علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره شش، شهریورماه ۹۸

هم‌ارزسازی نتایج آیکولد اصلاح‌شده با هدف استفاده از مبانی تصمیم‌گیری روش لئوپولد ایرانی در طرح‌های توسعه منابع آب

(مطالعه موردی محیط فیزیکی سد پیغام‌چای کلیبر)

علی دهنوی[۱]

کامران کوزه‌گر [۲*]

kouzehgar@iauv.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۲۳ **تاریخ پذیرش:۹۵/۱۲/۱۱**

چکیده

زمینه‌وهدف: در ارزیابی محیط‌زیستی از روش‌های مختلفی ازجمله روش‌های ماتریسی شامل لئوپولد، مور، آیکولد مرسوم، آیکولد اصلاح‌شده و غیره استفاده می‌شود. از آنجایی‌که نتایج روش‌های آیکولد مرسوم و اصلاح شده عمدتا کیفی بوده و تصمیم‌گیری برای اجرا یا عدم‌اجرای طرح با این روش مشکل خواهد بود، لذا هدف از انجام این پژوهش، ضمن بررسی و مقایسه‌ی نتایج حاصل از ارزیابی اثرات محیط‌زیستی با استفاده از ماتریس‌های آیکولد و آیکولد اصلاح‌شده، ارایه‌ی استراتژی نرمال‌سازی نتایج ارزیابی آیکولد اصلاح‌شده جهت قیاس با مبانی تصمیم‌گیری روش لئوپولد ایرانی است.

روش بررسی: بدین‌منظور، از ارزیابی محیط‌زیستی در محیط فیزیکی و فقط در مرحله‌ی ساخت سد خاکی پیغام‌چای کلیبر به‌عنوان مطالعه‌ی موردی استفاده گردید. بررسی اولیه‌ی دو روش آیکولد مرسوم و اصلاح‌شده نشان داد که هر چند تعداد اثرات در دو روش به تفکیک مثبت و منفی یکسان است (۹۶+ و ۲۳۵-)، اما ارزش اثرات دو روش کاملا با یکدیگر متفاوت بوده است.

یافته‌ها: ارزش اثرات مثبت به تفکیک دو روش آیکولد مرسوم و اصلاح‌شده به‌ترتیب برابر با ۱۵۶+ و ۲۶۰/۲+ و ارزش اثرات منفی به‌همین ترتیب بالغبر ۳۴۱- و ۳۹۲/۸- بوده است. این مقادیر حاکی از افزایش ارزش اثرات مثبت و منفی به‌ترتیب بالغبر ۶۶/۸ و ۱۵/۲ درصد در روش آیکولد اصلاح‌شده نسبت به آیکولد مرسوم است. نرمال‌سازی نتایج روش آیکولد اصلاح‌شده حاکی است که ارزش نهایی اثرات محیط فیزیکی مورد نظر به تفکیک مثبت و منفی جهت مقایسه با مبانی تصمیم‌گیری روش لئوپولد ایرانی، بالغبر ۰/۸۳+ و ۱/۰۸- بوده است و در این حالت، اجرای پروژه و البته فقط برای محیط فیزیکی با انجام طرح‌های اصلاحی بلامانع است.

۱- استادیار مهندسی محیط‌زیست، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی عمران و حمل‌ونقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲- عضو هیات‌علمی، گروه عمران، واحد ورزقان، دانشگاه آزاد اسلامی، ورزقان، ایران *(مسوول مکاتبات)

بحث و نتیجه‌گیری: با استراتژی ارایه‌شده در این تحقیق (نرمال‌سازی نتایج روش آیکولد اصلاح‌شده)، می‌توان از روش آیکولد اصلاح‌شده به‌تنهایی و به‌نحو موثری استفاده نمود و در این صورت نیازی به استفاده از دو روش هم‌زمان(روش‌های تلفیقی)برای ارزیابی نخواهد بود.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی اثرات محیط‌زیستی، سد خاکی پیغام‌چای کلیبر، ماتریس آیکولد، ماتریس آیکولد اصلاح‌شده، نرمال‌سازی نتایج ارزیابی

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.6, August, 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)

Ali Dehnavi [1]

Kamran Kouzehgar [2 *]

kouzehgar@iauv.ac.ir

Admission Date:March 1, 2017 Date Received: September 13, 2016

Abstract

Background and Objective: Different methods are used in environmental impact assessment (EIA), like matrix methods which are included Leopold, Moore, conventional and modified ICOLD and etc. Since the conventional and modified ICOLD results are mainly qualitative and decision making for implementation or non- implementation of the project would be difficult. Therefore, the aim of present study is offering strategy to normalize the results of modified ICOLD in order to compare with the results of Iranian Leopold method, while investigation and comparison between the results of the EIA has been taken by using the conventional and modified ICOLD matrices.

Method: For this purpose, we used the EIA tools on the physical environment and only at the construction phase of Peyghamchay embankment dam, as a case study. Initial scrutiny was performed using both conventional and modified ICOLD points out that although the number of positive and negative impacts are the same in groups (+96, -235), but the impact values was quite different in two methods.

Findings: The value of positive impacts of conventional and modified ICOLD are +156.0 and +260.2 and the value of negative impacts are -341.0 and -392.8, respectively. These amounts indicate an increase in the value of positive and negative impacts of 66.8 and 15.2 percent in modified ICOLD method compared to conventional, respectively. The normalized results of modified ICOLD method point out that the final value of physical environment impacts compared with principles of decision-making in Iranian Leopold method amounts to +0.83 and -1.08 for positive and negative results, respectively. In this case, for the physical environment, implementation of the project can only be carried out by recommended reforms.

Discussion and Conclusion: Considering the strategy presented in this research (the normalization of the results in modified ICOLD method), this method can be utilized exclusively and effectively, therefore, there would be no need to use the both methods for evaluation at the same time.

Keywords: EIA, Peyghamchay Dam, ICOLD Matrix, Modified ICOLD Matrix, Assessment Results Normalization

---

1- Assistant Professor, Environmental Engineering, Civil Engineering Department, Faculty of Civil Engineering and Transportation, Isfahan University, Isfahan, Iran.

2- Faculty Member, Department of Civil Engineering, Varzeghan Branch, Islamic Azad University, Varzeghan, Iran *(Corresponding Author)

مقدمه

امروزه و با توجه به چالش‌های محیط‌زیستی ملی و جهانی، توجه به محیط‌زیست و حفاظت از آن باید بیش‌تر مورد توجه دست‌اندرکاران قرار گیرد. در این میان یکی از عرصه‌های بسیار مهمی که از اهمیت ویژه‌ای نیز برخوردار است، پروژه‌های عمرانی و خصوصا طرح‌های توسعه‌ی منابع آب و از جمله سدسازی است (۱). خشکی سرزمین ما ایران، کمبود بارندگی و نیز پراکندگی مکانی و زمانی نزولات جوی و غیره، از مهم‌ترین دلایل نیاز به سدسازی در کشور بر شمرده شده است (۲). احداث سدها نیز همانند دیگر طرح‌ها، دارای آثار و جنبه‌های مثبت و منفی محیط‌زیستی، اقتصادی، اجتماعی و غیره می‌باشد که لازم است با روش‌های علمی و برای گزینه‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و نهایتا گزینه اصلح انتخاب گردد (۲).

ارزیابی اثرات محیط‌زیستی عبارت از شناسایی و ارزیابی سیستماتیک پیامدهای پروژه‌ها، برنامه‌ها و نیز طرح‌ها بر اجزای محیط‌های مختلف شامل فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در مناطق تحت نفوذ مستقیم و غیرمستقیم پروژه در حین عملیات احداث و بهره‌برداری از طرح است (۲و ۳). افزایش تبخیر از سطح دریاچه، تغییر حیات بیولوژیکی در مخزن سد، رودخانه و کاهش غلظت مواد غذایی در پایین‌دست سد از آثار منفی احداث سد می‌باشد که لازم است با روش‌های مناسبی مورد ارزیابی قرارگیرند (۴).

روش‌های ارزیابی محیط‌زیستی با هدف شناسایی و نیز کاهش تبعات و آثار محیط‌زیستی منفی و نیز به کارگیری مجموعه‌ای از اقدامات حفاظتی و اصلاحی برای کاهش آثار مورد نظر، مورد استفاده قرار می‌گیرد(۱). ارزیابی محیط‌زیستی از جمله روش‌های بسیار کارآمدی است که ارزیاب، با به‌کارگیری آن و با شناسایی محیط‌زیست و درک اهمیت آن، آثار بخش‌ها و فعالیت‌های مختلف یک پروژه بر اجزای مختلف محیط‌زیست را بررسی و ارزیابی نموده و در نهایت با توجه به نتایج حاصل از آن، راهکارهایی را جهت ایجاد سازگاری بیش‌تر و کاهش تبعات منفی ارایه می‌نماید. در این راستا روش‌های مختلفی برای ارزیابی محیط‌زیستی پروژه‌های مختلف ارایه شده است. وارنر در سال ۱۹۷۳ و وارنر و برواملی در سال ۱۹۷۴، روش‌های تجزیه و تحلیل ارزیابی اثرات محیط‌زیستی را به پنج گروه مهم و مرسوم دسته‌بندی کرده‌اند. این گروه‌ها عبارتند از ۱-روش‌های ویژه، ۲-چک لیست‌ها، ۳-ماتریس‌ها، ۴-شبکه‌ها و ۵-روش‌های روی‌هم‌گذاری نقشه‌ها. بدیهی است که در انتخاب روش مناسب لازم است خصوصیات محیط و ماهیت پروژه مورد توجه قرار گیرد (۵). از بین این روش‌ها، روش ماتریسی در ایران جایگاه ویژه‌ای یافته و بیش‌تر مورد استفاده قرار گرفته است (۱). این روش که اولین بار توسط لئوپولد در اواخر دهه‌ی ۶۰ میلادی ابداع و ارایه شد، به صورت‌های مختلف دیگری نیز توسعه و به کار رفته است که برای نمونه می‌توان به ماتریس مور، ماتریس ارزیابی سریع، ماتریس آیکولد مرسوم، ماتریس آیکولد اصلاح‌شده و نیز ماتریس لئوپولد ایرانی اشاره نمود (۱، ۶ و۷).

صیادی و همکاران در سال ۲۰۰۹ در تحقیقی که برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سد گتوند انجام شد از روش آیکولد مرسوم استفاده نمودند (۸). هم‌چنین موسوی و همکارانش در تحقیقی که نتایج آن در سال ۱۳۹۰ منتشر گردید از دو ماتریس لئوپولد و آیکولد مرسوم برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سد مخزنی کور و نیز مقایسه‌ی دو روش یاد شده استفاده نمودند (۹). در تحقیق دیگری که در سال ۱۳۸۵ توسط پیربازاری و همکارانش انجام شد، از روش ترکیبی ماتریس‌های آیکولد مرسوم و لئوپولد برای بررسی و ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سد گتوند علیا استفاده گردید (۱۰). علاوه بر این، فلاحتکار و همکارانش در سال ۱۳۸۹ از روش چک لیست و آیکولد مرسوم در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی آزادراه قمیشلو استفاده نمودند (۱۱). هم‌چنین غلامعلی فرد و همکارانش در سال ۱۳۹۳ از دو روش ماتریسی ارزیابی سریع و ماتریس ایرانی (لئوپولد اصلاح‌شده یا لئوپولد ایرانی) در ارزیابی محیط‌زیستی محل دفن پسماند جامد شهرکرد استفاده کردند (۱۲). خدابخشی و جعفری نیز در سال ۱۳۸۹ از روش تلفیقی آیکولد مرسوم و روش چک لیست کمیسیون بین‌المللی آبیاری و زهکشی و ضرایب تاثیر مربوطه

برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سد و شبکه‌ی آبیاری اردبیل استفاده نمودند. ضرایب تاثیر استفاده شده در تحقیق آن‌ها در مواردی شبیه به ضرایب به کار رفته در روش آیکولد اصلاح‌شده می‌باشد (۱۳). بررسی تحقیقات انجام شده در ایران در استفاده از روش‌های ماتریسی نشان می‌دهد که اولا مقایساتی مابین برخی از روش‌های موردنظر صورت گرفته و ثانیا از روش ماتریس آیکولد مرسوم نیز در ارزیابی بهره‌گرفته شده است. بررسی بیش‌تر نشان داد که تحقیق جامعی درخصوص کاربرد روش آیکولد اصلاح‌شده و مقایسه‌ی آن با روش آیکولد مرسوم صورت نگرفته است. لذا و از آنجایی‌که در ایران معمولا از ماتریس آیکولد مرسوم به همراه یک روش دیگر(چک لیست و یا لئوپولد) استفاده می‌شود و روش آیکولد اصلاح‌شده کم‌تر مورد توجه بوده است، در این تحقیق از مقایسه‌ی دو روش آیکولد مرسوم و اصلاح‌شده استفاده شده است. علاوه براین و با عنایت به کیفی‌بودن نتایج روش‌های آیکولد مرسوم و اصلاح‌شده و با هدف کمی‌کردن نتایج جهت استفاده از مبانی تصمیم‌گیری روش لئوپولد ایرانی، استراتژی نرمال‌سازی نتایج آیکولد اصلاح‌شده بر پایه‌ی محدوده‌های تصمیم‌گیری روش لئوپولد ایرانی (۵- تا ۵+) توصیه و استفاده شده است. به این منظور از سد پیغام‌چای کلیبر به عنوان مطالعه‌ی موردی برای انجام ارزیابی اثرات محیط‌زیستی استفاده شد و برای جلوگیری از پیچیدگی‌های مرسوم روش آیکولد، بررسی‌ها و محاسبات فقط در محیط فیزیکی محدوده مورد مطالعه انجام گردید. سد پیغام‌چای کلیبر واقع در استان آذربایجان‌شرقی، با هدف استفاده‌ی بهینه ازمنابع آب منطقه جهت تامین آب شرب شهر کلیبر و بهبود و توسعه‌ی بخشی از اراضی کشاورزی پایین‌دست سد پیش‌بینی شده است.

مواد و روش ها

معرفی محدوده مطالعاتی

سدخاکی پیغام‌چای واقع در استان آذربایجان‌شرقی و جنوب‌غرب شهرستان کلیبر در موقعیت جغرافیایی "۲۷ '۱ °۴۷ شرقی و "۱۶ '۴۴ °۳۸ شمالی قرار داشته و جهت تامین آب شرب شهر کلیبر به میزان ۱/۲ میلیون مترمکعب در سال، در نظر گرفته شده است. جدول ۱ به ترتیب موقعیت جغرافیایی و نیز سایر مشخصات سد را نشان می‌دهند (۱۴).

جدول ۱- مشخصات سد پیغام‌چای

Table 1. Characteristics of Peyghamchay Dam

ارتفاع از کف پی (m)	حجم مفید مخزن(MCM)	میزان آب مورد نیاز سالانه (MCM)	طول-عرض تاج (m)	تراز تاج سد-بستر رودخانه(m)	مساحت اراضی بهبود و توسعه (ha)
۴۷	۳۶/۱۵	۱۶	۱۰-۷۷۴	۱۴۹۱/۱۴۴۶-۵	۱۱۵۰

عمده بارش‌های جوی محدوده مطالعاتی‌به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عناصر اقلیمی، از توده هوای مدیترانه‌ای و با میزان رطوبت نسبی۶۹/۸ درصد بوده که باعث بارندگی و کاهش شدید دمای هوا می‌گردد. میانگین سالیانه‌ی دمای هوای منطقه ۹/۷ درجه‌ی سلسیوس و متوسط بارش سالانه آن ۳۰۷ میلی‌متر می‌باشد (۱۵، ۱۶و ۱۷).

بر اساس پژوهش‌های قبلی و نیز مطالعات انجام شده در طرح حاضر، بیش از ۸۶۰ گونه گیاهی و ۱۳۷ گونه جانور وحشی مهره‌دار در منطقه شناسایی شده است که حاکی از اهمیت تنوع زیستی گیاهی و جانوری در منطقه‌ی مورد مطالعه می‌باشد (۱۶و ۱۷).

برخی از اثرات مهم سد پیغام‌چای

هنگامی‌که سدی در مسیر یک رودخانه ساخته می‌شود، تغییرات زیادی در سراب و پایاب سد بوجود خواهد آمد. در واقع، سد ارتباط سراب و پایاب را قطع می‌نماید. بنابراین سد و نحوه بهره‌برداری از آن می‌تواند اثرات گوناگونی در بالادست و پایین‌دست داشته باشد. شکل۱ محدوده‌های تاثیرگذار مستقیم و غیرمستقیم احداث سد پیغام‌چای را نشان می‌دهد (۱۴).

شکل ۱- محدوده‌های تاثیرگذار سد پیغام چای

Figure 1. Areas Which Influencing The Peyghamchay Dam Site

الف-اثرات مهم سد بر بالادست

احداث سد مخزنی پیغام‌چای به ارتفاع ۴۶ متر باعث جمع شدن و بالاآمدن سطح آب در پشت سد و به زیر آب رفتن بخشی از مسیر رودخانه‌های حورمقان‌چای و پیغام‌چای در محدوده مخزن و در بالادست سد می‌گردد. در این حالت، شیب رودخانه‌ها کاهش می‌یابد و این موضوع سبب کاهش سرعت و قدرت حمل رسوبات توسط آب می‌شود (۱۴). همچنین با احداث سد مخزنی، کمیت و کیفیت آب‌های زیرزمینی در محدوده اطراف مخزن به دلیل نفوذ آب مخزن به آب‌های زیرزمینی، تغییر خواهد کرد ولی این تغییرات چندان محسوس نیست. علاوه براین و با ایجاد جاده‌ی آسفالته‌ی جایگزین جهت دسترسی به بالادست سد و افزایش امکانات و تسهیلات رفاهی، پیش‌بینی می‌شود که در آینده، کیفیت زندگی اهالی روستاهای بالادست سد بهبود یابد. ضمناً پیش‌بینی می‌شود که سد پیغام‌چای اثرات جزیی در شعاعی کوچک بر روی بهبود کیفیت اقلیم، افزایش جمعیت حیات وحش و بهبود پوشش گیاهی داشته باشد (۱۴).

ب-اثرات مهم سد بر پایین‌دست

احداث سد اثرات زیادی را بر ابعاد مختلف محیط‌زیستی پایین‌دست خود برجای خواهد گذاشت. به علت زیاد بودن این اثرات و فقط به‌عنوان نمونه، برخی از اثرات سد موردنظر بر پایین‌دست خود به شرح ذیل ارایه شده است (۱۴).

۱- زیرکشت رفتن راضی کشاورزی حد فاصل سد تا شهر کلیبر و اراضی کشاورزی روستای جانانلو در حاشیه ارس و پیش‌بینی افزایش میزان محصولات کشاورزی منطقه.

۲- ذخیره‌ی آب رودخانه‌های پیغام‌چای و حورمقان‌چای و رهاسازی تنظیم شده‌ی آن در طول سال برای استفاده در مصارف شرب، کشاورزی و حفظ و احیاء اکوسیستم‌های آبی پایین‌دست سد.

۳- آلودگی آب رودخانه‌ی کلیبرچای در پایین‌دست به علت افزایش سطوح کشاورزی و ورود سم و کود مورد استفاده در این اراضی.

۴- آبیاری اراضی کشاورزی تا حدی منجر به نفوذ آب در لایه‌های زمین در این محدوده شده و باعث تغذیه منابع آب زیرزمینی خواهد شد.

۵- طبق برآورد صورت گرفته با بهره‌برداری از اراضی کشاورزی تحت توسعه بیش از ۱۰۰ نفر از اهالی منطقه مستقیماً در این اراضی مشغول به کار خواهند شد.

۶- توسعه امکانات زیربنایی و تسهیلات رفاهی و افزایش درآمد نیز منجر به افزایش کیفیت زندگی مردم شهر کلیبر و اهالی روستاهای پایین‌دست سد پیغام‌چای خواهد شد.

شاخص‌های ارزیابی کمی وکیفی مورد استفاده

برای بررسی کمی و کیفی آب ورودی به سد در وضعیت موجود، شش ایستگاه از بالادست محل سد در رودخانه‌های پیغام‌چای و حورمقان‌چای تا محل پیشنهادی سد در نظر گرفته شده و شاخص‌های مختلف فیزیکوشیمیایی و میکروبیولوژی و نیز ماهی‌ها و عوامل بنتیک مورد سنجش قرار گرفته‌اند (۱۴). دما، PH، EC، DO، کلراید، نیترات، فسفات، BOD_5، کلی‌فرم مدفوعی و کل، پلانگتون‌ها، بنتوزها و ماهی‌ها از جمله مواردی بوده است که در دوره‌های زمانی مختلف طی سال‌های ۸۵ و ۸۶ مورد بررسی قرار گرفته‌اند (۱۴).

روش‌های ارزیابی

الف-ماتریس آیکولد مرسوم

در ماتریس آیکولد مرسوم، اجزای فعالیت‌های مختلف طرح و نیز اجزای مختلف محیط‌زیست براساس فرم و دستورالعمل ارایه‌شده توسط کمیسیون بین‌المللی سدهای بزرگ تهیه و انتخاب می‌شود. این ماتریس از سطر و ستون‌های متعددی تشکیل یافته به طوری‌که ستون‌های آن، پارامترهای مختلف محیط‌های مورد ارزیابی و سطرهای آن فعالیت‌های مختلف پروژه را پوشش می‌دهد (۸و ۱۸). برای ارزیابی توسط این ماتریس از علایمی با نمادهای ABCDE± استفاده می‌شود که خلاصه‌ای از آن در جدول ۲ ارایه شده است (۸و ۱۹). بر اساس شرایط پروژه، مجموعه‌ای از ترکیب این علایم در محل تلاقی هر سطر و ستونی که دارای اثر منفی یا مثبت باشد قرار می‌گیرند. نهایتاً نیز تعداد علایم شبیه به هم مورد بررسی و برای تصمیم‌گیری استفاده خواهد شد.

جدول ۲- نحوه نمایش علایم به‌کاررفته در ماتریس آیکولد معمولی

Table 2. Used Symbols and Characters in Conventional ICOLD Matrix

اثربرمحیط‌زیست	A شدت اثر	B قطعیت اثر	C تداوم اثر	D زمان وقوع اثر	E مشخص بودن تاثیر
اثر مطلوب (+) اثر نامطلوب(-)	زیاد(۳) متوسط (۲) کم (۱)	قطعی (C) محتمل (P) نامحتمل (I) نامشخص (N)	مقطعی (T) دایمی (P)	کوتاه مدت (I) میان مدت (M) بلندمدت (L)	اجرای پروژه (Y) گزینه نه (N)

از محاسن ماتریس آیکولد، بیان ویژگی‌های هر اثر بر محیط‌زیست می‌باشد به طوری که علامت‌ها و اعداد مورد استفاده در این ماتریس، وضعیت و خصوصیات اثر را شرح می‌دهند. مقایسه بین پژوهش‌های صورت گرفته توسط این ماتریس نشان می‌دهد که در این روش، جمع‌بندی اثرات منفی و مثبت پروژه صورت نمی‌گیرد و لذا جهت دست‌یابی به یک ارزیابی کمّی و شناسایی گزینه‌ی مطلوب، عمدتا از روش‌های دیگر نظیر ماتریس لئوپولد استفاده می‌شود (۹، ۱۰و ۲۰). به عنوان نمونه، موسوی و همکاران در تحقیقی از روش آیکولد و نیز اصلاح‌شده‌ی لئوپولد در ارزیابی سد مخزنی کور (نهنگ) در استان سیستان و بلوچستان استفاده کردند (۹). هم‌چنین جوادی و همکاران در ارزیابی محیط‌زیستی خود بر سد گتوند علیا از روش ترکیبی آیکولد و لئوپولد استفاده نمودند (۱۰). علت استفاده از روش‌های دیگر در کنار روش آیکولد توسط محققین مختلف این است که در روش آیکولد، هرچند نمادهای مختلفی که در جدول ۲ درج شده‌اند، مورد استفاده قرار می‌گیرند، منتها در نهایت تعداد و ارزش اثرات مختلف (به تفکیک مثبت و منفی) فقط بر اساس تداوم اثر (دو علامت T وP)، جمع بندی و ارایه می‌شوند و اصولا وزنی برای علایم مختلف در نتیجه‌ی نهایی مد نظر قرار نمی‌گیرد (۱۱و ۱۹). از آنجایی‌که این جمع‌بندی کاربردی نیست، اغلب به جای استفاده از روش آیکولد مرسوم به تنهایی، از روش‌های تلفیقی استفاده

می‌شود که به تعدادی از نمونه‌های آن اشاره گردید (۹، ۱۰و ۲۰). به همین دلیل و برای رفع برخی از نقایص روش آیکولد مرسوم، در تحقیق حاضر ضمن ارایه‌ی نتایج ارزیابی روش آیکولد مرسوم، از ماتریس آیکولد اصلاح‌شده با نرمال‌سازی نتایج آن با هدف هم‌ارزسازی و امکان تصمیم‌گیری بر اساس مبانی روش لئوپولد ایرانی نیز استفاده شده است.

ب-ماتریس آیکولد اصلاح‌شده (ماتریس آیکولد تغییریافته)

در این روش، برای کمّی نمودن اثر فعالیت‌های پروژه بر روی جنبه‌های مختلف محیط‌زیست از ضرایب کمّی متناسب با برخی از علایم به‌کاررفته در روش آیکولد مرسوم استفاده می‌شود. ضریب تاثیر مورد استفاده در روش مورد نظر، از حاصل‌ضرب ارقام پیشنهادی برای قطعیت اثر، زمان وقوع اثر و نیز تداوم آن تعیین می‌گردد. در این روش فرض بر این است که شدت اثر هر فعالیت از پروژه عمدتا به این سه عامل وابسته است (۱۹). در جدول ۳ نمادها و ضرایب مورد استفاده در ماتریس آیکولد اصلاح‌شده ارایه شده است (۱۹). همان‌گونه که اشاره شد، در تحقیق حاضر و پس از قیاس نتایج آیکولد مرسوم و اصلاح‌شده، در نهایت با نرمال‌سازی نتایج آیکولد اصلاح‌شده، شرایطی ایجاد گردیده که بتوان از قیاس نتایج نهایی نرمال‌سازی با مبانی تصمیم‌گیری روش لئوپولد ایرانی، تصمیم‌گیری مناسب در خصوص پروژه اتخاذ گردد. دراین صورت می‌توان مستقیما از نتایج آیکولد اصلاح‌شده بدون نیاز به روش‌های تلفیقی استفاده کرد.

جدول ۳- نمادها و ضرایب در ماتریس آیکولد اصلاح‌شده (۱۹)

Table 3. Symbols and Coefficients of the Modified Matrix (19)

نوع اثر	نماد	وضعیت	ضریب	نوع اثر	نماد	وضعیت	ضریب	نوع اثر	نماد	وضعیت	ضریب
قطعیت اثر	C	قطعی	۱	زمان وقوع اثر	I	کوتاه مدت	۱	تداوم اثر	T	موقتی	۰/۷
	P	محتمل	۰/۵		M	میان مدت	۱/۲۵		P	دایمی	۱/۵
	I	نامحتمل	۰		L	دراز مدت	۱/۵				

پ-مبانی تصمیم‌گیری ماتریس لئوپولد ایرانی

برای تصمیم‌گیری در خصوص اثرات پیامدهای منفی و مثبت پروژه، از مبانی تصمیم‌گیری روش لئوپولد اصلاح‌شده که به لئوپولد ایرانی نیز شهرت دارد، استفاده شده است. این مبانی در جدول ۴ درج شده‌اند.

جدول ۴- مبانی تصمیم گیری پیامدهای منفی و مثبت در روش لئوپولد ایرانی(۴، ۱۲و ۲۱)

Table 4. Negative and Positive Consequences in the Decision Making Procedure of Iranian Leopold Method (4, 12, 21)

اثرات یا پیامدهای منفی	میانگین رده بندی	اثرات یا پیامدهای مثبت	میانگین رده بندی
پیامدهای منفی مخرب یا بسیار شدید	-۵ تا -۴/۱	پیامدهای مثبت عالی یا بسیار خوب	+۵ تا +۴/۱
پیامدهای منفی شدید، بد و مخرب	-۴ تا -۳/۱	پیامدهای مثبت خوب	+۴ تا +۳/۱
پیامدهای منفی متوسط	-۳ تا -۲/۱	پیامدهای مثبت متوسط	+۳ تا +۲/۱
پیامدهای منفی ضعیف	-۳ تا -۱/۱	پیامدهای مثبت ضعیف	+۳ تا +۱/۱
پیامدهای منفی ناچیز	-۱ تا ۰	پیامدهای مثبت ناچیز	+۱ تا ۰

ت- نرمال سازی نتایج آیکولد اصلاح‌شده

با هدف هم‌ارزسازی نتایج حاصل از روش آیکولد اصلاح‌شده با مبانی تصمیم‌گیری روش لئوپولد ایرانی، از نرمال‌سازی نتایج استفاده شد. برای این منظور رابطه‌ی (۱) به کار رفت. در این رابطه x_{normal} و x به ترتیب رقم نرمال‌شده‌ی ارزش اثر و مقدار غیرنرمال ارزش اثر و x_{min} و x_{max} نیز به تریبت حداقل و حداکثر مقدار ارزش اثرات غیرنرمال در داده‌های مورد بررسی است. در نهایت و در هر یک از محیط‌های مورد بررسی، مجموع ارقام نرمال شده بر تعداد اثرات دارای ارزش غیر صفر تقسیم شده و رقم مورد نظر مبنای تصمیم‌گیری در محیط مورد نظر بر اساس مبانی روش لئوپولد ایرانی خواهد شد. بدیهی است که این روش برای کل طرح در محیط‌های مختلف قابل‌کاربرد است. در تحقیق حاضر چگونگی استفاده از این استراتژی و البته فقط در محیط فیزیکی سد پیغام‌چای، نشان داده شده است.

رابطه (۱)

$$X_{normal} = 5\left(\frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}\right)$$

گزینه‌های ارزیابی

مطالعات صورت‌گرفته در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سد پیغام‌چای به عنوان مطالعه‌ی موردی، فقط برای محیط فیزیکی در فاز ساخت و به تفکیک دو روش آیکولد مرسوم و اصلاح‌شده مدنظر قرار گفته است. در نهایت نیز با نرمال‌سازی نتایج روش آیکولد اصلاح‌شده، از هم‌ارزسازی این نتایج با مبانی تصمیم‌گیری روش لئوپولد ایرانی استفاده شده است.

نتایج و بحث

برای بررسی اثرات مختلف طرح بر محیط‌های مختلف در گزینه‌های اجرا و عدم‌اجرا و در دو فاز ساخت و بهره‌برداری، در ابتدا چک‌لیست‌های موردنیاز برای شناخت اثرات مختلف تهیه گردید که برای نمونه در جدول ۵ برخی از اثرات منفی و فقط برای فاز ساخت در محیط فیزیکی سد مورد نظر درج شده است. علاوه بر این، ماتریس ارزیابی اثرات محیط‌زیستی بر اساس روش آیکولد مرسوم و اصلاح‌شده و فقط برای فاز ساخت در محیط فیزیکی به‌عنوان نمونه در جداول ۶ و ۷ آورده شده است.

بر اساس نتایج روش آیکولد مرسوم درج شده در جدول ۶ مشخص گردید که تعداد اثرات دایم به تفکیک مثبت و منفی معادل ۹۴ و ۱۵۴ و ارزش آن‌ها به‌همان‌ترتیب معادل ۱۵۴+ و ۲۱۶- بوده است. این تعداد و به‌همان‌ترتیب برای اثرات موقت معادل ۲ و ۸۱ و ارزش آن‌ها نیز معادل ۲+ و ۱۲۵- بوده است. این در حالی است که تعداد اثرات دایم خالص و نیز ارزش خالص آن‌ها به ترتیب ۶۰ و۶۲- بوده است. از آنجایی که در این روش ضریب تاثیری تعریف نشده، لذا همه‌ی اثرات دارای ارزش یکسان هستند که البته منطقی هم به نظر نمی‌رسد. براین‌اساس، ارزش میانگین هر یک از اثرات بر حسب ارزش یکسان برای هر یک نیز محاسبه و در همان جدول درج شده است. این ارقام حاکی است که ارزش میانگین هر اثر مثبت و منفی به ترتیب بالغ بر ۱/۶۳ و ۱/۴۵ بوده است. این نسبت‌ها نشان می‌دهند که ارزش میانگین هر یک از اثرات مثبت حدود ۱۲/۵ درصد بیش از ارزش میانگین هر یک از اثرات منفی است. این موضوع نشان می‌دهد که اگر ضرایب تاثیری مانند آنچه در جدول ۳ درج شده استفاده گردد، اثرات مثبت می‌توانند ارزش بیش‌تری به خود اختصاص دهند. برای بررسی بیش‌تر و مقایسه‌ی نتایج، ارزش‌گذاری اثرات محیط فیزیکی طرح مورد نظر در فاز اجرا، با استفاده از روش آیکولد اصلاح‌شده نیز محاسبه گردید که در جدول ۷ آورده شد. به این منظور و برای محاسبات از ضرایب درج شده در جدول ۳ استفاده گردید که حاصل‌ضرب آن‌ها تحت عنوان ضریب تاثیر در ستون دوم جدول ۷ آورده شده است. از نتایج این جدول مشخص می‌گردد که هر چند تعداد اثرات دو روش آیکولد مرسوم و اصلاح‌شده به تفکیک مثبت و منفی یکسان است، ولی ارزش اثرات کاملا متفاوت شده است. این موضوع در نگاه اول نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن ضرایب تاثیر و شدت اثرات مختلف، نتایج منطقی‌تری تولید شده که تصمیم‌گیری را سهل‌تر خواهد نمود. این تفاوت نشان می‌دهد که اصولا یکسان گرفتن ارزش اثرات

مختلف شامل قطعی، موقت، محتمل، کوتاه مدت و غیره منطقی نیست و لذا روش آیکولد اصلاح‌شده و با فرض پذیرش ضرایب پیشنهادی برای آن، دارای برتری نسبت به روش مرسوم است. ارزش اثرات مثبت و منفی این روش به ترتیب ۲۶۰/۲+ و ۳۹۲/۸- است. از تقسیم ارزش اثرات مورد نظر بر تعداد اثرات، ارزش میانگین هر یک از اثرات به تفکیک مثبت و منفی بالغ بر ۲/۷۱ و ۱/۶۷ خواهد بود. مقایسه این ارقام با ارقام مشابه در روش آیکولد مرسوم حاکی از رشد ۶۶ و ۱۵ درصدی در ارزش میانگین هر یک از اثرات مثبت و منفی متناظر دارد. این موضوع نشان می‌دهد که ارزش میانگین اثرات مثبت، افزایش قابل توجهی نموده است که البته در طرح‌های مختلف می‌تواند شامل اثرات منفی نیز بگردد. مقایسه‌ی این دو رقم در تحقیق حاضر اشاره بر آن دارد که ارزش میانگین اثرات مثبت حدود ۶۲ درصد بیش‌تر از ارزش میانگین هر یک از اثرات منفی است. البته باید توجه داشت که این ارقام هنوز هم مانند ارقام روش لئوپولد (جدول ۴)، برای تصمیم‌گیری چندان کارآمد نیستند که می‌تواند به عنوان یک عیب و محدودیت این روش مطرح شود. به دلیل همین محدودیت در روش آیکولد مرسوم و اصلاح شده، اغلب در کنار استفاده از این روش‌ها، از روش‌های دیگر و از جمله لئوپولد نیز لستفاده می‌شود که تحت عنوان روش‌های تلفیقی از آن یاد می‌شود. برای مثال می‌توان به تحقیقات پیربازاری و همکاران در استفاده از روش ترکیبی ماتریس‌های آیکولد و لئوپولد در ارزیابی محیط‌زیستی سد گتوند علیا اشاره نمود (۱۰). در این تحقیق و البته بدون اشاره به نتایج روش آیکولد، از ارزش‌گذاری کمّی فعالیت‌ها و اثرات روش آیکولد با مقادیر روش لئوپولد استفاده شده است. در این تحقیق به اختصاص ارقام کمی در دامنه‌ی ۱± تا ۵± مبتنی بر روش لئوپولد به فعالیت‌های مبتنی بر ماتریس آیکولد اشاره شده و البته هیچ صحبتی نیز در خصوص نوع اثرات شامل موقت، دایم، قطعی، محتمل و غیره و چگونگی اختصاص ارقام کمّی به آن‌ها نشده است. در تحقیق دیگری، موسوی و همکاران از مقایسه‌ی دو روش لئوپولد و آیکولد مرسوم در ارزیابی سد مخزنی کور (نهنگ) استفاده نمودند (۹). در این تحقیق از دامنه‌ی کمی ۵- تا ۵+ برای روش لئوپولد و دامنه‌ی کمی ۳- تا ۳+ (مبتنی بر جدول ۲) برای روش آیکولد استفاده شده است. در این تحقیق نیز هیچ صحبتی در تفاوت نوع اثرات شامل موقت، دایم، قطعی، محتمل و غیره و چگونگی اختصاص ارقام کمّی به آن‌ها نشده است. هم چنین برای قیاس نتایج روش آیکولد و لئوپولد از دامنه‌های هم ارز ۱-۰/۱± متناظر با ۱±، ۳-۱/۱ ± متناظر با ۲ ± و دامنه‌ی ۵-۱/۳± متناظر با ۳ ± به ترتیب برای هم‌ارزسازی نتایج لئوپولد و آیکولد استفاده شده است (۹). در این تحقیق هیچ اشاره‌ای به محدودیت‌های روش آیکولد مرسوم نشده و پیشنهادی نیز برای رفع این محدودیت و به کارگیری این روش به عنوان یک روش مستقل نشده است. علاوه بر این، تحقیقاتی نیز توسط سید سراجی برای تحلیل و ارزیابی محیط‌زیستی سد عزیزخان توسط ماتریس‌های آیکولد و لئوپولد در سال ۹۲ انجام شده که نشان می‌دهد استفاده از روش آیکولد به تنهایی کافی نیست و لازم است از روش‌های کمّی مانند روش لئوپولد نیز بهره برد (۲۲). هم چنین و به لحاظ محدودیت مورد اشاره در روش آیکولد، جوزی و همکاران از روش تلفیقی آیکولد و انتخاب سلسه مراتبیAHP برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سد طالقان در مرحله‌ی بهره‌برداری استفاده کردند (۲۳). در این تحقیق اشاره شده که چون روش آیکولد یک روش کیفی است، لذا برای تعیین وزن و نمره دهی و تفسیر اثرات، ازروش تحلیل سلسله مراتبی AHP استفاده شده است. این موارد از محدودیت کمّی کردن ارزش اثرات در روش آیکولد و حتی آیکولد اصلاح شده حکایت دارد. برای رفع این محدودیت، در تحقیق حاضر سعی گردید که ارزش‌های روش آیکولد اصلاح‌شده به گونه‌ای محاسبه و تعیین گردد که با گروه‌بندی‌های ارایه شده برای تصمیم‌گیری در روش لئوپولد نیز قابل تفسیر باشد. در این صورت دیگر نیازی به کاربرد روش‌های تلفیقی نخواهد بود و مستقیما می‌توان از نتایج هم‌ارز روش آیکولد اصلاح شده استفاده نمود. با این هدف از نرمال‌سازی ارزش اثرات بر اساس رابطه‌ی ۱ استفاده شد که نتایج آن در جدول ۷ به تفکیک ارزش‌های مثبت و منفی آورده شده است. در نهایت نیز ارزش اثرات کل محیط فیزیکی به

تفکیک مثبت و منفی و از تقسیم مجموع اثرات هر بخش بر تعداد اثرات متناظر (غیر صفر) تعیین شد. چنان‌چه از ارزش‌های نرمال شده‌ی درج شده در جدول مورد نظر مشخص است، تمام ارقام در بازه‌ی ۰ تا ۵ قرار دارند (همانند ارزش‌های تصمیم‌گیری در روش لئوپولد ایرانی- جدول ۴) و این در حالی است که ارزش نهایی اثرات محیط فیزیکی به تفکیک مثبت و منفی بالغ بر ۰/۸۳+ و ۱/۰۸- بوده است. این ارقام نشان می‌دهند که بر اساس دامنه‌ی ارزش‌ها در روش لئوپولد ایرانی، اثرات بر محیط فیزیکی دارای پیامدهای منفی ضعیف و پیامدهای مثبت ناچیز است که البته بیلان آن نیز با رقم ۰/۲۵- حاکی از پیامدهای منفی ناچیز است و لذا اجرای پروژه از این نظر و البته فقط برای محیط فیزیکی با انجام طرح‌های اصلاحی قابل اجرا است. با این استراتژی (نرمال‌سازی نتایج روش آیکولد اصلاح‌شده)، می‌توان از روش آیکولد اصلاح‌شده به نحو موثری استفاده نمود و در این صورت نیازی به استفاده از دو روش هم‌زمان برای ارزیابی نخواهد بود. از این روش به خوبی می‌توان در محیط‌های مختلف یک طرح به تفکیک استفاده نمود و در نهایت نیز با نرمال‌سازی مجدد نتاج، تصمیم مناسب را برای کل طرح بر اساس مبانی تصمیم‌گیری لئوپولد ایرانی اتخاذ نمود.

جدول ۵- چک‌لیست شناسایی و پیش‌بینی برخی از اثرات منفی طرح سد پیغام‌چای بر محیط فیزیکی (فاز ساختمانی)(۱۴و ۱۷)

Table 5. Checklist for Identifying and Prediction of Some of Negative Effects on Physical Environment of Peyghamchay Dam Project (Constructional Phase) (14, 17)

اثر	شدت اثر			دامنه اثر			قطعیت اثر			تداوم اثر		طول مدت اثر		نحوه عمل اثر		برگشت پذیری اثر	
	کم	متوسط	زیاد	بلافصل	مستقیم	غیرمستقیم	قطعی و اجتناب‌ناپذیر	احتمالی	غیر محتمل	مقطعی	دایمی	کوتاه مدت	درازمدت	مستقیم	غیرمستقیم	قابل برگشت	غیرقابل برگشت
افزایش‌غلظت آلاینده‌های هوا و گرد و غبار		*		*			*			*		*		*		*	
افزایش تراز صوتی			*	*			*			*		*		*		*	
افزایشTSS، TDS و کدورت رودخانه‌ی		*			*		*			*		*		*		*	
تخریب ساختمان خاک			*	*			*			*		*		*		*	
افزایش BOD و COD در رودخانه پیغام‌چای		*			*		*			*		*		*		*	
تشدید فرسایش سطحی		*			*		*			*		*		*		*	
افزایش بار رسوبی رودخانه		*			*		*			*		*		*		*	
افت کیفی آب رودخانه در پایین‌دست سد		*			*		*			*		*		*		*	
افت کیفی آب‌های زیرزمینی	*			*			*			*		*			*	*	
تغییر شکل مورفودینامیکی رودخانه	*			*			*			*			*		*	*	

جدول ۶- نتایج ماتریس آیکولد مرسوم برای محیط فیزیکی در گزینه‌ی اجرای طرح

Table 6. Conventional ICOLD Matrix for the Physical Environment in Operational Phase

شاخص مقایسه	مجموع اثرات				جمع نهایی	
	+P	-P	+T	-T	مثبت	منفی
تعداد اثرات	۹۴	۱۵۴	۲	۸۱	۹۶	۲۳۵
ارزش اثرات	۱۵۴	۲۱۶	۲	۱۲۵	۱۵۶	۳۴۱
نسبت ارزش به تعداد کل اثرات	۱/۶۴	۱/۴۰	۱	۱/۵۴	۱/۶۳	۱/۴۵

جدول ۷- نتایج ماتریس آیکولد اصلاح‌شده همراه با ضرایب تاثیر برای محیط فیزیکی در گزینه‌ی اجرای طرح

Table 7. Modified ICOLD Matrix with Impact Factor for the Physical Environment in Operational Phase

علامت های اختصاری	ضریب تاثیر	شدت اثر	تعداد اثر مثبت	تعداد اثر منفی	مجموع کل ارزش‌ها		ارزش نرمال شده	
					مثبت	منفی	مثبت	منفی
CPM	۱/۸۷۵	۱	۱۵	۴۰	۱۹۳/۱	۱۵۷/۵	۱/۰۷	۴/۵۵
		۲	۳۵	۲۲			۵/۰۰	۵/۰۰
		۳	۶	۰			۱/۲۹	۰
PPM	۰/۹۳۸	۱	۱۷	۳۴	۲۳/۵	۷۵/۰	۰/۶۱	۱/۹۳
		۲	۱	۲۳			۰/۰۷	۲/۶۲
		۳	۲	۰			۰/۲۱	۰
CPI	۱/۵	۱	۰	۱۱	۰	۳۱/۵	۰	۱/۰۰
		۲	۰	۵			۰	۰/۹۱
		۳	۰	۰			۰	۰
PPI	۰/۷۵	۱	۰	۲	۰	۴/۵	۰	۰/۰۹
		۲	۰	۲			۰	۰/۱۸
		۳	۰	۰			۰	۰
PTI	۰/۳۵	۱	۱	۱۱	۰/۳۵	۳/۸۵	۰/۰۱	۰/۲۳
		۲	۰	۰			۰	۰
		۳	۰	۰			۰	۰
CTI	۰/۷	۱	۰	۲۵	۰	۷۰	۰	۱/۰۶
		۲	۰	۳۳			۰	۲/۸۰
		۳	۰	۳			۰	۰/۳۸
PPL	۱/۱۲۵	۱	۴	۴	۱۵/۸	۱۵/۸	۰/۱۷	۰/۲۷
		۲	۵	۵			۰/۴۳	۰/۶۸
		۳	۰	۰			۰	۰
CTM	۰/۸۷۵	۱	۰	۲	۰	۷	۰	۰/۱۱
		۲	۰	۳			۰	۰/۳۲
		۳	۰	۰			۰	۰
PTL	۰/۵۵۲	۱	۰	۱	۰	۰/۵۵	۰	۰/۰۳
		۲	۰	۰			۰	۰
		۳	۰	۰			۰	۰
CPL	۲/۲۵	۱	۶	۲	۲۷	۲۲/۵	۰/۵۱	۲۷۰
		۲	۳	۴			۰/۵۱	۱/۰۹
		۳	۰	۰			۰	۰
CTL	۱/۲۵	۱	۰	۱	۰	۳/۷۵	۰	۰/۰۸
		۲	۰	۱			۰	۰/۱۵
		۳	۰	۰			۰	۰

PTM	۰/۴۳۸	۱	۱	۰	۰/۴۴	۰/۸۸	۰/۰۲	۰
		۲	۰	۱			۰	۰/۰۵
		۳	۰	۰			۰	۰
جمع کل		۹۶		۲۳۵	۲۶۰/۲	۳۹۲/۸	۹/۹۱	۲۳/۸۱

نتیجه‌گیری

ارزیابی محیط‌زیستی یکی از ابزارهای مهم مدیریت، تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی و یکی از ارکان توسعه پایدار می‌باشد. سدها در مراحل مختلف ساخت و بهره برداری تاثیر عمیقی بر محیط‌زیست پیرامون خود بر جای می‌گذارند. در ارزیابی محیط‌زیستی سد پیغام‌چای کلیبر از مقایسه دو روش آیکولد مرسوم و اصلاح‌شده استفاده گردید و در نهایت نیز با نرمال‌سازی نتایج، شرایطی ایجاد شد تا بتوان از مبانی تصمیم‌گیری روش لئوپولد ایرانی جهت تصمیم‌گیری مناسب استفاده گردد. بر اساس بررسی‌های انجام شده بر مبنای روش آیکولد مرسوم مشخص گردید که تعداد اثرات دایم به تفکیک مثبت و منفی معادل ۹۴ و ۱۵۴ و ارزش آن‌ها به‌همان‌ترتیب معادل ۱۵۴+ و ۲۱۶- بوده است. این تعداد و به‌همان‌ترتیب برای اثرات موقت معادل ۲ و ۸۱ و ارزش آن‌ها نیز معادل ۲+ و ۱۲۵- بوده است. استفاده از روش آیکولد اصلاح‌شده با ضرایب مورد نظر، ارزش‌های اثرات متفاوتی را نسبت به روش آیکولد مرسوم ایجاد نمود. این موضوع در نگاه اول نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن ضرایب تاثیر و شدت اثرات مختلف، نتایج منطقی‌تری تولید شده که تصمیم‌گیری را سهل‌تر خواهد نمود. این تفاوت نشان داد که اصولا یکسان‌گرفتن ارزش اثرات مختلف شامل قطعی، موقت، محتمل، کوتاه‌مدت و غیره منطقی نیست و لذا روش آیکولد اصلاح‌شده و با فرض پذیرش ضرایب پیشنهادی برای آن، دارای برتری نسبت به روش مرسوم است. ارزش اثرات مثبت و منفی این روش به ترتیب ۲۶۰/۲+ و ۳۹۲/۸- بود. با هدف قیاس این نتایج با مبانی تصمیم‌گیری روش لئوپولد ایرانی، از نرمال‌سازی ارزش اثرات بر اساس رابطه‌ی ۱ استفاده شد. در نهایت نیز ارزش کل اثرات محیط فیزیکی به تفکیک مثبت و منفی و از تقسیم مجموع اثرات هر بخش بر تعداد اثرات تعیین شد که حاکی از ارزش ۰/۸۳+ و ۱/۰۸- به ترتیب برای اثرات مثبت و منفی است. این ارقام نشان می‌دهند که بر اساس دامنه‌ی تصمیم‌گیری ارزش‌ها در روش لئوپولد ایرانی، اثرات بر محیط فیزیکی دارای پیامدهای منفی ضعیف و پیامدهای مثبت ناچیز است که البته بیلان آن نیز با رقم ۰/۲۵- حاکی از پیامدهای منفی ناچیز است و لذا اجرای پروژه از این نظر و البته فقط برای محیط فیزیکی با انجام طرح‌های اصلاحی قابل اجرا است. نتایج این تحقیق نشان داد که با استراتژی ارایه شده در این تحقیق (نرمال‌سازی نتایج روش آیکولد اصلاح‌شده)، می‌توان از این روش به نحو موثری استفاده نمود و در این صورت نیازی به استفاده از دو روش هم‌زمان برای ارزیابی نخواهد بود. از این روش به خوبی می‌توان در محیط‌های مختلف یک طرح به تفکیک استفاده نمود و در نهایت نیز با نرمال‌سازی مجدد نتاج، تصمیم مناسب را برای کل طرح بر اساس مبانی تصمیم‌گیری روش لئوپولد ایرانی اتخاذ نمود. پیشنهاد می‌شود از استراتژی به‌کاررفته در این تحقیق برای پروژه‌های مختلف طرح‌های منابع آب و خصوصا مواردی که قبلا ارزیابی شده است، استفاده گردد تا ضمن ارایه‌ی نقاط ضعف و قوت آن، ارزیابان محیط‌زیستی با کاربرد این روش آشنا شوند.

Reference

1. Piri, H., 2011, Environmental Impact Assessment of Chah Nimeh Four Construction in Zabol. Town and Country Planning, 3(5): 145-163. (In Persian)
2. Guidelines for Assessing the Effects of Dam Construction Projects on the Environment (Detailed Stage), No 250-A, Iran Water Resources Management Co., Office of Standards and Technical Criteria, 2005, Tehran, Iran. (In Persian)
3. Committee, I. M., Environmental Impact Assessment: Guidelines for Application to Tropical River Basin Development. Mekong Secretariat, ESCAP, Bangkok,1982.
4. Nazariha, M. & Alinejad, S., 2002, Planning for Improvement and Reduction of Environmental Negative Effects of Shahid Rajaee Dam, Journal

of Environmental Studies, 28(30), pp. 9-18. (In Persian)

5. Canter, L. W., Environmental Impact Assessment. McGraw-Hill New York,1977.
6. Razmjooy, Y. & Ganjineh, N., 2013, Assessment of Environmental Consequences of Safadasht Wastewater Treatment Plant by Pastakia Matrice Method, 16th National Conference on Environmental Health, Tabriz University of Medical Sciences. (In Persian)
7. Mirzaee, M., Salmanmahini, A., Mirkarimi, H. & Moradi, H., 2014, Application of Mathematical Matrices to Environmental Impact Assessment of Compost Plant (Case Study: Golpayegan City, Isfahan Province), Environmental Researches, 4(8), pp. 117-130. (In Persian)
8. Sayadi, A., Khodadadi, D. & S. Partani, 2009, Environmental Impact Assessment of Gotvand Hydro-Electric Dam on the Karoon River Using ICOLD Technique. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Environmental and Ecological Engineering, 3(6), pp. 118-125.
9. Mousavi, S.H., Sheikh Goodarzi, M. & Kaviani. A., 2013, Comparison of two Methods of Modified LEOPOLD Matrix and ICOLD Matrix in Assessing the Environmental Impacts of the Koor (Nahang) Dam in Sistan and Baluchestan Province, Journal of Environmental Management and Planing, 2(6), pp. 15-24. (In Persian)
10. Javadi Pirbazari, S., Mohammadi, K. & Khodadadi, A., 2007, Environmental Assessment of Gotvand Dam Using the Combination of the ICOLD and Leopard Matrices, 7th International Conference on River Engineering, Water and Power Organization of Khuzestan, Shahid Chamran University of Ahvaz. (In Persian)
11. Falahatkar, S., Sadeghi, A. & Soffianian, A. Environmental Impact Assessment of Ghameshloo Highway using ICOLD Matrix and Checklist. Town and Country Planning, 2010; 2(2), pp. 110-130. (In Persian)
12. Gholamalifard M., Mirzaei M., Hatamimanesh M., Riyahi Bakhtiari A. & Sadeghi M., 2014, Application of Rapid Environmental Impacts Assessment Matrix and Iranian Matrix in Environmental Impact Assessment of Solid Waste Landfill of Shahrekord, Journal of Shahrekord University of Medical Sciences, 16 (1), pp. 31-46. (In Persian)
13. Khodabakhshi, B. & Jafari, H., 2010, Environmental Impact Assessment of Water Resources Development Projects Using the Electre_TRI Model (A Case Study of Ardebil Reservoir, Drainage, and Irrigation Network), Bimonthly Journal of Water and Wastewater, 21(3), pp. 64-74. (In Persian)
14. No Name, 2008, Environmental Impact Assessment of Dam and Irrigation and Drainage Networks PeyghanChay Dam- Kaleybar, Yekom Consulting Engineers, Volume 1. (In Persian)
15. No Name, 2001, Studies on the Development of Exploitation of the Peyghamchay River-Kaleybar, Meteorological Report, Nahad Ab

Consulting Engineers, Volume I. (In Persian)
16. No Name, 2006, Environmental Impact Assessment Report of Kaleybar-Jananlou Road, Aria Zist Sanat Engineering Corporation. (In Persian)
17. No Name, 2008, Environmental Impact Assessment of Dam and Irrigation and Drainage Networks of PeyghamChay Dam, Yekom Consulting Engineers, Volume II. (In Persian)
18. Karimi, S., Salehi Moayyed, M. & Jafari, H.R., 2008, A New Method of Utilizing Water Resources in Dry Land Watersheds (Case study: Marvast Dam-Iran), Journal of Environmental Studies, 34(47), pp. 87-98. (In Persian)
19. Jozi, S.A., Specialized Environmental Impact Assessment Course, Seventh Training Pack, Assessment and Analysis of Data. (In Persian)
20. Behnia, A. & Abdollahi PourArki, A., 2011, Application of ICOLD and LEOPOLD Matrices in Environmental Assessment of Dam Construction (Jangabad Dam), 4th Environmental Engineering Conference, Tehran University. (In Persian)
21. Valizadeh S. & Shekari, Z., 2015, Evaluation of Iranian Leopold Matrix application in the Environmental Impact Assessment (EIA) of Solid Waste Management Options in Birjand City, Iranian Journal of Health and Environment, 8(2), pp. 249-262. (In Persian)
22. Seyyed Seraji, M. H., 2013, Analysis and Evaluation of Environmental Assessment Methods for ICOLD and LEOPOLD Matrices in Dams (Case Study: Azizakian Reservoir Dam), M.Sc. Thesis, Water and Power Engineering University (Shahid Abbaspour), Faculty of Civil and Environmental Sciences. (In Persian)
23. Jozi, S.A., ShakouriPour Ghasemabadi, M. & Nazakati, R., 2013, Environmental Impact Assessment of Taleghan Dam in Operation Phase Using Integrated Methods of ICOLD and AHP, 11th National Conference on Environmental Impact Assessment, Iran's Environmental Assessment Society, Environmental Protection Agency, Tehran, Iran. (In Persian)