بررسی عوامل موثر و ارائه مدل جهت تعیین پتانسیل رشد طولی خندقها (مطالعه موردی: حوزه آبخیز حبله رود)*

دکتر حسن احمدی

استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

علی اصغر محمدی

دانشجوی دوره دکتری آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

(مسئول مکاتبات)Email: Aliasgharmohammady@yahoo.com

دکتر جمال قدوسی

استادیار پژوهشی موسسه تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری

دکتر علی سلاجقه

استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

چکیده

فرسایش خندقی یکی از مخرب ترین و پیچیده ترین انواع فرسایش آبی می باشد. برای مبارزه با این نوع فرسایش در ابتدا باید عوامل موثر در توسعه آن شناخته شوند. لذا این تحقیق، در یکی از زیرحوضه‌های حوزه آبخیز حبله رود به نام ده نمک در اقلیم خشک ونیمه خشک انجام شد. ابتدا با استفاده از عکسهای هوایی مربوط به سال۱۳۳۵ و اندازه‌گیری طول خندق ها طی مطالعات میدانی سال ۱۳۸٤، میزان رشد طولی خندق ها طی دوره زمانی ۱۳۳۵ تا ۱۳۸٤ بدست آمد. سپس عوامل موثر در رشد طولی خندق ها که بر گرفته از چهار مدل پیش بینی رشد طولی خندق: Thompson، مدل اول سرویس حفاظت خاک آمریکا، مدل دوم سرویس حفاظت خاک آمریکا وFAO بوده اند و شامل عوامل: مساحت حوزه آبخیز بالادست خندق، میزان درصد رس، درصد شیب کف خندق، و همچنین عواملی چون درصد نمک های محلول، میزان درصد سیلت و میزان درصد ماسه در نظر گرفته شدند. در نهایت میزان معنی داری برای هر کدام از عوامل موثر با میزان رشد طولی خندق ها در سطح ۹۵٪ طی دوره زمانی ۱۳۸٤-۱۳۳۵ بررسی شد. نتایج حاصل از انجام مطالعات آماری حاکی از این است که عواملی چون مساحت حوزه آبخیز بالادست خندق با ضریب همبستگی ۰/۹۸، درصد نمک های محلول با ضریب همبستگی ۰/۹۷ و میزان درصد رس با ضریب همبستگی ۰/۹٦ به ترتیب بیشترین معنی داری را در سطح ۹۵٪ داشته اند. سپس ارائه مدل با استفاده از عوامل موثر ذکر شده و نرم افزار آماری SPSS از دو روش Enter و Backward صورت گرفت و پتانسیل رشد طولی خندق ها در سال های آتی از طریق مقایسه مقادیر برآورد شده توسط مدل و مقادیر اندازه گیری

* این مقاله از رساله دکتری استخراج شده است که به راهنمایی دکتر حسن احمدی، مشاورت دکتر جمال قدوسی و دکتر علی سلاجغه تهیه شده است.

شده توسط عکس های هوایی بررسی شد. در نهایت با توجه به اختلاف دقت ۰/۰۰۱درصدی بین دو روش Enter و Backward روش Backward پیشنهاد شد.

واژه های کلیدی: فرسایش خندقی، حوزه آبخیز، عکسهای هوایی

مقدمه

خاک، حاصل تاثیرات متقابل مجموعه عواملی است که به صورت داخلی و خارجی، موجب تقویت یا کاهش تاثیر یکدیگر در ایجاد فرسایش می شوند. این موضوع در کشور ما از این جهت حائز اهمیت است که در حدود ۹۰٪ از سطح کشور دارای اقلیم خشک و نیمه خشک بوده و بارندگی در این مناطق از پراکنش زمانی مناسب برخوردار نمی باشد. در چنین شرایطی نبود یا کمبود پوشش گیاهی همراه با افزایش رواناب موجبات از بین رفتن بیش از ۲/۵ میلیارد تن خاک در سال را فراهم کرده (احمدی ۱۳۷۸)، و خسارات فراوانی از طریق هدر رفت خاک و انباشت رسوبات در مخزن سدهای ذخیره ای، کانالهای آبرسانی، بستر رودخانه ها و سطح اراضی کشاورزی به کشور وارد می شود. به طور مثال، افزایش ٤٥٠ درصدی میزان فرسایش خاک در کشور طی سال های ۱۳۳۰ تا ۱۳۷۸ نشانگر بحرانی بودن وضعیت فرسایش و لزوم کنترل آن در ایران می باشد(احمدی ۱۳۷۸). اما مهار یا مبارزه با فرسایش آبی مستلزم شناخت مناطق بحرانی و سهم مشارکت هریک از انواع فرسایش آبی در تخریب اراضی و تولید رسوب است. بنابراین و از آنجا که این سهم در کشور به طور کامل تعیین نشده است، از این رو، بررسی این موضوع از موارد مهمی است که پژوهش های علمی گسترده ای را در کشور طلب می کند. در این بین، نتایج حاصل از مطالعات انجام شده در جهان بیانگر این است که در اثر رخداد فرسایش های خندقی و کناری حجم قابل ملاحظه ای از خاک در مقایسه با سایر انواع فرسایش های آبی از دسترس خارج می شود(قدوسی ۱۳۸۲).

پیشینه تحقیق:

اولین مطالعات در زمینه فرسایش خندقی به تاریخ ۱۹٦۰ در آمریکا باز می گردد، سپس در کشور هایی چون اسپانیا، ژاپن و... مطالعاتی صورت گرفته است.

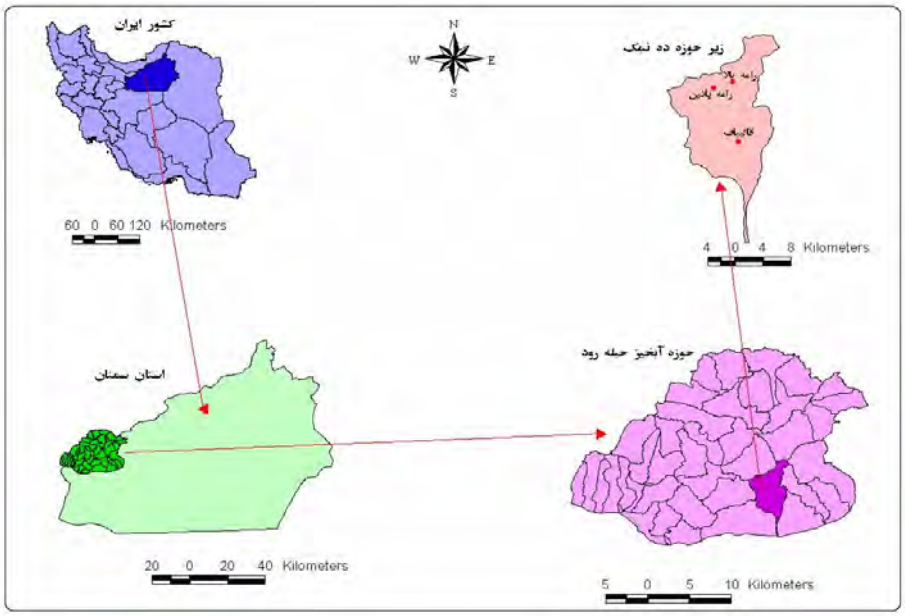
قدوسی(۱۳۷۳)، در تحقیقی تحت عنوان "رشد و گسترش خندق ها در منطقه سرچم استان زنجان" به این نتیجه رسیده است که گسترش خندق ها رابطه مستقیمی با میزان املاح موجود در خاک، تمرکز رواناب های سطحی، خصوصیات افق های خاک، شدت بارندگی و پوشش گیاهی داشته و سازند های زمین شناسی، نوع خاک و کاربری اراضی از عوامل اصلی در ایجاد رشد و گسترش خندق ها می باشند. حشمتی(۱۳۷۵)، در پژوهشی در قصر شیرین و سومار واقع در استان کرمانشاه به این نتیجه رسیده است که فرسایش خندقی محدود به سازند آغاجاری و اراضی با شیب ۲ تا ۵ درصد در منطقه مورد تحقیق است. شهریور(۱۳۷٦)، با بررسی عوامل موثر در شکل گیری و گسترش خندق ها در منطقه سوق واقع در آبخیز مارون در شهرستان دهدشت اقدام به تجزیه و تحلیل آماری داده های جمع آوری شده ای نظیر شیب حوزه بالادست، نوع سازند زمین شناسی، تراکم پوشش گیاهی، مقدار رس، ماسه، سیلت و املاح موجود در خاک به عنوان متغییرهای مستقل در مقابل حجم خندق به عنوان متغییر وابسته نموده و در نهایت رابطه آن را ارائه نموده است. کریمی(۱۳۷۷)، در پژوهشی تحت عنوان بررسی فرسایش خندقی و

معرفی مناسب ترین راهکارهای مهار آن در منطقه زهان قائن در استان خراسان اقدام به واسنجی مدل های SCS، FAO ، Beerو Seinger نموده و به این نتیجه رسیده است، که مدل FAO در مقایسه با سایر مدل های برآورد رشد طولی خندق ها که مورد آزمون قرار گرفته اند، مناسب تر بوده و مدلی مناسب برای استفاده در مناطق خشک مشابه عرصه تحقیق در منطقه زهان قائن در استان خراسان است. Harley وRonalds (۱۹۹۹)، با استفاده از اطلاعات رقومی و اعمال آنها برروی سه سری عکس های هوایی بر روی دو منطقه در نیوزلند، متوسط رشد خندق منطقه مورد بررسی را بطور متوسط ۰/۷۳ تا ۰/۰۱ متر در سال محاسبه نموده و مشخص نموده است که عکس های هوایی دارای قابلیت مناسبی برای بررسی رشد طولی خندق ها هستند. Felfoar و همکاران(۱۹۹۹)، با بررسی عکس های هوایی در دوره های زمانی ۱۹۶۳-۱۹۵۲، ۱۹۷٤-۱۹٦۳و ۱۹۸۹-۱۹۷٤ در یک آبخیز ۱٤۰۰ هکتاری در اولدمایرس تونس اقدام به مطالعه خندق ها و مساحت حوزه آبخیز آنها با استفاده از نرم افزار ARC/INFO که در محیط GIS اجرا می شود، نمود وبه این نتیجه رسیده اند که تفاوت های اساسی در طول و سرعت رشد خندق ها در هر یک از دوره های زمانی مورد مطالعه وجود داشته است. Vandekerckhove و همکاران(۲۰۰۲)، با بکار گیری عکس های هوایی و کنترل میدانی تصاویر ماهواره ای اقدام به محاسبه حجم خندق ها نموده وبه این نتیجه رسیده اند که اصولا مطالعه طولانی مدت و دقیق فرسایش خندقی تنها از طریق استفاده از عکس های هوایی و یا تصاویر ماهواره ای امکان پذیراست. به طوری که نتایج بدست آمده در این باره در ناحیه جنوب شرقی اسپانیا دارای همبستگی بالا با مقادیر اندازه گیری شده میدانی بوده است.

روش تحقیق:

ویژگی های منطقه مورد مطالعه:

حوزه آبخیز ده نمک یکی از زیر حوزه های حوزه آبخیز حبله رود بوده(شکل۱) و در شمال روستای ده نمک در محدوده جغرافیایی ً۳٦ َ٤۲ ْ۵۲ تا َ٤۸ ْ۵۲ طول شرقی و ً۱۳ َ۱۵ ْ۳۵ تا ً۳۳ َ۳۲ ْ۳۵ عرض شمالی واقع شده است. و دارای سطحی معادل ۲٤۳/۲۵ کیلومتر مربع می باشد. قسمت اعظم بارندگی های منطقه مربوط به جریانات مدیترانه ای است که از غرب از اوایل پائیز تا اواسط بهار منطقه را تحت تاثیر قرار می دهند.در ناحیه بالادست حوزه به علت قرار گرفتن در ارتفاعات جنوبی البرز مرکزی دارای آب و هوای نیمه خشک می باشد. قسمت جنوبی حوزه در مجاورت کویر قرار داشته و آب و هوای کویری نیز بر روی آن اثر می گذارد. سنگ های ائوسن با گسترش نسبتا وسیع خود در این زون، قدیمی ترین نهشته های منطقه را تشکیل می دهند. البته به طرف شرق و غرب و شمال بخصوص بالای عرض جغرافیایی ۳۰ ۳۵ سنگ های قدیمی تر فراوان برونزد دارند. نهایتا در منطقه مورد مطالعه به دلیل گسترش و حاکمیت سنگ های ترسیر از نهشته های قدیمی تر که در فواصل یخبندان زیاد (شامل سمنان و جنوب فیروزکوه) رخنمون دارند، اثری دیده نمی شود. به این جهت تنوع لیتولوژیکی زیادی در آن وجود ندارد و مجموعا سنگ های آواری، آذرآواری و تبخیری و به مقدار کم آذرین مربوط به زمان الیگوسن-میوسن(سازند های قرمز زیرین، قم و بخصوص قرمز بالایی) گسترش بسیار وسیعی در این ناحیه دارند. از نظر ژئومرفولوژی واحد دشت سر پوشیده با تیپ زمین های مسطح و دشت های میان کوهی همراه با فرسایش خندقی بیشترین سطح را معادل ۵۹/۷۷٪ به خود اختصاص می دهند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز ده نمک

مواد و روش ها:

۱- تهیه آمار و اطلاعات موجود شامل داده های هواشناسی، اطلاعات، نقشه ها و گزارشات موجود پیشین، از منطقه مورد مطالعه در ارتباط با موضوع تحقیق مشتمل بر داده های و اطلاعات مربوط به سازمان هواشناسی، سازمان آب منطقه ای و شرکت تماب، وزارت جهاد کشاورزی و سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری کشور.

۲- تهیه نقشه های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی ارتش جمهوری اسلامی ایران.

۳- تهیه عکس های هوایی با مقیاس های ۱:۵۵۰۰۰ (سال ۱۳۳۵) سازمان جغرافیایی نیرو های مسلح جمهوری اسلامی ایران.

٤- انتخاب خندق ها

بعد از انجام مراحل فوق، از بین خندق های موجود در منطقه تعداد ١٦ خندق، در مناطقی که دارای تراکمی در حدود ۵ کیلومتر بر کیلومتر مربع فرسایش خندقی بوده، با استفاده از تفسیر عکس های هوایی و انجام بازدیدهای صحرایی به نحوی انتخاب شدند که:

اولا: امکان اندازه گیری طول آنها در عکس های هوایی در ادوار مختلف میسر باشد،

ثانیا: نزدیک به محل استقرار ایستگاه هواشناسی باشند تا امکان استفاده مستقیم از داده های اندازه گیری شده بارندگی ها امکان پذیر باشد.

۵- تعیین موقعیت مکانی خندق ها

برای تعیین موقعیت مکانی خندق ها و مشخص کردن محل دقیق آنها بر روی عکس های هوایی از دستگاه موقعیت یاب جهانی(GPS)[1] استفاده گردیده به طوری که در طول ١٦ خندق موردنظر و در قسمت های تقاطع طول خندق ها موقعیت یابی صورت گرفت.

[1]- Global Position Systems (GPS)

٦- تعیین محدوده خندق های انتخابی بر روی عکس های هوایی

در این مرحله با استفاده از عکس های هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ سال ۱۳۳۵ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح محدوده ١٦ خندق مورد مطالعه پس از زمین مرجع نمودن(مختصات دار کردن عکس های هوایی در تطبیق با موقعیت مکانی منطقه تحقیق) با بکارگیری نقشه توپوگرافی منطقه تحقیق اصلاح و تصحیح خطاها، تعیین موقعیت دقیق خندق ها با استفاده از دستگاه GPS و کنترل صحرایی تعیین و مشخص گردید.

۷- اندازه گیری و تعیین طول خندق ها

برای تعیین طول هر یک از خندق ها در ابتدا نقاط موقعیت یابی شده با عکس های هوایی زمین مرجع شده، رویهم اندازی شد، سپس با استفاده از تفسیر عکس های هوایی سرخندقها بر روی عکس های هوایی در دوره مورد آزمون تعیین و موقعیت جغرافیایی آنها مشخص شد(شکل۲).

۸- محاسبه رشد طولی خندق ها

پس از مشخص شدن طول خندق ها، میزان رشد طولی خندق ها در دوره زمانی١٣٨٤ تا ۱۳۳۵ اندازه گیری گردید.

۹- تعیین عوامل موثر در نظر گرفته شده در رشد طولی خندق ها

۹-۱- عامل مساحت حوزه آبخیز بالادست خندق ها:

این عامل با استفاده از نرم افزار های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) *در طی دوره زمانی١٣٨٤ تا ۱۳۳۵ اندازه‌گیری شد.

۹-۲- عامل شیب کف خندق‌ها:

این عامل با استفاده از دستگاه شیب سنج و به صورت میانگین وزنی شیب کف خندق ها و طول خندق اندازه گیری شد.

۹-۳- عوامل میزان رس، میزان سیلت و میزان شن در خاک حوزه آبخیز بالادست خندق ها:

این عوامل با نمونه برداری از افق های مختلف خاک وبا استفاده از آزمایش هیدرومتری در آزمایشگاه خاک شناسی اندازه گیری شد.

۹-٤- عامل میزان نمک های محلول در خاک حوزه آبخیز بالادست خندق‌ها:

این عوامل با نمونه برداری از افق های مختلف خاک وبا استفاده ازآزمایش های شیمی خاک در آزمایشگاه خاک شناسی اندازه گیری شد.

۱۰- در نهایت برای تعیین میزان همبستگی هر کدام از عوامل با رشد طولی اندازه گیری شده خندق ها طی دوره زمانی ١٣٨٤-۱۳۳۵، وارد نرم افزار SPSS شد.

تحلیل داده ها:

۱- نتایج حاصل از اندازه گیری حوزه آبخیز بالادست خندق ها در جدول(۱) آورده شد.

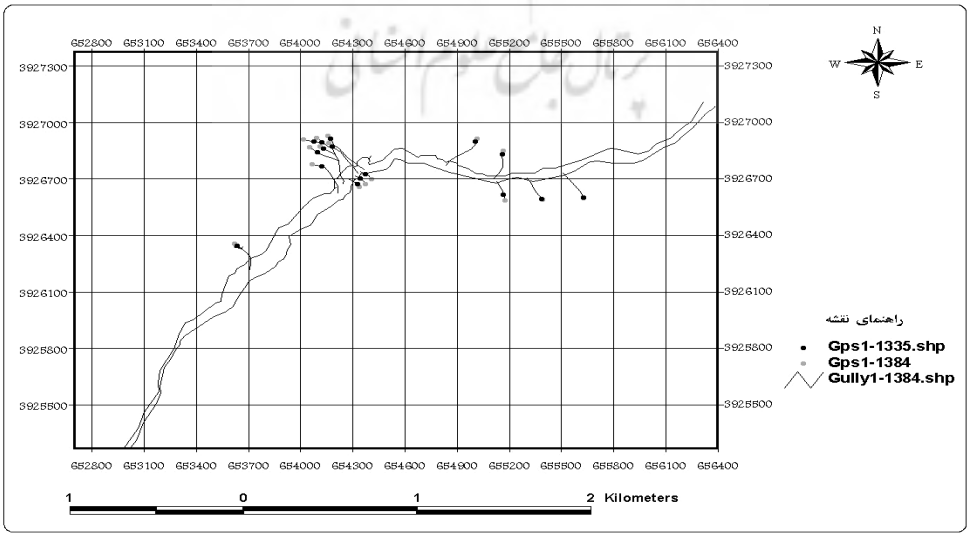
---

[۱]- Geographic Information Systems(GIS)

جدول ۱- مساحت حوزه آبخیز بالادست خندق‌های مورد مطالعه

شماره خندق	مساحت خندق‌ها			
	در سال ۱۳۳۵		در سال ۱۳۸٤	
	ایکر	هکتار	ایکر	هکتار
۱	۱۲۷/۰۰۵	۵۱/۳۹۸٤	۱۲٦/۵٦٤	۵۱/۲۲
۲	۱۲۳/۷۹٦	۵۰/۰۹۹۸	۱۲۱/۱۰	٤۹/۰۰۹
۳	۲۵/۵۷٤	۱۰/۳۵	۲۳/۰۱۹	۹/۳۱٦
٤	۲٦/۱٤۳	۱۰/۵۸	۲٤/۹٦۹	۱۰/۱۰۵
۵	۲۵/٦	۱۰/۳٦	۲۲/٤۱۲	۹/۰۷
٦	۲۵/۵۲	۱۰/۳۳	۲۳/۵۲٤	۹/۵۲
۷	۱۲۲/۲٦	٤۹/٤۷۸٤	۱۲۰/۹٦۰	٤۸/۹۵۲
۸	۲۵/٦٤۹	۱۰/۳۸	۲٤/۵۲۲	۹/۹۲٤
۹	۱۱۵/۷٤۲	٤٦/۸٤۰۱	۱۱٤/۷۱٦	٤٦/٤۲۵
۱۰	۱۱۵/۲۲	٤٦/٦۳	۱۱٤/۰۲۹	٤٦/۱٤۷
۱۱	۱۰۷/۱۱۵	٤۳/۳٤۸۸	۱۰٦/۷۲٦	٤۳/۱۹۱۸
۱۲	۱۱۳/۸	٤٦/۰۵۳٤	۱۱۳/٤۱۸	٤۵/۹۰
۱۳	۱۱۵/۱٤۸	٤٦/۵۹۸۸	۱۱۳/۰۵۸	٤۵/۷۵٤
۱٤	۱۲۳/٦۱۵	۵۰/۰۲٦٤	۱۲۱/۳٦۰	٤۹/۱۱٤
۱۵	۱۳۵/۹۲۱	۵۵/۰۰٦٦	۱۲۱/۳٦۰	۵٤/۱٤۲
۱٦	۱۲۳/۷٤۷	۵۰/۰۸	۱۲۲/٦۷	٤۹/٦٤۷

۲- نتایج حاصل از اندازه گیری های رشد طولی خندق ها در طی دوره زمانی ۱۳۸٤-۱۳۳۵(شکل۲)، عامل شیب کف خندق ها، عوامل میزان درصد رس، میزان سیلت و میزان شن و عامل درصد نمک های محلول در خاک حوزه آبخیز بالادست خندق ها در جدول(۲) آورده شد.



شکل۲- نقشه موقعیت مکانی سرخندقهای انتخابی در سال‌های ۱۳۳۵و ۱۳۸٤

حدول ۲- خصوصیات مورد مطالعه خندق‌ها (جدولی که وارد نرم افزار آماری SPSS می‌شود)

شماره خندق	میزان رشد طولی اندازه گیری شده خندق‌ها طی دوره زمانی ۱۳۳۵-۱۳۸٤		شیب کف خندق (٪)	میزان ماسه در راس خندق (٪)	میزان سیلت در راس خندق (٪)	میزان رس در راس خندق (٪)	اختلاف مساحت سطح بالادست سر خندق‌ها طی سال های ۱۳۳۵-۱۳۸٤	میزان نمک های محلول (٪)
	متر	فوت						
۱	٦/۲۲۲	۲۰/٤	۱۲	٥۹/٦	۳٦/۸	۳/٦	۰/۱۷۸٤	۰/۰۳۱
۲	۱۸/۱٤	٥۹/٥	۱٥	٤٥/٦	**٤۲/۸**	۱۱/٦	۱/۰۹۰۸	۰/۱۷
۳	۱٦/۲٦	٥۳/۳	۱٦	٥۳/٦	۳٤/۸	۱۱/٦	۱/۰۳٤	۰/۱٥۱
٤	۷/۲۹۸	۲۳/۹	۱۰	٦۷/٦	۲۸/۸	۳/٦	۰/٤۷٥۰	۰/۰٥۹
٥	۲۰/۰۳	٦٥/٦	۱۷	۳۱/٦	٥٦/۸	۱۱/٦	۱/۲۹	۰/۱۸
٦	۱۳/٦۷	٤٤/۸	۱۷	٦۹/٦	۲۰/۸	۹/٦	۰/۸۱	۰/۱۰۲
۷	۸/۳٤٤	۲۷/۳	۱۳	٥۳/٦	٤۰/۸	٥/٦	۰/٥۲٦٤	۰/۰٦۹
۸	٦/٦۸٥	۲۱/۹	۱۲	٤۷/٦	٤۸/۸	۳/٦	۰/٤٥٦	۰/۰٤۹
۹	۷/۱٤۹	۲۳/٤	۱٥	٥۳/٦	٤۰/۸	٥/٦	۰/٤۱٥۱	۰/۰٦۳
۱۰	٦/۷۰۰	۲۱/۹	۹	٥۹/٦	۳٦/۸	۳/٦	۰/٤۸۳	۰/۰۷۸
۱۱	۳/۲٥٤	۱۰/٦	۱۰	٥۷/٦	۳۸/۸	۳/٦	۰/۱٥۷	۰/۰۱٥۱
۱۲	۳/۰٦۳	۱۰	۸	٥٥/٦	۳٤/۸	۳/٦	۰/۱٥۳٤	۰/۰۱۳۲
۱۳	۱۳/۲٤	٤۳/٤	۱٤	٥۷/٦	۳۲/۸	۹/٦	۰/۸٤٤۸	۰/۰۹۱
۱٤	۱٥/٥۸	٥۱/۱	۱۷	٦۱/٦	۲٦/۸	۱۱/٦	۰/۹۱۲٤	۰/۱۲٦
۱٥	۱٥/۸۱	٥۱/۸	۱٥	٦٦/۲	۲٤/۲	۹/٦	۰/۸٦٤	۰/۱۲۸
۱٦	**۷/۱٦٦**	۲۳/٥	۱٥	٦۷/٦	۲٦/۸	٥/٦	۰/٤۳۳	۰/۰٥۱

۳- میزان همبستگی عوامل مورد مطالعه و رشد طولی اندازه گیری شده خندق ها در جدول(۳) آورده شده است.

جدول۳- میزان همبستگی عوامل خندق های مورد مطالعه و رابطه هر کدام از آنها با رشد طولی اندازه گیری شده خندق ها

شماره ردیف	عوامل مورد آزمون	نوع رابطه	رابطه	ضریب همبستگی
۱	شیب کف خندق‌ها	خطی	Y=٤/۸٥۲x-۳۰/٦٤۷	R=۰/۸۰
۲	میزان رس حوزه آبخیز بالادست سرخندق‌ها	خطی	Y=٤/۹٤۸x-۰/٥۷٥	R=۰/۹٦
۳	میزان سیلت حوزه آبخیز بالادست سرخندق‌ها	خطی	Y=۳۱/۱٦۱+۰/۰۹٥x	R=۰/۰٤٤
٤	میزان شن حوزه آبخیز بالادست سرخندق‌ها	خطی	Y=٦۹/٦٥۰-۰/٦۱۸x	R=۰/۳۳٤
٥	میزان نمک‌های محلول	خطی	Y= ٥/۹٦٤+ ۳۳۲/٦٥x	R= ۰/۹۷
٦	مساحت حوزه آبخیز بالادست سرخندق‌ها	خطی	Y=۲/۹٤۲+۰/۰۰٥x	R=۰/۹۸

۳-۱- همبستگی بین رشد طولی خندق ها با عامل شیب کف خندق ها

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل همبستگی حاصل از آزمون همبستگی بین شیب کف خندق ها با رشد طولی شان (جدول۳)، نشان دهنده معنی دار نبودن همبستگی یا رابطه بین آنها در سطح اطمینان ۹۵ درصد با توجه به مقدار ضریب همبستگی محاسبه شده است.

۳-۲- همبستگی بین رشد طولی خندق ها با عامل میزان رس موجود در خاک حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق ها

با توجه به معنی دار بودن ضرایب همبستگی محاسبه شده مربوط به تجزیه و تحلیل همبستگی بین میزان رس موجود در خاک حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق ها در سطح ۹۵ درصد (جدول۳)، و وجود رابطه خطی با ضریب همبستگی معادل r=۰/۹٦ ، می توان نتیجه گیری نمود که رشد طولی خندق‌ها تابعی از میزان رس موجود در خاک حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق‌ها است.

۳-۳- همبستگی بین رشد طولی خندق‌ها با عامل میزان سیلت موجود در خاک حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق ها

به دلیل معنی دار نبودن مقدار ضرایب همبستگی محاسبه شده مربوط به همبستگی بین میزان سیلت موجود در خاک حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق ها با رشد طولی خندق ها (جدول۳)، می توان استنباط نمود که میزان سیلت موجود در خاک محل تشکیل پیشانی خندق ها تاثیری در نرخ رشد طولی خندق ها ندارد.

۳-٤- همبستگی بین رشد طولی خندق ها با عامل میزان شن موجود در خاک حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق ها

به دلیل معنی دار نبودن مقدار ضرایب همبستگی محاسبه شده مربوط به همبستگی بین میزان شن موجود در خاک حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق‌ها با رشد طولی خندق‌ها (جدول۳)، می‌توان استنباط نمود که میزان شن موجود در خاک محل تشکیل پیشانی خندق‌ها تاثیری در نرخ رشد طولی خندق‌ها ندارد.

۳-۵- همبستگی بین رشد طولی خندق‌ها با عامل درصد نمک‌های محلول موجود در خاک حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق‌ها

با توجه به معنی دار بودن ضریب همبستگی محاسبه شده مربوط به تجزیه و تحلیل همبستگی بین درصد نمک های محلول موجود در خاک حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق ها در سطح ۹۵ درصد (جدول۳)، و وجود رابطه خطی با بیشترین ضریب همبستگی معادل r=۰/۹۷ ، می توان نتیجه گیری نمود که رشد طولی خندق‌ها تابعی از میزان درصد نمک های محلول موجود در خاک حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق ها است.

۳-٦- همبستگی بین رشد طولی خندق‌ها با عامل مساحت حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق‌ها

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل همبستگی بین مساحت حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق ها با رشد طولی خندق ها (جدول۳)، حاکی از معنی دار بودن ضریب همبستگی رابطه خطی بین مساحت آبخیز پیشانی خندق با رشد طولی آن معادل r=۰/۹۸، می توان نتیجه گرفت که عامل مذکور از مهمترین عوامل موثر در رشد طولی خندق است.

٤- ارائه مدل

برای ارائه مدل از نرم افزار پیشرفته آماری SPSS استفاده شده است. این نرم افزار از طرق مختلف این کار ار انجام می دهد، که در این تحقیق در ابتدا با استفاده از کلیه عوامل (روش Enter) مدل سازی صورت گرفت (رابطه۱ و جدول٤) سپس با حذف دو عامل درصد شیب کف خندق و درصد نمک های محلول که توسط نرم افزار صورت گرفت (روش Backward) مدل سازی انجام شد (رابطه۲ و جدول٤). لازم به ذکر است که روش Enter تنها به میزان ۰/۰۰۱٪ دقت بالاتری نسبت به روش Backward داشته است.

(رابطه۱):

Y=۳۲/۵۹ area+ ۰/۷۹۳ clay+ ٦۸/٤۳۸ salt- ۰/۲٦۲silt- ۰/۱۸۷ sand+ ۰/۲۰۲ slope+ ۱۹/۳۳۷

R= ۰/۹۹٦

(رابطه ۲):

Y= ٤۲/۹۲۱ area+ ۰/۸٦۷ clay- ۰/۲۹٤ silt- ۰/۲۲۰ sand+۲۳/٦۳۵

R= ۰/۹۹۵

جدول ٤- میزان برآورد شده رشد طولی خندق‌های مورد مطالعه با استفاده از دو روش Enter وBackward و تعیین میزان خطای هرکدام از مدلها

شماره خندق	رشد طولی اندازه گیری شده	رشد طولی تخمین زده شده به روش Enter	تفاوت رشد طولی اندازه گیری شده و تخمین زده شده به روش Enter (Foot)	تفاوت رشد طولی اندازه گیری شده و تخمین زده شده به روش Enter (Metter)	رشد طولی تخمین زده شده به روش Backward	تفاوت رشد طولی اندازه گیری شده و تخمین زده شده به روش Backward (Foot)	تفاوت رشد طولی اندازه گیری شده و تخمین زده شده به روش Backward (Metter)
۱	۲۰/٤	۲۰/٤۳٦	-۰/۰۳٦۷	-۰/۰۱۱۲	۲۰/۳۱۱۵۸	۰/۰۸۸٤۲	۰/۰۲٦۹
۲	۵۹/۵	۵۸/۹۷۲	۰/۵۲۷٤٤	۰/۱٦۰۸	۵۷/۸٦۰۸۹	۱/٦۳۹۱۱	۰/٤۹۹۹۲
۳	۵۳/۳۲	۵٦/٤۰۵٤	-۳/۱۳۰٤	-۰/۹۵٤	۵۵/۸۷۷٦۳	-۲/۵۵۷٦۳	-۰/۷۸۰۰۷
٤	۲۳/۹۳	۲۳/۷٦٤	۰/۱٦۵۵۲	۰/۰۵۰٤	۲٤/۰۱۹۰۸	-۰/۰۸۹۰۸	-۰/۰۲۷۱
۵	٦۵/٦۸	٦۵/۵۲۸	۰/۱۵۱۰٦	۰/۰٤٦۰	٦۵/٤۰۹۰۹	۰/۲۷۰۹۱	۰/۰۸۲٦۲
٦	٤٤/۸۲	٤۵/۱۵۰۷	-۰/۳۳۰۷	-۰/۱۰۰۸	٤۵/۲۹۷۰۱	-۰/٤۷۷۰۱	-۰/۱٤۵٤۸
۷	۲۷/۳٦	۲۷/۷٤٤	-۰/۳۸٤۳	-۰/۱۱۷۲	۲۷/٤۵۱۱۳	-۰/۰۹۱۱۳	-۰/۰۲۷۷
۸	۲۱/۹۲	۲۱/۳۳۲۳	۰/۵۸۷۷	۰/۱۷۹۲	۲۱/٦۸۰٦٦	۰/۲۳۹۳٤	۰/۰۷۲۹
۹	۲۳/٤٤	۲۳/۸۷۹	-۰/٤۳۹۰	-۰/۱۳۳۹	۲۲/۷۲۹۸۲	۰/۷۱۰۱۸	۰/۲۱٦٦
۱۰	۲۱/۹۷	۲٤/۳۳۱	-۲/۳٦۱۲	-۰/۷۲۰۱	۲۳/٤۲۷۰۸	-۱/٤۵۷۰۸	-۰/٤٤٤٤
۱۱	۱۰/٦۷	۹/۸٤۸۱٦	۰/۸۲۱۸٤	۰/۲۵۰٦	۹/۵٤٤۳٦	۱/۱۲۵٦٤	۰/۳٤۳۳
۱۲	۱۰/۰۵	۹/۸۵۵۸۸	۰/۱۹٤۱۲	۰/۰۵۹۲	۱۰/۷۳۱۱۵	-۰/٦۸۱۱۵	-۰/۲۰۷۷۵
۱۳	٤۳/٤۲	٤۳/۹۳۸	-۰/۵۱۸۰	-۰/۱۵۷۹	٤۵/٦۹٦٦٤	-۲/۲۷٦٦٤	-۰/٦۹٤۳
۱٤	۵۱/۱	۵۱/۹۷۲	-۰/۸۷۲۸	-۰/۲٦٦۲	۵۱/۳۱۹۱۱	-۰/۲۱۹۱۱	-۰/۰٦٦۸۲
۱۵	۵۱/۸۵	٤۸/۱۷٤	۳/٦۷۵٦٦	۱/۱۲۱۰	٤۷/۱۹۱٤٦	٤/٦۵۸۵٤	۱/٤۲۰۸۷
۱٦	۲۳/۵	۲٤/۵۷۰٦	-۱/۰۷۰٦	-۰/۳۲٦۵	۲٤/۱۹۵۰۳	-۰/٦۹۵۰۳	-۰/۲۱۱۹

۵- تعیین کمینه و بیشینه رشد طولی خندق ها در منطقه مورد مطالعه

از طریق مدل های بدست آمده و جایگذاری کمینه های عوامل اندازه گیری شده می توان کمینه رشد طولی خندق ها در منطقه بدست آورد.

$Y_{min(Enter\ m.)}$= ۳۲/۵۹(۰/۱۵۳)+۰/۷۹۳(۳/٦)+٦۸/٤۳۸(۰/۰۱۳۲)-۰/۲٦۲(۲۰/۸)-۰/۱۸۷(۳۱/٦)+۰/۲۰۲(۸)+۱۹/۳۳۷= ۱۸/۳۳ Foot = ۵/٦ m

$Y_{min(Backward\ m.)}$ = ٤۲/۹۲۱(۰/۱۵۳٤)+۰/۸٦۷(۳/٦)-۰/۲۹٤(۲۰/۸)-۰/۲۲(۳۱/٦)+۲۳/٦۳۵ = ۲۰/۲۷۵ Foot = ٦/۱۸۳ m

همچنین با جایگذاری بیشینه های عوامل اندازه گیری شده می توان بیشینه رشد طولی خندق ها در منطقه بدست آورد.

$Y_{max(Enter\ m.)}$=۳۲/۵۹(۱/۲۹)+۰/۷۹۳(۱۱/٦)+٦۸/٤۳۸(۰/۱۸)-۰/۲٦۲(٤۸/۸)-۰/۱۸۷(٦۷/٦)+۰/۲۰۲(۱۷)+۱۹/۳۳۷ = ٦۰/۸۸۷ Foot =۱۸/۵۷ m

$Y_{max(Backward\ m.)}$ = ٤۲/۹۲۱(۱/۲۹)+۰/۸٦۷(۱۱/٦)-۰/۲۹٤(٤۸/۸)-۰/۲۲(٦۷/٦)+۲۳/٦۳۵ = ۲۳/٦۳ Foot = ۱۸/۲٤ m

نتیجه گیری:

با توجه به همبستگی بین عوامل موثر در رشد طولی خندق ها با میزان رشد طولی اندازه گیری شده خندق ها توسط عکس های هوایی (جدول۳)، می توان نتیجه گیری نمود که بیشترین همبستگی را عواملی چون مساحت حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق ها، درصد نمک های محلول و میزان درصد رس داشته اند (در سطح۹۵٪). اما به دلیل سبک بودن بافت خاک حوزه آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق ها (جدول۲)، ممکن است میزان همبستگی درصد نمک های محلول نسبت به عوامل دیگر، کمتر یا بیشتر از R=۰/۹۷ باشد. به این دلیل که املاح موجود در خاک شسته شده و توسط رواناب خروجی از خندق خارج می شود و یا به افق های پائین تر خاک نفوذ می کند، که با نمونه برداری از کلیه افق های خاک سعی شده است تا حدودی از بروز این مشکل جلوگیری شود.

همچنین با توجه به روابط(۱و۲) و اینکه میزان همبستگی بالایی که نشان می دهند (R=۰/۹۹٦ و R=۰/۹۹۵) و با ملاحظه به جدول(٤) و اختلاف رشد طولی اندازه گیری شده و تخمین زده شده خندق ها می توان به پتانسیل رشد طولی خندق ها طی سال های آتی پی برد. مثلا خندق های شماره ۱، ۳، ٦، ۷، ۹، ۱۰، ۱۳، ۱٤و ۱٦ در روش Enter و خندق های شماره ۳، ٤، ٦، ۷، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱٤و ۱٦ در روش Backward تا حدودی عوامل دیگری غیر از عوامل بررسی شده از جمله: فاصله از راس خندق، اختلاف ارتفاع خندق، شیب دیواره، شیب آبراهه، حداکثر عمق خندق، ارتفاع راس خندق، عمق متوسط، عرض خندق، محیط سطح مقطع، عامل شکل، نسبت عرض به عمق، حجم مواد جابه جا شده در اثر فرسایش کناری و... تاثیر گذار بوده اند. اما در خندق های شماره ۲، ٤، ۵، ۸، ۱۱، ۱۲و ۱۵ در روش Enter و خندق های شماره ۱، ۲، ۵، ۸، ۹، ۱۱و ۱۵ در روش Backward پتانسیل رشد طولی خندق‌ها طی سال‌های آتی وجود خواهد داشت.

پیشنهادها:

۱- با توجه به تاثیر عواملی چون سطح حوزه آبخیز بالادست خندق ها، درصد رس، درصد نمک های محلول و شیب کف خندق ها، با تاثیرگذاری برروی سطح حوزه آبخیز بالادست خندق ها از طریق انحراف

رواناب ها به آبراهه ها تا حدودی از تاثیر آن کاهش داد. همچنین با کشت گیاهان شورپسند با توجه به اکولوژی منطقه و برداشت آنها تا حدودی از تاثیر درصد نمک های محلول کاست و در نهایت با کاهش شیب کف خندق ها، که این مورد نیز از طریق کشت گیاهان و سایر تمهیدات که اقتصادی باشند، امکان پذیر بوده و می توان از رشد وگسترش این نوع فرسایش در منطقه مقابله نمود.

۲- از آنجا که عامل رشد طولی خندق‌ها یکی از عوامل اصلی و شاخص پیش بینی رشد و گسترش فرسایش خندقی بوده و میزان تولید رسوب و در نتیجه سهم رسوبدهی این نوع فرسایش در مقایسه با سایر انواع فرسایش آبی زیاد می باشد، از اینرو، توصیه و پیشنهاد می شود، تحقیقات تکمیلی در زمینه رابطه بین رشد طولی خندق ها با تغییرات حجمی و تولید رسوب از یکسو و حدود تغییرات آن با انواع مختلف شکلی خندق ها شامل خندق های پیازی، جبهه ای و... نیز گردد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ:

۱- احمدی، حسن(۱۳۸۵): ژئومرفولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه تهران، جلد۱(فرسایش آبی)، چاپ سوم، ٦٨٨ صفحه.

۲- حشمتی، مسیب(۱۳۷۵): بررسی سازندهای مارنی منطقه قصرشیرین از نظر زمین‌شناسی و فرسایش، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی, دانشگاه تهران، ١٤٥ صفحه.

۳- عبدال، شهریور(۱۳۷٦): بررسی عوامل موثر بر ایجاد فرسایش خندقی و ارائه مدل در منطقه سوق از شهرستان دهد شت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی, دانشگاه تهران، ١٢٤ صفحه.

٤- قدوسی، جمال(۱۳۷۳): رشد و گسترش خندق ها. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، گزارش پژوهشی، ۲۸ صفحه.

۵- قدوسی، جمال(۱۳۸۲): مدل سازی مرفولوژی فرسایش خندقی و پهنه بندی خطر آن(مطالعه موردی حوزه آبخیز زنجانرود)، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ٣٦٨صفحه.

٦- کریمی، محمد(۱۳۷۷): بررسی عوامل موثر در فرسایش خندقی و معرفی مناسب ترین راه های مهار آن در منطقه زهان قائن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی, دانشگاه تربیت مدرس، ۱۹۲ صفحه.

۷- Felfoar, Mlaouhi, Boussema, Snane(۱۹۹۹): Assesment of the influence of the lithology and rainfall events on gully erosion in Owed maize watershed in central Tunisia, ۲nd inter Regional conference in environmental-water۹۹

۸- Harley. D. Betts and Ronald .Cde Rose(۱۹۹۹): Digital elevation models as a tool for manitoring and measuring gully erosion. ITC, Volume۱-Issue ۲- ۹۱- ۱۰۱pp.

۹- Vandekerckhove.L. Nachtergaele.J, Poeson.J, Oostwoud Wijdense. D(۲۰۰۲): Medium - term evolution of a gully developed in a loss derived soil. Geomorphology ٤٦(۲۰۰۲),۲۲۳-۲۳۳.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی