

فرسایش خندقی در مناطق خشک و نیمه خشک

● بهنوش فرخزاده- دانش آموخته‌ی کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران

چکیده

امروزه فرسایش خاک و تولید رسوب، معضلی است که روز به روز روند افزایشی پیدا می‌کند و باعث از دست رفتن خاک سطحی دامنه‌ها، انباشت رسوب در مخازن سدها، رسوب گذاری در کانال‌ها و خسارت هنگفت به اقتصاد کشور می‌شود. پیش‌گیری یا حفاظت خاک و مطالعات مربوط به رسوب در دستور کار آبخیزداران قرار دارد. فرسایش خندقی نیز یکی از منابع مهم تولید رسوب خصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک بوده که باعث بروز صدمات جبران‌ناپذیری به خاک و سایر منابع باارزش می‌شود. با توجه به اهمیت فرسایش خندقی در تولید رسوب و لزوم بررسی و مطالعه این نوع فرسایش، در مقاله‌ی حاضر سعی شده دلایل ایجاد، نحوه‌ی گسترش، عوامل موثر بر ایجاد و گسترش و چگونگی کنترل آن به اختصار داده شود تا از نتایج حاصله بتوان در مدیریت بهتر اراضی سود جست.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین فرآیندهای تخریب زمین در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، فرسایش و هدررفت خاک توسط جریان‌های آبی می‌باشد. علی‌رغم اهمیت فرسایش خندقی در تولید رسوب در این مناطق، متأسفانه طی دهه‌های اخیر توجه چندانی به این نوع فرسایش صورت نگرفته است. خندق‌های عریض و عمیق ایجاد شده توسط این نوع فرسایش، گاهی اوقات به عمق ۳۰ متر می‌رسند و به شدت بهره‌برداری از زمین را محدود می‌کنند. حمل این رسوبات منجر به کاهش کیفیت آب در آبراه‌ها و رودخانه‌ها، رسوب گذاری در مناطق آبی و چکدم‌ها می‌شود. خندق‌های ایجاد شده به عنوان عاملی موثر در حمل جریان‌های سطحی و رسوبات به نواحی پایین دست عمل کرده، و مشکلات مربوط به وقوع سیل و رسوب گذاری در منابع آبی را حادث می‌کند و ... اهمیت موضوعات و مشکلات بیان شده لزوم بررسی و مطالعه‌ی انواع فرسایش خندقی، دلایل ایجاد، تعیین و تشخیص فاکتورهای موثر بر آن را در هر منطقه بیش از پیش نمایان خواهد نمود.

مکانیسم تشکیل خندق

خندق شکل دیگر فرسایش در روی سازندهای نئوژن (میوسن) می‌باشد، که اغلب در مناطق نیمه خشک و گاهی خشک که سازند آن دارای املاح گچ و سایر

ماهواره‌ای، تعیین می‌شود، حجم این خندق‌ها با حجم خاک‌های سطحی فرسوده شده توسط دیگر اشکال فرسایشی (شیاری و بین شیاری) مقایسه شده و حجم خاک هدر رفته توسط خندق‌ها به دست می‌آید. مطالعات انجام گرفته در این زمینه در کشورهای مختلف جهان حاکی از این است که فرسایش خندقی در مناطق خشک منبع مهم ایجاد رسوب می‌باشد و سهم آن در تولید رسوب به طور متوسط به ۵۰ تا ۸۰ درصد کل رسوبات تولید شده می‌رسد، به طور مثال سهم خندق‌ها در تولید رسوب در جنوب شرقی اسپانیا به ۸۳ درصد و در جنوب شرقی پرتغال به ۸۰ درصد کل رسوب تولید شده توسط فرسایش آبی می‌رسد. مطالعات انجام گرفته در حوزه‌های آبخیز اسپانیا نشان می‌دهد در صورت عدم وجود خندق، متوسط بار رسوبی ویژه ۰/۷ تن در هکتار در سال بوده و در صورت وجود چندین خندق در این حوزه این میزان به ۹/۱۶ تن افزایش می‌یابد.

طبقه‌بندی خندق‌ها

خندق‌ها طبق معیارها و ملاک‌های مختلفی طبقه‌بندی شده‌اند، به طور مثال براساس شکل، موقعیت قرارگیری در طبیعت، شکل مقطع عرضی و یا خاکی که خندق در آن شکل گرفته است. (Ireland (۱۹۹۳) خندق‌ها را به خطی، شاخه‌ای، پیازی، داربستی موازی و مرکب طبقه‌بندی می‌کند. (Deploy (۱۹۷۴

نمک‌های قابل حل در آب می‌باشند، در پایین دامنه‌های مارنی که شیب ملایم گردیده، و یا در دشت‌های مسطح که ساختار اصلی آن رس و یا مارن می‌باشد، ایجاد می‌گردد. در گذشته کارشناسان تصور می‌کردند که خندق یا گالی از توسعه و بزرگ شدن شیارها به وجود می‌آید اما مطالعاتی که در کلردوی آمریکا انجام شده نشان می‌دهد که پیدایش خندق‌ها دارای فرآیند بسیار پیچیده‌ای می‌باشد که اولین مرحله‌ی آن ایجاد یک فرورفتگی در سطح توپوگرافی دشت است. این توپوگرافی ممکن است طبیعی بوده و یا در نتیجه از بین رفتن پوشش گیاهی، آب در داخل این گودال متمرکز شده و در نتیجه پدیده‌ی انحلال و ایجاد راهروی زیرزمینی و گسترش آن، آبراهه به وجود آمده و در نتیجه‌ی ریزش سقف آبراهه، خندق ایجاد می‌گردد. از علایم مشخصه‌ی آن‌ها، وجود بریدگی عمودی در راس خندق می‌باشد که دارای شیب تند و کمی محدب بوده و یکی از عوامل مهم در گسترش و توسعه‌ی خندق است. خندق‌ها دارای عمق نسبتاً زیاد و عرض کم بوده و رسوبات زیادی را از خود عبور می‌دهند. (شکل ۱)

اهمیت فرسایش خندقی در تولید رسوب در

مناطق خشک و نیمه خشک

حجم خندق‌ها در مزرعه به کمک نقشه برداری از طول و عرض و عمق خندق‌ها و یا به کمک استفاده از تصاویر



نمونه‌ای از فرسایش خندقی

خندق‌ها را به خندق خطی که دارای یک سرآبکنه است، خندق پنجه‌ای که دارای چندین سرآبکنه گسترش یافته است و خندق جبهه‌ای که معمولاً در دیواره‌های عمودی استحکام یافته، تشکیل می‌شود، تقسیم بندی می‌کند. (Imeson & Kwaad ۱۹۸۰) خندق‌ها را بر اساس شکل دیواره‌های تحتانی، به خندق‌های U و شکل و V شکل تقسیم بندی می‌کنند. (Peoson 1993) با توجه به اهمیت نوع کاربری اراضی در کنترل محل گسترش و یا شیوه‌ی گسترش خندق‌ها آن‌ها را به ۲ نوع دایمی ۲ و موقتی ۳ تقسیم بندی می‌کند، وی بیان می‌دارد خندق‌های موقتی در اراضی کشاورزی تشکیل شده و با عملیات آماده‌سازی و شخم و شیار معمولی زمین از بین می‌روند، وی محل تشکیل خندق‌های دایمی را در مزارع و اراضی متروکه و بایر می‌داند که این خندق‌ها توسط عملیات کشاورزی و شخم معمولی از بین نخواهند رفت.

عوامل موثر در گسترش خندق‌ها

زمانی که کانال خندق شکل می‌گیرد چندین مرحله منجر به گسترش و کانال می‌شود مانند پایپینگ ۲ (نوعی فرسایش تونلی) و گسترش سرآبکنه‌ها. پایپینگ‌ها نقش مهمی در شروع و گسترش برخی خندق‌ها خصوصاً خندق‌هایی که در اراضی بدلدند شکل می‌گیرند، دارند. Narting و (Penela 1994) مهم‌ترین فاکتورهای اصلی به وجود آورنده‌ی پایپینگ‌ها را وجود خاک رسی و سیلتی با دانه بندی ضعیف همراه با شکستگی و ترک خوردگی یا دیگر

خندقی شدن کاهش می‌یابد. نتایج مطالعات تمامی دانشمندان در نقاط مختلف جهان در این زمینه، حاکی از اهمیت پوشش گیاهی در کاهش خطر فرسایش خندقی، خصوصاً در مناطق خشک می‌باشد و هر گونه تغییر در کاربری اراضی که با کاهش زیست بوم گیاهی و افزایش جریان متراکم همراه باشد آستانه‌ی شروع فرسایش خندقی را کاهش می‌دهد. (شکل ۲)

خط بالا مربوط به شیارها و خط پایین مربوط به خندق‌های توسعه یافته در یک مرتع ۱۰ هکتاری می‌باشند، خط آستانه، شیب بحرانی (Scr) خاک سطحی را برای توسعه‌ی خندق بیان می‌کند. کمتر از این آستانه‌ی رسوب گذاری و بیش از آن توسعه‌ی خندق‌ها را خواهیم داشت.

سرعت عقب نشینی راس خندق

Sign ۱۹۹۶ و همکاران با مطالعه‌ی سرآبکنه چندین خندق در جنوب شرقی اسرائیل معادله‌ی زیر را برای عقب نشینی سرآبکنه بیان داشتند:

$$R = Aa 0.5$$

A : مساحت حوزه‌ی زهکشی (کیلومتر مربع).

R : سرعت عقب نشینی راس خندق در یک دوره‌ی متوسط ۱۴ ساله (متر بر سال).

a, b, c, d, e ضرایب و توان‌های معادله می‌باشند.

L : طول خندق (متر)

P : شیب حوزه‌ی زهکشی (متر ۱۰۰ متر)

E : پستی و بلندی حوزه (متر)

Vandekerck hove و همکاران

(۲۰۰۱) با مطالعه‌ی ۴۶ خندق فعال کناری در جنوب اسپانیا پی بردند که سطح حوزه‌ی زهکشی (Ap) مهم‌ترین فاکتور تعیین کننده‌ی سرعت عقب نشینی راس خندق در یک دوره‌ی کوتاه مدت (۲ ساله) می‌باشد و چنین معادله‌ای را بیان داشتند:

$$Ve = 0.048p 0.38$$

Ve : حجم فرسایش سالیانه (مترمکعب)

Ap : سطح حوزه‌ی زهکشی به مترمربع

نایبوستگی‌ها می‌دانند. سرآبکنه حالت یک گودال طبیعی را در بستر کانال دارد، کاهش انرژی جنبشی آب‌های سطحی و باقی ماندن آن‌ها در این گودال موجب افزایش فرسایش و منجر به گسترش راس خندق به سمت بالا دست می‌شود و به عمل و پهنای کانال می‌افزاید. آبیاری در مناطق خشک که دارای خاک‌های ماری همراه املاح گچ و آهک می‌باشند. نیز می‌تواند به عنوان یکی از عوامل گسترش خندق‌ها تلقی شود و به طور کلی هر عاملی که باعث کاهش مقاومت خاک شود، مانند تغییر کاربری اراضی، نابودی پوشش گیاهی و تراکم شدن سطح خاک می‌تواند به عنوان عاملی موثر در ایجاد و گسترش خندق‌ها محسوب شود.

آستانه‌ی توپوگرافیکی برای شروع فرسایش خندقی

در یک شرایط معین محیطی، زمانی که این آستانه افزایش یابد، راس خندق توسعه و گسترش می‌یابد. این آستانه توسط برقراری رابطه‌ی معکوس بین سطح حوزه‌ی زهکشی (A) و شیب خاک سطحی در محل خندق (S) تعریف می‌شود.

استوارت و همکاران با مطالعه‌ی خندق‌های ایجاد شده در شش ناحیه‌ی مدیترانه‌ای به رابطه‌ی زیر به عنوان آستانه‌ی توپوگرافی رسیدند:

$$S = aA - b$$

A : سطح حوزه‌ی زهکشی به هکتار S :

شیب سطح خاک در راس خندق یا نقطه‌ی شروع خندق (متر/متر)

a, b ضرایب منطقه‌ای می‌باشند.

نتایج مطالعات Prosses در استرالیا و

Nogueras در مناطق نیمه خشک نشان

می‌دهد که شیب بحرانی برای شروع خندق

(Scr) در مزارع متروکه کمترین میزان بوده و

در مزارع و علفزارها و مناطق دارای پوشش مناسب، شیب بحرانی بزرگ تر

می‌باشد و این مساله نشان می‌دهد که با

افزایش شیب بحرانی، آستانه‌ی توپوگرافیکی

برای شروع فرسایش خندقی افزایش و خطر

می باشد. در نتیجه ی عمیق شدن خندق ها، هرزآب به جای نفوذ در زمین و تغذیه ی سفره های زیرزمینی از دسترس خارج می شود. پیشروی خندق ها موجب تخریب جاده، پل، زمین های کشاورزی، مراتع و صدها صدمات جبران ناپذیر دیگر می گردد. لذا شناخت و مطالعه ی خندق ها، دلایل ایجاد و راه های اقتصادی کنترل خندق باید در دستور کار آبخیزداران قرار گیرد و با برقراری کاربری اراضی متناسب با مناطق حساس به فرسایش، از توسعه و گسترش این فرسایش و هدر رفت خاک های با ارزش و مشکلات متعاقب دیگر جلوگیری به عمل آید.

پاورقی

1- Gully erosion -

2- Permanent

3- Ephemeral

4- Headcut

5- Topographical threshold

منابع

1. احمدی، حسن، ۱۳۷۴، ژئومرفولوژی کاربردی، جلد ۱، فرسایش آبی، انتشارات دانشگاه تهران.
2. D. Hilborn & R.P. P. Stone, 2000, Gully erosion control.
- 3- Gully erosion/ www. netc. net. au.
- 4- J, Poesen, et al, 2002, Gully erosion in Dry land Environments.
- 5- Poesen. J. & Hooke, 1997, Erosion, flooding and channel management in Mediterranean environments of southern Euope. Progress in Physical Geography, 21
- 6- Trailway system in upper sulphur creek,/ www. watershedrestoration. org.
- 7- Vandekerckhove, L. et. al, 2001 short term bank gully retreat rates in Mediterranean environments, Catena, 44



کنترل فرسایش خندقی

کاهش رواناب شود و هم چنین سطح خاک را از فرسایش محافظت کند. با توجه به ساختار مناطق حساس به ایجاد خندق که رس و یا مارن، همراه املاح می باشند، ایجاد هر گونه سازه به تنهایی موجب تخریب پی سازه و یا این که ایجاد حفره در کنار آن و سبب تخریب سازه می گردد، چه این گونه کارها پر هزینه نیز می باشند. لذا توصیه می گردد که از دو روش بیولوژی ساختمانی با هم استفاده شود که در این روش استفاده از گیاهان با سیستم ریشه ای عمیق و افشان و با تراکم زیاد که تثبیت کننده ی خوبی به شمار می آیند، توصیه می شود جایگزین کردن گیاهان برای تثبیت کناره های آبراهه و جلوگیری از ورود احشام نیز می تواند شیوه ای موثر در کنترل خندق ها باشد.

بحث و نتایج

همان گونه که در مقاله ی حاضر ذکر گردید فرسایش خندقی یکی از انواع فرسایش های غالب در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا می باشد که متاسفانه علی رغم اهمیت آن، توجه چندانی به این نوع فرسایش نشده است. ایجاد خندق ها علاوه بر این که سالانه موجب تولید میزان قابل ملاحظه ای رسوب می گردد، در افزایش رسوب دریاچه ها و سدهای هیدروالکتریک و پر شدن و تخریب شبکه های آبیاری بسیار موثر

پس از بازدید از منطقه ای که خندق رخ داده است و تعیین اندازه و شیب خندق، تخمین نقطه ی اوج آب ورودی به خندق و بررسی دلایل ایجاد آن، می توان شیوه ی مناسب و اقتصادی کنترل خندق را برگزید. از سازه های کنترل کننده می توان به گابیون، چپر و آبراهه هایی که دورکننده ی جریان آب از خندق می باشند و غیره اشاره نمود. باید توجه داشت مواد انعطاف ناپذیری مانند بتون خالص که توانایی حرکت، همراه با جابه چایی رسوبات را ندارند، به عنوان سازه های کنترل کننده توصیه نمی شوند. آن چه مسلم است عامل اصلی ایجاد خندق آب می باشد، بنابراین با کنترل آب می توان از ایجاد سرآبکند و خندق جلوگیری کرد. در ساده ترین و عملی ترین روش در قسمت بالادست منطقه با ایجاد یک مانع که می توان یک سد خاکی باشد از ورود آب به منطقه حساس جلوگیری نموده و آب را به قسمت مطمئن دیگری هدایت می نمایند.

هم چنین اگر عملیات مناسب حفاظت خاک در اراضی زراعی اجرا شود، می توان از توسعه خندق ها جلوگیری نمود. شخم مناسب و اعمال کشت مناسب می تواند ظرفیت جذب خاک را افزایش داده و منجر به