Archive
Shahid Chamran University of Ahvaz
Irrigation Sciences and Engineering (JISE) Vol. 43, No. 2, Summer 2020, p. 107-121

EXTENDED ABSTRACT

Exploring Land Suitability for Irrigation Systems in Ardabil Plain

J. Azizi Mobaser

Assistant Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran *(ja.mobaser22@gmail.com)*

Received: 7 September 2017 Revised: 28 September 2018 Accepted: 3 October 2018

Keywords: Sprinkler irrigation, Drip irrigation, Analytic hierarchy process, ArcGIS.
DOI: 10.22055/jise.2018.22643.1615.

Introduction

One way to increase water use efficiency in the farms is performing pressurized irrigation system projects. Proper choice of the type of pressurized irrigation system in each region is an important step in the optimum use of water and soil resources (Hejazi Jahromi et al, 2011). Operating pressurized systems requires initial costs, operating costs, energy consumption, and special equipment. Therefore, if it is not chosen wisely, it will ultimately prove a non-economical option. Choosing the best irrigation method in each region depends on several parameters, including required surveys with respect to the conditions of the plain (topography and soil properties), region, crop, quantity and quality of irrigation, and cultural and social characteristics of each project. Therefore, assessment of the feasibility of these systems to make higher returns in a sustainable way is necessary (Gharadaghi et al, 2014). Land suitability is studied in different regions of Iran, including Fars and Hamedan provinces (Rezaei et al, 2014; Akhavan and Ghaemizadeh, 2014), and the world (especially China) (Lio et al, 2013). According to the existing instructions, the choice and design of pressurized irrigation systems should be based on climatic conditions, topographic conditions, soil and water characteristics, crop, energy supply conditions, cultural backgrounds, human resources status, operating conditions and maintenance, and finally costs in each region (Alizadeh, 2007). Therefore, this research has taken into account all the factors affecting the design of different irrigation methods to perform optimal zoning for implementation of various irrigation methods in Ardabil plain in ArcGIS environment.

Material and methods

This research was conducted in Ardabil plain. To achieve the goals of this study, 19 major variables and 66 minor variables were considered for evaluating potential suitable areas. According to existing criteria, the ratings were selected in the range of -3 to +3. To weigh these variables, the range of numbers was classified from 1 to 7 and attributed to the rankings so that the worst conditions corresponded to the rating of -3 with the number 1, and the best conditions for the implementation of the relevant irrigation were rated +3 with the number 7. Then, the required matrix was created by comparing the weights for each criterion and subclass and considering the lowest inconsistency rate. To create a map based on the weights for each variable, the ArcGIS software environment was used through weighted overlay functions.

Results and discussion

To weigh up the major and minor factors, we need a proper weighting in which all weights are considered. Then, zoned maps of some of the important parameters, such as slope percentage, qualitative model, permeability and some chemical factors of water were created in the ArcGIS

www.SID.ir

environment. These maps were considered as base maps and each an independent layer. By the GIS system, the last layout of the layers was put together. The system calculated the highest score obtained in each range and introduced proportionality or incommensurability of the system. Regarding the zoning (Fig. 1 a), it was determined that in Ardabil Plain about 87,000 hectares (approximately 72%) of the land were identified for proper surface irrigation and the rest of the land was considered unsuitable. Although for drip irrigation systems topographical conditions are not a direct cause, non-uniformity increases the cost, which reduces its privilege. These conditions are more pronounced in the northern and southern parts of the plain. The map of the irrigation system of Ardabil plain irrigation system (Fig. 2 a) shows that about 71400 (59%) hectares of land has been classified as appropriate, 26600 (22%) hectares as relatively suitable and 23,000 (17%) hectares as inappropriate. Investigating the potential of Ardabil plain for irrigation system showed that 39400 (32.5%) hectares of the lands are in the suitable class. Also, relatively suitable and unsuitable classes were 12300 (10%) and 69300 (57.5%) hectares of the lands, respectively. The main limitation of the irrigation system in Ardabil plain is the soil condition of the region, which requires detailed soil studies for improvement.

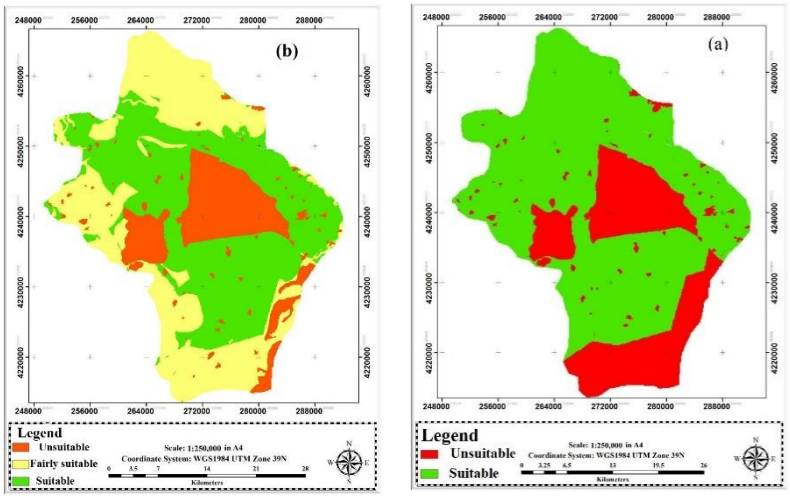

Fig. 1- Capacity zoning for surface irrigation (a) and drip (b) irrigation in Ardabil Plain

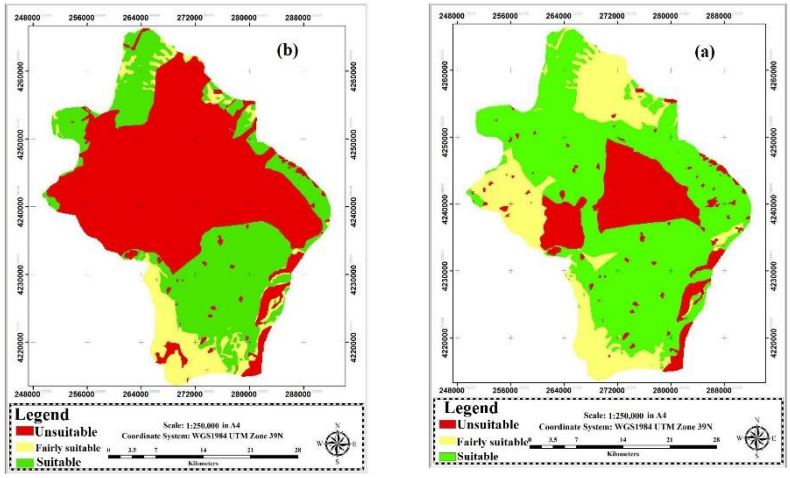

Fig. 2- Available capacity for rain irrigation (a) and articulated method (b) in Ardabil plain

www.SID.ir

Archive of SID
 DOI: 10.22055/jise.2018.22643.1615

Conclusion

In general, zoning maps and results in this study showed that in Ardabil plain, maximum limitation for implementation of the irrigation system is about 57.5%, which is caused by soil and soil factors in terms of available water index. Regardless of the amount of water in the plain and only in terms of irrigation, it can be said that the lowest limit for irrigation systems belongs to surface irrigation. According to the results of this research, limiting factors in drip irrigation systems and sprinkler systems are topographic conditions and water quality.

Acknowledgment

The author would like to thank the University of Mohaghegh Ardabili for financial support of this study.

References

1- Alizadeh, A., 2007.Irrigation system design, Vol (2), Pressurized irrigation system design. Imam Reza University press. (In Persian).

2- Ghaemizadeh, F. and Akhavan, S., 2014. The feasibility study of pressurized irrigation systems performance based on water quality (Case Study: Hamadan Province plains). *Water and Soil conservation, 21(1),* pp.65-83. (In Persian).

3- Gharadaghi, M., Maroufpoor, E., Babaei, K. and Mansouri, F., 2014. Potentiality of susceptible regions for pressurized irrigation systems implementation using GIS (Case study: Babakhon irrigation and drainage network). *Water and Soil, 27(6),* pp.1111-1122. (In Persian).

4- Hejazi Jahromi, K., Pirmoradian, N., Shamsnia, A. and Ahanjian, M., 2011. Water quality potential assessment of groundwater resources for use in pressure irrigation systems by statistical models (Case study: Plains of north of Fars Province). *The 5th National Conference and Exhibition on Environmental Engineering*, 20-21 Dec 2011. Tehran, Iran. (In Persian).

5- Liao, Z.L., Long, Y.H., Wei, Y.F. and Guo, Z.X., 2013. The Optimal Selection of Irrigation Systems Based on the Evidence Theory. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 405, pp. 2194-2200). Trans Tech Publications.

6- Rezaei, M., Keshtkar, M. and Rezaei, M., 2014. Localization of suitable sites for sprinkler irrigation projects using geographical information systems and simulation of Boolean (Case Study: Arsanjan plain, Fars Province). *The second national conference on environmental research*, 07 Spt 2014. Hamadan, Iran. (In Persian) .

© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

www.SID.ir

Archive of SID

علوم و مهندسی آبیاری

جلد ۴۳، شماره‌ی۲، تابستان ۹۹، ص. ۱۲۱-۱۰۷

پتانسیل‌یابی اراضی مستعد برای اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار در دشت اردبیل

جوانشیر عزیزی مبصر

استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی ja.mobaser22@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۶/۶/۱۶ بازنگری: ۱۳۹۷/۷/۶ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱۱

چکیده

سامانه‌های آبیاری تحت فشار با استفاده از پارامترهای آب، خاک و گیاه طراحی می‌شوند. طراحی موفق این سامانه‌ها به عوامل زیادی از قبیل شرایط اقلیمی، کیفیت آب، وضعیت توپوگرافی، مشخصات خاک، نوع محصول و شرایط اجتماعی- فرهنگی بستگی دارد. این تحقیق در دشت اردبیل با مساحت تقریبی۱۲۱۰۰۰ هکتار برای پتانسیل‌یابی اراضی مستعد برای اجرای سامانه‌های مختلف آبیاری انجام شد. در این تحقیق جهت پتانسیل یابی اراضی در ابتدا میزان تاثیر عوامل مختلف با استفاده از اعداد صحیح (۳+) تا (۳-) در ۷ درجه امتیازدهی شد. در ادامه با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و در محیط نرم‌افزاری Expert Choice وزن‌دهی انجام گرفت. وزن‌های به‌دست آمده برای هر پارامتر، در محیطArcGIS با روش توابع هم‌پوشانی وزنی به نقشه تبدیل شدند. با استفاده از روش برهم‌نهی نقشه‌های مختلف در هر روش آبیاری، پتانسیل آن روش آبیاری برای دشت محاسبه و پهنه‌بندی گردید. نتایج نشان داد حدود ۷۲ درصد از اراضی دشت قابلیت اجرای سامانه آبیاری سطحی، ۵۹ درصد مناسب برای آبیاری بارانی، ۴۵درصد قابلیت اجرای آبیاری قطره‌ای و ۳۲/۵ درصد برای آبیاری عقربه‌ای مناسب است. همچنین نتایج نشان داد که مهم‌ترین عوامل محدود کننده برای استفاده از سامانه‌های آبیاری شامل توپوگرافی، کیفیت آب و کل آب قابل دسترس بودند. از طرفی بر اساس نتایج این تحقیق در شمال و شمال‌غرب دشت اردبیل، یون‌های کلر و سدیم عوامل محدود کننده اجرای آبیاری بارانی و شوری عامل محدود کننده سامانه آبیاری قطره‌ای است.

کلید واژه‌ها: آبیاری بارانی، آبیاری قطره‌ای، تحلیل سلسله مراتبی، ArcGIS .

مقدمه

امروزه تأمین پایدار آب یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های اکثر کشورهای دنیا است. ایران نیز جزء همین کشورها بوده و در سال‌های اخیر نیز به‌علت کمبود بارش، این مشکل نمود بیشتری پیدا کرده است (Gharadaghi et al., 2014). به‌طور کلی در کشور ما و به تبع آن در استان اردبیل علاوه بر کمبود بارش در سال‌های اخیر، بهره‌برداری نامناسب از منابع آب منجر به پایین آمدن بازدهی، مخصوصاً در بخش کشاورزی شده که مشکل عمده در بخش آب است. طبق گزارش‌های رسمی، بازدهی کل آبیاری در کشور به‌طور متوسط حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد برآورد گردیده است (Ghaemizadeh and Akhavan., 2014). یکی از راه‌کارهای افزایش بازدهی در بخش کشاورزی، اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار است. انتخاب صحیح نوع سامانه آبیاری تحت فشار در هر منطقه گام مهمی در بهره‌برداری بهینه از منابع آب و خاک است. انتخاب سامانه مناسب در هر منطقه به مشخصات و محدودیت‌های انواع سامانه‌های آبیاری، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خاک، تأثیرات زیست محیطی، عوامل اجتماعی و اقتصادی بستگی دارد (Hejazi Jahromi et al., 2011). اجرای سامانه‌های تحت فشار نیاز به هزینه اولیه، هزینه بهره‌برداری، مصرف انرژی و تجهیزات خاص دارد. بنابراین اگر به درستی انتخاب نگردد باعث اتلاف هزینه و در نهایت غیر اقتصادی شدن این طرح‌ها می‌گردد. پتانسیل‌یابی و انتخاب بهترین روش آبیاری در هر منطقه شامل بررسی‌های مورد نیاز با توجه به شرایط دشت (توپوگرافی و ویژگی خاک‌ها) ، اقلیم منطقه، نوع محصول، کمیت، کیفیت آبیاری و ویژگی‌های فرهنگی و اجتماعی هر پروژه و در نتیجه بررسی امکان استفاده از این سامانه‌ها برای دستیابی به بازدهی بالاتر در شرایط پایدار می‌باشد (Gharadaghi et al., 2014). پتانسیل‌یابی اراضی در مناطق مختلف ایران، در وسعت‌های متفاوت و با توجه به پارامترهای گوناگون در راستای اجرای سامانه‌های تحت فشار انجام شده است که در ادامه برخی از این مطالعات ارایه می شود. (Rezaei et al., 2014) با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System) و شبیه‌سازی بولین، تحقیقی به منظور مکان‌یابی مناطق

www.SID.ir

Archive of SID

مستعد برای اجرای طرح‌های آبیاری بارانی در دشت ارسنجان استان فارس انجام دادند. نتایج تحقیق نشان داد که دشت مورد مطالعه، به دو گروه منطقه مناسب اجرای طرح‌های آبیاری بارانی (۴۱ درصد) و منطقه نامناسب اجرای طرح‌های آبیاری بارانی (۵۹ درصد) تقسیم می‌شود. Ghaemizadeh و Akhavan (2014) امکان‌سنجی اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار دشت‌های استان همدان را بر اساس کیفیت آب، با استفاده از توابع تحلیلی GIS انجام دادند که نتایج نشان داد بیش‌ترین محدودیت از نظر کیفیت آب در دشت‌های شمالی و مرکزی استان همدان شامل دشت‌های کبودرآهنگ، رزن- قهاوند و همدان- بهار وجود داشته است. همچنین در تحقیقی که توسط Mamanpoosh و Tofangsaz (2008) در دشت برخوار اصفهان، به منظور مکان‌یابی مناطق مستعد جهت اجرای طرح‌های آبیاری تحت فشار با استفاده از GIS انجام شد،که وسعتی حدود ۱۷۰۰۰۰ هکتار از اراضی دشت مناسب آبیاری تشخیص داده شد. Naghshbandi et al. (2013) سامانه‌های آبیاری سطحی و بارانی را در دشت چناران به روش پارامتریک مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد حدود ۵۸ درصد از اراضی دشت چناران برای آبیاری سطحی نسبتاً مناسب ، و ۱۶ درصد از اراضی برای آبیاری سطحی می‌تواند مورد استفاده قرارگیرد. همچنین حدود ۵۰ درصد از کل اراضی برای آبیاری تحت فشار مناسب ارزیابی شد. Liao et al. (2013) در چین با استفاده از ۲۸ شاخص مختلف (تکنولوژی، منابع، اقتصادی،فرهنگ، ....) تحقیقی برای انتخاب مناسب‌ترین روش آبیاری انجام دادند. نتایج نشان داد که مناسب‌ترین روش‌ها به ترتیب ، سیستم کلاسیک ثابت، بارانی نیمه متحرک و سیستم کم‌فشار می‌باشد. Neshat و Nikpuor (2011) مناطق مستعد به منظور اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار در دشت کرمان را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد از کل اراضی مناسب و قابل آبیاری دشت کرمان، تنها حدود پنج درصد برای آبیاری بارانی و ۲۵ درصد برای آبیاری قطره‌ای مناسب است. Barberis و Minelli (2005) اقدام به پهنه بندی‌مناسب برای هر دو روش آبیاری سطحی و آبیاری قطره‌ای در منطقه شویانگ چین نمودند. نتایج نشان داد که سطح مناسب برای اجرای سامانه آبیاری سطحی و قطره‌ای به ترتیب برابر ۳۴ و ۶۲ درصد است. Keshavarzian et al. (2015) با استفاده از سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی(GIS) در استان آذربایجان‌شرقی پتانسیل اراضی مستعد مختلف را برای کشت کلزا مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که حدود ۷/۹۹ درصد از مساحت استان در محدوده‌ی بسیار مناسب، ۳۱/۶۴ درصد در محدوده مناسب، ۴۲/۷۰ درصد شامل مناطق ضعیف و ۱۷/۶۷ درصد در محدوده نامناسب برای کشت کلزا قرار دارد. Farhadi Bansouleh et al. (2018) در استان کرمانشاه (دشت صحنه) برای انتخاب بهینه سیستم آبیاری از روش ارزیابی چند معیاره استفاده نمودند، و نتایج نشان داد که با وجود محدودیت‌هایی از قبیل کوچکی قطعات و کیفیت آب آبیاری مناسب‌ترین روش‌ها به ترتیب سیستم کلاسیک نیمه متحرک و سیستم کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک بودند. Ramzi et al. (2014) با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در استان خراسان جنوبی امکان اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای در کل استان را بررسی نمودند، نتایج نشان داد که ضمن کمبود اطلاعات به‌عنوان بزرگترین محدودیت، ۵۰ درصد از اراضی در محل تحقیق، قابلیت اجرای سیستم آبیاری قطره‌ای را دارند. یکی از مهم‌ترین مراحل طراحی سامانه‌های آبیاری تحت فشار، انتخاب سامانه مناسب آبیاری با توجه به تنوع این سامانه‌ها است. طبق دستورالعمل‌های موجود، انتخاب و طراحی سامانه‌های آبیاری تحت فشار باید بر اساس وضعیت اقلیمی، وضعیت توپوگرافی، مشخصات خاک و آب، نوع محصول، شرایط تأمین انرژی، زمینه‌های فرهنگی، وضعیت نیروی انسانی، وضعیت بهره‌برداری و نگهداری و بالاخره هزینه‌ها در هر طرح صورت گیرد (Alizadeh., 2007). بنابراین در این تحقیق با در نظر گرفتن کلیه عوامل مؤثر بر طراحی روش‌های مختلف آبیاری ، پهنه‌بندی بهینه برای اجرای انواع روش‌های آبیاری در دشت اردبیل، در محیط ArcGIS انجام شد.

مواد روش‌ها

دشت اردبیل با مساحت تقریبی۱۲۱۰ کیلومتر مربع در مختصات ۳۸ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۹ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۷ دقیقه طول شرقی قرار دارد (شکل۱). ارتفاع کلی دشت از ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متر و شیب در آن از صفر تا ۶۰ درصد متغیر است. متوسط بلند مدت بارش سالیانه (۱۳۶۳ تا ۱۳۹۴) حدود ۳۰۰ میلی‌متر و دمای بیشینه و کمینه در آن به ترتیب ۴۰+ و ۳۰- درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است. برای دستیابی به اهداف تعیین شده این تحقیق، ۱۹ پارامتر اصلی و ۶۶ پارامتر جزئی که در قالب جداول (۱) تا (۱۰) معرفی شده‌اند، به طور جداگانه برای ارزیابی مناطق مستعد، مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ابتدا کل داده‌ها پردازش شده و اطلاعات حاصله برای وزن‌دهی انتخاب شدند. با توجه به معیارهای رتبه‌بندی موجود در جداول(۱) تا (۱۰)، رتبه‌های در نظر گرفته شده در محدوده‌ی ۳- تا ۳+ انتخاب شد. برای وزن‌دهی این متغیرها، دامنه اعداد از ۱ تا ۷ طبقه‌بندی شده و به رتبه‌ها نسبت داده شد، به‌طوری که بدترین شرایط که مربوط به رتبه ۳- است با عدد یک و بهترین شرایط برای اجرای آبیاری مربوطه رتبه ۳+ است، با عدد ۷ مشخص گردید. پس از انجام رتبه‌بندی پارامترها، برای وزن‌دهی بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy Process)، رتبه‌ها وارد نرم افزار Expert Choice شد. سپس با مقایسه زوجی وزن‌های مربوط به هر معیار و زیر معیار و در نظر گرفتن کمترین نرخ

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2018.22643.1615

ناسازگاری، ماتریس مورد نیاز تشکیل گردید. برای ایجاد نقشه بر اساس وزن‌های مربوط به هر پارامتر، از محیط نرم افزاری ArcGIS و با استفاده از توابع هم‌پوشانی وزنی (Weighted Overlay) استفاده شد. پارامترهای سرعت باد و دمای هوا از اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیک اردبیل، نمین، نیر و فرودگاه اردبیل برای دوره ۱۲ سال (۱۳۹۲-۱۳۸۱) استخراج گردیدند.

لایه‌های شیب و اختلاف ارتفاع توپوگرافی از مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متری دشت اردبیل و با در نظر گرفتن دستورالعمل موجود در جداول (۲) و (۳) استخراج شدند. برای تعیین مقدار نفوذ از نقشه‌های خاک و آزمایش‌های نفوذی که در بخشی‌های پراکنده دشت برای اجرای آبیاری تحت فشار و برخی پایان نامه‌ها و تعدادی نقطه که در دسترس بود، استفاده شد (بر اساس جدول ۵). با توجه به ماهیت نقطه‌ای بودن پارامترهای شیمیایی آب و برای ایجاد لایه مربوطه نیاز به درون‌یابی این پارامترها می‌باشد. پارامترهای کیفی مورد نیاز در یک دوره آماری ۱۵ ساله (۱۳۸۰ تا ۱۳۹۴) از شرکت آب منطقه‌ای اردبیل، در قالب برداشت نقطه‌ای که در سطح کل دشت با مختصات‌های ثابت و معلوم تهیه شده بودند، مورد استفاده قرار گرفت. برای مقایسه زوجی، داده‌ها پردازش شده و اطلاعات حاصله برای وزن دهی انتخاب شدند، و به روشی که توضیح داده شد رتبه‌بندی شده و مورد استفاده قرار گرفتند. پس از انجام رتبه‌بندی پارامترها، جهت وزن‌دهی بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، رتبه‌ها وارد نرم افزار Expert Choice شده و پس از تشکیل ماتریس، مقایسات زوجی وزن‌های مربوط به هر معیار و زیر معیار با در نظر گرفتن کمترین نرخ ناسازگاری حاصل شد. بنابراین ابتدا مقادیر پارامترها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و نمودارهای Normal QQPLOT و هیستوگرام فراوانی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. سپس برای ارزیابی بهترین تابع رگرسیون (تابع دارای کمترین خطای تخمین) از نرم افزار GS^+ استفاده شد. از نتایج خروجی نرم افزار GS^+ برای ایجاد نقشه، به روش درون‌یابی کریجینگ در نرم افزار ArcGIS استفاده شد. برای ایجاد لایه‌های مربوط به ارتفاع و تراکم محصولات گیاهی از نقشه کاربری اراضی منطقه، اطلاعات میدانی تهیه شد. لازم به ذکر است در دشت اردبیل الگوی کشت اصلی به صورت کشت گندم در پاییز و کشت سیب زمینی به صورت بهاره می‌باشد که طبق جدول شماره (۶) عمق متوسط هر دو کمتر از یک متر و از طرفی ارتفاع هر دو کشت نیز کمتر از ۱/۵ متر می‌باشد. شهر اردبیل تقریباً در مرکز دشت قرار گرفته است و دسترسی به امکانات برای نقاط مختلف دشت یکسان است. همچنین پراکندگی سامانه‌های نوین اجرا شده در دشت یکنواختی قابل قبولی دارد (طبق آمار اخذ شده از جهاد کشاورزی استان اردبیل). بنابراین لایه سابقه آبیاری و وضعیت فرهنگی منطقه به‌دلیل شرایط تقریبا یکسان در دشت اردبیل، یک لایه در نظر گرفته شده و در مورد هر نوع روش آبیاری، رتبه مناسب با روش مشخص شده از جدول (۴) اعمال شد. لایه وضعیت نیروی انسانی نیز یک لایه در نظر گرفته شده و به نسبت هر کدام از روش‌های آبیاری رتبه متناظر اعمال شد (جدول ۸). در نهایت سیستمی که از جمع‌بندی امتیاز لایه‌های مختلف، بالاترین امتیاز را داشت، به‌عنوان سیستم منتخب برگزیده شد.

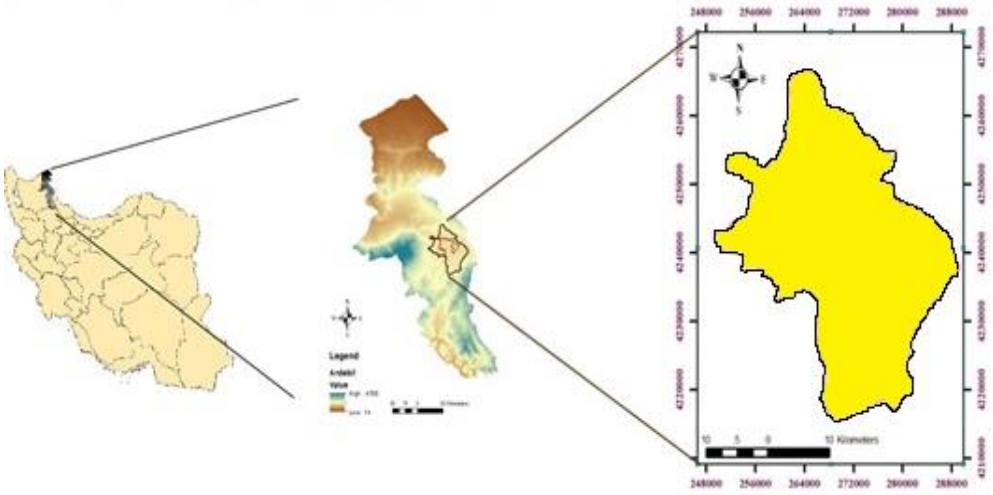

Fig. 1- Location of the study area in Ardabil province and in the whole country

شکل ۱- موقعیت محدوده‌ی مطالعاتی در استان اردبیل و در کل کشور

www.SID.ir

Archive of SID
دوره ۴۳ شماره ۲ سال ۱۳۹۹. ص ۱۲۱-۱۰۷

جدول ۱- امتیاز دهی به سامانه های مختلف آبیاری با عوامل باد و دما (Alizadeh, 2007)

Table 1- Scoring different irrigation systems with wind and temperature factors (Alizadeh, 2007)

Parameter	Trickle Irrigation	Sprinkler Irrigation						Surface Irrigation
		Linear	Center-pivot	Gun	Side-roll	Hand-move	Solid-set	
Wind speed(24-32km/hr)	-2	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2
Wind speed(16-24km/hr)	-1	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-1
Wind speed(6.4-16km/hr)	0	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0
Wind speed(0-6.4km/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0
Cold and mild weather	0	0	0	0	0	0	0	0
Warm weather	-1	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-1

جدول ۲- امتیاز دهی به سامانه های مختلف آبیاری با اختلاف ارتفاع توپوگرافیک(Alizadeh, 2007)

Table 2 - Scoring different irrigation systems with topographic elevation differences (Alizadeh, 2007)

Topographic height difference	Trickle Irrigation	Sprinkler Irrigation						Surface Irrigation
		Linear	Center-pivot	Gun	Side-roll	Hand-move	Solid-set	
< 5 m	+1	0	0	0	0	0	0	0
5 -20 m	+3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0
20- 40 m	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+2	0
40 – 60 m	-2	+2	+2	+2	+3	+3	+3	0
> 60 m	-2	+3	+3	+3	+1	+1	+1	0

جدول ۳- امتیاز دهی به سامانه های مختلف آبیاری با مقدار شیب و یکنواختی آن(Alizadeh, 2007)

Table 3- Scoring different irrigation systems with its slope and uniformity (Alizadeh, 2007)

Slope difference	Trickle Irrigation	Sprinkler Irrigation						Surface Irrigation
		Linear	Center-pivot	Gun	Side-roll	Hand-move	Solid-set	
< 2 %	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+2
2 -4 %	+2	+2	+2	+3	+2	+2	+2	+1
4 -10 %	+1	+1	+1	+2	+1	+1	+1	-3
10 -20 %	-3	-3	-3	-2	-3	-3	-3	*
> 20%	-3	*	*	*	*	*	*	*
Completely uniform	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
Partly uniform	+2	+1	+1	+2	+1	+1	+1	-2
Non-uniform	+1	-2	-1	+2	-1	-2	-2	*

* در همه جداول، به معنی عدم تناسب سامانه آبیاری با توجه به شاخص معرفی شده می‌باشد

جدول ٤- امتیاز دهی به سامانه های مختلف آبیاری در ارتباط با اثرات فرهنگی(Alizadeh, 2007)

Table 4 - Scoring different irrigation systems in relation to cultural impacts (Alizadeh, 2007)

Performance record and cultural impact	Trickle Irrigation	Sprinkler Irrigation						Surface Irrigation
		Linear	Center-pivot	Gun	Side-roll	Hand-move	Solid-set	
Bad cultural impact and record	-3	*	*	*	-3	-2	*	+2
Good cultural impact and record	-1	-3	-3	-2	+1	+2	-3	+1
Good cultural impact and non-record	+2	+1	+1	+1	+3	+3	+1	+1
There is now pressurized irrigation	+3	+1	+2	+2	+3	+3	+1	-1

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2018.22643.1615

جدول ۵- امتیاز دهی به سامانه های مختلف آبیاری با مقدار نفوذپذیری و آب قابل دسترس (Alizadeh, 2007)

Table 5 - Scoring different irrigation systems with infiltration and available water (Alizadeh, 2007)

Infiltration and available water	Trickle Irrigation	Sprinkler Irrigation						Surface Irrigation
		Linear	Center-pivot	Gun	Side-roll	Hand-move	Solid-set	
Infiltration 1-2.5 mm/hr	-3	*	*	*	*	*	*	*
Infiltration 2.5-4 mm/hr	+2	*	*	*	*	*	*	+1
Infiltration 4-50 mm/hr	+2	+2	+2	+2	+1	+2	+2	+2
Infiltration 50-120 mm/hr	+2	+2	+2	+2	+1	+2	+2	-2
Infiltration >120 mm/hr	+3	+3	+3	+2	+2	+2	+2	*
available water 30-60 mm/m	+3	+3	+3	+2	+2	+2	+2	*
available water 60-100 mm/m	+3	+3	+3	+2	+3	+3	+2	-2
available water 100-150 mm/m	+2	+3	+3	+2	+2	+2	+1	+1

جدول ٦- امتیاز دهی به سامانه های مختلف آبیاری در ارتباط با نوع گیاه (Alizadeh, 2007)

Table 6- Scoring different irrigation systems by crop type (Alizadeh, 2007)

Root zone and height crop	Trickle Irrigation	Sprinkler Irrigation						Surface Irrigation
		Linear	Center-pivot	Gun	Side-roll	Hand-move	Solid-set	
Root zone less than 1 m	+3	+3	+3	+1	+2	+2	+2	-3
Root zone more than 1 m	+2	+2	+2	+2	+3	+3	+1	+1
Height crop less than 1.5 m	+2	+2	+2	+3	+3	+3	+2	+1
Height crop 1.5-3 m	+2	+3	+3	+2	*	*	-3	+1
Height crop more than 3 m	+2	*	*	*	*	*	-3	+2
Crops with dense cultivation	*	+3	+3	+3	+3	+2	+2	+1
Trees and gardens	+3	*	*	*	*	-3	-3	+1

جدول ۷- امتیاز دهی به سامانه های مختلف آبیاری در ارتباط با وضعیت نیروی انسانی (Alizadeh, 2007)

Table 7- Scoring different irrigation systems in relation to manpower status (Alizadeh, 2007)

Manpower and worker	Trickle Irrigation	Sprinkler Irrigation						Surface Irrigation
		Linear	Center-pivot	Gun	Side-roll	Hand-move	Solid-set	
Non-available skilled manpower	-3	*	*	-3	-3	-3	-3	-1
Available skilled manpower	+3	-3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
Non-available semi-skilled manpower and worker	-2	-2	-1	-2	-2	-3	-1	-2
Available semi-skilled manpower and worker	+3	+2	-2	+2	+3	+3	+2	+3

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- امتیاز دهی به سامانه های آبیاری متناسب با بهره برداری و نگهداری(Alizadeh, 2007)

Table 8- Scoring irrigation systems in accordance with operation and maintenance (Alizadeh, 2007)

Operation and maintenance	Trickle Irrigation	Sprinkler Irrigation						Surface Irrigation
		Linear	Center-pivot	Gun	Side-roll	Hand-move	Solid-set	
Far and deprived area	-3	*	*	-3	-3	-3	-3	0
Has facility and neighbor area	+3	+2	+3	+3	+3	+3	+2	+1
Securanc accessory	+2	+1	+2	+2	+3	+3	+2	0
Securanc accessory limited	-2	-3	-3	-2	-1	-1	-3	0

جدول ۹- امتیاز دهی به سامانه های مختلف آبیاری در ارتباط با کیفیت آب آبیاری (Alizadeh, 2007)

Table 9- Scoring different irrigation systems in relation to irrigation water quality (Alizadeh, 2007)

Water quality	Trickle Irrigation	Sprinkler Irrigation						Surface Irrigation
		Linear	Center-pivot	Gun	Side-roll	Hand-move	Solid-set	
Concentration <100 ppm	-1	0	0	0	0	0	0	0
Concentration >100 ppm	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
pH< 7	+1	0	0	0	0	0	0	-1
pH 7-8	-1	0	0	0	0	0	0	0
pH > 8	-2	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1
EC<1000 µmhos/cm	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3
EC 1000-2000 µmhos/cm	-1	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
EC 2000-3000 µmhos/cm	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1
EC 3000-3500 µmhos/cm	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1
EC 3500-4000 µmhos/cm	*	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
EC>4000 µmhos/cm	*	*	*	*	*	*	*	-3
Na concentration <70 ppm	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
Na concentration 70-350 ppm	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1
Na concentration >350 ppm	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2
Cl concentration <100 ppm	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
Cl concentration 100-700 ppm	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1
Cl concentration >700 ppm	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2

جدول ۱۰- امتیاز دهی به سامانه های مختلف آبیاری در ارتباط با هزینه آن‌ها (Alizadeh, 2007)

Table. 10 - Scoring different irrigation systems in relation to their cost (Alizadeh, 2007)

Cost	Trickle Irrigation	Sprinkler Irrigation						Surface Irrigation
		Linear	Center-pivot	Gun	Side-roll	Hand-move	Solid-set	
Score	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2018.22643.1615

نتایج و بحث

مطابق آنچه در بخش مواد و روش‌ها تشریح شد، لایه‌های مختلف ایجاد شده و با توجه به دامنه تغییراتی که برای پارامترهای اصلی و جزئی تعیین شده است، نقشه پهنه‌بندی بعضی از عوامل ایجاد نشد. به‌عنوان مثال چون متوسط سرعت باد برای منطقه در تمام ایستگاه‌ها، کمتر از ۶/۴ کیلومتر بر ساعت به‌دست آمد و منطقه مورد مطالعه از نظر دمایی در رده معتدل و سردسیر قرار گرفت، این عوامل پهنه‌بندی نشدند. برای پهنه‌بندی عوامل اصلی و جزئی نیاز به وزن‌دهی مناسب است که مطابق جدول (۱۱) این وزن‌ها در نظر گرفته شد. به‌عنوان نمونه، نقشه‌های پهنه‌بندی شده برخی از پارامترهای مهم، از قبیل درصد شیب، مدل رقومی‌ارتفاعی، نفوذپذیری و برخی از عوامل شیمیایی آب است که در محیط ArcGIS ایجاد شده‌اند در شکل‌های (۲) تا (۵) نشان داده شده است. این نقشه‌ها به‌عنوان نقشه‌های پایه و هر کدام یک لایه مستقل در نظر گرفته شدند. به کمک سامانه GIS، نقشه نهایی لایه‌های مختلف بر روی هم گذاشته شدند. سامانه بالاترین امتیاز کسب شده در هر محدوده را محاسبه کرده و تناسب و یا عدم تناسب سامانه را معرفی می‌کند. بدین ترتیب، نتیجه این روی‌هم گذاری لایه‌های مختلف که نتیجه نهایی در هر روش آبیاری است، نقشه نهایی را به‌وجود می‌آورد که در شکل‌های (۶) و (۷) ارایه شده است.

با توجه به پهنه‌بندی انجام شده (شکل ۶ –الف)، مشخص گردید که در دشت اردبیل، حدود ۸۷۰۰۰ هکتار(حدود ۷۲٪) از اراضی برای آبیاری سطحی مناسب و مابقی اراضی نامناسب هستند. در این شکل اراضی نامناسب به چهار محدوده مجزا شامل مناطق شماره‌های (۱) تا (۳) و نقاط پراکنده (بدون شماره) تقسیم‌بندی شده است. علت نامناسبی اراضی ناحیه (۱) و نقاط پراکنده، کاربری اراضی به صورت شهری و روستایی است(با توجه به نقشه کاربری اراضی)، که مناسب کشاورزی نمی‌باشند. برای ناحیه شماره (۲) (مشخص شده در شکل ۶–a) که در بخش نامناسب برای آبیاری سطحی قرار گرفته دلایل مختلفی وجود دارد. باتوجه به شکل ۲ (b) این ناحیه دارای رقوم ارتفاعی نسبتاً پایینی بوده که محل تجمع رسوبات سیلابی هست،که این رسوبات نسبت به سایر بخش‌های دشت معمولاً نفوذپذیری کم‌تری دارند (شکل ۳–b). از طرفی خاک این‌گونه مناطق از نظر شیمیایی نیز معمولاً وضعیت مناسبی ندارد (شکل‌های۴ و ۵). ناحیه (۳) (شکل ۶–a) نیز به دلیل محدودیت شیب امکان اجرای آبیاری سطحی وجود ندارد. نتایج بررسی اراضی مستعد آبیاری قطره‌ای دشت اردبیل در شکل۶ (a) ارایه شده است. برای این روش، دشت در سه طبقه‌ی متمایز مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب به ترتیب با مساحت‌های تقریبی ۵۴۴۰۰ (۴۵٪)، ۴۴۷۰۰ (۳۷٪) و ۲۲۰۰۰ (۱۸٪) هکتار پهنه‌بندی گردیده است. در مقایسه با آبیاری به روش سطحی، مناطق نامناسب تقریباً با همان دلایل که برای آبیاری سطحی ذکر شد، تکرار شده است.

جدول ۱۱- تخصیص وزن بر حسب درصد به هر پارامتر برای روش‌های مختلف آبیاری در نرم‌افزارExpert Choice

Table 11- Allocation of weight in percentage to each parameter for different irrigation methods in Expert Choice software

General parameter	Minor parameter	Irrigation method			
		Center-pivot	Surface	Sprinkler	Trickle
	Wind	3	4	4	2
	Temperature	3	4	2	5
	Slope %	9	6	8	9
	Uniformity	4	3	4	4
	Infiltration	6	6	5	6
	available water	12	3	11	12
Topography	Topography	10	9	10	8
	TDS	3	4	4	3
	pH	5	6	6	4
	EC	6	7	6	5
	Na	2	3	2	2
	Cl	2	3	2	2
	Root zone	4	4	4	4
	Height	4	7	3	4
	Density	8	4	7	8
Cultural	Cultural	5	8	6	6
Manpower	Manpower	5	8	6	6
Operation	Operation	5	7	6	5
Cost	Cost	4	4	4	5

www.SID.ir

Archive of SID
دوره ۴۳ شماره ۲ سال ۱۳۹۹. ص ۱۲۱-۱۰۷

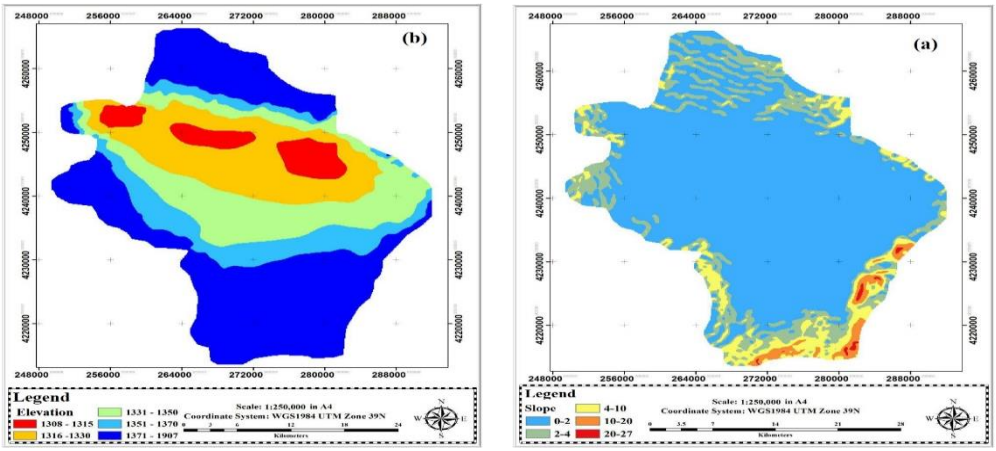

Fig. 2- Maps of (a) slope percentage and (b) digital-elevation of Ardabil plain

شکل ۲- نقشه‌های(a) درصد شیب و (b) رقومی- ارتفاعی دشت اردبیل

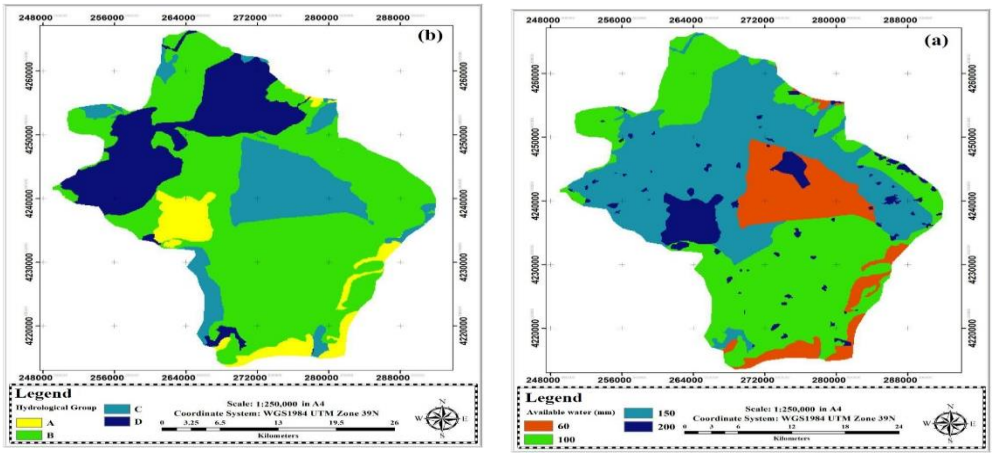

Fig. 3- (a) available soil water, (b) hydrological and permeability groups of Ardabil plain

شکل۳- (a) آب قابل دسترس خاک، (b) گروه هیدرولوژیکی و نفوذپذیری دشت اردبیل

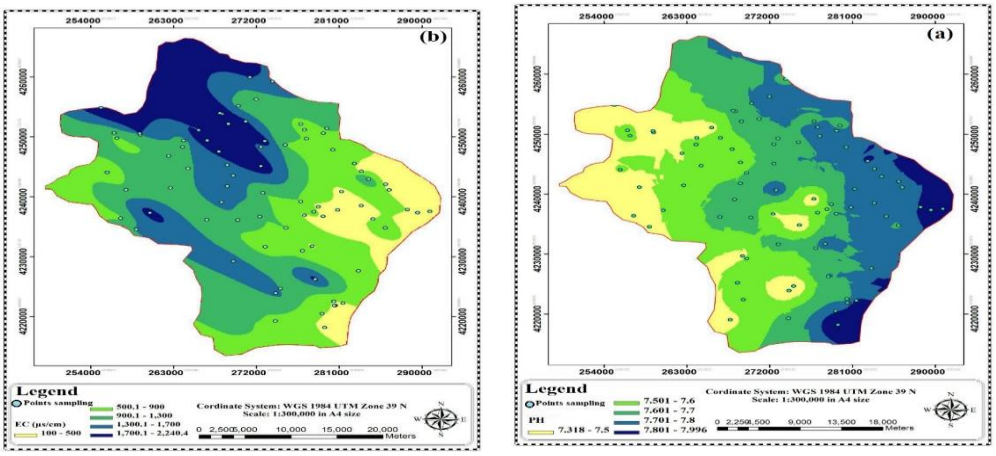

Fig. 4- Zoning (a) pH changes and zoning (b) EC changes in Ardabil plain

شکل٤- پهنه‌بندی (a) تغییرات pH و پهنه‌بندی (ب) تغییراتEC دشت اردبیل

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2018.22643.1615

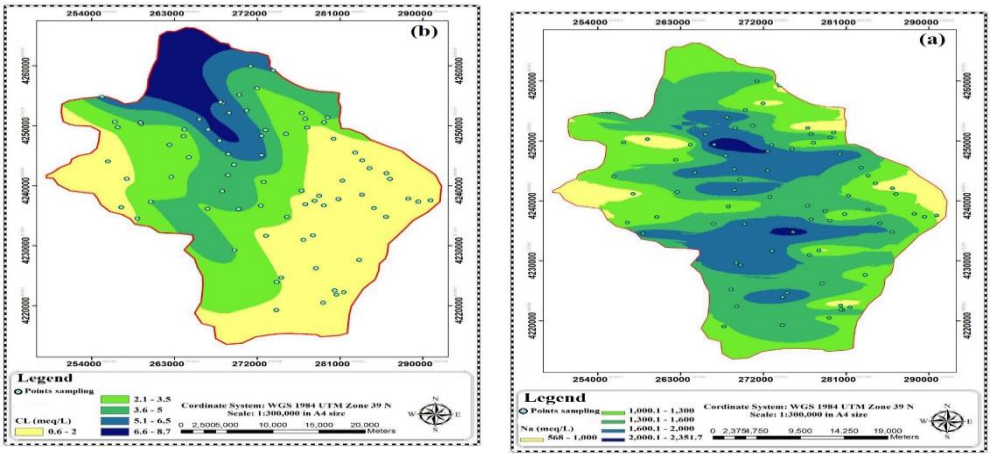

Fig. 5 - Zoning (a) Na changes and zoning (b) Cl changes Ardabil plain
شکل۵- پهنه‌بندی (a) تغییرات Na و پهنه‌بندی (b) تغییرات Cl دشت اردبیل

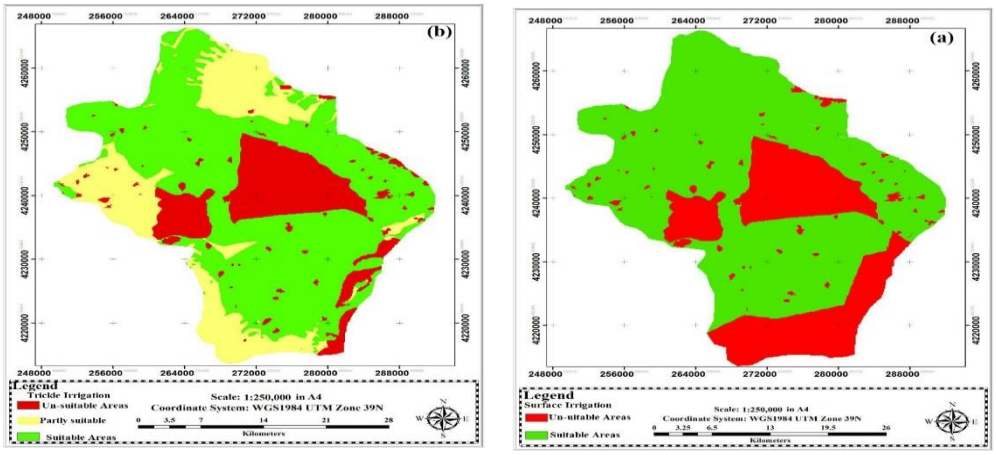

Figure 6- Zoning of existing potential for surface (a) and drip (b) irrigation in Ardabil plain
شکل٦- پهنه‌بندی استعداد موجود برای آبیاری به روش سطحی(a) و قطره‌ای(b) در دشت اردبیل

با توجه به شکل‌های (۲) تا (۵) نمی‌توان برای مناطقی که در دسته مناطق نسبتاً مناسب برای آبیاری قطره‌ای قرار دارند، به‌صورت دقیق دلیل مشخصی اعلام نمود. به عبارت دیگر از نظر پارامترهای اصلی و جزئی مشکل و محدویت جدی وجود ندارد، اما با برهم‌نهی عوامل مختلف مشخص می‌گردد که در این مناطق باید با احتیاط سامانه آبیاری قطره‌ای را اجرا نمود. در واقع این شرایط، کارآیی تحقیق حاضر را نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۱۱) و شکل‌های (۲) و (۳)، به‌طور کلی در مورد محدویت‌های موجود در این ناحیه به شرایط توپوگرافیک، EC، شدت نفوذ و الگوی کشت می‌توان اشاره نمود. گر چه برای سامانه آبیاری قطره‌ای شرایط توپوگرافی عامل مستقیم محدود کننده نیست، اما غیریکنواختی باعث افزایش هزینه شده که باعث کاهش امتیاز آن می‌شود و این شرایط در قسمت‌های شمالی و جنوبی دشت بارزتر است. با توجه به شکل (۳) در قسمت غرب دشت تا حدودی می‌توان به عامل محدودکننده‌ی سرعت نفوذ اشاره نمود. با توجه به شکل ۴ (b) و طبق دستورالعمل فائو (Ghaemizadeh and Akhavan., 2014) بخش زیادی از دشت در محدوده‌ی شوری ۰/۸ تا ۳ دسی‌زیمنس بر متر است، که در این دامنه، بر اساس استاندارد فائو برای سامانه آبیاری قطره‌ای محدودیت کم تا متوسط در نظر گرفته می‌شود. این محدودیت با توجه به شاخصEC در شمال دشت اردبیل، شدت بیشتری دارد. با در نظر گرفتن شکل ۷ (a) و مقایسه آن با شکل ۶ (b)، سامانه آبیاری بارانی تقریباً مشابه سامانه آبیاری قطره‌ای پهنه‌بندی گردیده است. نقشه پهنه‌بندی سامانه آبیاری بارانی دشت اردبیل(شکل ۷ (a)) نشان می‌دهد که حدود ۷۱۴۰۰ (۵۹٪) هکتار از اراضی در طبقه‌ی مناسب و به طبقه‌های نسبتاً مناسب و نامناسب به ترتیب ۲۶۶۰۰ (۲۲٪) و ۲۳۰۰۰ (۱۷٪) هکتار اختصاص یافته است. در مقایسه با

www.SID.ir

روش آبیاری سطحی و قطره‌ای، روش تحویل آب در روش آبیاری بارانی یک تفاوت عمده دارد و آن اینکه آب قبل از رسیدن به زمین با اندام‌های هوایی گیاه برخورد می‌کند. این امر باعث می‌شود که ویژگی‌های شیمیایی آب اهمیت بیشتری پیدا کند. در روش آبیاری بارانی علاوه بر شوری و pH ، کلر و سدیم نیز دارای اهمیت است، که بر اساس همین استانداردها غلظت این یون‌ها باید کم‌تر از ۳ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر باشد (Ayers and Westcot., 1994). در این شرایط از نظر معیارهای کیفی آب، روش آبیاری بارانی، در دامنه بدون محدودیت قرار می‌گیرد. هرچه غلظت این یون‌ها بیش‌تر از ۳ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر باشد محدودیت بیش‌تر می‌شود و چنانچه این مقدار از مرز ۸/۵ میلی‌اکی‌والانت بر لیتر بگذرد شرایط به محدودیت جدی خواهد رسید. اگر چه حدود ۶۰ درصد از اراضی دشت اردبیل برای آبیاری بارانی در طبقه مناسب قرار گرفته است، اما با در نظر گرفتن شکل (۵) مشخص می‌گردد که در این منطقه نیز باید با احتیاط سامانه آبیاری بارانی را اجرا کرد. به‌عنوان مثال در شکل (۷) قسمت شمالی دشت در طبقه مناسب است، در حالی‌که در همین ناحیه از نظر کلر در محدودیت جدی قرار دارد و طبق استانداردهای ذکر شده اگر گیاهانی مثل سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و فلفل کشت شود، برگ‌های آن‌ها به شدت باسوختگی مواجه می‌شود. بررسی استعداد دشت اردبیل برای سامانه آبیاری عقربه‌ای نشان داد که حدود ۳۹۴۰۰ (۳۲/۵٪) هکتار از اراضی در طبقه مناسب قرار دارد. همچنین به طبقه‌های نسبتاً مناسب و نامناسب به ترتیب ۱۲۳۰۰ (۱۰٪) و ۶۹۳۰۰ (۵۷/۵٪) هکتار از اراضی را به خود اختصاص داده‌اند. یکی از لایه‌های ایجاد شده آب قابل دسترس است، از طرفی در این سامانه در جدول (۱۱) نیز مشخص شده است که آب قابل دسترس بیش‌ترین تاثیر را در امتیازات کسب شده دارد. بنابراین عامل اصلی محدودیت سامانه آبیاری عقربه‌ای در دشت اردبیل شرایط خاک منطقه می‌باشد، که برای اصلاح آن نیاز به مطالعات دقیق خاکشناسی خواهد بود.

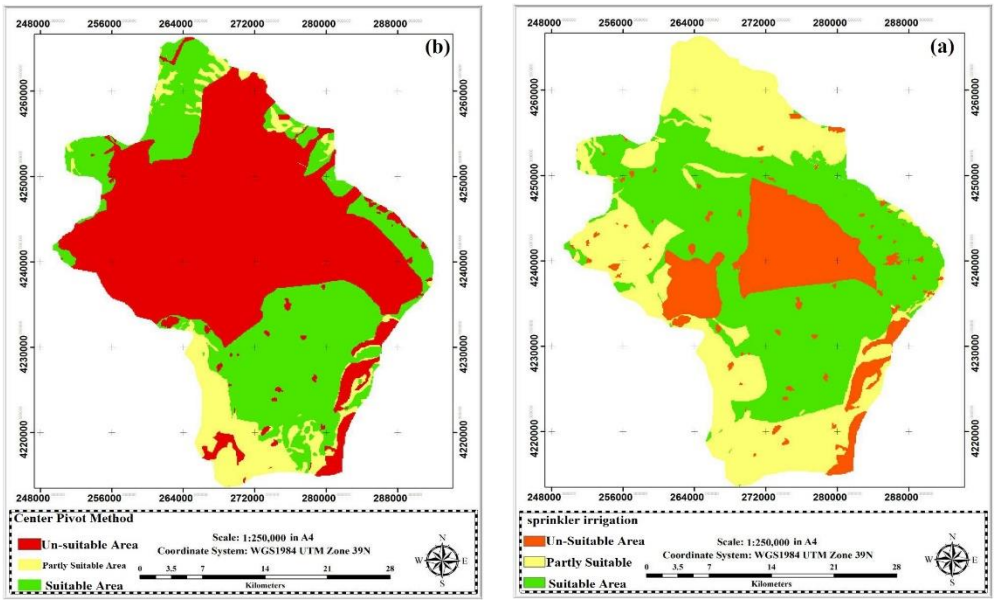

Fig. 7- Zoning of existing talent for sprinkler irrigation (a) and hand method (b) in Ardabil plain

شکل۷- پهنه‌بندی استعداد موجود برای آبیاری به روش بارانی (a) و روش عقربه‌ای (b) در دشت اردبیل

www.SID.ir

Archive of SID
DOI: 10.22055/jise.2018.22643.1615

نتیجه‌گیری

در مجموع، نقشه‌های پهنه‌بندی و نتایج در این تحقیق نشان داد که در دشت اردبیل بیش‌ترین محدودیت برای اجرای سامانه آبیاری عقربه‌ای، حدود۵۷/۵ درصد و توسط عوامل مساحت زمین و خاک در قالب شاخص آب قابل دسترس می‌باشد. با توجه به نتایج این تحقیق، می‌توان گفت که کم‌ترین محدودیت برای سامانه آبیاری سطحی می‌باشد. با توجه به نتایج این تحقیق، عوامل مهم محدودکننده در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی شرایط توپوگرافیک و کیفیت شیمیایی آب می‌باشد. برای عامل توپوگرافیک دقت در آرایش طراحی و استفاده از لوله و قطره‌چکان‌های کنترل فشار در برخی مواقع راه‌گشا خواهد بود. همچنین برای مشکل کیفیت آب که بیش‌تر در شمال دشت بود برنامه اسیدشویی پیشنهاد می‌گردد. با توجه به شرایط کیفی آب زیرزمینی دشت اردبیل و نتایج تحقیق که نشان داد برخی مناطق برای سامانه‌های تحت فشار محدودیت وجود دارد که باید راه‌کارهای مدیریتی مناسب پیشنهاد شود. در رابطه با سامانه آبیاری بارانی که یون‌های سدیم و کلر حائز اهمیت هستند، راه‌کار مناسب برای مدیریت این سامانه انتخاب زمان آبیاری و نوع آبپاش می‌باشد. در رابطه با زمان مناسب می‌توان به آبیاری شبانه اشاره نمود. زیرا در شب معمولاً رطوبت نسبی بالاتر و سرعت باد کم‌تر است که این دو عامل باعث کاهش تبخیر و در نهایت کاهش ترسیب نمک در سطح برگ می‌شود (Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision, 2013). در بخش‌هایی از دشت که قدرت نگهداری و سرعت نفوذ آب بیش‌تر است پیشنهاد می‌شود که عمق آب آبیاری بزرگ‌تر انتخاب شود تا تعداد دفعات تر و خشک شدن سطح برگ‌ها کاهش یابد تا خطرات ناشی از سوختگی نیز کاهش یابد (Bjornlund et al, 2009). چنانچه از روش آبیاری بارانی برای آبیاری درختان میوه در دشت اردبیل استفاده شود پیشنهاد می‌گردد که با استفاده از آبپاش‌هایی که زاویه پراکنش کمی دارند از سوختگی برگ‌ها توسط یون‌های کلر و سدیم جلوگیری شود (Rahimzadegan, 1994). همان‌گونه که اشاره شد در بخش‌های مختلف دشت مخصوصاً بخش شمالی دشت اردبیل مشکل شوری وجود دارد و چنانچه از سامانه‌های آبیاری قطره‌ای استفاده شود، باید جزء آبشویی متناسب با شوری در طول فصل رشد در تامین نیاز آبی سامانه لحاظ گردد.

تقدیر و تشکر

هزینه انجام این طرح توسط معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی در قالب طرح تحقیقاتی مصوب شماره ۹۴/۸۵۳/د/۹۴/۰۲/۱۶ مورخ ۹۴/۰۲/۱۶ تامین شده است که بدینوسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه محقق اردبیلی سپاسگزاری می‌گردد.

References

1- Alizadeh, A., 2007.Irrigation system design, Pressurized irrigation system design Vol (2) . Imam Reza University press. (In Persian).

2- Ayers, R.S. and Westcot, D.W., 1994. FAO irrigation and drainage paper. *Water Quality for Agriculture, (29),* p.156.

3- Barberis, A. and Minelli, S., 2005. Land Evaluation in the Shouyang County, Shanxi Province, China. 25th Course Professional Master. 8th Nov 2004-23 Jun 2005. IAO, Florence, Italy.

4- Bjornlund, H., Nicol, L. and Klein, K.K., 2009. The adoption of improved irrigation technology and management practices a study of two irrigation districts in Alberta, Canada. *Agricultural Water Management, 96(1),* pp.121-131.

5- Farhadi Bansouleh, B., Ahmadi, S. and Mirzaei Takhtgahi, H., 2018. Selection of the appropriate pressurized irrigation system using multi criteria evaluation (Case study: Jamishan irrigation network). *Water and Irrigation Management*, *7*(1), pp.135-150. (In Persian).

6- Ghaemizadeh, F. and Akhavan, S., 2014. The feasibility study of pressurized irrigation systems performance based on water quality (Case Study: Hamadan Province plains). *Water and Soil Conservation, 21(1),* pp.65-83. (In Persian).

7- Gharadaghi, M., Maroufpoor, E., Babaei, K. and Mansouri, F., 2014. Potentiality of susceptible regions for pressurized irrigation systems implementation using GIS (Case study: Babakhon irrigation and drainage network). *Water and Soil, 27(6),* pp.1111-1122. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

8- Hejazi Jahromi, K., Pirmoradian, N., Shamsnia, A. and Ahanjian, M., 2011. Water quality potential assessment of groundwater resources for use in pressure irrigation systems by statistical models (Case study: Plains of north of Fars Province). The 5th National Conference and Exhibition on Environmental Engineering, 20-21 Dec 2011. Tehran, Iran. (In Persian).

9- Keshavarzian, M., Toorchi, M., Zand Karimi, A. and Sardari, A., 2015. Potential of susceptible areas for rapeseed cultivation in East Azerbaijan Province using Geographic Information System (GIS). The First National Conference on Geography, Tourism, Natural Resources and Sustainable Development, 19 Nov 2015. Tehran, Iran. (In Persian).

10- Liao, Z.L., Long, Y.H., Wei, Y.F. and Guo, Z.X., 2013. The Optimal Selection of Irrigation Systems Based on the Evidence Theory. *In Applied Mechanics and Materials* (Vol. 405, pp. 2194-2200). Trans Tech Publications.

11- Mamanpoosh, A.R. and Tofangsaz, R., 2008. Locating susceptible areas for conducting irrigation projects under pressure using the GIS system. Workshop on Pressurized Irrigation and Sustainable Development in Iran. (In Persian).

12- Naghshbandi, N., Jouie, A.B.C. and Ebrahimi, H., 2013. Assessment of the surface and the pressurized irrigation according to a parametric system in Chenaran plain. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, *1*(4), pp.128-131.

13- Neshat, A., and Nikpuor, N. 2011. The feasibility Performance of pressurized irrigation systems using geographic information system (GIS) (Case Study: Kerman plain). *Water Resource Engineering*, *4*, pp.77-83.

14- Rahimzadegan, R., 1994.Trickle Irrigation systems design. Esfahan University press. (In Persian).

15- Ramzi, R., Khashei-Siuki, A. and Shahidi, A., 2014. Determination of Suitable Zone of Drip Irrigation using Analytical Hierarchy Process Method in South Khorasan Province. *JWSS-Isfahan University of Technology*, *18*(69), pp.227-236. (In Persian).

16- Rezaei, M., Keshtkar, M. and Rezaei, M., 2014. Localization of suitable sites for sprinkler irrigation projects using geographical information systems and simulation of Boolean (Case Study: Arsanjan plain, Fars Province). The second national conference on environmental research, 07 Spt 2014. Hamadan, Iran. (In Persian).

17- Vice Presidency for Strategic Planning and Supervision, 2013. General technical Speciation and Guides for pressurized Irrigation systems. No.261. (In Persian).

www.SID.ir