بررسی آستانه توپوگرافی و عوامل موثر بر رسوب‌زایی و گسترش خندق‌ها در منطقه نی‌ریز استان فارس

سیدمسعود سلیمان‌پور*[1]، مجید صوفی[2] و حسن احمدی[3]

[1] دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

[2] استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، ایران

[3] استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ٨٦/٤/٢٤، تاریخ تصویب: ٨٧/٣/٢٧)

چکیده

فرسایش خندقی به دلیل تولید رسوب و زیان‌های فراوانی که در نتیجه تخریب اراضی، راه‌ها و سازه‌های عمرانی در استان فارس وارد می‌نماید اهمیت ویژه‌ای دارد. در این تحقیق ١٥ خندق فعال و معرف از نظر ویژگی‌های مورفومتریک، گزینش شدند. طول خندق،عمق، عرض بالا و پایین و حجم فرسایش در آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای تعیین عوامل موثر در گسترش و رسوب‌زایی خندق‌ها، با بهره‌گیری از روش Stepwise در نرم‌افزار SPSS تحلیل آماری صورت گرفت. نتایج نشان می‌دهد، رسوب تولیدی ناشی از گسترش خندق‌ها در نی‌ریز تابع سه متغیر گستره آبخیز، درصد سیلت و شن در آبخیز واقع در بالای پیشانی خندق‌ها است. این نتایج دلالت بر غالب بودن رواناب سطحی به عنوان فرآیند هیدرولوژیک عمده در گسترش خندق‌ها در این منطقه دارد. بررسی آستانه پستی و بلندی نشان داد به علت منفی شدن توان (b) فرایند رواناب سطحی غالب است و با نتایج محققان خارجی همخوانی دارد. هم‌چنین این نتایج بیانگر تاثیر ویژگی حوزه آبخیز و سازند زمین‌شناسی در تولید رسوب ناشی از فرسایش خندقی است. کاهش سطوح لخت و بدون پوشش از راه استقرار پوشش گیاهی، ایجاد بانکت در بالا دست خندق‌ها به‌منظور کاهش سطح تولید کننده رواناب و احداث بندهای خاکی کوچک‌تر از یک متر برای کمک به استقرار پوشش گیاهی و کاهش پیشروی خندق‌ها توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: فرسایش خندقی، تولید رسوب، رواناب سطحی، گسترش خندق‌ها، نی‌ریز

* نویسنده مسئول: تلفن: ٠٩١٧-٣١١٦٩٨٣ فاکس: ٠٢١-٤٤٨٦٥١٠٥ E-mail: m.soleimanpour@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

یکی از مهم‌ترین انواع فرسایش آبی، فرسایش خندقی است که موجب بروز آسیب‌ها و زیان‌های زیادی می‌شود. این نوع فرسایش باعث کاهش امکان تردد وسایل نقلیه و ماشین‌های کشاورزی می‌شود و در نتیجه هزینه ارتباطات افزایش می‌یابد و در برخی موارد موجب فساد تولیدات کشاورزی به دلیل نبود راه‌های ارتباطی می‌شود. هم‌چنین هدر رفت خاک چندین برابر بیشتر از فرسایش سطحی و شیاری است، که پیامد آن پرشدن مخازن سدها، کاهش ظرفیت انتقال آبراهه‌ها، رودخانه‌ها و تخریب اراضی کشاورزی پایین‌دست آن‌ها می‌باشد. علاوه بر این، هزینه بسیار زیادی برای کاهش گسترش خندق‌ها صرف می‌شود (Montgomery & Dietrich, 1994).

(Ahmadi, 2007)، در تعریف خندق مکان به‌وجود آمدن آن‌را مدنظر می‌گیرد و بر این باور است که این نوع فرسایش در شیب‌های بیشینه تا ۱۵ درصد و در دشت‌ها و دشت سرها و کمتر روی دامنه‌ها ایجاد می‌شود.

خندق یک آبراهه با کناره‌های دارای شیب تند و یک پیشانی فرسایشی پر شیب و فعال می‌باشد که با فرسایش ناشی از جریان سطحی متناوب (به‌طور معمول در طی یا پس از ریزش باران‌های شدید) ایجاد شده است (Poesen et al., 2003).

بیشتر محققان داخلی و خارجی عواملی مانند تخریب اکوسامانه‌های طبیعی، کاربری نادرست اراضی، تخریب پوشش و چرای بیرویه دام، تغییرات اقلیمی و وضعیت زمین‌شناسی و دخالت انسان در عرصه های طبیعی را از مهم ترین علل ایجاد و گسترش خندق می‌دانند (Soufi, 2004).

به طور کلی فرسایش خندقی از دو نظر در بین انواع فرسایش آبی اهمیت دارد. اول این که تحقیقات کمی درباره آن صورت گرفته و کمبود داده‌ها درباره آن احساس می‌شود زیرا تحقیقات زیادی درباره فرسایش پاشمان (بارانی) و سطحی و شیاری در چند دهه اخیر صورت گرفته است و دلیل آن نیز گسترش و ارایه مدل‌های فرسایش برای برآورد فرسایش شیاری و بین شیاری RUSLE, USLE، WEPP, MUSLE و ... است. دوم این‌که فرسایش خندقی چندین برابر فرسایش سطحی تولید رسوب دارد که برای مخازن سدهای احداث شده، هدر رفت خاک حاصل‌خیز تولید شده و رسوب‌گذاری رودخانه‌ها بسیار مهم است (Poesen et al., 2003).

یکی از زمینه‌های جالب توجه، تعیین سهم فرسایش خندقی به کل رسوب تولیدی در اکوسامانه‌های مختلف است. پاسخ به این پرسش بسیار دشوار است ولی نتایج برخی از تحقیقات در این زمینه نشان می‌دهد که سهم فرسایش خندقی از ۱۰ تا ۹۴ درصد تغییر می‌کند و عوامل پرشماری در تغییر سهم آن دخیل هستند که عبارتاند از: عوامل مکانی، زمانی، کنترل‌ها و کنش‌های محیطی، نوع خاک، کاربری اراضی، پستی و بلندی، آب و هوا و غیره می‌باشد، هم‌چنین در تحقیقی در ۲۲ حوزه آبخیز در اسپانیا دیده شد که میزان تولید رسوب در حوزه‌هایی که در آن‌ها اثری از فرسایش خندقی نیست برابر ۰/۷۴ تن در هکتار در سال می‌باشد، اما در حوزه‌های همانند که آثار فرسایش خندقی یافت می‌شود این میزان به ۲/۹۷ تن در هکتار در سال می‌رسد (Nachtergaele et al., 2002).

(Poesen et al., 2003) یکی از اولویت‌های تحقیقات فرسایش خندقی را بررسی تأثیر عوامل مختلف گستره آبخیز، شیب و پوشش گیاهی در گسترش خندق‌ها بیان نموده‌اند، و با وجود چند تحقیق انجام شده نتایج حتی در شرایط همانند متفاوت است که علت آن را اختلاف در روش‌های اندازه‌گیری و تحقیق بیان کرده‌اند.

خندق‌های منطقه نی‌ریز گستره‌ای معادل ۶۶/۳۴ هکتار را در بر می‌گیرند. با توجه به مشاهده‌های میدانی به‌نظر می‌رسد عوامل مختلفی در ایجاد و گسترش خندق‌ها و تولید رسوب در حوزه آبخیز نی‌ریز نقش دارند که از جمله می‌توان به میزان بارندگی و رخداد سیلاب، جاده‌سازی و احداث پل و در نتیجه تمرکز جریان، فرسایش‌پذیری خاک، تخریب پوشش گیاهی، تغییر کاربری اراضی و بهره‌برداری نامناسب توسط انسان، حساس بودن مواد مادری به دلیل شرایط ویژه منطقه از لحاظ وجود آبرفت دوره چهارم که حساس به فرسایش می‌باشند، اشاره نمود. تاکنون مشخص

Archive of SID

www.SID.ir

نشده است که آبخیزهای دارای فرسایش خندقی که دشواری‌های فراوان را در زیر بخش‌های کشاورزی و منابع طبیعی، تخلیه آب زیرزمینی، تخریب اراضی، راه‌ها، پل‌ها و روستاها ایجاد می‌کنند از نظر ویژگی‌های آبخیز (مانند گستره آبخیز و شیب خندق)، ویژگی‌های زمین‌شناسی و خاک، چه عواکنش‌های متفاوتی از نظر فرسایش خندقی از خود نشان می‌دهند؟

این تحقیق علاوه بر مشخص کردن عوامل مؤثر در گسترش خندق‌ها و ارایه راهکارهایی برای کاهش گسترش خندق‌ها، به روشن‌سازی خلاءهای علمی در اکوسامانه‌های ایران کمک خواهد کرد و به پرسش‌های زیر نیز پاسخ می‌دهد:

١- چه عواملی از ویژگی‌های حوزه آبخیز و سازند زمین‌شناسی، مانند گستره آبخیز، بافت خاک، شیب، و ... در تولید رسوب ناشی از فرسایش خندقی نقش دارند؟

٢- تعیین آستانه پستی و بلندی برای گسترش خندق‌ها و تعیین نوع فرآیند غالب هیدرولوژیک.

٣- میزان تولید رسوب ناشی از فرسایش خندقی در منطقه نی‌ریز چه میزان است؟

مروری بر پژوهش‌های گذشته

در دهه آخر سده بیستم محققان آمریکایی (Montgomery & Dietrich, 1994) و اروپایی (Vandekerckhov et al., 1998) سعی نمودند با برقراری روابطی به تعیین فرآیندهای غالب هیدرولوژیک برای ایجاد یا گسترش خندق بپردازند. مبحث یاد شده به‌عنوان آستانه پستی و بلندی برای ایجاد یا گسترش خندق‌ها مطرح شد که به صورت رابطه توانی بین شیب و گستره آبخیز $S = aA^b$ می باشد. که در آن S شیب و A گستره حوزه آبخیز در بالای پیشانی خندق و a,b ضریب‌های‌هایی هستند که بسته به نوع منطقه متفاوت می‌باشند.

(Montgomery & Dietrich, 1994) آستانه پستی و بلندی را حد و مرزی دانسته‌اند که در صورتی که میزان گستره و شیب بالای پیشانی خندق‌ها از آن حد تجاوز نماید، فرسایش خندقی رخ خواهد داد. برای نشان دادن آستانه پستی و بلندی از رابطه گستره و شیب به صورت $SA^b>t$ بهره‌گیری نمودند که در آن S و A به ترتیب شیب و گستره حوزه بوده و b توان منطقه‌ای گستره و t عدد آستانه پستی و بلندی است. در این رابطه عدد مثبت برای توان b نشان‌دهنده عملکرد فرآیند زیرسطحی و عدد منفی نشانگر عملکرد جریان سطحی می‌باشد.

در تحقیق دیگری توسط Vandekerckhov et al., (2000) از رابطه شیب و گستره بالای پیشانی خندق‌های موجود در مناطق مدیترانه‌ای اروپا بهره‌گیری شد و نتیجه می‌گیرند که رابطه معکوس شیب با گستره نشانه تأثیر رواناب سطحی در ایجاد خندق‌ها و رابطه مثبت نشانه تأثیر رواناب زیر سطحی در ایجاد آن است. آن‌ها نتیجه گرفتند که در صورت وجود پوشش گیاهی مناسب و ریشه کافی گیاهان در ایجاد مقاومت در برابر فرسایش، حد آستانه شیب برای ایجاد خندق بسیار بالاتر از مناطق با پوشش گیاهی تخریب شده است.

(Nachtergaele et al., 2002) در تحقیق خود در کمربند لسی بلژیک متوجه شدند که معادله‌های مربوط به آستانه پستی و بلندی برای انواع مختلف خندق‌ها تفاوت دارد. به عنوان مثال آن‌ها در برقراری روابط موجود برای خندق‌های عمیق (عمق بیشتر از ٠/٨ متر) و خندق‌های کم عمق (عمق کوچک‌تر از ٠/٨ متر) متوجه شدند که توان b خندق‌های عمیق، بزرگ‌تر است که نشان‌دهنده عملکرد موثر رواناب سطحی در عمیق شدن بیشتر این خندق‌ها دارد. در این روابط گستره (A) و شیب (S) و a و b ضریب‌های منطقه‌ای هستند (روابط ٢ و ١).

رابطه ١- خندق کم‌عمق (کمتر از ٠/٨ متر)

$$S = aA^b = 0.020A^{-0.141}$$

رابطه ٢- خندق عمیق (بیش از ٠/٨ متر)

$$S = 0.0578A^{-0.152}$$

همان‌طورکه دیده می‌شود اگرچه توان b در دو گروه نزدیک به یکدیگر است اما ضریب a در خندق عمیق نزدیک ٣ برابر ضریب a در خندق کم‌عمق می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

(Vandekerckhov et al., 2003) در بررسی پیشروی طولی خندق‌های جنوب شرقی اسپانیا و رابطه آن با ویژگی‌های آبخیز، ریخت‌شناسی خندق، کاربری اراضی و ویژگی‌های خاک دریافتند که حجم فرسایش خندقی رابطه توانی با گستره آبخیز در بالا دست خندق‌ها دارد که نمای b آن با تغییر مقیاس زمانی تحقیق از کوتاه به بلندمدت افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده افزایش اهمیت سطح آبخیز یا به‌عبارتی رواناب سطحی در گسترش خندق‌ها در مناطق خشک و نیمه خشک است. تفاوت در حجم فرسایش در مقیاس‌های زمانی کوتاه و میان مدت نشانه تأثیر مهم تغییرات کاربری اراضی و اقدام‌های ناموفق مدیریت اراضی در تولید رسوب در خندق‌ها و تغییرات دوره‌ای پیشروی طولی آن است و به‌طور معمول رسوبات بیشتری در مقیاس‌های زمانی میان مدت (۱۰ تا ۳۰ سال) به‌دست آمده است تا دوره بررسی کوتاه مدت (کمتر از ۵ سال)، ولی تفاوت معنی‌دار نبوده است.

(Poesen et al., 2003) یکی از دلایل مهم در رابطه با سرعت شکل‌گیری و گسترش فرسایش خندقی، را تغییر وضعیت و رفتار فرسایش خندقی در طول زمان دانسته‌اند. (Alizade, 1989) به نقل از (Morgan, 1979)، فرسایش خندقی را پدیده‌ای با واکنش‌های بین عوامل مؤثر در آن، شامل حجم، سرعت و نوع رواناب، نوع و حساسیت خاک به فرسایش، تغییرات ایجاد شده در حفاظ روی خاک (اعم از پوشش گیاهی و یا پوشش‌های غیرزیستی)، کاربری اراضی و اقدام‌ها و عملیات عامل انسانی در مناطق مختلف معرفی نموده‌اند.

(Vanwalleghem et al., 2005) در یک بررسی که بر روی خندق‌های عمیق و کم عمق در کمربند لسی اروپا انجام دادند عنوان کردند که حجم خاک از دست رفته در خندق عمیق ۲ برابر خندق کم عمق می‌باشد. آنان اضافه کردند که خندق‌های عمیق در شیب‌های تند و کوتاه تشکیل می‌شود.

(Heydari, 2004) در تحقیقی با عنوان بررسی سازوکار فرسایش خندقی در استان کرمان، به بررسی عوامل موثر در گسترش خندق‌ها با بهره‌گیری از اندازه‌گیری حجم آن‌ها پرداخته است. ایشان پس از گزینش چندین خندق در سه منطقه (بافت،رابر و راین) اندازه‌گیری‌های زیر را در طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۷۴ به‌صورت سالانه انجام دادند. ۱- میزان بارندگی سالیانه. ۲- عرض بالا و پایین، طول خندق، شیب کف خندق، شیب عمومی و حوزه زهکشی خندق با بهره‌گیری از روش مساحی در منطقه. ۳- بافت خاک، pH و EC. سپس تجزیه و تحلیل آماری به کمک روش رگرسیون گام به گام انجام شد. در معادله نهایی، متغیرهای سطح آبخیز، درصد رس، EC، طول خندق، pH، شیب عمومی منطقه و عرض خندق قرار داده شد و میزان ضریب همبستگی (r) برابر ۰/۹۶، ضریب تبیین اصلاح شده (R^2) ۰/۹۴ و انحراف معیار ۲/۸۶ در سطح ۱ درصد به‌دست آمد. در نهایت با توجه به متغیرهایی که در معادله نهایی قرار داده شد، ایشان نتیجه گرفتند که عوامل موثر در گسترش خندق‌ها در استان کرمان گستره آبخیز و شیب بالای پیشانی خندق‌ها بوده و لذا دلالت بر تاثیر مهم رواناب سطحی که اغلب در اثر تغییر کاربری اراضی به وجود آمده دارد.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های منطقه مورد بررسی

منطقه نی‌ریز در شرق استان فارس، در محدوده طول جغرافیایی ۵۴ درجه، ۲۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۵۴ درجه، ۲۳ دقیقه و ۰۳ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه، ۱۳ دقیقه و ۰۵ ثانیه تا ۲۹ درجه، ۱۴ دقیقه و ۴۰ ثانیه شمالی قرار گرفته است. منطقه تحت اشغال خندق در نقشه‌های پستی و بلندی ۱:۲۵۰۰۰۰ شماره NH 40-9 نی‌ریز، ۱:۵۰۰۰۰ نی‌ریز و ۱:۲۵۰۰۰ شماره ۶۸۴۸ IINW نی‌ریز واقع شده است (شکل۳و۲).

این منطقه بر روی آبرفت دوره چهارم ایجاد شده است که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ نی‌ریز قرار دارد .ارتفاع میانگین منطقه ۱۶۳۰متراز سطح دریا و شیب میانگین منطقه ۳ درصد می‌باشد. تیپ اراضی در این منطقه دشت دامنه‌ای است. اقلیم منطقه بر پایه روش دومارتن گسترده اقلیم خشک بیابانی سرد است. میانگین دمای سالانه معادل

Archive of SID

www.SID.ir

١٨ درجه سلسیوس و میزان میانگین بارندگی سالانه بنابر آمار ٢٤ ساله برابر با ٢٠٩/٢ میلی‌متر می‌باشد. بیشینه بارندگی روزانه در یک دوره ١٨ ساله برابر با ١٤٥/ ٥ میلی‌متر بوده است.

در زمینه وضعیت کاربری اراضی، منطقه مورد بررسی دارای ٤/٧٥٨ کیلومتر مربع اراضی لخت و بایر ، ١/٦٦ کیلومتر مربع اراضی زراعی آبی و ٠/٣٧ کیلومتر مربع اراضی باغی می‌باشد. منطقه مورد بررسی ٦٧٨/٢٨ هکتار وسعت دارد که از این سطح، ٦٦/٣٤ هکتار دارای فرسایش خندقی می‌باشد. نوع خندق جانبی و مقطع عرضی آن U شکل است. خندق‌ها در دشت واقع شده‌اند، طرح و نقشه عمومی آن‌ها پنجه‌ای و طرح و نقشه پیشانی خندق نوک‌دار می‌باشد (Soleimanpour, 2007).

روش تحقیق

در آغاز یک حوزه آبخیز دارای فرسایش خندقی در هر یک از اقلیم‌های تعیین شده به روش دومارتن اصلاح شده و دارای فرسایش خندقی تعیین شد. مرز حوزه آبخیز و مرز فرسایش خندقی بر روی نقشه پستی و بلندی ١:٢٥٠٠٠ (سال١٣٧٣) و با بهره‌گیری از نرم‌افزار Arc view و سامانه داده‌های جغرافیایی (GIS) مشخص و ترسیم شد. سپس با توجه به نامشخص بودن شمار خندق‌ها در منطقه، بهره‌گیری از فرمول Cochran برای به دست آوردن اندازه نمونه میسر نبود، بدین سبب به‌صورت تجربی ١٥ خندق به منظور اندازه‌گیری حجم فرسایش خندقی و ویژگی‌های حوزه آبخیز واقع در بالای پیشانی آن‌ها بر روی نقشه پستی و بلندی ١:٢٥٠٠٠ (١٣٧٣) و در صحرا (١٣٨٥) تعیین شد. با اندازه‌گیری طول هر خندق و مشخص کردن آن در صحرا، میزان پیشروی طولی آن مشخص شد. حجم فرسایش خندقی پس از ١٣٧٣ با تعیین و اندازه گیری مقاطع عرضی در صحرا تعیین شد. با ملاحظه میدانی خندق‌ها و نقشه عمومی آن‌ها، فاصله مناسب برای تعیین مقاطع عرضی و اندازه‌گیری آن‌ها در طول خندق، که هم تغییرات را به حد کافی در نظرگیرد و هم اقتصادی باشد (فاصله ٤ متری) مشخص شد که در هر مقطع ابعاد خندق شامل عمق، عرض بالاو پایین اندازه‌گیری میدانی شد و حجم فرسایش خندقی از مجموع حجم‌های جزئی در خندق‌ها به دست آمد. حجم جزئی از ضرب میانگین دو مقطع مجاور در فاصله بین آن‌ها تعیین شد. سپس اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های حوزه آبخیز خندق‌های برگزیده مانند گستره و شیب واقع در بالادست پیشانی خندق در صحرا و برخی دیگر مانند تراکم توسط نقشه‌های پستی و بلندی و نرم افزار Arc view صورت گرفت.

گستره آبخیز واقع در بالای پیشانی هر خندق پس از تعیین نقاط ارتفاعی و اندازه‌گیری گستره با بهره‌گیری از متر، شیب بالای پیشانی هر خندق به کمک شیب سنج، ضریب شکل توسط فرمول ضریب شکل محاسبه شد. درصد پوشش گیاهی، سنگ‌ریزه و خاک لخت در آبخیز واقع در بالای پیشانی هر خندق برگزیده با قرار دادن تصادفی دست‌کم ١٠ کرت یک مترمربعی در امتداد ترانسکت اندازه‌گیری شد و از هر خندق در فاصله ٥٠ درصدی طول از پیشانی خندق به سمت پایین دست، نمونه خاک برداشت و درصد رس، سیلت و شن، OM, SP, EC, PH، بافت خاک و وزن مزمینه ظاهری (توسط استوانه‌های فلزی استاندارد) در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد و در نهایت رابطه بین حجم فرسایش و عوامل مرتبط با بهره‌گیری از روش Stepwise در نرم‌افزار SPSS، تعیین و تحلیل آماری انجام شد.

نتایج

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در حوزه آبخیز دارای فرسایش خندقی در نی‌ریز، تراکم زهکشی معادل ٠/٩ کیلومتر در کیلومترمربع می‌باشد (جدول١) که با ایجاد فرسایش خندقی در برخی از آن‌ها در تولید رسوب ناشی از فرسایش خندقی نقش دارند. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری در سطح کرت‌ها نشانگر این واقعیت است که بالغ بر ٩٠ درصد از سطح آبخیز خندق‌ها را خاک لخت تشکیل می‌دهد و میزان درصد پوشش گیاهی و سنگ‌ریزه کمتر از ١٠ درصد است. سطح لخت بدون پوشش گیاهی می‌تواند

Archive of SID

www.SID.ir

در تولیـد روانـاب سـطحی نقـش چـشم‌گیـری داشـته باشد(جدول۲).

جدول ۱- نتایج اندازه‌گیری طول و تراکم آبراهه، در حوزه آبخیز نی‌ریز (Soleimanpour, 2007)

طول تجمعی آبراهه (m)	طول آبراهه (m)	شمار تجمعی آبراهه	شمار آبراهه	شماره (درجه) آبراهه
۱۳۸۰/۹۶	۱۳۸۰/۹۶	۲۰	۲۰	۱
۴۹۱۲/۳۴	۳۵۳۱/۳۸	۲۶	۶	۲
۶۱۲۰/۰۷	۱۲۰۷/۷۳	۲۸	۲	۳
$D.D = \frac{\sum L}{A} = \frac{6/12007}{6/7828} = 0/90\left(Km/Km^2\right)$ تراکم زهکشی				

جدول ۲- درصد خاک لخت، سنگ‌ریزه سطحی و پوشش گیاهی در آبخیز بالای پیشانی خندق‌های برگزیده نی‌ریز (Soleimanpour, 2007)

شماره خندق	کرت		
	درصد خاک لخت	درصد سنگ‌ریزه سطحی	درصد پوشش گیاهی
۱	۹۸	۲	۰
۲	۹۴	۰	۶
۳	۹۷	۳	۰
۴	۹۸	۲	۰
۵	۹۸	۲	۰
۶	۹۶	۲	۲
۷	۹۸	۲	۰
۸	۹۶	۴	۰
۹	۹۹	۰	۱
۱۰	۹۹	۱	۰
۱۱	۹۸	۲	۰
۱۲	۹۷	۳	۰
۱۳	۹۸	۲	۰
۱۴	۹۹	۱	۰
۱۵	۹۸	۲	۰

میزان میانگین رسـوب تولیـدی در خنـدق‌هـای برگزیـده نی‌ریز، ۱۳۷/۶۰ متر مکعب در یک دوره ۱۳ سـاله (۱۳۸۵-۱۳۷۳)، یا ۱۰/۵۸ متر مکعب در سال می‌باشد، کمینه این میزان ۲/۲۲۵ متر مکعب در خندق شـماره ۶ و بیـشینه آن ۷۱۵/۴۰ متر مکعب در خندق شماره ۴ انـدازه‌گیـری شـد، هم‌چنین گستره آبخیز بالای هدکت در منطقه نی‌ریـز بـین ۵۳/۷۸ متر مربع در خندق شماره ۲ تا ۱۴۵۶/۴۵ متر مربع در خندق شماره ۱۱ متغیر بوده است. میانگین شیب بـالای پیشانی خندق ۳/۳۸ درصد می‌باشد کـه بـین ۳ درصـد در خندق شماره ۶ تا بیشینه ۳/۸ درصـد در خنـدق شـماره ۸ تغییر می‌کند، به عبارت دیگرخندق‌های منطقه نـی‌ریـز در شیب کمتر از ۵ درصد واقـع شـده‌انـد (جـدول۳). بیـشتر آبخیز خندق‌های مورد تحقیق دارای ضریب شکل کوچک‌تر از ۰/۵ بوده به‌عبارت دیگر بیانگر کشیده بودن آبخیز آن‌هـا

Archive of SID

www.SID.ir

است که در برخی موارد آبخیزهای کشیده‌تر دارای فرسایش بیشتری نیز بوده‌اند (جدول ۳).

بافت خاک به‌طور عمده لومی می‌باشد. دانه‌بندی ذرات خاک در آبخیز خندق‌های نی‌ریز نشان می‌دهد که درصد میانگین رس، سیلت و شن به ترتیب معادل ۱۹/۵۸، ۳۱/۲۰، ۴۹/۲۱ بوده است. گرچه بنا به نظر (Richter & Negendank, 1977) که فرسایش‌پذیرترین خاک‌ها را با ۴۰ تا ۶۰ درصد سیلت می‌داند، ولی خاک منطقه مورد بررسی با ۳۱/۲۰ درصد میانگین و کمینه ۲۲ درصد و بیشینه ۴۱ درصد دارای فرسایش شدید خندقی است. میزان میانگین رس منطقه خندقی با میزان ۱۹/۵۸ درصد در محدوده اعلام شده توسط (Evans, 1980)، بین ۹ تا ۳۰ درصد برای خاک‌های فرسایش‌پذیر قرار دارد. میزان ماده آلی بین ۰/۱۷۲ تا ۱/۰۲۲ درصد متغیر است، که با در نظر گرفتن آستانه ۳/۵ درصدی ماده آلی برای جداسازی خاک‌های فرسایش‌پذیر، این منطقه دارای ماده آلی لازم، برای مقاومت در برابر فرسایش آبی نیست. وزن مزمینه ظاهری خاک بین ۱/۰۳ تا ۱/۴۸ گرم در سانتی‌متر مکعب و میزان EC بین ۰/۶۵ تا ۴/۳۵ دسی زیمنس در متر متغیر می‌باشد که خود بیان‌کننده وضعیت ناپایدار خاک است (جدول۴).

جدول ۳- ویژگی‌های آبخیز در بالای هدکت خندق‌های نی‌ریز و حجم رسوب تولیدی (Soleimanpour, 2007)

شکل حوزه	ضریب شکل حوزه	شیب آبخیز در بالای پیشانی خندق (٪)	طول مسیر بالای خندق (m)	گستره آبخیز بالای خندق (m^2)	میزان رسوب تولیدی (m^2)	طول خندق (m)	شماره خندق
گرد	۰/۷۱	۳/۷	۳/۴۰	۷۹/۰۹	۲/۶۸۳	۷/۱۰	۱
گرد	۰/۸۶	۳/۶	۲/۱۰	۵۳/۷۸	۸/۳۵۲	۵/۸۰	۲
کشیده	۰/۴۷	۳/۴	۱/۰۰	۷۳/۳۶۵	۲۰/۵۲۰	۱۱/۴۰	۳
کشیده	۰/۱۶	۳/۵	۱۲/۷۰	۱۳۹۷/۲۶	۷۱۵/۴۰۰	۷۸/۴۰	۴
کشیده	۰/۳۰	۳/۶	۵/۴۰	۱۷۱/۵۵	۶۰/۷۵۶	۱۸/۳۰	۵
گرد	۰/۸۳	۳	۲/۰۰	۶۶/۴۱۵	۲/۲۲۵	۶/۹۰	۶
کشیده	۰/۴۰	۳/۲	۴/۱۵	۳۱۹/۴۴	۵۴/۰۰۰	۲۳/۸۶	۷
کشیده	۰/۴۳	۳/۸	۸/۷۰	۷۰۳/۷۳۵	۱۰۸/۴۱۴	۳۱/۷۰	۸
کشیده	۰/۴۲	۳	۹/۳۰	۲۶۴/۲۵	۲۶/۵۲۰	۱۵/۶۰	۹
کشیده	۰/۲۹	۳/۲	۶/۷۵	۲۰۹/۹۳	۲۶/۰۸۴	۲۰/۱۰	۱۰
کشیده	۰/۲۶	۳/۱	۴/۰۰	۱۴۵۶/۴۵	۷۰۳/۸۷۱۸	۷۰/۶۵	۱۱
کشیده	۰/۲۳	۳	۶/۶۵	۶۱۴/۳۸	۲۲۸/۴۵۰	۴۴/۳۰	۱۲
گرد	۰/۶۲	۳/۸	۹/۴۰	۳۱۸/۴۴	۹/۴۳۲	۱۳/۱۰	۱۳
کشیده	۰/۳۳	۳/۵	۱۲/۹۰	۳۰۰/۳۳۵	۱۷/۷۳۰	۱۷/۵۰	۱۴
کشیده	۰/۳۱	۳/۳	۵/۵۰	۴۱۳/۸۲۵	۷۹/۵۶۰	۳۰/۶۰	۱۵

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- نتایج خاک‌شناسی در خندق‌های برگزیده نی‌ریز (Soleimanpour, 2007)

شماره خندق	درصد ذرات خاک			بافت	درصد رطوبت اشباع (٪SP)	اسیدیته کل اشباع pH	وزن زمینه ظاهری (gr/cm^3)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع EC_e (ds/m)	ماده آلی(٪)
	شن	سیلت	رس						
۱	۴۰/۰۰	۴۰/۰۰	۲۰/۰۰	لوم	۴۴/۲۷	۷/۶۱	۱/۳۷	۱/۹۶	۰/۶۶۲
۲	۴۹/۰۰	۳۲/۰۰	۱۹/۰۰	لوم	۴۱/۵۱	۷/۶۲	۱/۴۱	۱/۵۶	۰/۵۴۰
۳	۶۳/۱۲	۲۲/۰۰	۱۴/۸۸	لوم-شنی	۳۹/۹۰	۷/۵۸	۱/۴۴	۰/۷۷	۱/۰۲۲
۴	۳۲/۱۲	۴۱/۰۰	۲۶/۸۸	لوم	۴۲/۶۱	۷/۵۱	۱/۰۳	۳/۰۴	۰/۲۰۴
۵	۴۹/۱۲	۲۸/۰۰	۲۲/۸۸	لوم	۴۲/۳۳	۷/۳۶	۱/۳۷	۳/۶۰	۰/۱۷۲
۶	۴۵/۱۲	۳۷/۰۰	۱۷/۸۸	لوم	۴۰/۵۴	۷/۶۶	۱/۴۸	۲/۳۶	۰/۶۸۱
۷	۴۷/۸۴	۳۵/۳۶	۱۶/۸۰	لوم	۲۷/۲۹	۷/۲۶	۱/۲۶	۴/۳۵	۰/۵۷۸
۸	۵۱/۱۲	۲۸/۰۰	۲۰/۸۸	لوم	۴۱/۳۴	۷/۴۸	۱/۱۳	۲/۸۹	۰/۱۷۰
۹	۵۵/۱۲	۲۹/۰۰	۱۵/۸۸	لوم-شنی	۳۶/۶۳	۷/۷۰	۱/۴۳	۰/۶۵	۰/۴۴۲
۱۰	۵۳/۱۲	۲۸/۰۰	۱۸/۸۸	لوم-شنی	۳۵/۸۲	۷/۸۷	۱/۳۸	۰/۷۶	۰/۶۸۳
۱۱	۷۰/۰۴	۲۶/۰۰	۳/۹۶	لوم-شنی	۳۹/۹۰	۷/۲۱	۱/۰۳	۳/۷۸	۰/۳۰۶
۱۲	۴۳/۱۵	۳۱/۴۵	۲۵/۴۰	لوم	۲۹/۴۱	۷/۶۰	۱/۰۶	۴/۱۷	۰/۴۸۲
۱۳	۵۰/۲۶	۲۷/۲۰	۲۲/۵۴	لوم	۳۳/۲۵	۷/۳۲	۱/۱۸	۲/۶۴	۰/۵۳۷
۱۴	۴۷/۳۶	۳۰/۰۰	۲۲/۷۴	لوم	۴۱/۶۸	۷/۲۴	۱/۳۷	۰/۹۵	۰/۲۴۱
۱۵	۴۱/۷۳	۳۳/۱۰	۲۵/۱۷	لوم	۳۸/۷۴	۷/۸۱	۱/۲۲	۳/۷۴	۰/۷۱۶

Archive of SID

www.SID.ir

عوامل مؤثر در تولید رسوب خندق‌های نی‌ریز

برای تعیین مؤثرترین عوامل در تولید رسوب، میزان حجم گسترش خندق به عنوان رسوب تولیدی و متغیر وابسته (Y)، و عوامل زیر به‌عنوان متغیرهای مستقل (X_1 تا X_{10})،در نرم‌افزار spss با بهره‌گیری از روش Step wise مورد بررسی قرار گرفتند: گستره آبخیز (X_1)، درصد پوشش گیاهی (X_2)، درصد خاک لخت (X_3)، درصد سنگ ریزه سطحی (X_4)، درصد شیب (X_5)، درصد رس (X_6)، درصد سیلت (X_7)، درصد شن (X_8)، EC (X_9)، ضریب شکل (X_{10}). جدول ۵، دامنه تغییرات متغیرهای مستقل مورد بهره‌گیری در معادله رگرسیونی را نشان می‌دهد.

جدول ۵- نتایج شاخص‌های آماری متغیرهای مورد بررسی در منطقه نی‌ریز (Soleimanpour, 2007)

متغیرها	کمینه	بیشینه	خطای استاندارد میانگین	انحراف معیار	میانگین
میزان رسوب تولیدی (m^3)	۲/۲۳	۷۱۵/۴۰	۶۱/۸۱	۲۳۹/۴۰	۱۳۷/۶۰
گستره آبخیز (m^2)	۵۳/۷۸	۱۴۵۶/۴۵	۱۱۵/۶۱	۴۴۷/۷۴	۴۲۹/۴۸
درصد پوشش گیاهی	۰/۰۰	۶/۰۰	۰/۴۱	۱/۵۹	۰/۶۰
درصد خاک لخت	۹۴/۰۰	۹۹/۰۰	۰/۳۵	۱/۳۶	۹۷/۵۳
درصد سنگ‌ریزه سطحی	۰/۰۰	۴/۰۰	۰/۲۷	۱/۰۶	۱/۸۷
درصد شیب	۳/۰۰	۳/۸۰	۰/۰۷	۰/۲۹	۳/۳۸
درصد رس	۳/۹۶	۲۶/۸۸	۱/۴۵	۵/۶۱	۱۹/۵۸
درصد سیلت	۲۲/۰۰	۴۱/۰۰	۱/۳۷	۵/۳۰	۳۱/۲۱
درصد شن	۳۲/۱۲	۷۰/۰۴	۲/۳۶	۹/۱۶	۴۹/۲۱
EC ($^{dS}/_{m}$)	۰/۶۵	۴/۳۵	۰/۳۴	۱/۳۱	۲/۴۸
ضریب شکل	۰/۱۶	۰/۸۶	۰/۰۶	۰/۲۲	۰/۴۴

تحلیل همبستگی رسوب تولیدی در خندق‌های نی‌ریز با متغیرهای مستقل نشان می‌دهد که رسوب تولیدی در خندق‌های منطقه نی‌ریز با دو عامل گستره آبخیز و ضریب شکل، به ترتیب در سطح ۱ درصد و ۵ درصد همبستگی معنی‌دار دارد (جدول۶). همبستگی رسوب تولیدی با گستره آبخیز مثبت و با ضریب شکل منفی می‌باشد. به‌عبارت دیگر این مطلب دلالت بر این موضوع دارد که با افزایش گستره آبخیز در بالای پیشانی خندق‌ها، رواناب بیشتری تولید می‌شود و می‌تواند در گسترش خندق‌ها تأثیر بیشتری داشته باشد ولی با افزایش اعداد مربوط به ضریب شکل خندق‌ها یا به‌عبارتی با کاهش کشیدگی آبخیز از گسترش خندق‌ها کاسته می‌شود که خود بیانگر این واقعیت است که با افزایش کشیدگی آبخیز در بالای پیشانی خندق‌ها، رواناب فرصت بیشتری برای افزایش سرعت خود داشته که در ایجاد فرسایش در پیشانی آبکندها و گسترش طولی آن‌ها موثر است.

معادله تولید رسوب در خندق‌های منطقه نی‌ریز نشان می‌دهد که رسوب تولیدی تابع سه متغیر گستره آبخیز (X_1)، درصد سیلت (X_7) و درصد شن (X_8) در افق سطحی خاک منطقه خندقی است. بیشترین تأثیر سه عامل یاد شده مربوط به گستره آبخیز با β_1 = ۰/۹۳ و کمترین آن مربوط به درصد شن با β_8 =۰/۱۷ است. این سه عامل با درجه آزادی ۳ و ضریب تبیین اصلاح شده ۹۱/۵ درصد در سطح ۱ درصد تأثیر معنی‌داری بر تولید رسوب در خندق‌های منطقه نی‌ریز دارند (جدول۷).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- میزان ضریب همبستگی رسوب تولیدی با متغیرهای مورد بررسی در منطقه نی‌ریز (Soleimanpour, 2007)

متغیرها	متغیرها
گستره آبخیز (m^2)	۰/۹۵۹**
درصد پوشش گیاهی	۰/۲۱۷
درصد خاک لخت	۰/۱۱۷
درصد سنگ‌ریزه سطحی	۰/۱۷۷
درصد شیب	-۰/۱۶۷
درصد رس	-۰/۲۱۰
درصد سیلت	۰/۱۶۲
درصد شن	۰/۰۳۵
EC ($^{dS}/_{m}$)	۰/۴۲۱
ضریب شکل	-۰/۵۴۷*

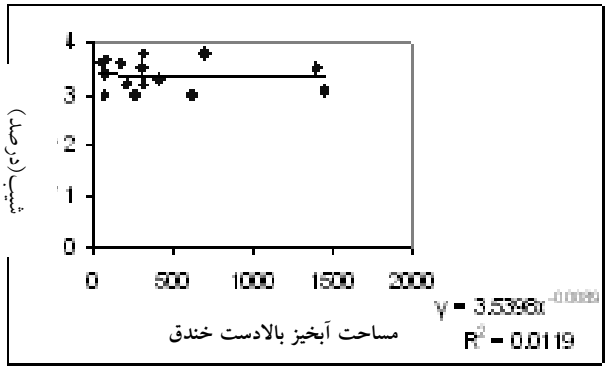
* معنی دار بودن در سطح ۵٪ ** معنی دار بودن در سطح ۱٪

جدول ۷- معادله نهایی روش رگرسیون گام به گام و ضریب‌های آن در منطقه نی‌ریز (Soleimanpour, 2007)

معادله	درجه آزادی df	ضریب‌های استاندارد			ضریب تبیین اصلاح شده R^2	سطح معنی‌داری
		β_1	β_2	β_3		
$Y = -603/4 + 0/497X_1 + 9/824X_7 + 4/486X_8$	۳	۰/۹۳	۰/۲۲	۰/۱۷	٪۹۱/۵	٪۱

با توجه به ضریب‌های استاندارد و معادلهٔ خطی بالا مشخص می‌شود به ازاء هر واحد X_1 (گستره آبخیز) میزان ۰/۹۳، X_7 (درصد سیلت) میزان ۰/۲۲ و هر واحد X_8 (درصد شن) میزان ۰/۱۷ به میزان Y (رسوب تولیدی) اضافه می‌شود. در نتیجه در منطقه نی‌ریز عوامل گستره آبخیز، درصد سیلت و درصد شن به‌ترتیب جزء مهم‌ترین مشخصه‌ها در گسترش فرسایش خندقی و تولید رسوب بوده‌اند. به عبارت دیگر ویژگی‌های آبخیز (گستره آبخیز) و زمین‌شناسی (سیلت و شن) از عوامل موثر در گسترش خندق‌های نی‌ریز هستند.

برای بررسی آستانه پستی و بلندی در خندق های نی‌ریز رابطه بین شیب و گستره واقع در بالای ۱۵ خندق برگزیده بررسی شد. داده‌های موجود نشان‌دهنده رابطه از نوع توانی منفی است که منفی بودن توان(b) نشان‌دهنده عملکرد فرایند رواناب سطحی است. توان b حدود ۰/۰۰۹ است و ضریب تبین آن نیز بسیار پائین است که تغییرات ناچیز شیب می‌تواند در آن نقش داشته باشد و مشاهده‌های میدانی نیز موید تاثیر عمده رواناب سطحی در گسترش خندق‌های نی‌ریز است. نبود پوشش گیاهی و فراوان بودن سیلت در این منطقه از دلائل تولید و تاثیر رواناب سطحی است (شکل ۱).



شکل ۱- رابطه گستره شیب در خندق‌های نی‌ریز (Soleimanpour, 2007)

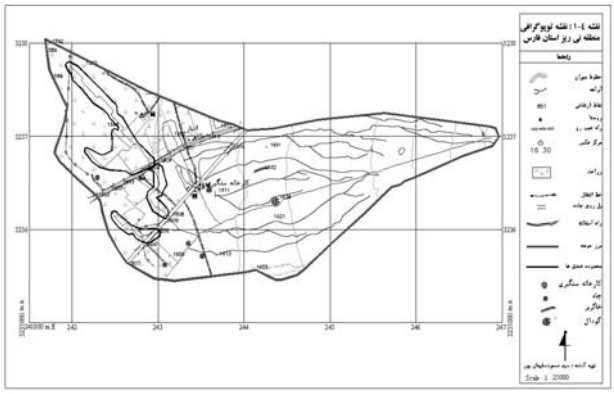
Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

خندق‌های مورد بررسی در این تحقیق، با عمق میانگین (۰/۹۸ متر) در گروه خندق‌های کم عمق، از نوع جانبی و طرح و نقشه عمومی پنجه‌ای و طرح و نقشه پیشانی نوک‌دار می‌باشد. خندق‌ها دارای مقطع عرضی U شکل بوده و از نظر میزان ماده آلی کمتر از ۱ درصد ماده آلی در این منطقه وجود دارد. این داده‌ها بیانگر این واقعیت است که در اثر افزایش رواناب تولیدی در پیرامون زهکش‌های منطقه نی‌ریز خندق‌های پنجه‌ای شکل با پیشانی نوک‌دار ایجاد شده و در حال پیشروی هستند. تحلیل آماری داده‌های موجود نشان داد که در صورت ایجاد خندق در این منطقه ویژگی‌های آبخیز واقع در بالادست پیشانی خندق مانند گستره آبخیز و ریز دانه بودن ذرات تشکیل‌دهنده سازند زمین‌شناسی مانند سیلت و شن، بستر بسیار مناسبی برای پیشروی طولی خندق‌ها ایجاد نموده است لذا خطر گسترش سریع خندق‌ها در این منطقه در صورت ایجاد آن‌ها وجود دارد.

بررسی آستانه پستی و بلندی در این منطقه نشان از برقراری رابطه توانی منفی بین گستره و شیب واقع در بالادست خندق‌های برگزیده است. منفی شدن توان b تائید مجددی بر غالب بودن رواناب سطحی برای گسترش خندق‌های منطقه مورد بررسی است. پائین بودن میزان ضریب تبین مانند نتایج گزارش شده توسط محققانی مانند (Vandekerckhov et al., 1998, 2003)، (Montgomery & Dietrich, 1994) و (Nachtergaele et al., 2002, 2003) در دیگر مناطق جهان است و می‌تواند به دلیل تغییرات ناچیز شیب در بالا دست خندق‌های مورد بررسی باشد. به منظور کاهش گسترش خندق‌ها می‌توان با استقرار پوشش گیاهی به کاهش سطوح لخت بدون پوشش پرداخت تا میزان رواناب سطحی را کاهش داد و در کوتاه مدت به کاهش سطح حوزه آبخیز واقع در بالادست خندق‌ها از راه بانکت‌بندی اقدام نمود تا با وارد کردن میزان کمتری از رواناب سطحی از گسترش طولی آبکندها کاست. با توجه به تولید زیاد روانب سطحی در بالادست خندق‌ها می‌توان با احداث بندهای خاکی به ارتفاع یک متر در انتهای خندق‌ها، رواناب سطحی را جمع‌آوری و در استقرار پوشش گیاهی در پیرامون خندق‌ها تلاش نمود.



شکل ۲- نقشه پستی و بلندی و محدوده فرسایش خندقی در منطقه نی‌ریز (Soleimanpour, 2007)

شکل ۳- نمایی از فرسایش خندقی در منطقه نی‌ریز (Soleimanpour, 2007)

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- Ahmadi, H., 2007. Applied Geomorphology (Water Erosion), 4ed Edition, University of Tehran press, 688p.
- Alizade, A., 1989. Erosion and Soil Conservation (translation), 1ed Edition, Astane Ghodse Razavi press, 258p.
- Evans, R., 1980, Mechanics of water erosion and their spatial and temporal controls: an empirical view point. In Kirkby, M.J., Morgan, R.P.C., (eds.). Soil erosion, Chichester, Wiley, 109-28.
- Heydari, F., 2004. A Survey on Development Mechanism from Gully Erosion in Kerman province, Soil Conservation and Watershed Management Institute, 105p.
- Montgomery, Dietrich. R., 1994. Road Surface Drainage, Channel Initiation and Slope Instability. Water Resources Research 30, 1925-1932.
- Morgan, R.P.C., Mngomezulu, D., 2003, Threshold condition of vally- side gullies in the Middle Veld of Swaliand, Catena 50, 401-412.
- Nachtergaele, J., Poesen, J., Sidorchuk, A. Torri, D., 2002. Prediction of concentrated flow width in ephemeral gully channels. Hydrological Processes 16 (10), 1935– 1953.
- Posesen, J., Nachtorgale, J., Verstrac, G., 2003. Gully erosion and environmental change: importance and research needs. Catena 50, 91-133.
- Richter, G., Negendank, J., 1977. Soil erosion processes and their measurement in the German area of the Moselle River. Earth Surface Processes 2, 261-78.
- Soleimanpour, S. M., 2007, A Comparison of sediment production from Gullies in relation to catchment and geologic characteristics in different climates of Fars province. M.Sc. thesis. Islamic Azad University Science & Research Unit, 170 pp.
- Soufi, M., 2004. A Survey on the Morpho- Climatic Characteristics of Gullies in Fars province, Soil Conservation and Watershed Management Institute, 130p.
- Vandekerckhov, L., Poesen, J., Oostwoud wijdenes, D., Rigveiredo, T., 1998. Topographical thersholds for ephemeral gully initiation in intensively cultivated areas of the Mediterranean. Catene 33, 271-292.
- Vandekechove, L., Poesen, J., Oostwoud wijdenes, D., Nachtengaele, J., Kosmas, C., Roxd, M.J., De Figueiredo, T., 2000. Thresholds for Gully initiation and sedimentation in Mediterranean Europe. Earth surface processes and land forms 25, 1201-1220.
- Vandekerckhove, L., Poesen, J., Govers, G., 2003. Medium Term gully headcut rates in southeast spain determined from aerial photographs and ground measurements. Catena 50, 329-352.
- Vandwalleghem, T;J. Poesen, J. Nachtergaele and G.Vesthraeten ,2005. Characteristics, controlling factors and importance of deap gullies under cropland on loess-derived soils. Geomorphology 69, 76-91.

Archive of SID

www.SID.ir

A Study on the Topographic Threshold and Effective Factors on Sediment Production and Gully Development in Neyriz, Fars Province

S.M. Soleimanpour[*1], M. Soufi[2] and H. Ahmadi[3]
[1] Ph.D. Student, Islamic Azad University- Science & Research Branch, Tehran, I.R. Iran
[2] Assistant prof., Agriculture and Natural Resources Research Center of Fars province, Shiraz, I.R. Iran
[3] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. Iran
(Received: 15 July 2007, Accepted: 16 June 2008)

Abstract

Gully erosion has an important role in Fars province due to sediment production and enormous damages to land, roads and infrastructures. In this research, 15 gullies were selected to measure their morphometric characteristics. The length, depth, top and bottom width and volume of gully erosion were then measured. Influential factors on the sediment production and gully development were analyzed and determined by using stepwise method in SPSS software. The results indicate that sediment production due to gully development is related to three variables including drainage area, silt and the sand percent of the watershed above the gully heads. These results imply that surface runoff is acting as dominant hydrologic process on gully development. Investigation on the topographic threshold reveals that drainage area exponent (b) is negative and these results are in the same line with the results of some recent relevant studies. The results also indicate the watershed characteristics and geological formation impact on the gully sediment production. Gully development could be reduced by decreasing the area of bare land as the main source of surface runoff by vegetation planting and terracing. Constructing of small earth dams at the end of gullies collect surface runoff and provides better situations for vegetation establishment around gullies.

Keywords: Gully erosion, Sediment production, Surface runoff, Gully development, Neyriz

*Corresponding author: Tel: +98 917 3116983 , Fax: +98 21 44865105 , E-mail: m.soleimanpour@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir