محور مقاله: فرسایش آبی، سیلاب و حفاظت آب و خاک

تأثیر شیب بر ظهور آبکندها در کشتزارهای دیم شمال غرب ایران

علی رضا واعظی[1*]، اولدوز بخشی راد[2]، یاسین صالحی[2]

[1]استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[2]دانشجوی دکتری گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

چکیده

فرسایش آبکندی یکی از مهم‌ترین انواع فرسایش آبی است که به‌دلیل هدررفت خاک و تولید رسوب اهمیت زیادی به‌ویژه در عرصه-های کشاورزی دارد. این پژوهش با هدف بررسی اثر عامل شیب بر فرسایش آبکندی در حوزه آبخیر قرانقوچای واقع در جنوب استان آذربایجان شرقی انجام گرفت. برای انجام این پژوهش منطقه کشاورزی دیم که تحت تأثیر فرسایش آبکندی بود، انتخاب گردید و در ۳۶ نقطه هر کدام به مساحت یک کیلومتر مربع، حجم آبکند بر اساس اندازه‌گیری‌های صحرایی تعیین شد. همچنین درجه و طول شیب دامنه و نیز عامل درجه شیب و طول شیب بر اساس معادله عمومی هدررفت خاک (USLE) محاسبه گردید. نتایج نشان داد که حجم آبکندها در منطقه بین ۱۴۹/۵۸ و ۳۵۰۸۸/۳۶ مترمکعب متغیر است. حجم آبکند با عامل طول دامنه و عامل طول شیب رابطه مثبت معنی‌دار و با درجه شیب دامنه و عامل درجه شیب رابطه منفی معنی‌دار دارد که نشان می‌دهد در مناطق با طول دامنه بیشتر و شیب ملایم‌تر گسترش فرسایش آبکندی بیشتر است. طول دامنه مهم‌ترین عامل مؤثر بر حجم آبکند در کشتزارهای منطقه است. بر اساس نتایج، اجرای عملیات حفاظت خاک برای مهار گسترش آبکندها به‌ویژه در دامنه‌های طولانی ضروری است.

کلمات کلیدی: طول شیب، حجم آبکند، درجه شیب، فاکتور شیب، معادله عمومی هدررفت خاک

مقدمه

آبکند عبارتست از آبراهه‌هایی با عمق بیش از ۳۰ سانتی‌متر و سطح مقطع بیش از ۱ فوت مربع (۹۲۵ سانتی‌مترمربع) که با عملیات کشاورزی از بین نمی‌روند (Poesen و همکاران، ۱۹۹۶). فرسایش آبکندی از فرآیندهای مهم تخریب خاک است که در اقلیم‌های مختلفی سبب هدررفت قابل ملاحظه خاک و تولید مقادیر فراوان رسوب می‌شود (Poesen و همکاران، ۲۰۰۳). بر اساس تحقیقات انجام شده سهم تولید رسوب حاصل از فرسایش آبکندی چند صد برابر فرسایش پاشمانی و سطحی است (Soufi and Esaei, 2010). فرسایش آبکندی در کنار انتقال مقادیر زیادی از رواناب و رسوب، عاملی مهم در تفکیک اراضی و برهم خوردن یکپارچگی زمین است. اهمیت این موضوع در کشتزارهای دیم دوچندان است. در این مناطق، تشکیل و گسترش آبکندها ضمن کاستن از باروری خاک، مدیریت زمین‌های کشاورزی را دچار مشکل می‌کند. در ایران نیز این نوع فرسایش باعث تخریب اراضی بسیاری گردیده و با جاری شدن رواناب و سیل، حجم قابل توجهی از رسوبات را به‌دنبال دارد که این امر باعث غیرقابل استفاده شدن اراضی می‌شود (Soleimanpour, 2015).

تشکیل آبکند تحت تأثیر عوامل مختلفی است که برای ظهور و گسترش آن، بایستی این عوامل از یک حد آستانه بالاتر برود. فرسایش آبکندی تنها ناشی از عملکرد تمرکز خطی رواناب‌های سطحی نیست، بلکه جریان‌های زیرسطحی که عامل فرسایندگی سایر انواع فرسایش به حساب نمی‌آیند به‌دلیل ایجاد فرسایش تونلی باعث تشکیل نوعی آبکند می‌شوند. به‌طور کلی تشکیل آبکند تابعی از میزان شستشوی سطحی در سرآبکند، فرسایش داخل آبکند، میزان ذوب و یخبندان متناوب در دیواره‌ها و فروریزش آنها، جنس سازند و ویژگی‌های خاک، اقلیم و شیب است (Feiznia و همکاران، ۲۰۰۷). یکی از عوامل مهمی که در تشکیل و گسترش آبکندها نقش دارد، عامل شیب است. به طور کلی با افزایش درجه و طول شیب دامنه، تولید جریان سطحی و تنش برشی آن افزایش پیدا می‌کند.

بررسی‌های پیشین نشان می‌دهد که تشکیل و گسترش آبکندها در مناطق کم شیب و هموار بیشتر از اراضی نسبتاً شیب‌دار است که این میزان در فصول پرباران افزایش چشم‌گیری دارد که علت آن تجمع رواناب ناشی از بارندگی و ذوب برف است (Feiznia و همکاران ۲۰۰۷). کشتزارهای دیم از جمله عرصه‌های حساس به فرسایش آبکندی هستند. از یک سو گیاه زراعی، پوشش کافی روی سطح خاک ایجاد نمی‌کند و

* ایمیل نویسنده مسئول: vaezi.alireza@znu.ac.ir

عاملی در بازدارندگی جریان‌های سطحی نیست و از سوی دیگر، زمین کشاورزی در فاصله بین دو کشت متوالی بدون بقایای گیاهی کافی است. رهاسازی زمین‌های دیم در سال‌های کم‌باران نیز عامل مهمی است که تأثیر آن بر تشدید رواناب و فرسایش در دامنه‌های کوهستانی مناطق نیمه‌خشک گزارش شده است (Cerdà و همکاران ۲۰۱۸). Poesen و همکاران (۱۹۹۶) با بررسی تأثیر مساحت منطقه روی عامل شیب مطالعه‌ای در زمین‌های کشاورزی رها شده جنوب‌شرقی اسپانیا نشان دادند که عامل شیب با مساحت منطقه رابطه مثبت معنی‌دار دارد. Gayen و همکاران (۲۰۱۹) نیز در مطالعه‌ای نشان داد عامل شیب نقش مؤثری در تشدید فرسایش آبکندی دارد. اطلاعات اندکی در مورد تأثیر شیب دامنه (درجه و طول) بر گسترش فرسایش آبکندی در مناطق تحت کشاورزی دیم به‌ویژه در کشتزارهای دیم شمال غرب ایران وجود دارد. این پژوهش به‌منظور بررسی ارتباط بین عامل شیب و حجم آبکند به‌عنوان معرف گسترش فرسایش آبکندی در منطقه کشاورزی دیم انجام گرفت تا ضمن شناخت دقیق تأثیر عامل شیب بتوان راه‌کارهای مناسب برای کاهش گسترش فرسایش آبکندی در منطقه ارائه داد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در منطقه‌ای کشاورزی به مساحت ۹۰۰ کیلومتر مربع در شهرستان هشترود واقع در ″۴۶ ′۱۸ °۳۷ تا ′۰/۰۷ ′۳۵ °۳۷ عرض شمالی و ′۴ ′۴۶ °۴۶ تا ′۵ ′۶ °۴۷ طول شرقی در جنوب استان آذربایجان‌شرقی انجام گرفت. این منطقه بر اساس طبقه بندی دومارتن دارای آب و هوای نیمه خشک سرد با میانگین بارندگی سالانه ۳۴۰ میلی‌متر است. از نظر ویژگی‌های نیمرخی خاک منطقه عمیق تا بسیار عمیق با بافت لوم رسی و نفوذپذیری متوسط است. خاک ها اغلب زیر کشت دیم گندم قرار دارند. فرسایش آبکندی در کنار فرسایش شیاری از اشکال مهم فرسایش آبراهه‌ای در کشتزارهای منطقه است. حذف پوشش‌های مرتعی و تغییر کاربری آنها به زراعت دیم از یک سو و انجام عملیات کشاورزی نادرست مانند شخم موازی شیب در عرصه‌های تحت گسترش آبکندها به‌چشم می‌خورد.

در سطح منطقه مطالعاتی، محدوده‌ای مربعی شکل با ابعاد ۳۰ × ۳۰ کیلومترمربع انتخاب شده و به ۳۶ شبکه با ابعاد ۵ × ۵ کیلومتر تقسیم شد. برای شناسایی آبکندها از عکس‌های هوائی ۱:۴۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای ۱:۲۵۰۰۰۰و برای تعیین موقعیت دقیق آبکندها از سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) استفاده شد و طی بازدیدهای میدانی از منطقه موقعیت دقیق آبکندها و مشخصات آنها (طول، عرض و عمق) بررسی و ثبت گردید. فرسایش آبکندی با بررسی عمق و مساحت مقطع با توجه به این‌که عمق کانال فرسایشی حداقل ۰/۵ متر و مساحت مقطع آن بزرگتر از ۹۲۵ مترمربع باشد، تعیین شد:

$$V = A \times R \qquad (۱)$$

که در آن: A مساحت مقطع آبکند بر حسب مترمربع، R طول آبکند بر حسب متر و V بر حسب مترمکعب است.

در هر آبکند با اندازه‌گیری طول آبکند (R) و اختلاف ارتفاع دوسرآبکند (H) طول افقی دامنه (λ) و درجه شیب (s) تعیین گردید (رابطه ۲ و ۳):

$$\lambda^2 = R^2 - H^2 \qquad (۲)$$

$$s = (H / \lambda) \times 100 \qquad (۳)$$

عامل طول شیب (S)، درجه شیب (L) و عامل شیب (LS) در معادله عمومی هدررفت خاک (Universal Soil Loss Equation, USLE) از روابط زیر به دست آمدند:

$$L= (\lambda/22.1)^m \qquad (۴)$$

$$S= 0.065 + 0.045\ s + 0.0065\ s^2 \qquad (۵)$$

که در آن m توان فرمول است که طبق قرارداد برای شیب‌های ۳ تا ۵ درصد برابر ۰/۴ و برای شیب های ۵ درصد و بالاتر برابر ۰/۵ در نظر گرفته شد.

به‌منظور بررسی روابط بین حجم آبکند، درجه شیب، طول شیب، عامل طول و درجه شیب از روش ماتریس همبستگی پیرسون (r) و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد.

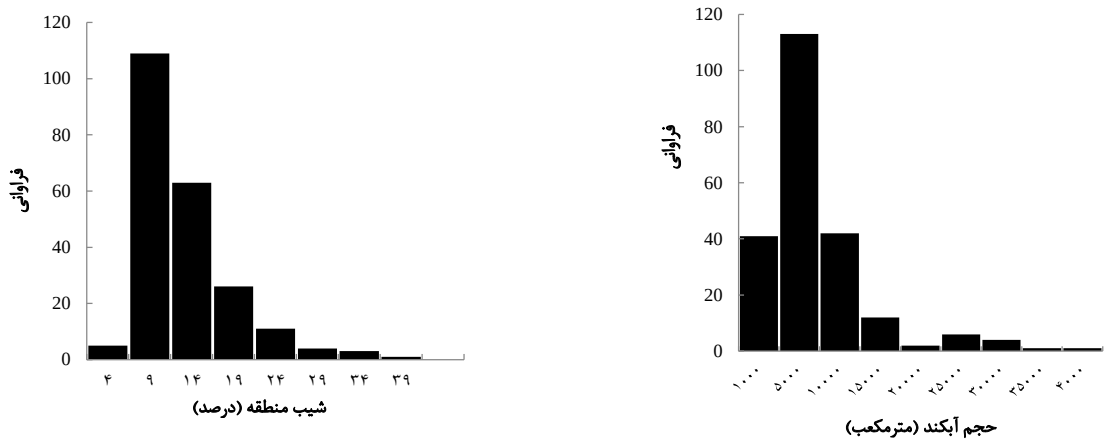
نتایج و بحث

ویژگی‌های آبکندها

نتایج نشان داد حجم آبکند ها بین ۱۴۹/۵۸ و ۳۵۰۸۸/۳۶ و به‌طور میانگین ۵۰۳۲/۰۸ مترمکعب است. شکل ۱(الف) توزیع فراوانی حجم آبکندها را نشان می‌دهد. حجم آبکندهای منطقه غالباً در دامنه ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ مترمکعب قرار دارد. گسترش آبکندها در منطقه نشان از هدررفت حجم زیادی خاک و در نتیجه تخریب خاک‌های کشاورزی است.

ویژگی‌های شیب

کشتزارهای منطقه غالباً در شیب بین ۴ تا ۳۷ درصد قرار دارند و تندی شیب آنها به طور میانگین ۱۰/۶۳ درصد است. شکل ۱(ب) توزیع فراوانی شیب منطقه را نشان می‌دهد. بیشتر آبکندهای منطقه در شیب ۹ درصد قرار دارند.



شکل۱- هیستوگرام فراوانی حجم آبکند (الف)، هیستوگرام فراوانی شیب منطقه (ب)

ویژگی‌های خاک

نتایج تجزیه ویژگی‌های خاک نشان داد که خاک آبکندها از نظر ویژگی‌های نیمرخی عمیق تا بسیار عمیق با بافت لوم رسی (۳۶/۷ درصد شن، ۳۱/۶ درصد سیلت و حدود ۳۲ درصد رس) با ماده آلی کم (۱/۱ درصد)، سنگریزه متوسط (۹/۹ درصد) و آهکی (۱۲/۷ درصد) است. میانگین نفوذپذیری خاک‌ها در منطقه مورد مطالعه ۳/۵۲ سانتی‌متر در ساعت بود. واکنش خاک بین ۷ تا ۸ و درجه شوری آن حدود ۱ دسی زیمنس بر متر است.

تأثیر شیب بر تشکیل آبکندها

جدول ۱ نتایج ماتریس همبستگی بین حجم آبکند و متغیر شیب را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج، حجم آبکند همبستگی منفی معنی‌دار با درجه شیب ($p<۰/۰۱$ و $r=-۰/۲۶$) و عامل درجه شیب در مدل USLE یا S ($p<۰/۰۱$ و $r=-۰/۲۲$) دارد. این نتیجه نشان از گسترش آبکندها در دامنه‌های با شیب اندک در منطقه است. در پژوهش‌های پیشین نتایج متناقضی از تأثیر درجه شیب دامنه بر گسترش فرسایش آبکندی گزارش شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که هرچه شیب دامنه‌ها کمتر باشد، امکان افزایش عمق آبکندها در نتیجه انتقال رسوبات بیشتر می‌شود (Oparaku و همکاران ۲۰۱۸). به‌عنوان مثال یافته‌های Feiznia و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان می‌دهد در اراضی با شیب کم، شدت فرسایش آبکندی بیشتر از اراضی با شیب زیاد است. با این وجود Martinez – Casosnovas و همکاران (۲۰۰۴) فرآیند ریزش دیواره آبکندها را در اسپانیا بررسی کردند و دریافتند که درجه شیب دیواره آبکند متغیر اصلی تعیین کننده ریزش دیواره آبکندها بوده است. به‌طوری‌که هرچه درجه شیب بیشتر باشد، ریزش دیواره آبکندها بیشتر و در نتیجه حجم آبکندها بیشتر می‌شود. در پژوهش حاضر وجود رابطه عکس بین گسترش آبکند و درجه شیب دامنه نشان از حساسیت بالای شیب‌های ملایم به وقوع فرسایش آبکندی است. اراضی با شیب ملایم معمولاً از خاک عمیق‌تر با ذرات ریز (مانند رس) بیشتری برخوردارند. این شرایط زمینه را بر نگهداشت آب در خاک و وقوع فرسایش آبکندی فراهم می‌کند. گزارش‌ها نشان می‌دهد که با افزایش شیب ضخامت سازندهای سطحی سست کم می‌شود و به دنبال آن افزایش تعداد و حجم

آبکندها کاهش می‌یابد (Farid & Ghazavi, 2018). نتایج ماتریس همبستگی نشان داد حجم آبکند همبستگی مثبت معنی‌دار با طول دامنه ($p<۰/۰۱$ و $r=۰/۷۸$) و عامل طول شیب یا L ($p<۰/۰۱$ و $r=۰/۶۶$) دارد، به‌طوری‌که در دامنه‌های طولانی، توسعه طولی و گسترش حجمی آبکند زیاد بوده، شدت فرسایش آبکندی بیشتر است. با توجه به نتایج ماتریس همبستگی می‌توان گفت که طول دامنه مهم‌ترین عامل تعیین کننده گسترش آبکندها در کشتزارهای منطقه است.

جدول۱- همبستگی بین عامل شیب و گسترش فرسایش آبکندی

	درجه شیب	طول دامنه	عامل درجه شیب (S)	عامل طول شیب (L)	عامل شیب (LS)	حجم آبکند
درجه شیب دامنه	۱					
طول شیب دامنه	-۰/۲۹**	۱				
عامل درجه شیب (S)	۰/۹۷**	-۰/۲۳*	۱			
عامل طول شیب (L)	-۰/۱۸**	۰/۹۰**	-۰/۱۶*	۱		
عامل شیب (LS)	۰/۹۲**	-۰/۰۳	۰/۹۵**	۰/۰۷	۱	
حجم آبکند	۰/۲۶**	۰/۷۸**	-۰/۲۲**	۰/۶۶**	-۰/۰۸	۱

**معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹/۹ درصد و *معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵ درصد

نتیجه‌گیری

بررسی رابطه میان حجم آبکند و شیب دامنه (درجه و طول) در کشتزارهای دیم نشان داد که حجم آبکند رابطه مثبت معنی‌دار با طول دامنه و عامل طول شیب دارد. با این وجود حجم آبکند رابطه منفی معنی‌دار با درجه شیب و عامل درجه شیب دارد. در دامنه‌های طولانی و شیب-های ملایم، گسترش فرسایش آبکندی بیشتر است که این موضوع به‌دلیل ماندگاری بیشتر آب روی زمین و نگهداشت بیشتر آب در خاک‌های ریزبافت است. تحت این شرایط خاک ناپایدار شده، شرایط برای انتقال ذرات و وقوع فرسایش آبکندی فراهم می‌شود. به‌طور کلی طول دامنه مهم‌ترین عامل مؤثر بر گسترش آبکندها در کشتزارهای دیم منطقه است. به‌منظور کاهش اثر منفی این عامل در فرسایش آبکندی استفاده از روش‌های خاکورزی حفاظتی مانند شخم حداقل و روی خطوط تراز در جهت افزایش نفوذدهی آب و کاهش تخریب خاک پیشنهاد می‌شود.

منابع

فرید گیگلو، ب. و قضاوی، ر. ۱۳۹۷. بررسی نقش ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک آبکند و عوامل زمین محیطی حوضه بالادست آن بر گسترش فرسایش آبکندی. نشریه علوم آب و خاک. ۲۲(۳). ۲۷۳-۲۸۵.

فیض نیا، س.، حشمتی، م.، احمدی، ح. و قدوسی. ج. ۱۳۸۶. بررسی فرسایش آبکندی سازند مارنی آغاجاری در منطقه قصرشیرین. مجله پژوهش و سازندگی. ۷۴، ۳۲-۴۰.

سلیمان‌پور، س.م.، هدایتی، ب.، صوفی، م. و احمدی، ح. ۱۳۹۴. تعیین آستانه عوامل مؤثر بر گسترش طولی آبکندها با استفاده از تکنیک-های داده کاوی در منطقه ماهور میلاتی استان فارس. نشریه علوم و مهندسی آبخیزداری ایران. ۹(۲۹). ۴۷-۵۶.

صوفی، م. و عیسائی، ح. ۱۳۸۹. برآورد حجم فرسایش آبکندی با استفاده از ویژگی‌های مورفومتریک و خاک در آبکندهای استان گلستان. مجله مهندسی و مدیریت آبخیز. ۲(۲). ۷۳-۸۹.

Artemi, C., Rodrigo-Comino, J., Novara, A., Charles Brevik, E., Vaezi, A.R., Pulido, M., Giménez-Morera, A, and Deborah Keesstra, S. "Long-term impact of rainfed agricultural land abandonment on soil erosion in the Western Mediterranean basin." Progress in Physical Geography: Earth and Environment 42, no. 2 (2018): 202-219.

Gayen, A., Pourghasemi, H.R., Saha, S., Keesstra, S and Bai, S. 2019. Gully erosion susceptibility assessment and management of hazard-prone areas in India using different machine learning algorithms. Science of the total environment. (668): 124-138

Martinez-Casasnovas, J.A., Ramos, M.C. and Poesen, J. (2004) Assessment of sidewall erosion in large gully using multi-temporal DEMs and logistic regression analysis, Journal of Geomorphology, 58:305-321.

Oparaku, L. A. and TerungwaIwar, R. (2018). Relationships between average gully depths and widths on geological sediments underlying the Idah-Ankpa Plateau of the North Central Nigeria. International Soil and Water Conservation Research. 6(1): 43-50.

Poesen, J., Vandaele, K., van Wesemael, B., (1996). Contribution of gully erosion to sediment production in cultivated lands and rangelands. IAHS Publications. 236: 251– 266.

Poesen, J., Nachtergale, J., Vertstraeten, G., Valentin, C. (2003). Gully erosion and environmental change. Importance and research needs. Catena. 50 (2–4): 91– 134.

16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019

Topic for submission: Water Erosion, Flood, Soil and Water Conservation

Effect of slope on gully development in agricultural rainfed lands in northwest of Iran

Vaezi[*1], A.R., Bakhshi Rad, O.[2] Salehi, Y. [2]

[1] Full Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran
[2] Ph.D. Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Zanjan, Iran

Abstract

Gully erosion is one of the most important types of water erosion which strongly affects soil loss and sediment production, especially in agricultural areas. This study was carried out to investigate the effect of slope factor on gully erosion in the Qarangochay watershed located in south of East Azarbaijan province. An agricultural rainfed area affected by gully erosion was selected and thirty six sites with an area of 1 km^2 considered to determination of gully volume and slope variables. Slope variables were consisted of slope degree and length, the slope steepness factor (S) and length factor (L) and slope factor (LS) described in the Universal Soil Loss Equation (USLE). Results revealed that gully volume varies between 149.58 to 35088.36 m^3. Gully volume is directly affected by slope length and the length factor (L), whereas slope steepness and steepness factor (S) affect negatively on the gully volume. The longer rainfed lands with gentle steepness appear also higher gully development. The length of rainfed land is an important factor affecting gully development in the area. The use of conservation practices is a substantial strategy to prevent gully development particularly in longer rainfed lands in the area.

Keywords: Slope length, Slope degree, Slope factor, Gully volume, Universal Soil Loss Equation

[*] Corresponding author, Email: vaezi.alireza@znu.ac.ir