نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iranian Journal of Watershed
Management Science & Engineering

سال چهاردهم- شماره ۴۹- تابستان ۱۳۹۹ Vol. 14, No. 49, Summer 2020

# تأثیر درجه شیب و ویژگی‌های فیزیکی خاک بر هدررفت خاک از نوارهای کشت دیم

علی‌رضا واعظی[1] و زهرا حقانی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/ ۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/ ۱۸

## چکیده

**این مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر درجه شیب و ویژگی‌های فیزیکی خاک روی فرسایش شیاری در جویچه‌های کشت‌زارهای دیم تحت شرایط آیش انجام شد. جویچه‌هایی با طول ۶ متر در پنج کشت‌زار با شیب‌های ۶، ۱۱، ۱۵، ۲۱ و ۲۷ درصد در سه تکرار احداث شدند. نتایج نشان داد که فرسایش شیاری بین پنج کشت‌زار تفاوتی معنی‌دار دارد. همبستگی معنی‌داری بین فرسایش شیاری و درجه شیب یافت نشد، در حالی‌که فرسایش شیاری به طور معنی‌داری تحت تأثیر برخی ویژگی‌های خاک شامل شن( P<۰/۰۵)، رس( P<۰/۰۵) و پایداری خاک‌دانه( P<۰/۰۵) قرار گرفت.**

**کلیدواژه‌ها:** *جریان متمرکز، نوار کشت، ویژگی‌های خاک*

## مقدمه

فرسایش شیاری عبارت از جداشدن و انتقال رسوب به وسیله جریان متمرکز آب در کانال باریک و فرسایش‌پذیر است [۲]. این فرسایش، منبع عمده تولید رسوب در دامنه‌های شیبدار [۶] به ویژه تحت بارندگی‌های شدید است [۵]. اهمیت این فرسایش در هدررفت خاک در دامنه‌های با خاک سست و با پوشش گیاهی ضعیف شبیه بسیاری از دامنه‌های واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران دوچندان است [۱۱].

فرسایش شیاری به برخی از ویژگی‌های هیدرولیکی جریان مانند شعاع هیدرولیکی، سرعت جریان، عدد رینولدز، عدد فرود و ضریب مقاومت دارسی- ویسباخ وابسته است [۱۹،۱]. معیارهایی مانند شیب بحرانی و عدد فرود بحرانی، سرعت برشی بحرانی [۹] و تنش برشی بحرانی [۱۷] برای بیان تأثیر جریان بر فرسایش شیاری استفاده شده است. در این میان، تنش برشی از اهمیت بیش‌تری برخوردار است. شروع حرکت ذرات در نتیجه وارد شدن تنش برشی جریان بر خاک است [۱۵]. با توجه به فقدان اطلاعات کافی در مورد عوامل مؤثر بر فرسایش شیاری در کشت‌زارهای دیم، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر شیب دامنه و نوع خاک بر فرسایش شیاری در منطقه نیمه‌خشک انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه شامل کشت‌زارهای دیم در دانشگاه زنجان بود. متوسط بارش منطقه ۲۷۰ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه ۱۱ درجه سانتی‌گراد و پوشش گیاهی ضعیف است [۱۲]. فرسایش شیاری در کشت‌زارهای شیبدار عامل اصلی کاهش باروری خاک است. آزمایش در پنج دامنه با شیب‌های ۶، ۱۱، ۱۵، ۲۱ و ۲۷ درصد، در سه تکرار، در مجموع با ۱۵ واحد آزمایشی انجام گرفت. آزمایش با اعمال دبی ثابت ۲ لیتر بر دقیقه، تحت رطوبت ظرفیت مزرعه (FC)[3] به اجرا درآمد. برای ایجاد نوارهای کشت، از ردیف‌کار غلات استفاده و نوارها یا جویچه‌های کشت به ارتفاع ۵ سانتی‌متر، فاصله ۲۵ سانتی‌متر و به طول ۶ متر ایجاد شدند. برای تعیین ویژگی‌های خاک، نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر در سه نقطه در طول هر دامنه برداشت شد و ویژگی‌های فیزیکی خاک‌ها تعیین شد. تأثیر شیب بر هدررفت خاک از نوارهای کشت با استفاده از آزمون دانکن بررسی شد.

۱- نویسنده مسئول و استاد، گروه خاکشناسی، دانشگاه زنجان، ایران. پست الکترونیک: vaezi.alireza@gmail.com
۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه زنجان، ایران.

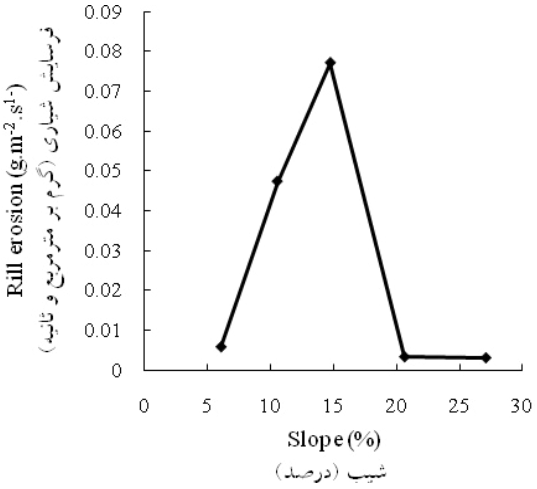
## نتایج

ویژگی‌های خاک دامنه‌ها

کشت‌زارهای با شیب ۶، ۱۱، ۱۵ و ۲۱ درصد دارای خاکی با بافت لوم‌شنی و کشت‌زار با شیب ۲۷ درصد دارای بافت شن‌لومی است. خاک دامنه‌ها مقادیر زیادی بخش سنگی( از ۲۲ تا ۵۷ درصد) دارند و از خاک‌دانه‌های کوچک‌تر و ناپایدار برخوردار بوده اما از نظر نفوذپذیری، محدودیتی ندارند( جدول ۱).

**اثر شیب بر فرسایش شیاری**

شیب دامنه اثر قابل توجهی بر فرسایش شیاری داشت( شکل ۱). در دامنه‌های با شیب ۶ تا ۱۵ درصد، فرسایش شیاری افزایش یافت و در شیب‌های ۲۱ و ۲۷درصد کاهش یافت. علت روند کاهشی فرسایش شیاری در دو دامنه ۲۱ و ۲۷ درصد افزایش درصد ذرات درشت( شن و سنگ‌ریزه) بود. معمولاً در جایی که سطح خاک از سنگ‌ریزه، بقایای گیاه و بوته‌های گیاهی پوشیده باشد، فرسایندگی جریان کم‌تر است [۳، ۶، ۱۰].




**شکل ۱- تغییرات فرسایش شیاری با افزایش شیب دامنه**

Fig 1. The changes of rill erosion with increasing the slope gradient

**اثر ویژگی‌های خاک بر فرسایش شیاری**

ارتباط معنی‌داری بین شیب و ویژگی‌های خاک دامنه‌ها وجود داشت با این وجود همبستگی معنی‌دار بین فرسایش شیاری و شیب دامنه مشاهده نشد. در دامنه‌های با شیب زیاد، مقادیر شن( $r=۰/۷۷$ , $P<۰/۰۱$)، شن درشت( $r=۰/۹۵$ , $P<۰/۰۱$)، چگالی ظاهری( $r=۰/۸۱$ , $P<۰/۰۱$) و بخش سنگی( $r=۰/۸۸$ , $P<۰/۰۱$) به صورت معنی‌داری افزایش و مقادیر شن بسیار ریز( $r=-۰/۹۶$ , $P<۰/۰۱$)، سیلت( $r=-۰/۸۵$ , $P<۰/۰۱$)، رس( $r=-۰/۵۲$ , $P<۰/۰۵$) و پایداری خاک‌دانه( $r=-۰/۷۵$ , $P<۰/۰۱$) به طور معنی‌داری کم‌تر می‌شود.

رابطه مثبت بین فرسایش شیاری و پایداری خاک‌دانه بود( شکل ۲). دلیل آن، تغییرات خصوصیات خاک در دامنه‌ها است. دامنه‌های با شیب بالا درصدذرات درشت بیشتری دارند و از پایداری خاک‌دانه اندکی برخوردارند.

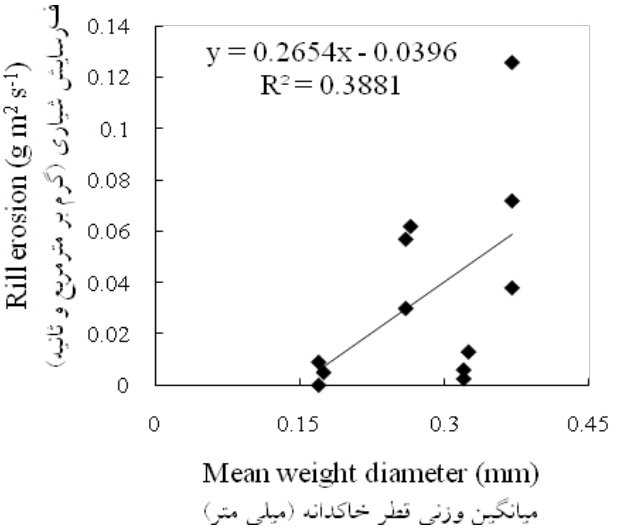
## بحث و نتیجه‌گیری

فرسایش شیاری در دامنه‌های مختلف تحت تأثیر شیب آن‌ها بود. علت آن را می‌توان به نقش شیب در کاهش ماندگاری آب روی سطح و کاهش فرصت نفوذ آب جاری، افزایش سرعت جریان و در نتیجه فرسایش شیاری بیان کرد. با افزایش شیب دامنه تا شیب ۱۵ درصد، فرسایش شیاری به شدت افزایش یافت. نتایج پژوهش مطابق با یافته‌های باتانی و گریسمر [۴] بود که بیان کردند درصد شیب زمین( از ۴ تا۱۶ درصد)، تأثیر معنی‌دار بر هدررفت خاک دارد. بررسی‌های کاینل [۱۳] نشان داد که با افزایش شیب به حد بیشتر از ۱۰درصد، غلظت رسوب افزایش می‌یابد. مطالعه فان و وو [۸ ] نشان داد که فرسایش خاک تا شیب‌های ۶۰ درجه افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد.

**جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی خاک‌ها**

Table 1. Soil physical properties

| شیب دامنه Slope gradient( %) | شن Sand ( %) | سیلت Silt ( %) | رس Clay ( %) | بخش سنگی Rock ( %) fragment | چگالی ظاهری Bulk density ($g.cm^{-3}$) | پایداری خاک‌دانه Aggregate stability( mm) | هدایت هیدرولیکی اشباع Saturated hydraulic conductivity( $cm.h^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 58.55 | 28.95 | 12.50 | 22.08 | 1.27 | 0.32 | 22.60 |
| 11 | 55.75 | 28.00 | 16.25 | 40.29 | 1.31 | 0.27 | 18.50 |
| 15 | 55.82 | 27.92 | 16.25 | 40.55 | 1.44 | 0.36 | 17.20 |
| 21 | 59.10 | 25.90 | 15.00 | 53.54 | 1.55 | 0.17 | 29.90 |
| 27 | 75.26 | 17.23 | 7.50 | 56.93 | 1.50 | 0.18 | 15.40 |




**شکل ۲- رابطه بین فرسایش شیاری و میانگین وزنی قطر خاکدانه**

Fig 2. The relationship between rill erosion and mean weight diameter of aggregate

همبستگی معنی‌داری بین فرسایش شیاری و شیب دامنه یافت نشد( r=-۰/۲۶). وهابی و مهدیان [۲۰] نشان دادند که درصد شیب، همبستگی پایینی با رواناب دارد. در دامنه‌های با درصد شیب بالا، بخش سنگی و ذرات درشت خاک دامنه‌ها افزایش یافت، به‌طوری که بین این ذرات و درصد شیب دامنه همبستگی معنی‌دار وجود داشت( P<۰/۰۱ , r=۰/۸۸) و موجب شد در شیب‌های تندتر، مقدار فرسایش شیاری تا اندازه‌ای کاهش یابد. فرسایش شیاری همبستگی منفی با درصد شن( P<۰/۰۵ , r=-۰/۵۳) و همبستگی مثبت با درصد رس( P<۰/۰۵ , r=۰/۵۹) و پایداری خاک‌دانه( P<۰/۰۵ , r=۰/۶۲) داشت.

بین فرسایش شیاری و پایداری خاک‌دانه رابطه افزایشی معنی‌دار وجود داشت. دامنه‌های با شیب بالا به دلیل وجود ذرات دانه‌درشت، فرسایش شیاری اندکی دارند و به دلیل مقدار اندک ذرات هماورنده، از پایداری خاک‌دانه اندکی برخوردارند. پایداری خاک‌دانه تحت تأثیر شن، شن درشت، شن بسیار ریز، سیلت، بخش سنگی و چگالی ظاهری قرار داشت. مطابق با یافته‌های این پژوهش، فلاناگان و نیرینگ [۷] نیز دریافتند که در مدل WEPP فرسایش‌پذیری شیاری به بافت خاک بستگی دارد و در خاک لوم رسی کم‌تر از خاک‌های شن‌لومی و لوم‌سیلتی بود. رپ [۱۸] نشان داد که فرسایش‌پذیری شیاری با افزایش مقدار رس کاهش یافت. ناپن و همکاران [۱۴] نشان دادند که فرسایش‌پذیری شیاری با افزایش ماده آلی و چگالی ظاهری کاهش یافت. لی و همکاران [۱۶] نیز نشان دادند که فرسایش‌پذیری شیاری تحت تأثیر مقدار سیلت، چسبندگی خاک، پایداری خاک‌دانه و توده ریشه قرار دارد.

به‌طور کلی این پژوهش نشان داد که اگرچه فرسایش شیاری تحت تأثیر شیب دامنه قرار دارد، اما تغییرات آن از روند افزایشی یا کاهشی مشخصی پیروی نمی‌کند. این موضوع به دلیل تغییرات ویژگی‌های خاک در دامنه‌های با شیب مختلف است. فرسایش شیاری در دامنه‌های با شیب متفاوت تحت تأثیر درصد شن، درصد رس و پایداری خاک‌دانه است. پایداری خاک‌دانه مهم‌ترین ویژگی خاک از نظر تأثیر بر فرسایش شیاری می‌باشد. مقدار فرسایش شیاری در کشت‌زارهای دیم منطقه نیمه‌خشک نتیجه برهمکنش شیب دامنه و ویژگی‌های خاک است. در شیب‌های تند به دلیل فراوانی زیاد ذرات درشت‌دانه مانند شن و قابلیت انتقال محدود این نوع ذرات خاک، مقدار فرسایش شیاری اندک است.

## منابع


1.An, J. Zheng, F. L. Lu, J. and Li, G. F. 2012. Investigating the role of raindrop impact on hydrodynamic mechanism of soil erosion under simulated rainfall conditions. Soil Science. 177: 517–526.

2. Bagnold R. A. 1966. An approach to the sediment transport problem from general physics. US government printing office.

3. Bryan, R. B. 1987. Processes and Significance of rill development. Catena. 8: 1- 15.

4. Battany, M. and Grismer, M. 2000. Rainfall runoff and erosion in Napa Valley vineyards: effects of slope, cover and surface roughness. Hydrological Processes. 14(7): 1289-1301.

5. Bonilla, C. A. and Johnson, O. I. 2012. Soil erodibility mapping and its correlation with soil properties in Central Chile. Geoderma. 189-190: 116-113.

6. Cerdan, O. Le Bissonnais, Y. Couturer, A. Bourennane, H. and Souchere, V. 2002. Rill erosion on cultivated hillslopes during two eztreme rainfall events in Normandy, France. Soil and Tillage Research. 67: 99-108.

7. Flanagan, D. C. and Nearing, M. A. 1995. USDA-water erosion prediction project: Hillslope profile and watershed model documentation. Natural Science and Engineering Research Laboratory. Vol. 10.

8. Fan, J. C. and Wu, M. F. 2001. Effects of soil strength, texture, slope steepness and rainfall intensity on interrill erosion of some soils in Taiwan. Science Content. 588-593.

9. Govers, G. 1985. Selectivity and transport capacity of thin flow in relation to rill erosion. Catena. 12: 35-49.

10. Giménez, R. and Govers, G. 2008. Effects of freshly incorporated straw residue on rill erosion and hydraulics. Catena. 72: 214-223.

11. Ghadimi Arous Mahaleh, F. Pourmatin, A. and Ghoddosi, J. 2008. Investigation the relationship between erosion shapes with physical-chemical characteristics Marls. Iranian Journal of Pajouhesh and Sazandegi 42, 95-99.(In Persian).

12. Hasanzadeh, H. Vaezi, A. R. and Mohammadi, M. H. 2013. Runoff variations of different soils in plot scale under the same simulated rainfalls. Iranian Journal of Soil and Water Research

44(3), 245–254.(In Persian).

13. Kinnell, P. 2000. The effect of slope length on sediment concentrations associated with side-slope erosion. Soil Science Society of America Journal. 64(3): 1004-1008.

14. Knapen, A. Poesen, J. and De Baets, S. 2007. Seasonal variations in soil erosion resistance during concentrated flow for a Loess derived soil under two contrasting tillage practices. Soil and Tillage Research. 94(2): 425-440.

15. Kinnell, P. I. A. 2008. Raindrop-impact indused erosion processes and prediction: A review. Hydrological Processes 19: 2815-2844.

16. Li, Zh. Zhang, G. Geng, R. and Wang, H. 2015. Rill erodibility as influenced by soil and land use in a small watershed of the Loess Plateau, China. Biosystems Engineering. 129: 248-257.

17. Prosser, I. P. Dietrich, W. E. and Stevenson, J. 1995. Flow resistance and sediment transport by concentrated flow in a grassland vally. Geomorphology. 13: 73-86.

18. Rapp, I. 1998. Effects of soil properties and experimental conditions on the rill erodibilities of selected soils( Ph. D. thesis). South Africa: Faculty of Biological and Agricultural Sciences University of Pretoria.

19. Reichert, J. M. and Norton, L. D. 2013. Rill and interrill erodibility and sediment characteristics of clayey Australian Vertosols and a Ferrosol. Soil Resource. 51:1–9.

20. aVahabi, J. and Mahdian, M. H. 2008. Rainfall simulation for the study of the effects of efficient factors on runoff rate. Current Science. 95:1439-1445.

نشریه علمی- پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iranian Journal of Watershed
Management Science & Engineering

Vol. 14, No. 49, Summer 2020
سال چهاردهم- شماره ۴۹- تابستان ۱۳۹۹

# Effect of Slope Gradient and Soil Physical Properties on Soil Loss in Furrows of Rainfed Farms

A. R. Vaezi[1] , Z. Haghani[2]

Received: 15-06-2018 Accepted: 09-03-2019

***Technical Note:***

This study was conducted to investigate the effect of slope gradient and soil physical properties on water erosion in the furrows of rainfed farms under fallow conditions. The furrows with 6 m length were installed in five rainfed farms with 6.1, 10.6, 14.8, 20.7 and 27.1 percent slope steepness at three replications. Results indicated that rill erosion was significantly varied among the five farms. There was no significant correlation between rill erosion and slope gradient, while it was significantly affected by some soil properties consisted of sand( $P<0.05$), clay( $P<0.05$) and aggregate stability( $P<0.05$). These results revealed that in coarse textured farms with different slope gradient, soil loss through furrows isn't significantly related to slope gradient, but it is significantly affected by soil physical properties.

***Keywords: Concentrated flow, Cultivation furrow, Soil properties***

1. Correspondence to: A. R. Vaezi, Full Professor of Department of Soil Science, Agriculture Faculty, University of Zanjan, Iran. E-mail: vaezi.alireza@gmail.com
2. M.Sc. Graduate, Soil Science Department, Faculty of Agriculture, University of Zanjan. Iran.