https://gep.ui.ac.ir/?lang=en
Geography and Environmental Planning
E-ISSN: 2252- 0910
Document Type: Research Paper
Vol. 33, Issue 4, No.88, Winter 2022, pp. 1- 4
Received: 12/03/2022 Accepted: 11/06/2022

Mapping of Land Suitability Evaluation for Surface and Drip Irrigation Methods in Sistan Plain: A Case Study of Counties of Sistan and Baluchestan Province

Zohreh Mosleh [1] *, Alireza Ziaei Javid [2], Javad Seyedmohammadi [3], Mohammad Jamshidi [4]

1- Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
mosleh.zohreh@yahoo.com
2- Instructor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
alirezaziaee65@gmail.com
3- Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
seyedmohammadi.javad@gmail.com
4- Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
mohammadjamshidi@yahoo.com

Abstract

For the proper use of water resources and prevention of soil degradation, it is necessary to select the best irrigation system. The aim of this study was to map the land suitability evaluation for different irrigation methods (surface and drip) in 46000 ha of Sistan plain including Hirmand, Hamon, Nimroz, Zahak, and Zabol counties. For this purpose, 600 pedons with an approximate distance of 700 to 800 m were excavated, described, and sampled. In this study, land suitability evaluation for different irrigation methods based on soil properties and topography was done using the parametric method. Then, land suitability maps for surface and drip irrigation methods were prepared using the Inverse Distance Weighting (IDW) method. The results showed that in the studied area, the conditions for drip irrigation are better than the surface irrigation method. However, in many studied areas, there are

*Corresponding Author
Mosleh, Z., Ziaei Javid, A., Seyedmohammadi, J., & Jamshidi, M. (2022). Mapping of land suitability evaluation for surface and drip irrigation methods in Sistan plain (Case study: counties of Sistan and Baluchestan Province). *Geography and Environmental Planning*, 33 (4), 1-4.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

https://doi.org/10.22108/gep.2022.133003.1502 20.1001.1.20085362.1401.33.4.3.7

restrictions for drip irrigation, and for proper and efficient use of this irrigation system, the restrictions must be removed. Moreover, the results confirmed that in all studied areas the most important limitations are salinity/alkalinity and limitations due to physical soil properties. The silty clay and silty loam textural were the most limitation classes. Due to the fact that changing the physical properties is not easily possible, it seems that soil remediation based on salinity and alkalinity can help to remove or reduce the limitations.

Keywords: Suitability Index, Pedon, Irrigation System.

Introduction

Food security and stability in the world greatly depend on the management of natural resources. Moreover, farm production should be increased using these limited resources for feeding the growing global population. The scarcity of water in arid and semiarid regions such as Iran is a restrictive element for the agricultural sector. Therefore, there is an urgent need to develop initiatives to save water in this particular sector. For proper use of water resources and prevention of soil degradation, it is necessary to select the best irrigation system. In this regard, the aim of this study was to map the land suitability evaluation for different irrigation methods (surface and drip) in 46000 ha of Sistan plain including Hirmand, Hamon, Nimroz, Zahak, and Zabol counties.

Methodology

The present study was conducted in an area of about 46000 ha in the Sistan plain, northeast of Sistan and Baluchestan Province, Iran. The Sistan plain is located in Hirmand, Hamon, Nimroz, Zahak and Zabol counties. In this study, 600 pedons with an approximate distance of 700 to 800 m were excavated. All the pedons were described according to *the field book for describing and sampling soils* (Schoeneberger, Wysocki, & Benham, 2012). Then, soil samples were taken from different genetic horizons. Soil samples were air-dried, grounded, and passed through a 2-mm sieve. Then, particle size distribution, pH, Electrical conductivity (EC), calcium carbonate equivalent (CCE), the content of organic carbon, soluble Ca, Mg, Na, and K were determined. In this study, land suitability evaluation for different irrigation methods based on soil properties and topography was done using the parametric method. The capability index for irrigation was determined based on the rating of soil properties. Then, the suitability classes were defined according to the value of the capability index. After that, land suitability maps for surface and drip irrigation methods were prepared using the Inverse Distance Weighting (IDW) method.

Discussion

The results show that Hirmand County with 916 ha has the highest and Hamoon County with 226 ha has the lowest land area with S1 suitability class for surface irrigation. In Hamoon County, in relation to the ability to use surface irrigation, the majority of the studied lands (approximately 4492 ha) have S2ns class. Zahak County with 929 ha has the highest and Hamoon County with 214 ha has the lowest level of lands with S1 suitability class for drip irrigation. Based on the values of overall

accuracy and kappa index, it can be stated that for all counties and both irrigation methods, the predictions were accurate. The overall accuracy of 80% and the kappa index of 0.7 indicate the high accuracy of the predicted maps.

Conclusion

The results show that in the studied area, the conditions for drip irrigation are better than the surface irrigation method. However, in many studied areas, there are restrictions for drip irrigation, and for proper and efficient use of this irrigation system, the restrictions must be removed. Moreover, results confirm that, in all studied areas, the most important limitations are salinity/alkalinity and limitations due to physical soil properties. The silty clay and silty loam textural are the most limiting classes. As changing the physical properties is not easily possible, it seems that soil remediation based on salinity and alkalinity can help to remove or reduce the limitations.

References

- Albaji, M., Nasab, B., & Naseri, A. A. (2010). Comparison of different irrigation methods based on the parametric evaluation approach in the plain West of Shush, Iran. *Journal of Irrigation and Drainage*, *59*(1), 547-558.
- Albaji, M., Eslamian, S., Naseri, A. A., & Eslamian, F. (2020). *Handbook of irrigation system selection for semi-arid regions*. CRC Press, Taylor and Francis Group.
- Barberis, A., & Minelli, S. (2005). Land evaluation in Shouyang County, Shanxi Province, China. *The 25th Professional Master Course.* IAO: Florence, Italy.
- Bienvenue, J. S., Ngardeta, M., & Mamadou, K. (2003). Land evaluation in the Province of Thies Senegal. *The 23rd Professional Master Course*. IAO: Florence, Italy.
- Braester, C. (1983). Moisture variation at the soil surface and the advance of the wetting front during infiltration at constant flux. *Journal of Water Resource Research*, *9*(1), 687-694.
- Cindy, S. K., & Hunt, J. R. (1996). Prediction of wetting front movement during one-dimensional infiltration into soils. *Journal of Water Resource Research, 32*(1), 55–64.
- Congalton, R. (1991). A review of assessing the accuracy of classiifcation of remotely sensed data. *Journal of Remote Sensing Environmental*, *37*(1), 35 46.
- Dengiz, O. (2006). Comparison of different irrigation methods based on the parametric evaluation approach. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, *30*(1), 21-29.
- FAO. (2017). *Water for sustainable food and agriculture. A report produced for the G20 presidency of Germany*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Jolaini, M., & Mehrabadi, H. R. (2012). Investigation the effect of surface and subsurface drip irrigation methods and irrigation interval on yield quality and quantity of cotton. *Journal of Water and Soil*, *26*(3), 736-742.
- Schoeneberger, P. J., Wysocki, D. A., & Benham, E. C. (2012). *Field book for describing and*

sampling soils. Natural Resources Conservation Service. National Soil Survey Center.

- Sedigh Kia, M., Nateghi, M. B., Kaviayni, S., & Naghipour, N. (2015). Evaluation and zoning of irrigation methods on Etka orginiziation lands in Dorud, using analytical hierarchy process. *Journal of Water Research in Agriculture*, *28*(4), 749-758.
- Soil Survey Staff. (1996). *Soil survey laboratory methods manual*. Natural Resources Conservation Service (NRCS).
- Sys, C., Van Ranst, E., & Debaveye, J. (1991). *Land evaluation, principles in land evaluation and crop production calculations*. Agricultural Publications.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی
سال ۳۳، پیاپی ۸۸، شماره ٤، زمستان ١٤٠١، ص ۷۸- ٦٣
وصـول: ١٤٠٠/١٢/٢١ پـذیرش: ١٤٠١/٣/٢١

مقاله پژوهشی

ارزیابی تناسب اراضی برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای در دشت سیستان نمونهٔ پژوهش: شهرستان‌های استان سیستان و بلوچستان

زهره مصلح *، استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
mosleh.zohreh@yahoo.com
علیرضا ضیائی جاوید، مربی موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
alirezaziaee65@gmail.com
جواد سیدمحمدی، استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
seyedmohammadi.javad@gmail.com
محمد جمشیدی، استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
mohammadjamshidi@yahoo.com

چکیده

برای استفادهٔ درست از منابع آب و جلوگیری از تخریب خاک، باید مناسب‌ترین سامانه‌های آبیاری را به‌کار برد. هدف از انجام پژوهش حاضر، ارزیابی تناسب اراضی برمبنای ویژگی‌های خاک برای سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای در ٤٦٠٠٠ هکتار از اراضی دشت سیستان است. به‌منظور دستیابی به این هدف، ٦٠٠ خاک‌رخ با فواصل تقریبی ۷۰۰ تا ۸۰۰ متر حفر و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی تمامی افق‌ها تعیین شد. ارزیابی تناسب برای روش‌های مختلف آبیاری برمبنای ویژگی‌های خاک و توپوگرافی با استفاده از روش پارامتریک انجام شد. پس از تعیین کلاس و زیرکلاس تناسب سرزمین برای خاک‌رخ‌های مطالعه‌شده، با استفاده از روش وزن‌دهی معکوس فاصله، نقشه‌های پیوستهٔ زیرکلاس‌های تناسب برای هر دو روش آبیاری در شهرستان‌های مختلف تهیه شد. نتایج نشان داد که در تمامی مناطق، شرایط برای آبیاری قطره‌ای به‌مراتب بهتر از آبیاری سطحی است. هرچند در بسیاری از مناطق، برای آبیاری قطره‌ای نیز، محدودیت‌هایی وجود دارد و استفادهٔ مناسب و کارآمد از این نوع سامانه به رفع محدودیت‌ها در این مناطق بستگی دارد. در تمامی شهرستان‌ها، مهم‌ترین محدودیت برای روش‌های آبیاری بررسی‌شده، محدودیت شوری ـ قلیائیت و ویژگی‌های فیزیکی خاک (بافت شنی، رسی و رسی ـ سیلتی) است. در تمامی مناطق، بافت‌های رسی ـ سیلتی و لومی ـ سیلتی مهم‌ترین کلاس‌های بافتی محدودکننده بودند. با توجه به اینکه تغییر ویژگی‌های فیزیکی به‌راحتی امکان‌پذیر نیست، عملیات اصلاح خاک‌ها ازنظر مقادیر شوری ـ قلیائیت به رفع محدودیت‌ها یا کاهش آنها کمک زیادی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: شاخص تناسب، خاک‌رخ، سامانهٔ آبیاری، پارامتریک، پهنه‌بندی

---

*نویسنده مسؤول

مصلح, زهره, ضیائی جاوید, علیرضا, سیدمحمدی, جواد ,جمشیدی, محمد. (١٤٠١). ارزیابی تناسب اراضی پهنه‌بندی برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای در دشت سیستان (مطالعه‌ی موردی، شهرستان‌های استان سیستان و بلوچستان). *جغرافیا و برنامه ریزی محیطی*، ٣٣ (٤)، ٧٨- ٦٣ .

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

https://doi.org/10.22108/gep.2022.133003.1502 20.1001.1.20085362.1401.33.4.3.7

مقدمه

ایران ازنظر موقعیت جغرافیایی، جزو مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است و ازنظر کمبود آب، وضعیتی بحرانی دارد. موقعیت اقلیمی خشک و نیمه‌خشک کشور، توزیع غیریکنواخت بارندگی و نبود تناسب میان میزان و زمان بارندگی و نیاز آبی گیاهان موجب شده‌است که این وضعیت حادتر شود. از سوی دیگر، کشاورزی آبی به‌طور میانگین، تقریباً بیش از ۷۰ درصد از منابع آب شیرین را مصرف می‌کند که این مقدار در کشورهای در حال توسعه به بیش از ۸۰ درصد نیز می‌رسد.[1] براساس پیش‌بینی فائو، نیاز تغذیه‌ای برای جمعیت رو به افزایش، تا سال ۲۰۵۰، حدود ٦۰ درصد افزایش می‌یابد (FAO, 2017). امنیت غذایی و پایداری منابع تولید تا حد زیادی به چگونگی بهره‌برداری از این منابع بستگی دارد. با توجه به افزایش رو به رشد جمعیت و کاهش حجم منابع آب (سطحی و زیرسطحی)، منابع آب موجود پاسخگوی تقاضای رو به رشد محصولات کشاورزی نیست. بنابراین چالش بزرگ برای دهه‌های پیش‌رو، افزایش تولیدات کشاورزی با مصرف آب کمتر به‌ویژه در مناطقی با محدودیت منابع آب است. به منظور بهبود راندمان آبیاری و استفادهٔ مناسب از منابع آب موجود، باید از بهترین سامانه‌های آبیاری برای تأمین نیاز آبی بهره برد (Sedigh kia et al., 2015: 749-758). ازاین‌رو، با توجه به کمبود منابع آب و اقلیم خشک و نیمه‌خشک کشور، استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری در کشاورزی امری اجتناب‌ناپذیر است (Jolaini and Mehrabadi, 2012: 736-742).

اهمیت خاک در طراحی سامانه‌های آبیاری به قدری است که گذشته از ابعاد و اندازه‌های طرح، بر نوع سامانهٔ آبیاری نیز تأثیر می‌گذارد. تعیین تناسب سرزمین برای روش‌های مختلف آبیاری نیازمند ارزیابی ویژگی‌های خاک، توپوگرافی منطقه و کیفیت آب آبیاری است (Dengiz, 2006: 21-29). Bienvenue et al. (2003) تناسب سرزمین برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای را در تیس و سنگال با استفاده از روش پارامتریک ارزیابی کردند و دریافتند که زهکشی خاک و بافت شنی، محدودکننده‌ترین عوامل در این منطقه‌اند. تاکنون پژوهشگران بسیاری تناسب بیشتر روش آبیاری قطره‌ای نسبت‌به روش آبیاری سطحی را گزارش کرده‌اند، ازجمله:

Barberis and Minelli (2005) طبقه‌بندی تناسب برای روش‌های آبیاری قطره‌ای و سطحی را با استفاده از روش پارامتریک در منطقه‌ای از کشور چین انجام دادند. نتایج گویای آن بود که تناسب آبیاری سطحی بسیار کمتر از آبیاری قطره‌ای بوده‌است.

Dengiz (2006) روش‌های مختلف آبیاری شامل سطحی و قطره‌ای را در مناطقی در جنوب آنکارا ارزیابی کرد. نتایج نشان داد که وسعت اراضی مناسب برای آبیاری قطره‌ای ۳۸ درصد بیشتر از آبیاری سطحی بوده‌است. مهم‌ترین عوامل محدودکنندهٔ سرزمین شامل شوری خاک، زهکشی و بافت خاک بودند.

Albaji et al. (2010) تناسب اراضی دشت‌های غربی شوش استان خوزستان را برای آبیاری سطحی و قطره‌ای با استفاده از روش پارامتریک ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که ۲۱ درصد از اراضی (۹۰۳۱ هکتار) برای آبیاری سطحی و ۷۷/۵ درصد (۳۲۵۰۰ هکتار) برای آبیاری قطره‌ای بسیار مناسب بودند.

1. http://www.amar.org.ir

بررسی و ارزیابی ویژگی‌های خاک برای تعیین محدودیت‌های زمین و تعیین ظرفیت و قابلیت زمین برای هریک از سامانه‌های آبیاری اهمیت بسیاری دارد و یکی از ابزارهای مهم توسعهٔ پایدار کشاورزی در هر منطقه محسوب می‌شود. دشت سیستان در بخش سفلای حوضهٔ آبریز هیرمند واقع شده‌است. مهم‌ترین منبع تأمین آب در این حوضه، رودخانهٔ هیرمند است که ازنظر آبدهی، بسیار متغیر، و آبدهی آن بیشتر به ماههای بهمن تا اردیبهشت مربوط است. محدودیت منابع آب، نابهنگام بودن آوردهای سطحی رودخانهٔ هیرمند و تناسب نداشتن با نیازهای آبی گیاهان کشت‌شده، و یکنواخت نبودن و پیوسته نبودن توزیع آب سبب ایجاد چالش‌های جدی و کاهش رشد محصولات در این منطقه شده‌است. با توجه به محدودیت منابع آب در این منطقه، به‌نظر می‌رسد که افزایش تولیدات کشاورزی با مصرف آب کمتر به تولید پایدار در این منطقه کمک زیادی می‌کند. یکی از راهکارهای کاهش مصرف آب، بهبود راندمان آبیاری با کاربرد بهترین سامانهٔ آبیاری است. ازاین‌رو، هدف از انجام این پژوهش ارزیابی تناسب اراضی برمبنای ویژگی‌های خاک و ویژگی‌های اراضی برای سامانه‌های مختلف آبیاری (سطحی و قطره‌ای) در اراضی دشت سیستان (شامل شهرستان‌های هیرمند، هامون، نیمروز، زهک و زابل استان سیستان و بلوچستان) است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقهٔ مطالعه‌شده

منطقهٔ مطالعه‌شده با مساحت تقریبی ٤٦ هزار هکتار در دشت سیستان و شمال شرقی استان سیستان و بلوچستان در حدفاصل ´٢٠ °٦١ تا ´٥٠ °٦١ طول شرقی و ´٤٥ °٣٠ تا ´٢٠ °٣١ عرض شمالی واقع شده‌است. دشت سیستان با مساحت تقریبی ٢٠٣ هزار هکتار، یک پایین‌افتادگی است که براثرِ حرکات تکتونیک و آخرین فاز کوه‌زایی به شکل چاله‌ای درآمده و سپس براثرِ انباشته‌شدن رسوبات پر شده‌است. این دشت در محدودهٔ شهرستان‌های هیرمند، هامون، نیمروز، زهک و زابل استان سیستان و بلوچستان قرار دارد. میانگین ارتفاع محدودهٔ مطالعاتی تقریباً ٤٨٢ متر بالاتر از سطح دریاست.

اقلیم منطقهٔ سیستان براساس طبقه‌بندی کوپن[1]، گرم و خشک بیابانی است؛ یعنی تابستان‌های طولانی و زمستان‌های ملایم دارد. متوسط بارندگی سالیانه در این منطقه بسیار کم و برابر با ٥٥ میلی‌متر است، در حالی که میزان تبخیر سالیانهٔ آن ٤٨٠٠ میلی‌متر است.

مطالعات صحرایی و نمونه‌برداری خاک

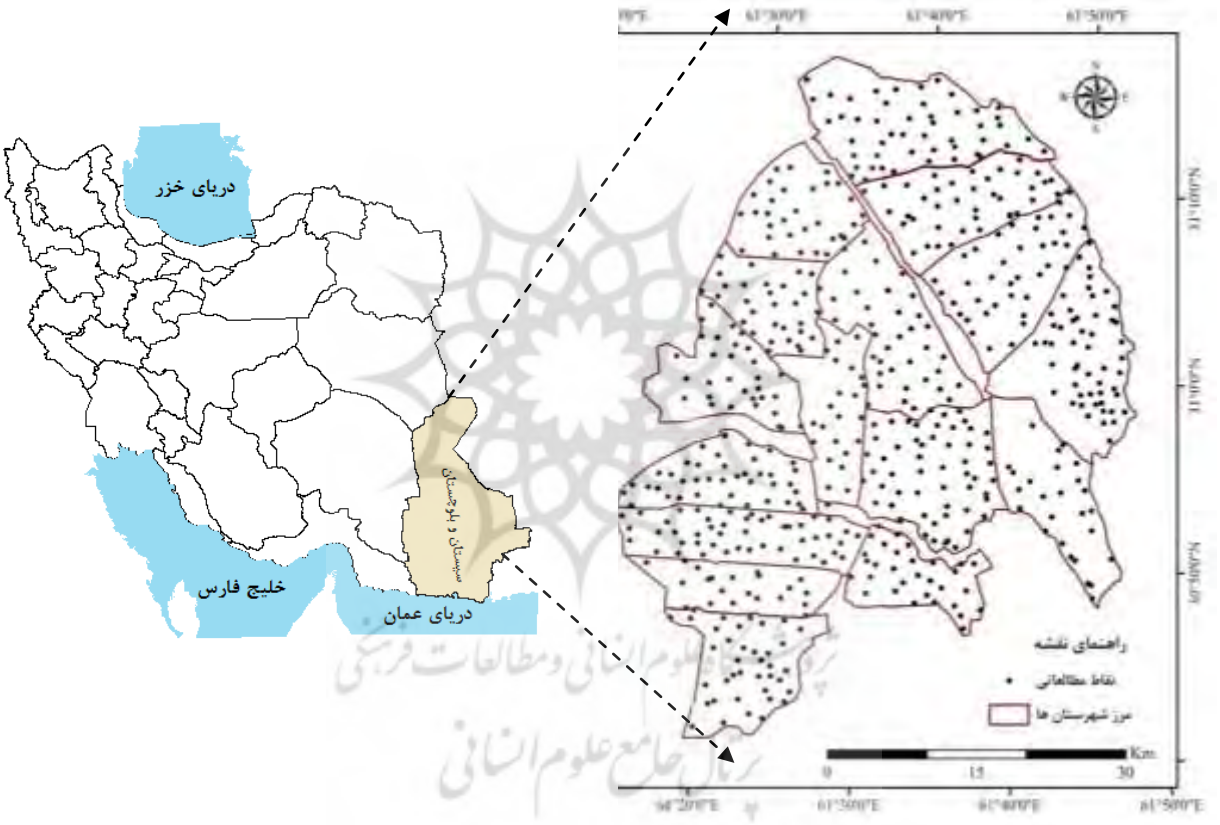
در پژوهش حاضر، ٦٠٠ خاک‌رخ در ٥ شهرستان مختلف با فواصل ٧٠٠ تا ٨٠٠ متر حفر شد. موقعیت دشت سیستان در استان سیستان و بلوچستان همراه با موقعیت مکانی خاک‌رخ‌های حفرشده در شکل ١ آورده شده‌است. تمامی خاک‌رخ‌های حفرشده براساس راهنمای توصیف و نمونه‌برداری خاک‌ها در صحرا (Schoeneberger et al., 2012: 1-200) تشریح، و از افق‌های مختلف آنها نمونه‌برداری شد. همچنین درصد سنگ‌ریزهٔ نمونه‌ها به‌صورت

1. Koppen climate classification

حجمی طی مطالعات صحرایی اندازه‌گیری، و سپس تمامی نمونه‌های جمع‌آوری‌شده برای انجام تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد.

مطالعات آزمایشگاهی

نمونه‌های خاک پس از هواخشک‌شدن در محیط آزمایشگاه کوبیده، و از الک دومیلی‌متری عبور داده شد. سپس بافت خاک و اجزای آن، PH خاک در گل اشباع با استفاده از دستگاه PH متر، قابلیت هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع با دستگاه هدایت‌سنج، کربنات کلسیم معادل، گچ، سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم محلول براساس روش‌های معمول اندازه‌گیری شد (Soil Survey Staff, 1996).



شکل ۱- موقعیت دشت سیستان و موقعیت مکانی خاک‌رخ‌های حفرشده

Figure 1- Location of Sistan plain and the location of excavated pedons

مطالعات ارزیابی تناسب اراضی

در این پژوهش، ارزیابی تناسب اراضی برای روش‌های گوناگون آبیاری برمبنای جدول‌های ویژگی‌های خاک و توپوگرافی دنگیز[1] انجام شد. در این روش، توپوگرافی شامل شیب و ویژگی‌های خاک شامل بافت خاک و درصد

1. Dengiz

سنگ‌ریزه، عمق خاک، درصد کربنات کلسیم معادل، درصد گچ، شوری ـ قلیائیت و زهکشی است. به‌منظور انجام ارزیابی تناسب اراضی برای سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای، از روش پارامتریک استفاده شد. با توجه به اینکه با افزایش عمق خاک، تأثیر ویژگی‌های خاک بر رشد گیاه کاهش می‌یابد، در خاک‌رخ‌هایی که تأثیر ویژگی خاک با عمق افزایش داشت، ضرایب وزنی مربوط به عمق‌های مختلف خاک در رابطه با تمامی ویژگی‌های خاک غیر از درصد سدیم تبادلی اعمال شد، به‌طوری‌که عمق ۱۰۰سانتی‌متری خاک به چهار بخش مساوی تقسیم و ضرایب ۱/۷۵، ۱/۲۵، ۰/۷۵ و ۰/۲۵ به‌ترتیب از سطح به عمق برای آنها اعمال شد. در خاک‌رخ‌هایی که تأثیر ویژگی خاک با افزایش عمق کاهش داشت، تأثیر ویژگی در عمق ۲۵ سانتی‌متر ابتدای خاک‌رخ لحاظ شد. برای مقدار درصد سدیم تبادلی، حداکثر مقدار آن در اعماق مختلف خاک‌رخ در محاسبات اعمال شد.

- **بافت خاک**

ابتدا بافت هریک از افق‌های خاک و سپس برمبنای جدول ۱، درجهٔ مربوط به آن برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای تعیین شد. وجود سنگ‌ریزه در خاک بر رفتار آن درقبال حرکت و ذخیرهٔ آب تأثیر می‌گذارد. ازاین‌رو، تأثیر این ویژگی به‌همراه بافت خاک در جدول ۱ در نظر گرفته شده‌است (Sys et al., 1991: 1-274; Dengiz, 2006: 21-29; Albaji et al., 2020: 1-342). سپس میانگین وزنی درجات تناسب بافت در عمق ۱۰۰سانتی‌متری یا تا بالای لایهٔ محدودکننده، هرکدام که کم‌عمق‌تر بود، محاسبه شد.

جدول ۱- درجات کلاس‌های بافت خاک برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای

Table 1- Rating of textural classes for surface and drip irrigation methods

Texture*	Rating for surface irrigation					Rating for drip irrigation				
	Fine gravel** (%)			Coarse gravel*** (%)		Fine gravel (%)			Coarse gravel (%)	
	15<	15-40	75-40	15-40	75-40	15<	15-40	75-40	15-40	75-40
CL	100	90	80	80	50	100	90	80	80	50
SiCL	100	90	80	80	50	100	90	80	80	50
SCL	95	85	75	75	45	95	85	75	75	45
L	90	80	70	70	45	90	80	70	70	45
SiL	90	80	70	70	45	90	80	70	70	45
Si	90	80	70	70	45	90	80	70	70	45
SiC	85	95	80	80	40	85	95	80	80	40
C	85	95	80	80	40	85	95	80	80	40
SC	80	90	75	75	35	95	90	85	80	35
SL	75	65	60	60	35	95	85	80	75	35
LS	55	50	45	45	25	85	75	55	60	35
S	30	25	25	25	25	70	65	50	35	35

*: CL= Clay Loam, SiCL=Silty Clay Loam, SCL=Sandy Clay Loam, L=Loam, SiL=Silty Loam, Si=Silty, SiC=Silty Clay, C=Clay, SC=Sandy Clay, SL=Sandy Loam, LS=Loamy Sand, S=Sandy

**: Gravels with 2mm to 2.5 cm

***: Gravels greater than 2.5 cm

- **عمق خاک**

عمق خاک، ضخامتی از خاک است که روی لایهٔ محدودکننده قرار دارد و عبور آب و ریشهٔ گیاه از داخل آن امکان‌پذیر است. ابتدا وجود یا نبود لایهٔ محدودکننده برپایهٔ تعریف‌های ارائه‌شده، برای لایهٔ محدودکننده بررسی، و سپس براساس عمق خاک، درجهٔ تناسب برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای تعیین شد (جدول ۲).

جدول ۲- درجات عمق خاک برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای

Table 2- Rating of soil depth for surface and drip irrigation methods

Soil depth (cm)	Rating for surface irrigation	Rating for drip irrigation
<20	25	35
20-50	60	70
50-80	80	90
80-100	90	100
>100	100	100

- **درصد کربنات کلسیم معادل و گچ خاک**

میانگین وزنی مقدار کربنات کلسیم معادل و گچ خاک در عمق ۱۰۰سانتی‌متری یا تا بالای لایهٔ محدودکننده، هرکدام که کم‌عمق‌تر بود، محاسبه شد. سپس درجهٔ تناسب مقدار کربنات کلسیم معادل و گچ برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای به‌ترتیب براساس جدول‌های ۳ و ٤ تعیین شد.

جدول ۳- درجات میزان کربنات کلسیم معادل خاک برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای

Table 3- Rating of CaCO3 for surface and drip irrigation methods

CaCO3 (%)	Rating for surface irrigation	Rating for drip irrigation
>50	80	70
25-50	90	80
10-25	100	95
0.3-10	95	95
<0.3	90	90

جدول ٤- درجات میزان گچ خاک برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای

Table 4- Rating of $CaSO4.2H_2O$ for surface and drip irrigation methods

CaSO4 (%)	Rating for surface irrigation	Rating for drip irrigation
>50	30	20
25-50	60	50
10-25	85	75
0.3-10	100	90
<0.3	90	90

- **شوری ـ قلیائیت خاک**

برای محاسبهٔ این عامل، میانگین وزنی قابلیت هدایت الکتریکی در عمق صفر تا ۱۰۰سانتی‌متری یا تا بالای لایهٔ محدودکننده، هرکدام که کم‌عمق‌تر بود، محاسبه و حداکثر درصد سدیم تبادلی در خاک‌رخ تعیین و سپس با توجه به مقادیر این دو ویژگی و جدول‌های ۵ تا ۷، درجهٔ تناسب شوری ـ قلیائیت خاک برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای تعیین شد. با توجه به اینکه خاک‌های منطقه علاوه بر شوری، سدیمی نیز بودند، برای تعیین درجهٔ تناسب

شوری ـ قلیائیت، از جدول‌های ٦ و ٧ به‌ترتیب برای تعیین تناسب سرزمین روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای استفاده شد. براساس جدول ٦، در نظر گرفتن کلاس بافت خاک برای تعیین درجهٔ تناسب آبیاری ضروری است. برای این منظور، ابتدا میانگین وزنی سه جزء رس، سیلت و شن در عمق ۱۰۰سانتی‌متری یا تا بالای لایهٔ محدودکننده، هرکدام که کم‌عمق‌تر بود، محاسبه و پس از آن، با استفاده از مثلث بافت خاک، کلاس بافتی تعیین شد.

جدول ٥- درجات شوری با احتساب بافت خاک برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای

Table 5- Rating of salinity with considering soil texture for surface and drip irrigation methods

ECe (dSm-1)	Rating for surface irrigation			Rating for drip irrigation	
	C, SiC, SC, S textures*	Other textures		C, SiC, SC, S textures	Other textures
4<	100	100		100	100
8-4	90	95		95	95
16-8	80	90		85	90
30-16	70	85		75	80
30>	60	80		65	75

*: C= Clay, SiC= Silty Clay, SC= Sandy Clay, S= Sand

جدول ٦- درجات شوری ـ قلیائیت با احتساب بافت خاک برای آبیاری سطحی

Table 6- Rating of salinity/alkalinity with considering soil texture for surface irrigation methods

ESP (%)	ECe (dSm-1)				
	4-0	8-4	16-8	30-16	30>
8-0	*100(100)	90 (95)	80 (90)	70 (85)	60 (80)
15-8	90 (95)	80 (90)	70 (85)	60 (80)	50 (75)
30-15	80 (90)	75 (85)	60 (80)	50 (75)	40 (70)
30>	70 (85)	60 (80)	50 (75)	40 (70)	30 (65)

*: Numbers in parentheses are for Clay, Silty Clay, Sandy Clay and Sandy texture classes and numbers out of parentheses are for other texture classes

جدول ٧- درجات شوری ـ قلیائیت با احتساب بافت خاک برای آبیاری قطره‌ای

Table 7- Rating of salinity/alkalinity with considering soil texture for drip irrigation method

ESP (%)	ECe (dSm-1)				
	4-0	8-4	16-8	30-16	30>
8-0	*100(100)	95 (95)	85 (90)	75 (85)	65 (80)
15-8	90 (95)	80 (90)	75 (85)	65 (80)	55 (75)
30-15	80 (90)	75 (85)	65 (80)	55 (75)	45 (70)
30>	70 (85)	60 (80)	55 (75)	45 (70)	35 (65)

*: Numbers in parentheses are for Clay, Silty Clay, Sandy Clay and Sandy texture classes and numbers out of parentheses are for other texture classes

- **زهکشی خاک**

شرایط زهکشی عمدتاً به عمق سفرهٔ آب زیرزمینی، کیفیت آن (شور و غیرشور) و همچنین شرایط بافت خاک بستگی دارد. به‌منظور تعیین درجهٔ تناسب کلاس زهکشی برای روش‌های مختلف آبیاری از جدول ۸ استفاده شد.

- **شیب منطقه**

مهم‌ترین عامل توپوگرافی تأثیرگذار بر تناسب سرزمین برای روش‌های مختلف آبیاری، شیب منطقه است. درجه‌بندی این عامل برمبنای مقادیر شیب اصلی و فرعی، هرکدام که بیشتر باشد، تعیین می‌شود. همچنین درجات مربوط به شیب برپایهٔ شرایط تراس‌بندی آنها متفاوت است. درجهٔ مربوط به تناسب شیب برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای برپایهٔ جدول ۹ تعیین شد.

جدول ۸- درجات زهکشی خاک برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای

Table 8- Rating of drainage classes for surface and drip irrigation methods

Drainage Classes	Rating for surface irrigation			Rating for drip irrigation	
	C, SiC, SiCL, S, SC Textures	Other textures		C, SiC, SiCL, S, SC Textures	Other textures
Well Drained	100	100		100	100
Moderately Drained	80	90		100	100
Imperfectly Drained	70	80		80	90
Poorly Drained	60	65		70	80
Very Poorly Drained	40	65		50	65
Drainage Status not known	70	80		70	80

جدول ۹- درجات شیب برای روش‌های مختلف آبیاری

Table 9- Rating of slope for surface and drip irrigation methods

Slope (%)	Rating for surface irrigation			Rating for drip irrigation	
	Non-terraced	Terraced		Non-terraced	Terraced
1-0	100	100		100	100
3-1	95	95		100	100
5-3	90	95		100	100
8-5	70	95		90	100
16-8	60	85		80	90
30-16	50	70		60	70
30>	30	50		40	50

پس از تعیین درجهٔ تناسب هریک از عوامل یادشده، براساس رابطهٔ زیر، شاخص تناسب اراضی آبیاری (Land Suitability Index for Irrigation) محاسبه شد:

$$LSI = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \frac{D}{100} \times \frac{E}{100} \times \frac{F}{100} \times \frac{G}{100}$$

در این رابطه، LSI= شاخص تناسب اراضی برای آبیاری، A= درجهٔ بافت خاک، B= درجهٔ عمق خاک، C= درجهٔ کربنات کلسیم معادل، D= درجهٔ گچ، E= درجهٔ شوری ــ قلیائیت، F= درجهٔ زهکشی و G درجهٔ شیب است. کلاس‌های تناسب آبیاری برپایهٔ مقادیر LSI، مطابق جدول ۱۰ تعیین شد.

جدول ۱۰- شاخص تناسب اراضی برای آبیاری و کلاس‌های متناظر آن

Table 10- Land suitability index for irrigation and suitability classes

Capability Index	Suitability classes	Definition
80>	S1	Highly suitable
80-60	S2	Moderately suitable
60-45	S3	Marginally suitable
45-30	N1	Currently not suitable
30<	N2	Permanently not suitable

برای کلاس‌های S2 تا N2، زیرکلاس‌هایی برپایهٔ نوع عامل یا عوامل محدودکننده شامل s= محدودیت‌های مربوط به عمق خاک، بافت خاک، درصد کربنات کلسیم معادل و درصد گچ، n= محدودیت‌های مربوط به شوری ـ قلیائیت، w= محدودیت‌های مربوط به زهکشی و t= محدودیت‌های مربوط به پستی و بلندی تعریف شد.

پهنه‌بندی زیرکلاس‌های تناسب آبیاری

پس از تعیین کلاس و زیرکلاس تناسب سرزمین برای خاک‌رخ‌های مدنظر، با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و روش وزن‌دهی معکوس فاصله (Inverse Distance Weighting- IDW)، نقشه‌های پیوستهٔ زیرکلاس‌های تناسب سرزمین برای شهرستان‌های مختلف دشت سیستان و روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای تهیه شد. به‌منظور ارزیابی درستی و اعتبارسنجی نقشه‌ها، از ماتریس خطا (Congalton, 1991: 35-46) استفاده شد. در این روش، با انطباق کلاس‌های (زیرکلاس‌های) موجود روی نقشه با واقعیت، درستی طبقه‌بندی بررسی شد. سپس با محاسبهٔ شاخص‌های صحت عمومی (OA) و کاپا (K) اعتبارسنجی نقشه‌ها انجام شد.

$$OA = \sum_{i=1}^{n} X_{ii} / N$$

$$\boldsymbol{K = N\sum_{i=1}^{n} xX_{ii} - \sum_{i=1}^{n}(X_{io} \times X_{oi}) / N^2 - \sum_{i=1}^{n}(X_{io} - X_{oi})}$$

در این روابط، n تعداد سطر یا ستون‌های ماتریس، X_{ii} کلاس‌هایی که به‌درستی پیش‌بینی شده‌اند، X_{io} تعداد کل سطرها، X_{oi} تعداد کل ستون‌ها و N تعداد کل مشاهدات است. صحت عمومی نقشه نشان‌دهندهٔ آن است که چه تعداد از مشاهدات به‌درستی طبقه‌بندی شده‌اند.

یافته‌های پژوهش

مساحت زیرکلاس‌های تناسب اراضی برای آبیاری سطحی به تفکیک شهرستان‌های مطالعه‌شده در جدول ۱۱ آورده شده‌است. براساس نتایج به‌دست آمده، در تمامی شهرستان‌های مدنظر، در رابطه با آبیاری سطحی، بیشترین مساحت اختصاص‌یافته به کلاس تناسب S2 با محدودیت هم‌زمان ویژگی‌های فیزیکی خاک و شوری ــ قلیائیت (S2ns) مربوط است. در شهرستان‌های زهک، هامون و زابل، از میان ویژگی‌های فیزیکی خاک، بافت خاک شامل بافت‌های لومی ـ شنی، شنی و شنی ـ لومی مهم‌ترین ویژگی است که برای آبیاری سطحی در این مناطق محدودیت ایجاد می‌کند. به‌نظر می‌رسد که بافت خاک با تأثیر بر میزان نفوذ آب در خاک، بیشترین تأثیر را در انتخاب سامانهٔ آبیاری دارد. به‌طورکلی در خاک‌هایی با بافت سبک، به‌دلیل وجود ذرات درشت‌تر و وجود خلل و فرج و معابر بزرگ‌تر، آب به‌راحتی در خاک نفوذ می‌یابد و تا اعماق خاک پیش‌روی می‌کند؛ در حالی که در خاک‌هایی با بافت ریز، کوچک‌بودن ذرات خاک یک نیروی مقاوم درمقابل نفوذ عمقی محسوب می‌شود. بنابراین در این مناطق، کاربرد آبیاری سطحی باعث می‌شود که مقدار زیادی از منابع آبی مصرف شود، ولی حجم زیادی از این آب از دسترس گیاه خارج شود. جبههٔ رطوبتی در خاک‌هایی با بافت سنگین به‌صورت افقی و عمودی و تقریباً با یک سرعت حرکت می‌کند، اما در خاک‌هایی با بافت سبک، حرکت آب بیشتر در جهت عمودی است تا افقی. از این منظر، ایجاد محدودیت براثرِ بافت خاک شنی در این منطقه، برای آبیاری سطحی توجیه‌پذیر است. پژوهشگران مختلفی به تأثیر نوع بافت خاک بر میزان آب‌گذری و تشکیل جبههٔ رطوبتی اشاره کرده‌اند (Braester, 1983: 687-694; Cindy and Hunt, 1996: 55-64). از سوی دیگر، نتایج گویای آن است که در شهرستان هیرمند نیز، اگرچه بافت خاک عمدتاً رسی ـ سیلتی یا رسی است، همچنان بافت خاک مهم‌ترین ویژگی فیزیکی است که برای آبیاری سطحی محدودیت ایجاد می‌کند، به گونه‌ای که ۲٤۹٦ هکتار از اراضی زیرکلاس S2s و ۳۲۱ هکتار کلاس S3s دارند. در خاک‌های سنگین‌بافت، سرعت نفوذ افقی بیشتر از نفوذ عمودی است و به‌دلیل نفوذ عمودی کم، آب در سطح پخش می‌شود و درنتیجه جبههٔ رطوبتی عمق کمتری دارد. بنابراین در این‌گونه خاک‌ها، آبیاری سطحی به تشکیل رواناب سطحی و هدررفت آب منجر می‌شود.

جدول ۱۱- مساحت زیرکلاس‌های تناسب آبیاری سطحی برحسب هکتار در شهرستان‌های مطالعه‌شده

Table 11- Area of suitability subclasses (ha) for surface irrigation method in studied county

Subclass	Studied county				
	Zahak	Hirmand	Nimroz	Hamon	Zabol
S1	611	916	309	226	584
S2ns	4387	9287	3328	4976	3635
S2n	-	66	141	54	-
S2s	2486	2496	789	2382	1148
S3ns	1693	751	1660	2060	454
S3n	-	-	162	-	-
S3s	839	321	126	186	266
N1ns	88	115	386	215	-
N2ns	-	37	110	9	-
N2s	-	-	-	70	-
Summation	10104	13980	6885	10178	6087

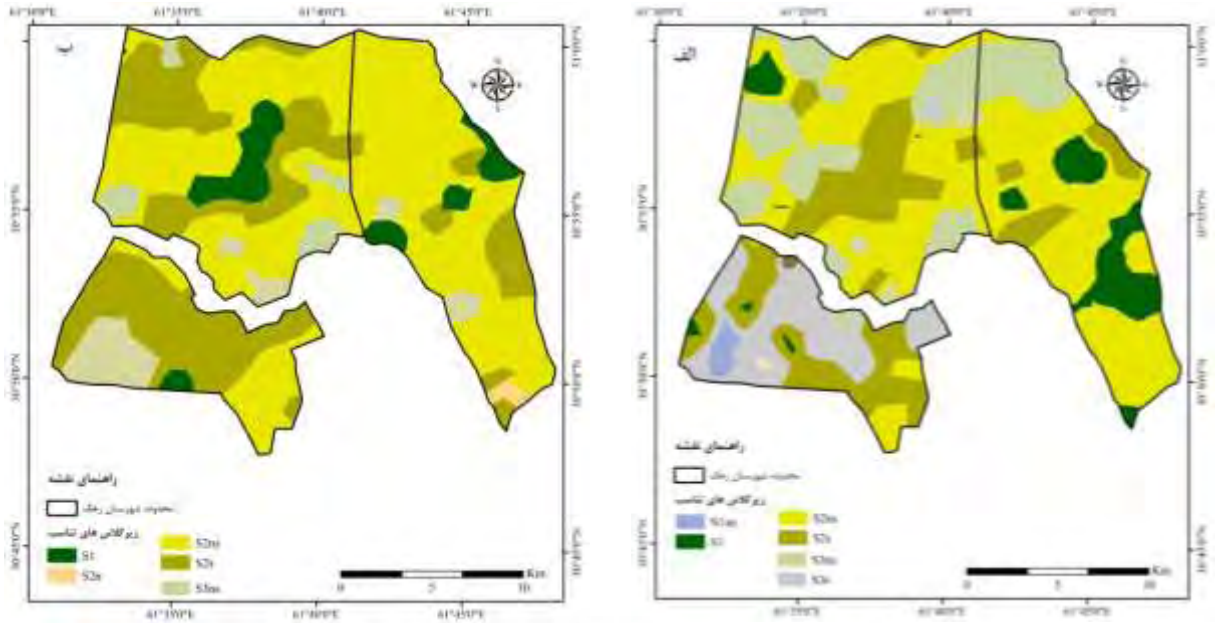
مساحت زیرکلاس‌های تناسب اراضی برای آبیاری قطره‌ای به تفکیک شهرستان‌های مطالعه‌شده در جدول ۱۲ آورده شده‌است. نتایج گویای آن است که در تمامی شهرستان‌های مطالعه‌شده، ویژگی‌های فیزیکی خاک و شوری ـ قلیائیت به‌طور همزمان برای کاربرد سامانهٔ آبیاری قطره‌ای محدودیت ایجاد می‌کنند. وجود بافت شنی و لومی ـ شنی یا بافت رسی و رسی ـــ سیلتی، مهم‌ترین عامل محدودکننده برای کاربرد آبیاری قطره‌ای است. مناسب‌ترین بافت خاک برای آبیاری قطره‌ای، بافت لومی است. در بافت‌های سنگین، به‌علت نفوذپذیری کم خاک و در بافت‌های سبک به‌علت نفوذپذیری زیاد خاک، استفاده از این نوع سامانهٔ آبیاری با مشکلاتی مواجه می‌شود. با توجه به شوربودن خاک‌های مناطق مطالعه‌شده، تأثیر بافت خاک در ایجاد محدودیت چشمگیرتر است. از سوی دیگر، در این شرایط، مشکل گرفتگی و انسداد قطره‌چکان‌ها می‌تواند به‌طور جدی بر کارایی سیستم آبیاری قطره‌ای تأثیر بگذارد. عوامل شیمیایی ازجمله رسوبات کربنات کلسیم، کربنات منیزیم، گچ و سولفیدها می‌توانند موجب گرفتگی قطره‌چکان‌های سیستم آبیاری قطره‌ای شوند. با توجه به اینکه تغییر ویژگی‌های فیزیکی به‌راحتی امکان‌پذیر نیست، عملیات اصلاح خاک‌ها ازنظر شوری ـ قلیائیت به رفع محدودیت‌ها یا کاهش آنها کمک زیادی می‌کند.

جدول ۱۲- مساحت زیرکلاس‌های تناسب آبیاری قطره‌ای برحسب هکتار در شهرستان‌های مطالعه‌شده

Table 12- Area of suitability subclasses (ha) for drip irrigation method in studied county

Subclass	Studied county				
	Zahak	Hirmand	Nimroz	Hamon	Zabol
S1	929	460	215	214	321
S2ns	5692	8084	4059	6688	3655
S2s	3087	4813	999	1666	2036
S3ns	396	419	1157	1456	75
S3s	-	-	-	22	-
N1ns	-	175	386	123	-
N2ns	-	29	69	9	-
Summation	10104	13980	6885	10178	6087

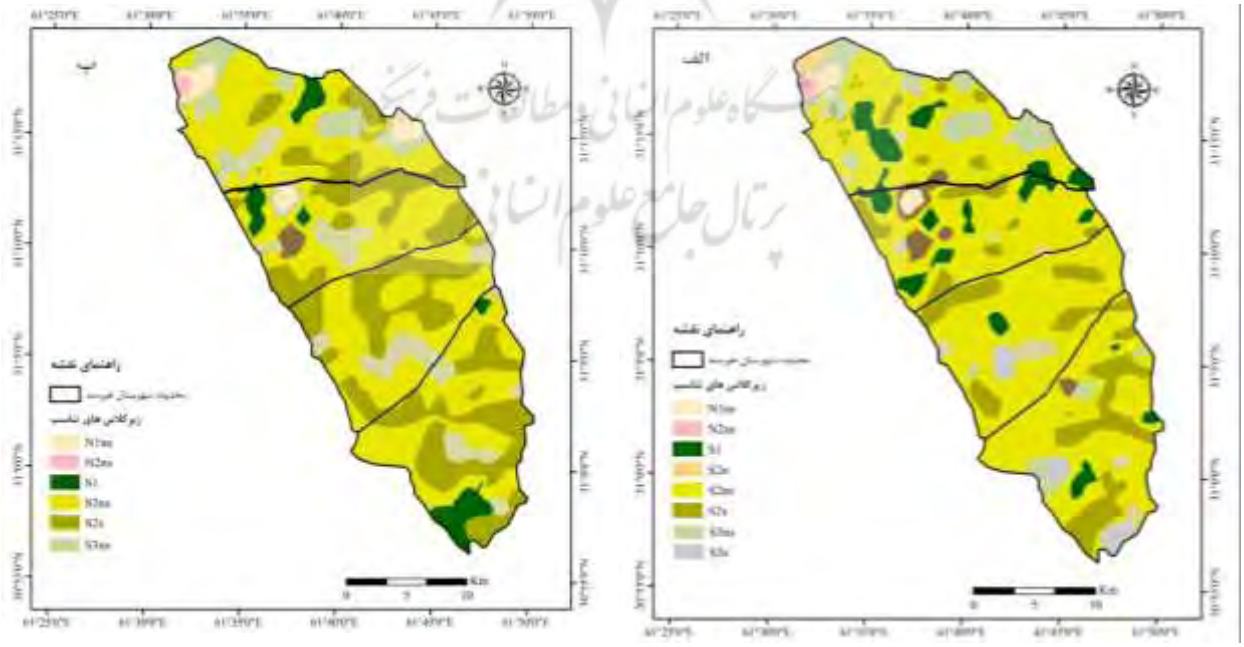
شکل ۲ نقشهٔ زیرکلاس‌های تناسب اراضی برای روش‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای در شهرستان زهک را نشان می‌دهد. براساس نقشه‌های به‌دست آمده، برای روش آبیاری سطحی در قسمت‌های جنوب غربی این شهرستان، کلاس تناسب N1 وجود دارد که این کلاس متأثر از محدودیت‌های هم‌زمان ویژگی‌های فیزیکی و محدودیت‌های شوری ـ قلیائیت است. با مقایسهٔ نقشه‌های ۲- الف و ب می‌توان اظهار داشت که در این شهرستان، شرایط برای آبیاری قطره‌ای بهتر است، به گونه‌ای که عمدهٔ منطقه کلاس تناسب S2 دارد و فقط در بعضی از قسمت‌های شمالی و جنوبی (جنوب شرقی و جنوب غربی)، به‌صورت لکه‌ای کلاس تناسب S3 با محدودیت هم‌زمان ویژگی‌های فیزیکی و شوری ـ قلیائیت وجود دارد.



شکل ۲- نقشهٔ زیرکلاس‌های تناسب آبیاری سطحی (الف) و آبیاری قطره‌ای (ب) در شهرستان زهک

Figure 2- Map of suitability subclasses for surface (A) and drip (B) irrigation methodS in Zahak County

نقشه‌های زیرکلاس‌های تناسب اراضی برای سامانهٔ آبیاری سطحی و قطره‌ای شهرستان هیرمند در شکل ۳ آورده شده‌اند. براساس نقشه‌های تهیه‌شده، در رابطه با آبیاری سطحی، فقط به‌صورت لکه‌ای در قسمت‌های شمال غربی شهرستان هیرمند کلاس تناسب N2 وجود دارد، در صورتی که قسمت‌های شمال غربی و شمال شرقی این منطقه خطر زیادی برای استفاده از آبیاری قطره‌ای دارند و با توجه به محدودیت‌های شوری ـ قلیائیت و ویژگی‌های فیزیکی خاک در این منطقه، استفاده از این روش آبیاری نیازمند رفع محدودیت‌هاست (شکل ۳- ب).

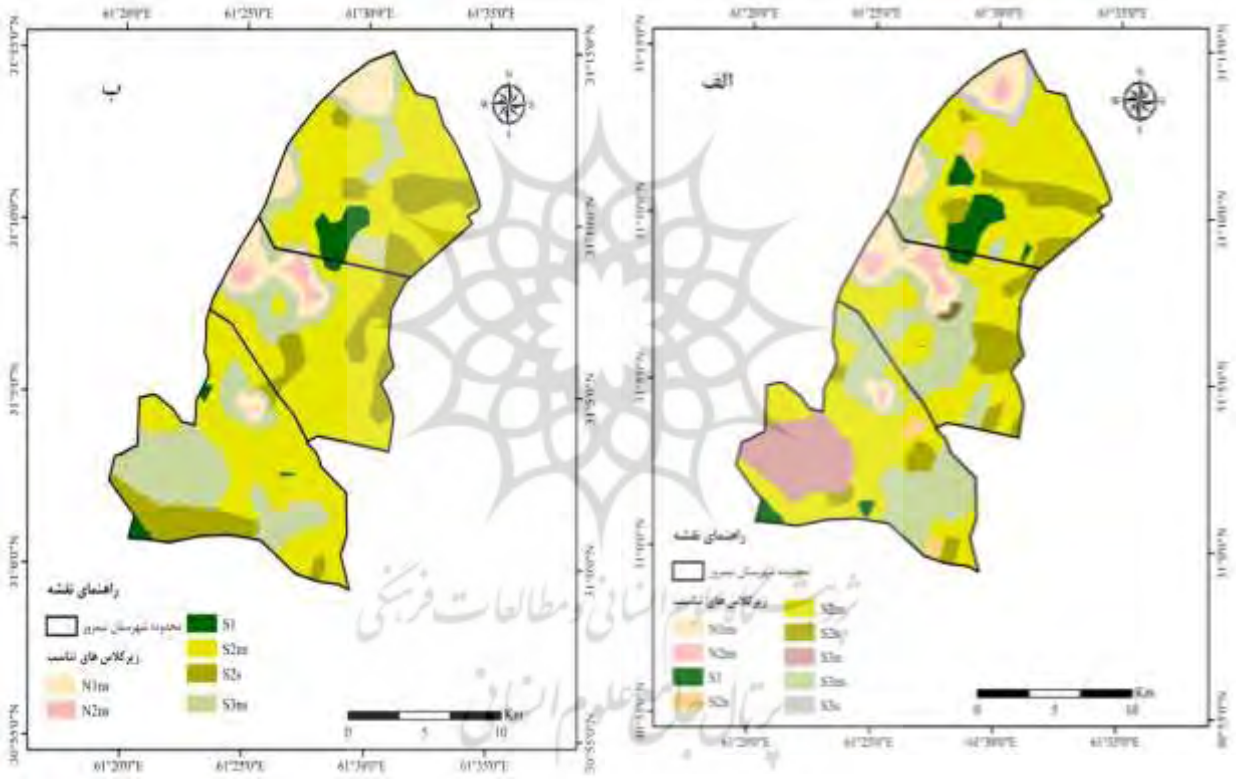


شکل ۳- نقشهٔ زیرکلاس‌های تناسب آبیاری سطحی (الف) و آبیاری قطره‌ای (ب) در شهرستان هیرمند

Figure 3- Map of suitability subclasses for surface (A) and drip (B) irrigation methodS in Hirmand County

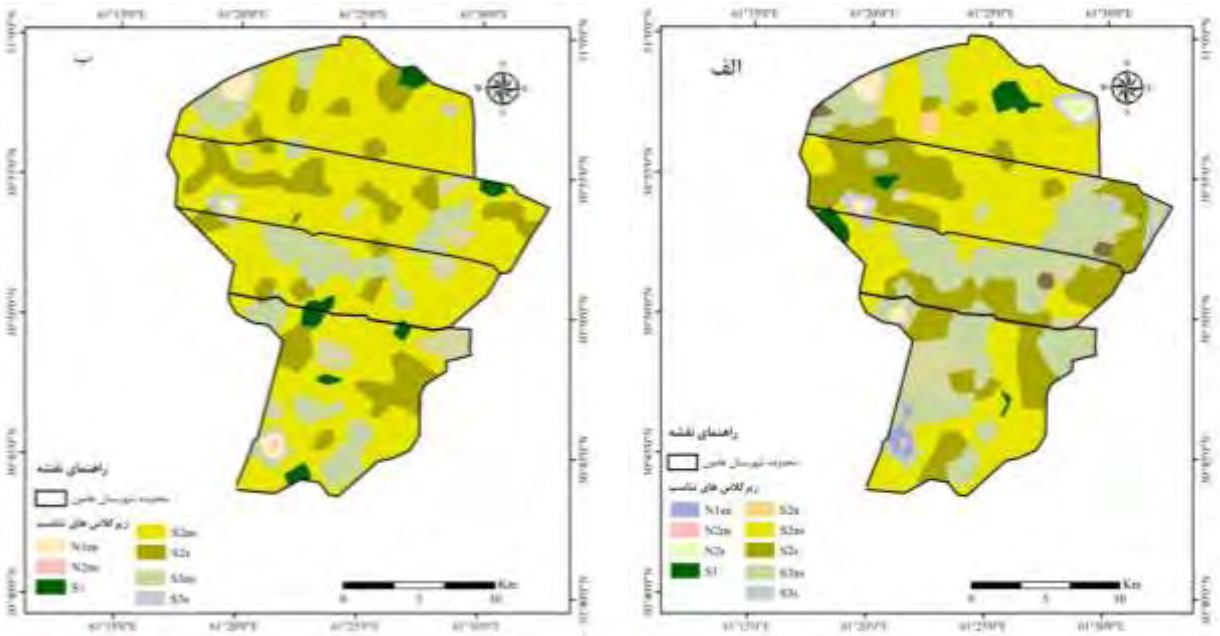
شکل ٤ نقشه‌های زیرکلاس‌های تناسب برای سامانهٔ آبیاری سطحی و قطره‌ای در شهرستان نیمروز را نشان می‌دهد. در قسمت‌های شمالی و شمال غربی این شهرستان در رابطه با آبیاری سطحی و قطره‌ای، مناطقی کلاس تناسب N2ns دارند.

نقشه‌های پهنه‌بندی زیرکلاس‌های تناسب اراضی برای آبیاری سطحی و قطره‌ای شهرستان هامون در شکل ۵ آورده شده‌اند. براساس نقشه‌های به‌دست آمده برای آبیاری سطحی در قسمت‌های شمال و جنوب غربی این شهرستان، کلاس تناسب نامناسب وجود دارد. مشابه با روند مشاهده‌شده در شهرستان زهک، برپایهٔ نقشهٔ به‌دست آمده و مقایسهٔ آن با شکل ۵- ب، می‌توان اظهار داشت که در این شهرستان، شرایط برای آبیاری قطره‌ای بهتر است، به گونه‌ای که بیشتر منطقه کلاس تناسب S2 دارد و فقط در بعضی از قسمت‌های شمال غربی و جنوب غربی، به‌طور لکه‌ای کلاس تناسب نامناسب وجود دارد.



شکل ٤- نقشهٔ زیرکلاس‌های تناسب آبیاری سطحی (الف) و آبیاری قطره‌ای (ب) در شهرستان نیمروز

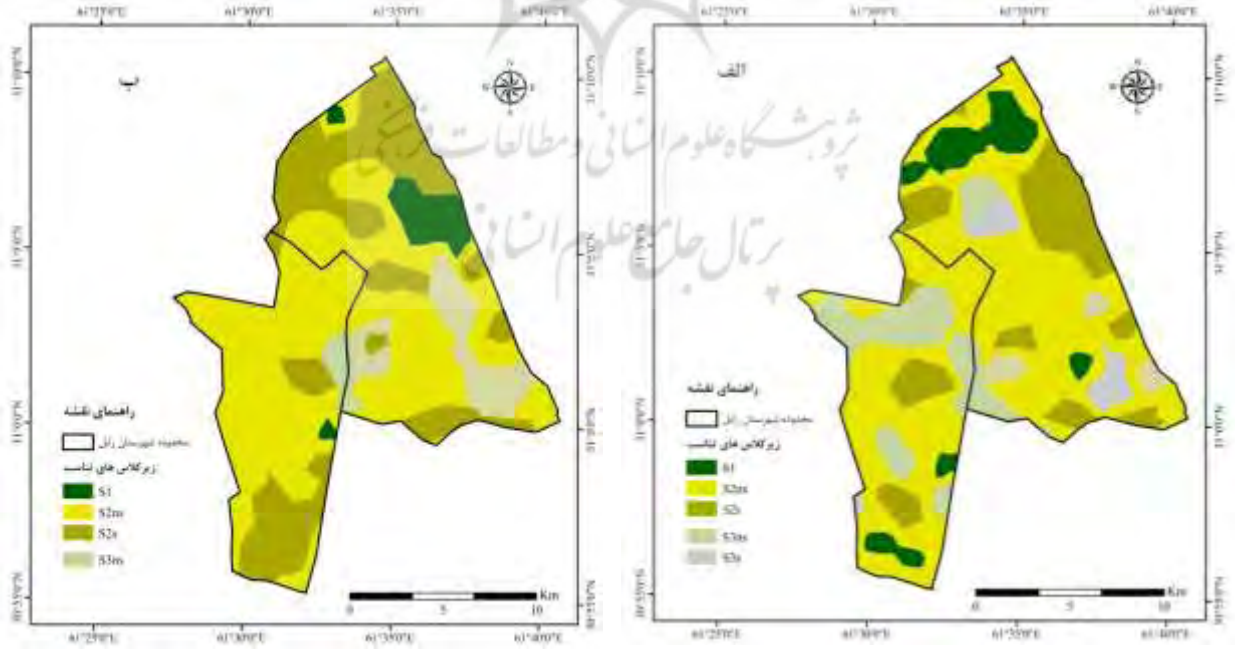
Figure 4- Map of suitability subclasses for surface (A) and drip (B) irrigation methods in Nimroz County



شکل ٥- نقشهٔ زیرکلاس‌های تناسب آبیاری سطحی (الف) و آبیاری قطره‌ای (ب) در شهرستان هامون

Figure 5- Map of suitability subclasses for surface (A) and drip (B) irrigation methods in Hamon County

شکل ٦ نقشه‌های زیرکلاس‌های تناسب اراضی برای آبیاری سطحی و قطره‌ای در شهرستان زابل را نشان می‌دهد. با توجه به نقشه‌های به‌دست آمده، می‌توان بیان داشت که بیشتر قسمت‌های این شهرستان برای کاربرد سامانه‌های آبیاری سطحی و قطره‌ای کلاس تناسب S2 دارند.



شکل ٦- نقشهٔ زیرکلاس‌های تناسب آبیاری سطحی (الف) و آبیاری قطره‌ای (ب) در شهرستان زابل

Figure 6- Map of suitability subclasses for surface (A) and drip (B) irrigation methods in Zabol County

جدول ۱۳ نتایج اعتبارسنجی پیش‌بینی زیرکلاس‌های تناسب سرزمین برای آبیاری سطحی و قطره‌ای را نشان می‌دهد. براساس مقادیر شاخص‌های صحت عمومی و کاپا، می‌توان اظهار داشت که برای تمامی شهرستان‌های مطالعه‌شده و هر دو روش آبیاری، پیش‌بینی‌ها دقت زیادی دارند. در تمامی شهرستان‌ها و برای هر دو روش آبیاری، مقادیر شاخص صحت عمومی بیش از ۸۰ درصد و مقادیر شاخص کاپا بیش از ۰/۷ است که دقت زیاد نقشه‌های پیش‌بینی‌شده را نشان می‌دهد.

جدول ۱۳- نتایج اعتبارسنجی پیش‌بینی زیرکلاس‌های تناسب سرزمین برای آبیاری سطحی و قطره‌ای

Table 13- Validation results of predicting land suitability subclasses for surface and drip irrigation methods

Studied county	Overall accuracy (OA)			Kappa index	
	Surface irrigation	Drip irrigation		Surface irrigation	Drip irrigation
Zahak	95.1	84.7		0.93	0.75
Hirmand	90	85.1		0.87	0.8
Nimroz	83.5	90.4		0.77	0.84
Hamon	84.3	85.8		0.8	0.81
Zabol	90.7	92		0.88	0.89

نکتهٔ بسیار مهم آن است که اگر روش‌های آبیاری، اعم از سطحی یا قطره‌ای، به‌صورت اصولی طراحی، اجرا و بهره‌برداری نشوند، مصرف آب افزایش و محصول کاهش خواهد یافت. ازاین‌رو به‌منظور بهبود مدیریت آب در مزرعه لازم است تا روش‌های آبیاری پس از اجرا، ارزیابی شوند. به‌نظر می‌رسد دستورکارهای ایجادشده بیشتر بر ارزیابی فنی روش‌های آبیاری تأکید کرده‌اند و کمتر به تأثیر استفاده از این روش‌ها بر عملکرد محصولات مختلف توجه داشته‌اند. ازاین‌رو توصیه می‌شود که اعتبارسنجی این روش‌ها از طریق اندازه‌گیری عملکرد واقعی محصولات حتماً صورت پذیرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتیجه‌گیری

نتایج حاکی است که دشت سیستان برای آبیاری سطحی و قطره‌ای، تغییرات مکانی و شرایط غیریکنواخت دارد، اما براساس ویژگی‌های خاک و توپوگرافی منطقه، اجرای سامانهٔ آبیاری قطره‌ای در بیشتر نواحی نسبت‌به آبیاری سطحی از کلاس تناسب بیشتری برخوردار است. هرچند همان‌گونه که در نقشه‌های تغییرات مکانی کلاس‌های تناسب آبیاری نشان داده شده، در بسیاری از مناطق، برای آبیاری قطره‌ای نیز، محدودیت‌هایی وجود دارد که استفادهٔ مناسب و کارآمد از این نوع سامانهٔ آبیاری در منطقهٔ مطالعه‌شده، ملزم به رفع محدودیت‌ها در این مناطق است.

نتایج گویای آن است که در تمامی شهرستان‌های مطالعه‌شده، بافت‌های رسی ـ سیلتی و لومی ـ سیلتی مهم‌ترین کلاس‌های بافتی محدودکننده‌اند. با توجه به اینکه تغییر ویژگی‌های فیزیکی به‌راحتی امکان‌پذیر نیست، عملیات اصلاح خاک‌ها ازنظر مقادیر شوری ـ قلیائیت ارائه‌شده به رفع محدودیت‌ها یا کاهش آنها کمک زیادی می‌کند. با توجه به وضعیت شوری ـ قلیائیت خاک و زیاد بودن تبخیر در بازهٔ زمانی اردیبهشت تا مهر که همراه با افزایش شدت

تشعشع، افزایش ساعت آفتابی دما و کاهش رطوبت نسبی است، انجام عملیات آب‌شویی و اصلاح خاک ضروری است. میزان نیاز آب شویی بسته به وضعیت شوری خاک متفاوت است، اما لازم است در تمام دشت، به‌منظور جلوگیری از تجمع املاح و رسیدن به تولید پایدار اقتصادی، در ابتدای فصل کشت، آبیاری به‌صورت سطحی نیز انجام شود.

References

Albaji, M., Eslamian, S., Naseri, A.A., & Eslamian, F., (2020). *Handbook of irrigation system selection for semi-arid regions*. CRC Press, Taylor and Francis Group.

Albaji, M., Nasab, B., Naseri, A.A., (2010). Comparison of different irrigation methods based on the parametric evaluation approach in the plain West of Shush, Iran. *Irrigation and Drainage*, 59 (1), 547-558.

Barberis, A., & Minelli, S., (2005). *Land evaluation in Shouyang County, Shanxi Province, China*. The 25th Professional Master Course, 8 November 2004, 23 June 2005. IAO: Florence, Italy.

Bienvenue, J.S., Ngardeta, M., Mamadou, K., (2003). *Land evaluation in the Province of Thies, Senegal*. The 23rd Professional Master Course. Geomatics and Natural Resources Evaluation. 8 November 2002-20 June 2003. IAO: Florence, Italy.

Braester, C., (1983). Moisture variation at the soil surface and the advance of the wetting front during infiltration at constant flux. *Water Resource Research*, 9 (1), 687-694.

Cindy, S.K., and Hunt, J.R., (1996). Prediction of wetting front movement during onedimensional infiltration into soils. *Water Resource Research*, 32 (1), 55-64.

Congalton, R., (1991). A review of assessing the accuracy of classiifcations of remotely sensed data. *Remote Sensing Environmental*, 37 (1), 35-46.

Dengiz, O., (2006). Comparison of different irrigation methods based on the parametric evaluation approach. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30 (1), 21-29.

FAO., (2017). *Water for sustainable food and agriculture. a report produced for the G20 presidency of Germany*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Jolaini, M., Mehrabadi, H.R., (2012). Investigation the effect of surface and subsurface drip irrigation methods and irrigation interval on yield quality and quantity of cotton. *Journal of Water and Soil*, 26 (3), 736-742.

Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Benham, E.C., and Soil Survey Staff, (2012). *Field book for describing and sampling soils*. Natural Resources Conservation Service. National Soil Survey Center.

Sedigh Kia, M., Nateghi, M.B., Kaviayni, S., Naghipour, N., (2015). Evaluation and zoning of irrigation methods on Etka orginiziation lands in Dorud, using analytical hierarchy process. *Journal of Water Research in Agriculture*, 28 (4), 749-758.

Soil Survey Staff, (1996). *Soil survey laboratory methods manual*. Natural Resources Conservation Service (NRCS).

Sys, C., Van Ranst, E., Debaveye, J., (1991). *Land evaluation, principles in land evaluation and crop production calculations*. Agricultural Publications.