Sustainable Urban & Regional Development Studies Quarterly

Volume 5, Issue 3 - Serial Number 17, Fall 2024 **Online ISSN: 2783-0764**

Journal Hompage https://www.srds.ir/

https://www.srds.ir/article_217568.html?lang=en

Preparing soil data in the SWAT model using geological maps and remote sensing techniques (Case study: Sahajar Tonekabon watershed)

Mousa Abedini[1], Behnaz Saraei[*2], Ali Talebi[3]

1.Professor, Department of Physical Geography, Faculty of Social Sciences,University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2.PhD student in Geomorphology, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3.Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran.

Extended abstract

Introduction

Soil erosion is one of the environmental problems that is a threat to natural resources, agriculture and environment. In this regard, temporal and spatial information of soil erosion play an effective role in management measures, erosion control and watershed management (Abedini et al., 1403). Planning to conduct research in the field of earth sciences requires basic and required data, because without the existence of data sources, the conditions for the study are not available (Makhdoom et al., 2012). The method of digital soil mapping in combination with remote sensing data is a useful solution for producing a digital map of soil characteristics with high accuracy and spending less time and money (Shahriari et al., 1403). Hydrological models are usually used to predict how hydrological processes or water quality processes respond to changes in environmental and human factors as well as different management approaches (Rashad et al., 2024). Global soil maps, such as the dataset provided by the World Soil Organization (FAO), as one of the reliable sources of soil information, have many advantages that are used in this field. But at the same time, it also has disadvantages for hydrological modeling. These maps are often prepared on a large scale and do not have the necessary accuracy in distinguishing local features, and also the large diversity of soils on a small scale is not reflected correctly, and soil information may be old and do not reflect recent changes in land use or climate changes. These disadvantages cannot meet the exact needs of modeling and damage the accuracy of hydrological models. The studied basin is one of the important aquifer basins of Tunkabon city both in terms of forest cover and agriculture. Therefore, due to the lack of soil data and soil map in the researched basin and to increase the accuracy of modeling, the methods of combining geological parameters and remote sensing were investigated to prepare a soil map and its parameters to improve the accuracy of soil parameters in the SWAT model in the Seh-Hazar river basin of Tunkabon city. The purpose of this research is to prepare soil map and its parameters as one of the main inputs of SWAT model for hydrological modeling for flood forecasting.

Methodology:

This research was carried out in order to complete soil parameters and soil map for use in SWAT model, in Sahe-Hazar basin of Tunkabon city. The target area lacked information and soil

parameters required for use in the SWAT model. First, the soil map was downloaded from the database from the official FAO website at www.fao.org. In total, 2 types of soil (Chernozium soil and vertisol) were extracted for the study area. While soil variety and more parameters are needed to improve the accuracy of SWAT model. Since the map extracted from the World Soil Map (FAO) was not accurate enough to be used in the SWAT model, the geological map of the studied area was prepared from the geological map of Mazandaran province that we received from the General Department of Natural Resources of Nowshahr. We took help from the slope map to identify areas prone to soil erosion and analyze it, as well as to determine the type of soil and its effective characteristics. By analyzing the geological map and the slope map, height, rock type, vegetation, stratigraphy and formation, the climate of the region and the amount of precipitation, we can extract the required soil factors. Then we used the soil data values of the side basin (Sardabroud) for verification. We also used EXCEL software to classify some data and created and produce maps using GIS software.

Results and Discussion:
In this research, 10 soil factors required for use in SWAT model, including: number of layers, soil depth, horizon thickness, volumetric mass, available water capacity, saturated electrical conductivity, soil organic matter, clay, silt, sand, rock in the horizon, albedo ratio were extracted. Finally, according to the results of the research, 5 types or types of soil were obtained to prepare a soil map for use in the SWAT model, and these 5 types include: Lithosoil soil, Seville verti soil, Seville moly soil, chernozium-like soil, and moist podzol soils. The validation results of the present research showed that using the above method to facilitate the preparation of soil maps and estimation of soil data values has acceptable accuracy.

Conclusion
The aim of the current research is to prepare soil map and required parameters for use in SWAT hydrological model in Seh-Hazar basin of Tunkabon city.The results showed that the use of geological maps and remote sensing data provides a practical approach to complete soil parameters. This method, while reducing cost and time, high-quality data for model parameterization can be a valuable tool for improving the calibration and validation processes of the hydrological model in areas lacking data. The validation results of the present research showed that using the above method to facilitate the preparation of soil maps and estimation of soil data values has acceptable accuracy. Therefore, in areas without soil data and in studies where there is a time limit, the method of preparing soil data is the appropriate method. Geological maps provide valuable information for estimating soil parameters. This approach can help to improve the accuracy of hydrological models and water resources management in areas with limited or no soil data.

Keywords: soil data, model optimization, preparation of soil map

References

Abedini, M., Belvasi, A., Nezafat Telke, B. (1403), Comparison of MPsiak, APM and BLM models for soil erosion assessment using the kappa statistical coefficient. Geographical Space. 24(87) 215. http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-3937-fa.html

Abedini; M., Pasban; A. M., Hassanzadeh, N. (1403). Study of soil erosion rate and its relationship with geomorphic indicators and vegetation cover in the Kozeh-Topraghi watershed, Ardabil province. Geography and Development. 22(77)80 -55. 10.22111/GDIJ.2024.8682

Ahmadi-Sani, N., Babaei-Kafaki, S. (2017). Preparing a map of soil parameters in environmental science studies based on geopedological principles using remote sensing and geographic information systems, Journal of Renewable Natural Resources Research, Volume 8, 1(27): 55-67.

Alikhani, Z, Sarmadian F, Mousavi R. (2014). Comparison of accuracy of soil map prepared by geopedology method and common Iranian method (Case study: Cohen). Rangeland and Watershed Management Journal, Iranian Journal of Natural Resources. 6(1) 93-102.https://doi.org/10.22059/jrwm.2014.50831

Alikhani, Z., Sarmadian F., Mousavi R. (2014). Comparison of the accuracy of soil maps prepared by geopedology method and the usual Iranian method (Case study: Cohen). Rangeland and Watershed Management Journal, Iranian Journal of Natural Resources. 6(1) 93-102.https://doi.org/10.22059/jrwm.2014.50831

Bagheri-Badagh-Abadi, M., Salehi, M., Esfandiari-Borojen, A., Mohammadi, J., Karimi-Karobeh, A., Tomanian, N. (2012). Evaluation and investigation of the generalizability of the Soil Inferential Model (SOLIM) in digital soil mapping using digital elevation model and its derivatives, Journal of Agricultural Sciences and Technologies and Natural Resources, Soil and Water Sciences, 16(61): 155-166.http://jstnar.iut.ac.ir/article-1-2436-fa.html

Bifeng H. Geng Y, Shi K, Xie M, Ni H, Zhu Q, Qiu Y, Zhang Y, Bourennane H. (2024). Fine-resolution baseline maps of soil nutrients in farmland of Jiangxi Province using digital soil mapping and interpretable machine learning. CATENA. Volume 249.108635.https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.108635

Bodenstein D, Clarke C, Watson A, Miller J, van der Westhuizen S, Rozanov A.(2022). Evaluation of global and continental scale soil maps for southern Africa using selected soil properties. CATENA. Volume 216. 106381. https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106381

Bouma J. H. W. G. Booltink, P. A. Finke.(1996). Use of soil survey data for modeling solute transport in the vadose zone. Journal of Environmental Quality. 25:519-529. https://doi.org/10.2134/jeq1996.00472425002500030017x

Colín-García G. Palacios-Vélez E. López-Pérez A. (2023). Hydrological modeling with the SWAT model using different spatial distributions of soil type in the Mixteco River Bsain.Terra latin American Magazine.10.28940.https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1566.

Faraj-Nia, A, Yarahmadi, J. (2015). Investigating the efficiency of geopedology method in preparing soil maps and comparing it with physiographic method, Quantitative Geomorphology Research, 4(2) 166-154.20.1001.1.22519424.1394.4.2.11.6

Ghavami M. Ayoubi Sh , Khaleghpanah N, Mosaddeghi M.R. Gohari A.R .(2024). Soil loss estimation using RUSLE model: Comparison of conventional and digital soil data at watershed scale in central Iran. Soil and Tillage Research. Volume 244.106238.https://doi.org/10.1016/j.still.2024.106238

Gulja S. Nair. D. Karunanidhi , T. Subramani .(2025). Hydrological modeling for the Bharathapuzha River basin of South India using SWAT model. Desalination and Water Treatment. Volume 321.100975.https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100975

Izydorczyk K.Piniewski M, Krauze K, Courseau L, Czyż P, Giełczewski M, Kardel A, Marcinko wski P, Szuwart M, Zalewski M, Frątczak W. (2019). The ecohydrological approach, SWAT modelling, and multi-stakeholder engagement – A system solution to diffuse pollution in the Pilica basin, Poland. The ecohydrological approach, SWAT modelling, and multi-stakeholder engagement – A system solution to diffuse pollution in the Pilica basin, Poland. Volume 248. 109329.https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109329

Jafari, A, Khaleghi M, Farpour M. E. (2018). Digital soil mapping using legacy data: A case study of Faryab region of Kerman, Agricultural Engineering (Agricultural Scientific Journal), 41(4): 31-48. 10.22055/AGEN.2018.26477.1439

Jamshidi, M., Delavar, M., Taghizadeh Mehrjerdi, R., Barangard, K. 2019. Evaluation of the generalizability of the random forest model for predicting soil classes at the subgroup level, Journal of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 9, 1: 64-45.10.22069/EJSMS.2019.15779.1847

Jawad Rasheed N. AlKhafaji M.S, Alwan I, Suwaiyan M.S, Haq Doost Z, Mundher Yaseen Z. (2024). Survey on the resolution and accuracy of input data validity for SWAT-based hydrological models. Heliyon. Volume 10. Issue 19. e38348. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38348

Loft Elahi, L, Delavar M.A, Jamshidi M. (2010). Introducing different sampling methods in digital soil mapping studies, Journal of Soil Use Research, 3(8)2019-202

Makhdoom, M., Darvish-Sefat, A., Jafarzadeh, E., Makhdoom, A. (2013). Environmental Assessment and Planning with Geographic Information Systems (GIS), Tehran University Press, 7th edition. 304 pages.

Manteghi Sh. Moravej K, Mousavi S.R, Delavar M.A, Mastinu A.(2024). Digital soil mapping for soil types using machine learning approaches at the landscape scale in the arid regions of Iran, Advances in space research, 74:1-1-16.https://doi.org/10.1016/j.asr.2024.04.042

Omidvar, A., Kavian A., Soleimani K., Meshari, S. (2015). Investigating the feasibility of using soil unit maps to estimate spatial changes in soil erodibility factor, Desert Engineering Scientific and Research Journal, Volume 4, 9: 95-107. 10.22052/DEEJ.2016.113630

Sabbaghi M. Esfandiari M, Eftekhari K , Mohammadi Torkashvand A.(2024). Predictive map of soil texture classes using decision tree model and neural network with features of geomorphology level. Canadian Journal of soil science.104:1-72-90. https://doi.org/10.1139/cjss-2023-0011

Shahryari, A., Delbari, M., Afrasiab, P., Pahlolan-Rad, M. R. (1403). Prediction of regional distribution of soil texture components of Sistan floodplain using random forest method, 14(4) 56-45.

Tabares D. Miguel A. Willaarts B. Alfonso A.(2020). Self-Organizing Map of soil properties in the context of hydrological modeling. Self-Organizing Map of soil properties in the context of hydrological modeling. Volume 88. 175-189.https://doi.org/10.1016/j.apm.2020.06.044

Taghizadeh Mehrjerdi, R, Sarmadian F, Omid M, Thaqebi, G, Tomanian, N, Rousta, M, Rahimian M. (2013). Comparison of artificial neural network and decision tree methods in preparing digital soil maps in the Ardakan region, Iranian Journal of Soil and Water Research, Volume 44, 2(2): 173-182.

Taloor A. Khajuria V, Parsad G, Bandral Sh, MahajanS, Singh S, Sharma M, Kothyari G. (2025). Geospatial assessment of soil erosion in the Basantar and Devak watersheds of the NW Himalaya: A study utilizing USLE and RUSLE models. Geosystems and Geoenvironment. Volume 4. Issue 2.100355. https://doi.org/10.1016/j.geogeo.2025.100355

Zeraatpisheh, M. Ayoubi Sh , Jafari A , Finke P.(2017). Comparing the efficiency of digital and conventional soil mapping to predict soil types in a semi-arid region in Iran. Geomorphology, 285: 186-204. https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.02.015

.

فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای

دوره ۵، شماره ۳، شماره پیاپی ۱۷، پاییز ۱۴۰۳ شاپا:۰۷۶۴-۲۷۸۳

Journal Hompage https://www.srds.ir/
https://www.srds.ir/article_217568.html?lang=fa

تهیه داده‌های خاک در مدل SWAT با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و تکنیک سنجش از راه دور (مطالعه موردی: حوضه آبخیز سه‌هزار تنکابن)

موسی عابدینی[۱]، بهناز سرائی*[۲]، علی طالبی[۳]

۱. استاد گروه جغرافیای طبیعی(گرایش ژئومورفولوژی)، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی. اردبیل، ایران

۲. دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی.اردبیل، ایران

۳. استاد گروه منابع طبیعی (گرایش هیدرولوژی)، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد. یزد، ایران

مقدمه:

فرسایش خاک، یکی از مشکلات محیطی است که تهدیدی برای منابع طبیعی، کشاورزی و محیط‌زیست به شمار می‌رود. در این راستا، اطلاعات زمانی و مکانی از فرسایش خاک در اقدامات مدیریتی، کنترل فرسایش و مدیریت حوضه‌های آبخیز نقش مؤثری دارند (عابدینی و همکاران،۱۴۰۳). برنامه‌ریزی جهت انجام پژوهش در زمینه علوم زمین نیازمند داشتن داده‌های اولیه و مورد نیاز است، زیرا بدون وجود منابع داده، شرایط برای مطالعه میسر نمی‌شود (مخدوم و همکاران،۱۳۹۲). روش نقشه‌برداری رقومی خاک در تلفیق با داده‌های سنجش‌ازدور به‌عنوان راهکاری سودمند برای تولید نقشه رقومی خصوصیات خاک با دقت بالا و صرف هزینه و زمان کمتر است (شهریاری و همکاران،۱۴۰۳). مدل‌های هیدرولوژیکی معمولا برای پیش‌بینی اینکه چگونه فرآیندهای هیدرولوژیکی و یا فرآیندهای کیفیت آب به تغییرات عوامل محیطی و انسانی و همچنین رویکردهای مدیریتی مختلف پاسخ می‌دهند استفاده می‌شوند (راشد[۲] و همکاران، ۲۰۲۴). نقشه‌های جهانی خاک، مانند مجموعه داده‌های ارائه شده توسط سازمان جهانی خاک (FAO)، به عنوان یکی از منابع معتبر اطلاعات خاک، مزایای زیادی دارد که در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما در عین حال معایبی نیز برای مدلسازی هیدرولوژیکی دارد. این نقشه‌ها اغلب در مقیاس‌های بزرگ تهیه شده‌اند و که دقت لازم را در تفکیک ویژگی‌های محلی ندارند، و همچنین تنوع زیاد خاک‌ها در مقیاس کوچک به درستی منعکس نشده است و اطلاعات خاک ممکن است قدیمی باشند و تغییرات اخیر در کاربری زمین یا تغییرات اقلیمی را نیز منعکس نمی‌کنند. این معایب می‌توانند نیازهای دقیق مدل‌سازی را برآورده نسازند وبه دقت و صحت مدل‌های هیدرولوژیکی آسیب برسانند. حوضه مورد مطالعه هم به لحاظ پوشش جنگلی و هم به لحاظ کشاورزی جزو حوضه‌های آبخیر مهم شهرستان تنکابن می‌باشد. لذا به دلیل عدم وجود داده‌های خاک و نقشه خاک در حوضه مورد تحقیق و برای افزایش دقت مدلسازی اقدام به بررسی روش‌های ترکیب پارامترهای زمین‌شناسی و سنجش از دور جهت تهیه نقشه خاک و پارامترهای آن برای بهبود دقت پارامترهای خاک در مدل SWAT در حوضه رودخانه سه‌هزار شهرستان تنکابن پرداخته شد. هدف پژوهش حاضر تهیه نقشه خاک و پارامترهای آن به عنوان یکی از ورودی‌های اصلی مدل SWAT جهت مدلسازی هیدرولوژیکی برای پیش‌بینی سیلاب می‌باشد.

---

* نویسنده مسئول: saraei.behnaz@gmail.com

ارجاع به این مقاله: عابدینی, موسی , سرایی, بهناز و طالبی, علی . (۱۴۰۳). ۱۸.تهیه داده‌های خاک در مدل SWAT با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و تکنیک سنجش از راه دور (مطالعه موردی: حوضه آبخیز سه‌هزار تنکابن). فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای, ۵(۳), ۲۸۹-۳۰۲.

[2] . Rasheed & et al.

. روش‌شناسی:

این پژوهش به منظور تکمیل پارامترهای خاک و نقشه خاک جهت استفاده در مدل SWAT، در حوضه سه‌هزار شهرستان تنکابن انجام شد. منطقه مورد نظر فاقد اطلاعات و پارامترهای خاک مورد نیاز جهت ا ستفاده در مدل SWAT بود. ابتدا نق شه خاک از پایگاه داده از وب سایت رســـمی FAO به آدرس www.fao.org دانلود شـــدند در مجموع ۲ نوع خاک (خاک چرنوزیوم و ورتی ســـول) برای منطقه مورد مطالعه استخراج شد. در حالیکه به تنوع خاکی و پارامترهای بیشتری برای بهبود دقت مدل SWAT، نیاز است. از آنجایی‌که، نقشه استخراج شده از نقشه جهانی خاک (FAO) دقت لازم برای استفاده در مدل SWAT را نداشت، از نقشه زمین شناسی استان مازندران که از اداره کل منابع طبیعی نوشهر دریافت کردیم، نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه تهیه گردید. سپس از نقشه رقومی ارتفاعی (DEM) ۱۲ متر نقشه شیب منطقه مطالعاتی تهیه گردید. از نقشـــه شـــیب جهت شـــناســـایی مناطق مســـتعد فرســـایش خاک و تحلیل آن و همچنین تعیین نوع خاک و ویژگی‌های تاثیرگذار آن کمک گرفتیم. با تحلیل نقشه زمین شناسی و نقشه شیب، ارتفاع، نوع سنگ، پوشش گیاهی،چینه شناسی و سازند، اقلیم منطقه و مقدار بارش توا سیتم فاکتورهای خاک مورد نیاز را ا ستخراج کنیم. سپس از مقادیر داده‌های خاک حو ضه کناری (سردآبرود) برای صحت سنجی ا ستفاده کردیم. همچنین از نرم‌افزار EXCEL به طبقه‌بندی برخی داده‌ها و با ا ستفاده از نرم‌افزار GIS به تهیه نق شه‌ها اقدام شد.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری:

در این تحقیق، ۱۰ فاکتور خاک مورد نیاز برای استفاده در مدل SWAT، شامل: تعداد لایه‌ها، عمق خاک، ضخامت افق، جرم حجمی، ظرفیت آب قابل دسترس، هدایت الکتریکی اشباع، مواد آلی خاک، رس، سیلت، ماسه، سنگ در افق، نسبت آلبدو استخراج گردید. در نهایت طبق نتایج تحقیق، ۵ تیپ یا نوع خاک برای تهیه نقشه خاک برای استفاده در مدل SWAT حاصل شد که این ۵ تیپ شامل: خاک لیتوسویل، خاک ورتی سویل،خاک مولی سویل، خاک شبه چرنوزیوم و خاکهای پودزول مرطوب می باشند. نتایج صحت‌سنجی تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از روش فوق جهت سهولت در تهیه نقشه خاک و برآورد مقادیر داده‌های خاک دقت قابل قبولی دارد.

نتایج:

هدف پژوهش حاضر تهیه نقشه خاک و پارامترهای مورد نیاز جهت استفاده در مدل هیدرولوژیکی SWAT در حوضه سه‌هزار شهرستان تنکابن است. نتایج نشان داد که استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و داده‌های سنجش از دور یک رویکرد عملی برای تکمیل پارامترهای خاک ارائه می‌دهد. این روش ضمن کاهش هزینه و زمان، داده‌های با کیفیت بالا برای پارامترسازی مدل می‌تواند ابزار ارزشمندی برای بهبود فرآیندهای کالیبراسیون و اعتبارسنجی مدل هیدرولوژیکی در مناطق فاقد داده باشد. نتایج صحت‌سنجی تحقیق حاضر نشان داد که استفاده از روش فوق جهت سهولت در تهیه نقشه خاک و برآورد مقادیر داده‌های خاک دقت قابل قبولی دارد. لذا در مناطق فاقد داده‌های خاک و در مطالعاتی که محدودیت زمانی وجود دارد، روش تهیه داده‌های خاک، روش مناسب می‌باشد. نقشه‌های زمین شناسی اطلاعات ارزشمندی برای برآورد پارامترهای خاک ارائه می‌دهند. این رویکرد می‌تواند به بهبود دقت مدل‌های هیدرولوژیکی و مدیریت منابع آب در مناطق با داده‌های محدود یا فاقد داده‌ها خاک کمک کند.

کلید واژه‌ها : داده‌های خاک، بهینه‌سازی مدل، تهیه نقشه خاک، حوضه آبخیز سه هزار تنکابن.