نشریه علمی- پژوهشی

علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management Science & Engineering

سال نهم- شماره ۲۹- تابستان ۱۳۹۴ Vol. 9, No. 29, Summer 2015

بررسی اثرات فرسایندگی باران، شیب و کاربری اراضی در تخمین خطر فرسایش خاک (مطالعه موردی: استان تهران)

سلمان میرزائی[۱]، منوچهر گرجی[۲] و علی جعفری اردکانی[۳]

تاریخ دریافت : ۱۳۹۰/۰۹/۰۸ تاریخ پذیرش :۱۳۹۱/۳/۳۰

چکیده

فرسایش خاک در اراضی کشاورزی یک مشکل اساسی بوده و به منزله یک تهدید برای کیفیت خاک و تولیدات کشاورزی می‌باشد. تهیه نقشه خطر فرسایش برای کنترل تخریب اراضی و تهیه طرح‌های زیست محیطی یک پیش‌نیاز است. هدف از این پژوهش، شناسایی مناطق حساس به فرسایش خاک با تهیه نقشه خطر فرسایش در اراضی زراعی استان تهران و تعیین مساحت آنها می‌باشد. نقشه‌های کاربری اراضی، شیب، و فرسایندگی باران در محدوده استان تهران مورد استفاده قرار گرفت و از تلاقی آنها در سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشه پهنه‌بندی خطر فرسایش خاک و تخریب اراضی با چهار کلاس به‌صورت کم، متوسط، زیاد، و خیلی زیاد ترسیم گردید. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که از ۱۸۸۱۶۱۸ هکتار مساحت استان تهران، ۳۲۰۸۸۷ هکتار (۱۷درصد) را اراضی زراعی تشکیل می‌دهند. از مجموع اراضی زراعی، ٤٤٧٨ هکتار در بالاتر از شیب مجاز (۱۲٪) قرار دارند. به طور کلی، خطر فرسایش خاک و تخریب اراضی در ۹۸/۱ درصد از زمین‌های زراعی کم و در ۰/۵ درصد از اراضی زراعی متوسط می‌باشد. ۰/٤ و ۱ درصد از اراضی زراعی نیز به ترتیب از خطر زیاد و خیلی زیاد برخوردارند. انجام فعالیت‌های زراعی در اراضی با خطر فرسایش زیاد و خیلی زیاد (٤٤٧٨ هکتار) به علت بالا بودن احتمال خطر تخریب و فرسایش، مستلزم اقدامات مدیریتی ویژه می‌باشد و در غیر این صورت، تغییر کاربری آنها به مرتع، باغ، یا جنگل بسیارضروری است.

واژه‌های کلیدی: کاربری اراضی، شیب، فرسایندگی باران

۱- نویسنده مسئول و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه تهران
salman_mirzaee@yahoo.com
۲- دانشیار گروه علوم خاک ،دانشگاه تهران
۳- عضو هیت علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

مقدمه

تاثیر منفی فرسایش خاک بر تخریب اراضی، تولیدات کشاورزی، کیفیت آب، سامانه‌های هیدرولوژیکی، و محیط زیست یک مشکل بسیار مهم شناخته شده است [۸]. تخمین خطر فرسایش خاک اهمیت زیادی در کنترل فرسایش خاک و مدیریت کاربری اراضی داشته [۲۰] و تهیه نقشه‌های آن در شناسایی نواحی بحرانی نیازمند عملیات حفاظت خاک و آب بکار می‌روند [۷]. پژوهشگران برای بررسی خطر فرسایش خاک از معادله جهانی فرسایش خاک[4] [۲٤] و نسخه تجدید نظر شده آن[5] [۱٦] استفاده می‌کنند.

مشکلی که در ارزیابی خطر فرسایش با معادله جهانی فرسایش خاک وجود دارد این است که این مدل نمی‌تواند توزیع مکانی و زمانی فرسایش خاک را نشان دهد و این به علت پیچیدگی عامل‌های موثر در مدل و تغییرپذیری مکانی و زمانی زیاد بوده و از مهمترین محدودیت‌های این روش در مساحت‌های بزرگ هزینه و زمان زیاد است. به منظور غلبه بر این مشکل، از سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده می‌شود که در ارزیابی مناطق حساس به فرسایش در مساحت‌های بزرگ‌تر به دلیل هزینه کم و دقت بالا معقول‌تر است [۱٤، ۲۳]. در مطالعات زیادی از سامانه اطلاعات جغرافیایی برای تخمین خطر فرسایش خاک استفاده شده است [۲، ٦، ۱٤، ۲۰، ۲۲]. این روش تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی را با سرعت بیش‌تر و به سادگی امکان‌پذیر ساخته و ترکیب اطلاعات گسترده در زمینه‌های مختلف و از منابع متفاوت را ممکن و مدیریت اطلاعات را ساده می‌سازد [۱۷]. هدف از این پژوهش شناسایی و ترسیم نقشه مناطق حساس به فرسایش خاک، و پهنه‌بندی خطر فرسایش در اراضی زراعی استان تهران و تعیین مساحت آنها با توجه به نوع کاربری و فرسایندگی باران در درجات مختلف شیب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ، استان تهران (۵۰ درجه و۱۰ دقیقه تا ۵۳ درجه و۱۰ دقیقه شرقی، و ۳٤ درجه و۵۲ دقیقه تا ۳٦ درجه و۲۱ دقیقه شمالی) با مساحت ۱۸۸۱٦۱۸ هکتار به عنوان منطقه مورد مطالعه در نظر گرفته شد. از نقشه‌های کاربری اراضی، فرسایندگی باران، و شیب استان تهران در قالب طرح سیمای فرسایش کشور، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری [۲۱]، استفاده گردید. در تهیه نقشه‌های

4- Universal Soil Loss Equation
5- Revised Universal Soil Loss Equation

جدول ۱- مساحت کاربری‌های مختلف اراضی در استان

Table 1. Area of different landuse in province

کاربری اراضی	Landuse	مساحت (هکتار) Area (ha)	مساحت (٪) Area (%)
زراعت	Agronomy	320887	17
باغ	Garden	42380	2.2
جنگل	Forest	104079	5.5
مرتع	Pasture	1281269	68.1
مناطق شهری	area Urban	105588	5.6
رخنمون سنگی	Stone	26517	1.4
دریاچه و سد	dam and Lake	898	0.05
کل	Total	1881618	100

جدول ۲- اراضی زراعی در بیشتر و کمتر از شیب مجاز

Table 2. Agronomy in low and high of allowable slope

شیب (٪) Slope (٪)	اراضی زراعی Agronomy land	
	هکتار ha	درصد %
0-12	316409	98.6
>12	4478	1.4
کل	320887	100

کاربری اراضی و شیب به ترتیب از نقشه TM ماهواره لندست و مدل رقومی ارتفاع[1] استان استفاده شده بود. و نقشه شیب استان در شش کلاس (کمتر ۳، ۸-۳، ۱۲-۸، ۱۸-۱۲، ۲۵-۱۸، بیشتر از ۲۵ درصد) طبقه‌بندی و تهیه گردید. باتوجه به بررسی منابع [۵، ٤، ۱۵، ۱۸]، شیب ۱۲ درصد به عنوان شیب مجاز برای کشت و کار در نظر گرفته شد.

برای تهیه نقشه فرسایندگی باران از شاخص فورنیه اصلاح شده (MFI)[2] استفاده شده است که به‌صورت زیر می‌باشد:

$$MFI = \sum_{i=1}^{12} P_i^2 / P \qquad (1)$$

که در آن P_i: متوسط بارندگی ماهانه برای ماه i، و P متوسط بارندگی سالانه می‌باشد. در تهیه نقشه فرسایندگی باران از متوسط داده‌های ۲۰ سال بارندگی کل کشور استفاده شده است. برای بررسی وضعیت و پتانسیل فرسایندگی باران، فرسایندگی باران در چهار کلاس به‌صورت کم (کمتر از۲۰میلی‌متر)، متوسط (بین ٤۰-۲۰ میلی‌متر)، زیاد (بین ٦۰-٤۰ میلی‌متر)، و خیلی زیاد (بیش از ٦۰ میلی‌متر) طبقه‌بندی شده است.

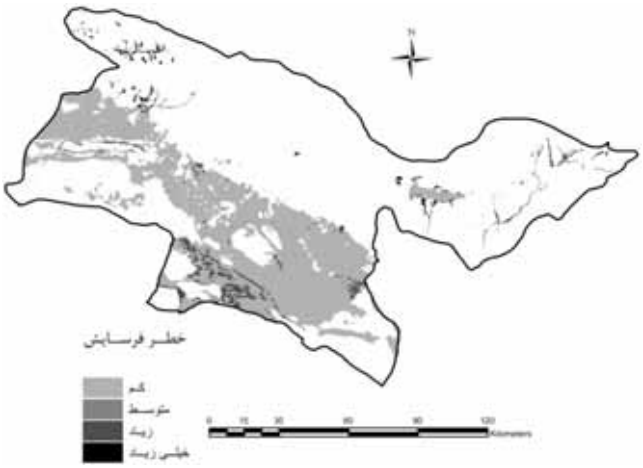
برای بررسی خطر فرسایش خاک، سه لایه شامل کاربری زراعی، درجه شیب، و فرسایندگی باران در محیط ArcGIS ۹،۳ با یکدیگر ترکیب گردید و نقشه خطر فرسایش خاک در اراضی زراعی استان تهران بدست آمد.

نتایج و بحث

مطابق جدول ۱، استان تهران دارای ۷ نوع کاربری اراضی بوده که قسمت اعظم اراضی استان را اراضی مرتعی با مساحت ۱۲۸۱۲٦۹ هکتار (٦۸/۱ درصد) و در درجه بعدی اراضی زراعی با مساحت ۳۲۰۸۸۷ هکتار (۱۷ درصد) تشکیل می‌دهند. موقعیت اراضی زراعی استان (مناطق رنگی) در شکل(۱) نشان داده شده است. اراضی زراعی بیشترین پراکنش را در مناطق جنوب و جنوب غرب دارد. بر اساس جدول(۲) مساحت اراضی زراعی در شیب کمتر از ۱۲ درصد برابر ۳۱٦٤۰۹ هکتار و در شیب بیشتر از ۱۲ درصد ٤٤۷۸ هکتار است. بطور کلی با تغییر کاربری اراضی از جنگل و مرتع به زراعت به علت کاهش ماده آلی [۱۲]، فروپاشی خاکدانه‌ها و تضعیف ساختمان خاک [۳]، و کاهش نفوذپذیری [۱۳]، فرسایش‌پذیری خاک افزایش خواهد یافت. در این زمینه بویکس و فایس [۱] اظهار داشتند که میزان فرسایش‌پذیری خاک در اراضی زراعی حدود ۲/٤ برابر بیشتر از اراضی جنگلی می‌باشد. کلیک [۳] با بررسی سه نوع کاربری شامل جنگل، مرتع، و کشاورزی نشان داد که فرسایش‌پذیری در اراضی کشاورزی به ترتیب ۲/٤ و ۲ برابر بیشتر از کاربری جنگل و مرتع است. در اثر افزایش فرسایش‌پذیری خاک به دلایل فوق، کشت و کار در اراضی با شیب بیش از حد مجاز، فرسایش بسیار شدیدی را ایجاد خواهد کرد.

جهت ارزیابی خطر فرسایش خاک در اراضی زراعی استان، سه لایه شامل لایه‌های کاربری، درجه شیب، و فرسایندگی باران با یکدیگر در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی ترکیب گردیده و نقشه خطر فرسایش خاک با توجه به جدول(۳) تهیه گردید (شکل ۱). مطابق نقشه خطر فرسایش خاک (شکل۱)، مناطق با پتانسیل خطر فرسایش کم، بیش از ۹۸/۱ درصد (جدول ٤) از اراضی زراعی را در بر می‌گیرند که علت آن پایین بودن درجه شیب و قدرت فرسایندگی باران در مساحت زیادی از اراضی زراعی می‌باشد. مناطق با خطر فرسایش متوسط حدود ۰/۵ درصد از اراضی زراعی استان را شامل می‌شود که در مناطق با شیب بین ۸ تا ۱۲ درصد و دارای قدرت زیاد و خیلی زیاد فرسایندگی باران قرار گرفته‌اند. مناطق با خطر فرسایش زیاد کمترین وسعت حدود ۱۳۵۷ هکتار را در سطح استان داشته و بیشترین پراکنش را در مناطق شمالی دارند. مناطق با خطر فرسایش

1- Digital Elevation Model
2- Modified Fournier Index



شکل ۱- خطر فرسایش خاک با توجه به کاربری زراعی، درجه شیب، و فرسایندگی باران (رنگ سفید بیانگر اراضی غیر زراعی می‌باشد)

Fig. 1. Soil erosion risk according to landuse, slope degree and rainfall erosivity (white color is none agronomy land

جدول ۳- کلاس‌بندی خطر فرسایش خاک

Table 3. classify of soil erosion risk

شیب (٪)	قدرت فرسایندگی باران			
	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
	Power of rainfall erosivity			
Slope(%)	Low	Moderate	High	Very high
۸-۰	Low	Low	Low	Low
۱۲-۸	Low	Low	Moderate	Moderate
>۱۲	High	High	Very high	Very high

جدول ٤- خطر فرسایش خاک در اراضی زراعی

Table 4. soil erosion risk in agronomy

خطر فرسایش خاک risk erosion soil	مساحت هکتار) Area (ha)	نسبت به اراضی زراعی (٪) To Agronomy (٪)
کم Low	314762	98.1
متوسط Moderate	1647	0.5
زیاد High	1357	0.4
خیلی زیاد high Very	3121	1.0

خیلی زیاد حدود ۳۱۲۱ هکتار از اراضی استان را شامل می‌شود و بیشترین وسعت را در مناطق شمالی و اراضی با شیب بیش از ۱۲ درصد و دارای قدرت زیاد و خیلی زیاد فرسایندگی باران دارند.

اراضی زراعی با خطر فرسایش زیاد و خیلی زیاد (٤٤٧٨ هکتار) با اینکه مساحت کمتری نسبت به کل اراضی زراعی استان را شامل می‌شود ولی اینگونه اراضی مستعد تولید رسوب و تخریب بوده که بایستی عملیات حفاظتی ویژه در آن مناطق به اجرا در آید یا کاربری آنها به باغ، مرتع، یا جنگل‌های دست‌کاشت تبدیل شود تا موجب کاهش فرسایش خاک گردد.

استوکینگ و الوال [۱۹] نقشه کلی از خطر فرسایش خاک را در زیمباوه ارائه کرده‌اند که بر پایه مقدار فرسایندگی متوسط سالانه است. باگز و همکاران [۲] برای بررسی خطر فرسایش خاک از مدل رقومی ارتفاع و نقشه واحدهای اراضی، و تیان و همکاران [۲۲] از پوشش گیاهی، پوشش اراضی، و درجه شیب استفاده کردند. دفرا [٦] نیز نقشه خطر فرسایش خاک را در اراضی کشاورزی بر اساس درجه شیب و بافت خاک ترسیم کرد.

نتیجه‌گیری

نتیجه حاصل از بررسی کاربری اراضی نشان داد که کاربری زراعی در حدود ۱۷ درصد (معادل ۳۲۰۸۸۷ هکتار) از اراضی کل استان را تشکیل می‌دهد. اراضی زراعی بیشترین پراکنش (۳۱٦٤۰۹ هکتار) را در جنوب و جنوب غربی استان و در مناطق با شیب کمتر از ۱۲ درصد دارند و حدود ٤٤٧٨ هکتار از اراضی زراعی در مناطق با شیب بیش از ۱۲ درصد واقع شده است.

مطابق نقشه خطر فرسایش خاک تهیه شده برای اراضی زراعی استان تهران، در حدود ٤٤٧٨ هکتار (معادل ۱/٤ درصد) از اراضی زراعی با خطر فرسایش زیاد و خیلی زیاد مواجه بوده وحدود ۱٦٤۷ هکتار (معادل ۰/۵ درصد) اراضی زراعی، در مناطق با حساسیت متوسط به فرسایش خاک قرار دارند.

با توجه به زیاد بودن مقدار فرسایش خاک در ایران، و نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود مطالعات مشابه در نقاط مختلف کشور بویژه در استان‌های کوهستانی و اراضی پرشیب صورت گیرد تا با در نظرگرفتن کاربری اراضی، شیب، فرسایندگی باران، و... ، میزان خطر فرسایش در مناطق مختلف، اجرای برنامه‌های پیشگیرانه، بهره‌برداری بهینه از اراضی کشاورزی و ارتقاء حفاظت خاک و بهبود مدیریت آنها امکان‌پذیر گردد.

منابع

1- Boix-Fayos, C. Calvo-Cases, A. Imeson, A.C. and Soriano-Soto, M.D. 2001. Influence of Soil Properties on the Aggregation of some Mediterranean Soils and the Use of Aggregate Size and Stability as Land Degradation Indicators. Catena. 44: 47–67.

2- Boggs, G. Devonport, C. Evans, K. and Puig, P. 2001. GIS-based rapid assessment of erosion risk in a small catchment in the wet/dry tropics of Australia. Land Degrad. Dev. 12: 417–434.

3- Celik, I. 2005. Land use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern Mediterranean highland of Turkey. Soil & Tillage

Research 83: 270-277.

4- Chan, L.C. 2000. Slope land capability classification as a tool in land use planning a Taiwan.

5- Davoodi rad, A. 2002. Evaluation of role of land management in soil erosion. Land management, soil erosion and sustainable development congress. (In Persion)

6- Defra. 2005. Controlling Soil Erosion: a Manual for the Assessment and Management of Agricultural Land at Risk of Water Erosion in Lowland England. Revised September 2005. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London.

7- Gandom kar, A. 2007. Application of GIS in identifing of areas that require doing watershed action for reduction of soil erosion. Watershed engineering and science congress 312. (In Persion)

8- Lal, R. and Elliot, W. 1994. Erodibility and erosivity, In Lal, R. (ed.), Soil erosion research methods, Soil and Water Conservation Society, Ankeny. 181-208.

12- Lemenih, M., Karltun, E. and Olsson, M. 2005. Assessing soil chemical and physical property responses to deforestation and subsequent cultivation in smallholders farming system in Ethiopia. Agriculture, Ecosystems & Environment. 105: 373-386.

13- Lu, D., Moran, E. and Mausel, P. 2002. Linking Amazonian secondary succession forest growth to soil properties. Land Degrad. Dev. 13: 331- 343.

14- Millward, A.A. and Mersey J.E. 1999. Adapting the RUSLE to model soil erosion potential in a mountainous tropical watershed. Catena. 38: 109–129.

15- Morgan, R.P.C. 2005. Soil Erosion and coservation: Erosion hazard assessment.

16- Renard, K.G. Kertesz, A. Markus, B. and Richter, G. 1997. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). Agricultural handbook no. 537. United States Department of Agriculture, Washington, p 665.

17- Shi, Z.H. Cai, C.F. Ding, S.W. Wang, T.W. and Chow, T.L. 2004. Soil conservation planning at the small watershed level using RUSLE with GIS: a case study in the Three Gorge Area of China. Catena. 55: 33-48.

18- Sokoti, R. 2010. Investigation of effect range slope on soil losses in grassland and rainfed landuse. Congress of national erosion and sediment. (In Persion)

19- Stoching, M.A. and Elwell, H.A. 1976. Rainfall erosivity over Rhodesia. Transactions of the Institute of British Geographers New Series. 1: 231-245.

20- Vrieling, A. Sterk, G. and Beaulieu, N. 2002. Erosion risk mapping: a methodological case study in the Colombian eastern plains. Jour. Soil and water conserve. 57: 158–163.

21- The erosion portrait of Iran. Soil conservation and watershed management institute. (In Persion)

22- Tian, Y.C. Zhou, Y.M. Wu, B.F. and Zhou, W.F. 2009. Risk assessment of water soil erosion in upper basin of Miyun Reservoir, Beijing, China. Environ Geol. 57:937–942.

23- Wang, G. Gertner, G. Fang, S. and Anderson, A.B. 2003. Mapping multiple variables for predicting soil loss by geostatistical methods with TM images and a slope map. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 69: 889–898.

24- Wischemeier, W.H. and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. USDA, Agricultural handbook no. 537, Washington DC.

نشریه علمی- پژوهشی
علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
Iran-Watershed Management
Science & Engineering
Vol. 9, No. 29, Summer 2015
سال نهم- شماره ۲۹- تابستان ۱۳۹۴

Abstract (Technical Note)

Risk Assessment of Soil Erosion Using Geographical Information System (Case Study of Tehran Province)

S. Mirzaee[1], M. Gorji[2] and A. Jafari Ardakani[3]
Received:2011.11.29 Accepted:2012.6.19

Soil erosion on agricultural land is a main problem and constitutes a threat to soil quality and agricultural production. Preparation of a risk map is needed as a prerequisite for control of soil erosion and planning of environmental projects. This study was conducted to assess the risk of soil erosion by mapping and zonation of soil erosion risk in farmland of Tehran province and determine their extents. The map of soil erosion risk was prepared with four classes (low, moderate, high, and very high); by integration of slope gradients, land use, and erosivity map using Geographical Information System. Results showed that the area of Tehran province farmland is 320887 ha (17.05% of total area). 4478 ha of farmlands are located in areas with slopes more than permitted slope for cultivation, that 3121 ha of them have rainfalls with high and very high erosivity. In general, 98.1, 0.5, 0.4, and 0.97% of farmlands have the low, moderate, high, and very high erosion risk, respectively. Soil erosion and land degradation are occurred due to crop production activities in the areas with high and very high erosion risks (4478 ha of farmland). Therefore, in these areas, special soil conservation and land management should be conducted, otherwise, the land use of these areas are necessary to changed to grassland, garden, and artificial forests.

Keywords: Land use, Slope, Rainfall erosivity.

1- M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, University of Tehran, Iran. , corresponding author Email: Salman_mirzaee@yahoo.com
2- Associate Professor, Dept. of Soil Science, University of Tehran, Iran
3- Institute of Soil Conservation and Watershed Management Research, Iran.