

« هو »

به نام پروردگار که پدید آورنده هسترها و اندیشه‌ها است.  
و به نام آنکه جز او هستر، اندیشه، هنر و هیچ چیز جاوید و پایدار نیست.  
هم چیز گواه بر بودن او و نشانه کفرینش اوست، هیچ نیرو و اندیشه‌ای در خال از او نیست  
و او خود هم تواناییها و اندیشه‌هاست.

دانشگاه یزد

دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی

گروه مرتع و آبخیزداری

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی منابع طبیعی - آبخیزداری

پیش بینی زمین لغزش با استفاده از مدل آماری دومتغیره و تکنیک های RS&GIS

(مطالعه موردی حوزه سد ایلام)

دکتر محمدرضا اختصاصی

استادان راهنما:

دکتر حسین ملکی نژاد

مهندس سید زین العابدین حسینی

استادان مشاور:

مهندس جعفر مرشدی

۱۳۸۸ / ۷ / ۱

پژوهش و نگارش: یعقوب نیازی

موسسه اطلاعات مکانی یزد  
تعمیرات بارک

مهرماه ۱۳۸۷

۱۲۶۸۷۵

تقدیرم بہ تنہا سرمایہ ہمارے زندگی  
پدر و مادر نازنین و خواہر دوست داشتند ہم

## قدردانی

سپاس می‌گویم خدائی که:

من را توفیق داد تا در مسیری ناهموار، در مواجهه با تلاطم سختی‌ها رد عبور کنم تا در پایان یک دوره از بهترین و پربارترین قسمت زندگی تحصیلی‌ام درخت نوپای خواسته‌هایم را با ایمان به خدا و پشتیبانی پدر و مادرم و همکاری استادانم به بار بنشانم و میوه آرزوهای کال جوانیم را در زیباترین شکل ممکن با چشمانی سرشار از شوق ببینم با اینکه هنوز هم معتقدم در صداقت یک لحظه، فریاد فتح را تا وسعت احساس باید رها ساخت و آنگاه با شهامت تصمیم و با ضربه‌های ذره فریاد، به آینده‌ای روشن سلام کرد.

شایسته است از تمام کسانی که در مراحل مختلف تهیه، تدوین و ارائه این تحقیق از همکاری و همفکری آنان بهره‌مند بوده‌ام قدردانی و امتنان داشته باشم:

اساتید راهنما جناب آقای دکتر محمدرضا اختصاصی و دکتر حسین ملکی نژاد، اساتید مشاور جناب آقای مهندس سید زین‌العابدین حسینی و مهندس جعفر مرشدی که بخشی از این تحقیق حاصل بهره‌گیری از نتایج مطالعات ایشان در حوزه مورد مطالعه بوده است. پژوهشگرده مناطق خشک و بیابانی جناب آقای دکتر حمیدرضا عظیم‌زاده و تمامی اساتید و کارکنان دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی که همواره طی دوران تحصیلم در این دانشکده نسبت به من لطف و محبت داشته‌اند، اداره کل منابع طبیعی استان ایلام آقایان مهندس گوهری، رستمی و شیرمحمدی، سازمان جهاد کشاورزی استان ایلام، آقایان مهندس جعفری و مهندس عسکری، دانشگاه ایلام، جناب آقای دکتر صالح آرخی، سازمان جنگل‌ها مراتع و آبخیزداری کل کشور، گروه مطالعات زمین لغزش‌ها آقایان مهندس قربانی و قبادی. بر خود لازم می‌دانم تشکر و قدردانی ویژه‌ای از آقایان دکتر علی طالبی، مهندس محمد حسین مختاری و دوست عزیزم، مهندس رحیم نظری داشته باشم که بی‌دریغ من را از نظرات و تجارب ارزنده خود در انجام این تحقیق بهره‌مند ساختند. برای تمامی این عزیزان از درگاه خداوند متعال توفیق روز افزون خواستارم. به امید آنکه فسیل شدن در میان اوراق دفترها، قدمت سنگواره اندیشه فردائی نو باشد.



مدیریت تحصیلات  
تکمیلی

صورتجلسه دفاعیه پایان نامه دانشجوی  
دوره کارشناسی ارشد

شناسه: ب/ک/۳

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی آقای یعقوب نیازی دانشجوی کارشناسی ارشد

رشته/گرایش: مهندسی منابع طبیعی - آبخیزداری

به شماره دانشجویی: ۸۵۰۴۷۰۴

تحت عنوان: پیش بینی زمین لغزش با استفاده از مدل آماری دو متغیره و تکنیکهای GIS & RS ( مطالعه موردی حوزه سد ایلام ) و تعداد واحد: ۶ در تاریخ ۱۳۸۷/۷/۲۱ با حضور اعضای هیأت داوران (به شرح ذیل) تشکیل گردید. پس از ارزیابی توسط هیأت داوران، پایان نامه با نمره: به عدد ۱۹/۸۰ به حروف نوزده و هشتاد صدم و درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت.

عنوان

استاد/ استادان راهنما:

نام و نام خانوادگی

محمد رضا اختصاصی

امضاء

حسین ملکی نژاد

استاد/ استادان مشاور:

سید زین العابدین حسینی

زراعت جعفر مرشدی

متخصص و صاحب نظر داخلی:

علی طالبی

متخصص و صاحب نظر خارجی:

حمید مهر نهاد

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (ناظر)

نام و نام خانوادگی: محمد علی حکیم زاده

امضاء:

## چکیده

زمین لغزش از جمله بلایای طبیعی است که عمدتاً در مناطق کوهستانی اتفاق می‌افتد و مورفولوژی را به طور ناگهان به هم می‌زند و خسارات عمده‌ای به مناطق مسکونی، جاده‌ها، زمین‌های کشاورزی و غیره وارد می‌کند. به این دلیل پدیده زمین لغزش همواره مورد توجه دولت‌ها و مراکز علمی و پژوهشی بوده و روش‌های مختلفی برای مطالعه آنها ارائه شده است تا بدین وسیله بتوان به شناسایی و مقابله با آن اقدام کرد. در این تحقیق از طریق تفسیر تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث، عکس‌های هوایی و بررسی‌های میدانی، زمین لغزش‌های رخ داده در حوزه سد ایلام شناسایی شده و نقشه پراکنش آنها تهیه شده است. در این مطالعه ۱۳ عامل مؤثر (شامل زمین‌شناسی، فاصله از جاده، فاصله از آبراهه، فاصله از گسل، ارتفاع، شیب، جهت، شاخص رطوبت توپوگرافیک، انحنای پلان، انحنای پروفیل، بارش، شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال شده و کاربری اراضی) در وقوع زمین لغزش‌های حوزه سد ایلام مورد بررسی قرار گرفته و لایه‌های اطلاعاتی مربوط به آنها با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شده است. و در نهایت با استفاده از مدل آماری دومتغیره، که خود شامل سه روش تراکم سطح، ارزش اطلاعاتی و وزن متغیرها می‌باشد، نقشه خطر زمین لغزش تهیه گردیده است. نتایج حاصل از ارزیابی مدل آماری دومتغیره با استفاده از روش‌های شاخص زمین لغزش، پارامتر دقت نتایج پیش‌بینی شده و نسبت تراکمی نیز نشان داده که روش نسبت تراکمی روش مناسب‌تری جهت ارزیابی کارایی مدل است بر این اساس این روش به عنوان روش مبنا جهت ارزیابی کارایی مدل شناخته شده است که بر اساس نتایج حاصل از آن روش‌های تراکم سطح، وزن متغیرها و ارزش اطلاعاتی به ترتیب بیشترین دقت را در تفکیک کلاس‌های خطر زمین لغزش داشته‌اند. مقدار شاخص تفکیک کلاس‌های خطر در روش تراکم سطح، وزن متغیرها و ارزش اطلاعاتی به ترتیب ۲/۶، ۱/۷ و ۱/۱۲ بوده است.

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول - مقدمه
۲	۱-۱- مقدمه
۵	۱-۲- اهداف تحقیق
۵	۱-۳- فرضیات ( یا سئوالات پژوهشی ) تحقیق
	فصل دوم - کلیات و سابقه تحقیق
۷	۱-۲- تعریف خطر زمین لغزش و اصطلاحات فنی
۱۳	۲-۲- فاکتور مقیاس در آنالیز
۱۳	۱-۲-۲- مقیاس ملی ( $< 1/1000000$ )
۱۴	۲-۲-۲- مقیاس منطقه‌ای / اجمالی ( $< 100000$ )
۱۴	۳-۲-۲- مقیاس متوسط ( $1/25000 - 1/5000$ )
۱۴	۴-۲-۲- مقیاس بزرگ ( $> 1/10000$ )
۱۵	۳-۲- نوع اطلاعات مورد استفاده
۱۷	۴-۲- استفاده از سنجش از دور در ارزیابی خطر زمین لغزش
۲۳	۵-۲- سیستم اطلاعات جغرافیایی و ارزیابی خطر زمین لغزش
۲۸	۱-۵-۲- مراحل آنالیز خطر طبیعی در جی - آی - اس
۲۹	۶-۲- روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش
۳۱	۷-۲- ارزیابی روش‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش

صفحه	عنوان
۳۲	۸-۲- روش‌های آماری در آنالیز خطر زمین لغزش
۳۳	۹-۲- سابقه تحقیق
<b>فصل سوم- مواد و روش‌ها</b>	
۳۸	۱-۳- معرفی منطقه مورد مطالعه
۳۹	۲-۳- معرفی ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه
۳۹	۱-۲-۳- آب و هوا
۳۹	۱-۱-۲-۳- بارش
۴۰	۲-۱-۲-۳- دما
۴۱	۳-۱-۲-۳- تعداد روزهای یخبندان
۴۲	۲-۲-۳- اقلیم
۴۲	۱-۲-۲-۳- تعیین اقلیم منطقه به روش دومارتن
۴۳	۲-۲-۲-۳- اقلیم نمای آمبروزه
۴۴	۳-۲-۳- زمین شناسی
۴۶	۱-۳-۲-۳- سازندهای دوران مزوزوئیک
۴۶	۱-۱-۳-۲-۳- سازند سروک (Sg)
۴۶	۲-۱-۳-۲-۳- سازند سورگاه (Sv)
۴۷	۳-۱-۳-۲-۳- سازند ایلام (II)
۴۷	۴-۱-۳-۲-۳- سازند گورپی (Gu)



۴۸	۲-۳-۲-۳- سازندهای دوران سنوزوئیک
۴۸	۱-۲-۳-۲-۳- سازند پابده (Pb)
۴۹	۲-۲-۳-۲-۳- سازند آسماری (As)
۴۹	۳-۲-۳-۲-۳- سازند گچساران (Gs)
۵۰	۴-۲-۳-۲-۳- رسوبات کواترنر (Qt)
۵۰	۱-۴-۲-۳-۲-۳- رسوبات دامنه ای
۵۰	۲-۴-۲-۳-۲-۳- رسوبات سیلابی و تراسهای آبرفتی
۵۴	۳-۳- طبقه‌بندی حرکات دامنه‌ای در حوزه و تهیه نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها
۵۴	۱-۳-۳- طبقه‌بندی حرکات دامنه‌ای در حوزه
۵۵	۱-۱-۳-۳- خزش
۵۵	۲-۱-۳-۳- ریزش
۵۷	۳-۱-۳-۳- واریزه
۵۸	۴-۱-۳-۳- لغزش
۶۰	۱-۴-۱-۳-۳- لغزش لایه‌های زمین‌شناسی
۶۰	۱-۱-۴-۱-۳-۳- لغزشهای پلانچ در حوزه سد ایلام
۶۱	۲-۱-۱-۴-۱-۳-۳- لغزشهای پلانچ در سازند آهک آسماری
۶۱	۳-۱-۱-۴-۱-۳-۳- لغزشهای پلانچ سازند سروک
۶۲	۴-۱-۱-۴-۱-۳-۳- لغزشهای پلانچ سازند ایلام
۶۳	۱-۴-۱-۱-۴-۱-۳-۳- لغزش کان گمگ
۶۳	۲-۴-۱-۱-۴-۱-۳-۳- لغزش غرب روستای مهر

- ۶۵ ۳-۳-۱-۴-۱-۲- مجموع تولید رسوب کل لغزش‌های پلانچ در حوزه
- ۶۵ ۳-۳-۱-۴-۲- لغزش‌های چرخشی در حوزه
- ۶۷ ۳-۳-۲- تهیه نقشه پراکنش زمین لغزش با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی
- ۷۱ ۳-۴- تعیین عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش‌های حوزه مورد مطالعه و تهیه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به آنها
- ۷۱ ۳-۴-۱- مقدمه
- ۷۳ ۳-۴-۲- عوامل مؤثر در وقوع زمین لغزش‌های چرخشی حوزه مورد مطالعه
- ۷۳ ۳-۴-۲-۱- زمین شناسی
- ۷۴ ۳-۴-۲-۲- فاصله از جاده
- ۷۵ ۳-۴-۲-۳- فاصله از گسل
- ۷۶ ۳-۴-۲-۴- فاصله از شبکه زهکشی
- ۷۷ ۳-۴-۲-۵- پارامترهای استخراج شده از مدل رقومی ارتفاع
- ۷۷ ۳-۴-۲-۵-۱- ارتفاع
- ۷۸ ۳-۴-۲-۵-۲- شیب
- ۷۹ ۳-۴-۲-۵-۳- جهت شیب
- ۸۰ ۳-۴-۲-۵-۴- شاخص رطوبت توپوگرافیک
- ۸۳ ۳-۴-۲-۵-۵- انحنای سطح
- ۸۵ ۳-۴-۲-۵-۶- بارندگی

- ۸۶ ۳-۴-۲-۶- استخراچ شاخص پوشش گیاهی نرمال شده و نقشه کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و تصاویر سنجنده استر
- ۸۷ ۳-۴-۲-۶-۱- خصوصیات سنجنده استر
- ۸۸ ۳-۴-۲-۶-۲- شاخص تفاوت پوشش گیاهی نرمال شده
- ۸۹ ۳-۴-۲-۶-۳- کاربری اراضی
- ۸۹ ۳-۴-۲-۶-۳-۱- مقدمه
- ۹۱ ۳-۴-۲-۶-۳-۲- مبانی نظری
- ۹۱ ۳-۴-۲-۶-۳-۳- طبقه‌بندی تصاویر ماهواره ای با روش حداکثر احتمال
- ۹۲ ۳-۴-۲-۶-۳-۴- طبقه‌بندی تصاویر ماهواره ای با روش شبکه عصبی
- ۱۰۳ ۳-۵-۱- پیش‌بینی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل آماری دومتغیره و ...
- ۱۰۳ ۳-۵-۱-۱- پیش‌بینی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل آماری دومتغیره
- ۱۰۵ ۳-۵-۱-۱- روش تراکم سطح
- ۱۰۷ ۳-۵-۱-۲- روش ارزش اطلاعاتی
- ۱۰۸ ۳-۵-۱-۳- روش وزن متغیرها
- ۱۱۷ ۳-۵-۲- تولید نقشه قابلیت وقوع زمین‌لغزش

## فصل چهارم - نتایج

- ۱۲۲ ۴-۱- نتایج
- ۱۲۲ ۴-۱-۱- نتایج حاصل از به‌کارگیری از تصاویر ماهواره‌ای گوگل‌ارث در تعیین و تهیه نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها

- ۱۲۴ ۲-۱-۴- نتایج حاصل از به کارگیری دو الگوریتم حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی در تهیه نقشه کاربری اراضی
- ۱۲۷ ۳-۱-۴- نتایج حاصل از انطباق نقشه پراکنش زمین لغزش‌ها با عوامل مؤثر در وقوع آنها
- ۱۳۵ ۴-۱-۴- نتایج حاصل از ارزیابی کارایی مدل آماری دومتغیره در پیش‌بینی وقوع زمین لغزش
- ۱۳۵ ۱-۴-۱-۴- شاخص زمین لغزش
- ۱۳۷ ۲-۴-۱-۴- پارامتر دقت نتایج پیش بینی شده
- ۱۳۸ ۳-۴-۱-۴- نسبت تراکمی

### فصل پنجم - نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- ۱۴۲ ۱-۵- نتیجه‌گیری
- ۱۴۴ ۲-۵- آزمون فرضیات
- ۱۴۴ ۱-۲-۵- نتایج اثبات فرضیه اول
- ۱۴۶ ۲-۲-۵- نتایج اثبات فرضیه دوم
- ۱۴۷ ۳-۲-۵- نتایج اثبات فرضیه سوم
- ۱۵۰ ۳-۵- پیشنهادات

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۷	جدول ۱-۲- دسته‌بندی نوع مواد تشکیل دهنده توده جابجا شده
۸	جدول ۲-۲- دسته‌بندی زمین لغزش‌ها بر مبنای طبقه‌بندی وارنز
۲۱	جدول ۳-۲- حداقل اندازه مورد نیاز برای تعیین و تفسیر زمین لغزش
۲۲	جدول ۴-۲- ارتباط بین قدرت تفکیک مکانی و حداقل اندازه زمین لغزش ...
۲۲	جدول ۵-۲- تعداد پیکسل‌های (که اندازه هر پیکسل ۱ متر در ۱ متر است) ...
۲۹	جدول ۶-۲- جدول زمانی مقاسیه مراحل ارزیابی خطر زمین لغزش
۳۱	جدول ۷-۲- شیوه‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش
۳۲	جدول ۸-۲- طبقه‌بندی تکنیک‌های پهنه‌بندی خطر زمین لغزش بر اساس فاکتور مقیاس و میزان کاربرد جی-آی-اس
۶۳	جدول ۱-۳- مشخصات فیزیوگرافی لغزش کان گمگ
۶۴	جدول ۲-۳- مشخصات فیزیوگرافی لغزش مهر
۶۵	جدول ۳-۳- تولید رسوب در لغزش‌های پلانچ
۱۱۰	جدول ۴-۳- ترکیبات امکان پذیر بعد از قطع دادن نقشه‌ها
۱۱۲	جدول ۵-۳- وزن کلاس‌های مربوط به بارش، انحنای پروفیل و انحنای پلان در مدل آماری دومتغیره
۱۱۳	جدول ۶-۳- وزن کلاس‌های مربوط به زمین‌شناسی و کاربری اراضی در مدل آماری دو متغیره

صفحه	عنوان
۱۱۴	جدول ۳-۷: وزن کلاس‌های مربوط به فاصله از جاده، گسل و آبراهه در مدل آماری دو متغیره
۱۱۵	جدول ۳-۸: وزن کلاس‌های مربوط به شاخص NDVI، شاخص رطوبت و شیب در مدل آماری دو متغیره
۱۱۶	جدول ۳-۹: وزن کلاس‌های مربوط به ارتفاع و جهت در مدل آماری دو متغیره
۱۲۵	جدول ۴-۱: ماتریس خطای همبستگی، خطای گماشته شده و حذف شده با الگوریتم حداکثر احتمال
۱۲۵	جدول ۴-۲: ماتریس خطای همبستگی، خطای گماشته شده و حذف شده با الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی
۱۲۶	جدول ۴-۳: دقت تو لیدکننده و استفاده کننده با الگوریتم حداکثر احتمال
۱۲۶	جدول ۴-۴: دقت تو لیدکننده و استفاده کننده با الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی
۱۲۶	جدول ۴-۵: ضریب کاپا برای دو الگوریتم طبقه بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی
۱۳۶	جدول ۴-۶: ارزیابی روش های پیش بینی خطر زمین لغزش با شاخص زمین لغزش
۱۳۷	جدول ۴-۷: دقت حاصل از اجرای روش های پیش بینی خطر زمین لغزش
۱۳۹	جدول ۶-۸: ارزیابی روش های پیش بینی خطر زمین لغزش با روش نسبت تراکمی

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱- الگوی رقومی- ارتفاعی ایران، شاهدهی بر توپوگرافی کوهستانی فلات ایران
۳	شکل ۱-۲- نقشه پراکندگی زمین لغزش های ایران
۹	شکل ۱-۲- طبقه بندی انواع زمین لغزش ها بر مبنای طبقه بندی وارنز
۱۱	شکل ۲-۲- نمایش گرافیکی از خطر، آسیب پذیری و ریسک
۱۲	شکل ۲-۳- نمایی از عملیات پهنه بندی
۱۵	شکل ۲-۴- انواع مقیاس های آنالیز و جزئیات مختصری از آنها
۲۴	شکل ۲-۵- جی- آی- اس و اجزاء مرتبط با آن
۲۴	شکل ۲-۶- بخش های جی- آی- اس
۲۵	شکل ۲-۷- سؤالاتی که یک جی- آی- اس در صورتی که خوب بنا شده باشد باید به آنها پاسخ دهد
۳۸	شکل ۳-۱- موقعیت کشوری و استانی منطقه مورد مطالعه
۴۳	شکل ۳-۲- نقشه اقلیمی حوزه سد ایلام به روش دومارتن
۴۵	شکل ۳-۳- موقعیت ناحیه مورد مطالعه بر روی نقشه تقسیم بندی زون های ساختاری ایران
۵۱	شکل ۳-۴- نمایی از سه سازند سروک، سورگاہ و ایلام بر روی تصویر ماهواره ای گوگل- ارث
۵۲	شکل ۳-۵- نمایی از سازند پایده
۵۲	شکل ۳-۶- نمایی از سازند سروک

- شکل ۳-۷- نمائی از دو سازند آسماری و گچساران ۵۲
- شکل ۳-۸- نمائی از دو سازند آسماری و پایده ۵۲
- شکل ۳-۹- نمائی از دو سازند پایده و گورپی ۵۲
- شکل ۳-۱۰- نمائی از بخش امام حسن و سازند گورپی ۵۲
- شکل ۱-۳- الگوریتم مراحل تهیه نقشه پیش‌بینی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل آماري دومتغیره ۵۳
- شکل ۳-۱۲- نمائی از پدیده ریزش روی بخش آهکی امام حسن ۵۷
- شکل ۳-۱۳- نمائی از واریزه‌های ایجاد شده بر روی سازند آهکی ایلام ۵۸
- شکل ۳-۱۴- شکست چرخشی با صفحات متعدد ۵۹
- شکل ۳-۱۵- شکست انتقالی ۵۹
- شکل ۳-۱۶- نمائی از لغزش مهر بر روی تصویر ماهواره‌ای گوگل‌ارث ۶۴
- شکل ۳-۱۷- لغزش لایه‌های سنگی در مسیر جاده احداث جاده مسیر ایلام به سد ایلام ۶۶
- شکل ۳-۱۸- فعال شدن لغزش فسیل سمت راست سد ایلام به ملکشاهی ۶۶
- شکل ۳-۱۹- محل اسکارپ لغزش در حال وقوع به طرف سد ایلام ۶۶
- شکل ۳-۲۰- لغزش و جریان در روی رسوبات واریزه‌های سازند ایلام در مسیر ایلام به سد ایلام ۶۶
- شکل ۳-۲۱- نمونه‌هایی از زمین‌لغزش‌های تعیین شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل‌ارث در حوزه سد ایلام ۷۰
- شکل ۳-۲۲- الگوریتم تهیه نقشه پراکنش زمین‌لغزش‌ها با استفاده از تلفیق گوگل‌ارث و جی-آی-اس ۷۰



- شکل ۳-۲۳- نقشه پراکنش زمین لغزشهای حوزه سد ایلام ۷۱
- شکل ۳-۲۴- لغزش و روانگرایی بر روی سازند گورپی در مسیر جاده ارتباطی ایلام به دره شهر به علت ایجاد ترانشه ۷۵
- شکل ۳-۲۵- لغزش به علت زیرکنی رودخانه در مسیر جاده ایلام به ملکشاهی ۷۶
- شکل ۳-۲۶- تعیین جهت جریان با استفاده از توابع جی- آی- اس ۸۲
- شکل ۳-۲۷- مراحل تولید نقشه تجمع جریان ۸۳
- شکل ۳-۲۸- دیاگرام نمایش دهنده انحناى پلان ۸۴
- شکل ۳-۲۹- دیاگرام نمایش دهنده انحناى پروفیل ۸۴
- شکل ۳-۳۰- نمونه هایی از کلاس های نقشه کاربری اراضی روی تصویر ماهواره‌ای گوگل ارث ۹۳
- شکل ۳-۳۱- شبکه پرسپترون مورد استفاده ۹۴
- شکل ۳-۳۲- نقشه زمین شناسی ۹۶
- شکل ۳-۳۳- نقشه فاصله از جاده ۹۶
- شکل ۳-۳۴- نقشه فاصله از گسل ۹۷
- شکل ۳-۳۵- نقشه فاصله از آبراهه ۹۷
- شکل ۳-۳۶- نقشه طبقات ارتفاعی ۹۸
- شکل ۳-۳۷- نقشه شیب ۹۸
- شکل ۳-۳۸- نقشه جهت ۹۹
- شکل ۳-۳۹- نقشه شاخص رطوبت ۹۹

صفحه	عنوان
۱۰۰	شکل ۳-۴۰- نقشه بارش
۱۰۰	شکل ۳-۴۱- نقشه انحنای پلان
۱۰۱	شکل ۳-۴۲- نقشه انحنای پروفیل
۱۰۱	شکل ۳-۴۳- نقشه شاخص NDVI
۱۰۲	شکل ۳-۴۴- نقشه کاربری اراضی با الگوریتم حداکثر احتمال
۱۰۲	شکل ۳-۴۵- نقشه کاربری اراضی با الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی
۱۱۸	شکل ۳-۴۶- طبقه‌بندی نقشه پیش‌بینی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش ژنکز
۱۱۹	شکل ۳-۴۷- نقشه پیش‌بینی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش تراکم سطح
۱۱۹	شکل ۳-۴۸- نقشه پیش‌بینی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش ارزش اطلاعاتی
۱۲۰	شکل ۳-۴۹- نقشه پیش‌بینی خطر زمین‌لغزش با استفاده از روش وزن متغیرها
۱۲۳	شکل ۴-۱- محدودیت گوگل‌ارث، عدم وجود تصاویر با وضوح بالا برای تمام مناطق است
۱۴۹	شکل ۵-۱- الگوریتم نهائی پیش‌بینی خطر زمین‌لغزش با استفاده از مدل آماری

دومتغیره

## فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۴۰	نمودار ۳-۱- میانگین بارش ماهانه ایستگاه ایلام
۴۱	نمودار ۳-۲- دماهای پنج‌گانه ایستگاه سینوپتیک ایلام
۹۴	نمودار ۳-۴- میانگین بازتاب‌های مخلف کلاس‌های نقشه کاربری اراضی روی هر باند
۹۵	نمودار ۳-۵- روند آموزش در شبکه عصبی مصنوعی
۱۲۷	نمودار ۴-۱- مساحت کلاس‌های نقشه کاربری اراضی به دست آمده از دو روش طبقه-بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی .
۱۲۸	نمودار ۴-۲- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در واحدهای زمین‌شناسی
۱۲۹	نمودار ۴-۳- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در طبقات فاصله از جاده
۱۲۹	نمودار ۴-۴- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در طبقات فاصله از غسل
۱۳۰	نمودار ۴-۵- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در طبقات فاصله از آبراهه
۱۳۰	نمودار ۴-۶- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در طبقات ارتفاعی
۱۳۱	نمودار ۴-۷- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در طبقات شیب
۱۳۱	نمودار ۴-۸- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در کلاس‌های جهت
۱۳۲	نمودار ۴-۹- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در طبقات شاخص رطوبت
۱۳۲	نمودار ۴-۱۰- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در طبقات انحنای پلان
۱۳۳	نمودار ۴-۱۱- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در طبقات انحنای پروفیل

- ۱۳۳ نمودار ۴-۱۲- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در طبقات بارش
- ۱۳۴ نمودار ۴-۱۳- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در طبقات شاخص پوشش گیاهی نرمال شده
- ۱۳۴ نمودار ۴-۱۴- درصد فراوانی زمین لغزش‌ها در طبقات کاربری اراضی
- ۱۴۰ نمودار ۶-۱- درصد فراوانی کلاس‌های خطر زمین لغزش ، با مدل آماری دومتغیره در  
حوزه سد ایلام