



## Research Paper

## Environmental Impact Assessment of Irrigation and Drainage Network Using the Conventional and Modified ICOLD Matrix Methods

Elaheh Zoratipour<sup>1</sup>, Abdolrahim Hooshmand<sup>2\*</sup> and Mitra Cheraghi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>PhD Scholar, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

<sup>2</sup>Assoc. Professor, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Environmental Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

<sup>3</sup>Assist. Professor, Department of Nature Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

### Article information

**Received:** August 05, 2021

**Revised:** September 09, 2021

**Accepted:** September 10, 2021

### Keywords:

Conventional ICOLD  
Environmental Assessment  
Exploitation Phase  
Irrigation and Drainage  
Network  
Modified ICOLD

\*Corresponding author:  
[hooshmand\\_a@scu.ac.ir](mailto:hooshmand_a@scu.ac.ir)



### Abstract

With respect to the importance and considerable extent of the Kosar irrigation and drainage network, the environmental issues of the network are investigated. The purpose of this study was to evaluate the environmental effects of the Kowsar irrigation and drainage network located in the central basin of Karkheh in Khuzestan province, using two methods: conventional and modified ICOLD matrices. To study the environmental parameters, three physical, biological and socio-economic environments were used. Then, using two methods of conventional and modified ICOLD matrices, the effect of each of the project micro-activities on the environmental factors of the study area was measured in the operation phase separately for the three mentioned environments. Thus, a matrix was designed according to all three environments, which was completed by environmental experts and the average score of the evaluation criteria was considered. The results showed that the most positive effects are related to the socio-economic environment. It should be noted that the sum of positive values using conventional and modified ICOLD matrices was 793 and 458.9, respectively, and for negative values was 447 and 285.8, respectively. Therefore, both matrices showed reasonable and good fitness in estimating the impacts and thus the implementation of the Kawser irrigation and drainage network is verified.

© Authors, Published by **Environment and Water Engineering** journal. This is an open-access article distributed under the CC BY (license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



### Introduction

According to the ignoring environmental assessment in the implementation and operation of irrigation and drainage networks and finally the emergence of destructive effects caused by environmental negligence, due to the significant size of the Kowsar irrigation and drainage

network, the environmental issues of the network are investigated. The main goal of countries is to achieve sustainable development. In order to achieve this goal, attention to environmental protection is crucial. The purpose of this study was to assess the environmental impact of the Kowsar irrigation and drainage network in the



central Karkheh basin in Khuzestan province, using two methods; Conventional ICOLD matrix and Modified ICOLD matrix.

**Materials and Methods**

In this study, operational phase activities were studied in three physical, biological, and socio-economic environments. According to the study area, field visits and interviews of environmental, irrigation, and drainage experts, water, geology, water, economic resources, and their comments on the irrigation and drainage network were evaluated. To increase the accuracy in the scoring process, the questionnaire was used, which was designed according to all three matrix environments completed by experts and environmental experts, and the mean scores were evaluated. In assessing the reliability of the questionnaire, Cronbach's alpha was used and Cronbach's alpha coefficient was calculated. In addition, the parameters of each triple environment were determined by environmental experts and consulted with them.

In the modified ICOLD matrix method, to quantify the effect of project activities on various aspects of the environment, quantitative coefficients are used with some of the symbols used in the conventional ICOLD method. The impact factor used in this method was determined by multiplying the proposed figures for the time of occurrence of the effect and its continuity. Table (1) shows the symbols and coefficients used in this method. In the modified ICOLD matrix, the duration factor was reduced to have a more effective analysis in assessing environmental impacts and to show the effect of duration on the parameters under study in a more accurate way. According to the evaluation made using the conventional and modified ICOLD matrix and by averaging all the questionnaires completed by environmentalists, the identity matrix of physical, biological, and socio-economic effects of the Kosar irrigation and drainage network was determined in the operation phase.

Table 1 The symbols and coefficients used in the modified ICOLD matrix

Coefficient	Condition	symbol	Type of impact	Coefficient	Condition	symbol	Type of impact
0.7	Temporary	T	Continuity of impact	1	Short term	I	Time of impact
1.25	Medium-term	M		1.25	Medium-term	M	
1.5	Permanent	P		1.5	Long-term	L	

**Results**

The results showed that the most positive impacts using these two methods are related to the socio-economic environment and the most negative impacts are related to the biological environment. Moreover, the results showed a very good fit between the two matrices in environmental assessment. It is necessary to mention, that the total of positive values using common and modified ICOLD matrices were 793 and 458.9, respectively, and negative values were 447 and 285.8, respectively. According to the results of the final scores for two conventional ICOLD and modified ICOLD matrices in different environments of the irrigation and drainage

network, the results in two physical and socio-economic environments suggested the superiority of positive and constructive effects of project performance relative to the total negative scores obtained from the evaluation of environmental impacts. It is noteworthy that, the sum of positive scores in the physical environment due to the constructive effects of factors such as the earth's shape and the quality of soil resources and the positive effects of all physical parameters is higher than the environment. Table 2 tabulates the total final scores of conventional and modified ICOLD matrix in the triple environment

Table 2 Total final scores of conventional ICOLD matrix in the triple environment

Matrix	Total Scores		Socio-economic Impacts		Ecological Impacts		Physical Impacts	
	Negative	Positive	Negative	Positive	Negative	Positive	Negative	Positive
Conventional	447	793	112	480	150	99	185	214
Modified	285.84	458.96	64.99	257.16	117.35	70.95	103.5	130.85

**Conclusion**

In the environmental impact assessment, over time, each activity has a positive and negative effect and will help reduce adverse environmental effects by identifying them.

Therefore, in this study, both matrices showed good and reasonable estimation in the assessment of the impacts and as a result, the implementation of the Kowsar irrigation and drainage network.



The main conclusions of this research work could be summarized as:

1. The results of the two methods of conventional ICOLD matrix and modified ICOLD were consistent with each other and it can be confirmed, according to the superiority of positive and constructive points, the implementation of the Kosar irrigation and drainage project.

2. In an environmental assessment, it is determined over time that each activity has a positive and negative effect, and identifying them will help reduce the adverse effects on the environment.

3. Assessing the environmental effects of the projects will increase the quality of the environment, increase the level of welfare, reduce public dissatisfaction and prevent the destruction of natural landscapes. This will eventually lead to sustainable development.

4. In an environmental assessment, the negative effects of the project can not be ignored but it is

necessary to try to reduce their effect and use solutions. Therefore, in order to achieve sustainable development, it is recommended to observe all environmental conditions, rules, and regulations in construction projects and the operation of irrigation and drainage networks.

#### **Acknowledgment**

We are grateful to the Research Council of the Shahid Chamran University of Ahvaz for financial support (GN:SCU.WI1400.144). In addition, Khuzestan Water and Electricity Organization and Karkheh and Shavar Company are thanked for their cooperation in collecting information.

#### **Data Availability**

The data used in this research are presented in the paper.

#### **Conflict of Interests**

The authors of this paper declare no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.



فاز ساختمانی و بهره‌برداری به تفکیک در محیط‌های بیولوژیکی، فیزیکی-شیمیایی، اقتصادی-اجتماعی، فرهنگی و استراتژیکی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد، در هر دو ماتریس نتایج مطلوب می‌باشند و بیش‌ترین امتیازات منفی مربوط به محیط فیزیکی می‌باشد. درنهایت با استفاده از ماتریس آیکلد، صحت نتایج در EIA سد ایوشان تأیید گردید. همچنین (Dehnavi and Kouzehgar 2019) در پژوهش خود به بررسی و مقایسه نتایج حاصل از EIA با استفاده از ماتریس‌های آیکلد و آیکلد اصلاح‌شده در مرحله ساخت سد خاکی پیغام‌چای کلیبر پرداختند. نتایج نشان‌دهنده افزایش ارزش اثرات مثبت و منفی به ترتیب بالغ بر ۶۶/۸٪ و ۱۵/۲٪ در روش آیکلد اصلاح‌شده نسبت به آیکلد مرسوم بود. (Ataei et al. 2018b) نیز در پژوهش خود به ارزیابی مؤلفه‌های محیط‌زیستی احداث شبکه آبیاری و زهکشی بند فیض‌آباد در استان فارس در راستای توسعه روستایی با استفاده از ماتریس آیکلد پرداختند. یافته‌ها نشان داد که پیامدهای واردشده طرح بر کل محیط‌زیست مثبت بوده است و اجرای طرح شبکه آبیاری و زهکشی بند فیض‌آباد با رعایت استانداردها بلامانع می‌باشد. در پژوهشی دیگر در شیلی، EIA با استفاده از معیارهای ارزیابی در مقایسه با کشورهای دیگر مورد ارزیابی قرار گرفت تا تقاضای رو به رشد جامعه برای ایجاد یک سیستم EIA معتبر و قابل‌اعتماد را فراهم کند (Rodriguez-Luna et al. 2021). درنهایت لازم به اعمال اصلاحات در سیستم EIA و بهبود قوانین محیط‌زیستی می‌باشد. (Darzi- Et al. (2020) Naftchali در پژوهشی تحت عنوان ارزیابی محیط‌زیستی و اجتماعی در سطح شبکه آبیاری و زهکشی در شمال ایران، به بررسی EIA قبل و بعد از اجرای پروژه‌های آبیاری پرداختند. نتایج نشان‌دهنده پایداری روستایی، افزایش امنیت، توسعه گردشگری، توسعه فرهنگی، اعتماد و هم‌بستگی اجتماعی، مشارکت اجتماعی و ارتقای کیفیت زندگی می‌باشد. (Izadi et al. (2019) به EIA ساخت ایستگاه پمپاژ آب در دشت بچه بازار در ایران با استفاده از روش ماتریس پرداختند. تأثیرات هر فعالیت پروژه بر روی اجزای محیط‌زیستی در دو مرحله ساخت و بهره‌برداری سنجیده شد. یافته‌ها نشان داد که تأثیرات محیط‌زیستی پروژه مثبت بوده است. (Ataei et al. (2018a) به EIA پروژه‌های تغذیه مصنوعی در دشت همامی، واقع در استان فارس، در ایران پرداختند. براساس یافته‌ها، بیش‌ترین

(and Beiranvand 2019a) در حال حاضر، کاربرد فن ارزیابی اثرات محیط‌زیستی (EIA)<sup>۱</sup> برای توسعه پروژه‌ها و ساختارهای مختلف در بیش‌تر کشورهای جهان پذیرفته و در حال انجام است. از این فن برای شناسایی و پیش‌بینی اثرات اجتماعی و محیط‌زیستی یک پروژه جهت تصمیم‌گیری معقول در اجرای طرح استفاده گردیده و منبعی برای ایجاد توسعه پایدار است (Nahvi et al. 2017). بر این اساس به‌منظور دستیابی به توسعه پایدار، اجرای یک پروژه باید به‌گونه‌ای باشد، که در درازمدت و کوتاه‌مدت شامل بیش‌ترین مزایا و کم‌ترین آسیب برای محیط‌زیست باشد (Padash and Ataei 2019). لذا EIA ابزاری کارآمد برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌ها در ارتباط با پیامدهای محیط‌زیستی یک طرح می‌باشد و هدف آن، حفاظت از محیط‌زیست و ارتقاء توسعه پایدار در سطح استراتژیک می‌باشد (Jie et al. 2010) فرآیند EIA برای مدیریت و حفاظت از محیط‌زیست در هر فناوری ضروری می‌باشد. به‌طورکلی، وجود اثرات مثبت و منفی و همچنین اقدامات محیط‌زیستی پروژه آبیاری به مواردی از قبیل محیط فرهنگی-اجتماعی، وضعیت بهداشت محل اجرای پروژه، فناوری پذیرفته‌شده، چارچوب قانونی، نهادی و سیاستی و شرایط محیط‌زیستی پایین‌دست منطقه بستگی دارد. بنابراین باید با EIA به حفاظت از محیط‌زیست و توسعه اقتصادی اهتمام ورزید (Gadissa 2018) و جهت پیشگیری و کنترل وقایع، در ابتدا پیامدها و اثرات پروژه‌ها بر محیط‌زیست شناسایی و پیش‌بینی گردند، سپس اقدام به اجرای صحیح آن‌ها شود (Komasi and Beiranvand 2019b). همچنین ماده ۱۰۵ قانون برنامه سوم توسعه، یکی از قوانین بسیار معتبر و ارزشمند در EIA بوده، که بنا به این دستورالعمل ارزیابی محیط‌زیستی کلیه طرح‌ها، براساس ضوابط توصیه‌شده از جانب شورای عالی حفاظت محیط‌زیست انجام می‌گیرد (Ataei et al. 2018b). لذا تهیه و ارائه گزارش‌های EIA برای همه پروژه‌ها لازم و ضروری است. در این راستا پژوهش‌هایی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به مطالعه (Komasi and Beiranvand 2019a) اشاره کرد. این پژوهشگران به EIA سد ایوشان در مرحله ساخت و بهره‌برداری با استفاده از روش ماتریس آیکلد<sup>۲</sup> و ماتریس ارزیابی سریع پرداختند. اثرات اجرای طرح سد ایوشان در دو

<sup>۱</sup>Environmental Impact Assessment

<sup>۲</sup>ICOLD

فاز بهره‌برداری مورد ارزیابی قرار گرفته و راهکارهایی جهت کاهش اثرات مضر، ارائه می‌گردد.

## ۲- مواد و روش کار

### ۲-۱- منطقه مورد مطالعه

شبکه آبیاری و زهکشی کوثر در ۲۵ km شمال اهواز و حدفاصل محور اهواز - اندیمشک قرار گرفته است. تأمین آب این شبکه به وسیله ایستگاه پمپاژ به صورت مستقیم از رودخانه کرخه صورت می‌گیرد. شبکه آبیاری و زهکشی کوثر دارای مساحت تحت پوشش ۱۶۳۵۰ ha می‌باشد. منطقه مورد نظر بین عرض شمال ۲۵° ۳۱' تا ۴۰° ۳۱' و طول شرقی ۳۷° ۴۸' تا ۴۲° ۴۸' قرار داشته و ارتفاع متوسط آن ۲۲ m نسبت به سطح دریای آزاد می‌باشد. خصوصیات اقلیمی محدوده طرح، در تابستان متأثر از توده‌های هوای گرم و خشک و در سایر فصول تحت تأثیر آب‌وهوای مدیترانه‌ای، رطوبت نسبی بالا و بارندگی کم می‌باشد. شکل (۱) موقعیت منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.

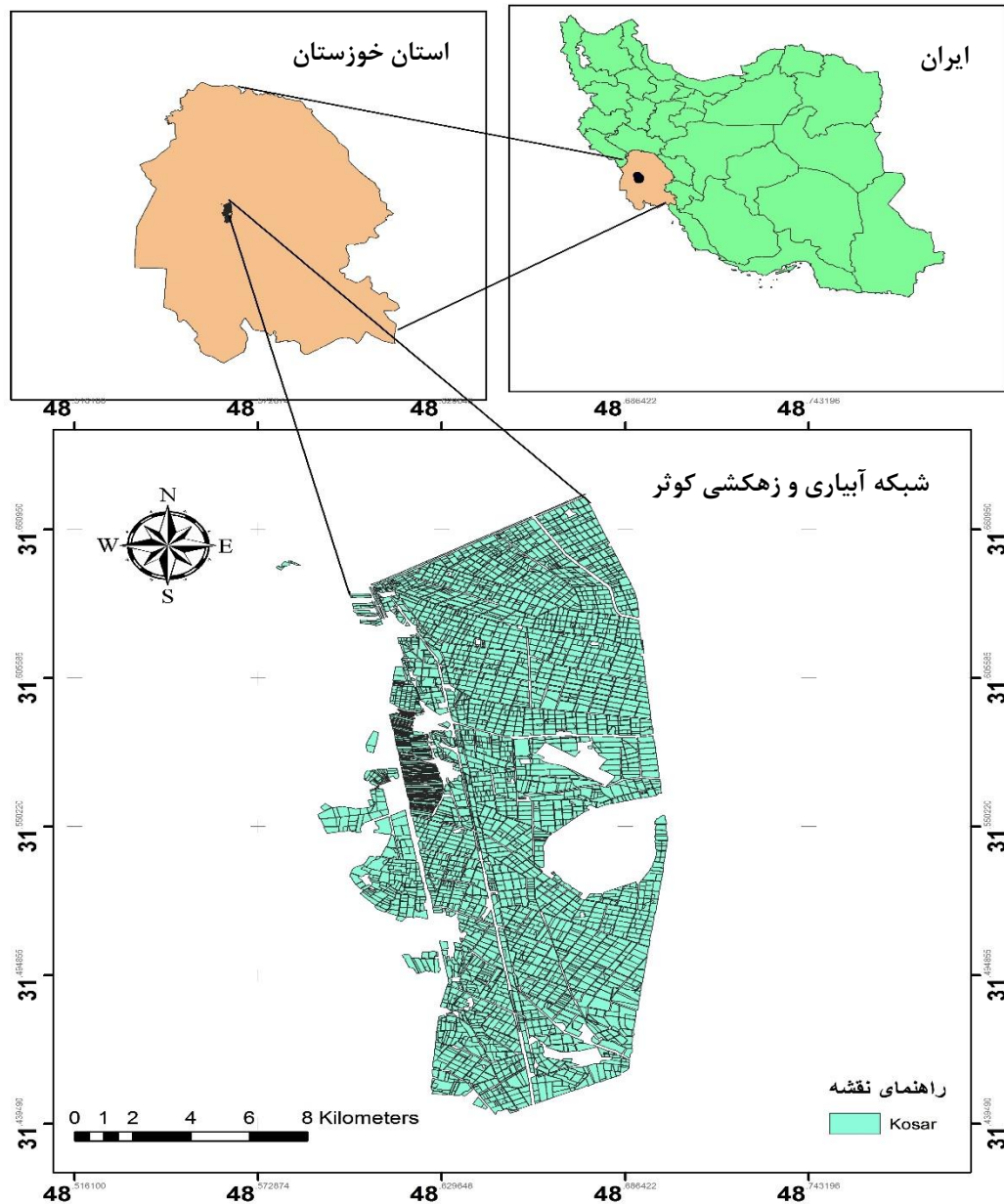
### ۲-۲- روش انجام پژوهش

در این پژوهش به بررسی EIA شبکه آبیاری و زهکشی کوثر واقع در حوضه مرکزی کرخه در استان خوزستان، به کمک دو روش ماتریس آیکلد مرسوم و آیکلد اصلاح شده پرداخته شد. روش‌های مختلف و متعددی برای EIA پروژه‌ها وجود دارد. بررسی سابقه روش‌های ارزیابی نشان می‌دهد، که در ابتدا پنج روش اصلی مورد استفاده کارشناسان قرار گرفته است. این روش‌ها شامل کارشناسی ویژه، چک‌لیست‌ها، ماتریس‌ها، شبکه‌ها و روی هم گذاری لایه‌ها می‌باشد (Motamedi et al. 2018). روش ماتریس حالت تکامل یافته‌ای از چک‌لیست‌های دوبعدی است، که با توجه به کمی نمودن نتایج طرح، در صرفه‌جویی زمان و هزینه سودمند هستند (Ashofteh and Bozorg-Haddad 2019).

ماتریس‌ها، روابط علت و معلولی بین اقدامات انجام شده در هر طرح را با پارامترهای محیط‌زیستی مورد بررسی قرار می‌دهند. روش ماتریس، روشی کمی است، در صورت کم‌تجربه بودن ارزیاب و ارزش‌دهی غلط به دلیل میانگین‌گیری از تمام پارامترها، اشتباه تا حد زیادی تعدیل می‌شود و در کل نتیجه خللی وارد نمی‌شود (Komasi and Beiranvand 2019a). در پژوهش حاضر به منظور بررسی

امتیازات مثبت مربوط به محیط اجتماعی- اقتصادی بوده، همچنین در محیط‌های زیستی و فیزیکی اثرات منفی اعمال شده بیش از اثرات مثبت می‌باشد. Izadi et al. (2017) اثرات اجتماعی-اقتصادی، فرهنگی، فیزیکی و محیط‌زیستی شبکه آبیاری و زهکشی کاوور واقع در استان فارس را با استفاده از ماتریس آیکلد ارزیابی کردند. نتایج نشان داد، با ساخت و بهره‌برداری از شبکه آبیاری و زهکشی در دشت کاوور، تأثیرات مثبت قابل‌ملاحظه‌ای در منطقه مشاهده خواهد شد. (Ashofteh et al. 2016) به ارزیابی چندمعیاره اثرات محیط‌زیستی شبکه‌های آبیاری سد شهریار واقع در استان آذربایجان شرقی در ایران با روش مرسوم ماتریس پرداختند. نتایج نشان داد، اجرای طولانی مدت پروژه اثرات مطلوبی بر مؤلفه‌های اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی خواهد داشت و بیش‌ترین امتیازات مثبت، مربوط به محیط مذکور است، همچنین در صورت اجرای طرح، مجموع امتیازات اثرات مثبت در هر سه محیط فیزیکی، زیستی و اجتماعی- اقتصادی بیش‌تر می‌باشد. Sharifipour et al. (2019) زه‌آب شبکه‌های آبیاری و زهکشی در دو محل غرب رودخانه کارون و جنوب رودخانه کرخه را مورد بررسی قرار دادند، لذا مدلی توسعه داده شد که بتواند کمیت و کیفیت زهاب را در طول دوره بهره‌برداری پیش‌بینی کند. نتایج گویای این بود، تخلیه زهاب به خلیج فارس، آسیب کم‌تری بر محیط‌زیست نسبت به سایر گزینه‌ها داشته است. مطابق بررسی‌های صورت گرفته، پژوهش‌های جامع و مستندی در زمینه تعیین EIA شبکه‌ها در فاز بهره‌برداری انجام نشده و اغلب این پروژه‌ها بعد از عملیات اجرا، در مرحله بهره‌برداری از پیامدهای سوء محیط‌زیستی برخوردار بوده و باعث کاهش کیفیت منابع آب و خاک می‌گردند. همچنین با توجه به سرمایه‌گذاری‌های انجام شده، توجه به ابعاد محیط-زیستی پروژه قبل از اجرا لازم و ضروری می‌باشد و یکی از ارکان توسعه پایدار است. قابل‌بیان است، دو ماتریس آیکلد مرسوم و آیکلد اصلاح شده قابلیت ارزیابی اثرات کلیه فعالیت‌های انجام شده در شبکه آبیاری و زهکشی کوثر را، بر پارامترهای محیط‌زیستی به تفکیک محیط‌های فیزیکی، زیستی و اجتماعی- اقتصادی دارد، لذا با توجه به وسعت قابل توجه شبکه آبیاری و زهکشی کوثر در استان خوزستان و حجم قابل توجه زهاب تولیدی، EIA شبکه آبیاری و زهکشی کوثر، در سه محیط فیزیکی، زیستی و اجتماعی-اقتصادی در

EIA شبکه آبیاری و زهکشی کوثر در استان خوزستان، در فاز بهره‌برداری، برای دقت بالا در عملکرد و ارزیابی گسترده، از دو ماتریس آیکلد مرسوم و آیکلد اصلاح‌شده استفاده گردید.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Fig. 1 Location of the study area

فعالیت‌های پروژه بر روی جنبه‌های مختلف محیط‌زیست از ضرایب کمی متناسب با برخی از علائم به‌کاررفته در روش آیکلد مرسوم استفاده می‌شود. ضریب تأثیر مورد استفاده در این روش، از حاصل ضرب ارقام پیشنهادی برای زمان وقوع اثر و تداوم آن تعیین می‌گردد (Dehnavi and Kouzehgar, 2019) در جدول (۱) نمادها و ضرایب مورد استفاده در این روش نشان داده شده است (Dehnavi and Kouzehgar, 2019). در ماتریس آیکلد اصلاح‌شده، فاکتور مدت زمان اثر

ماتریس آیکلد یکی از فن‌هایی است که با استفاده از آن می‌توان نتایج کیفی EIA را در یک پروژه به‌صورت کمی بیان کرد. از مزایای این ماتریس، بیان ویژگی‌های هر اثر بر پارامترهای محیط‌زیست می‌باشد. ماتریس آیکلد به‌عنوان یک روش سازمان‌یافته با چارچوبی فشرده، توانایی ارزیابی و تعیین میزان اثربخشی پروژه‌ها را در مراحل ساخت و بهره‌برداری را به‌طور جداگانه دارد (Ataei et al. 2018a). در روش ماتریس آیکلد اصلاح‌شده، برای کمی نمودن اثر

به مقداری کمی تبدیل شده تا تحلیل مؤثرتری در EIA داشته و تأثیر مدت زمان را بر پارامترهای تحت بررسی

جدول ۱- نمادها و ضرایب به‌کاررفته شده در ماتریس آیکلد اصلاح‌شده (Dehnavi and Kouzehgar 2019)

Table 1 The symbols and coefficients used in the modified ICOLD matrix

Type of impact	Symbol	Condition	Coefficient
Continuity of impact	T	Temporary	0.7
	P	Permanent	1.5
Time of impact	I	Short term	1
	M	Medium-term	1.25
	L	Long-term	1.5

۲ و شدت کم با نماد عددی ۱، تداوم اثر، دربرگیرنده اثرات مقطعی با نماد (T) و اثرات دائمی با نماد (P) و زمان وقوع اثر با نمادهای I، M، L به‌ترتیب بیانگر وقوع کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت مشخص گردید (Komasi and Beiranvand 2019b). سپس، اثر کلیه فعالیت‌های پروژه در مرحله بهره‌برداری از شبکه آبیاری و زهکشی کوثر، بر EIA در سه محیط فیزیکی، زیستی و اجتماعی-اقتصادی با استفاده از دو ماتریس توسعه‌یافته آیکلد مرسوم و آیکلد اصلاح‌شده، ضمن مقایسه دو روش ماتریس بررسی گردید. لازم به ذکر است، که پارامترهای موردبررسی هرکدام از محیط‌های سه‌گانه، توسط اساتید دانشگاه و متخصصین محیط‌زیست شرکت کرخه و شاوور و با مشورت آن‌ها مشخص شد.

### ۲-۳-۱- محیط فیزیکی، محیط‌زیستی و محیط اجتماعی-اقتصادی

پارامترهای موردبررسی در محیط فیزیکی، شامل کیفیت هوا، آلودگی هوا و صدا، رژیم کم‌آبی، رژیم سیلابی، شکل زمین، فرسایش خاک، کیفیت منابع خاک، شوری خاک، بار معلق و رسوب‌گذاری، سطح آب زیرزمینی، کیفیت آب سطحی، کیفیت آب زیرزمینی، که همگی از عوامل بسیار حیاتی و تأثیرگذار بوده و در کوتاه‌مدت یا بلندمدت با توجه به فعالیت‌های انجام شده در پروژه دستخوش تغییراتی خواهند بود. از آنجایی‌که در پژوهش‌های فراوانی، پارامتر سطح آب زیرزمینی و سطحی و کیفیت آن‌ها بیش‌ترین تغییرات را داشته، لذا کیفیت و سطح آب زیرزمینی و سطحی از مهم‌ترین فاکتورها نسبت به سایر پارامترها محسوب می‌شود. پارامترهای موردبررسی در محیط‌زیستی، شامل زیست‌بوم آبی، زیست‌بوم خشکی، تراکم و تنوع پوشش گیاهی، گونه‌های نادر گیاهی، گونه‌های نادر جانوری، گونه‌های گیاهی در معرض خطر، گونه‌های جانوری در معرض خطر، تنوع گونه‌های جانوری، علف‌های هرز، گیاهان آبی، مهاجرت

در پژوهش حاضر فعالیت‌های فاز بهره‌برداری در سه محیط فیزیکی، زیستی و اجتماعی-اقتصادی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. به‌منظور بررسی منطقه مطالعاتی، بازدید میدانی و مصاحبه از متخصصین محیط‌زیستی، آبیاری و زهکشی، سازه‌های آبی، زمین‌شناسی، منابع آب و اقتصادی-اجتماعی صورت گرفته و نظرات آن‌ها پیرامون شبکه آبیاری و زهکشی جمع‌آوری گردید و برای افزایش صحت در فرآیند امتیازدهی، از روش پرسش‌نامه استفاده شد، بدین‌صورت که با توجه به هر سه محیط مذکور ماتریسی طراحی گردید که توسط متخصصین و کارشناسان محیط‌زیست تکمیل شده و میانگین امتیازها معیار ارزیابی قرار گرفت. قابل‌بیان است، روایی و پایایی پرسش‌نامه‌ها نیز بررسی گردید، لذا روایی محتوایی انجام شد و شاخص CVR برای هر گویه<sup>۱</sup> محاسبه گردید. براساس آن گویه‌های موردنظر متخصصان انتخاب شد. در ارزیابی پایایی پرسش‌نامه، از فرمول آلفای کرونباخ<sup>۲</sup> استفاده شده و ضریب آلفای کرونباخ محاسبه شد. سپس با به‌کارگیری روش آیکلد مرسوم نتایج کیفی ارزیابی زیست‌محیطی پروژه به‌صورت کمی بیان شد. در این روش اثر هر یک از فعالیت‌های طرح بر عوامل زیست‌محیطی منطقه مطالعاتی در مرحله بهره‌برداری به تفکیک سه محیط بیولوژیکی سنجیده شد. برای دامنه بزرگی اثر، امتیازی بین صفر تا ۳+ و صفر تا ۳- اختصاص یافت (Komasi and Beiranvand 2019b). در سطرهای ماتریس ریزفعالیت‌های پروژه و در ستون‌های آن پارامترهای محیط‌زیستی درج گشته و محل تلاقی سطر و ستون با استفاده از توصیف‌کننده‌هایی بیان گردید. توصیف‌کننده‌ها شامل، ماهیت اثر، شدت اثر، زمان وقوع اثر و تداوم اثر می‌باشند. ماهیت اثر، با علامت‌های + و -، به‌ترتیب معرف اثرات مطلوب و نامطلوب، شدت اثر، دربرگیرنده میزان اثرگذاری فعالیت‌ها که شدت زیاد با نماد عددی ۳، شدت متوسط با نماد عددی

<sup>1</sup>Item

<sup>2</sup>Cronbach's alpha



نتایج EIA در محیط فیزیکی در جدول (۲) نشان می‌دهد که، تعداد کل اثرات طرح در فاز بهره‌برداری، ۲۰۸ مورد بوده است که از این تعداد، ۱۱۴ مورد معادل ۵۴٪ آن امتیاز مثبت و ۹۴ مورد، معادل ۴۶٪ امتیاز منفی داشته است. همچنین مجموع کل امتیازات، ۳۹۹ بوده است که از این میزان، مجموع کل امتیازات مثبت ۲۱۴ معادل ۵۳٪ و مجموع کل امتیازات منفی ۱۸۵، معادل ۴۷٪ می‌باشد. لازم به ذکر است، از میان کل پارامترهای موردبررسی، فاکتور شکل زمین بالاترین میزان از مجموع امتیازات مثبت و همچنین بالاترین تعداد امتیازات مثبت را دارا بوده است. فاکتور فرسایش خاک بالاترین مجموع و تعداد امتیازات منفی را دارا بوده است. افزون بر این، ارزش‌های پارامترهای موردبررسی در قالب دائمی یا مقطعی بودن اثر، مورد تحلیل قرار گرفت، نتایج نشان‌دهنده برتری مجموع ارزش‌های مثبت دائمی و همچنین تعداد اثرات مثبت دائمی به ترتیب با امتیازات ۱۷۳ و ۸۴ نسبت به مجموع و تعداد ارزش‌های منفی دائمی به ترتیب با امتیازات ۱۰۷ و ۵۴ می‌باشد. در ارزیابی اثرات مقطعی، مجموع و تعداد ارزش‌های منفی به ترتیب با امتیازات ۷۸ و ۴۰ بیش‌تر از امتیازات مثبت بوده است. مؤثرترین گزینه از اثرات دائمی با مجموع امتیاز ۳۸، پارامتر شکل زمین بوده که دارای بالاترین امتیاز مثبت در اجرای پروژه بوده و از میان اثرات مقطعی پارامتر رژیم سیلابی با داشتن بیشترین امتیاز منفی مخرب‌ترین عامل ارزیابی محیط‌زیستی پروژه می‌باشد. نتایج بیان‌گر آن است که، اثرات مقطعی عواملی مخرب و مشکل‌زا بوده اما در درازمدت اثرات دائمی بر روند اجرای طرح، مفید واقع شده و تأثیرات سازنده‌ای بر اجرای پروژه دارند. از این میان پارامتر شکل زمین جزو پارامترهای اساسی، قابل توجه و بسیار سازنده در روند عملیاتی پروژه بوده که طی گذشت زمان و طولانی‌مدت همچنان اثری مثبت از خود نشان می‌دهد. در مقابل دو پارامتر رژیم سیلابی و فرسایش خاک از عوامل تخریب‌کننده در اجرای طرح می‌باشند که لازم است در طی مراحل ارزیابی تصمیمات جدی جهت کنترل بیش‌تر و بهتر آن‌ها اتخاذ گردد.

جانوران، رویش‌گاه‌ها که اثر هرکدام از فاکتورها و تغییرات یا عدم تغییرات آن‌ها به معنای تداوم روند قبل ناشی از انجام فعالیت‌های پروژه بررسی می‌گردد. پارامترهای موردبررسی در محیط اجتماعی-اقتصادی، شامل جمعیت، مهاجرت، درآمد و هزینه، اشتغال، امکانات رفاهی، بهداشت و بیماری‌ها، کاربری اراضی، آثار باستانی و مذهبی، آداب و سنن، گردشگری، پذیرش اجتماعی، مشارکت مردمی می‌باشند، طبق پژوهش‌های صورت گرفته فاکتورهای این بخش تأثیر به‌سزایی از فعالیت‌ها دارند، به‌گونه‌ای که پارامترهای این بخش جزء اساسی و کارآمد در یک بررسی همه‌جانبه EIA پروژه‌ها می‌باشد. با توجه به پارامترهای موردبررسی در محیط سه‌گانه، فعالیت‌های انجام‌گرفته در فاز بهره‌برداری شبکه آبیاری و زهکشی کوثر مورد ارزیابی قرار گرفت و به کمک متخصصان محیط‌زیست فهرستی از فعالیت‌های پروژه تهیه گردید. فعالیت‌های موردبررسی در فاز بهره‌برداری شامل، تأمین آب، کنترل سیلاب، امکانات بهداشتی و ایمنی، استخدام نیروی انسانی، توزیع و مصرف آب، زهاب‌های کشاورزی، حفاظت از فضای سبز، توسعه کشاورزی، تعمیر و نگهداری مسیرهای دسترسی، تعمیر و نگهداری سازه‌ها می‌باشند. سپس به تحلیل و ارزیابی کلیه اثرات محیط‌زیستی با استفاده از دو ماتریس آیکلد مرسوم و آیکلد اصلاح‌شده پرداخته شد. در انتها نیز مقایسه‌ای بین دو ماتریس مذکور صورت گرفت.

### ۳- یافته‌ها و بحث

#### ۳-۱- نتایج ماتریس آیکلد مرسوم

با توجه به ارزیابی صورت گرفته با استفاده از ماتریس آیکلد مرسوم، و با میانگین‌گیری از کلیه پرسش‌نامه‌های تکمیل‌شده توسط متخصصان محیط‌زیست، ماتریس شناسایی اثرات فیزیکی، زیستی و اقتصادی-اجتماعی شبکه آبیاری و زهکشی کوثر در فاز بهره‌برداری مشخص شد. درنهایت نظرات متخصصان در تأثیر هر یک از فعالیت‌ها بر روی پارامترهای محیط‌زیستی در محیط‌های مذکور مورد تحلیل قرار گرفت. با ارزیابی نظرات متخصصان تعداد کل اثرات مثبت و منفی و مجموع امتیازات در جداول (۲)، (۳) و (۴) به ترتیب برای محیط فیزیکی، زیستی و اقتصادی-اجتماعی ارائه شده است.

جدول ۲- امتیازات ماتریس آیکلد مرسوم شناسایی اثرات فیزیکی شبکه آبیاری و زهکشی

Table 2 Conventional ICOLD matrix Scores Identify physical impacts of the irrigation and drainage network

Environmental/ parameters Impacts	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	Total
Number of positive impacts of P	7	1	4	5	21	5	13	4	2	8	8	6	84
Number of negative impacts of P	1	2	4	4	2	17	4	11	4	5	0	0	54
Total of positive values of P	18	2	10	12	38	8	30	7	3	10	22	13	173
Total of negative values of P	1	4	10	8	2	36	8	24	8	6	0	0	107
Number of positive impacts of T	4	0	3	8	0	0	2	1	4	2	4	2	30
Number of negative impacts of T	7	9	8	10	0	0	0	4	2	0	0	0	40
Total of positive values of T	6	0	4	13	0	0	4	0	5	2	4	3	41
Total of negative values of T	15	10	18	20	0	0	0	10	5	0	0	0	78
Total number of positive impacts	11	1	7	13	21	5	15	5	6	10	12	8	114
Total number of negative impacts	8	11	12	14	2	17	4	15	6	5	0	0	94
Total of positive values	24	2	14	25	38	8	34	7	8	12	26	16	214
Total of negative values	16	14	28	28	2	36	8	34	13	6	0	0	185

Air quality (1), Air and noise pollution (2), Dehydration regime (3), Flood regime (4), Land shape (5), Erosion (6), Soil resources quality (7), Soil salinity (8), Suspended load and sediment (9), Groundwater level (10), Surface water quality (11), Groundwater quality (12). T :Impacts Temporary, P :Impacts Permanent, I :Short term, M:Medium-term, L :Long-term

جدول ۳- امتیازات ماتریس آیکلد مرسوم شناسایی اثرات زیستی شبکه آبیاری و زهکشی

Table 3 Conventional ICOLD matrix Scores Identify the biological impacts of the irrigation and drainage network

Environmental/ parameters Impacts	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	Total
Number of positive impacts of P	10	4	6	6	2	6	2	2	1	3	2	3	47
Number of negative impacts of P	8	11	9	5	2	4	2	2	18	8	1	5	75
Total of positive values of P	17	5	15	9	2	9	3	2	1	7	3	9	82
Total of negative values of P	12	13	11	7	2	6	2	4	38	17	1	6	119
Number of positive impacts of T	1	3	3	1	0	0	0	0	1	2	0	2	13
Number of negative impacts of T	2	1	3	2	1	1	1	1	5	1	1	0	19
Total of positive values of T	0	5	4	1	0	0	0	0	1	3	0	3	17
Total of negative values of T	3	1	3	3	2	2	2	1	12	0	2	0	31
Total number of positive impacts	11	7	9	7	2	6	2	2	2	5	2	5	60
Total number of negative impacts	10	12	12	7	3	5	3	3	23	9	2	5	94
Total of positive values	17	10	19	10	2	9	3	2	2	10	3	12	99
Total of negative values	15	14	14	10	4	8	4	5	50	17	3	6	150

Aquatic ecosystem (1), Terrestrial ecosystem (2), Vegetation density and diversity (3), Rare plant species (4), Rare animal species (5), Plant species at risk (6), animal species at risk (7), Variety of animal species (8), Weeds (9), Aquatic plants (10), Animal migration (11), habitats (12). T :Impacts Temporary, P :Impacts Permanent, I :Short term, M: Medium-term, L :Long-term.

ارزش‌های مثبت دائمی و تعداد آن‌ها به ترتیب با امتیازات ۸۲ و ۴۷ بوده و مجموع و تعداد ارزش‌های منفی دائمی به ترتیب با امتیازات ۱۱۹ و ۷۵ می‌باشد. همچنین در ارزیابی اثرات مقطعی، مجموع و تعداد ارزش‌های مثبت به ترتیب با امتیازات ۱۷ و ۱۳ و برای ارزش‌های منفی مقطعی، امتیازات ۳۱ و ۱۹ اختصاص یافته است. شایان ذکر است، پارامتر علف‌های هرز دارای بیشترین امتیاز منفی هم در اثرات دائمی و هم در اثرات مقطعی به ترتیب با مجموع وزنی امتیاز ۳۸ و ۱۲ بوده و به عنوان مخرب‌ترین عامل ارزیابی محیط‌زیستی پروژه از فاکتورهای محیط‌زیستی می‌باشد. همان‌گونه که از نتایج پیداست، جمع‌بندی ارزیابی اثرات در محیط‌زیستی دارای اثری مخرب بوده و مجموع و تعداد امتیازات کلی، دائمی و مقطعی همگی دلالت بر این موضوع

نتایج EIA در جدول (۳) نشان‌دهنده این است که، تعداد کل اثرات زیستی طرح در فاز بهره‌برداری، ۱۵۴ مورد می‌باشد، از این تعداد، ۶۰ مورد معادل ۳۹٪ آن امتیاز مثبت و ۹۴ مورد، معادل ۶۱٪ امتیاز منفی داشته است. همچنین مجموع کل امتیازات، ۲۴۹ بوده است که از این میزان، مجموع امتیازات مثبت ۹۹ معادل ۴۰٪ و مجموع امتیازات منفی ۱۵۰، معادل ۶۰٪ می‌باشد. قابل‌بیان است، از میان کل پارامترهای موردبررسی، فاکتور تراکم و تنوع پوشش گیاهی بالاترین مجموع امتیازات مثبت و زیست‌بوم آبی بالاترین تعداد امتیازات مثبت را دارا بوده است. همچنین بالاترین مجموع و تعداد امتیازات منفی متعلق به پارامتر علف‌های هرز می‌باشد. ارزش‌های پارامترهای موردبررسی در قالب دائمی یا مقطعی بودن اثر، نمایانگر این است که، مجموع

دارند. همچنین پارامتر علف‌های هرز به‌عنوان عاملی بسیار حیاتی و افزایشی در امتیازات منفی نمود پیدا کرده است که مستلزم آن است، با نگاه ویژه‌ای به این فاکتور ارزیابی محیط‌زیستی صورت گیرد.

در جدول (۴)، امتیازات اثرات اجتماعی - اقتصادی شبکه آبیاری و زهکشی ارائه شده است، که نتایج بیان‌گر ۳۳۱ مورد به‌عنوان تعداد کل اثرات اجتماعی-اقتصادی در فاز بهره‌برداری می‌باشد. از تعداد کل اثرات، ۲۵۳ مورد معادل ۷۶٪ آن امتیاز مثبت و ۷۸ مورد، معادل ۲۴٪ امتیاز منفی داشته است. همچنین مجموع کل امتیازات، ۵۹۲ بوده است، از این میزان مجموع امتیازات مثبت ۴۸۰ معادل ۸۱٪ و مجموع امتیازات منفی ۱۱۲، معادل ۱۹٪ می‌باشد. همان‌گونه که از یافته‌ها پیداست این مجموعه از اثرات دارای بالاترین امتیاز مثبت در اجرای پروژه بوده است. قابل‌ذکر است، از میان کل پارامترهای موردبررسی فاکتور مشارکت مردمی بالاترین مجموع امتیازات مثبت و درآمد و هزینه بالاترین تعداد امتیازات مثبت را دارا بوده است. همچنین بالاترین مجموع و تعداد امتیازات منفی متعلق به پارامتر جمعیت است که فاکتوری بسیار تعیین‌کننده می‌باشد. ارزش‌های پارامترها از نظر دائمی یا مقطعی بودن اثر، نشان می‌دهد که، مجموع ارزش‌های مثبت دائمی و تعداد آن‌ها به‌ترتیب برابر

۳۷۲ و ۱۹۶ بوده و مجموع و تعداد ارزش‌های منفی دائمی به‌ترتیب برابر ۷۷ و ۵۴ می‌باشد. در ارزیابی اثرات مقطعی، مجموع و تعداد ارزش‌های مثبت به‌ترتیب با امتیازات ۱۰۸ و ۵۷ مشخص گردیده و برای ارزش‌های منفی مقطعی، امتیازات ۳۵ و ۲۴ به‌دست‌آمده است. قابل‌ذکر است، پارامتر مشارکت مردمی دارای بیش‌ترین امتیاز مثبت از اثرات دائمی با مجموع امتیاز ۶۷ و در اثرات مقطعی پارامتر درآمد و هزینه با مجموع وزنی ۳۰، بالاترین اثر مثبت را در EIA پروژه در بین پارامترهای اجتماعی-اقتصادی می‌باشد. یافته‌ها گویای آن است که، در EIA، پارامتر مشارکت مردمی در محیط اجتماعی-اقتصادی دارای مؤثرترین و سازنده‌ترین اثرات با مجموع امتیاز قابل‌توجهی در فرآیند اجرای طرح بوده است و کنترل جمعیت در این بخش از ارزیابی کمک شایانی در افزایش امتیازات سازنده طرح دارد. لذا عامل جمعیت فاکتوری تأثیرگذار در ارزیابی محیط‌زیستی تلقی گردیده و سبب ایجاد شغل و زندگی آسوده می‌باشد. نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از مطالعات Rodriguez-Luna et al. (2021) و Ashofteh and Bozorg-Haddad (2019) در راستای تأیید اثرات سازنده پارامترهای اجتماعی-اقتصادی مطابقت دارد.

جدول ۴- امتیازات ماتریس آیکلد مرسوم شناسایی اثرات اجتماعی - اقتصادی شبکه آبیاری و زهکشی

Table 4 Conventional ICOLD matrix Scores Identify the Socio-Economic impacts of the irrigation and drainage network

Impacts	Environmental Parameters												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
No. of positive impacts of P	17	22	26	19	14	29	16	11	15	10	13	4	196
No. of negative impacts of P	13	4	0	1	13	1	0	0	7	3	11	1	54
Total of positive values of P	32	39	49	39	25	67	34	16	26	12	28	5	372
Total of negative values of P	20	5	0	1	19	1	0	0	9	3	17	2	77
No. of positive impacts of T	5	5	8	16	7	4	0	2	2	0	6	2	57
No. of negative impacts of T	4	0	3	3	1	1	0	0	0	1	0	11	24
Total of positive values of T	10	8	20	30	11	6	0	3	5	0	13	2	108
Total of negative values of T	6	0	4	3	1	2	0	0	0	1	0	18	35
Total No. of positive impacts	22	27	34	35	21	33	16	13	17	10	19	6	253
Total No. of negative impacts	17	4	3	4	14	2	0	0	7	4	11	12	78
Total of positive values	42	47	69	69	36	73	34	19	31	12	41	7	480
Total of negative values	26	5	4	4	20	3	0	0	9	4	17	20	112

Population (1), Emigration (2), Earnings and Cost (3), Occupation (4), Welfare facilities (5), Health and Disease (6), Land use (7), Archaeological and religious monuments (8), Customs and tradition (9), Tourism (10), Social acceptance (11), Public participation (12). T : Impacts Temporary, P : Impacts Permanent, I : Short term, M : Medium term, L : Long-term

آبیاری و زهکشی کوثر در فاز بهره‌برداری میانگین‌گیری شد. سپس نتایج تحلیل نظرات متخصصان در تأثیر هر یک از فعالیت‌ها بر روی پارامترهای محیط‌زیستی در محیط‌های مذکور تعیین گردید. با بررسی نظرات متخصصان تعداد کل اثرات مثبت و منفی و مجموع آن‌ها در جداول (۵)، (۶) و

### ۳-۲- نتایج ماتریس آیکلد اصلاح‌شده

در این قسمت نتایج EIA با استفاده از ماتریس آیکلد اصلاح‌شده ارائه می‌گردد. از پرسش‌نامه‌های تکمیل‌شده توسط متخصصان محیط‌زیست و اعمال ضریب اصلاحی در سه محیط فیزیکی، زیستی و اقتصادی-اجتماعی شبکه

(۷) به ترتیب برای محیط فیزیکی، زیستی و اقتصادی - اجتماعی ارائه شده است.

جدول ۵- امتیازات ماتریس آیکلد اصلاح شده شناسایی اثرات فیزیکی شبکه آبیاری و زهکشی

Table 5 Modified ICOLD matrix scores identify the physical impacts of the irrigation and drainage network

Impacts	Environmental Parameters												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Nuo. of positive impacts of P	3	2	3	1	0	5	1	8	2	2	1	2	30
No. of negative impacts of P	0	0	1	1	6	0	6	0	1	2	1	1	19
Total of positive values of P	14.6	12.4	6.9	2.8	0	21.1	4.1	26.1	9.3	8.2	4.5	10.3	120.3
Total of negative values of P	0	0	2.9	3.7	21.1	0	25	0	3.4	11.8	4.5	2.2	74.7
No. of positive impacts of T	1	2	1	1	0	1	0	0	2	1	0	1	10
No. of negative impacts of T	0	0	0	2	1	0	0	0	4	3	5	4	19
Total of positive values of T	1.3	2	1	0.7	0	1.7	0	0	2.1	0.7	0	1.1	10.55
Total of negative values of T	0	0	0	3.1	2	0	0	0	6.8	4.2	4.5	8.2	28.8
Total No. of positive impacts	4	4	4	2	0	6	1	8	4	3	1	3	40
Total No. of negative impacts	0	0	1	3	7	0	6	0	5	5	6	5	38
Total of positive values	15.9	14.4	7.9	3.5	0	22.8	4.05	26.1	11.4	8.9	4.5	11.4	130.85
Total of negative values	0	0	2.9	6.8	23.1	0	25	0	10.2	16.1	9	10.4	103.5

Air quality (1), Air and noise pollution (2), Dehydration regime (3), Flood regime (4), Land shape (5), Erosion (6), Soil resources quality (7), Soil salinity (8), Suspended load and sediment (9), Groundwater level (10), Surface water quality (11), Groundwater quality (12). T : Temporary, P : Permanent, I : Short term, M : Medium term, and L : Long-term Impacts

پارامتر کیفیت هوا با داشتن بیشترین امتیاز منفی مخربترین عامل در EIA پروژه به دست آمد. یافته‌ها بیانگر آن است که هر دو ماتریس آیکلد مرسوم و اصلاح شده به نتایج مشابهی در ارزیابی اثرات رسیدند و در هر دو ماتریس پارامتر شکل زمین اثری سازنده در اجرای پروژه داشته و فرسایش خاک عاملی تخریبی در هر دو ارزیابی بوده است، در واقع با توجه به این که در منطقه انجام پروژه، اراضی مسطح و فاقد شیب و یا ناهمواری شدید می‌باشند، سهولت در مراحل عملیاتی اجرای طرح، حرکت ماشین‌آلات و لزوم استفاده از تجهیزات مورد نیاز را فراهم آورده و لذا فرآیندهای تسطیح، خاک‌برداری و خاک‌ریزی با اطمینان خاطر بیش‌تر و بدون ایجاد مسائل دشوار انجام گرفته و براین اساس پارامتر شکل زمین عاملی سازنده در اجرای پروژه مطرح می‌گردد. همچنین اجرای فرآیندهای ساخت و بهره‌برداری از پروژه‌های آبیاری و زهکشی، موجب ایجاد تغییر و تحول در فرآیندهای طبیعی جریان‌ات سطحی شده و به سبب آن طی گذشت زمان باعث تشدید پدیده مخرب فرسایش خاک می‌شود. بنابراین باید، توجه ویژه به این پارامترها در روند توسعه پروژه و ارائه راهکارهای کارآمد در پی کنترل این عوامل و افزایش امتیازات سازنده بود. نتایج پژوهش‌های Komasi and Beiranvand (2019a) و Ashofteh et al. (2016) نشان‌دهنده برتری امتیازات منفی محیط فیزیکی نسبت به امتیازات مثبت می‌باشد، از دلایل این امر می‌توان به قرارگیری موقعیت مکانی و جغرافیایی متفاوت و شرایط اقلیمی مختلف در محل اجرای طرح نام برد

با توجه به جدول (۵)، نتایج EIA با استفاده از ماتریس آیکلد اصلاح شده در محیط فیزیکی نشان می‌دهد که، تعداد کل اثرات طرح در فاز بهره‌برداری، ۷۸ مورد بوده است که از میان این تعداد، ۴۰ مورد معادل ۵۱٪ آن امتیاز مثبت و ۳۸ مورد، معادل ۴۹٪ امتیاز منفی داشته است. در واقع میزان امتیازات مثبت و منفی از نظر اثرات سازنده و مخرب اختلاف چندانی نداشته‌اند، با این حال، اثرات سازنده امتیاز بالاتری را به خود اختصاص داده است. همچنین مجموع کل امتیازات، ۲۳۴/۳ بوده است که از این میزان، مجموع امتیازات مثبت معادل ۱۳۰/۸۵ و مجموع امتیازات منفی ۱۰۳/۵، معادل ۴۴٪ می‌باشد. قابل ذکر است، از میان کل پارامترهای مورد بررسی، فاکتور شکل زمین با بالاترین مجموع و تعداد امتیازات مثبت بیش‌ترین اثر سازنده را داشته است. همچنین فاکتور فرسایش خاک بالاترین مجموع امتیازات منفی و شوری خاک بالاترین تعداد امتیازات منفی را به خود اختصاص داده است. در ارزیابی ارزش‌های پارامترها در قالب دائمی یا مقطعی بودن اثر، نتایج نشان‌دهنده برتری مجموع ارزش‌های مثبت دائمی و همچنین تعداد اثرات مثبت دائمی به ترتیب با امتیازات ۱۲۰/۳ و ۳۰ نسبت به مجموع و تعداد ارزش‌های منفی دائمی می‌باشد. در بررسی اثرات مقطعی نیز مشابه نتایج ماتریس آیکلد مرسوم، نتایج عکس اثرات دائمی بوده و مجموع و تعداد ارزش‌های منفی به ترتیب امتیازات مجموع و تعداد ارزش‌های مثبت ۲۸/۸ و ۱۹، بیش‌تر از امتیازات مجموع و تعداد ارزش‌های مثبت بوده است. مؤثرترین گزینه از اثرات دائمی با مجموع امتیاز ۲۶/۱، پارامتر شکل زمین بوده که دارای بالاترین امتیاز مثبت در اجرای پروژه بوده و از میان اثرات مقطعی



جدول ۶- امتیازات ماتریس آیکلد اصلاح‌شده شناسایی اثرات زیستی شبکه آبیاری و زهکشی

Table 6 Modified ICOLD matrix scores identify the biological impacts of the irrigation and drainage network

Impacts	Environmental Parameters												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
No. of positive impacts of P	0	2	1	1	1	1	2	2	3	2	3	5	23
No. of negative impacts of P	2	0	4	8	2	1	3	2	3	4	3	2	34
Total of positive values of P	1.6	6.75	2.2	2.2	1.8	3	5.2	5.6	9	9.45	5.25	12.1	64.15
Total of negative values of P	6.7	0	16	32.4	4.5	2.25	10.1	6.75	7.1	11.8	7	5.4	110
No. of positive impacts of T	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
No. of negative impacts of T	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	5
Total of positive values of T	1.6	2.45	1.7	0	0	0	0	0	0	0	1.05	0	6.8
Total of negative values of T	0	1.05	0	0	0.7	0	1.4	2.1	1.05	1.05	0	0	7.35
Total No. of positive impacts	1	2	2	1	1	1	2	2	3	2	4	5	26
Total No. of negative impacts	2	1	4	8	2	1	4	3	4	5	3	2	39
Total of positive values	3.2	9.2	3.9	2.2	1.8	3	5.2	5.6	9	9.45	6.3	12.1	70.95
Total of negative values	6.7	1.05	16	32.4	5.2	2.25	11.5	8.85	8.15	12.85	7	5.4	117.35

Aquatic ecosystem (1), Terrestrial ecosystem (2), Vegetation density and diversity (3), Rare plant species (4), Rare animal species (5), Plant species at risk (6), animal species at risk (7), Variety of animal species (8), Weeds (9), Aquatic plants (10), Animal migration (11), habitats (12). T: Temporary, P: Permanent, I: Short term, M: Medium term, and L: Long-term impacts

مخرب‌ترین نتایج را داشته است، لذا لازم به بررسی‌های جامع‌تری در خصوص کنترل کلیه پارامترهای مورد ارزیابی در محیط‌زیستی به‌خصوص پارامتر علف‌های هرز، به‌عنوان مخرب‌ترین عامل می‌باشد. از آنجایی‌که با اجرای طرح‌های محیط‌زیستی و پروژه‌های عمرانی، تعداد بسیاری از زیستگاه‌ها، که جایگاه پرورش موجودات و گیاهان آبی می‌باشد، در معرض خطر قرار گرفته و از تعداد آن‌ها کاسته می‌گردند، همچنین در اثر وجود بقایای جانوری و گیاهی، در پی آن رشد علف‌های هرز را به دنبال دارد. بر این اساس عامل مذکور اثری منفی تلقی می‌گردد. نتایج حاصل از پژوهش Izadi et al. (2018a) و Ataei et al. (2017) و همسو و مؤید نتایج پژوهش حاضر می‌باشند. جدول (۷)، جمع‌بندی امتیازات اثرات اجتماعی-اقتصادی شبکه آبیاری و زهکشی را نشان می‌دهد، نتایج بیانگر ۱۰۶ مورد شامل تعداد کل اثرات اجتماعی-اقتصادی در فاز بهره‌برداری می‌باشد. از تعداد کل اثرات، ۸۰ مورد معادل ۷۵٪ آن امتیاز مثبت و ۲۶ مورد، معادل ۲۵٪ امتیاز منفی داشته است. همچنین مجموع کل امتیازات، ۳۲۲/۱۵ بوده است، که از این میزان مجموع کل امتیازات مثبت ۲۵۷/۱۶ معادل ۸۰٪ و مجموع کل امتیازات منفی ۶۴/۹۹، معادل ۲۰٪ می‌باشد. با توجه به یافته‌های حاصل از ارزیابی هر دو نوع ماتریس آیکلد مرسوم و اصلاح‌شده، این مجموعه از اثرات دارای بالاترین امتیاز مثبت با استفاده از هر دو نوع ماتریس بوده و نتایج دریافتی به هم نزدیک هستند. قابل‌ذکر است، از میان کل پارامترهای موردبررسی فاکتور مشارکت مردمی بالاترین مجموع امتیازات مثبت و پذیرش اجتماعی بالاترین تعداد امتیازات مثبت را

جدول (۶) نشان‌دهنده نتایج EIA شبکه آبیاری و زهکشی کوثر در محیط‌زیستی می‌باشد. یافته‌ها گویای این است که، تعداد کل اثرات زیستی طرح در مرحله بهره‌برداری، ۶۵ مورد می‌باشد، از این تعداد، ۲۶ مورد معادل ۴۰٪ آن امتیاز مثبت و ۳۹ مورد، معادل ۶۰٪ امتیاز منفی داشته است. مجموع کل امتیازات، ۱۸۸/۳ بوده است که از این میزان، مجموع کل امتیازات مثبت ۷۰/۹۵ معادل ۳۷٪ و مجموع کل امتیازات منفی ۱۱۷/۳۵، معادل ۶۳٪ می‌باشد. مشابه روش ماتریس مرسوم، در ماتریس اصلاح‌شده تنها با اندکی تغییر، از میان کل پارامترهای موردبررسی، زیست‌بوم آبی بالاترین مجموع و تعداد امتیازات مثبت را داشته و علف‌های هرز بالاترین مجموع و تعداد امتیازات منفی را در بر گرفته است، این امر نشان‌دهنده تشابه ارزیابی صورت گرفته توسط دو ماتریس می‌باشد. بررسی پارامترها از حیث دائمی یا مقطعی بودن اثر، نمایانگر این است که، مجموع ارزش‌های مثبت دائمی و تعداد آن‌ها به ترتیب امتیازات ۶۴/۱۵ و ۲۳ بوده که از مجموع و تعداد ارزش‌های منفی دائمی کمتر می‌باشد. ارزیابی اثرات مقطعی نیز، دربرگیرنده مجموع و تعداد ارزش‌های مثبت به ترتیب با امتیازات ۶/۸ و ۳ بوده که در این قسمت نیز نتایج مجموع و تعداد ارزش‌های منفی مقطعی، با امتیازاتی بالاتر نمود پیدا کردند. پارامتر علف‌های هرز دارای بیشترین امتیاز منفی در اثرات دائمی و مهاجرت جانوران دربرگیرنده بالاترین امتیاز مثبت در اثرات مقطعی می‌باشند. نتایج این پژوهش نشان داد در هر دو نوع ماتریس آیکلد مرسوم و اصلاح‌شده ارزیابی اثرات شبکه آبیاری و زهکشی کوثر در بین محیط‌های مختلف موردبررسی، محیط زیستی

است به عامل جمعیت نظارت ویژه‌ای شود تا یکی از مهم‌ترین پارامترهای EIA که عامل ایجاد شغل و زندگی آسوده می‌باشد را کنترل شایسته نمود. نتایج به دست آمده با Rodriguez-Luna et al. (2021)، Darzi- Naftchali et al. (2020) و Ashofteh and Bozorg-Haddad (2019) در راستای تأیید اثرات سازنده پارامترهای اجتماعی-اقتصادی مطابقت دارد. با توجه به نتایج حاصل از جمع‌بندی امتیازات نهایی دو ماتریس آیکلد مرسوم و آیکلد اصلاح‌شده در محیط‌های مختلف شبکه آبیاری و زهکشی کوثر که در جدول (۸) مشخص گردیده است، می‌توان اظهار داشت، نتایج در دو محیط فیزیکی و اجتماعی-اقتصادی گویای برتری اثرات مثبت و سازنده اجرای طرح نسبت به امتیازات کل منفی به دست آمده از EIA می‌باشد.

جدول ۸ - مجموع امتیازات نهایی ماتریس آیکلد مرسوم و اصلاح‌شده در محیط سه‌گانه

Table 8 Total final scores of conventional and modified ICOLD matrice in the triple environment

Matrix	Total Scores		Socio-economic Impacts		Ecological Impacts		Physical Impacts	
	Negative	Positive	Negative	Positive	Negative	Positive	Negative	Positive
Conventional	447	793	112	480	150	99	185	214
Modified	285.84	458.96	64.99	257.16	117.35	70.95	103.5	130.85

ماتریس آیکلد اصلاح‌شده، مجموع امتیازات منفی کم‌تری را نسبت به ماتریس آیکلد مرسوم تخمین زد درحالی‌که Dehnavi and Kouzehgar (2019) در استفاده از EIA با افزایش ارزش امتیازات مثبت و منفی در روش آیکلد اصلاح‌شده نسبت به آیکلد مرسوم اشاره کردند. در EIA در هر دو روش، اشاره به برتری امتیازات منفی و اثرات مخرب نسبت به اثرات مثبت و سازنده شده است، که مستلزم توجه ویژه‌ای به پارامترهای محیط‌زیستی جهت اصلاح و یا ایجاد تغییر و ارائه راهکارهایی کارآمد می‌باشد. لذا می‌بایست در کاهش کلیه امتیازات منفی مربوط به هر محیط مبادرت ورزید. بر این اساس در چارچوب نظارت بیش‌تر در حفظ محیط‌زیست و کاهش آثار مخرب پیشنهادهایی ارائه شده که شامل، توسعه کشاورزی و توجه به تقویت چاه و آبخوان‌ها، نظارت و کنترل سفره‌های آب زیرزمینی از طریق ساخت حوضچه‌های تغذیه مصنوعی، کاهش استفاده بی‌رویه سموم و آفت‌کش‌ها به منظور ممانعت از آلودگی جریان‌ات آب سطحی و زیرزمینی، کنترل فرسایش از طریق استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات جدید و به‌روز شده به منظور حفظ و جلوگیری از تخریب

دارا بوده است. همچنین پارامتر جمعیت بالاترین مجموع و تعداد امتیازات منفی را در بر گرفته است. دائمی یا مقطعی بودن اثر نیز، نشان می‌دهد که، مجموع ارزش‌های مثبت دائمی و تعداد آن‌ها به ترتیب با امتیازات ۲۳۷/۴۵ و ۶۷ بوده که از مجموع و تعداد ارزش‌های منفی دائمی به میزان قابل توجه بیش‌تر می‌باشند. در ارزیابی اثرات مقطعی، مجموع و تعداد ارزش‌های مثبت به ترتیب امتیازات ۱۹/۷۱ و ۱۳ بوده که نسبت به مجموع و تعداد ارزش‌های منفی مقطعی، بیش‌تر است. همچنین، پارامتر مشارکت مردمی دارای بیش‌ترین امتیاز مثبت از اثرات دائمی و پارامتر درآمد و هزینه از اثرات مقطعی دربرگیرنده بالاترین اثر مثبت در EIA پروژه از محیط اجتماعی-اقتصادی می‌باشد، که همان‌گونه که مشخص گردید، نتایج بسیار نزدیک به ماتریس آیکلد مرسوم می‌باشند و با توجه به نتایج حاصل از هر دو ماتریس، لازم

مجموع امتیازات مثبت در محیط فیزیکی نسبت به محیط زیستی، با توجه به اثرات سازنده عواملی همچون شکل زمین و کیفیت منابع خاک و اثرگذاری مثبت کلیه پارامترهای فیزیکی نسبت به محیط زیستی بیش‌تر می‌باشد. همچنین مجموع امتیازات مثبت اجتماعی-اقتصادی، نسبت به دو محیط دیگر بیش‌تر می‌باشد. درواقع با اجرای هر طرح محیط‌زیستی یا پروژه عمرانی، امکان ایجاد شغل و رفاه اقتصادی و تعاملات اجتماعی صورت گرفته که باعث به‌کارگیری و رونق گرفتن فعالیت‌ها و توسعه و پرورش نیروهای کار به‌ویژه افزایش چشم‌گیر مشارکت مردمی شده و به‌واسطه آن موجب تمرکز سیر جمعیت در منطقه و کاهش مهاجرت می‌گردد، لذا بر اساس نتایج دریافتی، محیط اجتماعی-اقتصادی بیش‌ترین امتیازات مثبت و کم‌ترین امتیازات منفی را در هر دو روش ماتریس به خود اختصاص داد. همچنین نتایج نهایی حاصل از بررسی ماتریس‌های آیکلد مرسوم و آیکلد اصلاح‌شده در ارائه مجموع امتیازات مثبت و منفی همسو با یکدیگر بوده، به‌گونه‌ای که در دو محیط فیزیکی و اجتماعی-اقتصادی مجموع امتیازات مثبت و در محیط زیستی مجموع امتیازات منفی بیش‌تر می‌باشد.

محیط اجتماعی-اقتصادی ۴۸۰ و ۲۵۷/۱۶ می‌باشد. براین اساس EIA طرح‌ها باعث افزایش کیفی محیط‌زیست، افزایش سطح رفاه، کاهش نارضایتی همگانی و پیشگیری از تخریب مناظر طبیعی می‌گردد، که در نهایت منجر به رسیدن به توسعه پایدار خواهد شد.

در یک EIA نمی‌توان اثرات منفی پروژه را نادیده گرفت ولی لازم است، برای کاهش میزان اثر آن‌ها تلاش نمود و از راهکارهای مذکور استفاده کرد. لذا در پی رسیدن به توسعه پایدار به رعایت کلیه شرایط، ضوابط و قوانین محیط‌زیستی در پروژه‌های ساخت و بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری و زهکشی، توصیه می‌گردد.

### سیاسگزاری

بدین وسیله از حمایت‌های مالی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب پژوهانه (SCU.WI1400.144) تشکر و قدردانی می‌نماید. همچنین از سازمان آب و برق خوزستان و شرکت کرخه و شاوور به‌دلیل همکاری در گردآوری اطلاعات تشکر می‌گردد.

### دسترسی به داده‌ها

داده‌های استفاده‌شده (یا تولیدشده) در این پژوهش در متن مقاله ارائه شده است.

### تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

## References

- Ashofteh, P. S., Bozorg-Haddad, O. and Loaiciga, H. A. (2016). Multi-Criteria environmental impact assessment of alternative irrigation networks with an adopted Matrix-Based method. *Water Resour. Manage.*, 31(3), 903-928.
- Ashofteh, P. S. and Bozorg-Haddad, O. (2019). Environmental impact assessment of irrigation network implementation on triple environments. *J. Civil Environ. Eng.*, 48(4), 91-101 [In Persian].
- Ataei, P., Khatir, A., Izadi, N. and Frost, K. (2018a). Environmental impact assessment of artificial feeding plans: The Hammami plain in Iran. *Environ. Qual. Ambient.*, 27, 19-38.
- Ataei, P., Yaghubi Farani, A. and Izadi, N. (2018b). Assessment of environmental components of irrigation and drainage network for rural development. (Case study: Irrigation and drainage network of Band of Faizabad, Fars province). *J. Nat. Environ.*, 70(1), 113-137 [In Persian].
- Darzi- Naftchali, A., Bagherin- Jelodar, M., Mashhadi- Kholerdi, F. and Abdi-Moftikolaei, M. (2020). Assessing environmental and social sustainability at irrigation and drainage network level- A case



- study in the north of Iran. *Sci. Total Environ.*, 731, 1-36.
- Dehnavi, A. and Kouzehgar, K. (2019). Modified icold results equivalency with the aim of using the decision of iranian leopold procedure in water resource development projects (Case study: The physical environment of Peyghamchay dam). *J. Environ. Sci. Technol.*, 21(6), 4-15 [In Persian].
- Gadissa, E. (2018). Environmental impact assessment and their mitigation measures of irrigation project. *International J. Innov. Sci. Res. Technol.*, 2(5), 186-193.
- Izadi, N., Ataei, P., Karimi, H. and Norouzi, A. (2019). Environmental impact assessment of construction of water pumping station in Bacheh Bazar plain: A Case from Iran. *Environ. Qual.*, 35, 13-32.
- Izadi, N., Norouzi, A. and Ataei, P. (2017). Socio-economic, cultural, physical and ecological impact assessment of Kavar irrigation and drainage network in Iran. *Int. J. Human Capital Urban Manage.*, 2(4), 267-280.
- Jie, L., Jing, Y., Wang, Y. and Shu-xia, Y. (2010). Environmental impact assessment of land use planning in Wuhan city based on ecological suitability analysis. *Int. Soc. Environ. Inform. Sci.*, 2, 185-191.
- Komasi, M. and Beiranvand, B. (2019a). Environmental impact assessment of the Eyvashan earth dam in the construction and exploitation phase using the icold matrix and rapid impact assessment matrix (RIAM). *Environ. Sci. Stud.*, 4(2), 1427-1442 [In Persian].
- Komasi, M. and Beiranvand, B. (2019b). Environmental impact assessment of the Eyvashan dam using the leopold modified matrix and rapid impact assessment matrix (RIAM). *J. Res. Environ. Health.*, 5(2), 133-143 [In Persian].
- Motamedi, M., Araiyan, A. and Khani, Z. (2018). Examining of variety of commonly evaluation methods of environmental impact assessment methods (EIA) with an applied review of the methods. *studies in geography. Civil Eng. Urban Manage.*, 4(1), 148-158 [In Persian].
- Nahvi, A., Daghighi, A. and Nazif, S. (2017). The environmental impact assessment of drainage systems: a case study of the Karun river sugarcane development project. *Arch. Agronom. Soil Sci.*, 64(2), 185-195.
- Naranjo, E.M., Lopez-Jurado, J., Mesa-Marin, J., Javier Luque, C., Manuel Castellanos, E., Alberto Perez-Romero, J. and Redondo-Gomez, S. (2020). Understanding the impact of a complex environmental matrix associated with climate change on the european marshes engineer species *Spartina Maritima*. *Environ. Experiment. Botan.*, 104304.
- Padash, A. and Ataei, S. (2019). Prioritization of environmental sensitive spots in studies of environmental impact assessment to select the preferred option, based on AHP and GIS compound in the gas pipeline project. *Pollut.*, 5(3), 671-685.
- Rodriguez-Luna, D., Vela, N., Javier Alcal, F. and Encina-Montoya, F. (2021). The environmental impact assessment in Chile: Overview, improvements, and comparisons. *Environ. Impact Assess. Rev.*, 86(106502), 1-10.
- Sharifipour, M., Liaghat, A. M., Naseri, A. A., Nozari, H., Hajishah, M., Zarshenas, M., Hoveizeh, H. and Nasri, N. (2019). Drainage water management of irrigation and drainage networks of south west Khuzestan. *Iran J. Soil Water Res.*, 51(2), 525-529 [In Persian].
- Zarea, S. and Hayati, D. (2015). Environmental, social and economic effects of the development of modern irrigation and drainage networks in Karbal plain and its determining factors from the perspective of users. *J. Water Res. Agri.*, 29(3), 379-395 [In Persian].

