

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی

گروه مهندسی آبخیزداری

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری

ارزیابی خطر لغزش با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی؛ بخشی از حوزه آبخیز هراز)

نگارش

حمیدرضا پورقاسمی

استاد راهنما

دکتر حمید رضا مرادی

استاد مشاور

دکتر سید محمود فاطمی عقدا

دکتر محمدرضا مهدویفر (امتاری)

بهمن ۱۳۸۶

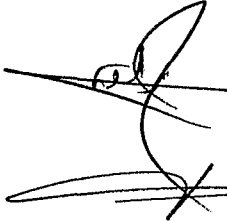
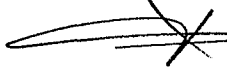

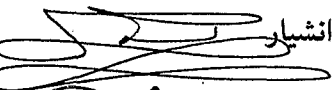
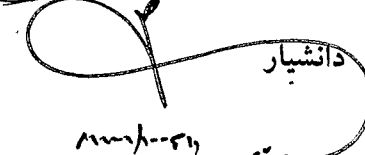
۱۳۸۷ / ۵ / ۲۲

۱۰۳۹۵۱

تأییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیات داوران نسخه نهائی پایان نامه آقای حمید رضا پورقاسمی
تحت عنوان: ارزیابی خطر لغزش با استفاده از منطق فازی (مطالعه موردی: بخشی از حوزه آبخیز
هراز)

را از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد پیشنهاد می کنند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
۱- استاد راهنما	دکتر حمیدرضا مرادی	استادیار	
۲- استاد مشاور	دکتر سید محمود فاطمی عقدا	دانشیار	
۳- استاد ناظر	دکتر کریم سلیمانی	دانشیار	
۴- استاد ناظر	دکتر محمد تشنه لب	دانشیار	
۵- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر سید حمیدرضا صادقی	دانشیار	 ۱۳۸۶/۰۴/۰۵



۱۳۸۶

شماره:.....
تاریخ:.....
پیوست:.....

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس مبین بخشی از فعالیتهای علمی-پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده (۱) در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) های خود، مراتب را قبلاً به مرکز نشر دانشگاه اطلاع دهد. ماده (۲) در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

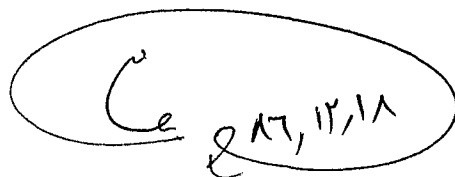
((کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته آبخیزداری است که در سال ۱۳۸۶ در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور به راهنمایی جناب آقای دکتر حمیدرضا مرادی و مشاوره اساتید محترم آقای دکتر سید محمود فاطمی عقدا و دکتر محمدرضا مهدویفر از آن دفاع شده است.))

ماده (۳) به منظور جبران بخشی از هزینه های نشریات دانشگاه تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به مرکز نشر دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده (۴) در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه نماید.

ماده (۵) دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند، به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده (۶) اینجانب حمیدرضا پورقاسمی دانشجوی رشته آبخیزداری در مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.



تقدیم به:

آستان ملکوتی پدرم:

اسطوره همیشه جاویدان داستان زندگی، آنکه انوار درخشان وجودش همواره روشنگر راه زندگی بود، او که عشق به علم و فرهنگ را به من آموخت.

مادر عزیزم:

به پاس تمامی محبتشان و همه داشته‌هایم، آنکه گرمی کلامش و روشنی رویش سرمایه جاویدان زندگی من است.

برادران بزرگوارم:

محمد رضا-علیرضا و وحید که همواره مشوق و راهنمای بنده در تمام مراحل تحصیل و زندگی هستند.

تقدیر و تشکر

پس از سپاس بی حد از تنها یاری گر عالم که نیروی اندیشه‌ام را در بزرگراه سبز دانش پویا داشت و به من توفیق تلاش در راه روشن دانایی را بخشید لازم می‌دانم از بزرگوارانی که صمیمانه مرا در طی مراحل این پژوهش یاری و همراهی نمودند کمال تشکر را نمایم.

- جناب آقای دکتر حمیدرضا مرادی، استاد راهنمای بزرگوارم، که همواره با راهنمایی‌های ارزنده خویش به من درس علم و اخلاق آموختند.

- جناب آقای دکتر سید محمود فاطمی‌عقدا، که بدون وجود ایشان مراحل انجام این پژوهش بسیار دشوار و چه بسا ناممکن بود و صبورانه با وجود مشغله کاری فراوان پذیرای اینجانب بودند.

- جناب آقای دکتر محمدرضا مهدویفر که در مراحل مختلف پایان‌نامه و بویژه فازی‌سازی، مباحث منطق‌فازی و برنامه‌نویسی بنده را همراهی و یاری نمود.

- جناب آقای دکتر شهاب عراقی‌نژاد که راهنمای اینجانب در مباحث اپراتورهای فازی بودند.

- جناب آقای مهندس مهدی غلامعلی‌فرد که چون برادری دلسوز و دوستی مهربان مرا یاری نمودند.

- جناب آقای دکتر Gorsevski, Kanungo, Ercanoglu, Saboya, Lee, Scherthanner و Tangestani.

- دوستان خوبم مجید محمدی، مرتضی داودی، احمد سلگی، سعید آزادی‌نجات، مهدی الهی، عباس گلی و خانم شیما طالبی.

با احترام

حمیدرضا پورقاسمی

چکیده

هدف از تحقیق حاضر ارزیابی خطر زمین لغزش با استفاده از منطق فازی در بخشی از حوزه آبخیز هراز در حدفاصل روستای وانا تا امامزاده علی است. ابتدا نقاط لغزشی با استفاده از عکس‌های هوایی و بازدیدهای میدانی مشخص و متعاقب آن نقشه پراکنش زمین لغزش منطقه تهیه گردید. سپس هر یک از عوامل موثر بر وقوع زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه از قبیل شیب، جهت شیب، ارتفاع، لیتولوژی، کاربری اراضی، فاصله از جاده، فاصله از شبکه آبراهه، فاصله از گسل و نقشه همباران در محیط نرم‌افزار ILWIS رقومی و برای تحلیل‌های فازی مورد استفاده قرار گرفت. تحلیل‌های فازی با استفاده از نرم‌افزار Idrisi و Matlab 7.1 انجام گرفت. پهنه‌بندی خطر زمین لغزش در منطقه مورد مطالعه با استفاده از اپراتورهای فازی (Gamma و Product, Sum, Or, And) و روش تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی صورت پذیرفت. به منظور پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتورهای فازی از توابع عضویت J-شکل و User-defined استفاده گردید. مقادیر مختلفی از اپراتور فازی گاما (0/025 تا 0/975) مورد آزمایش قرار گرفت. همچنین جهت پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی از توابع عضویت مثلثی و گوسی شکل استفاده گردید. نتایج نشان داد نقشه‌های تهیه شده با استفاده از اپراتور فازی گاما (0/975) با تابع عضویت J-شکل بهترین شکل نقشه حساسیت به خطر زمین لغزش را در بین دیگر اپراتورها ارائه کرده است. همچنین نتایج پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با توابع عضویت مثلثی و گوسی نشان داد که نقشه پهنه‌بندی با تابع عضویت مثلثی دارای بیشترین دقت و صحت بوده است. نتایج ارزیابی مدل‌ها نیز نشان داد که نقشه پهنه‌بندی خطر زمین لغزش با تابع عضویت J-شکل و اپراتور فازی گاما (0/975) با $QS=2/149$ دارای بیشترین صحت و دقت در منطقه مورد مطالعه بوده است.

واژگان کلیدی: زمین لغزش، منطق فازی، اپراتورهای فازی، تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی، تابع عضویت، سامانه اطلاعات جغرافیایی، حوزه آبخیز هراز

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه و کلیات
۱	۱ مقدمه و کلیات
۱	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱-۱ ضرورت تحقیق
۳	۳-۱-۱ سوالات تحقیق
۳	۴-۱-۱ فرضیات تحقیق
۳	۵-۱-۱ اهداف تحقیق
۴	۲-۱ کلیات و مفاهیم
۴	۱-۲-۱ حرکات توده‌ای
۴	۲-۲-۱ تصمیم‌گیری
۵	۳-۲-۱ منطق فازی
۷	۴-۲-۱ مقایسه مجموعه‌های کلاسیک و فازی
۸	۵-۲-۱ تابع عضویت
۹	۶-۲-۱ عملگرهای فازی
۱۰	۷-۲-۱ فازی‌سازها
۱۲	۱-۷-۲-۱ تابع عضویت خطی
۱۲	۲-۷-۲-۱ تابع عضویت J-Shaped
۱۳	۳-۷-۲-۱ تابع عضویت Sigmoidal
۱۳	۴-۷-۲-۱ تابع عضویت User-defined
۱۴	۸-۲-۱ غیر فازی‌سازها
۱۵	۱-۸-۲-۱ اصل ماکزیمم عضویت
۱۵	۲-۸-۲-۱ روش مرکز سطح
۱۵	۳-۸-۲-۱ روش میانگین وزنی
۱۶	۴-۸-۲-۱ روش میانه ماکزیمم
۱۶	۵-۸-۲-۱ روش مرکز مجموعها
۱۶	۹-۲-۱ سیستم استنتاج فازی (FIS)

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۷	۱-۲-۹-۱ مراحل ساخت یک سیستم استنتاج فازی
۱۷	۱-۲-۹-۲ انواع سیستم فازی
۲۰	۱-۲-۱۰ زمینه‌های تحقیق عمده در تئوری فازی
	فصل دوم: سابقه تحقیق
۲۱	۲-۱ مقدمه
۲۱	۲-۲ مطالعات انجام شده در خارج از کشور
۲۶	۲-۳ مطالعات انجام شده در داخل از کشور
۲۷	۲-۴ جمع‌بندی
	فصل سوم: مواد و روش‌ها
۲۸	۳-۱ منطقه مورد مطالعه
۲۹	۳-۲ روش تحقیق
۲۹	۳-۲-۱ تهیه نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتورهای فازی
۳۲	۳-۲-۲ تهیه نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی
۳۶	۳-۲-۳ عوامل موثر در ناپایداری دامنه و ایجاد زمین‌لغزش در منطقه مورد مطالعه
۳۶	۳-۲-۳-۱ نقشه پراکنش زمین‌لغزش
۳۷	۳-۲-۳-۲ نقشه شیب
۳۸	۳-۲-۳-۳ نقشه جهت شیب
۳۹	۳-۲-۳-۴ نقشه طبقات ارتفاعی
۴۰	۳-۲-۳-۵ نقشه زمین‌شناسی
۴۱	۳-۲-۳-۶ نقشه کاربری اراضی
۴۲	۳-۲-۳-۷ نقشه حریم فاصله از آبراهه
۴۳	۳-۲-۳-۸ نقشه حریم فاصله از جاده
۴۴	۳-۲-۳-۹ نقشه حریم فاصله از گسل
۴۴	۳-۲-۳-۱۰ نقشه همباران
۴۵	۳-۲-۴ ارزیابی روش پهنه‌بندی
۴۸	فصل چهارم: نتایج
۴۸	۴-۱ نتایج تهیه نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتورهای فازی
۵۹	۴-۲ نتایج تهیه نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۵۹	۱-۲-۴ تهیه نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از توابع عضویت مثلثی
۶۵	۲-۲-۴ تهیه نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از توابع عضویت گوسی (زنگوله‌ای)
۷۰	۳-۲-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتورهای فازی و تابع عضویت J- شکل
۷۵	۴-۲-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتورهای فازی و تابع عضویت User-defined
۷۷	۵-۲-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از روش چندشاخصه تصمیم‌گیری فازی
فصل پنجم: بحث، جمع‌بندی و پیشنهادها	
۷۸	۱-۵ بحث و جمع‌بندی
۸۵	۲-۵ آزمون فرضیات
۸۵	۳-۵ پیشنهادها
۸۷	۴-۵ منابع

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۴۱	جدول ۱-۳ واحدهای زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه از جدید به قدیم
۴۸	جدول ۱-۴ مقادیر عضویت فازی مربوط به عامل شیب
۴۸	جدول ۲-۴ مقادیر عضویت فازی مربوط به عامل جهت شیب
۴۹	جدول ۳-۴ مقادیر عضویت فازی مربوط به عامل ارتفاع از سطح دریا
۴۹	جدول ۴-۴ مقادیر عضویت فازی مربوط به عامل لیتولوژی
۵۰	جدول ۵-۴ مقادیر عضویت فازی مربوط به عامل کاربری اراضی
۵۰	جدول ۶-۴ مقادیر عضویت فازی مربوط به عامل فاصله از گسل
۵۰	جدول ۷-۴ مقادیر عضویت فازی مربوط به عامل فاصله از شبکه آبراهه
۵۰	جدول ۸-۴ مقادیر عضویت فازی مربوط به عامل فاصله از جاده
۵۱	جدول ۹-۴ مقادیر عضویت فازی مربوط به عامل بارش
۵۷	جدول ۱۰-۴ نتایج توصیف آماری اپراتورهای فازی با تابع عضویت J-شکل
۵۹	جدول ۱۱-۴ نتایج توصیف آماری اپراتورهای فازی با تابع عضویت User-Defined
۷۰	جدول ۱۲-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی And
۷۱	جدول ۱۳-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی Or
۷۱	جدول ۱۴-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی Product
۷۱	جدول ۱۵-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی Sum
۷۱	جدول ۱۶-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۰۲۵)
۷۲	جدول ۱۷-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۰۵)
۷۲	جدول ۱۸-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۱)
۷۲	جدول ۱۹-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۲)
۷۲	جدول ۲۰-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۳)
۷۳	جدول ۲۱-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۴)
۷۳	جدول ۲۲-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۵)
۷۳	جدول ۲۳-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۶)
۷۳	جدول ۲۴-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۷)
۷۴	جدول ۲۵-۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین‌لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۸)

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۷۴	جدول ۴-۲۶ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۹)
۷۴	جدول ۴-۲۷ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۹۵)
۷۴	جدول ۴-۲۸ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۹۷۵)
۷۵	جدول ۴-۲۹ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی And
۷۵	جدول ۴-۳۰ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی Or
۷۵	جدول ۴-۳۱ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی Product
۷۶	جدول ۴-۳۲ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی Sum
۷۶	جدول ۴-۳۳ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۸)
۷۶	جدول ۴-۳۴ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۹)
۷۶	جدول ۴-۳۵ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۹۵)
۷۷	جدول ۴-۳۶ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از اپراتور فازی گاما (۰/۹۷۵)
۷۷	جدول ۴-۳۷ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از تابع عضویت گوسی
۷۷	جدول ۴-۳۸ نتایج ارزیابی نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از تابع عضویت مثلثی

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۶	شکل ۱-۱ ارتباط بین پیچیدگی یک سیستم و دقت مدل
۷	شکل ۲-۱ مقایسه مجموعه کلاسیک (شکل الف) و مجموعه فازی (شکل ب)
۸	شکل ۳-۱ اجزای مختلف تابع عضویت فازی
۱۰	شکل ۴-۱ توابع عضویت اجتماع، اشتراک و متمم فازی
۱۱	شکل ۵-۱ توابع عضویت فازی در مقابل تابع عضویت بولین
۱۴	شکل ۶-۱ تابع عضویت User-defined
۱۸	شکل ۷-۱ ساختار اصلی سیستم‌های فازی خالص
۱۹	شکل ۸-۱ ساختار اصلی سیستم‌های فازی TSK
۱۹	شکل ۹-۱ ساختار اصلی سیستم‌های فازی با فازی‌ساز و غیرفازی‌ساز
۲۰	شکل ۱۰-۱ طبقه‌بندی تئوری فازی
۲۹	شکل ۱-۳ موقعیت منطقه مورد مطالعه
۳۳	شکل ۲-۳ منحنی ایده‌آل π
۳۵	شکل ۳-۳ منوی FIS در محیط برنامه Matlab جهت معرفی ۸ پارامتر ورودی برای محاسبه مقدار خطر
۳۷	شکل ۴-۳ نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌های مشاهده شده در منطقه مورد مطالعه
۳۸	شکل ۵-۳ نقشه شیب منطقه مورد مطالعه
۳۹	شکل ۶-۳ نقشه جهت شیب منطقه مورد مطالعه
۴۰	شکل ۷-۳ نقشه طبقات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه
۴۰	شکل ۸-۳ نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه
۴۲	شکل ۹-۳ نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه
۴۳	شکل ۱۰-۳ نقشه حریم فاصله از آبراهه منطقه مورد مطالعه
۴۳	شکل ۱۱-۳ نقشه حریم فاصله از جاده منطقه مورد مطالعه
۴۴	شکل ۱۲-۳ نقشه حریم فاصله از غسل منطقه مورد مطالعه
۴۵	شکل ۱۳-۳ نقشه بارش منطقه مورد مطالعه
۵۱	شکل ۱-۴ نقشه فازی درصد شیب
۵۱	شکل ۲-۴ نقشه فازی جهت شیب
۵۱	شکل ۳-۴ نقشه فازی طبقات ارتفاعی
۵۱	شکل ۴-۴ نقشه فازی لیتولوژی

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۵۲	شکل ۴-۵ نقشه فازی کاربری اراضی
۵۲	شکل ۴-۶ نقشه فازی فاصله از غسل
۵۲	شکل ۴-۷ نقشه فازی فاصله از جاده
۵۲	شکل ۴-۸ نقشه فازی فاصله از آبراهه
۵۲	شکل ۴-۹ نقشه فازی کلاس‌های بارش
۵۳	شکل ۴-۱۰ نقشه فازی درصد شیب
۵۳	شکل ۴-۱۱ نقشه فازی جهت شیب
۵۳	شکل ۴-۱۲ نقشه فازی طبقات ارتفاعی
۵۳	شکل ۴-۱۳ نقشه فازی لیتولوژی
۵۳	شکل ۴-۱۴ نقشه فازی کاربری اراضی
۵۳	شکل ۴-۱۵ نقشه فازی فاصله از غسل
۵۴	شکل ۴-۱۶ نقشه فازی فاصله از جاده
۵۴	شکل ۴-۱۷ نقشه فازی فاصله از آبراهه
۵۴	شکل ۴-۱۸ نقشه فازی کلاس‌های بارش
۵۴	شکل ۴-۱۹ نقشه خطر لغزش با اپراتور And
۵۴	شکل ۴-۲۰ نقشه خطر لغزش با اپراتور Or
۵۵	شکل ۴-۲۱ نقشه خطر لغزش با اپراتور Sum
۵۵	شکل ۴-۲۲ نقشه خطر لغزش با اپراتور Product
۵۵	شکل ۴-۲۳ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۰۲۵
۵۵	شکل ۴-۲۴ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۰۵
۵۵	شکل ۴-۲۵ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۱
۵۵	شکل ۴-۲۶ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۲
۵۶	شکل ۴-۲۷ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۳
۵۶	شکل ۴-۲۸ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۴
۵۶	شکل ۴-۲۹ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۵
۵۶	شکل ۴-۳۰ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۶
۵۶	شکل ۴-۳۱ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۷

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۵۶	شکل ۴-۳۲ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۸
۵۶	شکل ۴-۳۳ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۹
۵۶	شکل ۴-۳۴ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۹۵
۵۷	شکل ۴-۳۵ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۹۷۵
۵۸	شکل ۴-۳۶ نقشه خطر لغزش با اپراتور And
۵۸	شکل ۴-۳۷ نقشه خطر لغزش با اپراتور Or
۵۸	شکل ۴-۳۸ نقشه خطر لغزش با اپراتور Sum
۵۸	شکل ۴-۳۹ نقشه خطر لغزش با اپراتور Product
۵۸	شکل ۴-۴۰ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۸
۵۸	شکل ۴-۴۱ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۹
۵۹	شکل ۴-۴۲ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۹۵
۵۹	شکل ۴-۴۳ نقشه خطر لغزش با اپراتور گامای ۰/۹۷۵
۶۰	شکل ۴-۴۴ تابع عضویت مثلثی عامل درصد شیب
۶۰	شکل ۴-۴۵ تابع عضویت مثلثی عامل جهت شیب
۶۱	شکل ۴-۴۶ تابع عضویت مثلثی عامل ارتفاع از سطح دریا
۶۱	شکل ۴-۴۷ تابع عضویت مثلثی عامل لیتولوژی
۶۲	شکل ۴-۴۸ تابع عضویت مثلثی عامل کاربری اراضی
۶۲	شکل ۴-۴۹ تابع عضویت مثلثی عامل فاصله از گسل
۶۳	شکل ۴-۵۰ تابع عضویت مثلثی عامل فاصله از شبکه آبراهه
۶۳	شکل ۴-۵۱ تابع عضویت مثلثی عامل فاصله از جاده
۶۴	شکل ۴-۵۲ تابع عضویت مثلثی عوامل تاثیرگذار بر اساس وزن به دست آمده در مدل AHP
۶۴	شکل ۴-۵۳ نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از تابع عضویت مثلثی
۶۵	شکل ۴-۵۴ تابع عضویت گوسی عامل درصد شیب
۶۶	شکل ۴-۵۵ تابع عضویت گوسی عامل جهت شیب
۶۶	شکل ۴-۵۶ تابع عضویت گوسی عامل ارتفاع از سطح دریا
۶۷	شکل ۴-۵۷ تابع عضویت گوسی عامل لیتولوژی

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۶۷	شکل ۴-۵۸ تابع عضویت گوسی عامل کاربری اراضی
۶۸	شکل ۴-۵۹ تابع عضویت گوسی عامل فاصله از غسل
۶۸	شکل ۴-۶۰ تابع عضویت گوسی عامل فاصله از شبکه آبراهه
۶۹	شکل ۴-۶۱ تابع عضویت گوسی عامل فاصله از جاده
۶۹	شکل ۴-۶۲ تابع عضویت مثلثی عوامل تاثیرگذار بر اساس وزن به دست آمده در مدل AHP
۷۰	شکل ۴-۶۳ نقشه خطر زمین لغزش با استفاده از تابع عضویت گوسی

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱- مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه

وقوع بلایا و سوانح طبیعی هر ساله در نقاط مختلف جهان و ایران خسارات جانی، مالی و زیست‌محیطی قابل توجهی به بار می‌آورد. حرکات توده‌ای نیز نوع خاصی از سوانح طبیعی و فرمی از فرآیندهای دامنه‌ای هستند (کرم، ۱۳۸۰) که زاینده شرایط ژئومورفولوژیک، هیدرولوژیک و زمین‌شناسی محل می‌باشند. این شرایط به همراه فرآیندهای ژئودینامیکی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، فعالیت‌های انسانی، مقدار و شدت بارندگی و زمین‌لرزه باعث شکل‌گیری این پدیده می‌گردند (سفیدگری، ۱۳۸۱). گرچه به طور مطلق میزان خسارت اقتصادی ناشی از زمین‌لغزش‌ها در کشورهای پیشرفته بیشتر است، ولی طبق مطالعات انجام شده توسط United Nation Disaster Reliefeco-Ordinary برای بسیاری از کشورهای در حال توسعه، این خسارت یک تا دو درصد تولید ناخالص ملی آنهاست (Hansen, 1984; Hutchinson, 1995). این درحالی است که بر اساس برآوردهای اولیه، سالانه حدود ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت مالی از طریق وقوع زمین‌لغزه‌ها بر کشور وارد می‌شود (کمک‌پناه و همکاران، ۱۳۷۳). نظر به تاثیرات نامطلوبی که وقوع حرکات توده‌ای و زمین‌لغزه‌ها بر روی سیستم‌های اجتماعی-اقتصادی و طبیعی دارند لزوم شناخت مناطق حساس به زمین‌لغزش برای اجتناب از خطر و جلوگیری از بروز خسارات مالی، جانی، زیست محیطی و شروع اقدامات حفاظتی و پیشگیری امری بسیار ضروری به نظر می‌آید (مهدویفر، ۱۳۷۶). بررسی ناپایداری‌های دامنه‌ای مانند بسیاری از موضوعات زمین‌شناسی محیطی^۱ به دلیل تنوع عوامل موثر در وقوع آن، بسیار پیچیده است. وجود عدم قطعیت که ناشی از مبهم بودن شرایط و مفاهیم مرتبط با پارامترهایی نظیر زمین‌شناسی، هیدرولوژیک، تکتونیک، پوشش گیاهی، بارندگی و فرسایش در بروز ناپایداری دامنه‌ای می‌باشد، لزوم استفاده از روش‌های دقیق و مناسب را در بررسی ناپایداری‌های دامنه‌ای،

^۱ Geo Environment

منطقی می‌نماید. این در حالی است که بسیاری از اطلاعات بالا به صورت محاوره‌ای بوده و از نوع اطلاعات غیردقیق می‌باشند. این گونه محدودیت‌ها دقیقاً ایده اساسی تئوری فازی می‌باشد (فاطمی عقدا و همکاران، ۱۳۸۴). تئوری فازی در سال ۱۹۶۵ توسط لطفی‌زاده در مقاله‌ای با عنوان "مجموعه‌های فازی" در مجله اطلاعات و کنترل ارائه گردید (تاناکا، ۱۳۸۳). تئوری فازی، شامل تمام تئوری‌هایی است که از مفاهیم اساسی مجموعه‌های فازی یا توابع عضویت استفاده می‌کند و هدف از ارائه آن، ایجاد روشی نوین در بیان عدم قطعیت‌ها و ابهامات روزمره است (اشقلی فراهانی، ۱۳۸۰).

۱-۱-۲ ضرورت تحقیق

از آنجا که در روش‌های کمی پهنه‌بندی زمین‌لغزش، عموماً از اعداد برای بیان نقش عوامل استفاده می‌کنند؛ با اینکه عددهای ارائه شده، نتیجه مشاهده ارتباط زمین‌لغزش‌های رخ داده با عوامل مذکور است مسلماً نمی‌تواند به طور یقین معیار درستی برای بیان اهمیت عامل در وقوع زمین‌لغزش باشد. لذا محققین بر آن شدند که از مجموعه‌ها برای بیان وزن عوامل طبیعی استفاده کنند. مزیت مجموعه‌ها نسبت به اعداد این است که محدوده‌ای از امکان‌ها را برای بیان نقش عامل مذکور در نظر گرفته و علاوه بر مزایای روش‌های آماری، به دلیل بیان دقیق عواملی که نقش محدودی در وقوع زمین‌لغزش دارند، دقت بیشتری در پیش‌بینی وقوع حوادث طبیعی از جمله زمین‌لغزش‌ها دارند (مه‌دویفر، ۱۳۷۶). از طرف دیگر، منطق فازی به دلیل قابلیت در فرموله نمودن دانش بشری در قالب ریاضی، ابزاری سودمند در ارزیابی خطر زمین‌لغزش به شمار می‌آید (اشقلی فراهانی، ۱۳۸۰). ایران سرزمینی است که به دلایل زمین‌شناختی، توپوگرافی و اقلیمی برخی سوانح طبیعی چون زلزله، سیلاب و زمین‌لغزه در آن به کرات رخ می‌دهد. نزدیک به نیمی از مساحت کشور کوهستانی و دارای شیب‌های تند است. لرزه‌خیزی، وجود گسل‌های فعال و بارش باعث می‌شود که هر ساله زمین‌لغزه‌های متعددی در نواحی کوهستانی کشور رخ دهد و خسارات قابل توجهی به محیط زیست انسانی و طبیعی وارد آید. این تحقیق در بخشی از حوزه آبخیز رود هراز در حد فاصل امامزاده علی تا تونل وانا

اجرا گردید. حوزه آبخیز هراز به دلیل موقعیت جغرافیایی، ویژگی‌های طبیعی و زمین‌شناختی یکی از مناطق مستعد بروز حرکات توده‌ای است. رود هراز جزء مهمترین و پرآب‌ترین رودهای استان مازندران بوده و از لحاظ اقتصادی به دلیل داشتن بیش از ۳۵ کارگاه پرورش ماهی و آبیاری مزارع در سطح جلگه دارای اهمیت زیادی است. تحقیق حاضر در صدد شناسایی و تعیین مناطق حساس به زمین‌لغزش با استفاده از روش منطق فازی است تا با شناسایی این مناطق، اقدامات اجرایی برای کنترل در منطقه دارای سمت و سویی منطقی گردد و از اتلاف انرژی و سرمایه جلوگیری شود.

۳-۱-۱ سوالات تحقیق

۱. مهمترین عوامل موثر بر وقوع زمین‌لغزش در منطقه کدامند؟
۲. کدام یک از روش‌های فازی مورد مطالعه، دقت بیشتری در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش منطقه دارد؟

۴-۱-۱ فرضیات تحقیق

- این تحقیق در صدد بررسی فرضیه‌های زیر در منطقه مورد مطالعه است:
۱. شیب و لیتولوژی به ترتیب مهمترین عوامل تاثیرگذار در حساسیت‌پذیری به زمین‌لغزش منطقه می‌باشند؛
 ۲. روش چندشاخصه تصمیم‌گیری بالاترین دقت را در پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش منطقه دارد.

۵-۱-۱ اهداف تحقیق

۱. تعیین عوامل موثر در ایجاد زمین‌لغزش منطقه و میزان تاثیرگذاری آنها با استفاده از منطق فازی؛
۲. شناسایی مناطق حساس به زمین‌لغزش و پهنه‌بندی آن در منطقه بر اساس منطق فازی.