پهنه‌بندی فرسایش خندقی در حوزه آبخیز طرود فیروزکوه*

زهرا عرب‌قشقایی

دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری واحد علوم و تحقیقات تهران watershed1386@gmail.com

دکتر داود نیک‌کامی

دانشیار مرکز تحقیقات خشکسالی و کم آبی در کشاورزی و منابع طبیعی nikkami@scwmri.ac.ir

دکتر صمد شادفر

استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری Samad.shadfar@Gmail.com

دکتر ابوالفضل معینی

استادیار گروه آبخیزداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران abmoeini@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۱۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۲۲

چکیده:

فرسایش خندقی از اشکال پیشرفته و حاد فرسایش آبی است که دلالت بر حجم عظیمی از خاک اراضی دارد. شناسایی عوامل موثر در وقوع فرسایش خندقی و پهنه‌بندی آن یکی از ابزارهای اساسی و مهم جهت مدیریت و کنترل این پدیده می‌باشد. این تحقیق با هدف شناسایی عوامل موثر بر ایجاد فرسایش خندقی و پهنه‌بندی آن در حوزه آبخیز طرود انجام شده است. مهم‌ترین عوامل موثر در وقوع فرسایش خندقی چون شیب، جهت شیب، سنگ‌شناسی، کاربری اراضی، فاصله از شبکه راه‌های ارتباطی، مدیریت اراضی و تاج پوشش انتخاب و سپس این لایه‌ها، در سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه گردیدند. سه خندق موجود در منطقه انتخاب گردیدند و نمونه‌برداری خاک از محل ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد طول آن‌ها و هم‌چنین، سه نمونه شاهد در کنار محل خندق‌ها صورت گرفت. این نمونه‌ها از نظر گچ، ماده آلی، شوری، درصد اشباع، آهک، نسبت جذب سدیم و اسیدیته مورد بررسی قرار گرفتند. پهنه‌بندی مناطق تحت تاثیر فرسایش خندقی با استفاده از عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ سال ۱۳۸۰ و انجام عملیات میدانی به‌کمک GPS تهیه شد. با روی هم‌گذاری لایه پهنه‌بندی خندق‌ها با هر یک از لایه‌های مربوط به عوامل موثر در وقوع فرسایش خندقی، عرصه‌های

* این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشدی است که به راهنمایی آقای دکتر نیک‌کامی تهیه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

خندقی شده در هر کدام از طبقات عوامل، به‌دست آمد. به‌کمک روش Multi Class Maps وزن‌دهی عوامل و طبقات در لایه مربوطه صورت گرفت. نتایج نشان داد که ۸۸ درصد از محدوده خندقی در پهنه‌های با ریسک‌پذیری زیاد و خیلی‌زیاد قرار دارند. نتایج آزمایش‌های خاک نیز بیان کننده این واقعیت بودند که میزان شوری، گچ و نسبت جذب سدیم در خندق‌های منطقه نسبت به شاهد بیش‌تر و میزان ماده آلی آن‌ها کم‌تر بوده ولی از نظر درصد اشباع، آهک و اسیدیته تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

واژه های کلیدی: فرسایش خندقی، پهنه‌بندی، حوزه آبخیز طرود، سیستم اطلاعات جغرافیایی.

مقدمه

میزان فرسایش خاک در ایران بیش از استانداردهای جهانی است و در صورت عدم تغییر در نحوه بهره‌برداری از اراضی و استمرار فرسایش و تخریب خاک با روند فعلی، تامین غذای جمعیت رو به رشد میسر نخواهد بود. این بحرانی است که به اهمیت آن کم‌تر توجه شده و نه تنها امنیت غذایی در کشور را تهدید می‌کند، بلکه زندگی نسل‌های آینده را نیز با مخاطره روبرو می‌سازد. (نیک‌کامی،۱۳۸۷). تنوع و تغییر تعداد و میزان تاثیر عوامل مختلف از نقطه‌ای به نقطه دیگر و متفاوت بودن سهم مشارکت عوامل شناسایی شده، در شکل‌گیری و گسترش خندق‌ها در تبعیت از شرایط زمین محیطی ایجاب می‌نماید که، تحقیقات بیش‌تری جهت شناسایی هر چه بیش‌تر عوامل موثر در رخداد فرسایش خندقی و میزان مشارکت آن‌ها در شکل‌گیری و گسترش این پدیده در نقاط مختلف و با شرایط زمین محیطی متفاوت به مرحله اجرا درآید (قدوسی، ۱۳۸۲). آن‌چه‌که مهم قلمداد شده‌است، پیچیده بودن چگونگی شکل‌گیری و روند رشد و گسترش خندق‌ها در شرایط مختلف محیطی و اقدامات متفاوت عامل انسان در بهره‌برداری از منابع طبیعی شامل خاک، آب و گیاهان است (خوجه، ۱۳۸۸). در بررسی ویژگی‌های مورفوکلیماتیک خندق‌های استان فارس علل عمده ایجاد خندق‌ها را تخریب پوشش گیاهی، تغییر کاربری، طراحی و ساخت غیر اصولی آب‌گذر جاده‌ها، احداث جاده مخصوصا خاکی، آبیاری غیر اصولی و تخریب کانال‌های انتقال آب، وقوع سیل و شیب معرفی کرده است. به‌طورکلی عوامل تاثیرگذار را تخریب اکوسیستم‌های طبیعی توسط انسان (تخریب پوشش گیاهی به‌وسیله چرای مفرط دام، جاده‌سازی و...)، تغییرات اقلیمی (افزایش یا کاهش رطوبت موجود، نوسانات در شدت بارندگی، تغییرات تصادفی در مقدار و فراوانی باران و سیلاب)، تغییرات تصادفی درون سیستم (رسوب‌گذاری در بخشی از پروفیل طولی رودخانه، وقوع حوادث طبیعی استثنایی نظیر سیل) می‌داند (صوفی،۱۳۸۳). در بررسی ویژگی‌های مورفومتری فرسایش خندقی در منطقه ارمند استان چهارمحال و بختیاری عوامل ایجاد کننده خندق را به دو بخش عوامل طبیعی مثل شیب و سیل و عوامل انسانی مانند تغییر کاربری اراضی، تخریب پوشش گیاهی، جاده‌سازی و احداث پل تقسیم کرده‌اند (نکوئی‌مهر و رئیسیان، ۱۳۸۴). در بررسی علل توسعه فرسایش خندقی در حوزه آبخیز علی‌آباد استان گیلان به این نتیجه رسیده‌اند که سنگ‌شناسی و تیپ اراضی از عوامل تاثیرگذار در وقوع فرسایش خندقی هستند. ضمنا طبقه شیب ۲۰-۵٪ جهت شیب جنوبی و کاربری مرتع فقیر دارای گسترش مناطق تحت تاثیر فرسایش خندقی در حوزه آبخیز مورد مطالعه می‌باشند (شادفر و صبح‌زاهدی، ۱۳۸۶). در پهنه‌بندی حساسیت اراضی حوزه آبخیز زواریان استان قم به فرسایش خندقی با استفاده از روش شاخص

Archive of SID

www.SID.ir

روی‌هم‌گذاری، ۹۱/۸۴ درصد خندق‌های حوضه مورد مطالعه در مناطق با حساسیت خیلی‌زیاد و زیاد رخ داده‌است (عباسی، ۱۳۸۷). در مناطقی که از واحدهای سنگ‌شناسی سست‌تری تشکیل شده‌اند، گسترش مناطق تحت تأثیر فرسایش خندقی بیش‌تر است (Leyland وDarby، ۲۰۰۸). عوامل اصلی موثر در فرسایش خندقی در جنوب هند، زمین‌شناسی، کاربری اراضی و کمبود پوشش گیاهی و مکان به‌وجودآمدن برخی از انواع خندق‌ها به‌صورت متفاوت بر سطح دره‌ها و کوه‌پایه‌ها ذکر شده است (Ireneusz، ۲۰۰۸).

به‌طورکلی برای تلفیق نقشه‌ها به‌عنوان لایه‌های اطلاعاتی در بررسی پدیده‌هایی مانند پدیده‌های ژئومورفولوژی از جمله فرسایش خندقی می‌توان از مدل‌های مناسب قابل اجرا در محیط سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی[1] استفاده نمود. از بین مدل‌های با مبنای GIS، مدل‌های Boolean Logic و Index Overlay از جمله متداول‌ترین مدل‌های کاربردی برای پهنه‌بندی پدیده‌های طبیعی می‌باشند. اما نکته اساسی و مهم در استفاده از چنین مدل‌هایی برای تهیه نقشه پهنه‌بندی و پدیده‌های مورد نظر به‌نحوی که بتواند پاسخگوی نیازها و برآورده کننده اهداف مورد نظر بر اساس فرضیه (فرضیه‌های) تعریف شده باشد، تبیین روش‌های ویژه‌ای برای مشخص کردن عامل وزن هر یک از لایه‌های اطلاعاتی (وزن‌دهی به هر یک از لایه‌های اطلاعاتی و اجزا مربوطه به هر یک از آن‌ها) است (قدوسی، ۱۳۸۲). در منطقه مورد مطالعه از یکی از انواع مدل Index Overlay به نام Multi Class Maps برای پهنه‌بندی فرسایش خندقی، استفاده شده است. در این روش علاوه بر وزن‌دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی بر اساس مدل ۱۰–۰، لایه اطلاعاتی نیز وزن خاصی خواهد داشت (گریم اف– بونهام کارتر، ۱۳۷۹).

اهمیت عوامل موثر در وقوع فرسایش خندقی در تخریب اراضی کشاورزی، مرتعی، تاسیسات ساختمانی و از جهت دیگر نقش این نوع فرسایش در ایجاد رسوب ایجاب می‌کند که به بررسی عوامل موثر در رابطه با رخداد این نوع فرسایش که مخرب‌ترین نوع فرسایش آبی در حوزه آبخیز مورد نظر می‌باشد، بپردازیم. در حوضه مورد مطالعه نیز با وجود معضل خندق، اهمیت تحقیق در منطقه را مشخص می‌کند. به‌همین دلیل تحقیق حاضر به‌منظور دست‌یابی به تعیین عوامل مؤثر در وقوع فرسایش خندقی و پهنه‌بندی منطقه مورد مطالعه از لحاظ حساسیت اراضی به فرسایش خندقی انجام گرفته‌است.

روش تحقیق

الف– مواد

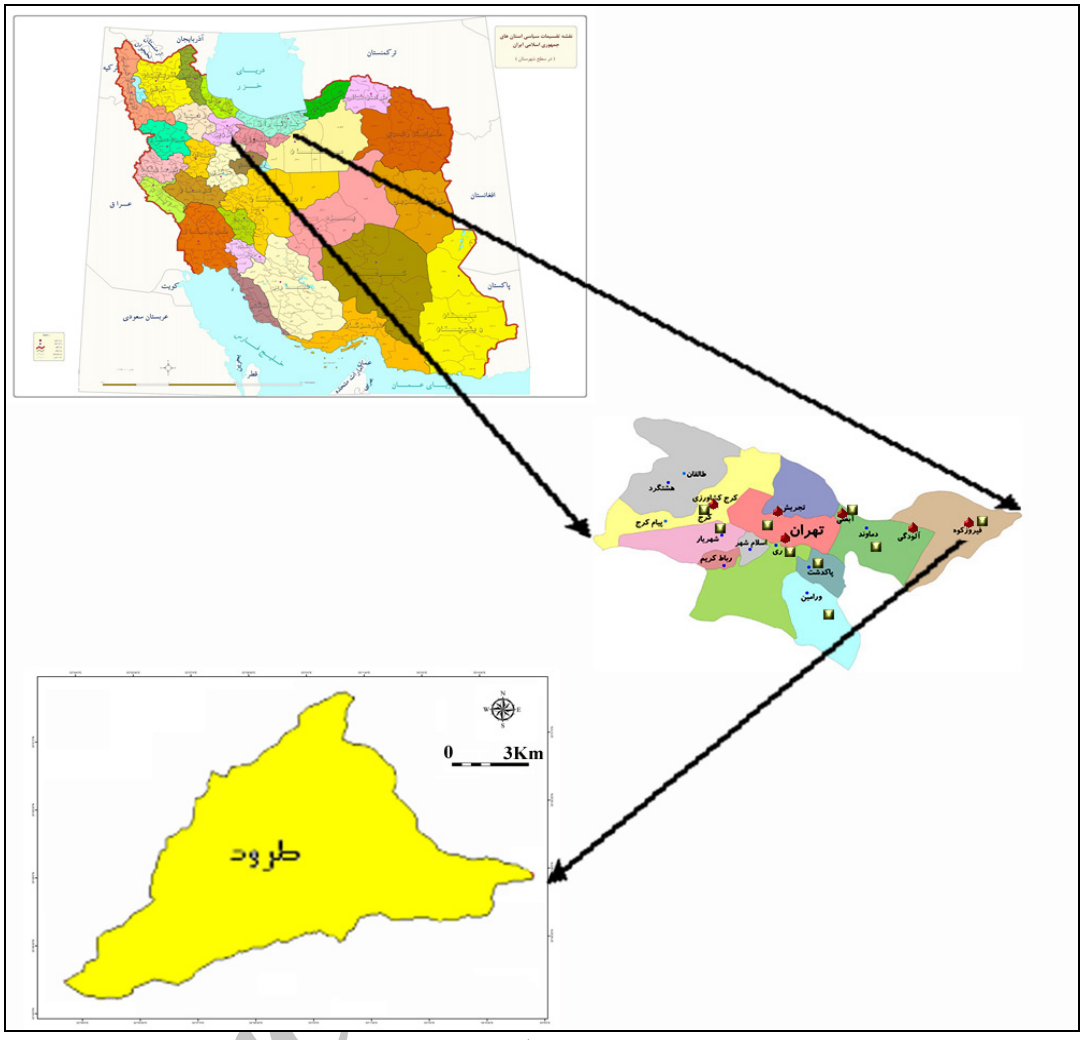
۱– منطقه مورد مطالعه: حوزه آبخیز طرود از زیرحوزه‌های حبله‌رود بوده که در البرز مرکزی و در ۱۷۰ کیلومتری شمال شرق تهران در ″۲۸ ′۴۵ °۳۵ تا ″۴۶ ′۵۱ °۳۵ عرض شمالی و ″۳۲ ′۵۳ °۵۲ تا ″۴۴ ′۵ °۵۳ طول شرقی واقع شده است و دارای کشیدگی شرقی– غربی است (شکل ۱). طول بزرگ‌ترین آبراهه حوزه ۲۲ کیلومتر، محیط آن ۵۲ کیلومتر و ضریب گراویلیوس آن برابر ۱/۵۶۹ و وسعت حوزه ۸۷۴۰/۵۰ هکتار می‌باشد. بلندترین و پست‌ترین نقاط حوضه، به‌ترتیب کوه سائو در جنوب شرقی آن با ارتفاع ۳۳۶۰ متر و محل پیوستن حوزه طرود به رودخانه گورسفید با ارتفاع ۲۱۲۰ متر می‌باشند. شکل شبکه هیدروگرافی منطقه از نوع شبه شاخه درختی و علت آن جنس سنگ‌های منطقه مانند آهک، کنگلومرا، توف و مارن است. اقلیم منطقه در سیستم دومارتن اصلاح شده، پنج

[1] GIS

Archive of SID

www.SID.ir

اقلیم مختلف را نشان می‌دهد که شامل مدیترانه‌ای فراسرد، نیمه مرطوب فراسرد، مرطوب فراسرد، فراسرد خیلی مرطوب الف و فراسرد خیلی مرطوب ب می‌باشند (نیک‌بین، ۱۳۷۴).



شکل شماره ۱ موقعیت حوزه آبخیز طرود در استان تهران

۲- نقشه‌های مورد نیاز شامل نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ با عنوان ورسک و سفیدارگله جهت تهیه لایه‌های شیب، جهت شیب و فاصله از شبکه راه‌های ارتباطی، نقشه زمین‌شناسی سمنان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ جهت تهیه لایه سنگ‌شناسی، عکس‌های هوایی ۱:۴۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری سال ۱۳۸۰ و تصویر ماهواره‌ای IRS سال ۲۰۰۶ جهت تهیه لایه‌های کاربری اراضی و پراکنش فرسایش خندقی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

۳- نرم‌افزار EXCEL جهت تهیه نمودارهای مربوط به داده‌های فرسایش خندقی و نرم‌افزار SPSS جهت عملیات آماری از جمله نرم‌افزارهای مورد استفاده در این تحقیق به شمار می‌آیند.

۴- GPS به‌منظور مشخص کردن پهنه‌های تحت فرسایش خندقی، بیلچه و متر جهت نمونه‌برداری از خاک سه خندق‌موجود در منطقه و شاهد و اندازه‌گیری عمق و عرض خندق، از جمله ابزارهای مورد نیاز این تحقیق بوده‌اند.

۵- سه خندق موجود در منطقه (خندق های شماره ۱، ۲ و ۳) و عرصه‌های شاهد مجاور آن بدون خندق نیز جز مواد این تحقیق به‌شمار می‌روند.

www.SID.ir

ب- روش‌ها

۱- تهیه لایه‌های اطلاعاتی موثر در وقوع فرسایش خندقی منطقه

مهم‌ترین عوامل موثر در وقوع خندق چون شیب، جهت شیب، سنگ‌شناسی، کاربری اراضی، فاصله از شبکه راه‌های ارتباطی، مدیریت اراضی و تاج پوشش انتخاب شد و لایه‌های مربوطه تهیه شد.

– برای تهیه لایه‌های شیب و جهت شیب از روی DEM، ابتدا گرادیان شیب و جهت شیب در جهت X و Y ساخته شد. سپس با استفاده از فرمول مربوطه، لایه شیب و جهت شیب تهیه و با استفاده از روند تغییرات هیستوگرام منحنی، به‌ترتیب در پنج طبقه شیب (شکل۲) و هشت طبقه جهت شیب (شکل۳) تهیه شد.

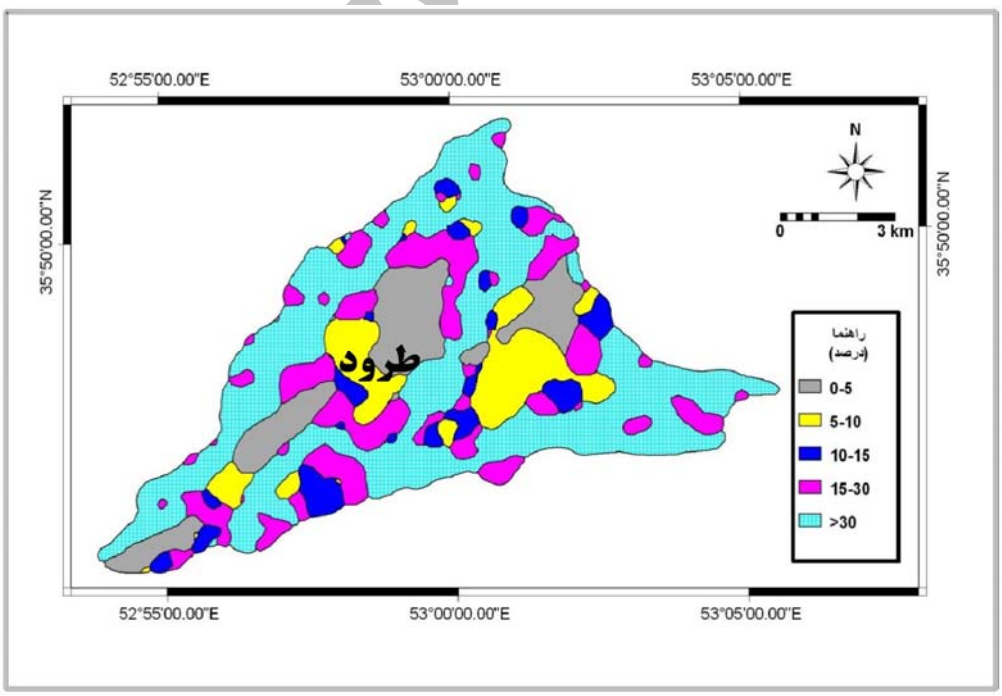
– لایه فاصله از شبکه راه‌های ارتباطی از نقشه‌های توپوگرافی، عکس‌های هوایی، مطالعات میدانی و با استفاده از دستور Distance Map Calculation در چهار طبقه (شکل۴) فاصله از جاده تهیه شد.

– لایه سنگ‌شناسی از نقشه زمین‌شناسی در ۱۴ طبقه (شکل۵) تهیه شد.

– لایه کاربری از تفسیر عکس‌های هوایی، تصویر ماهواره‌ای و با عملیات گسترده میدانی در پنج طبقه (شکل۶) تهیه شد.

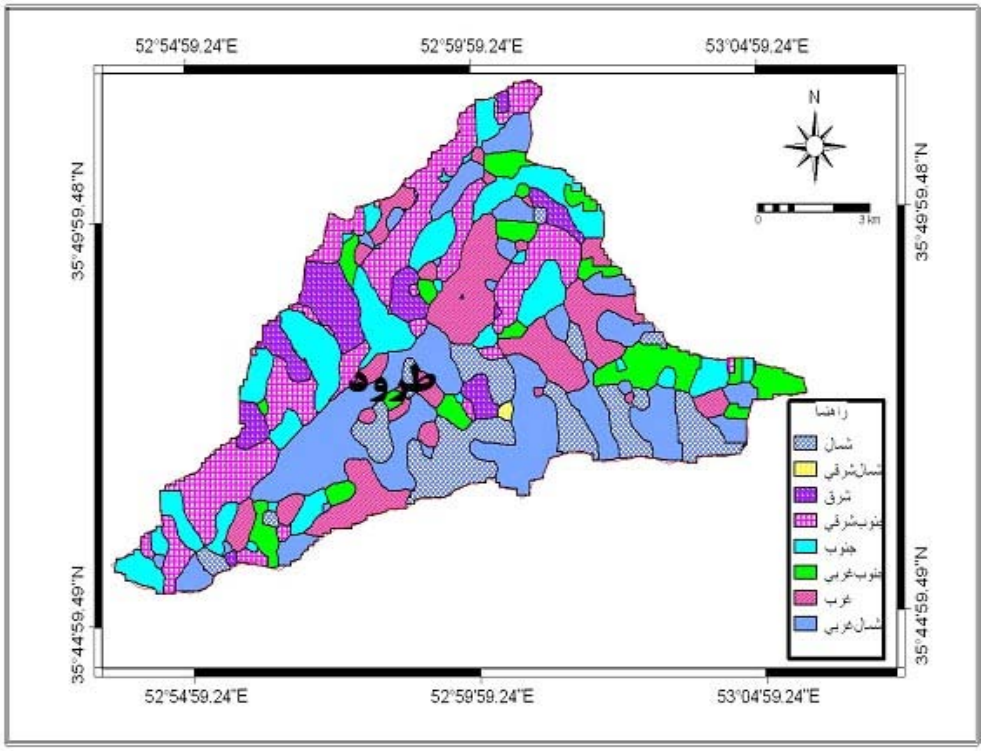
– لایه مدیریت اراضی و تاج پوشش به کمک لایه کاربری اراضی، اطلاعات پوشش گیاهی، لایه شیب و بازدید میدانی به‌صورت روی‌هم‌گذاری لایه شیب و کاربری اراضی برای تشخیص این‌که کاربری‌های مختلف در شیب‌های مختلف چه تاج پوششی دارند و بازدید میدانی برای تشخیص نوع شخم در پنج طبقه (شکل۷) تهیه شد.

– لایه پراکنش فرسایش خندقی: با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی و بازدید میدانی با مشخص بودن موقعیت سه خندق موجود و شاهد (شکل ۸) تهیه شد.

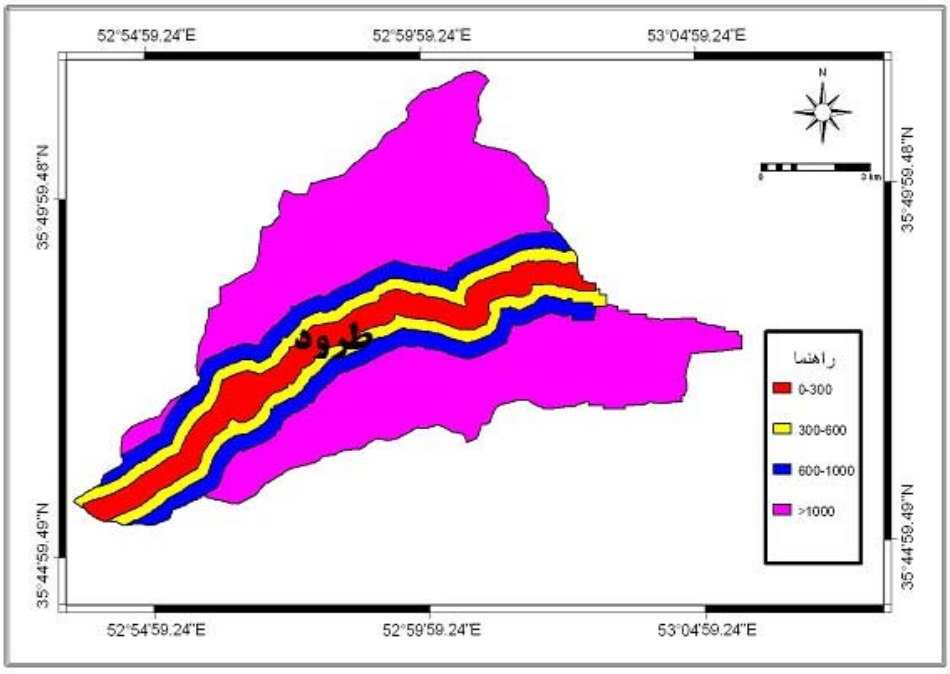


شکل شماره ۲ لایه شیب حوزه آبخیز طرود

www.SID.ir

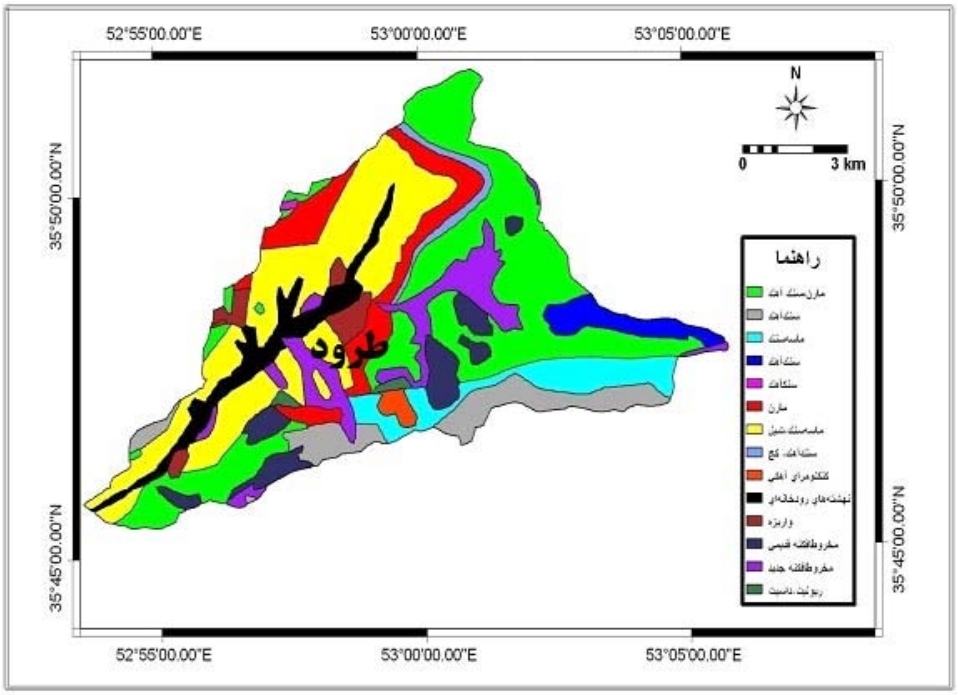


شکل شماره ۳ لایه جهت شیب حوزه آبخیز طرود

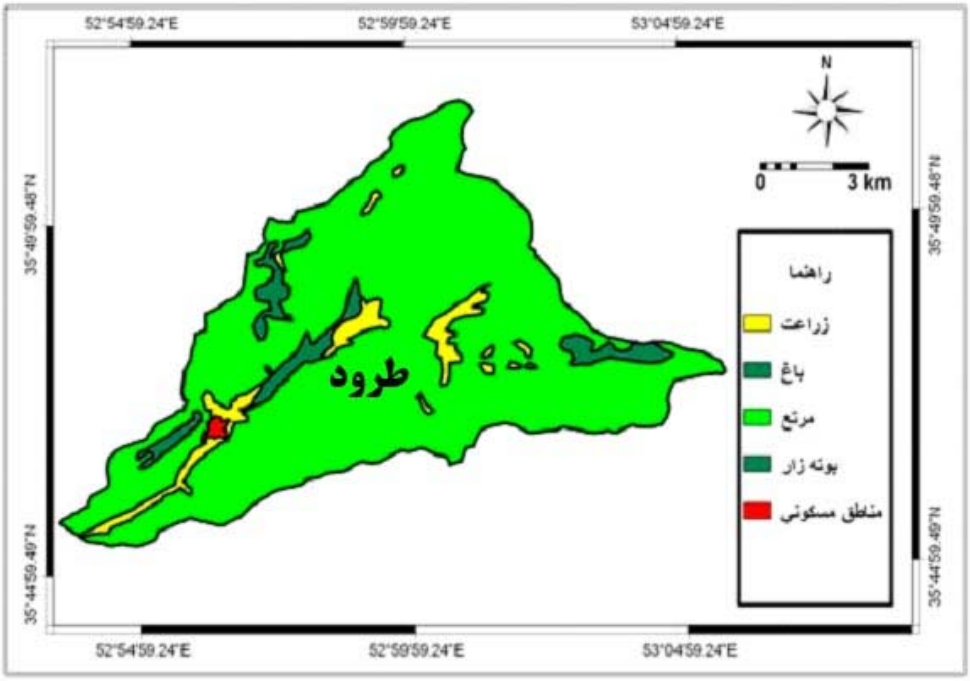


شکل شماره۴ لایه فاصله از شبکه راه‌های ارتباطی حوزه آبخیز طرود

www.SID.ir

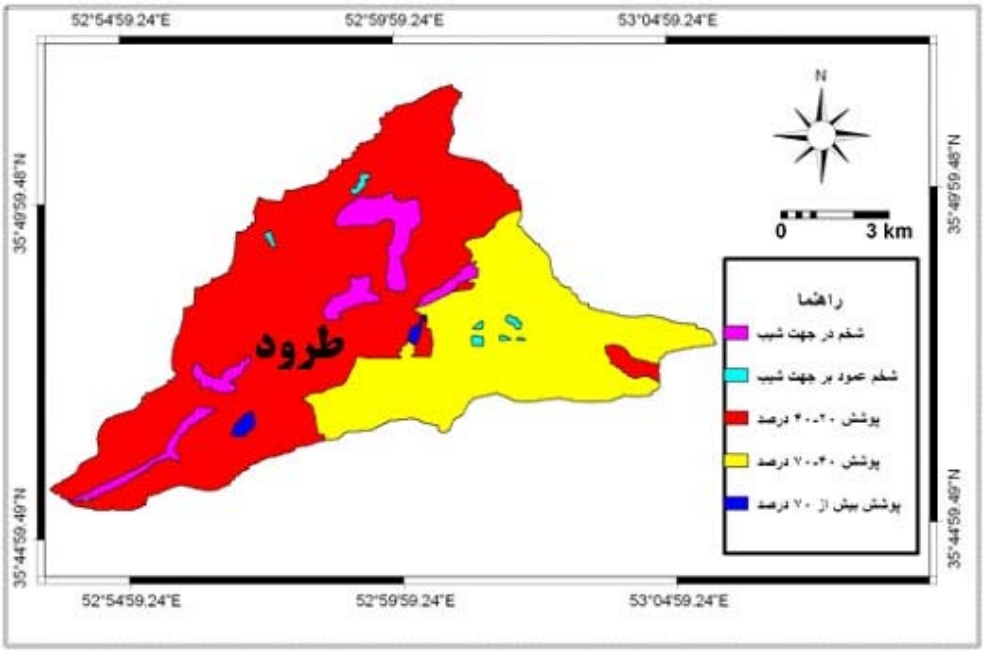


شکل شماره ۵ لایه سنگ‌شناسی حوزه آبخیز طرود

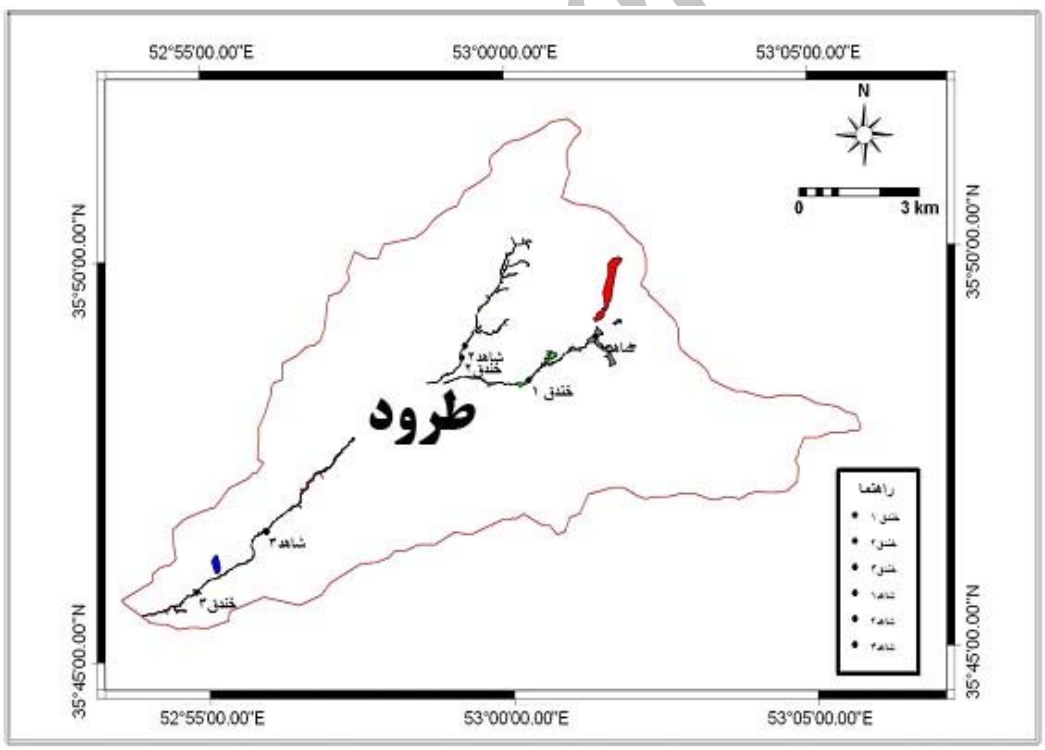


شکل شماره ۶ لایه کاربری اراضی حوزه آبخیز طرود

www.SID.ir



شکل شماره ۷ لایه مدیریت اراضی و تاج‌پوشش حوزه آبخیز طرود



شکل شماره ۸ لایه پراکنش فرسایش خندقی حوزه آبخیز طرود

www.SID.ir

۲- روی‌هم قرار دادن لایه‌ها

هر یک از لایه‌های شیب، جهت شیب، فاصله از شبکه راه‌های ارتباطی، سنگ‌شناسی، کاربری اراضی و مدیریت اراضی و تاج پوشش، به منظور به‌دست آوردن مساحت عرصه خندقی با لایه پراکنش فرسایش خندقی روی‌هم[1] قرار داده شد.

۳- استفاده از روش Multi Class Maps

بر اساس مدل Multi Class Maps به طبقات عوامل شیب، جهت شیب، فاصله از شبکه راه‌های ارتباطی، سنگ‌شناسی، کاربری اراضی، مدیریت اراضی و تاج‌پوشش بین ۰ تا ۱۰ وزن داده شد. این وزن‌دهی بر اساس مدل اسکالوگرام انجام شد. در روش اسکالوگرام از طبقات عوامل مختلف میانگین‌گیری شده و میزان انحراف از معیار از داده‌ها محاسبه می‌شود و مقدار انحراف از معیار بر اساس ۱/۴ انحراف معیار محاسبه می‌گردد. سپس جهت وزن‌دهی مجموع و تفاضل میانگین از ۱/۴ انحراف معیار سنجیده می‌شود (سرور، ۱۳۸۳).

به این‌صورت‌که کم‌ترین و بیش‌ترین وزن به‌ترتیب به طبقه‌ای که کم‌ترین و بیش‌ترین درصد خندق در هر طبقه را به خود اختصاص داده، تعلق می‌گیرد. هر کدام از عوامل نیز دارای درجه اهمیت نسبت به دیگری بوده و بر اساس قضاوت کارشناسی و ویژگی‌های طبیعی منطقه، از ۰ تا ۱۰ وزن می‌گیرند (شادفر، ۱۳۸۴). وزن طبقات لایه‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد و نقشه‌های وزنی هر عامل تهیه شد. ارزش هر واحد در نقشه خروجی بر طبق رابطه ۱ تعیین می‌شود (گریم‌اف و یونهام کارتر، ۱۳۷۹).

$$S = \frac{\sum_i^n S_{ij} w_j}{\sum_i^n W_i}$$

رابطه (۱)

که در آن S ارزش هر واحد در نقشه نهایی، S_{ij} وزن هر واحد j از نقشه i، W_i:وزن نقشهi می‌باشد.

۴- تهیه لایه پهنه‌بندی خطر فرسایش خندقی

شش نقشه وزنی تهیه شده، بر روی‌هم قرار گرفت و بر اساس رابطه ۲ که هر نقشه در عامل وزنی خود ضرب می‌شود و با کلیه لایه‌های اطلاعاتی در حال ترکیب جمع و به‌وسیله جمع اوزان نرمال می‌گردد، نقشه پهنه‌بندی در پهنه‌هایی با خطر فرسایش‌پذیری خیلی‌کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی‌زیاد (شکل۹) تهیه گردید.

$$S = \frac{(A\times B)+(C\times D)+(E\times F)+(G\times H)+(I\times J)+(K\times L)}{M}$$

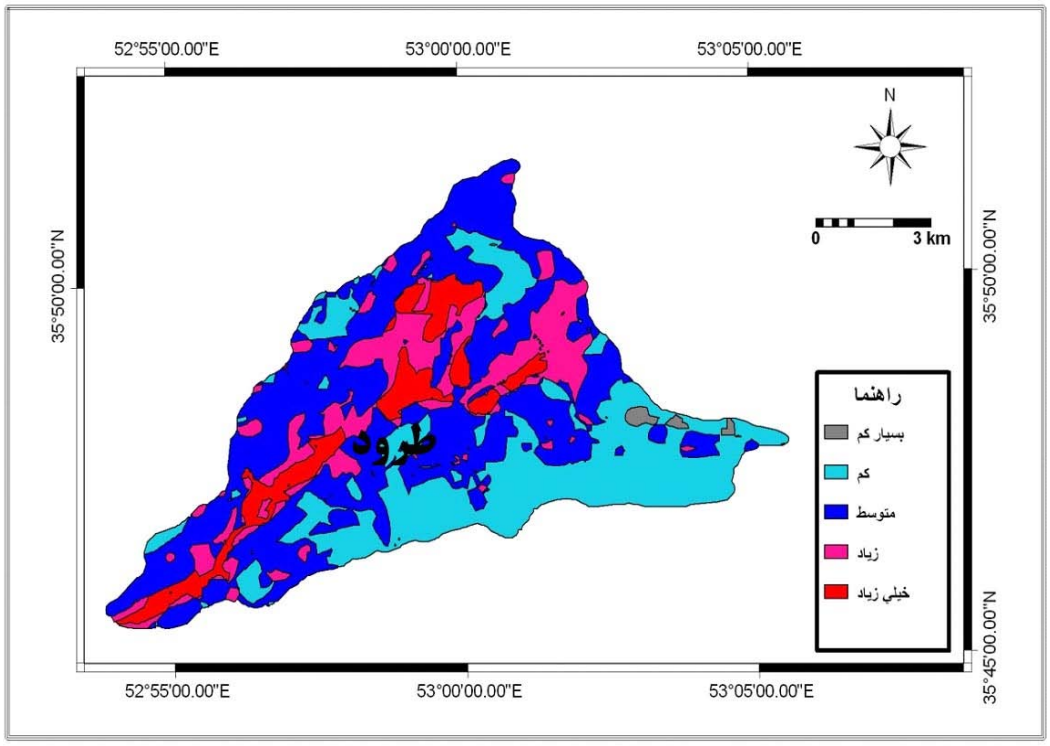
رابطه ۲

[1] Cross

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن S ارزش هر واحد در نقشه خروجی، A وزن مدیریت، B نقشه وزنی مدیریت، C وزن سنگ‌شناسی، D نقشه وزنی سنگ‌شناسی، E وزن شیب، F نقشه وزنی شیب، G وزن کاربری، H نقشه وزنی کاربری، I وزن جهت شیب، J نقشه وزنی جهت شیب، K وزن جاده، L نقشه وزنی جاده و M جمع وزن های عوامل می‌باشد.



شکل شماره ۹ لایه پهنه‌بندی خطر وقوع فرسایش خندقی در حوزه آبخیز طرود

۵- نمونه‌برداری از خاک

نمونه‌برداری خاک از سه خندق موجود در منطقه و از محل ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد طول آن‌ها و سه منطقه شاهد خارج عرصه‌های خندقی در مکانی مسطح و با خصوصیاتی مشابه عرصه‌های خندقی اما بدون حضور خندق، صورت گرفت. سپس خندق‌های منطقه با شاهد از نظر میزان گچ[۱]، ماده آلی[۲]، هدایت الکتریکی[۳]، درصد اشباع[۴]، آهک[۵]، نسبت جذب سدیم[۶] و اسیدیته[۷] مقایسه شدند.

بحث و نتیجه‌گیری

[1] $CaSo_4$
[2] OC
[3] EC
[4] SP
[5] $CaCo_3$
[6] S.A.R
[7] pH

Archive
www.SID.ir

بررسی نمونه‌های خاک خندق‌ها و شاهد نشان داد که میزان شوری، گچ و نسبت جذب سدیم در خندق‌های منطقه نسبت به شاهد بیشتر، میزان ماده آلی آن‌ها کمتر ولی از نظر درصد اشباع، آهک و pH تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. بیش‌ترین میزان فرسایش خندقی، در طبقه شیب ۵-۰ و ۳۰-۱۵ درصد، به ترتیب ۶۰/۹۳ و ۲۵/۹۶ درصد است، به‌این علت که در شیب‌های پایین فرصت نفوذ آب در داخل خاک و ایجاد حفره برای تشکیل خندق‌ها، بیش‌تر است. در پهنه‌بندی حساسیت اراضی حوزه آبخیز زواریان استان قم به فرسایش خندقی، طبقه شیب ۵-۰ درصد به‌عنوان طبقه‌ای با بیش‌ترین خندق معرفی شده است (عباسی، ۱۳۸۷).

جهت جنوب شرقی و جنوب به‌ترتیب با ۳۲/۳۹ و ۲۸/۰۲ درصد بیش‌ترین خندق در منطقه را دارند. آفتاب‌گیر بودن این جهت‌های جغرافیایی نسبت به جهت‌های دیگر، علت فرسایش خندقی حوضه مورد مطالعه است. در حوزه آبخیز علی‌آباد استان گیلان، جهت شیب جنوبی دارای بیش‌ترین گسترش مناطق تحت تاثیر فرسایش خندقی نسبت به جهت‌های دیگر است (شادفر، ۱۳۸۶). در مناطقی که فاصله از جاده در آن‌ها بین ۳۰۰-۰ متر و بیش‌تر از ۱۰۰۰ متر است، بیش‌ترین خندق به‌ترتیب با ۳۶/۷۶ و ۳۵/۷۳ درصد در منطقه دیده شده است. در بررسی انواع فرسایش در حوزه آبخیز ماسوله رودخان استان گیلان یکی از عوامل موثر در فرسایش منطقه را، شبکه جاده‌سازی دانسته‌اند، لذا باید از جاده‌سازی غیر اصولی در مناطق حساس جلوگیری کرد و مناطق فرسایش یافته کنونی نیز تحت کنترل و حفاظت و به‌سازی قرارگیرند (ثروتی و فتح‌الله‌زاده، ۱۳۸۱).

در واحد سنگ‌شناسی Em شامل مارن، آهک با لایه‌های توف، گچ و ماسه‌سنگ قرمز به‌میزان ۴۱/۴۶ درصد و واحد سنگ‌شناسی M2 شامل ماسه‌سنگ، شیل و کنگلومرا به‌میزان ۲۶/۴۸درصد (۱/۴ خندق‌های منطقه) خندق را در خود جای داده است که به‌دلیل رسوبات نرم و شدیدا حساس این واحدها می‌باشد. در بررسی عوامل موثر در شکل‌گیری فرسایش خندقی در منطقه سوق ده‌دشت، نوع سازند زمین‌شناسی را به‌عنوان یکی از متغیرهای مستقل موثر در رشد حجمی خندق درنظر گرفته‌اند (شهریور، ۱۳۷۶). در کاربری مرتع و زراعت به‌ترتیب ۶۹/۶۷ و ۲۷/۷۶ درصد از خندق‌ها مشاهده شده‌اند. در کاربری مرتع، به عوامل موثر در تخریب، شامل کندن بوته‌ها و جمع‌آوری آن‌ها و چرای بی‌رویه و بی‌موقع یا غیرفصل می‌توان اشاره کرد. در پهنه‌بندی حساسیت اراضی حوزه آبخیز زواریان استان قم به فرسایش خندقی، کاربری مرتع متوسط و زمین‌های کشاورزی دارای بیش‌ترین گسترش مناطق تحت تاثیر فرسایش خندقی ذکر شده‌اند (عباسی، ۱۳۸۷). مناطقی با تاج پوشش ۴۰-۲۰ درصد و زمین‌های کشاورزی که در جهت شیب شخم‌زده شده‌اند به‌ترتیب ۴۶/۰۲ و ۳۱/۳۶ درصد خندق‌های منطقه را شامل می‌شوند. در بیش‌تر حالات با مدیریت صحیح اراضی یعنی حفظ ظرفیت نفوذپذیری خاک، پوشش‌گیاهی و ساختمان خاک و جلوگیری از تمرکز بیش از حد رواناب، از تشکیل خندق‌ها جلوگیری می‌کنند (عباسی، ۱۳۶۹). با روی‌هم گذاشتن لایه پهنه‌بندی خطر وقوع خندق با لایه پراکنش فرسایش خندقی مشخص شد که ۵۰/۳۹ و ۳۷/۵۳ درصد (حدود ۸۸ درصد) خندق‌های منطقه به‌ترتیب در پهنه‌های با حساسیت زیاد و خیلی‌زیاد قرار دارند.

پیشنهادها

۱- در نظر گرفتن لایه اطلاعاتی شبکه آبراهه‌ها به‌عنوان یک عامل در بررسی فرسایش خندقی در حوزه آبخیز

Archive of SID

www.SID.ir

۲- استفاده از سایر روش‌های پهنه‌بندی مانند AHP، فازی، شبکه‌های عصبی و مقایسه کارایی مدل‌ها در منطقه

۳- انجام تحقیقی مشابه پهنه‌بندی مناطق حساس به فرسایش خندقی در کشور، به‌دلیل لزوم دست‌یابی به مکانیزم‌های شکل‌گیری و گسترش خندق‌ها به‌لحاظ یکسان نبودن عوامل اقلیمی و زمین‌شناسی

منابع

۱- ثروتی، محمدرضا و ط. فتح‌الله‌زاده (۱۳۸۱): بررسی انواع فرسایش در حوزه آبخیز ماسوله رودخان (استان گیلان)، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۶، شماره ۳، نشریه علمی- پژوهشی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۲- خوجه، جمعه (۱۳۸۸): بررسی شکل‌گیری و گسترش فرسایش خندقی در لس‌ها (مطالعه موردی: منطقه تمرقره‌قوزی، کلاله- استان گلستان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

۳- سرور، جلیل‌الدین (۱۳۸۳): ارزیابی فرایند لغزش در باغ‌های چای نواحی کوهستانی شرق گیلان، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۹.

۴- شادفر، صمد (۱۳۸۴): ارزیابی تحلیلی مدل‌های کمی زمین‌لغزش به‌منظور دست‌یابی به مدلی مناسب برای حوزه آبخیز چالک‌رود، رساله دکتری جغرافیای طبیعی گرایش ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران.

۵- شادفر، صمد و ش. صبح‌زاهدی (۱۳۸۶): بررسی علل توسعه فرسایش خندقی در حوزه آبخیز علی‌آباد استان گیلان، چهارمین همایش علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۶- شهریور، عبدال (۱۳۷۶): بررسی عوامل موثر بر ایجاد فرسایش خندقی و ارائه مدل در منطقه سوق (ده‌دشت)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۷- صوفی، مجید (۱۳۸۳): فرآیند ایجاد خندق و نرخ رشد آن در لامرد و علامرودشت، گزارش نهایی طرح‌های تحقیقاتی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.

۸- عباسی، علی‌اکبر (۱۳۶۹): راهنمای آبخیزداری فائو (کنترل فرسایش خندقی)، مرکز تحقیقات آب، واحد مهندسی رودخانه.

۹- عباسی، محمد (۱۳۸۷): پهنه‌بندی حساسیت اراضی حوضه زواریان استان قم به فرسایش خندقی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی گرایش ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی، دانشکده جغرافیا دانشگاه تهران.

۱۰- قدوسی، جمال (۱۳۸۲): مدل‌سازی مورفولوژی فرسایش خندقی و پهنه‌بندی خطر آن (مطالعه موردی در آبخیز زنجان‌رود)، رساله دکتری آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱- گریم‌اف و یونهام، کارتر (۱۳۷۹): سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای دانش‌پژوهان علوم زمین (مدل‌سازی به کمک GIS)، ترجمه گروه اطلاعات زمین مرجع، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

۱۲- نکوئی‌مهر، محمد و ر. رئیسیان (۱۳۸۴): بررسی ویژگی‌های مورفومتری فرسایش خندقی در منطقه ارمند استان چهار محال و بختیاری، سومین همایش ملی فرسایش و رسوب، مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری.

۱۳- نیک‌بین، محمدرضا (۱۳۷۴): بررسی رابطه ژئومورفولوژی و خاک با جوامع گیاهی در منطقه طرود، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۴- نیک‌کامی، داود (۱۳۸۷): حفاظت خاک در ایران، چالش‌ها و راه‌کارها، اولین همایش مدیریت جامع حوزه آبخیز زاینده‌رود، اصفهان، ۱۴ و ۱۵ اسفند ماه.

15- Ireneusz, M (2008): Dating of small gully formation and establishing erosion rates in old gullies under forest by means of anatomical changes in exposed tree roots (Southern Poland). Geomorphology 93, pp: 421 – 436.

16- Leyland, J., Darby Stephen, E (2008): An empirical conceptual gully evolution model for channelled sea cliffs. Geomorphology, 102, pp: 419-434.

Archive of SID

www.SID.ir