

ارزیابی پایداری محلی با روش IUCN در زمان‌های پیش و پس از اجرای پروژه‌ی تغذیه مصنوعی (مطالعه موردی: روستای کال / استان فارس)

حسن مقیم^۱؛ حنا محمدی کنگرانی^{۲*} و رشک حلی‌ساز^۳

۱- دانشجوی دوره دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری دانشگاه هرمزگان

۲- دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه هرمزگان

۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه هرمزگان

(تاریخ دریافت ۹۷/۱۰/۰۳-تاریخ پذیرش ۹۷/۱۱/۱۷)

چکیده:

همواره نقش پروژه‌های تغذیه مصنوعی در پایداری توسعه مناطق مد نظر بوده است. در این پژوهش با ارزیابی پایداری روستای کال در دو زمان پیش و پس از اجرای پروژه تغذیه مصنوعی (۱۳۹۵-۱۳۸۵) با استفاده از روش IUCN و بر اساس روش دلفی کلاسیک (بر اساس تقسیم‌بندی وردنبرگ) و در سه گام و به صورت تکمیل فرم نظر خواهی و مصاحبه رودررو و با استفاده از روش گلوله‌برفی به این نقش پرداخته شده است. این روش امکان مقایسه‌ی شرایط موجود منطقه را با وضعیت ایده‌آل خود یعنی توسعه‌ی کامل انسانی و یک اکوسیستم سالم و مولد فراهم می‌آورد. در این پژوهش در دو بخش اکوسیستم و رفاه انسانی از شش معیار و ۱۴ شاخص) معیارهای آب و پوشش گیاهی هر کدام سه شاخص و معیارهای خاک، جمعیت، فقر و کاربری هر یک دو شاخص) استفاده شده است. در این تحقیق از نظرات ۱۶ خبره استفاده شده است. نتایج نشان داد، میزان پایداری بخش اکوسیستم در پیش و پس از اجرای پروژه در وضعیت متوسط (۵۰/۰۷ و ۵۱/۰۳) می‌باشد که با شیب ملایم روند صعودی دارد. میزان پایداری بخش انسان در حالت پایداری متوسط در پیش از اجرا (۵۰/۴۷) به حالت تقریباً پایدار در پس از اجرا (۶۱/۱۳) ارتقاء پیدا کرده است. همچنین از میان شاخص‌ها، شاخص‌های EC (۲۶) به ۲۱/۸، تصرف اراضی (۹۲ به ۸۳/۶) و تبدیل مراتع (۸۰ به ۶۵) از دیدگاه پایداری توسعه سیر نزولی پیدا کرده‌اند. در مجموع، محدوده‌ی روستای کال در پیش و پس از اجرای پروژه در وضعیت پایداری متوسط می‌باشد که با شیب ملایم روند صعودی دارد.

کلید واژگان: ارزیابی پایداری، شاخص، روش IUCN، تغذیه مصنوعی، استان فارس

۱. مقدمه

پروژه‌های تغذیه مصنوعی (آبخوان‌داری) از جمله پروژه‌های آبی می‌باشند که بر روی محیط زیست و جوامع انسانی منطقه‌ی خود، به ویژه بر روی منابع آب زیرزمینی، اثر بخشی زیادی دارند (Kowsar, 2005-Parimalarenganki & Elango, 2015-Abraham & Mohan, 2015-Mirlas, 2015). توجه به رابطه‌ی دو مقوله‌ی آب و توسعه (Abuaeid, 1998-Sidiri et al., 2018)، این پروژه‌ها با رسالت تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها، عملاً در مسیر توسعه بخشی به مناطق تحت نفوذ خود می‌باشند. پرسشی که در این خصوص قابل طرح می‌باشد، این است که آیا پروژه‌های تغذیه مصنوعی همسو و هم‌راستا با اهداف توسعه پایدار می‌باشند و یا تنها به توسعه‌ی مناطق بدون لحاظ پایداری بسنده می‌کنند؟ در صورت ناهمسو بودن این پروژه‌ها با مفاهیم و اهداف توسعه پایدار، نه تنها با ساخت این گونه پروژه‌ها منطقه به پایداری نمی‌رسد، بلکه پتانسل‌ها و امکانات متعلق به نسل آینده مصرف گردیده و فرصت رسیدن به پایداری از نسل کنونی و همچنین نسل‌های آینده گرفته می‌شود. از این رو، لازم است این گونه پروژه‌ها مورد اندازه‌گیری یا سنجش پایداری قرار گیرند تا وضعیت پایداری آن‌ها از دیدگاه توسعه مشخص گردد. هدف از اندازه‌گیری یا سنجش پایداری، ارائه‌ی نمایی کلی از وضعیت پایداری در دامنه نفوذ است که می‌تواند به صورت طیفی از پایداری ارزیابی کامل تا ناپایداری کامل امتداد یافته و در نهایت زمینه‌های شناسایی عوامل مؤثر بر پایداری را فراهم کند (Schlor et al., 2013). به عبارت دیگر،

ارزیابی از ابزارهای مهم توسعه پایدار است که زمینه‌ی پیش‌فرایندهای پایداری در سطوح مختلف توسعه را می‌سنجد (Xing et al., 2013). Li و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از ۲۳ شاخص به ارزیابی پایداری یک پروژه تغذیه مصنوعی در منطقه کوهستانی کارستی واقع در جنوب غربی چین پرداختند و در این راستا، از روش AHP و آنالیز سیستماتیک هیدرولوژی اقتصادی - اجتماعی و محیط زیستی استفاده نمودند. ارزیابی پروژه از چهار دیدگاه وضعیت منابع آب زیرزمینی، اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی نشان داد که روش ابداعی آن‌ها می‌تواند برای مناطق مشابه مورد استفاده قرار گیرد. همچنین اعلام داشتند پایداری منابع آب رابطه تنگاتنگی با توسعه پایداری اقتصادی و اجتماعی دارد. Mattas و همکاران (۲۰۱۴) در حوزه آبخیز رودخانه گالی کوس^۱ در شمال یونان، طرح مدیریت جامع منابع آب زیرزمینی را با استفاده از مدل DPSIR و GIS ارائه دادند. مهم‌ترین فشار بر روی منابع آبی این حوزه آبخیز را برداشت بی‌رویه از منابع، کاهش کیفیت آب و کاهش تغذیه طبیعی رودخانه بیان کردند. Taherisaffar و همکاران (۲۰۱۵) طی پژوهشی به ارزیابی اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی احداث سد بار^۲ در شهرستان نیشابور با استفاده از ماتریس لئوبولد پرداخته و نتیجه گرفتند که طرح توسعه‌ای احداث سد دارای اثرات محیطی بر محیط فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی می‌باشد. نتایج پژوهش، گزینه سد مخزنی بار را گزینه برتر و نهایی معرفی می‌کند. Pires و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی با تعیین ۱۷۰ شاخص برای چهار بُعد اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و نهادی در یک

۱- Gallkos

۲- Bar

منطقه‌ی یانان^۵ کشور چین به ارزیابی پایداری محلی در زمینه‌های مختلف از جمله توریسم و معدنکاری، تولید انرژی و بهسازی بهداشت محیط زیست از روش IUCN استفاده کرده‌اند. در پژوهش حاضر، پروژه تغذیه مصنوعی روستای کال در شهرستان لامرد از استان فارس که یکی از پروژه‌های موفق از نظر اثربخشی و تغذیه آبخوان زیردست می‌باشد، مورد ارزیابی پایداری و مشخص نمودن اثرات این پروژه بر روی پایداری روستای کال در دو زمان پیش و پس از اجرا (با فاصله زمانی ده سال) قرار گرفته است. در این پژوهش، از روش ارزیابی پایداری اتحادیه‌ی بین‌المللی حفاظت از طبیعت استفاده گردیده است تا مشخص شود که این پروژه تغذیه مصنوعی از منظر پایداری اکولوژیکی و اقتصادی - اجتماعی در چه وضعیتی قرار دارد. لازم به ذکر است، ارزیابی پروژه‌های تغذیه مصنوعی برای نخستین بار است که در کشور انجام می‌شود که فرض بر پایداری اینگونه پروژه‌ها از منظر آبخوان‌داری، می‌تواند یکی از دلایل عدم پرداختن به آن‌ها در کشور باشد.

۲. مواد و روش‌ها

پروژه تغذیه مصنوعی کال در ۸۰ کیلومتری شرق شهر لامرد (۳۷۰ کیلومتری شهر شیراز) و در جنوب استان فارس واقع می‌باشد. مختصات این پروژه ۷۸۳۵۹۱ و ۳۰۱۶۲۵۵ بوده و حوزه آبخیز آن ۱۲۵ کیلومتر مربع وسعت دارد. این پروژه از جمله پروژه‌های موفق و تأثیرگذار از دیدگاه تغذیه مصنوعی آبخوان زیردست به همراه مهار سیلاب‌های فصلی در استان فارس به شمار می‌آید. پروژه تغذیه مصنوعی

منطقه پایلوت با استفاده از روش DPSIR به بررسی ابعاد تأثیرگذاری شاخص‌ها پرداختند. در این پژوهش تلاش گردیده معیارها و شاخص‌های ارزیابی پایداری در خصوص پروژه‌های تغذیه مصنوعی تعریف و تعیین گردد، اشاره کرد. یکی از روش‌های ارزیابی توسعه پایدار، روش اتحادیه‌ی بین‌المللی حفاظت از طبیعت یا IUCN می‌باشد که به طور همزمان، سلامت انسان و اکوسیستم را ارزیابی و میزان پیشرفت به سمت پایداری را اندازه‌گیری می‌کند (Guijt & Moissv, 2001). پژوهشگران داخلی و خارجی متعددی به منظور ارزیابی حوزه‌های آبخیز و همچنین ارزیابی پایداری منابع آب از این روش استفاده کرده‌اند. از جمله‌ی این تحقیقات می‌توان به Zahedi Amiri (۲۰۰۵)، Teymori و همکاران (۲۰۱۳)، Asadinalivand و همکاران (۲۰۱۴) و Mahmoudi و همکاران (۲۰۱۵) اشاره نمود که به ترتیب در ناحیه عرفی منج از توابع شهرستان لردگان استان چهارمحال و بختیاری، حوزه آبخیز زیدشت منطقه‌ی طالقان در استان البرز، جنگل‌های خیرود کنار و گلبنند و حوزه آبخیز دروک استان گلستان را انتخاب کرده و با استفاده از روش IUCN پایداری مناطق مورد مطالعه خود را تعیین کرده‌اند. در رابطه با منابع لاتین نیز کشورهای مختلف آسیایی به منظور ارزیابی پایداری از روش IUCN استفاده کرده‌اند. Chan و همکاران (۲۰۰۹)، Mascarenhas و همکاران (۲۰۱۰)، Canavese و همکاران (۲۰۱۴)، Huang و Ali (۲۰۱۵) به ترتیب، در منطقه‌ی رودخانه لانگ دوآ در حوالی شهر پکن، ناحیه الگارو^۴ کشور پرتغال، در حوالی رودخانه لانگ دوآ چین و در

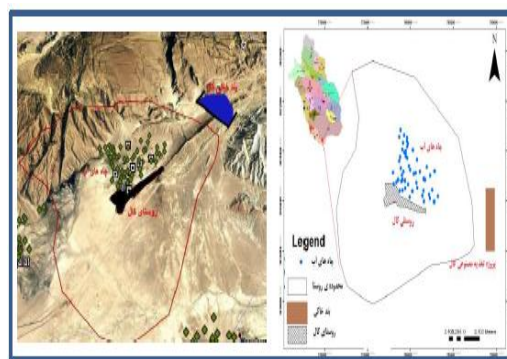
۵ - Yunnan

۳- Langdo

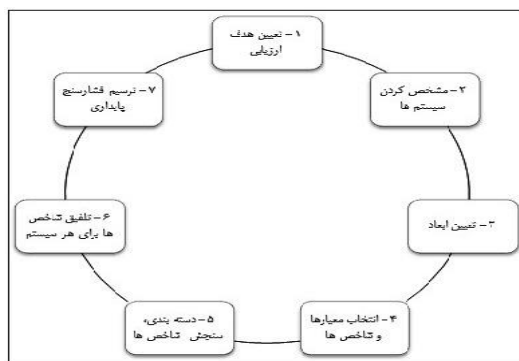
۴ - Algarve

می‌باشد که دارای مرکز بهداشتی درمانی، داروخانه، خانه بهداشت، دفتر مخابرات و بانک است. شکل ۱، موقعیت پروژه بند خاکی و روستای کال در استان فارس و شهرستان لامرد را نمایش می‌دهد. روش استفاده شده در این پژوهش که روش اتحادیه‌ی بین‌المللی حفاظت از طبیعت بوده و به اختصار به آن IUCN می‌گویند، از یک فرایند هفت‌گامی تشکیل گردیده است. این روش، پایداری دو بخش سلامت اکوسیستم و سلامت یا رفاه انسانی را در بر گرفته و آن را به یک تخم مرغ با سفیده (اکوسیستم) و زرده (مردم) تشبیه می‌کند (Guijt & Moiseev, 2001). مطابق این تعبیر، زمانی یک تخم مرغ خوب و سالم است که هر دو بخش آن سلامت به سر ببرند. هفت گام روش IUCN در شکل ۲، نشان داده شده است (Guijt & Moiseev, 2001). با توجه به اثربخشی پروژه‌های تغذیه مصنوعی بر روی ابعاد مختلف زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی منطقه (Kowsar, 2005-Parimalarengangaki & Elango, 2015- Abraham & Mohan, 2015- Mirilas, 2015) با روش IUCN می‌توان جنبه‌های مختلف اثربخشی پروژه‌های تغذیه مصنوعی را در دو بخش اکوسیستم (زیست محیطی) و رفاه انسانی (اقتصادی و اجتماعی) مورد ارزیابی پایداری قرار داد

کال با تغذیه آبخوان روستای کال که بخشی از آبخوان بزرگ دشت کال می‌باشد، توانسته است در پویایی کشاورزی منطقه نقش مهمی را ایفا نماید. از مهم‌ترین دلایل انتخاب پروژه برای ارزیابی پایداری محلی می‌توان به مقبولیت بالای پروژه در میان اهالی روستا و منطقه، شاخص بودن پروژه از نگاه متولیان دولتی، وجود مطالعات نظام‌مند پیش از اجرای پروژه در زمینه‌های مختلف، گذشت ۱۰ سال از زمان ساخت و آگیری‌های متعدد پروژه اشاره کرد. همچنین پروژه مذکور در شرق روستای کال و در بالادست اراضی کشاورزی این روستا قرار گرفته و از سیلاب‌های فصلی منطقه تغذیه می‌شود. این پروژه در قالب بند خاکی توسط معاونت آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس در سال ۱۳۸۴ مطالعه و در سال ۱۳۸۶ ساخته شده است. روستای کال با ۱۸۰۱ نفر جمعیت، در حال حاضر دارای ۱۰۸۵ هکتار زمین کشاورزی می‌باشد. میزان اراضی با کاربری مرتع در پیرامون این روستا نزدیک به ۷۶۰۰ هکتار است. منابع آبی این روستا و زمین‌های کشاورزی آن تماماً از آب‌های زیرزمینی و به صورت چاه‌های بهره برداری کشاورزی تأمین می‌گردد. شغل غالب ساکنان این روستا، کشاورزی و دامداری است. روستای کال از جمله روستاهای برخوردار در جنوب استان فارس



شکل ۱- موقعیت پروژه و روستای کال در استان و منطقه



شکل ۲- گام‌های هفت‌گانه ارزیابی پایداری در روش IUCN (Guijt & Moiseev, 2001)

۲-۱. گام اول: تعیین هدف ارزیابی

هدف از ارزیابی در این پژوهش، شناسایی وضعیت پایداری در دو بازه‌ی زمانی پیش و پس از اجرای پروژه‌ی تغذیه مصنوعی کال (سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۸۵) می‌باشد. ارزیابی پایداری در این دو بازه با هدف تعیین وضعیت پایداری توسعه‌ی منطقه در پیش و پس از اجرای پروژه انجام شده است.

۲-۲. گام دوم: مشخص کردن سیستم‌های مورد

ارزیابی

در روش IUCN دو سیستم یا بخش اکوسیستم (محیط زیست) و انسان مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در این پژوهش، بخش اکوسیستم در چارچوب محدوده‌ی روستای کال و اراضی ملی آن که همگی در زیردست تغذیه مصنوعی کال واقع می‌باشند، در نظر گرفته شده است. بخش انسانی پژوهش نیز جامعه‌ی انسانی روستای کال که در واقع ذینفعان پروژه‌ی تغذیه مصنوعی می‌باشند، انتخاب گردیده است.

۲-۳. گام سوم: تعیین ابعاد و عناصر پایداری

ابعاد، جوانب پایداری هر سیستم را از طریق مجموعه‌ای از عناصر مشخص می‌کند (Mahmoudi

et al., 2015). در این پژوهش با الگوبرداری از روش IUCN و توجه ویژه به تحقیقات همسو، ابعاد پایداری که شامل ابعاد زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی می‌باشند، تعیین و مشخص گردیده است.

۲-۴. گام چهارم: انتخاب معیارها و شاخص‌ها

با توجه به این که معیارها و شاخص‌های انتخابی باید در مرحله اول نشانگر هدف ارزیابی در هر بخش و بعد مخصوص به خود باشد و همچنین لازم است در کنار قابلیت اندازه‌گیری، جمع‌آوری داده‌های آن نیز امکان پذیر باشد (Asadinalivand, 2014)، انتخاب معیارها و شاخص‌ها بر اساس الگوی زیر شکل ۳ و بر مبنای مطالعات تطبیقی منابع مرتبط (Shi & Xia, 2011-FRWMOI, 2010- Mattas et al., 2010-Li et al., 2013 -Yari Hesar et al., 2013-Molden & Belharz, 2013-Teymori et al., 2013-Asadinalivand, 2014- Mahmoudi et al., 2015- Taherisaffar et al., 2015- Zhang, 2017- Pires et al., 2016) صورت گرفته است. پس از انتخاب معیارها بر اساس مرور تطبیقی منابع مرتبط، معیارها و شاخص‌ها جهت نظرخواهی در اختیار خبرگان قرار داده شد. روش نظرخواهی از خبرگان بر مبنای روش دلفی کلاسیک (بر اساس تقسیم‌بندی وردنبرگ^۶)، در سه گام و به صورت تکمیل فرم نظرخواهی^۷ انجام شد. این روش، به حوزه‌ی روش‌های پیش‌بینی مکاشفه‌ی ذهنی یا شهودی تعلق دارد. روش دلفی کلاسیک دارای مشخصاتی همچون گمنامی متخصصین، تکرار یا

۷- Delphi Method

۶- Verdenberg

اطلاعات مربوط به زمان پس از اجرا (۱۳۹۵) از شرکت آب منطقه‌ای فارس جمع‌آوری گردیده است. معیار پوشش گیاهی: در این معیار نیز از سه شاخص تاج پوشش، تنوع گونه‌ای و گونه‌های مهاجم استفاده شده است. اطلاعات مربوط به زمان پیش از اجرا از مطالعات موجود استخراج گردید. اطلاعات مربوط به پس از اجرا در خصوص تاج پوشش با انجام عملیات میدانی و به روش پلات اندازی و ترانسکت به تعداد حداقل ۱۰ نمونه در هر ترانسکت و با استفاده از فرم‌های ارزیابی پوشش گیاهی، جمع‌آوری شده است. معیار خاک: در این معیار دو شاخص شوری خاک و فرسایش ویژه خاک تعیین گردید. اطلاعات مربوط به بازه زمانی پیش از اجرا از مطالعات موجود استخراج گردید. برای اطلاعات مربوط به بازه زمانی پس از اجرا برای شاخص فرسایش ویژه خاک نیز از روش MPSIAC استفاده شد. همچنین برای شاخص شوری خاک با نمونه برداری و انجام آزمایش‌های مربوطه، اطلاعات مورد نیاز تهیه گردید.

ب- معیارها و شاخص‌های انتخابی در بخش انسانی

معیار جمعیت: در این معیار دو شاخص بعد خانوار (نسبت تعداد جمعیت به تعداد خانوار) و تراکم جمعیت (نسبت تعداد جمعیت به مساحت روستا - کیلومتر مربع) معرفی شده است. تمامی اطلاعات ارقام مورد نیاز مربوط به زمان پیش از اجرا از مطالعات موجود و آمار و اطلاعات مورد نیاز زمان پس از اجرا از آمار نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ استخراج شده است. معیار فقر: در این معیار دو شاخص نرخ اشتغال (۱۰۰* کل جمعیت/جمعیت شاغل) و نرخ باسوادی (۱۰۰* کل جمعیت شش ساله و بیشتر/جمعیت با

بازگویی، روند کنترل شده، گزارش آماری پاسخ‌های گروه و تمرکز بر اجماع می‌باشد. روش دلفی به منظور ترویج یک مناظره‌ی صحیح، مستقل از شخصیت افراد طراحی شده است. یک مطالعه‌ی دلفی شامل جمع‌آوری نظرات کارشناسان در دفعات متعدد به وسیله‌ی تکرار چند دور ارسال پرسشنامه و مصاحبه می‌باشد. در واقع پرسشنامه به همراه مصاحبه، ابزاری است برای ارتباط بین کارشناسان و تأثیر گذاشتن آنها بر یکدیگر. رمز موفقیت روش دلفی، در انتخاب شرکت کنندگان آن می‌باشد. از آنجایی که نتایج روش دلفی به دانش و معلومات اعضای گروه وابسته است، حضور اشخاصی که احتمال می‌رود دارای نظرات کارشناسی بالاتری هستند، ضروری است (Kennedy, 2004). تعداد ۱۶ نفر از خبرگان جهت نظردهی به روش گلوله‌برفی^۸ انتخاب گردیدند. دلیل استفاده از روش گلوله‌برفی، دستیابی به افراد خبره و کارشناسان آگاه به موضوع از یک جامعه گسترده می‌باشد. پس از مشخص شدن اجماع نظرات خبرگان، معیارها و شاخص‌های منتخب تعیین و بر اساس قابلیت دسترسی اطلاعات در دو زمان پیش و پس از اجرای پروژه تغذیه مصنوعی، پالایش شدند. بعد از تطبیق معیارها و شاخص‌های پالایش شده با شرایط محلی و منطقه‌ای، معیارها و شاخص‌های نهایی تعیین گردیدند. در این گام، با انتخاب محدود معیارها و شاخص‌های اساسی، تلاش گردید فرایند ارزیابی ساده‌سازی شود. معیارها و شاخص‌های انتخابی در دو بخش اکوسیستم و انسانی به شرح زیر می‌باشند:

الف- معیارها و شاخص‌های انتخابی در بخش اکوسیستم

معیار آب: در این معیار از سه شاخص SAR، TDS و EC استفاده شده است. اطلاعات مربوط به زمان پیش از اجرا (۱۳۸۵) از مطالعات موجود استخراج و

۸-Snowball

(روش گلوله‌برفی از روش‌های نمونه‌گیری آسان است. این روش در

مواردی که دسترسی به افرادی که دارای ویژگی‌های مورد نظر پژوهشگر می‌باشند، مشکل است، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Burns and Grove, 1993).

شاخص‌های تاج پوشش، تنوع گونه‌ای، نرخ اشتغال و نرخ باسوادی در دسته‌ی نخست و شاخص‌های TDS، SAR، گونه‌های مهاجم، فرسایش ویژه خاک، شوری خاک، بُعد خانوار، تراکم جمعیت، تصرف اراضی ملی و تبدیل مراتع در دسته‌ی دوم قرار می‌گیرند. کلیه شاخص‌ها بر اساس الگوی پرسکات آلن^۹ به صورت جدول ۱، طبقه بندی گردیده‌اند. برای تعیین ارزش هر شاخص از دسته‌ی نخست، محاسبات طبق دستورالعمل روش IUCN انجام گرفته است. این محاسبات برای هر شاخص در دو زمان پیش و پس از اجرا انجام گردید. برای نمونه، برای شاخص تنوع گونه‌ای در زمان پیش از اجرا، ارزش واقعی برابر ۲۹ گونه تعیین شده است. ارزش واقعی این شاخص با توجه به تقسیم‌بندی داخلی شاخص در طبقه‌ی (۳۰-۱۰) و بر اساس طبقه‌بندی پرسکات آلن در طبقه‌ی (۴۰-۲۱) قرار می‌گیرد. از این رو، محاسبات طبق دستورالعمل روش به شرح زیر می‌باشد (روابط ۱ تا ۵).

سواد شش ساله به بالا) تعیین شده است. اطلاعات مربوط به زمان پیش از اجرا از مطالعات طرح هادی روستای کال (Javedansharpars, 2011) و اطلاعات مربوط به زمان پس از اجرا از اطلاعات و آمار نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ استخراج شده است.

معیار کاربری اراضی: در این معیار دو شاخص تصرف اراضی ملی و تبدیل مراتع به کاربری‌های مناسب تعیین گردید که اطلاعات هر دو بازه زمانی مورد نیاز از اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس و اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان لامرد جمع‌آوری شده است.

۲-۵. گام پنجم: طبقه‌بندی و ارزش دهی

شاخص‌ها

در این گام، شاخص‌ها بر اساس روند بهبود به دو دسته تقسیم گردیدند. دسته‌ی نخست، شاخص‌هایی که در آن‌ها ارزش بیشینه بهترین حالت و ارزش کمینه بدترین حالت است. دسته دوم، شاخص‌هایی که در آن‌ها ارزش کمینه بهترین حالت و ارزش بیشینه بدترین حالت می‌باشد. بر این اساس،



شکل ۳- روند انتخاب معیارها و شاخص‌های پایداری (منبع: مطالعه حاضر)

جدول ۱- الگوی طبقه بندی داخلی شاخص‌ها

وضعیت پایداری	پایدار	تقریباً پایدار	پایداری متوسط	تقریباً ناپایدار	ناپایدار
بازه امتیاز	۸۱-۱۰۰	۶۱-۸۰	۴۱-۶۰	۲۱-۴۰	۰-۲۰

(منبع: Yari Hesar و همکاران، ۲۰۱۳)

مشخص شد.

$$۲۹-۱۰=۱۹(۱) \quad ۲۰-۱۰=۲۰(۲) \quad ۲۰/۱۹=۰/۹۵(۳)$$

$$/۹۵*۲۰=۱۹(۴) \quad ۴۰-۱۹=۲۱(۵)$$

۷-۲. گام هفتم: ترسیم بارومتر پایداری

پس از مشخص شدن امتیازهای کلیه شاخص‌های هر معیار و پیرو آن هر یک از دو سیستم اکوسیستم و انسان، در گام آخر بارومتر (فشارسنج) پایداری ترسیم گردید (Guijt & Moiseev, 2001) تا وضعیت پایداری منطقه برای دو بازه‌ی پیش و پس از اجرای پروژه تغذیه مصنوعی تعیین شود.

برای شاخص‌های دسته دوم نیز طبق دستورالعمل روش IUCN عمل گردید. برای نمونه، شاخص TDS با ارزش واقعی ۹۲۱ میلی‌گرم برای زمان پس از اجرا تعیین شده است. این ارزش واقعی در طبقه‌ی (۵۰۰-۱۰۰۰) میلی‌گرم بر لیتر و در طبقه‌بندی پرسکات آن در طبقه‌ی (۴۱-۶۰) قرار می‌گیرد.

محاسبات برای این شاخص به شرح زیر است (روابط ۶ تا ۱۰). (۷) $۱۰۰۰-۵۰۰=۵۰۰$ (۶) $۹۲۱-۵۰۰=۴۲۱$

$$۵۰۰-۰/۴۲۱=۰/۸۴(۸) \quad ۰/۸۴*۲۰=۱۶/۸۴(۹)$$

$$۶۰-۸۴/۱۶=۴۳/۱۶(۱۰)$$

۳. نتایج

۳-۱. تعیین سیستم، بُعد، معیارها و شاخص‌ها

سیستم، ابعاد، معیارها و شاخص‌ها به همراه ارزش واقعی و امتیاز کسب شده‌ی شاخص‌ها در جدول ۲، ارائه شده است. در جداول ۳ و ۴، امتیاز معیارها، ابعاد و دو سیستم اکوسیستم و انسان در پیش و پس از اجرا را نشان می‌دهند. در شکل ۴ نیز رادار پایداری برای شاخص‌ها ارائه شده است.

۳-۲. گام ششم: تلفیق شاخص‌ها

در این گام، با جمع کردن امتیاز شاخص‌های هر یک از معیارها و محاسبه‌ی میانگین حسابی آن‌ها، امتیاز هر معیار تعیین گردید. همچنین با جمع کردن و محاسبه‌ی میانگین حسابی امتیاز معیارهای هر بُعد و هر سیستم، امتیاز نهایی هر یک از ابعاد و سیستم‌ها

جدول ۲- معیارها و شاخص‌ها در دو بخش اکوسیستم و انسانی و امتیازهای آن‌ها

سیستم	بُعد	معیار	شاخص	پیش از اجرا		پس از اجرا	
				ارزش	امتیاز	ارزش	امتیاز
اکوسیستم	زیست محیطی	آب	TDS	۸۴۵	۴۶/۲	۹۲۱	۴۳/۱۶
			SAR	۰/۷۹	۹۸/۶	۰/۸۰	۹۸/۶
			EC	۱۸۴۷	۲۶	۱۴۱۳	۲۱/۸
	گیاهی	تاج پوشش	٪۹	۷/۲	٪۱۴	۱۱/۲	
		تنوع گونه ای	۲۹	۲۱	۲۵	۲۵	
		گونه های مهاجم	۹۶/۵	۱/۴	۹۸/۴	۰/۶	
خاک	جمعیت	فرسایش ویژه خاک	۱۴۸	۸۵/۲	۲۰۵	۷۹/۶	
		شوری خاک	۰/۳۴	۸۲	۱/۴	۹۳	
		بُعد خانوار	۵/۱۲	۲۸/۸	۳/۸	۶۴	
انسان	اجتماعی	فقر	تراکم جمعیت	۱۰۳۴	۱۰	۱۰۴۰	۱۰
			نرخ اشتغال	۸۷/۲۱	۱۹/۴	۴۴/۷۷	۶۷/۸
	اقتصادی	کاربری اراضی	نرخ با سوادی	۸۲/۵۱	۷۲/۶	۸۶/۳۱	۷۶/۴
			تصرف اراضی ملی	٪۲	۹۲	٪۱/۴	۸۳/۶
		اراضی	تبدیل مراتع به	٪۱۰	۸۰	٪۳۵	۶۵

(منبع: نتایج تحقیق)

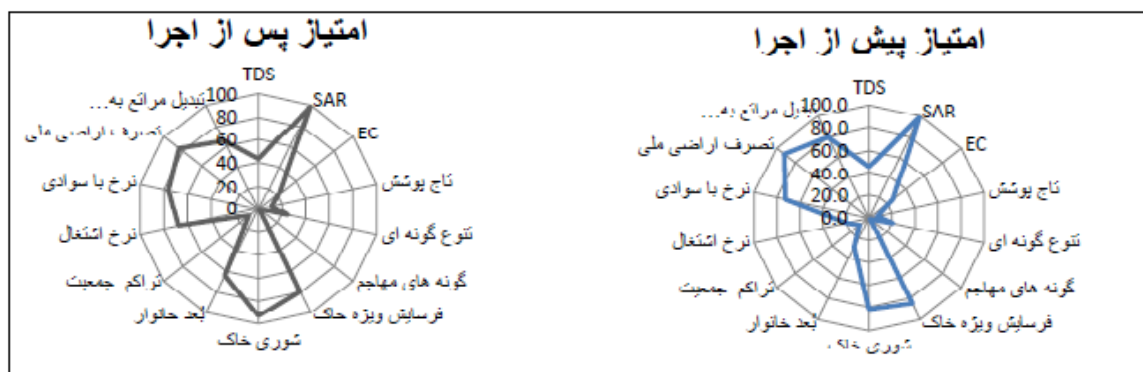
جدول ۳- امتیاز هر یک از معیارها، ابعاد و سیستمها (پیش از اجرا)

پیش از اجرا					
معیار	امتیاز	بُعد	امتیاز	سیستم	امتیاز
آب	۵۶/۹				
پوشش گیاهی	۹/۷	زیست محیطی	۵۰/۰۷	اکوسیستم	۵۰/۰۷
خاک	۸۳/۶				
جمعیت	۱۹/۴	اجتماعی	۱۹/۴		
فقر	۴۶	اقتصادی	۶۶	انسانی	۵۰/۴۷
کاربری اراضی	۸۶				

جدول ۴- امتیاز هر یک از معیارها، ابعاد و سیستمها (پس از اجرا)

پس از اجرا					
معیار	امتیاز	بُعد	امتیاز	سیستم	امتیاز
آب	۵۴/۵۲				
پوشش گیاهی	۱۲/۲۷	زیست محیطی	۵۱/۰۳	اکوسیستم	۵۱/۰۳
خاک	۸۶/۳				
جمعیت	۳۷	اجتماعی	۳۷		
فقر	۷۲/۱	اقتصادی	۷۳/۲	انسانی	۶۱/۱۳
کاربری اراضی	۷۴/۳				

(منبع جداول ۳ و ۴: مطالعه حاضر)



شکل ۴- رادار پایداری شاخصها (منبع: نتایج تحقیق)

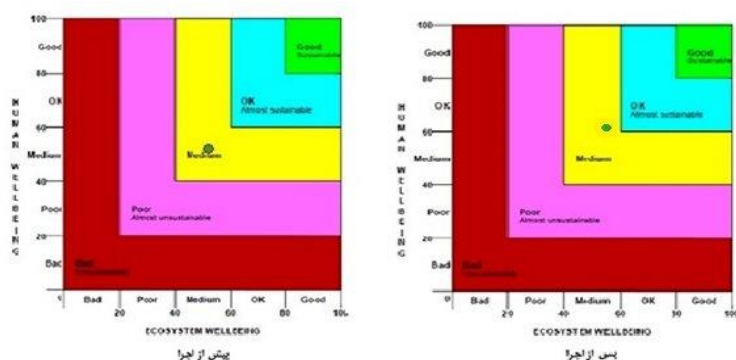
دارند. همچنین شاخص گیاهان مهاجم با امتیاز (۱/۴)، معیار پوشش گیاهی با امتیاز (۹/۷) و بُعد اجتماعی با امتیاز (۱۹/۴) پایین ترین وضعیت پایداری را در میان شاخصها، معیارها و ابعاد به خود اختصاص

بر اساس جداول بالا، در بازه‌ی پیش از اجرای پروژه، شاخص SAR با امتیاز (۹۸)، معیار کاربری اراضی با امتیاز (۸۶) و بُعد اقتصادی با امتیاز (۶۶) بالاترین وضعیت پایداری را در میان شاخصها، معیارها و ابعاد

بر اساس محاسبات انجام شده و امتیازهای به دست آمده، امتیاز متوسط بخش اکوسیستم برابر با ۵۰/۰۷ و امتیاز بخش انسانی برابر با ۵۰/۴۷ برای زمان پیش از اجرای پروژه و برای زمان پس از اجرای پروژه، امتیاز متوسط بخش اکوسیستم برابر با ۵۱/۰۳ و امتیاز بخش انسانی برابر با ۶۱/۱۳ برآورد گردیده است. با توجه به امتیازهای به دست آمده در دو زمان پیش و پس از اجرای بارومتر پایداری برای هر دو بازه‌ی زمانی مطابق شکل ۵ می‌باشد.

داده‌اند. در بازه‌ی زمانی پس از اجرای پروژه نیز شاخص SAR با امتیاز (۹۸/۶)، معیار خاک با امتیاز (۸۶/۳) و بُعد اقتصادی با امتیاز (۷۳/۲) بالاترین وضعیت پایداری را در میان شاخص‌ها، معیارها و ابعاد دارند. همچنین شاخص گونه‌های مهاجم با امتیاز (۰/۶)، معیار پوشش گیاهی با امتیاز (۳۷) و بُعد اجتماعی با امتیاز (۳۷) همچنان پایین‌ترین وضعیت پایداری را در میان شاخص‌ها، معیارها و ابعاد به خود اختصاص داده‌اند.

۲-۳. بارومتر پایداری



شکل ۵- بارومتر (فشارسنج) پایداری برای بازه‌ی پیش و پس از اجرا (منبع: نتایج تحقیق)

با محاسبه میانگین حسابی امتیازهای دو بخش اکوسیستم و انسانی برای دو زمان پیش و پس از اجرای پروژه که به ترتیب ۵۰/۲۷ و ۵۶/۰۸ می‌باشند، می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت پایداری کل منطقه در زمان پیش و پس از اجرای پروژه تغذیه مصنوعی در حالت متوسط و با یک شیب ملایم در وضعیت صعودی بسر می‌برد. همچنین علی‌رغم ثابت ماندن وضعیت پایداری اکوسیستم در پیش و پس از اجرای پروژه، وضعیت پایداری برخی از شاخص‌های سه معیار آب، پوشش گیاهی و خاک این سیستم، روند نزولی داشته‌اند. در این منطقه شاخص EC به عنوان یکی از نشانگر کیفیت آب، در وضعیت تقریباً ناپایدار به وضعیت ناپایدار می‌باشد که این خود یک اعلام خطر برای منابع آب زیرزمینی منطقه به شمار می‌آید. شاخص فرسایش

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده جداول ۳ و ۴ و همچنین اشکال ۴ و ۵ مشخص گردید که میزان پایداری بخش اکوسیستم در پیش و پس از اجرای پروژه تغییر محسوسی نداشته است و در هر دو زمان در وضعیت پایداری متوسط بسر می‌برد. هر چند این پایداری با شیب بسیار کم روند صعودی داشته است. اما میزان پایداری بخش انسانی (مردم) از رشد چشم‌گیری برخوردار بوده است. بدین صورت که از حالت پایداری متوسط در زمان پیش از اجرا به حالت تقریباً پایدار در زمان پس از اجرا رسیده است. با توجه به این موضوع می‌توان احتمال داد که اجرای پروژه تغذیه مصنوعی در ارتقاء پایداری رفاه انسان (مردم) اثرگذار بوده است.

ویژه خاک نیز از وضعیت پایدار در زمان پیش از اجرا به وضعیت تقریباً پایدار (سیر نزولی) رسیده است. از سوی دیگر، در بخش انسان کلیه شاخص‌ها بجز شاخص‌های معیار کاربری اراضی، در پیش و پس از اجرای پروژه از وضعیت پایداری ثابتی همراه با یک شیب ملایم صعودی برخوردار می‌باشند. همچنین در بخش انسانی، معیار جمعیت از وضعیت ناپایدار در پیش از اجرا به وضعیت تقریباً رسیده است. معیار فقر نیز از وضعیت پایداری متوسط در پیش از اجرا به وضعیت تقریباً پایدار در پس از اجرا ارتقاء یافته و تنها شاخص کاربری اراضی از وضعیت پایدار در پیش از اجرا به وضعیت تقریباً ناپایدار در پس از اجرا تنزل داشته است. به عبارت دیگر، معیار کاربری اراضی (با دو شاخص تصرف اراضی ملی و تبدیل مراتع) از دیدگاه پایداری توسعه سیر نزولی داشته است. دو شاخص تصرف اراضی ملی و تبدیل مراتع به ترتیب در وضعیت پایدار و تقریباً پایدار با شیب ملایم نزولی می‌باشند. این موضوع می‌تواند نشانگر این واقعیت باشد که تصرف اراضی ملی و تبدیل اراضی مرتعی در این منطقه رو به افزایش است. از جمله دلایل افزایش میزان تصرف اراضی ملی و تبدیل مراتع و کاهش میزان پایداری این دو شاخص می‌توان به افزایش رضایت اجتماعی و کاهش ترس از کمبود آب بر اثر ساخت پروژه مصنوعی دانست. این افزایش رضایت و کاهش ترس به نوبه‌ی خود باعث بهبود وضعیت روانی جامعه انسانی روستای کال گردیده، همین امر سبب افزایش تمایل به زیرکشت بردن اراضی بیشتر، شده است. بنابراین، می‌توان این فرضیه را مطرح نمود که احتمالاً اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی بیش از آن که شاخص‌های اکولوژیکی منطقه را بهبود ببخشد، سبب کاهش فشار روانی ناشی از کمبود آب در میان ساکنان منطقه شده

و همین امر در کوتاه مدت، می‌تواند منجر به افزایش فشار بر منابع از طریق گسترش سطح زیرکشت با تصرف اراضی و تغییر کاربری زمین گردد. Teymori و همکاران (۲۰۱۳) نیز در پژوهش خود وضعیت پایداری در منطقه مورد مطالعه خود را پایداری متوسط اعلام نموده‌اند. Asadinigvand و همکاران (۲۰۱۴) نیز در پژوهش خود به وضعیت پایداری متوسط برای مناطق مورد مطالعه رسیده‌اند. در صورتی که Mahmoudi و همکاران (۲۰۱۵) پس از ارزیابی پایداری منطقه‌ی مورد پژوهش خود اعلام داشتند که این منطقه تقریباً ناپایدار واقع شده است. جمع‌بندی یافته‌های این پژوهش و سایر پژوهش‌های مشابه حاکی از آن است که اگرچه ارزیابی پایداری، امری اجتناب ناپذیر است، اما بسنده کردن به یک روش برای تحلیل وضعیت اکوسیستم در پی توسعه، نمی‌تواند تأثیر کلیه عوامل را بررسی نماید. همچنان که در این پژوهش نیز مطالعه شاخص‌ها نشان دهنده پیچیدگی ارتباطات میان آن‌ها می‌باشد. از سوی دیگر، تأثیر عوامل جانبی غیرقابل کنترل مانند خشکسالی‌ها یا نوسانات اقتصادی می‌تواند شاخص‌های اجتماعی را دستخوش تغییر نماید. نکته دیگر این که تأثیر پروژه‌های تغذیه مصنوعی در یک سازه زمانی مشخص، بر کلیه شاخص‌ها یکسان نبوده و این شاخص‌ها به دلیل ماهیت‌های متفاوت، عمدتاً در بازه‌های زمانی متفاوتی نیز تغییر می‌یابند. بر این اساس، ممکن است ارزیابی پایداری همین پروژه پس از طی ۱۰ سال دیگر، نتایج متفاوتی را نشان دهد. بنابراین پیشنهاد می‌شود علاوه بر سنجش توانایی و قابلیت روش‌های دیگر ارزیابی پایداری پروژه‌های آبخوانداری، این مطالعات در بازه‌های زمانی ده ساله تکرار شود تا با بررسی و ارزیابی

با محدودیت و ملاحظات زیادی روبرو گردد. از این رو، پیشنهاد دیگر این پژوهش، اندازه‌گیری شاخص‌های مورد نیاز ارزیابی در بازه زمانی پیش از اجرای پروژه-های تغذیه مصنوعی می‌باشد تا امکان مقایسه داده‌ها در بازه‌های زمانی مورد مطالعه میسر گردد.

تغییرات شاخص‌ها در دوره‌های ده ساله، نتایج کامل-تری از تأثیرات این پروژه‌ها به دست آید. همچنین این پژوهش با محدودیت‌هایی نیز روبرو بوده است که اولین و مهم‌ترین آن‌ها، محدودیت وجود اطلاعات به ویژه مربوط به زمان پیش از اجرای پروژه می‌باشد. این محدودیت باعث گردید که انتخاب معیارها و شاخص‌ها

References

- Abraham, M, Mohan, S., 2015. Effectiveness of artificial recharge structures in enhancing groundwater storage: A case study. *Indian journal of science and technology* 8(20), 123-132.
- Abuzeid, M., 1998. Water and sustainable development: the vision for world, life and the environment. *Journal of water policy* 1(1), 9-19.
- Asadinalivand, O., Mohseni Saravi, M., Zahedi Amiri, Gh., Nazari Samani, A. 2014. Comparison of two methods of IUCN and watershed, range and forest management in assessing watershed sustainability (Case study: Tallaghan – Zeidasht). *Journal of Watershed Management Recharge* 6-(11),73-89 (in Persian).
- Brown, G., Mitchaii, N., Beresford, M., 2005. The protected landscape approach, linking nature, culture and community. Publication IUCN, 270pp.
- Burns, N., S.K., Grove. 1993. The practies of nursing research. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders company, 4.
- Canaves, D., Ortega, N., Queiros, M., 2014. The assessment of local sustainability using fuzzy logic: an expert opinion system to evaluate environmental sanitation in the Algarve region, Portugal. *Ecological indicators*36, 711-718.
- Chen, B., Chen, Z.M., Zhou, Y., Zhou, J.B., Chen, G.Q., 2009. Energy as embodied energy based assessment for local sustainability of constructed wetland in Beijing. *Communications in nonlinear science and numerical simulation* 14, 622-635.
- Forest, range and watershed management organization of Iran, 2010. Guideline for monitoring and evaluation of natural resources and watershed management plans, No. 505. (In Persian).
- Guijt, I., Moiseev, A., 2001. IUCN resource kit for sustainability assessment, part C: slides for facilitators. IUCN monitoring and evaluation initiative, 87pp.
- Hadi desige of Kal village, 2011. House institute of revolution Islamic- Fars province. Javedansharpars consulting engineers, 270pp. (In Persian).
- Hafezparast, M., Araghinejed, Sh., Sharifazari, S., 2015. Sustainability criteria in assessment of in the area basin based on DPSIR approach. *Journal of water and soil conservation* 22 (2),61-77 (in Persian).
- Huang, G., Ali, S., 2015. Local sustainability and gender ratio: evaluating the impacts of mining and tourism on sustainable development in Yunnan, Chain. *International journal environmental research public health* 12(1), 927-939.
- Jahanishakib, F., Malekmohammadi, B., Zebardast, L., Adeli, F., 2013. Investigate the Potential and Application of Ecosystem Services as Ecological Indicators in the DPSIR Model (Case Study: Choghakhor Wetland). *Journal of environmental researches* 5(10), 109-120. (In Persian).

- Kennedy, HP. 2004. Enhancing delphi research: methods and results. *Journal of advance Nurs* 45(5): 504-11.
- Kowsar, S.A., 2005. Abkhandari (aquifer management): a green path to the sustainable development of marginal dry lands. *Journal of mountain science* 2(3), 233-243.
- Li, B., Wu, Y., Zhao, B., 2013. Assessment on sustainability of groundwater resources in China southwestern Karst mountain area. *Advanced materials research* 726-731, 3381-3384.
- Mahmoudi, B., Faghihi, J., Makhdum, M., 2015. Evaluation sustainable process on local based IUCN method (case study: Manj- Lordegan). *Journal of Natural Environmental* 68(4), 653-663. (In Persian).
- Mascarenhas, A., Coelho, P., Subtil, E., Ramos, T.B., 2010. The role of common local indicators in regional sustainability assessment. *Ecological indicators* 10,646-656.
- Mattas, Ch., Voudouris, k., Panagopoulos, A., 2014. Integrated groundwater resources management using the DPSIR approach in a GIS environment: a case study from the Gallikos river basin, north Greece. *Journal water* 692, 1043-1068.
- Mirlas, V., Antonenko, V., Kulagin, V., Kuldeeva, E., 2015. Assessing artificial groundwater recharge on irrigated land using the MODFLOW model, a case study from Karatal agricultural area, Kazakhstan. Pub. By Canadian center of science and education, *earth science research* (4)2,544-553.
- Moldan, B., Belharz, S., 2013. Sustainable development indicators, translated by Nashat hadad Tehrani and Naser Moharamnezhad, Department of Environment.
- Parimalarenganayaki, S., Elango, L., 2015. Assessment of effect of recharge from a check dam as a method of managed aquifer recharge by hydrogeological investigations. *Environmental earth science* 73, 5349-5361.
- Pires, A., Mortato, J., Peixoto, H., Botero, V., Zuluaga, L., Figueira, A., 2017. Sustainability assessment of indicators for integrated water resources management. *Science of the total environment* 578,100-110.
- Schlor, H., Fisher, W., Friedrich, J., 2013. Methods of measuring sustainable development of the German energy sector. *Applied Energy* (101), 172-181.
- Sdiri, A., Pinho, J., Ratanamskul, Ch., 2018. Water resource management for sustainable development. *Arabian journal of Geosciences* 11, 123-124.
- Shi, W., Xia, P., 2011. Application of DPSIR model and improved entropy method in environmental impact assessment of land use planning in Tianshui region. *Journal of coastal research* 165(1), 1236-1241.
- Taherisaffar, M., Shahnooshi, N., Abolhasani, L., 2015. Evaluation effects of economic, social and environmental on Bar dam- Neyshaboor. *Journal of geography and environmental hazards* 5(1),127-146. (In Persian).
- Teymori, A., Seydiian, S.M., Rouhani, H., Amadi, R., 2017. Evaluation ecology sustainable used IUCN method (case study: Darouk watershed). *Journal of Geography and sustainable Environmental* 25, 81-93.(in Persian).
- Xing, Y., Liang, H., Xu, D., . 2013. Sustainable development evaluation of urban traffic system. *Procardia- Social and behavioral sciences* (96), 496-504.
- Yari Hesar, A., Badri, S.A., Pourtaheri, M., Sabokbar, H., 2013. Determination of sustainability criteria for rural settlements in Tehran. *Journal of Geography and Development* (32), 127-148. (In Persian).
- Zahedi Amiri, Gh., 2005. Required indices, criteria for forest sustainable management, final project report (2th stage) 264pp. (in Persian).
- Zhang, F., Zhang, J., Wu, R., Yang, J., 2016. Ecosystem health assessment based on DPSIRM framework and health distance model in Nansi Lake,

China. Stoch. Environmental Research Risk
Assessment 30, 1235-1247.