

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

سیدمسعود سلیمان‌پور^{۱*}، مجید صوفی^۲ و حسن احمدی^۳

^۱ دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

^۲ استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، ایران

^۳ استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۸۶/۴/۲۴، تاریخ تصویب: ۸۷/۳/۲۷)

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 ۱۵ 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 به منظور 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

مقدمه

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

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 پایین دست 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 آن را 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 عرصه‌های طبیعی را از مهم‌ترین علل ایجاد و گسترش خندق می‌دانند (Soufi, 2004).

به‌طور 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,

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 ۰/۸ متر) و خندق‌های کم عمق (عمق کوچک‌تر از ۰/۸ 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 ۱ و ۲).
رابطه ۱- خندق کم‌عمق (کمتر از ۰/۸ متر)

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

رابطه ۲- خندق عمیق (بیش از ۰/۸ متر)

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

همان‌طور که دیده می‌شود اگرچه توان b در دو گروه نزدیک به یکدیگر است اما ضریب a در خندق عمیق نزدیک ۳ برابر ضریب a در خندق کم‌عمق می‌باشد.

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:

- ۱- 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؟
- ۲- تعیین آستانه پستی و بلندی برای گسترش خندق‌ها و تعیین نوع فرآیند غالب هیدرولوژیک.
- ۳- 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 پردازند. 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 $S = aA^b$ می‌باشد. 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

آن‌ها پرداخته است. ایشان پس از گزینش چندین خندق در سه منطقه (بافت، رابر و راین) اندازه‌گیری‌های زیر را در طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۷۴ به صورت 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^2) برابر ۰/۹۶، ضریب تبیین اصلاح شده (R^2) ۰/۹۴ و انحراف معیار ۲/۸۶ در سطح ۱ درصد به دست 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 IINW ۶۸۴۸ نی‌ریز واقع شده است (شکل ۲ و ۳).

این منطقه بر روی آبرفت دوره چهارم ایجاد شده است که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ نی‌ریز قرار دارد. ارتفاع میانگین منطقه ۱۶۳۰ متر از 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

(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 به عبارتی 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) به دست 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