

«پژوهشگر کرامی»

صفحاتی را که مشاهده می فرمائید، گزیده ای محدود از یک سند پژوهشی طولانی است که شامل:



برای مشاهده فهرست دیجیتال پایان نامه ها / رساله های توانمند به آدرس ذیل مراجعه کنید:

<http://lib.uok.ac.ir:8080>

در صورت به وجود آمدن هرگونه مشکل و پرسش در زمینه دسترسی، تهیه و استفاده از منابع الکترونیکی و دیجیتال به بخش پایان نامه ها و منابع دیجیتال کتابخانه مرکزی و مرکز اسناد مراجعه نموده و تماس بگیرید!

شماره تماس ۰۸۷-۳۳۶۲۴۰۰۶



دانشگاه کردستان
دانشکده منابع طبیعی
گروه ژئومورفولوژی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مخاطرات محیطی گرایش طبیعی

عنوان:

پیش بینی مکانی حساسیت فرسایش خندقی در حوضه آبخیز قره طوره شهرستان
بیجار با استفاده از الگوریتم های پیشرفته داده کاوی

پژوهشگر:

میلاذ احمدی

استاد راهنما:

دکتر هیمن شهابی

استاد مشاور:

دکتر جلال زندی

خرداد ۱۴۰۲





دانشگاه کردستان
دانشکده منابع طبیعی
گروه ژئومورفولوژی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مخاطرات محیطی گرایش طبیعی

عنوان:

پیش بینی مکانی حساسیت فرسایش خندقی در حوضه آبخیز قره طوره شهرستان
بیجار با استفاده از الگوریتم های پیشرفته داده کاوی

پژوهشگر:

میلاذ احمدی

استاد راهنما:

دکتر هیمن شهابی

استاد مشاور:

دکتر جلال زندی

خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه کردستان
دانشکده منابع طبیعی
گروه ژئومورفولوژی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مخاطرات محیطی گرایش طبیعی

عنوان:

پیش بینی مکانی حساسیت فرسایش خندقی در حوضه آبخیز
قره طوره شهرستان بیجار با استفاده از الگوریتم های پیشرفته

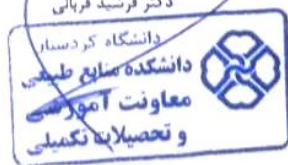
داده کاوی

پژوهشگر:

میلاذ احمدی

در تاریخ ۱۴۰۲/۰۳/۲۰ توسط کمیته تخصصی و هیات داوران زیر مورد بررسی قرار گرفت
و با درجه عالی به تصویب رسید.

امضاء	مرتبۀ علمی	نام و نام خانوادگی	هیات داوران
	دانشیار	دکتر هیمین شهابی	۱- استاد راهنما
	دکتری	دکتر جلال زندی	۲- استاد مشاور
	استادیار	دکتر عظامه شیرزادی	۳- استاد داور خارج گروه
	استادیار	دکتر مهمند سالاری	۴- استاد داور داخل گروه
	مهر و امضا معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه منابع طبیعی	دکتر فرشید فرهانی	مهر و امضا مدیر گروه دکتر هیمین شهابی



چکیده

هدف از این مطالعه، پهنه‌بندی خطر فرسایش خندقی در روستای قره‌طوره شهرستان بیجار در استان کردستان با استفاده از روش‌های نسبت فراوانی، لجستیک رگرسیون و الگوریتم جنگل تصادفی می‌باشد. روستای قره‌طوره حساسیت زیادی به رخداد مخاطره فرسایش خندقی نشان داده و خساراتی را به این محدوده کرده است و نهایتاً و منجر به تولید رسوب شده است. به‌منظور کاهش خسارات این پدیده، ارزیابی علمی این نواحی حساس به وقوع فرسایش خندقی ضرورت دارد. موقعیت مکانی خندق‌های منطقه مورد مطالعه با مساحت ۳۵۳۶۱ هکتار با کنترل و بازدید این نقاط طی عملیات میدانی ثبت شد. چهارده فاکتور تأثیرگذار در وقوع فرسایش خندقی شامل لایه‌های: زمین‌شناسی، جهت شیب، شیب، کاربری اراضی، تراکم آبراهه، فاصله از آبراهه، شاخص توان آبراهه، شاخص رطوبت توپوگرافی، عمق خاک و میزان نفوذ پذیری، تراکم گسل، فاصله از گسل، ارتفاع از سطح دریا و میزان بارندگی سالانه به‌عنوان عوامل مؤثر در رخداد فرسایش خندقی در منطقه مورد مطالعه تشخیص داده شده و برای تهیه نقشه حساسیت به فرسایش خندقی منطقه مورد مطالعه، مورد استفاده قرار گرفت. مختصات مکانی ۱۵۷ نقطه خندقی در روستای مورد مطالعه ثبت گردیده و حدود ۳۰ درصد از خندق‌های ثبت شده (۴۲ نقطه خندقی) به‌عنوان نقاط آزمایشی به‌صورت کاملاً تصادفی جدا شده و ۱۱۵ نقطه خندقی باقیمانده به‌عنوان نقاط آموزشی جهت استفاده در سه مدل مذکور به کار گرفته شد. همچنین از منحنی میانگین کاهشی دقت و میانگین کاهش جینی برای تعیین اولویت تأثیر هر یک از عوامل مؤثر مورد استفاده قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که عوامل لیتولوژی، شیب، کاربری اراضی، تراکم آبراهه و گروه هیدرولوژی خاک به‌ترتیب بیشترین تأثیر و عوامل عمق خاک، مقدار بارندگی، فاصله از گسل و تراکم گسل کمترین تأثیر را در وقوع رخداد فرسایش خندقی در منطقه مورد مطالعه داشته‌اند. دقت پیش‌بینی مدل‌های مختلف مورد استفاده در این مطالعه با استفاده از سطح زیر منحنی ROC مورد سنجش قرار گرفت. سطح زیر منحنی ROC در روش نسبت فراوانی (FR) برابر با ۹۱/۲ درصد بوده و بالاترین مقدار را کسب کرد. و روش رگرسیون لجستیک نیز با مقدار سطح زیر منحنی ROC معادل با ۸۷/۷ درصد برآوردهای بسیار قابل قبولی در پهنه‌بندی خندق‌های منطقه مورد مطالعه از خود نشان داد. سطح زیر منحنی برای مدل الگوریتم جنگل تصادفی نیز برابر ۸۴/۴ بدست آمد و دقت قابل قبولی را نشان می‌دهد. مدل‌های به‌کار گرفته شده در این تحقیق در تلفیق با GIS جهت پهنه‌بندی نواحی فرسایش خندقی، صحیح بوده و کمک زیادی به برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان مسایل مرتبط با مخاطرات محیطی خواهد نمود.

واژگان کلیدی: پهنه‌بندی خطر فرسایش خندقی، نسبت فراوانی، رگرسیون لجستیک، جنگل تصادفی، روستای

قره‌طوره

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول: مقدمه و کلیات
۱-۱	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- بیان مسئله
۳	۳-۱- اهداف و فرضیه‌های تحقیق
۵	۱-۳-۱- اهداف
۵	۲-۳-۱- سؤالهای پژوهش
۵	۳-۳-۱- فرضیات پژوهش
۵	۴-۱- اهمیت و ضرورت تحقیق
۷	فصل دوم: بررسی منابع
۸	۱-۲- مقدمه
۸	۲-۲- تحقیقات انجام شده در داخل کشور
۱۴	۳-۲- تحقیقات انجام شده در خارج از کشور
۲۲	فصل سوم: روش تحقیق
۲۳	۱-۳- داده‌ها و روش انجام پژوهش
۲۳	۲-۳- مشخصات منطقه مورد مطالعه
۲۵	۳-۳- کلیات روش تحقیق
۲۵	۱-۳-۳- نوع پژوهش
۲۵	أ- روش تحقیق
۲۵	ب- مطالعات کتابخانه‌ای (اسنادی)
۲۵	ج- روش‌های میدانی
۲۵	د- روش نرم افزاری
۲۶	ه- روش آماری
۲۶	۴-۳- جامعه و نمونه آماری
۲۸	۵-۳- روش جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها
۲۹	۶-۳- بررسی وضعیت زمینشناسی و ژئومورفولوژی منطقه قره‌طور
۳۰	۷-۳- چین‌هش‌شناسی و خصوصیات واحدهای زمینشناسی منطقه قره‌طور
۳۰	۱-۷-۳- واحدهای کرتاسه
۳۱	۲-۷-۳- واحدهای سنوزوئیک
۳۴	۳-۷-۳- واحدهای کواترنری
۳۸	۸-۳- رخساره‌های ژئومورفولوژیکی
۳۸	۱-۸-۳- واحد کوهستان
۳۸	۲-۸-۳- واحد تپه‌ماهور

۳۸	.....۳-۸-۳- رخساره رسوبات رودخانه‌های
۴۱	.....۳-۹-۹- روش پژوهش
۴۲	.....۳-۹-۱- تهیه نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM):
۴۳	.....۳-۹-۲- تهیه نقشه هیپسومتری
۴۴	.....۳-۹-۳- تهیه نقشه درجه شیب
۴۵	.....۳-۹-۴- تهیه نقشه جهت شیب
۴۶	.....۳-۹-۵- تهیه نقشه شبکه گسلها
۴۸	.....۳-۹-۶- تهیه نقشه شبکه آبراهه‌ها
۵۰	.....۳-۹-۷- تهیه نقشه کاربری اراضی
۵۱	.....۳-۹-۸- تهیه نقشه طبقات بارندگی
۵۲	.....۳-۹-۹- تهیه نقشه شاخص توان آبراهه
۵۳	.....۳-۹-۱۰- تهیه نقشه شاخص رطوبت توپوگرافی
۵۴	.....۳-۹-۱۱- تهیه نقشه هیدرولوژی خاک و میزان نفوذ پذیری نسبی
۵۶	.....۳-۱۰-۱- روش تجزیه و تحلیل
۵۷	.....۳-۱۰-۱-۱- تجزیه و تحلیل با روش نسبت فراوانی
۵۸	.....۳-۱۰-۲- تجزیه و تحلیل با روش رگرسیون لجستیک
۵۸	.....۳-۱۰-۳- تجزیه و تحلیل با الگوریتم جنگل تصادفی (RF)
۶۱	.....۳-۱۱- تلفیق وزنها با لایه‌ها
۶۲	.....۳-۱۲- اعتبار سنجی و مقایسه بین نتایج
۶۳	..... فصل چهارم: نتایج
۶۴	.....۴-۱- عوامل مؤثر در وقوع فرسایش خندقی منطقه مورد مطالعه
۶۴	.....۴-۲- نقشه پراکنش خندق‌ها
۶۴	.....۴-۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها با مدل نسبت فراوانی
۷۴	.....۴-۳-۱- تهیه نقشه حساسیت به فرسایش خندقی در مدل نسبت فراوانی
۷۵	.....۴-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها با مدل رگرسیون لجستیک
۷۸	.....۴-۴-۱- تهیه نقشه حساسیت به وقوع فرسایش خندقی با روش رگرسیون لجستیک
۸۰	.....۴-۵- تجزیه و تحلیل داده‌ها با مدل جنگل تصادفی
۸۲	.....۴-۶- اعتبارسنجی و مقایسه نتایج
۸۳	.....
۸۵	..... فصل پنجم: بحث، نتیجه گیری و پیشنهادات
۸۶	.....۵-۱- مقدمه
۸۶	.....۵-۲- بررسی نقشه پراکنش خندق‌ها
۸۶	.....۵-۳- بررسی فاکتورهای تأثیرگذار در وقوع فرسایش خندقی
۸۶	.....۵-۴- بررسی مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار در وقوع خندق‌ها
۸۷	.....۵-۵- مقایسه روش‌های مختلف آماری حساسیتیابی فرسایش خندقی

۵-۶- آزمون فرضیات ۸۸

۵-۷- جمع‌بندی ۸۹

۵-۸- پیشنهادات ۸۹

منابع ۹۱



فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲: خلاصه پژوهش‌های داخل کشور.....	۱۲
جدول ۲-۲: خلاصه پژوهش‌های خارج از کشور.....	۱۹
جدول ۱-۳: واحدهای ژئومورفولوژیکی منطقه قره‌طوره.....	۳۹
جدول ۱-۴: مقادیر نسبت فراوانی وقوع فرسایش خندقی در کلاسهای فاکتورهای مؤثر.....	۷۱
جدول ۲-۴: متغیرهای باقیمانده در مدل رگرسیون لجستیک و ضرایب آنها (در گام دهم).....	۷۶
جدول ۳-۴: فراوانی نقاط وقوع فرسایش خندقی در مقابل احتمال پیش بینی شده.....	۷۷
جدول ۴-۴: تحلیل آزمون های Hosmer و Lemeshow.....	۷۸
جدول ۵-۴: رابطه ماتریکس.....	۷۸
جدول ۶-۴: درصد وقوع خندق‌های آزمایشی در کلاسهای مختلف پهنبندی خطر فرسایش خندقی منطقه مورد مطالعه.....	۸۲
جدول ۷-۴: بررسی دقت نقشه فرسایش خندقی به روش‌های رگرسیون لجستیک، الگوریتم جنگل تصادفی و نسبت فراوانی بر اساس منحنی ROC.....	۸۳

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۳-۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کردستان و ایران.....	۲۴
شکل ۳-۲: نمایی از روستای قره‌طوره.....	۲۵
شکل ۳-۳: نمونه‌هایی از فرسایش خندقی رخ داده شده در منطقه قره‌طوره.....	۲۸
شکل ۳-۴: رخنمون از واحد زمینشناسی KSH در شمالشرقی حوزه.....	۳۱
شکل ۳-۵: رخنمون از واحد زمینشناسی OCI در شرق و شمالشرقی حوزه.....	۳۲
شکل ۳-۶: رخنمون از واحد زمینشناسی PLQmC در بخشهای میانی حوزه.....	۳۳
شکل ۳-۷: گسترش خندق از قسمت‌های مرکزی حوزه به نواحی دیمزار پایین دست روستا.....	۳۵
شکل ۳-۸: ایجاد خندق با گذر مسیل در زمینهای شرقی حوزه.....	۳۶
شکل ۳-۹: ایجاد خندق و تراکم رسوبات در پایین دست رودخانه.....	۳۶
شکل ۳-۱۰: نقشه واحدهای زمینشناسی منطقه قره‌طوره.....	۳۷
شکل ۳-۱۱: نقشه ژئومورفولوژیکی منطقه قره‌طوره.....	۴۰
شکل ۳-۱۲: مدل رقومی ارتفاعی (DEM).....	۴۳
شکل ۳-۱۳: نقشه طبقات ارتفاعی.....	۴۴
شکل ۳-۱۴: نقشه درجه شیب.....	۴۵
شکل ۳-۱۵: نقشه جهت شیب دامنه.....	۴۶
شکل ۳-۱۶: نقشه فاصله از غسل.....	۴۷
شکل ۳-۱۷: نقشه تراکم غسل‌ها.....	۴۸
شکل ۳-۱۸: نقشه فاصله از آبراهه.....	۴۹
شکل ۳-۱۹: نقشه تراکم شبکه زهکشی.....	۵۰
شکل ۳-۲۰: نقشه کاربری اراضی.....	۵۱
شکل ۳-۲۱: نقشه طبقات بارندگی.....	۵۲
شکل ۳-۲۲: نقشه شاخص توان آبراهه.....	۵۳
شکل ۳-۲۳: نقشه شاخص رطوبت توپوگرافی.....	۵۴
شکل ۳-۲۴: نقشه هیدرولوژی خاک.....	۵۵
شکل ۳-۲۵: نقشه میزان نفوذپذیری نسبی.....	۵۶
شکل ۳-۲۶: روند کلی الگوریتم جنگل تصادفی (Guo et al., 2011).....	۶۱
شکل ۴-۱: پهنه‌بندی خطر فرسایش خندقی به روش احتمالاتی نسبت فراوانی در محدوده روستایی قره‌طوره.....	۷۵
شکل ۴-۲: نقشه پهنه‌بندی خطر فرسایش خندقی حاصل از روش رگرسیون لجستیک (LR) محدوده ارتباطی روستای قره‌طوره.....	۷۹
شکل ۴-۳: اولویت بندی عوامل مؤثر بر وقوع فرسایش خندقی با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی در محدوده روستای قره‌طوره.....	۸۰
شکل ۴-۴: نقشه پهنه‌بندی خطر فرسایش خندقی با استفاده از مدل جنگل تصادفی (RF) در محدوده منطقه قره‌طوره.....	۸۱
شکل ۴-۵: نمودار سطح زیر منحنی ویژگیهای عامل نسبی (ROC).....	۸۳

فهرست نمودارها

صفحه	عنوان
۶۴	نمودار ۴-۱: هیستوگرام نسبت فراوانی جهت شیب.....
۶۵	نمودار ۴-۲: هیستوگرام نسبت فراوانی زمینشناسی.....
۶۵	نمودار ۴-۳: هیستوگرام نسبت فراوانی کاربری اراضی.....
۶۶	نمودار ۴-۴: هیستوگرام نسبت فراوانی درجه شیب.....
۶۶	نمودار ۴-۵: هیستوگرام نسبت فراوانی فاصله از آبراهه.....
۶۷	نمودار ۴-۶: هیستوگرام نسبت فراوانی تراکم آبراهه.....
۶۷	نمودار ۴-۷: هیستوگرام نسبت فراوانی فاصله از غسل.....
۶۸	نمودار ۴-۸: هیستوگرام نسبت فراوانی تراکم غسل.....
۶۸	نمودار ۴-۹: هیستوگرام نسبت فراوانی عمق خاک.....
۶۹	نمودار ۴-۱۰: هیستوگرام نسبت فراوانی گروه هیدرولوژی خاک.....
۶۹	نمودار ۴-۱۱: هیستوگرام نسبت فراوانی طبقات ارتفاعی.....
۷۰	نمودار ۴-۱۲: هیستوگرام نسبت فراوانی بارندگی.....
۷۰	نمودار ۴-۱۳: هیستوگرام نسبت فراوانی شاخص رطوبت توپوگرافی.....
۷۱	نمودار ۴-۱۴: هیستوگرام نسبت فراوانی شاخص توان آبراهه.....
	نمودار ۴-۱۵: هیستوگرام مقایسه تعداد و تراکم خندق‌های آزمایشی واقع شده در کلاسهای مختلف نقشه پهنبندی
۸۴	فرسایش خندقی با روش‌های رگرسیون لجستیک ، نسبت فراوانی و الگوریتم جنگل تصادفی.....



فصل اول

مقدمه و کلیات

بدون شک خاک یکی از اساسی‌ترین نیازهایی است که بشر امروز بیش از گذشته باید به آن توجه کرده و اهمیت دهد. همانطوری که زراعت پایه اقتصاد یک کشور را شکل می‌دهد، خاک هم یک بخش پایه و اساسی زراعت را تشکیل می‌دهد. حیات انسان در حجم وسیع، مربوط به خاک است. گسیختگی ارتباط انسان با طبیعت ناشی از توسعه فناوری در بسیاری از موارد دانسته یا ندانسته منجر به برهم خوردن تعادل محیط، آلودگی، نابودی جلوه‌ها و کارکردهای مثبت اکوسیستم‌ها بر روی کره زمین شده و این روند تخریب در نیمه دوم قرن بیستم و سالهای آغازین هزاره جدید بیش از دوره‌های گذشته بوده است (دستگاه، ۱۳۹۶). فرسایش خندقی به عنوان یکی از فرسایش‌های آبی خاک اثری مستقیم بر راه‌های ارتباطی و همینطور اراضی کشاورزی داشته و به‌طور غیرمستقیم بر توسعه سکونتگاه‌ها اثر می‌گذارد (یمانی و همکاران، ۱۳۹۰). تشکیل فرسایش خندقی و توسعه آن در ارتباط با دو عامل یعنی رواناب که خود تابعی از سطح تولید آن می‌باشد (حوزه آبخیز) از یک طرف و ویژگی‌های خاک از طرف دیگر می‌باشد (ثروتی و همکاران، ۱۳۸۵). فرسایش خندقی شکلی از فرسایش پیش‌رونده به حساب می‌آید که بیشترین سهم تخریب در اقلیم‌های مختلف را به خود اختصاص می‌دهد. شناسایی نواحی مستعد به‌وقوع پیوستن خندق‌ها یکی از گام‌های اولیه در مدیریت منابع طبیعی و برنامه‌ریزی عمرانی و توسعه‌ای است. تهیه نقشه پهنه‌بندی با دقت بالا نتیجه کلیه مراحل جمع‌آوری اطلاعات و شناسایی عوامل موثر، امتیازدهی و وزن‌دهی به پارامترها و نحوه تلفیق و طبقه‌بندی مقادیر خطر می‌باشد؛ به‌همین دلیل، شناسایی پارامترهای موثر در ایجاد فرسایش، به عنوان یکی از گام‌های مهم جلوگیری از فرسایش باید حائز اهمیت باشد (حسین زاده، ۱۳۹۱). از بین رفتن تدریجی خاک به‌صورت فرسایش بر محیط زیست، کیفیت طبیعت و چرخه طبیعی اثر می‌گذارد و پیامدهای زیان‌باری بر زندگی انسان، بناها، حیوان و گیاه خواهد داشت. در جهان امروز مسئله تخریب جنگل‌ها و از بین بردن مراتع، یکی از مهم‌ترین مشکل تمدن انسانی بوده و نقش انسان در این حوزه بسیار چشمگیر است، به‌همین دلیل ضرورت حفاظت از خاک بسیار مهم است (دستگاه، ۱۳۹۶). از نواحی مستعد خندق چنان استنباط می‌شود که خندق‌ها معمولاً در مکان‌های متمرکز جریان آب و رطوبت تشکیل می‌شود. ویژگی چنین مکان‌هایی، تقریباً تخت و مورفولوژی مقعر می‌باشد؛ عوامل دیگری این قابلیت را دارند که این ویژگی را تشدید کنند، به‌طور مثال، نوع لیتولوژی و خاک بستر مناسبی برای افزایش یا کاهش نقش مورفولوژی زمین در تمرکز خندق‌های حوضه آبریز مناطق مختلف می‌باشد (الفتی و همکاران، ۱۳۹۳). بر اساس یافته‌هایی که در دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ در مورد فرسایش خندقی انجام شده است؛ ابهامات زیادی در ابعاد مختلف خندق وجود داشته و در دهه ۱۹۹۰ تحقیقات گسترده‌تری در این زمینه انجام گرفت.

و براساس نتایج حاصله، اقدام به ارائه مدل‌هایی درباره روند شکل‌گیری و توسعه فرسایش خندقی به‌ویژه در دامنه‌های پرشیب و بستر دره‌های عریض شده است که امروزه این نوع نتایج و تحقیقات پایه و اساس مطالعات تکمیلی درباره این گونه فرسایش به حساب می‌آید (Gabris et al, 1994).

عوامل محیطی اثرگذار که در شرایط بحرانی به عنوان کنترل‌کننده ابعاد فرسایش خندقی عمل می‌کند شامل پارامترهایی همچون: توپوگرافی، کاربری اراضی، لیتولوژی، خاک و بارندگی می‌باشد (Conoseenti et al, 2013). محققان با مطالعه در زمینه فرسایش خندقی در مجارستان با تجزیه داده‌ها و استفاده از عکس‌های هوایی و آنالیز داده‌ها بآب‌ره‌گیری انواع روش‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نشان دادند که این نوع فرسایش و توزیع مکانی آن در بررسی با پارامترهایی مثل شیب، جهت شیب، پوشش گیاهی، نوع خاک و تحلیل روند تشکیل و به‌صورت کلی تغییرات فرسایش خندقی تنها در صورت وجود عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای ممکن است؛ لذا ما به مطالعه‌ای طولانی مدت و دقیق در این رابطه نیازمندیم. در بیشتر تحقیقاتی که امروزه محققان به آن‌ها اشاره دارند؛ فاکتورهایی همچون دوری از کشاورزی و در کل روی آوردن به شهر و شهرنشینی از جمله مسائلی است که در نتیجه فرسایش

خندقی موجب شده است، آن‌ها به عواملی مثل رواناب‌ها در نتیجه پاکسازی زمین، چرای بیش از حد دام‌ها و کانالیزه شدن در ایالات متحده آمریکا و فدرال استناد می‌کنند که سالانه میلیون‌ها دلار به منظور کاهش رواناب و جلوگیری از فرسایش خندقی هزینه می‌شود (Bettis et al., 2014).

رفتار خندق‌ها در مقابل نحوه توسعه و نسبت رشد آن تحت تاثیر پارامترهای مختلف محیطی است که در نهایت با استفاده از بازدیدهای میدانی و تصاویر ماهواره‌ای و همچنین به همراه قابلیت GIS نسبت متوسط رشد طولی خندق‌ها حاصل می‌شود. امروزه داده‌کاوی به عنوان یک روش علمی جدید برای آنالیز داده‌ها در پایگاه‌های بزرگ مطرح هستند، با استفاده از این روش‌ها می‌توان حجم بالایی از داده‌های خام را به اطلاعات تغییرداد؛ از جمله این روش‌ها شامل رگرسیون لجستیک، درخت تصمیم و شبکه‌های عصبی است. با استفاده از الگوریتم پیشرفته داده‌کاوی عوامل موثر در تولید فرسایش خندقی معرفی می‌شوند که در نهایت برای پهنه‌بندی خطر فرسایش خندقی در GIS برای مدل‌سازی حساسیت فرسایش خندقی مورد استفاده قرار می‌گیرد (نظری سامانی و همکاران، ۱۳۹۳).

یکی از مخرب‌ترین و پیچیده‌ترین مخاطرات از نوع فرسایش آبی، فرسایش خندقی است که با توجه به اینکه در ناحیه مطالعه (حوضه آبخیز قره‌طوره شهرستان بیجار) خندق‌هایی به علت تجمع رواناب در اراضی حساس و سست به فرسایش و تخریب این اراضی که دارای انحلال پذیری زیادی نیز می‌باشند به وجود آمده و در حال گسترش می‌باشند؛ بررسی فاکتورهای موثر در جهت جلوگیری، کنترل اثرات تخریبی و به حداقل رساندن ناشی از فرسایش خندقی در باب توجه است، در این پژوهش با استفاده از مدل‌های پیشرفته داده‌کاوی سعی در پهنه‌بندی فرسایش خندقی در منطقه مورد مطالعه شده و به تبع شرایط ژئومحیطی منطقه (پتانسیل منطقه) بهترین نوع مدل را از بین مدل‌های موجود انتخاب و نتایج هر کدام از مدل‌های مذکور به درستی گزارش شده است.

۱-۲- بیان مسئله

فرسایش خاک فرآیند منفی طبیعی، نابودی تدریجی و غیرطبیعی می‌باشد که در مناطق سیلاب‌زده و مناطق خشک و نیمه‌خشک اتفاق می‌افتد. در حالی که زمین حاصل‌خیزی خود را از دست می‌دهد؛ گیاه هنوز رشد نکرده محل به صحرا مبدل می‌گردد؛ علاوه بر کاهش حاصل‌خیزی خاک، تخریب خاک سطحی، از بین رفتن برخی جاده‌ها و... مواجه خواهیم بود و در دراز مدت امکان دارد که منجر به جابه‌جایی محل سکونت در منطقه‌ای نیز بشود. هم‌اکنون فرسایش خندقی که یک دره کوچک و کانالی است که بر اثر جریان‌های آب و رواناب‌هایی که بر روی آن متمرکز می‌شود؛ حجم زیادی رسوب را در خود حمل می‌کند، این نوع فرسایش نه‌ری‌مانند به‌عنوان یک خطر جدی برای راه‌ها، سازه‌های مختلف و حصارها هستند و در نهایت محدودیت قابل توجه‌ای را نیز در امر کشاورزی سبب می‌گردد (مقیم، ۱۳۹۹). با توجه به نقش و اهمیت فرسایش خندقی در میزان تخریب اراضی و هدررفت خاک افزون بر تولید رسوب به‌خصوص در منطقه مورد مطالعه به علت وجود اراضی حاصل‌خیز کشاورزی با پتانسیل بالایی از تولید و نزدیک بودن این اراضی به مناطق شهری مشکلات و مسائلی را سبب شده است. هدف از انجام این پژوهش، مشخص کردن فاکتورهای محیطی موثر در پهنه‌بندی مکانی آن‌ها و توسعه خصوصیات ژئومتری فرسایش خندقی می‌باشد؛ بنابراین شناسایی عوامل موثر در جهت مساعدت به مسئولان و مدیران برای جلوگیری و مهار از گسترش فرسایش خندقی می‌باشد (رستمی زاد و همکاران، ۱۳۹۷). امروزه مدیریت فرسایش خندقی به‌خصوص در ارتباط با مسائل کشاورزی، مطالعات کیفی و کمی متعددی انجام می‌شود؛ از طرفی این نوع فرسایش از فرایندهای اثرگذار دینامیک مواد، سطوح کم شیب و عناصر دینامیکی بر روی دامنه‌ها می‌باشد و به عنوان یکی از عوامل موثر در فرسایش خاک، ایجاد کارکرد ماشین‌های کشاورزی و نهایتاً ناپایداری است (عابدینی، ۱۳۸۴). خندق‌ها پس از زایش و توسعه می‌توانند به محدوده کشت شده و تاسیسات انسانی آسیب وارد کنند و در طی این روند، فعالیت‌های کشت معمولی نیز با مشکلاتی روبه‌رو می‌شوند؛ در اغلب

کشورهای نیمه خشک قسمت اعظم رسوب رودخانه‌ها را شکل داده و نیز قادر هستند که سالانه ۹۳۷۵۰ تن در کیلومتر رسوب به بار بیاورند (Saynar et al., 2005).

بررسی و تحلیل فرسایش خندقی در ایران به علت آن که ۹۰ درصد سطح کشور دارای آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک بوده و بارش در این پهنه وسیع بسیار نامنظم است؛ حائز اهمیت می‌باشد. در صورت عدم یا کمبود شاخص پوشش گیاهی و وجود رواناب، منجر به هدررفت ۲ تا ۳ میلیارد تن خاک در سال خواهد شد؛ برای نمونه رشد ۴۵۰ درصدی میزان فرسایش خاک در ۵۰ سال اخیر، بحرانی بودن وضعیت فرسایش و لزوم مهار آن را در کشور ما به خوبی نشان می‌دهد (احمدی، ۱۳۸۸). فرسایش خندقی به عنوان یک تهدید جدی در توسعه کشور و چشم‌اندازها محسوب می‌شود؛ نبود یا ضعف مدیریتی در مهار خندق‌ها یکی از علل اصلی توسعه آن‌ها است که به مرور زمان بیشتر و بیشتر باعث آسیب درنواحی خواهد شد (Khairulmaini et al., 2011). به صورت کلی فرسایش خاک مانع رشد و توسعه گیاهان، حیات کشاورزی، کیفیت آب و در کل زندگی مردم را تحت شعاع قرار خواهد داد (Ding et al., 2015). فرسایش خاک دو نوع آبی و بادی بوده که در هرکدام از آنها شدت یابد تخریب خاک را در ناحیه سبب می‌شود. فرسایش خندقی شکلی از شکل‌های پیش رونده می‌باشد که این اشکال از بین رفتن خاک را به طور جد به همراه داشته و عکس العمل خندق‌ها در مقابل توسعه و رشد آن‌ها تحت تاثیر فاکتورهای مختلفی است که هرچه وجود این فاکتورها بیشتر باشد؛ شرایط مساعدتر و بهتری برای ایجاد و توسعه آن‌ها وجود خواهد داشت؛ هرچند خاک‌هایی که در نتیجه فرسایش آبی شدید از نقاط با ارتفاع بیشتر به نقاط پست‌تر، پشت سدها یا چاله‌ها منتقل می‌شود؛ باز در مقابل با زمین مخاطراتی را به دنبال دارد. این گونه زمین‌ها ممکن است آبرفتی حاصلخیز یا زمین‌های رسوبی باشد (کما این که زمین‌های حاصل خیز را در اغلب موارد همین زمین‌های آبرفتی یا رسوبی شکل می‌دهد) اما از آن جایی که حجم زمینی که به علت رسوب و تجمع مواد به وجود می‌آیند در برابر سطحی که خاک آن فرسایش یافته، کاملاً تخریب می‌شود؛ تا جایی که این رسوبات را به وجود بیاورد (نظری سامانی و همکاران، ۱۳۸۸).

اکنون نیاز به تحقیقات گسترده‌ای در راستای حفظ تعادل محیط در نواحی با فرسایش شدید از نوع خندق بسیار بارز است. با عریض تر شدن خندق‌ها و توسعه آن‌ها علاوه بر خاک سطح الارضی، و خاک تحت الارضی را نیز از جای خود کنده و باخود می‌برد؛ فرسایش خندقی علاوه بر تخریب خاک در زمین‌های کشاورزی، منجر به وارد کردن خسارات زیادی به مجرای آب‌ها، خطوط ارتباطی و همچنین باعث افزایش هزینه نگهداری تاسیسات مربوط به آن نیز خواهد شد. در این گونه موارد باید توجه داشت که چرای دام‌ها و اعمال نادرست انسان بر روی زمین، منجر به تخریب پوشش نباتی و نهایتاً تشکیل آبراهه‌ها و خندق‌ها خواهد شد. امروزه با آن که کشورهای توسعه یافته توانسته‌اند بیشتر مسائل مربوط به حفاظت خاک خود را حل نمایند، اما کشورهای در حال توسعه هنوز در مراحل اولیه خود هستند؛ زیرا رواج عینی آن مستلزم آگاهی بیشتر مردم این گونه کشورها و مکانیزه شدن کشاورزی در محل است (رفاهی، ۱۳۹۲).

فرسایش خندقی به هر نحوی که رشد یابد، می‌تواند به یک یا چند جهت مختلف گسترش یافته و باعث گسیختگی خاک و مواد دامنه‌ای بشود؛ عوامل موثر در به تشکیل و توسعه آن‌ها هم طبیعی و هم انسانی می‌باشد. عوامل انسانی مربوط به آن: فشردن خاک در اثر عبور وسایل نقلیه، الگوهای نادرست کشاورزی، عبور مداوم از یک مسیر به عنوان مسیر تردد و غیره می‌باشد (بیاتی خطیبی، ۱۳۸۵). نوسانات سطح آب دریاچه‌ها و دریاها، گرمایش جهانی، تغییرات کاربری زمین و رشد جمعیت به طور بالقوه‌ای بر منابع خاک تاثیرگذار بوده و فرسایش خندقی را تشدید می‌کند همچنین این نوع فرسایش، بهره‌وری و محصولات کشاورزی را تهدید می‌کند (Valentin et al., 2005).

به طور کلی فرسایش خندقی آسیب جدی را در باغات، اراضی کشاورزی و منابع طبیعی به همراه دارد هم‌اکنون فرسایش خندقی در منطقه مورد مطالعه (روستای قره‌طوره در شهرستان بیجار) نیز با توجه به پارامترهای اقلیمی، کاربری اراضی، توپوگرافی و ... تحلیل شده و گویای وجود خندق‌های متعدد با شرایط مستعد بودن رشد و توسعه آن

۵-۷- جمع‌بندی

امروزه ارزیابی حساسیت وقوع فرسایش خندقی به‌خصوص در نواحی روستایی موضوع بسیار مهمی برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران حوزه آبخیز شده است. تاکنون روش‌های مختلفی جهت ارزیابی حساسیت منطقه‌ای وجود فرسایش در نفاط مختلف دنیا انجام گرفته است. در این مطالعه نیز، ارزیابی و مقایسه مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی بین سه روش مختلف آماری و احتمالاتی نسبت فراوانی و رگرسیون لجستیک و الگوریتم جنگل تصادفی انجام گرفت. موقعیت مکانی خندق‌های منطقه مورد مطالعه طی عملیات میدانی ثبت گردیده و چهارده عامل تأثیرگذار در وقوع فرسایش خندقی شناسایی و جهت تهیه نقشه پهنه‌بندی فرسایش خندقی منطقه مورد مطالعه به سه روش مذکور مورد استفاده قرار گرفت. توانایی پیش‌بینی مدل‌های مختلف مورد استفاده در این پژوهش با استفاده از سطح زیر منحنی ROC مورد سنجش قرار گرفت. مقدار سطح زیر این منحنی برای هر سه مدل این واقعیت را آشکار می‌سازد که روش‌های بکار گرفته شده در این مطالعه از توانایی بسیار خوبی در پیش‌بینی نواحی با حساسیت فرسایش برخوردار بوده و سطح زیر منحنی ROC در روش نسبت فراوانی برابر با 91/2 درصد بوده و بالاترین مقدار را کسب کرد. و روش رگرسیون لجستیک نیز با مقدار سطح زیر منحنی ROC معادل با 87/7 درصد پیشگویی‌های بسیار خوبی در حساسیت-یابی فرسایش خندقی منطقه مورد مطالعه از خود نشان داده است. سطح زیر منحنی در روش الگوریتم جنگل تصادفی نیز برابر با 84/4 درصد بوده و مقدار قابل قبولی را نشان می‌دهد. همچنین با توجه به وضعیت تراکم خندق‌های آزمایشی مشاهداتی معلوم می‌شود که میزان وقوع فرسایش خندقی آزمایشی در طبقات حساسیت به خندق زیاد و خیلی زیاد بسیار بالا بوده است و نشانگر دقت قابل قبول هر سه روش بکار گرفته شده در ارزیابی و تهیه نقشه پهنه‌بندی فرسایش خندقی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به سطح زیر منحنی بدست آمده از هر سه روش در مطالعه حاضر، نتایج این تحقیق با مطالعات حسین‌زاده (۱۳۹۱) و مهربان (۱۳۹۶) مطابقت دارد.

مدل‌های احتمالاتی و آماری بکار گرفته شده در این تحقیق در تلفیق با GIS جهت حساسیت‌یابی نواحی با فرسایش خندقی، صحیح، ساده و سریع بوده و کمک زیادی به برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان مسایل مرتبط با مدیریت بحران خواهد نمود.

۵-۸- پیشنهادات

- ❖ از عوامل مؤثر بر وقوع فرسایش خندقی غیر از چهارده فاکتور مورد استفاده در این تحقیق، دیگر عوامل تأثیرگذار نظیر شدت و مدت بارندگی، شاخص پوشش گیاهی و تراکم و فاصله از جاده می‌تواند بسیار مهم و حیاتی باشد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده در نظر گرفته و مورد ارزیابی قرار گیرند.
- ❖ در اکثر نقاط حوزه مورد مطالعه (روستای قره‌طوره) تغییر کاربری از نوع تبدیل مرتع به دیم‌زار مشاهده می‌شود؛ لذا برای جلوگیری از گسترش این روند باید تدابیری اتخاذ شود به طور مثال نحوه صحیح کاربری از مراتع متناسب با ظرفیت مرتع رعایت گردد؛ و به دنبال آن مراتع فقیر نیز با روش‌های مدیریتی همچون چرای تناوبی، بذرکاری و بذر پاشی بهبود یابد.
- ❖ در قسمت‌های مرکزی و شرقی حوزه مورد مطالعه بیشترین خندق‌ها و به تبع آن بیشترین مخاطره فرسایش خندقی ایجاد شده است؛ یکی از راهکارهای مقابله با خندق استفاده از بندآب‌های مختلف (بندهای چوبی، بندهای خاکی و بندهای سنگی) می‌باشد. هر کدام از بندها بسته به حجم و اندازه خندق‌ها کاربرد دارد؛ به‌طور مثال بندهای خاکی در خندق‌های کوچک و بندهای چوبی و سنگی در خندق‌های با مقیاس وسیع‌تر باعث احداث سد و نهایتاً مهار آب و در جلوگیری از فرسایش موثرند.

❖ با توجه به اهمیت مطالعات فرسایش خندقی و سهم بسیار زیاد در بحث تولید رسوب؛ پیشنهاد می‌شود در شرح خدمات انجام مطالعات منابع طبیعی و آبخیزداری، مطالعه مربوط به مخاطرات محیطی به‌ویژه انواع فرسایش با توجه به تبعات خطرآفرین آن‌ها، در قالب یک گزارش مجزا و یا بخشی از مطالعات فرسایش و رسوب گنجانده شود.





منابع

آرخازلو، حسین و اصغری، شکراله، (۱۳۹۸). برآورد فرسایش خندقی بر پایه معادلات REGEM و اصلاح ضرایب آن در استان اردبیل. تحقیقات کاربردی خاک، جلد ۸، شماره ۱، ص ۹-۱۴.

ابراهیمی، مریم، (۱۳۹۶). شناسایی علل وقوع فرسایش خندقی با تاکید بر خصوصیات خاک (منطقه موردی: حوضه آبخیز آق امام). نشریه حفاظت منابع آب و خاک، شماره دوم، ص ۹-۱۰-۱۱.

ابراهیمی، مریم، (۱۳۹۶). شناسایی علل وقوع فرسایش خندقی با تاکید بر خصوصیات خاک. فصلنامه حفاظت منابع آب و خاک، شماره ۲.

احمدی، پریسا، (۱۴۰۱). پهنه‌بندی حساسیت وقوع زمین‌لغزش در جاده دیواندره - سنندج با استفاده از مدل‌های پیش‌بینی کننده مکانی پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مخاطرات محیطی، گروه ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، ص ۵۰-۶۵.

احمدی، حسن، (۱۳۸۸). ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱: فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ص ۶۸۸.

احمدی، نرجس، (۱۳۹۸). بررسی فرسایش خندقی و پیامدهای آن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در منطقه قره طوره بیجار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته ژئومورفولوژی (M.A)، گرایش هیدرولوژی و برنامه‌ریزی محیطی؛ دانشگاه پیام‌نور، ص ۵۹-۷۴.

اصغری، صیاد، مددی، عقیل، نگهبان، سعید، مرحمت، مهری، (۱۴۰۱). ارزیابی حساسیت فرسایش خندقی با استفاده از مدل حداکثر آنتروپی در حوضه آبخیز رودخانه شور. جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال یازدهم، ص ۱۰۱-۱۲۱.

الفتی، سعید و مرادی، خدیجه، (۱۳۹۳). بررسی فرسایش خندقی در حوضه آبریز دیره با استفاده از شاخص‌های اقلیمی. سازمان جغرافیایی، وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، ص ۴۳-۴۵.

امیری، زانبار، (۱۳۹۷). پیش‌بینی مکانی حساسیت فرسایش خندقی در حوضه آبخیز کلوجه بیجار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مخاطرات محیطی، گروه ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، ص ۹۹-۹۱.

انتظاری، مژگان، ملکی، امجد، مرادی، خدیجه، الفتی، سعید، (۱۳۹۱). پهنه‌بندی فرسایش خندقی در حوضه آبریز دیره با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)؛ دانشگاه اصفهان، اصفهان، ص ۲۱-۲۰.

بیاتی خطیبی، مریم، (۱۳۸۵). ویژگی خندق‌ها و عوامل کنترل کننده فرایندهای خندق‌زایی (محدوده بین اهر و مشکین-شهر). مجله جغرافیا و توسعه.

پورقاسمی، حمیدرضا، (۱۳۹۲). پهنه‌بندی حساسیت زمین لغزش با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی و سامانه اطلاعات مکانی، بیست و دومین همایش و نمایشگاه ملی ژئوماتیک.

توکلی، محسن، رستمی‌زاده، قباد و نظری سامانی، علی اکبر، (۱۳۹۲). تعیین محل رخداد فرسایش خندقی بر اساس آستانه ژئومورفولوژیک و عوامل موثر بر آن (مطالعه موردی: چم ژاب، دره شهر، ایلام). مجله پژوهش‌های فرسایش محیطی، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ایلام.

ثروتی، محمدرضا، قدوسی، جمال و دادخواه، معصومه، (۱۳۸۷). عوامل موثر در شکل‌گیری و گسترش فرسایش خندقی در لس‌ها. پژوهش و سازندگی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ص ۱۶-۱۵.

جهان‌تیغ، منصور، تابع، مرضیه، (۱۳۹۵). مقایسه خصوصیات فیزیکی-شیمیایی خاک و مورفولوژی خندق‌های دوزنقه‌ای و ۷ شکل با کاربری‌های متفاوت در مناطق خشک (مطالعه موردی: مناطق حسین زهی و نالینت شهرستان چابهار). نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز، ص ۸-۱۲.

حسین‌زاده، نسرین، مددی، عقیل، اسمعیلی عوری، اباذر، (۱۳۹۱). ارزیابی عوامل موثر بر فرسایش خندقی و پهنه‌بندی خطر آن با استفاده از GIS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز قوری چای). رشته جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا، دانشگاه محقق اردبیلی، ص ۲۴-۲۰.

خواجه، نصیر، قدوسی، جمال، اسماعیلی، روح اله، (۱۳۹۰). بررسی تاثیر عوامل زیست‌محیطی بر شکل‌گیری و گسترش فرسایش خندقی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه تمر قره قوزی، استان گلستان). پژوهش نامه مدیریت حوضه آبخیز، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری ص ۵-۱. دستگاه، روشنگر، (۱۳۹۶). راهکارهای مقابله با فرسایش خاک. جلد ۱، انتشارات تیلور دانش. دمی‌زاده، محمود، شادفر، صمد، (۱۴۰۰). بررسی تغییرات بلند مدت رشد فرسایش خندقی در حوضه کندوران. پژوهش‌های فرسایش محیطی، استان هرمزگان.

رستمی‌زاد، قباد، سلاجعه، علی، نظری سامانی، علی اکبر و قدوسی، جمال، (۱۳۹۷). مدل‌سازی مشخصات ژئومتری فرسایش خندقی در استان ایلام. مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ص ۹۱۷. رفاهی، حسینقلی، (۱۳۹۲). فرسایش بادی و کنترل آن. جلد ۶، چاپ و انتشارات دانشگاه تهران. زندی، جلال. (۱۳۹۰). اولویت‌بندی نواحی کنترل فرسایش خاک با استفاده از تکنیک‌های RS و GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری. ۱۹۰ ص.

شهبازی، خسرو، خسروشاهی، محمد، حشمتی، مسیب و قیطوری، محمد، (۱۳۹۹). مقایسه نقش سازند زمین‌شناسی و عوامل توپوگرافی در آستانه‌های فرسایش خندقی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران ص ۹-۷.

شهرپور، عبدال، خزائی، مجید و شادفر، صمد، (۱۳۹۳). ارزیابی روش‌های پهنه‌بندی فرسایش خندقی، دهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری (آبخیزداری سازکار)، کنگره استحصال آب و آبخیزداری ص ۱۶-۱۵. صغری، صیاد، (۱۳۹۰). تحلیل عوامل موثر در شکل‌گیری و گسترش فرسایش خندقی. فصلنامه علمی - پژوهشی فضای جغرافیایی، ص ۱۹-۱۴.

عابدینی، موسی، (۱۳۸۴). پژوهشی در فرسایش خندقی ارتفاعات جنوب غربی دشت هادی شهر (شمال غربی آذربایجان شرقی)، جغرافیا و توسعه، شماره ۳، ص ۱۱۳-۱۳۴.

عرب امیری، علیرضا، رضائی، خلیل و یمانی، مجتبی، (۱۳۹۷). تحلیل متغیرهای محیطی به‌منظور تهیه نقشه حساسیت فرسایش خندقی در حوضه طرود با روش شواهد وزن قطعی، مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ص ۱۴-۹. عقیقی. (۱۴۰۰). تحلیل مکانی خطر زمین لغزش با تأکید بر عوامل ژئومورفولوژیک با استفاده از مدل جنگل صادقی (مطالعه موردی: شهرستان لارستان در استان فارس). فصل‌نامه جغرافیای طبیعی، سال سیزدهم. ش ۵۱ (۳۹-۵۳).

مهربان، مریم، گلکاریان، علی، خسروی، خه بات، (۱۳۹۶). ارزیابی حساسیت به فرسایش خندقی با استفاده از مدل آماری نسبت فراوانی. کنفرانس بین‌المللی مدیریت منابع طبیعی. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص ۱۰۲-۱۱۸.

نظری‌سامانی، علی‌اکبر، توکلی، فاطمه، احمدی، حسن و راهی، غلامرضا، (۱۳۸۸). تعیین عوامل موثر بر رشد طولی فرسایش خندقی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز دره کره). نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، ص ۹-۱.

نظری‌سامانی، علی‌اکبر، رستمی‌زاد، قباد، سلاجقه، علی، قدوسی، جمال، (۱۳۹۳). تعیین عوامل موثر در ژئومتری فرسایش خندقی، مطالعه موردی شهرستان دره شهر. مجله پژوهش‌های فرسایش محیطی، دانشگاه هرمزگان، ص ۲۵-۳۵.

یمانی، مجتبی، موغلی، مرضیه و کریمی، هادی، (۱۳۹۰). فرسایش خندقی و تاثیر آن بر توسعه سکونتگاهی در بخش لامرودشت. جغرافیای طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی لارستان، ص ۶-۹.

Alaam, Al-Abadi., Ali K, Al-Ali., (2018). Susceptibility mapping of gully erosion using Gis-based statistical bivariate models: A case tudy from Ali Al- Gharibi District, Maysan Governorate, southern Iraq. International Atomic Energy (IAEA), pp 10-18.

Bettis, E.Arthur and Dean M. Thomson., (2005). Gully erosion; <http://www.jstor.org/page/info/about/policies/term.gsp>.

- chaplott, Vincent., (2012). Impact of terrain attributes, parent material and soil type on Gully erosion; IRD- BIO EMCO, C/0 school of Agricultural, Earth and Environmental sciences, Rabie sanders Building, university of kwazula- natal, private bagX01, pages 25
- Conoseenti, C., Agensi, V., Angileri, S., Cappadonia, C., Rotigliano, E., Marker, M., (2014). A Gis based- approach for Gully erosion susceptibility modeling: a test in sicily. Italy, Environmental Earth. Sciences, 70(3) pp: 1179-1195.
- Ding, L, Cheng, k.L, Cheng, S.G, and wang 0x , (2015). Water ecological carrying capacity of urban Lakes in wuhan, pages 30.
- Egboka, Boniface, Ernest Orgi, Akudo, O, Nwankwala CE Hycienth, (2019). Gully erosion and landslide in southeastern Nigeria: Causes , Consequences and control Measures. Global journal of Engineering sciences, pp:5-10.
- Gabris, G.y, Akertesz, L. Zambo, (2003). Landuse chang and Gully formation, over the last 200 years in a hilly catchment. Catena 50, pp: 151-164.
- Goetz, J. N., Brenning, A., Petschko, H., Leopold, P, (2015). Evaluating machine learning and statistical prediction techniques for landslide susceptibility modeling. Computers & Geosciences, 81: 1 -11..
- Julio Cesar Lana, Paulo de Tarso Amorim Castro, Cláudio Eduardo Lan, (2022). Gully erosion prediction method from geoenvironmental data and supervised machine learning techniques. Environmental Science, soil erosion research, pages 159.
- Khairulmaini, Osman saleh, Mousazadeh, Fatemeh, (2011). Gully erosion in semirid regions, the 2nd international Geography symposium GEOMED 2010; university of Malaya, Department of Geography Malasia.
- Kumar shit., pravat, pairam., Rumpa, bhunia, Goursankar., mait, Ramkrishna., (2015). Modeling of potential Gully erosion hazard using Geo-spatial Tecnology at Garbheta block, west Bengal in India; pp: 4-13.
- L.E, obi, R.G.Uchejiora, (2020). A geotechnical approach to Gully erosion control and management at Inyish, Ikedura L.G.A, Imo state, Nigeria. World journal of advanced Engineering Technology and sciences (WJAETS), PP: 1-8.
- Mathew, J., Jha, V.K. and Rawat, G.S, (2007) Application of binary logistic regression analysis and its validation for landslide susceptibility mapping in part of Garhwal Himalaya, India. International Journal of Remote Sensing 28: 2257–2275.
- Nhu, V.-H, Shirzadi, A., Shahabi, H.; Singh, S.K., Al-Ansari, N., Clague, J.J., Jaafari, A.; Ly, H.-B., Miraki, S.; Dou, J., et al, (2020). Shallow Landslide Susceptibility Mapping: A Comparison between Logistic Model Tree, Logistic Regression, Naïve Bayes Tree, Artificial Neural Network, and Support Vector Machine Algorithms.
- Raikwar, Vinay., Aminu, Abdulwahab., Agone, Vikram., (2021). comparison of different Artificial Intelligence and Machine Learning methods for Gully Erosion Susceptibility Mapping in the Upper Narmada Basin. Environmental Science, Agricultural Science, PP: 10-21.
- Saynar, M. J., W.D. Eeskine., K.G.Evansand I, Eliot., (2005). Gully ignition and implication management of scorholes in the vicinity of the jabiluka mine, Australia, geografisca annaler. pp: 191-201.
- Valentin C, Poeson J, Yong, (2005). Gully erosion: impact, factors and control. Catena 63, pp: 132-153
- Wang, Tao., He, Fuhong, Anding, Gu, Liguan., Yang mao., wen, Jiang, Weiguo, Jiang and shao, Hongbo, (2014). A Quantitative study erosion based on object-oriented Anysis Techniques: A case study beiyankou catchment Qixia, Shandong, china. World journal; Hindawi publishing corporation, pp: 1-12.
- Wen, Yanura, Kasielke, Till, Li, Hao, Zepp, Harald, zhang, Bin, (2021). A case-studt on history and Rate of Gully erosion in northeast china. In sititude of Agricultural Resources and regional planning, Chinese Academy of Agricultural sciences, PR china, pages 12.
- Yalcin, A, Reis, S., Aydinoglu, A, C., Yomralioglu, T., (2011) A GIS-based comparative study of frequency ratio, analytical hierarchy process, bivariate statistics and logistics regression methods for landslide susceptibility mapping in Trabzon, NE Turkey. Catena 85: 274-287.
- Zhang, Yiyu, Fan, Jianrong., xiong, Donghong(2017). The contribution of Gully erosion to total sediment production in a small watershed in southest china, physical Geography. <http://doi.org/10.1080/02723646.2017.1356114>.

Abstract

Forecasting the occurrence of gully erosion using different models and preparing risk zonation maps is the most suitable solution for land management planning in watersheds. The aim of this study is to zonate the risk of ditch erosion in Qara Toureh village of Bijar city in Kurdistan province, which has been achieved using frequency ratio methods, logistic regression and random forest algorithm, and a comparison between these methods was performed. The village of Qara Toureh has shown great sensitivity to the danger of ditch erosion and damage has been done to this area and it has led to the production of sediment and its threats in the future. In order to reduce the damages of this phenomenon, scientific evaluation of these areas sensitive to the occurrence of Gully erosion is necessary. The location of the ditches around the studied village with an area of 353.61 hectares was recorded with the help of satellite images and control and visit of these points during field operations. Fourteen conditional factors in the occurrence of gully erosion including layers: geology, Aspect, degree of slope, Land use, Stream density, Stream Distance, Stream power index, topographic Witness index, soil depth and permeability, fault density, Fault Distance, the height above the sea level and the annual rainfall have been identified as effective factors in the occurrence of gully erosion in the study area and were used to prepare a sensitivity map to gully erosion in the study area. The spatial coordinates of 157 ditch points were recorded in the studied village, and about 30% of the recorded ditches (42 ditch points) were completely randomly isolated as experimental ditches, and the remaining 115 Gully erosion points were designated as ditches. Education was included in the analysis. In the method, the frequency ratio of assigned weights and values to each of the factors was done using statistical calculations in Excel software, and after algebraic summing of all layers with the help of raster calculations; The susceptibility map to gully erosion was prepared using the abundance ratio method. In the logistic regression method, after performing progressive step-by-step regression analysis, five effective factors in the occurrence of Gully Erosion among fourteen factors include: Land use, Aspect, Stream Distance, Stream density and soil hydrology group due to its meaning. The presence was statistically selected. The program related to the random forest algorithm was written under a main program in the R software environment, and after the execution of the obtained weights model, it was entered into the Arc GS 10.8 environment and a trench erosion risk zonation map was prepared. The decreasing average of precision and the average of Gini reduction were used to determine the priority of the influence of each effective factor and it was found that it includes the following factors: lithology, slope, Land use, Stream density and soil hydrology group in the order of greatest influence and the factors of soil depth, rainfall, The Fault Distance and the Fault density had the least effect on the erosion of the ditch in the studied area. The prediction accuracy of the different models used in this study was measured using the ROC curve. The area under the ROC curve in the frequency ratio (FR) method was equal to 0.91 percent and obtained the highest value. And the logistic regression method with the area under the ROC curve equal to 0.87 Percent showed very acceptable estimates in the zonation of ditches in the studied area. The area under the curve for the random forest algorithm model was also equal to 0.84 percent and it shows acceptable accuracy. The models used in this research in combination with GIS for the zonation of trench erosion areas are simple, fast and correct and will greatly help the planners and decision makers of issues related to environmental hazards.

Key words: Gully erosion susceptibility mapping, Frequency ratio, Logistic Regression, Random Forest, Qara Toureh Village



University of Kurdistan
Faculty of Natural Resources
Department of Geomorphology

A Thesis
Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
M. Sc in Environmental hazards of natural tendency

Title:
Gully erosion susceptibility mapping in Qara Toureh
Village using spatial prediction models

By:
Milad Ahmadi

The above thesis was evaluated and approved by the following members of the thesis committee with excellent quality on June 10, 2023

<u>Position</u>	<u>Name and Title</u>	<u>Signature</u>
1. Supervisor:	Assoc. Prof. Himan Shahabi	
2. Advisor	Dr. Jalal Zandi	
3. External Examiner:	Assis. Prof. Ataollah Shirzadi	
4. Internal Examiner:	Assis. Prof. Mamand Salari	
Head of Department: Dr. Himan Shahabi	Faculty Graduate Coordinator: Dr. Farshid Ghorbani	





University of Kurdistan
Faculty of Natural Resources
Department of Geomorphology

A Thesis

**Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
M. Sc in Environmental hazards of natural tendency**

Title:

**Gully erosion susceptibility mapping in Qara Toureh Village
using spatial prediction models**

By:

Milad Ahmadi

Supervisor:

Dr. Himan Shahabi

Advisor:

Dr. Jalal Zandi

June 2023



**University of Kurdistan
Faculty of Natural Resources
Department of Geomorphology**

**A Thesis
Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
M. Sc in Environmental hazards of natural tendency**

**Title:
Gully erosion susceptibility mapping in Qara Toureh Village
using spatial prediction models**

**By:
Milad Ahmadi**

**Supervisor:
Dr. Himan Shahabi**

**Advisor:
Dr. Jalal Zandi**

June 2023