت. به طور معمول در مدل سازی طیف وسیعی از داده‌های مکانی مورد توجه قرار می‌گیرند. بسته به منطقه مورد نظر و داده‌های در دسترس، لایه های داده‌های مکانی مورد استفاده و روش مدل سازی متفاوت خواهد بود. در این تحقیق به منظور مدل سازی از داده‌های تداخل سنجی راداری بدست آمده از مرحله اول استفاده می‌شود. از آنجایی که این داده‌ها یکی از دقیق‌ترین داده‌ها در مطالعه زمین لغزش است، پیش بینی می‌شود که نتایج مدل سازی را بهبود دهد. نتیجه این مدل سازی می‌تواند برای ایجاد نقشه‌های پتانسیل زمین لغزش، خطرات محیطی و مدیریت بحران به کار رود. در این پایان‌نامه سؤالات زیر مطرح می‌شود:

[5] Global positioning system