



Assessment of Environmental Sustainability of Katuyeh Artificial Recharge Project (Southern Fars Province)

H. Moghim¹, H. Mohammadi Kangarani^{2*},
and A. Holisaz³

Abstract

In recent years, due to frequent droughts and water scarcity, artificial recharge projects are recognized as an operational solution to overcome the water scarcity. Despite the effectiveness of such projects to develop region, there is no information about their impact on the environmental sustainability. In this research, the artificial recharge project of Katuyeh (Larestan-Fars) has been ecologically evaluated by the forest, rangeland and watershed management method over two different periods (i.e. before and after implementation of the project, 2009-2016). For this purpose, 4 criteria and 18 indicators (six water indicators, five vegetation cover indicators, three land use indicators and, four soil indicators) were selected based on experts' opinions, data availability and consistency of the indicators with the ecological condition of the region. In order to weighing the criteria, expert's opinions were used in Delphi method and Snowball framework. The results showed that the sustainability of the development of the region from environmental view after the implementation of the project has changed significantly before its implementation, the region with a moderate degree of sustainability before implementation of the project has achieved a good degree of sustainability at the time after the implementation of the project. The sustainability upgrade has been made with a slight slope. Therefore, it can be concluded that the construction of the artificial recharge project has been able to improve the environmental sustainability of the area.

Keywords: Sustainability Assessment, Issue505, Artificial Recharge, Environment, Indicator, Fars.

Received: May 25, 2019

Accepted: September 2, 2019

ارزیابی پایداری محیط زیستی پروژه‌ی تغذیه مصنوعی کتویه (جنوب استان فارس)

حسین مقیم^۱، حنا محمدی کنگرانی^{۲*} و ارشک حلی‌ساز^۳

چکیده

در سال‌های اخیر با توجه به خشکسالی‌های متمادی، پروژه‌های تغذیه مصنوعی به عنوان یک راه‌حل برای جبران کم‌آبی‌ها شناخته می‌شوند که علی‌رغم اثربخشی آنها در توسعه‌ی مناطق، اطلاعاتی درخصوص میزان نقش آن‌ها در پایداری محیط زیستی مناطق در دست نیست. در این پژوهش، پروژه تغذیه مصنوعی کتویه (لارستان-فارس) در دو زمان پیش و پس از اجرا (۱۳۹۷ و ۱۳۸۸) و با روش سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری (نشریه ۵۰۵) مورد ارزیابی محیط زیستی قرار گرفته است. بدین منظور چهار معیار و ۱۸ شاخص (شش شاخص برای آب، پنج شاخص برای پوشش گیاهی، سه شاخص برای کاربری اراضی و چهار شاخص برای خاک) براساس نظر خبرگان، دسترسی به اطلاعات در بازه‌های زمانی مورد مطالعه و نیز همخوانی شاخص‌ها با وضعیت زیست‌محیطی منطقه انتخاب شدند. برای وزن‌دهی به معیارها نیز از نظرات خبرگان در چارچوب روش دلفی و گلوله‌برفی استفاده گردید. نتایج نشان داد پایداری توسعه منطقه از بُعد محیط زیستی پس از اجرای پروژه، تغییر قابل توجهی نسبت به پیش از اجرای آن کرده و منطقه از درجه پایداری متوسط در پیش از اجرای پروژه به درجه پایداری خوب در زمان پس از اجرای پروژه رسیده است. البته این ارتقاء درجه پایداری با یک شیب ملایم صورت پذیرفته است. لذا می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که ساخت پروژه تغذیه مصنوعی توانسته است درجه پایداری محیط زیستی منطقه را ارتقاء بخشد.

کلمات کلیدی: ارزیابی پایداری، نشریه ۵۰۵، تغذیه مصنوعی، محیط زیست، شاخص، فارس.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۳/۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۶/۱۱

1- Ph.D. Student of Watershed Management, University of Hormozgan, Iran.
2- Associate Professor, Department of Range and Watershed Management University of Hormozgan, Iran. Email: kangarani@ut.ac.ir
3- Assistant Associate Professor, Department of Range and Watershed Management, University of Hormozgan, Iran.
*- Corresponding Author

۱- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشگاه هرمزگان.
۲- دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه هرمزگان.
۳- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه هرمزگان.
*- نویسنده مسئول
بحث و مناظره (Discussion) در مورد این مقاله تا پایان زمستان ۱۳۹۸ امکانپذیر است.

در بین نسل‌های متوالی است (Issue505, 2010). ارزیابی پایداری یا سنجش پایداری نیز منعکس‌کننده‌ی میزان پایداری بوده و به عنوان مهم‌ترین ابزار جهت تغییر شرایط در راستای توسعه پایدار محسوب می‌شود. در واقع ارزیابی پایداری، ابزاری است که تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران را قادر می‌سازد تا اقدامات مناسب برای پایدار شدن (پایداری) هرچه بیشتر جامعه را انجام دهند (Pope et al., 2004). از سوی دیگر، ارزیابی پایداری به طور فزاینده‌ای تحت تأثیر مجموعه‌ای از ابزارهای ارزیابی می‌باشد که این ابزارها، در قالب چارچوب‌های ارزیابی توسعه پایدار قابل استفاده هستند. براین اساس، چارچوب‌ها و ابزارهای ارزیابی پایداری از یک سو جهت بررسی جنبه‌های مختلف سیاست‌گذاری در راستای کنترل تغییرات پایداری و از سوی دیگر، برای ارائه راهنمایی جهت اجرای ارزیابی جامع و یکپارچه مورد استفاده قرار می‌گیرند (Hoseinzadeh et al., 2011). به‌طور کلی، هدف از ارزیابی پایداری آن است که از سهم بهینه طرح و فعالیت‌ها در توسعه پایدار اطمینان حاصل شود (Pope et al., 2004)؛ درواقع، ارزیابی پایداری، مردم و اکوسیستم را به طور توأمان و با اهمیت برابری و تعادل مورد بحث قرار می‌دهد (Badri and Eftekhari, 2003).

در راستای ارزیابی پایداری پروژه‌ها، تحقیقات بسیاری در داخل و خارج از کشور انجام شده است؛ پژوهشگرانی همچون Li et al. (2013)، Karamouz and Hafezparast et al. (2015) و Mohammadpour به ترتیب در جنوب کشور چین، حوزه آبخیز رودخانه ارس و حوزه آبخیز اهر واقع در استان آذربایجان غربی، با کمک گرفتن از روش‌های مختلف به ارزیابی پایداری پرداخته‌اند.

Hafezparast et al. (2015) نیز در منطقه طالقان- زیدشت در تحقیق خود از روش سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری استفاده کرده و با مقایسه روش مذکور با روش IUCN، حوزه آبخیز مورد تحقیق را مورد ارزیابی پایداری قرار داده‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که سنجش پایداری با فشارسنج IUCN در حوزه آبخیز طالقان- زیدشت توانسته است ارزیابی متوسطی از روند کمی و کیفی اکوسیستم و مطلوبیت ارائه دهد. (Kardanmoghaddam et al. 2017) نیز برای نخستین بار پایداری سیستم آب زیرزمینی را با استفاده از ترکیب سه شاخص اعتمادپذیری، آسیب‌پذیری و مطلوبیت و نیز با در نظر گرفتن اثر سناریوی تغذیه مصنوعی مورد ارزیابی قرار داده‌اند. آنها با استفاده از مدل MODEFLOW اثر تغذیه مصنوعی شورآب سیرجان بر وضعیت آبخوان بیرجند طی یک دوره ۹ ساله را شبیه‌سازی کرده و وضعیت آبخوان تا افق ۱۴۰۴ را در شرایط نرمال اقلیمی در سه سناریوی برداشت آب پیش‌بینی کردند. نتایج نشان داد که اجرای طرح تغذیه مصنوعی توانسته است بین ۲۱ تا ۲۵ درصد با توجه به سناریوی

منابع آب زیرزمینی هر کشور، یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین نهادهای ملی به شمار می‌آید که در زمینه توسعه‌ی محیط زیستی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی نقش بسزایی را ایفا می‌کند. نحوه‌ی مدیریت، بهره‌برداری، تغذیه و حفاظت از این منابع زیرزمینی باید به گونه‌ای باشد که همواره تعادل لازم بین اجزاء مختلف زیست‌بوم برقرار باقی بماند. در سال‌های اخیر با توجه به خشکسالی‌ها و کاهش منابع آب زیرزمینی کشور، متولیان دولتی و دست‌اندرکاران بخش خصوصی به دنبال راهکاری کارآمد و عملیاتی جهت جبران سریع کمبود آب و به طور ویژه کمبود منابع آبی زیرزمینی بوده‌اند. براین اساس، پروژه‌های تغذیه مصنوعی که در قالب حوضچه‌ها، بندهای خاکی، سامانه‌های پخش سیلاب و غیره ساخته می‌شوند، در سال‌های اخیر به عنوان یک راهکار کارآمد و مؤثر در تغذیه آبخوان‌ها شناخته می‌شوند. علیرغم اینکه در اثربخشی و مؤثر بودن اکثر این پروژه‌ها تردیدی نیست، اما در رابطه با این پروژه‌ها، بسیاری از مسایل مغفول مانده است. از جمله این مسایل، نقش این پروژه‌ها در پایداری منطقه از دیدگاه‌های مختلف محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی توسعه می‌باشد. از نگاه دیگر، هرچند پروژه‌های تغذیه مصنوعی با انباشت و نگهداشت سیلاب و ایجاد فرصت جهت نفوذ بیشتر، یکی از راهکارهای مقابله با کم آبی و افت سطح ایستابی آبخوان‌ها می‌باشند و در کوتاه و میان‌مدت، در صورت وجود بارندگی، بخش قابل‌توجهی از معضلات کمبود آب را در مقیاس محلی و ناحیه‌ای حل می‌نمایند؛ اما در رابطه با این پروژه‌ها این پرسش مطرح می‌شود که ساخت این‌گونه پروژه‌ها آیا در حکم درمان کم‌آبی و راهکاری برای مقابله مقطعی با معضل افت سطح ایستابی آبخوان‌ها در راستای توسعه‌ی پایدار تلقی می‌شود و یا این‌که ساخت این پروژه‌ها صرفاً یک راهکار موقت و مسکن به شمار آمده و قادر به ایجاد توسعه‌ی پایدار در مقیاس محلی و ناحیه‌ای نمی‌باشند؟ همچنین این ابهام مطرح است که شاید با رفع موقتی معضل کمبود آب در مقیاس محلی و حتی ناحیه‌ای و ایجاد این باور برای اهالی و حوضه‌نشینان که معضل بی‌آبی و کم‌آبی مرتفع گردیده است، فشار بر ذخایر آب زیرزمینی بیشتر شده و همین امر سبب حاد شدن معضل بی‌آبی یا کم‌آبی در منطقه گردد. براین اساس، لازم است که پایداری این پروژه‌ها در سال‌های پس از اجرا و در راستای مقایسه با شرایط پیش از اجرا و نیز اهداف از پیش تعیین شده، مورد ارزیابی قرار گیرد.

به‌طور کلی، پایداری و ارزیابی پایداری از مفاهیم اصلی توسعه پایدار می‌باشند. پایداری مفهومی است که توجه اساسی آن بر حفظ سرمایه‌های محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی در جهت ایجاد عدالت

روستا تأثیرات مثبتی بگذارد. علاوه بر این، با توجه به اینکه ساخت سازه تغذیه مصنوعی در این روستا، بنا به اظهار نظر اهالی توانسته است مشکل کم‌آبی و افت سطح ایستابی منطقه را مرتفع نماید، لذا این پژوهش تلاش دارد تا میزان پایداری توسعه را در پیش و پس از احداث سازه با یکدیگر مقایسه نموده و تأثیرگذاری آن را بر پایداری منطقه مورد ارزیابی قرار دهد.

۲- روش تحقیق

در این پژوهش به ارزیابی پایداری پروژه تغذیه مصنوعی کتویه از بُعد محیط زیستی در دو زمان پیش و پس از اجرا پرداخته شده است. پروژه تغذیه مصنوعی کتویه در شهرستان لارستان در جنوب استان فارس واقع می‌باشد. این پروژه در سال ۱۳۸۸ توسط معاونت آبخیزداری اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس به منظور تغذیه آبخوان منطقه و بهبود کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی روستا ساخته شده است. این پروژه در موقعیت ۷۶۷۳۶۰ و ۳۱۳۲۰۹۴ قرار داشته و از نظر جغرافیایی در ضلع شمالی روستای کتویه در قالب دو بند خاکی طراحی و اجرا گردیده است (Design Report, 2009). روستای کتویه جمعیتی بالغ بر ۴۷۰ نفر داشته و شغل اکثر اهالی آن، باغداری می‌باشد. باغ‌های این روستا از نوع مرکبات است. در روستای کتویه تعداد ۱۵ حلقه چاه بهره‌برداری کشاورزی وجود دارد که در سال‌های اخیر اکثر آن‌ها کف‌شکنی داشته‌اند. پوشش اراضی پیرامون این روستا از نوع پوشش مرتعی ضعیف بوده و هیچ‌گونه مدیریتی بر روی مراتع موجود اعمال نمی‌گردد. روستای کتویه در ۱۲۰ کیلومتری شمال غربی شهر لار (۲۷۰ کیلومتری شیراز) واقع شده و از جمله روستاهای غیربرخوردار می‌باشد. این روستا فاقد خانه‌ی بهداشت، مدرسه در مقطع راهنمایی و دبیرستان و نیز درمانگاه است (SCI, 2019). مراتع و اراضی ملی موجود در پیرامون روستا نیز توسط اهالی تخریب، تصرف و تغییر کاربری داده شده‌اند. اما شواهد حاکی از آن است که این پروژه از جمله پروژه‌هایی است که از نگاه متولیان دولتی (معاونت آبخیزداری استان فارس) و اهالی روستای کتویه کاملاً موفق و اثرگذار بوده است؛ البته هیچ تحقیقی تاکنون در خصوص ارزیابی اثرگذاری مثبت یا منفی این پروژه و میزان اثرگذاری آن بر شاخص‌های محیط زیستی انجام نشده است. شکل ۱، محدوده‌ی مکانی مورد مطالعه و محل پروژه را نشان می‌دهد.

به منظور ارزیابی و اندازه‌گیری پایداری محیط زیستی این پروژه در دو زمان پیش و پس از اجرا، از دستورالعمل پایش و ارزشیابی طرح‌های مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری (Issue505, 2010) مشهور به نشریه ۵۰۵ که برای کشور ایران تهیه و تنظیم گردیده، استفاده شده

کاهش، ثابت بودن برداشت و افزایش برداشت، مقدار شاخص پایداری سیستم را بهبود دهد. همچنین، Pires et al. (2017) به منظور ارزیابی پایداری مدیریت جامع منابع آب در چهار بُعد محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی و نهادی از ترکیبی از روش‌های مشاوره خبرگان، تشکیل ماتریس ارزیابی و چارچوب DPSIR استفاده نموده و ۱۷۰ شاخص را برای ارزیابی پایداری در سطح بین‌المللی انتخاب کردند. Monavari et al. (2012) طی پژوهشی به بررسی اثرات محیط زیستی طرح‌های تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها در استان یزد پرداخته‌اند. ایشان در زیرحوضه دشت یزد- اردکان با استفاده از روش (Monavari et al. 2012)، ارزیابی اثرات محیط زیستی در چهار محیط فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی طرح‌های تغذیه مصنوعی را انجام داده‌اند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که اجرای طرح در دشت یزد- اردکان با اعمال اقدامات اصلاحی امکان‌پذیر می‌باشد. (Ataei and Karimghasemi 2017) در پژوهشی طرح‌های تغذیه مصنوعی دشت لاور در استان بوشهر را مورد ارزیابی اثرات محیط زیستی قرار دادند. ایشان برای ارزیابی اثرات زیست محیطی از روش ICOLD استفاده کردند. نتایج نشان داده است که پیامدهای وارد شده از طرح‌ها بر کل محیط زیست مثبت بوده و در نتیجه اثرات محیط زیستی طرح‌های تغذیه مصنوعی مثبت ارزیابی می‌گردد.

جمع‌بندی مطالعات فوق و سایر مطالعات انجام‌شده حاکی از آنست که در اکثر آنها صرفاً وضعیت پایداری سازه‌ها در شرایط پس از اجرای پروژه مورد بررسی قرار گرفته و عموماً به بیان وضعیت پایداری منطقه از منظر ضعیف، متوسط یا خوب بسنده شده است. حال آنکه در ارزیابی پایداری، همانگونه که توضیح داده شد، می‌بایست علاوه بر تحلیل و مقایسه‌ی وضعیت شاخص‌های انتخابی در بازه‌های زمانی پیش و پس از اجرای پروژه، نتایج حاصله با اهداف از پیش تعیین شده‌ی پروژه نیز مقایسه گردد تا مشخص شود که احداث سازه‌ی مورد بررسی، چه تأثیری بر فاکتورهای محیط زیستی یا اقتصادی و یا اجتماعی منطقه داشته است.

در این پژوهش نیز تلاش گردیده تا پروژه تغذیه مصنوعی کتویه^۱ واقع در شهرستان لارستان در استان فارس، از نظر پایداری محیط زیستی در دو زمان پیش و پس از اجرا با توجه به اهداف تعیین شده برای سازه‌ی تغذیه مصنوعی ساخته شده مورد ارزیابی قرار گیرد. پروژه مذکور با توجه به گفتگوهای انجام شده با اهالی روستای کتویه و همچنین کارشناسان معاونت آبخیزداری استان فارس، از جمله پروژه‌های موفق و اثربخش در معاونت آبخیزداری فارس بوده و مورد تأیید متولیان دولتی و اهالی روستا می‌باشد. بر اساس گفتگوهای انجام شده، این پروژه توانسته است بر زندگی اجتماعی و اقتصادی اهالی

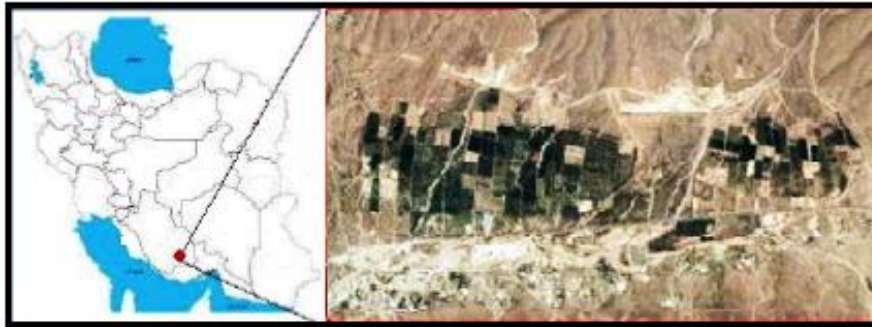


Fig. 1- The site study area (Fars Province)
 شکل ۱- محدوده‌ی مورد مطالعه (استان فارس)

Table 1- Methods of data collection
 جدول ۱- روش‌های جمع‌آوری اطلاعات

Methods of data collection	
Before	After
<ul style="list-style-type: none"> Primitive studies Governmental organization 	<ul style="list-style-type: none"> Governmental organization Withdraw from field

سپس با توجه به مقدار عددی هر شاخص در هر بازه‌ی زمانی و مقایسه‌ی آن با طبقه‌بندی آن شاخص، امتیاز شاخص برای هر بازه‌ی زمانی مشخص شد (جدول ۳ تا ۶). در گام سوم نیز با تعیین امتیاز حداکثر هر معیار و تقسیم آن بر عدد پنج (پنج طبقه درجه‌ی پایداری) محدوده‌ی هر یک از طبقات یا درجات پایداری هر یک از معیارها تعریف گردید. سپس با جمع کردن امتیازهای شاخص‌های هر معیار در دو بازه‌ی زمانی پیش و پس از اجرای پروژه و مقایسه‌ی آن با جدول طبقه‌بندی پایداری هر معیار، درجه‌ی پایداری هر یک از معیارها تعیین شد. در گام چهارم، به هریک از معیارهای انتخاب شده وزن داده شد که برای وزن‌دهی بر مبنای ده، از نظر خبرگان استفاده شده است. برای انتخاب خبرگان از روش گلوله‌برفی^۳ استفاده گردید. بدین ترتیب که نخست دو تن از استادان مجرب و صاحب‌نظر در خصوص مسایل آبخیزداری و آبخوان‌داری به ویژه در جنوب استان فارس انتخاب و پس از نظرخواهی از آنان، خبرگان بعدی توسط آن دو تن معرفی گردیدند و این روند تا شانزدهمین خبره ادامه پیدا کرد. روند نظرخواهی با کسب نظر از شانزدهمین خبره به دلیل اضافه نشدن نام کارشناسان دیگر به فهرست خبرگان و همچنین یکسان بودن نظرات، پایان یافت (روش اشباع). به منظور استخراج و جمع‌بندی نظرات خبرگان از روش دلفی^۴ استفاده گردیده است. در این روش با حفظ ناشناس ماندن نظردهندگان، نظرات به اطلاع کلیه خبرگان رسیده و فرصت تجدیدنظر به آنان داده شد. این عمل تا رسیدن به اجماع کارشناسی و اتفاق نظر حداکثری بین نظردهندگان طی چند مرحله ادامه یافت. جدول ۲، مشخصات علمی و فنی خبرگان مورد پرسش را ارائه می‌دهد.

است. در این روش برای ابعاد مختلف پایداری، معیارها و شاخص‌های مختلفی تعریف شده و برای هر شاخص، طبقات مختلف عددی تعیین گردیده و به هر طبقه، یک امتیاز (از خیلی خوب تا خیلی ضعیف) داده شده است. در نهایت نیز امتیازها با هم جمع شده و یک طبقه را تشکیل می‌دهند که با جمع‌بندی امتیازها و وزن‌دهی به معیارها، درجه پایداری تعیین می‌گردد (Issue 505, 2010). پژوهش حاضر در شش گام به شرح زیر انجام شده است. در گام نخست، معیارها و شاخص‌های مرتبط با بُعد محیط زیستی از فهرست معیارها و شاخص‌های دستورالعمل پایش و ارزشیابی طرح‌های مدیریت منابع طبیعی و آبخیزداری بر اساس دو معیار زیر انتخاب گردید:

- ۱- وجود اطلاعات در دوبازه‌ی زمانی پیش و پس از اجرای پروژه
- ۲- همخوانی با منطقه‌ی مورد مطالعه

پس از انتخاب معیارها و شاخص‌ها، معیارها و شاخص‌های انتخابی به تأیید پنج نفر از کارشناسان خبره رسید. این کارشناسان از میان کارشناسان بیش از ۲۰ سال تجربه‌ی اجرایی و صاحب‌نظر در امر آبخیزداری و آبخوان‌داری اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان فارس و همچنین مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، گزینش شده‌اند.

اطلاعات مورد نیاز شاخص‌های فوق در دو بازه‌ی زمانی پیش و پس از اجرای پروژه (۱۳۹۷-۱۳۸۸) نیز با استفاده از چهار روش ذکر شده در جدول ۱، جمع‌آوری گردید. شایان ذکر است، فهرست معیارها و شاخص‌های نهایی در بخش نتایج و تحلیل نتایج آورده شده است.

در گام دوم، بر اساس اطلاعات به دست آمده برای هر شاخص، مقدار عددی هر شاخص در دو بازه‌ی زمانی پیش و پس از اجرای پروژه تعیین گردید (جدول ۳ تا ۶).

۳- نتایج و تحلیل نتایج

نتایج هر یک از گام‌های شش‌گانه‌ی این پژوهش به شرح زیر می‌باشد:
الف- گام نخست: براساس نشریه‌ی ۵۰۵، شرایط منطقه و نظر خبرگان، چهار معیار آب (مشمول بر شش شاخص)، پوشش گیاهی (مشمول بر پنج شاخص)، کاربری اراضی (مشمول بر سه شاخص) و خاک (مشمول بر چهار شاخص) انتخاب گردید.

ب- گام دوم: جداول ۳ تا ۶، نتایج حاصل از گام دوم این پژوهش را نشان می‌دهند. بر این اساس، مقدار عددی شاخص‌های چهار معیار آب، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و خاک در بازه‌ی زمانی پیش و پس از اجرای پروژه تعیین گردیده است.

با توجه به نتایج به دست‌آمده، معیار آب در زمان پیش از اجرا در وضعیت پایداری خوب بوده و در زمان پس از اجرا نیز همچنان در وضعیت پایداری خوب قرار می‌گیرد.

در گام پنجم، نخست با توجه به وزن‌های تعیین شده برای معیارها و همچنین امتیاز هر معیار و ضرب این دو مقدار، امتیاز نهایی هر یک از معیارها تعیین گردید. سپس با در نظر گرفتن امتیاز حداکثری هر یک از معیارها و ضرب در وزن همان معیار، مقدار عددی حداکثری هر یک از معیارها به دست آمد. در نهایت، با جمع مقدار عددی حداکثری معیارها و تقسیم آن بر عدد پنج (تعداد طبقات درجه‌های پایداری) محدوده‌های هر یک از طبقات پایداری بُعد محیط زیستی برای منطقه تعیین شد.

در گام ششم به عنوان آخرین گام پژوهش، با در نظر گرفتن امتیاز کسب شده برای هر یک از معیارهای چهارگانه و وزن هر یک از آنها، حاصل ضرب این دو محاسبه و به عنوان امتیاز نهایی هر یک از معیارها تعیین گردید. سپس با جمع امتیاز نهایی چهار معیار و مقایسه‌ی آن با جدول طبقه‌بندی پایداری بُعد محیط زیستی (جدول ۱۲) درجه‌ی پایداری منطقه تعیین شد.

Table 2- Consultation expert's pemmican for weighting criteria

جدول ۲- مشخصات کارشناسان طرف مشورت در وزن‌دهی معیارها

Group	Scientific degree	Experiment	Number	Office
Collegiate, Research	Ph.D.	15 – 28 years	7	Shiraz University, Fars Agricultural & Natural Resources Research & Education Center.
Executive	Ph.D., M.S.	10 – 30 years	9	Natural resources & watershed management of province general office Fars

Table 3- Criteria, indicators, classification and scores- Water

جدول ۳- معیارها، شاخص‌ها، طبقه‌بندی و امتیازها- آب

Criteria	Indicator	Indication	Method score	Score (before)	Score (after)
WATER	Immethodical remove to water resources	Additional remove equal 5 to 10% balance	3	1	3
		Additional remove equal 10 to 30% balance	2		
		Additional remove equal >30% balance	1		
	TDS	<200	5	4	4
		200-500	4		
		500-1000	3		
		>1000	2		
		>10000	1		
		0-10	4		
	SAR	10-18	3	4	4
		18-26	2		
		>26	1		
		<300	5		
	EC	300-500	4	3	3
		500-1500	3		
		1500-2000	2		
>2000		1			
New well	Increase well number 5 to 10%	3	3	3	
	Increase well number 10 to 50%	2			
	Increase well number 50 to 100%	1			
Irrigation impacted systems development	Ratio >10%	3	3	3	
	Ratio =5 - 10%	2			
	Ratio <5%	1			

سیر صعودی با شیب کم (از امتیاز شش به امتیاز هفت) قابل مشاهده است. افزایش شاخص تاج پوشش در این منطقه با در نظر گرفتن کاهش تولید مرتع و کاهش شاخص تنوع گونه‌ای و همچنین افزایش گیاهان مهاجم (از ۹۷/۵ به ۹۸/۲ درصد)، مربوط به تاج پوشش گیاهان غیرخوش‌خوراک یا همان گیان مهاجم می‌باشد. به طور خلاصه می‌توان بیان داشت، معیار پوشش گیاهی منطقه از زمان پیش از اجرای پروژه تا زمان پس از اجرای پروژه (با گذشت ۱۰ سال) در درجه پایداری خیلی ضعیف قرار گرفته و با توجه به امتیازهای کسب کرده، این معیار با شیب ملایم در حال بهبود می‌باشد. البته با توجه به عدم اعمال مدیریت مرتع در قالب طرح‌های مرتعداری در این منطقه، احتمالاً این حالت، پایدار نخواهد بود.

در خصوص معیار کاربری اراضی به عنوان یکی دیگر از معیارهای چهارگانه بُعد محیط زیستی که در زمان پیش از اجرای پروژه با کسب هشت امتیاز، در وضعیت پایداری خوب قرار داشته است، مشاهده می‌شود که این وضعیت در زمان پس از اجرای پروژه با کسب شش امتیاز، تنزل یافته و به وضعیت پایداری متوسط رسیده است. میزان شاخص اراضی دیم یا شخم خورده با بیش از ۱۲ درصد شیب، در این منطقه در پیش و پس از اجرای پروژه، صفر می‌باشد که نشانگر این مطلب است که فرایند تصرف اراضی ملی در این منطقه در مراحل اولیه خود بوده و در حال حاضر، اراضی مرتعی با شیب کمتر از ۱۲ درصد جهت تغییر کاربری غیرقانونی وجود دارد.

با این تفاوت که با شیب ملایم سیر صعودی داشته و از امتیاز ۱۸ به امتیاز ۲۰ ترقی یافته است.

علی‌رغم حفظ وضعیت پایداری خوب شاخص‌های TDS، EC و SAR به ترتیب از ۴۰۰ (میلی گرم بر لیتر)، ۶۲۷ (میکروموهس بر سانتی متر) و ۰/۴۸ (میلی گرم بر لیتر)، ۷۸۰ (میکروموهس بر سانتی متر) و ۰/۵۱ تنزل داشته‌اند. این خود نشانگر کاهش کیفیت منابع آبی منطقه است. از سوی دیگر، شاخص برداشت بی‌رویه از منابع آبی از بیش از ۳۰ درصد در پیش از اجرا به ۵ تا ۱۰ درصد در زمان پس از اجرا رسیده است. به طور خلاصه می‌توان بیان داشت، معیار آب به عنوان یکی از چهار معیار بُعد محیط زیستی، از وضعیت خوب در زمان پیش از اجرا به وضعیت خیلی خوب در زمان پس از اجرا رسیده است که نشانگر نقش مثبت پروژه تغذیه مصنوعی در توسعه پایدار این معیار می‌باشد. با توجه به کاهش برداشت شاخص برداشت آب از منابع آبی که کاهش ۲۰ درصدی (از ۳۰ درصد به ۱۰ درصد) دارد، کیفیت منابع آبی منطقه با در نظر گرفتن شاخص‌های TDS، SAR و EC در شرایط پایداری قرار دارد.

در خصوص معیار پوشش گیاهی به عنوان دومین معیار از معیارهای چهارگانه بُعد محیط زیستی، وضعیت پایداری آن در زمان پیش از اجرا با امتیاز شش، در درجه پایداری خیلی ضعیف قرار گرفته که این وضعیت در زمان پس از اجرا با گذشت یک دوره ۱۰ ساله، با امتیاز هفت، در همان وضعیت پایداری خیلی ضعیف می‌باشد. در این معیار،

Table 4- Criteria, indicators, classification and scores- Cover

جدول ۴- معیارها، شاخص‌ها، طبقه‌بندی و امتیازها- پوشش گیاهی

Criteria	Indicator	Indication	Method score	Score (before)	Score (after)
COVER	Exploitation range	>75% ability	4		
		50 to 75% ability	3		
		25 – 50% ability	2	1	2
		<25% ability	1		
	invasive species	>50 herbaceous species	4		
		30 to 50% herbaceous species	3		
		30 to 10% herbaceous species	2	2	2
	species accumulation	<10% herbaceous species	1		
		< 5% invasive species	4		
		5 to 10 % invasive species	3		
		10 to 20% invasive species	2	1	1
	crest cover	>20% invasive species	1		
		<5% potential canopy	1		
		5 to 10% potential canopy	2		
		10 to 20% potential canopy	3	1	1
	management range	>20% potential canopy	4		
Enjoying protection		3			
Enjoying witness exclusive		2	1	1	
		Wanting protection	1		

Table 5- Criteria, indicators, classification and scores- Land use

جدول ۵- معیارها، شاخص‌ها، طبقه‌بندی و امتیازها- کاربری اراضی

Criteria	Indicator	Indication	Method score	Score (before)	Score (after)
LAND USE	Possession national lands	Destructive land 5 to 10%	3		
		Destructive land 10 to 25%	2	3	2
		Destructive land >25%	1		
	Dry land of broken flat (<12%)	>1% slope dry land on >5%range area	3		
		1 to 10% slope dry land on >5%range area	2	3	3
		>12% slope dry land on >5%range area	1		
	Changing range to other land use	Wanting land use change	4		
		proportional land use change	3		
		proportional / non- proportional	2	2	1
		Land use change non- proportional Land use change	1		

Table 6- Criteria, indicators, classification and scores- Soil

جدول ۶- معیارها، شاخص‌ها، طبقه‌بندی و امتیازها- خاک

Criteria	Indicator	Indication	Method score	Score (before)	Score (after)
SOIL	Soil special erosion	< 200	5		
		200 – 500	4		
		500 – 1500	3	3	3
		1500 – 2500	2		
		< 2500	1		
	Soil fertility	Rich	3		
		Medium	2	1	1
		poor	1		
	soil salinity	0 – 4	5		
		4 – 8	4		
		8 - 16	3	5	5
		16 – 32	2		
		>32	1		
		0 – 8	5		
		8 – 13	4		
	soil alkaline	13 – 30	3	5	5
		30 – 70	2		
>70		1			

افزایش یافته است (افزایش ۷۲۱ به ۸۳۰ تن در کیلومترمربع در سال) که با توجه به شیب ملایم کاهش درجه پایداری معیار پوشش گیاهی منطقه و کم شدن پوشش گیاهی قابل قبول می‌باشد. به طور خلاصه می‌توان بیان داشت، معیار خاک از زمان پیش از اجرای پروژه تا زمان پس از اجرای پروژه (با گذشت ۱۰ سال) از درجه پایداری ثابتی برخوردار بوده است.

ج- گام سوم: جداول ۷ و ۸، نتایج به دست آمده از گام سوم پژوهش را ارائه می‌دهند. بر این اساس، مجموع امتیاز شاخص‌های هر یک از معیارها در جدول ۷، نشان داده شده است. همچنین با توجه به اختلاف امتیاز حداکثری و حداقلی هر معیار و تقسیم آن بر عدد پنج، محدودی تغییرات هر یک از معیارها مشخص و طبقه‌بندی درجه پایداری برای

به طور خلاصه می‌توان بیان داشت، معیار کاربری اراضی از وضعیت پایداری خوب به وضعیت پایداری متوسط در زمان پس از اجرای پروژه (با گذشت ۱۰ سال) تنزل یافته است.

معیار خاک که به عنوان چهارمین معیار از معیارهای چهارگانه‌ی بُعد محیط زیستی در این پژوهش مورد ارزیابی پایداری قرار گرفته است، در زمان پیش از اجرای پروژه و همچنین در زمان پس از اجرای پروژه (با گذشت ۱۰ سال) از نظر وضعیت پایداری تغییری رخ نداده و منطقه در هر دو زمان با کسب ۱۴ امتیاز در وضعیت پایداری خوب به سر می‌برد. کاهش اندک شاخص شوری خاک (از ۰/۴۷ به ۰/۳۲ Ds/m) را نیز می‌توان وابسته به میزان افزایش آبیاری (افزایش ۲۰ درصدی برداشت آب) دانست. همچنین شاخص‌های قلیائیت و حاصلخیزی خاک بدون تغییر مانده‌اند. شاخص فرسایش ویژه خاک منطقه نیز

معیارها، وزن هر یک از معیارها بر مبنای عدد ۱۰ (۱ حداقل، ۱۰ حداکثر) به شرح جدول ۹، تعیین گردیده است.

هر معیار طبق جدول ۸، انجام گرفت. برای نمونه، محاسبات معیار آب ارائه می‌گردد (معادلات ۱ تا ۷).

هـ- گام پنجم: جداول ۱۰، ۱۱ و ۱۲، نتایج گام پنجم پژوهش را نشان می‌دهند؛ امتیاز نهایی هریک از معیارهای چهارگانه در جدول ۱۰، امتیاز حداکثری و حداقلی معیارها در جدول ۱۱ و محدوده‌ی هریک از طبقات پایداری بُعد محیط زیستی برای منطقه در جدول ۱۲ ارائه شده است. معادلات ۸ تا ۱۴ نیز محاسبات تعیین محدوده‌های طبقات پایداری بُعد محیط زیستی منطقه را نشان می‌دهند.

$191-50=141$	(معادله ۸)
$41 \div 5 = 28.2$	(معادله ۹)
$50+28.2=78.2$	(معادله ۱۰)
$78.2+28.2=106.4$	(معادله ۱۱)
$106.2+28.2=134.6$	(معادله ۱۲)
$134.6+28.2=162.8$	(معادله ۱۳)
$162.8+28.2=191$	(معادله ۱۴)

Table 7- Indicators score sum for criteria
جدول ۷- مجموع امتیاز شاخص‌ها برای هر یک از معیارها

Criteria	Water	Cover	Land use	Soil
Before	18	6	8	14
After	20	7	6	14

$18-4=14$	(معادله ۱)
$14 \div 5=2.8$	(معادله ۲)
$4+2.8=6.8$	(معادله ۳)
$6.8+2.8=9.6$	(معادله ۴)
$9.6+2.8=12.4$	(معادله ۵)
$12.4+2.8=15.2$	(معادله ۶)
$15.2+2.8=18$	(معادله ۷)

د- گام چهارم: جدول ۹، نتایج حاصل از گام چهارم پژوهش را نشان می‌دهد. بر اساس نظرخواهی از خبرگان درخصوص وزن‌دهی

Table 8- Classification of sustainable degree for every criteria

جدول ۸- طبقه‌بندی درجه پایداری برای هر معیار

Score range				Description
Water	Cover	Land use	Soil	
6-9.6	5-7.8	3-4.4	4-6.8	Very weak sustainable
9.4-12.8	7.8-10.6	4.4-5.8	6.8-9.6	Weak sustainable
12.8-16.2	10.6-13.4	5.8-7.2	9.6-12.4	Medium sustainable
16.2-19.6	13.4-16.2	7.2-8.2	12.4-15.2	Good sustainable
19.6-23	16.2-19	8.2-10	15.2-18	Very good sustainable

Table 9- Weight of criteria

جدول ۹- وزن هر یک از معیارها

Criteria	Water	Cover	Land use	Soil
Weight	5	2	2	1

Table 10- Score, Weight and Final score of criteria (before and after of implementation)

جدول ۱۰- امتیاز، وزن و امتیاز نهایی معیارها (پیش و پس از اجرا)

Criteria	Before			After		
	Score	Weight	Final score	Score	Weight	Final score
Water	18	5	90	20	5	100
Cover	6	2	12	7	2	14
Land use	8	2	16	6	2	12
Soil	14	1	14	14	1	14
Sum			132			140

Table 11- max. Score Appling weight of each criterion

جدول ۱۱- حداکثر امتیاز با اعمال وزن برای هر معیار

Criteria	Score max.	Score min.	Weight	Weight* Score max.	Weight* Score min.
Water	23	6	5	115	30
Cover	19	5	2	38	10
Land use	10	3	2	20	6
Soil	18	4	1	18	4
Sum				191	50

۴- خلاصه و جمع‌بندی

به طور کلی پروژه‌های تغذیه مصنوعی با انباشت آب سیلاب و ایجاد فرصت جهت نفوذ بیشتر، یکی از راهکارهای مقابله با افت سطح ایستابی آبخوان‌ها می‌باشند. این پروژه‌ها در کوتاه و میان‌مدت در صورت وجود بارندگی، می‌توانند بخش قابل توجهی از معضلات کمبود آب را در مقیاس محلی و ناحیه‌ای حل نمایند. همین ویژگی، باعث گردیده است که کارشناسان و همچنین افکار عمومی، این پروژه‌ها را بسیار کارآمد و مشکل‌گشا بدانند. در این پژوهش تلاش گردید تا یک پروژه تغذیه مصنوعی (پروژه کتویه لارستان- فارس) که از نظر اثربخشی، افکار عمومی منطقه و مقبولیت نزد متولیان دولتی، از جمله پروژه‌های موفق و کارآمد به شمار می‌آید، از دیدگاه پایداری توسعه (از بُعد محیط زیستی) مورد ارزیابی قرار گیرد.

با توجه به نتایج به دست آمده، معیار آب در زمان پیش از اجرا در وضعیت پایداری خوب بوده و در زمان پس از اجرا نیز همچنان در وضعیت پایداری خوب قرار می‌گیرد. با این تفاوت که با شیب ملایم سیر صعودی داشته است. وجود مدیریت منابع آب که توسط اهالی و بدون دخالت نیروهای دولتی بر منطقه اعمال گردیده است، سبب گردیده علی‌رغم افزایش جمعیت و وجود مهاجرت معکوس (از شهر به روستا)، میزان مصرف آب نه تنها افزایش نداشته بلکه کاهش نیز یافته است. وجود سیستم آبیاری تحت فشار، مدیریت مصرف آب خانگی (در این روستا، منبع آب مصارف خانگی با مصارف کشاورزی یکسان است)، عدم افزایش اراضی باغی، ایجاد مشاغل جدید از دلایل کاهش مصرف آب در این روستا می‌باشد. این موضوع به نوبه‌ی خود سبب وجود سیر صعودی در روند پایداری معیار آب گردیده است. در صورت ادامه این وضعیت می‌توان، پایداری بیشتری را در زمینه معیار آب در این منطقه انتظار داشت. (Ataei and Karimghasemi (2012) و Asadinalivand et al. (2014) نیز در تحقیق خود به معیار آب توجه ویژه نموده و این معیار را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. معیار پوشش گیاهی به عنوان دومین معیار از معیارهای چهارگانه بُعد محیط زیستی، وضعیت پایداری آن در زمان پیش از اجرا، در درجه پایداری خیلی ضعیف قرار گرفته که این وضعیت در زمان پس از اجرا با گذشت یک

Table 12- Classification of sustainability degree

جدول ۱۲- طبقه‌بندی درجه پایداری

Score range	Description
50-78.2	Very weak sustainable
78.2-106.4	Weak sustainable
106.4-134.6	Medium sustainable
134.6-162.8	Good sustainable
162.8-191	Very good sustainable

و- گام ششم: جدول ۱۳، نتیجه حاصل از گام ششم تحقیق را نشان می‌دهد. درجه پایداری منطقه از بُعد محیط زیستی برای هر دو بازه زمانی طبق جدول ۱۳، تعیین گردید:

Table 13 - Status of area sustainable

جدول ۱۳- وضعیت پایداری منطقه

Before	Score range	After	Description
	50-78.2		
	78.2-106.4		
*	106.4-134.6	*	Medium sustainable
*	134.6-162.8	*	Good sustainable
	162.8-191		

با توجه به وزن‌های تعیین شده برای معیارهای چهارگانه که بر اساس روش‌های گلوله برفی و دلفی انجام شده و اعمال وزن‌های تعیین شده در امتیاز هریک از معیارها برای زمان پیش و پس از اجرای پروژه (جدول ۹) و نیز انطباق امتیازهای به دست آمده برای این دو زمان مطابق با جدول ۱۰، مشخص گردید که پایداری در زمان پیش از اجرا با امتیاز نهایی ۱۳۲ در وضعیت متوسط واقع شده است.

بر همین اساس، پایداری در زمان پس از اجرا (پس از گذشت ۱۰ سال) با امتیاز ۱۴۰ در وضعیت خوب قرار دارد. به عبارت دیگر، اجرای پروژه تغذیه مصنوعی کتویه در بُعد محیط زیستی و از دیدگاه پایداری، تأثیر مثبتی بر منطقه داشته است؛ چراکه پایداری منطقه در دو زمان پیش و پس از اجرای پروژه از وضعیت متوسط به وضعیت خوب تغییر داشته است. البته با لحاظ این مطلب که درجه پایداری با توجه به اختلاف تنها هشت امتیاز، با شیبی کم سیر صعودی را طی می‌کند.

دوره ۱۰ ساله، در همان وضعیت پایداری خیلی ضعیف می‌باشد. در این معیار، سیر صعودی با شیب کم قابل مشاهده است. افزایش شاخص تاج پوشش در این منطقه با در نظر گرفتن کاهش تولید مرتع و کاهش شاخص تنوع گونه‌ای و همچنین افزایش گیاهان مهاجم، مربوط به تاج پوشش گیاهان غیرخوش‌خوراک یا همان گیاه مهاجم می‌باشد. از این رو، معیار پوشش گیاهی منطقه از زمان پیش از اجرای پروژه تا زمان پس از اجرای پروژه (با گذشت ۱۰ سال) در درجه پایداری خیلی ضعیف قرار گرفته و با توجه به امتیازهای کسب کرده، این معیار با شیب ملایم در حال بهبود می‌باشد. البته با توجه به عدم اعمال مدیریت مرتع در قالب طرح‌های مرتع‌داری در این منطقه، احتمالاً این حالت، پایدار نخواهد بود. معیار کاربری اراضی به عنوان یکی دیگر از معیارهای چهارگانه بعد محیط زیستی که در زمان پیش از اجرای پروژه، در وضعیت پایداری خوب قرار داشته است، مشاهده می‌شود که این وضعیت در زمان پس از اجرای پروژه، تنزل یافته و به وضعیت پایداری متوسط رسیده است. (Monavari et al. (2012) و Asadinalivand et al. (2012) در تحقیق خود از معیار پوشش گیاهی در کنار دیگر معیارها از جمله معیار خاک استفاده کرده‌اند. معیار کاربری اراضی از وضعیت پایداری خوب به وضعیت پایداری متوسط در زمان پس از اجرای پروژه (با گذشت ۱۰ سال) تنزل یافته است. این تنزل مربوط به تغییر کاربری اراضی برای ساخت منازل روستایی بوده و ارتباطی به تغییر کاربری اراضی ملی به اراضی باغی نمی‌باشد. (Teymori et al. (2018) در پژوهش خود از معیار تغییر کاربری اراضی استفاده نموده و این معیار را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. معیار خاک که به عنوان چهارمین معیار از معیارهای چهارگانه‌ی بعد محیط زیستی، در زمان پیش از اجرای پروژه و همچنین در زمان پس از اجرای پروژه (با گذشت ۱۰ سال) از نظر وضعیت پایداری تغییری رخ نداده و منطقه در هر دو زمان در وضعیت پایداری خوب به سر می‌برد. به طور خلاصه می‌توان بیان داشت، معیار خاک از زمان پیش از اجرای پروژه تا زمان پس از اجرای پروژه (با گذشت ۱۰ سال) از درجه پایداری ثابتی برخوردار بوده است که این خود ناشی از این واقعیت است که مؤلفه‌های خاک در دراز مدت تغییر می‌کنند و در بازه‌ی زمانی ده ساله نمی‌توان انتظار تغییرات اساسی از دیدگاه پایداری در خاک داشت. (Hafezparast et al. (2015) در پژوهش خود معیار خاک را نیز مورد ارزیابی قرار داده است.

این پژوهش با محدودیت‌هایی نیز روبرو بوده است. اولین و مهم‌ترین محدودیت، محدودیت وجود اطلاعات به ویژه مربوط به زمان پیش از اجرای پروژه بود. این محدودیت باعث گردید تا انتخاب معیارها و شاخص‌ها با محدودیت و ملاحظات زیادی روبرو گردد. همچنین با توجه به این که در حال حاضر در پروژه‌های آبخوان‌داری تنها به ساخت سازه به منظور انباشت سیلاب و فرصت‌دهی به آن جهت نفوذ به آبخوان توجه می‌شود و به مسایلی همچون مدیریت برداشت، مدیریت الگوی کشت و مدیریت اراضی زیرکشت توجهی نمی‌گردد، پیشنهاد می‌شود تا به منظور بالابردن کارایی حداکثری این سازه‌ها، دست‌اندرکاران و متولیان آبخوان‌داری و آبخیزداری، عملیات آبخوان‌داری را صرفاً به احداث سازه آبخوان‌داری محدود ندانسته و موضوع پایداری این پروژه‌ها و تأثیرات میان مدت و بلندمدت آنها را بر سایر فاکتورهای زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی مد نظر قرار

تحتیقات منابع آب ایران، سال پانزدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸
Volume 15, No. 3, Fall 2019 (IR-WRR)
۲۹۲

با تجمیع نتایج پایداری معیارهای آب، خاک، پوشش گیاهی و کاربری اراضی، مشخص می‌گردد که منطقه مورد پژوهش از دیدگاه پایداری محیط زیستی در رابطه با ساخت پروژه تغذیه مصنوعی، در پیش از ساخت پروژه تغذیه مصنوعی در وضعیت متوسط پایداری قرار داشته و این درجه پایداری، پس از گذشت ۱۰ سال از ساخت پروژه تغذیه

- basin based on DPSIR approach. *Journal of Water and Soil Conservation* 22(2):61-77 (In Persian)
- Hoseinzadeh SR, Khosravibergi R, Estegledi M, Shamsoldini R (2011) Environmental sustainability assessment on regional urban use multivariable (Case study: Bandartorkeman city). *Journal of Geography Landscape* 6(16):31-51
- Kamranmoghaddam H, Banihabib ME, Javadi S (2017) Evaluation impact of artificial recharge on aquifer balance used sustainability. *Journal of Eco hydrology* 4(4):1241-1253 (In Persian)
- Karamouz M, Mohammadpour P (2016) Water balance based sustainability analysis of supply and demand, towards developing a hybrid index. *Journal of Iran-Water Resources Research* 12(4):1-11 (In Persian)
- 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
- Mesbah SH, Mohammadnia M, and Kowsar SA (2016) Long-term improvement of agricultural vegetation by floodwater spreading in the Gareh Bygan plain, Iran. In the pursuit of human security, is artificial recharge of groundwater more lucrative than selling oil? *Hydrogeology Journal*, DOI 10.1007/s10040-015-1354-y
- Monavari M, Morovati M, Hassani A, Farshchi P, Rousta Z (2012) Study of environmental impact assessment of artificial recharge plans in Yazd province. *Journal Science and Technology* 14(2):27-36 (In Persian)
- Pakparvar M (2015) Evaluation of floodwater spreading for groundwater recharge in Gare Bygan plain, southern Iran. Ph.D. Thesis, Ghent University Belgium
- Pires A, Mortato J, Peixoto H, Botero V, Zuluaga L, Figueroa A (2017) Sustainability assessment of indicators for integrated water resources management. *Science of the Total Environment* 578:100-110
- Pope J, Annandale D, Saunders AM (2004) Conceptualizing sustainability assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 24:595-616
- Statistical Center of Iran Website: WWW.armor. Org.ir.
- Teymori A, Seydian SM, Rouhani H, Ahmadi R (2018) Ecosystem sustainable assessment use INCN(case study: Davarak basin). *Journal of Geography and Environmental Sustainable* 25:81-93 (In Persian)
- دهند. در واقع، تاریخچه‌ی نه‌چندان کوتاه احداث انواع سازه‌های آبخیزداری در کشور و عدم تحقق اهداف آنها در بلندمدت، می‌بایست زنگ خطری باشد تا ضرورت ارزیابی پایداری و نیز نقش‌آفرینی و کارایی این‌گونه پروژه‌ها را بیش از پیش مورد تأکید قرار دهد. شاید زمان آن رسیده باشد که نقطه‌نظرات و باورهای متخصصان و کارشناسان کشور درخصوص کارایی و نقش‌آفرینی پروژه‌های تغذیه مصنوعی مورد بازبینی قرار گیرد. براین‌اساس، پیشنهاد می‌گردد تا مطالعات مشابه یا تکمیلی بر روی دیگر پروژه‌های تغذیه مصنوعی با استفاده از روش‌ها مختلف ارزیابی پایداری انجام گیرد تا نتایج با یکدیگر مقایسه گردند.

پی‌نوشت‌ها

- 1- Katuoyeh
- 2- International Union for Conservation Nature
- 3- Snowball
- 4- Delphi Method

۵- مراجع

- 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)
- Asadinalivand O, Mohseni Saravi M, Zahdi 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)
- Asmari Consulting Engineer Company (2009) Design report, studies project of Katuyeh- Larstan.
- Ataei P, Karimghasemi S (2017) Environmental impact assessment of Lavar plain artificial recharge plans in Boushehr province. *Journal Science Technology* 19(4):531-544 (In Persian)
- Badri SA, Eftekhari A (2004) Sustainability assessment: Concept and method. *Journal of Geography research* 18(2):9-34 (In Persian)
- 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)
- Hafezparast M, Araghinejed Sh, Sharifazari S (2015) Sustainability criteria in assessment of in the area