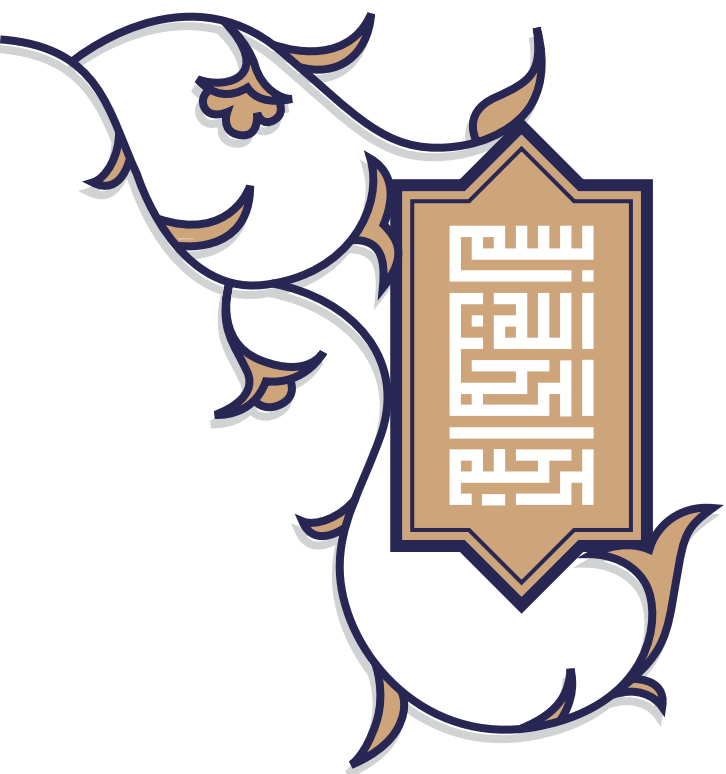


تدوین چارچوب «ارزیابی پایداری» در مدیریت منابع آب: مطالعه موردی محدوده مطالعاتی رفسنجان



انستیتو تحقیقات تخصصی آب ایران
انستیتو ملی تحقیقات منابع آب و کشاورزی

مجتبی شفیعی





۱

چاپ اول | بهار ۱۴۰۴

تدوین چارچوب «ارزیابی
پایداری» در مدیریت منابع
آب: مطالعه موردی محدوده
مطالعاتی رفسنجان

مجتبی شفيعی



انديشه تدوير آب ايران
انستيتو ملي تحقيقات و پژوهشهاي آبي



انديشگه تدبير آب ايران
آب و خاک، سياه سحر و خورشيد گرگان

تدوين چارچوب «ارزيابي پايداري» در مدیریت منابع آب: مطالعه موردی محدوده مطالعاتی رفسنجان

آدرس دفتر: تهران، خیابان فتحی شقایق، بین
خیابان چهلستون و سیدجمال‌الدین اسد
آبادی پلاک ۴۵، طبقه ۴

آدرس تارنما: <http://iwpri.ir>

آدرس پست الکترونیکی: info@iwpri.ir

شماره تماس: ۸۸۷۰۲۸۰۵ - ۸۸۷۰۲۰۱۳ - ۲۱

تدوین چارچوب «ارزیابی پایداری»
در مدیریت منابع آب: مطالعه موردی
محدوده مطالعاتی رفسنجان

نگارنده: مجتبی شفیع

تهیه‌کننده: اندیشکده تدبیر آب ایران

طراحی قالب صفحات: نشرآنلاین

مدیرهنری: محمد حسین منتظری

طراح جلد و صفحه‌آرایی: نشرآنلاین

نوبت چاپ: اول - بهار ۱۴۰۴

شمارگان: ۱۰

فهرست مطالب

فصل اول: مروری بر مفهوم توسعه پایدار..... ۱۱

۱-۱. تعاریف و مفهوم توسعه پایدار..... ۱۳

۲-۱. ابعاد پایداری..... ۱۵

۳-۱. مروری بر مصادیق مرتبط با مفهوم توسعه پایدار... ۱۵

فصل دوم: شناسایی و بررسی چالش‌های

پایداری در منطقه مورد مطالعه..... ۱۹

۱-۲. معرفی کلی و مرور منابع مطالعاتی در محدوده

رفسنجان..... ۲۱

۲-۲. بررسی وضعیت ابعاد پایداری در حوضه رفسنجان ۲۵

۳-۲. تحلیل و جمع‌بندی «چالش‌های پایداری» در حوضه

رفسنجان..... ۳۴

فصل سوم: بررسی نشانگرها، توسعه و کاربرد چارچوب

«ارزیابی پایداری» در حوضه رفسنجان..... ۴۱

۱-۳. مفهوم نشانگرها و کاربرد آنها در مدیریت منابع آب و

توسعه پایدار ۴۳

۲-۳. مفهوم «ارزیابی پایداری» و روش کمی سازی آن در مدیریت منابع آب ۴۵

۳-۳. روش شناسی مورد استفاده در توسعه چارچوب نشانگرمحور ۴۸

۴-۳. نتایج مراحل مختلف در تدوین و توسعه چارچوب نشانگرمحور ارزیابی پایداری ۵۰

۵-۳. ارائه چارچوب و شاخص در ارزیابی پایداری حوضه آبریز رفسنجان ۵۷

۶-۳. نتایج محاسبه شاخص ها و ارزیابی پایداری در حوضه آبریز رفسنجان ۶۲

فصل چهارم: جمع بندی، نتیجه گیری و

پیشنهادهات ۷۳

۱-۴. خلاصه و جمع بندی ۷۵

۲-۴. نتیجه گیری و پیشنهادهات ۷۶

مراجع ۹۷



چکیده

واقعیت این است که در اغلب کشورهای در حال توسعه، مفهوم توسعه پایدار به کلیشه و شعار تبدیل شده، بدون اینکه تلاش جدی برای تحقق اهداف آن صورت پذیرد. طرح سیاست پژوهی حاضر، به دنبال کاربردی سازی مفهوم توسعه پایدار در مدیریت منابع آب از طریق کمی سازی و ارزیابی آن در سطح حوزه آبریز می باشد. در این گزارش تعاریف و برداشت های مختلف از توسعه پایدار مرور شده و برخی از مصادیق آن در دنیا ارائه شده است. پس از بررسی و مرور مهم ترین مطالعات و گزارش های پیشین مرتبط با موضوع مدیریت منابع آب و توسعه در حوزه آبریز رفسنجان، «چالش های پایداری» این حوزه براساس نظر متخصصان شناسایی و رتبه بندی شده است. نتایج نشان داد که ۲۱ مورد چالش پایداری بحرانی در منطقه وجود دارد. همچنین ماهیت آنها به لحاظ روابط علی و اثرگذاری بر روی براساس چارچوب DPSIR نیز تحلیل شده است. در ادامه با هدف توسعه چارچوب نشانگرمحور در کمی سازی و ارزیابی پایداری مدیریت منابع آب در حوزه رفسنجان؛ ابتدا مفاهیم نشانگرها، شاخص ها و تعریف ارزیابی پایداری معرفی شده است. پس از تبیین روش شناسی، توسعه چارچوب ارزیابی پایداری انجام شده است. ابتدا براساس مطالعات پیشین ۳۶۶ نشانگر مورد بررسی اولیه قرار گرفت و سپس براساس معیارهای انتخاب و روش دلفی-فازی از طریق پرسش نامه، نشانگرهای نهایی تدوین شده است. چارچوب توسعه داده شده در این مطالعه، شامل ۱۴ نشانگر (۴ نشانگر مرتبط با مؤلفه محیط زیست، ۴ نشانگر مرتبط با مؤلفه اقتصادی و ۶ نشانگر مرتبط با مؤلفه اجتماعی و نهادی) می باشد. سپس براساس روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) شاخص پایداری حوزه به صورت ترکیب خطی از نشانگرها توسعه داده شده است. نتایج کاربرد چارچوب ارزیابی پایداری در حوزه نشان داد که شاخص پایداری حوزه برابر ۰/۲۶ (از ۱) می باشد که شرایط بحرانی در پایداری را نشان می دهد. در نهایت در بخش نتیجه گیری و پیشنهادات مواردی جهت پیاده سازی مفاهیم و نتایج این پژوهش جمع بندی شده است که در حوزه سیاست گذاری های منابع آب می تواند مؤثر باشد.

چشم انداز

درک و شناخت مفهوم توسعه پایدار و کمی سازی آن در سیستم مدیریت منابع آب حوزه رفسنجان به طوری که گروه‌های مختلف ذی نفعان بتوانند از نتایج آن استفاده نمایند

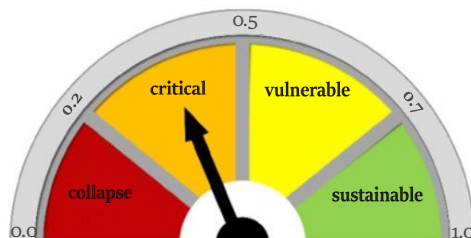
بررسی و تحلیل چالش‌های پایداری حوزه و گردآوری و بررسی اولیه نشانگرها (۳۶۶ نشانگر)

غربالگری و انتخاب نشانگرهای مرتبط (با کاربرد معیار SMART و روش دلفی - فازی)

توسعه چارچوب ارزیابی پایداری (شامل سه مولفه و ۱۴ نشانگر به همراه پروفایل آنها)

شاخص پایداری (روش AHP و ترکیب خطی نشانگرها)

اقدام



شاخص پایداری حوزه آبریز رفسنجان

۱

فصل اول

مروری بر
مفهوم توسعه
پایدار



این واقعیت پذیرفته شده است که سرنوشت مردم جهان بهم گره خورده و بهم پیوسته می باشد. تغییرات آب و هوایی همراه با افزایش رشد جمعیت جهان و افزایش رقابت بر سر تأمین منابع و رفاه زندگی، سلامت و پایداری کره خاکی را به مخاطره انداخته است. زمین، آب، هوا و انسان زنجیره های به هم پیوسته حیات هستند که همواره بایستی در تعادل نگه داشته شوند. بر هم خوردن هر یک از آنها همه چارچوب فلسفه زندگی روی زمین را بر هم خواهد زد (شفیعی، ۱۳۹۶). مفهوم توسعه پایدار (Sustainable Development) برای پاسخ به معضلات اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی دنیای امروز مطرح و به طور گسترده توسط دولت ها، نهادهای بین المللی، مورد پذیرش قرار گرفته است.

مسئله مهمی که به خصوص در کشورهای در حال توسعه وجود دارد، تبدیل شدن توسعه پایدار به کلیشه و شعار است بدون اینکه تلاش جدی برای تحقق اهداف آن صورت پذیرد. علت آن کمبود آگاهی، تجربه و عدم ایجاد ظرفیت های مناسب (به خصوص از طریق افزایش مشارکت و ایجاد فرایندهای مناسب) در درک و پیاده سازی مفهوم کاربردی آن می باشد. در این بخش ابتدا تعاریف مختلف از مفهوم توسعه پایدار مورد بررسی و ارائه قرار می گیرد، سپس ابعاد توسعه پایدار تبیین می شوند. در ادامه مصداق هایی از کاربرد این مفهوم در دنیا ارائه می شود. این مصداق ها به درک کاربردی توسعه پایدار بسیار کمک می نماید. در نهایت یک تعریف پذیرفته شده و چگونگی کاربرد مفهوم توسعه پایدار در این ارزیابی مدیریت منابع آب خلاصه شده است.

۱-۱. تعاریف و مفهوم توسعه پایدار

در جهان تغییرات آب و هوایی همراه با افزایش رشد جمعیت جهان و افزایش رقابت بر سر تأمین منابع و رفاه زندگی، سلامت و پایداری کره خاکی را به مخاطره انداخته است. بحران های مرتبط با آب و محیط زیست از

جمله مهم‌ترین چالش‌های کشورهای مختلف می‌باشد. در این راستا سازمان ملل متحد و جامعه جهانی با معرفی مفهوم توسعه پایدار تلاش نموده‌اند که گام‌های موثری در حفظ پایداری زمین بردارند. اولین بار تعریف و مفهوم توسعه پایدار در گزارش برونتلند (Brundtland report) سازمان ملل سال ۱۹۸۷ مطرح شده است و پس از آن فراز و نشیب‌های متعدد داشته است و افراد و سازمان‌های مختلف تعاریف مختلفی را ارائه داده‌اند. چند نمونه از مهم‌ترین تعاریف در ذیل آمده است:

• سازمان ملل (۱۹۸۷): توسعه‌ای که نیازهای حال حاضر را بدون به مخاطره انداختن توانایی نسل‌های آینده در تامین نیازهایشان برطرف نماید.

• پالمر (۲۰۰۵): توسعه‌ای که نیازهای بشر را با حفظ سیستم سلامت کره زمین و کاهش گرسنگی و فقر تامین نماید.

• ایمبرگر و همکاران (۲۰۰۷): توسعه پایدار فرآیندی است که موجب توانمندسازی مردم در تشخیص پتانسیل و بهبود کیفیت زندگی‌شان شود و هم‌زمان از سلامت سیستم زندگی کره خاکی (Earth's life-support systems) محافظت و حمایت نماید.

• سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (۲۰۱۱): ایجاد و حفظ شرایط، به طوری که انسان و طبیعت در توازنی موثر باشند و تامین نیازهای اجتماعی، اقتصادی و سایر نیازهای حال حاضر و نسل آینده به مخاطره نیفتند.

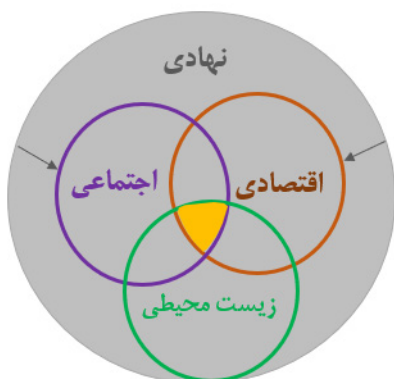
در برخی گزارشات و مقالات ذکر شده است که بیش از ۲۰۰ تعریف از توسعه پایدار وجود دارد (پارکین، ۲۰۰۰). این امر این مسئله را روشن می‌سازد که توسعه پایدار هرچند رویکردی جهانی (global) و یگانه است، اما در حوزه‌های مختلف یا مقیاس‌های مختلف بازتاب آن می‌تواند متفاوت باشد. نکته‌ای دیگری که وجود دارد این است که تمامی تعاریف مرتبط با توسعه پایدار در سه مفهوم ذیل باهم اشتراک دارند:

۱. مفهوم توسعه: توسعه اقتصادی-اجتماعی بایستی در راستای محدودیت‌های اکولوژیکی باشد.
۲. مفهوم نیازها: توزیع و بازتوزیع منابع به نحوی باشد که کیفیت زندگی را برای همه تضمین نماید.
۳. مفهوم نسل‌های آینده: امکان استفاده بلند مدت از منابع به نحوی که تضمین کننده کیفیت زندگی نسل‌های آینده باشد.

نکته قابل توجه دیگر این است که گاهی ممکن است واژه «پایداری» و «توسعه پایدار» به جای هم بکار روند. واقعیت این است که پایداری حاصل و نتیجه نهایی توسعه پایدار است. بنابراین این دو مفهوم بسیار بهم نزدیک هستند. در بخش بعدی ابعاد/ارکان پایداری یا توسعه پایدار ارائه شده‌اند.

۲-۱. ابعاد پایداری

تبیین ابعاد/ارکان توسعه پایدار یا پایداری در درک و کاربرد مفهوم پایداری بسیار ضروری است و قبل از بکارگیری این مفهوم و ارزیابی آن بایستی ابعاد یا ارکان آن مورد تعریف و توافق قرار گیرد. معروف‌ترین تشریح ابعاد پایداری براساس نمودار ون (Venn diagram) می‌باشد که نقطه مشترک سه بُعد محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی به طوری که هر کدام سهم یکسانی در تصمیم‌گیری دارند معرفی شده است (شکل ۱-۱). اما اخیراً برخی مطالعات بُعد نهادی (institution) را نیز به عنوان بعد چهارم پایداری معرفی نموده‌اند (اسپانجبرگ، ۲۰۰۴). به طور کلی منظور از نهادها قوانین بازی در جامعه (Rules of the game in society) می‌باشند (نرت، ۱۹۹۰). بنابراین در این مطالعه ابعاد پایداری به صورت چهارگانه در نظر گرفته شده است. به طور کلی مسائل نهادی شامل ضوابط، اسناد و قوانین رسمی و غیر رسمی و تمامی هنجارها و عرف‌ها در جامعه می‌باشد. همچنین در تحلیل‌های نهادی نقش بازیگران (Actors) نیز با توجه به قوانین و هنجارهای مختلف نیز در نظر گرفته می‌شود (سالت، ۲۰۰۴). در شکل ۲-۱ تبیین چهارگانه پایداری نشان داده شده است. می‌توان گفت که مسائل نهادی ایجاد کننده و حفظ کننده نقطه اشتراک سه رکن اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی در مفهوم پایداری می‌باشند (شفیعی و همکاران، ۲۰۲۲).



شکل ۲-۱) ابعاد پایداری با در نظر گرفتن بُعد نهادی



شکل ۱-۱) ابعاد سه‌گانه پایداری

۳-۱. مروری بر مصادیق مرتبط با مفهوم توسعه پایدار

همانطور که در بخش‌های قبل اشاره شده است، زمانی که تعاریف مختلف و متفاوتی برای توسعه پایدار وجود دارد بنابراین اجرایی کردن آن و کاربرد آن بسیار دشوارتر خواهد بود. مهم‌ترین کار در این زمینه

بررسی مصادیق، بازتاب‌ها و آورده‌های بکارگیری این مفهوم در حوزه‌های مختلف می‌باشد. امروزه انعکاس کاربرد مفهوم پایداری در برخی طرح‌ها و برنامه‌ها قابل شناسایی می‌باشد و می‌توان اذعان نمود که مفهوم پایداری و توسعه پایدار به مثابه یک «چتر مفهومی» می‌باشد که در ذیل آن طرح‌ها و برنامه‌های مختلف با اهداف مختلف اما در یک جهت و مسیر تعریف و تدوین شده است.

مهم‌ترین مصادیق ذیل چتر توسعه پایدار شامل اقتصاد سبز (Green Economy)، اقتصاد چرخشی (Circular Economy)، مفهوم هم‌بست (Nexus)، مدیریت یکپارچه منابع آب (IWRM)، راه‌حل‌های طبیعت محور (NBS) و هیدرولوژی اجتماعی (Socio-Hydrology) می‌باشند. به طور کلی، بررسی و شناخت این مصادیق در پیاده‌سازی مفهوم پایداری موجب:

- ✪ الف) شناخت کاربردی مفهوم توسعه پایدار در حوزه‌های مختلف، و
 - ✪ ب) بررسی دقیق ابعاد پایداری و معیارهای مرتبط با آنها در بخش‌های مختلف می‌شود.
- در ادامه به طور مختصر جدیدترین و مهم‌ترین این مصادیق مرتبط با حوزه آب و محیط زیست معرفی شده‌اند.

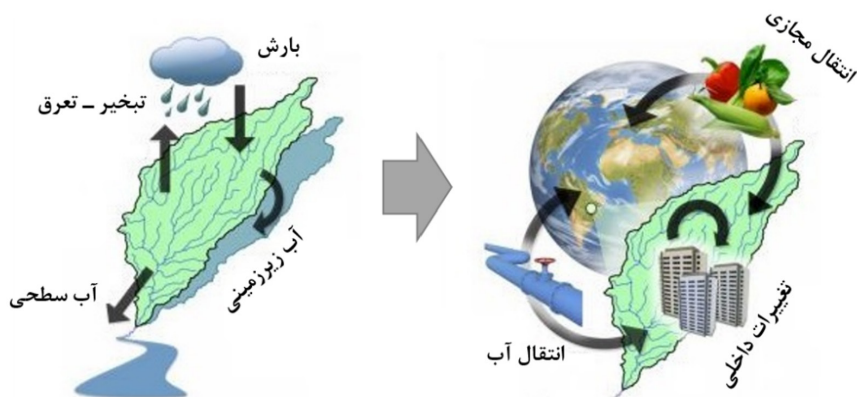
۱-۳-۱. مفهوم هم‌بست

مفهوم هم‌بست (Nexus thinking) یا نکسوس از مهم‌ترین مصادیق مرتبط با پایداری می‌باشد، که اولین بار در سال ۲۰۱۱ توسط مجمع جهانی اقتصاد جهت ترویج و ارتقا پیوندهای ناگسستنی بین استفاده از منابع جهت برآوردن نیازهای اولیه و حقوق جهانی امنیت غذا، آب و انرژی توسعه یافته است. به طور کلی تفکر هم‌بست به دنبال پاسخی برای اثرات خارجی یا جانبی بخش‌های مختلف یک سیستم بر روی هم می‌باشد و این امر بر افزایش کارایی کل سیستم متمرکز است تا اینکه به دنبال بهره‌وری تک تک اجزاء یک سیستم باشد. بنابراین در بلندمدت «توسعه پایدار» زمانی محقق می‌شود که ارتباط متقابل و همبسته بین بخش‌های مختلف به همراه محدودیت منابع آنها در نظر گرفته شوند. از این رو تصمیمات و سیاست‌گذاری‌ها بایستی به نحوی باشد که منجر به افزایش کارایی و بهره‌وری کل سیستم گردد و نه اینکه تمرکز آن بر یک بخش و زیرسیستم‌های آن باشد و اثرات متقابل آنها بر یکدیگر را نادیده بگیرند.

نمونه‌های مختلفی از تفکر هم‌بست وجود دارد که می‌توان رویکرد هم‌بست آب-غذا-انرژی (WFE) یا آب-خاک-پسماند (WSW) را نام برد. بنابراین به طور مثال در WFE تامین پایداری امنیت آبی، امنیت غذایی و امنیت انرژی به یکدیگر وابسته‌اند و هم‌نیطور در WSW پایداری محیط زیستی در گرو پایداری/سلامت توامان آب، خاک و پسماند است.

۱-۳-۲. هیدرولوژی اجتماعی

از دیگر مصادیق مبتنی بر پایداری، اخیراً ظهور علم هیدرولوژی اجتماعی (Socio-hydrology) است. مفهوم هیدرولوژی اجتماعی با هدف درک پویایی و هم‌تکاملی سیستم‌های پیوسته‌ی انسان و آب برای اولین بار در سال ۲۰۱۲ معرفی شده است. در هیدرولوژی اجتماعی انسان به‌عنوان جزئی درونی و جدایی‌ناپذیر از چرخه‌ی هیدرولوژی تلقی می‌گردد و پویایی برهمکنش مداوم سیستم‌های انسانی با چرخه‌ی هیدرولوژیکی از طریق مصرف و ذخیره‌ی آب، آلودگی منابع آبی، بازار آب، سیاست‌گذاری‌ها و تکنولوژی مورد توجه قرار می‌گیرد. همچنین در این مفهوم دیگر مسائل یک حوضه آبریز تنها تحت تأثیر هیدرولوژی فیزیکی و در درون مرزهای آن محدود نمی‌باشد بلکه به مسائل اجتماعی مانند افزایش جمعیت، مهاجرت، سیاست‌گذاری‌ها و مسائل اقتصادی مانند واردات و صادرات آب مجازی وابسته است (شکل ۱-۳). در این علم، پایداری حوضه تحت تأثیر عوامل خارج از مرزهای آن نیز خواهد بود. به زبان ساده‌تر می‌توان بیان نمود که با توجه به نقش کلیدی جوامع انسانی در سیستم‌های پیوسته‌ی انسان-آب، هیدرولوژی اجتماعی به این دو سوال پاسخ می‌دهد: در یک سیستم پیوسته‌ی انسان-آب تأثیر و نقش هیدرولوژی در تغییرات اجتماعی چیست؟ در مقابل، نقش تغییرات اجتماعی بر پویایی چرخه‌ی هیدرولوژیکی چه می‌باشد؟ بنابراین تکامل سیستم انسان و آب در طول زمان قابل بررسی است و این امر از طریق شناسایی، بررسی و تحلیلی برهمکنش‌ها (interactions) و بازخوردها (feedbacks) اجزاء این سیستم قابل دستیابی است.



شکل ۱-۳) مثالی از مفهوم هیدرولوژی اجتماعی در حوضه آبریز

۱-۳-۳. راه حل های طبیعت محور

راه حل های مبتنی بر طبیعت (Nature-Based Solutions, NBS) ارزان ترین و در عین حال مغفول ترین راه حل های موجود در مقابله با چالش ها و مسائل آب و محیط زیست است که در سال ۲۰۱۶ از طریق اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت (IUCN) رسماً معرفی و ارائه شده اند. آسیب های زیست محیطی به همراه تغییرات اقلیمی، محرک اصلی بحران های مرتبط با آب در نقاط مختلف جهان می باشد. اثرات سیلاب، خشکسالی و آلودگی آب با تخریب پوشش گیاهی، خاک، رودخانه ها و دریاچه ها بسیار بدتر شده است (شفیعی، ۱۳۹۶).

بر اساس اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت (IUCN)، راه حل های طبیعت-محور این گونه تعریف شده است: اقداماتی که جهت حفاظت، مدیریت پایدار و احیاء اکوسیستم های طبیعی با هدف مقابله موثر و سازگار با چالش های اجتماعی (مانند امنیت آبی، امنیت غذایی، تغییر اقلیم و ...) باشد و در عین حال رفاه انسان و تنوع زیستی را به مخاطره نیاندازد.

۱-۳-۴. مفهوم مدیریت یکپارچه منابع آب

مدیریت یکپارچه منابع آب (Integrated Water Resources Management, IWRM) توسط سازمان جهانی مشارکت آب (۲۰۰۶) تعریف شده است. به این صورت که مدیریت یکپارچه منابع آب، فرآیندی است که توسعه و مدیریت هماهنگ منابع آب و خاک و دیگر منابع مرتبط را ترویج می دهد و هدف آن به حداکثر رساندن توسعه اقتصادی و رفاه اجتماعی، به نحوی عادلانه، و بدون ایجاد ضرر و زیان های ماندگار زیست محیطی است. همانطور که مشاهده می شود، در فرآیند IWRM سه معیار ضروری وجود دارد که هر سه جنبه اجتماعی، اقتصادی و طبیعی را در بر می گیرند و شامل راندمان اقتصادی استفاده از آب، برابری (equity) و پایداری محیطی و اکولوژیکی می شوند.

۲

فصل دوم

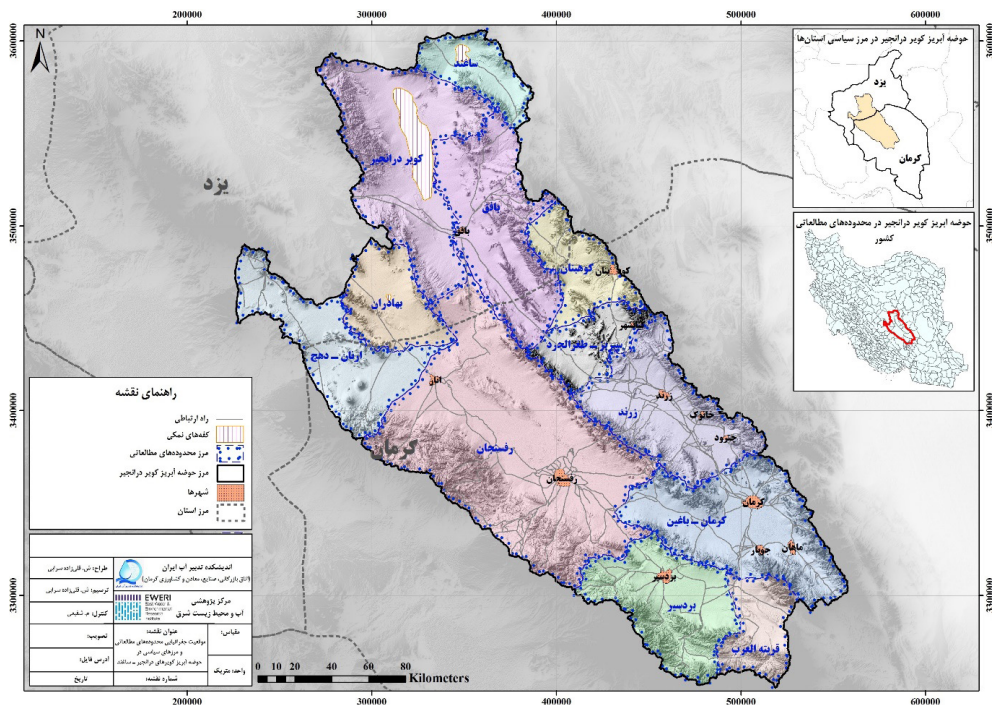
شناسایی و
بررسی چالش‌های
پایداری در منطقه
مورد مطالعه



در این بخش ابتدا معرفی منطقه مورد مطالعه به صورت کلان و خلاصه انجام می‌شود. سپس مروری بر مهم‌ترین مطالعات انجام شده در منطقه مورد مطالعه ارائه می‌شود و نتایج آن در حوزه‌های مرتبط با ابعاد توسعه پایدار دسته‌بندی می‌شوند. در ادامه براساس نتایج بررسی مطالعات موجود مهم‌ترین چالش‌هایی که پایداری منطقه را به مخاطره می‌اندازند شناسایی شده‌اند. در نهایت براساس تنظیم پرسش‌نامه و جلسه با خبرگان و کارشناسان (ذی‌نفعان کلیدی) در منطقه، چالش‌های شناسایی شده نهایی و رتبه‌بندی می‌شوند.

۱-۲. معرفی کلی و مرور منابع مطالعاتی در محدوده رفسنجان

محدوده مطالعاتی رفسنجان با مساحت حدوداً ۱۲۵۰۹ کیلومتر مربع در غرب حوضه آبریز کویرهای درانجیر-ساغند واقع شده است. این محدوده به لحاظ وسعت بیشترین مساحت را از ۱۲ محدوده مطالعاتی حوضه آبریز کویرهای درانجیر-ساغند را دارا می‌باشد و بخش بیشتر آن (۹۵٪ مساحت) در استان کرمان واقع شده است و تنها بخش بسیار کوچکی در استان یزد واقع شده است. ارتفاع حداکثر در این محدوده ۳۴۲۴ متر و ارتفاع حداقل آن واقع در خروجی آن و حدود ۱۰۱۷ متر می‌باشد. در حدود ۴۶٪ از وسعت این محدوده دشت و ۵۴٪ آن ارتفاعات می‌باشد. از مهم‌ترین مراکز جمعیتی در این محدوده مطالعاتی می‌توان به شهرستان رفسنجان و انار اشاره نمود. در شکل ۱-۲ موقعیت محدوده مطالعاتی رفسنجان در حوضه آبریز درجه دو، کویرهای درانجیر-ساغند و همچنین سایر ۱۱ محدوده دیگر به همراه مراکز جمعیتی مهم نشان داده شده است.



شکل ۲-۱) موقعیت محدوده رفسنجان در حوضه کویرهای درانجیر-ساغند در استان کرمان

همچنین در این پژوهش با توجه به هدف آن، مرور نتایج مطالعات و مقالات اخیر در محدوده رفسنجان نیز صورت گرفته است. لازم به ذکر است که به جهت اهمیت اقتصادی و وسعت محدوده رفسنجان مطالعات متنوعی در این محدوده با اهداف مختلف به صورت پروژه‌ها و طرح‌های پژوهشی مستقل و دانشگاهی انجام شده است. در جدول ۲-۱ مهم‌ترین مراجع مورد استفاده در این مطالعه ارائه شده‌اند. از مراجع ذکر شده جهت جمع‌بندی وضعیت پایداری منطقه و استخراج مهم‌ترین چالش‌ها و مسائل منطقه در بخش بعد استفاده شده است.

جدول ۲-۱: مروری بر مهم‌ترین مطالعات پیشین در محدوده مطالعاتی رفسنجان

ردیف	عنوان	سال	پژوهشگر اصلی	مجری	هدف/نتایج
۱	بررسی بیلان آب زیرزمینی دشت رفسنجان در دوره‌های مختلف	۱۳۹۱	صدیقه ترابی	اندیشکده تدبیر آب	بررسی پایداری منابع آب زیرزمینی رفسنجان
۲	گزارشات مطالعات آمایش سرزمین استان کرمان	۱۳۹۵	جهاد دانشگاهی	سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان کرمان	بررسی وضعیت موجود و پتانسیل‌های توسعه در استان
۳	ارزیابی یکپارچه سیستم منابع آب محدوده رفسنجان با استفاده از چارچوب DPSIR	۱۳۹۳	سمیرا غفوری فرد و علی باقری	مقاله کنفرانسی	توسط استفاده از چارچوب علی و معلولی ارزیابی از مسائل منطقه رفسنجان انجام شده است.
۴	ارزیابی ذی‌مدخلان در بخش آب (محدوده مطالعاتی رفسنجان)	۱۳۹۴	سمیرا غفوری فرد و علی باقری	مقاله پژوهشی	ذی‌مدخلان کلیدی و سطح تعامل آنها جهت بهبود مدیریت یکپارچه منابع آب بررسی شده‌اند.
۵	مطالعات بهنگام‌سازی بیلان منابع آب محدوده رفسنجان	۱۳۹۴	شرکت مشاور یکم	شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان	گزارش مصوب بیلان منابع آب منتهی به سال آبی ۹۰-۱۳۸۹
۶	بررسی نقش یارانه‌ها در تخریب منابع آب زیرزمینی شهرستان‌های انار و رفسنجان	۱۳۹۵	محمد عبدالمهی	اندیشکده تدبیر آب	یارانه‌ها هیچ نقشی در تخریب منابع آب در مناطق پسته‌کاری شهرستان‌های انار و رفسنجان نداشته‌اند. همچنین ابزارهای اقتصادی چون افزایش قیمت آب نیز نمیتواند کاربردی در کاهش انگیزه برداشت از منابع آب داشته باشند.
۷	تحلیل آسیب‌پذیری سیستم منابع آب نسبت به کم‌آبی با استفاده از چارچوب حسابداری آب	۱۳۹۵	فریبا بابائیان و علی باقری	مقاله پژوهشی	با کاربرد حسابداری آب و محاسبه نشانگرها در بخش‌های مختلف منابع آب، اقتصادی و اجتماعی ارزیابی آسیب‌پذیری دشت رفسنجان انجام شده است.

ردیف	عنوان	سال	پژوهشگر اصلی	مجری	هدف/نتایج
۸	تحلیل بستر نهادهای سیستم منابع آب زیرزمینی محدوده رفسنجان با رویکرد پویایی سیستم	۱۳۹۵	محمد رضا فرزانه و علی باقری	مقاله پژوهشی	بررسی تأثیرات بستر نهادهای بر شکل گیری مشکلات منابع آبی رفسنجان
۹	مصارف آب در دشت رفسنجان از سال ۱۳۳۰ تا ۱۳۹۷	۱۳۹۷	حسین زراعتکار و الهام گلکار	اندیشکده تدبیر آب	بررسی سیر تاریخی چگونگی مصرف آب در دشت رفسنجان
۱۰	ارزیابی پیامدهای اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و سیاسی ناشی از آزادسازی خرید و فروش و انتقال آب در دشت رفسنجان با استفاده از رویکرد پویاشناسی سیستم‌ها	۱۳۹۸	سید مصطفی ضیائی	اندیشکده تدبیر آب و دانشگاه شریف	بازار آب غیررسمی در محدوده وجود دارد. آزادسازی و توسعه بازار آب دینامیک‌های جدیدی را در منطقه فعال می‌کند. در این پژوهش برای تهیه مدل دینامیکی توسعه بازار آب، زیرسیستم‌های مختلف منابع آبی، اقتصاد منطقه، مشارکت اجتماعی، دولت، جمعیت و تبادل آب در نظر گرفته شده است.
۱۱	اثرات نقد رویکرد حاکم بر طرح احیا و تعادلبخشی و ارائه راهکارها در محدوده مطالعاتی رفسنجان	۱۳۹۸	محمد رضا فرزانه و علی باقری	مقاله پژوهشی	نقد رویکرد دستوری و ترویج رویکرد مشارکتی در طرح‌های آبی
۱۲	بازنگری تخصیص منابع آب در حوضه کویردرانجیر	۱۳۹۹	حسین زراعتکار	اندیشکده تدبیر آب	بررسی وضعیت واقعی بهره برداری از منابع آب در دشت رفسنجان به لحاظ آب قابل برنامه ریزی، انرژی و مصارف کشاورزی
۱۳	بررسی شکل‌گیری الگوی توسعه مصرف آب زیرزمینی در آبخوان رفسنجان با چارچوب DPSIR	۱۳۹۹	الهام گلکار و علی باقری	مقاله کنفرانسی	بررسی سیر تاریخی شکل‌گیری اقتصاد تک محصولی پسته و ارتباط آن با مسأله آب

ردیف	عنوان	سال	پژوهشگر اصلی	مجری	هدف/نتایج
۱۴	Inaction of Society on the Drawdown of Groundwater Resources: A Case Study of Rafsanjan Plain in Iran	۲۰۱۸	سید جلال الدین میرنظامی	مقاله پژوهشی	بررسی افول مدیریت آب زیرزمینی در رفسنجان
۱۵	Groundwater governance and implementing the conservation policy: the case study of Rafsanjan Plain in Iran	۲۰۱۹	سید جلال الدین میرنظامی	مقاله پژوهشی	ارزیابی سیستم حکمرانی/مدیریت آب زیرزمینی دشت رفسنجان

۲-۲. بررسی وضعیت ابعاد پایداری در حوضه رفسنجان

براساس مفهوم توسعه پایدار و ابعاد تبیین شده آن در بخش اول (۱.۱ و ۲.۱)، در این بخش براساس مرور مطالعات موجود در محدوده رفسنجان؛ وضعیت پایداری این حوضه در ابعاد/مولفه چهارگانه توسعه پایدار در ادامه بررسی و تبیین شده است.

۲-۲-۱. وضعیت منابع آبی و محیط زیستی

الف) وضعیت کمی و کیفی منابع آب محدوده

میانگین بارندگی بلند مدت (دوره ۴۵ ساله، ۴۶-۱۳۴۵ الی ۹۰-۱۳۸۹) در این محدوده در ارتفاعات ۱۵۴ میلیمتر و در دشت ۸۳ میلیمتر می‌باشد. در جدول ۲.۲ تغییرات مهم‌ترین مولفه‌های بیلان آب در دوره ۴۵ ساله منطبق بر گزارش بهنگام‌سازی بیلان آب محدوده رفسنجان به طور خلاصه نشان داده شده است. متوسط کسری مخزن آب زیرزمینی در رفسنجان ۱۵۳/۹ میلیون متر مکعب می‌باشد. براساس مطالعات انجام شده از هیدروگراف آبخوان دشت رفسنجان در دوره بیست ساله، این آبخوان افت میانگین ۰/۷ متر در سال تا کنون داشته است (شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان، ۱۳۹۴). براساس اطلاعات بدست آمده میزان آب تجدیدپذیر واقعی و طبیعی این محدوده نیز در جدول مذکور محاسبه و ارائه شده است. آب تجدیدپذیر طبیعی میزان جریان میانگین است که به طور طبیعی تنها توسط بارندگی سالانه در حوضه تولید می‌شود (به عبارتی بارندگی مفید در حوضه) و قابل استفاده می‌باشد. در محاسبه آب تجدیدپذیر

واقعی جریان‌های ورودی و انتقالی به محدوده و میزان بازگشت آب آبیاری (از برداشت‌های آب زیرزمینی) علاوه بر بارندگی نیز در نظر گرفته می‌شوند. همانطور که ملاحظه می‌شود میزان برداشت آب سالانه در حوضه (۷۹۶/۹ میلیون مترمکعب) که بسیار بیشتر از میزان آب تجدیدپذیر سالانه (هم واقعی و هم طبیعی) می‌باشد. این امر نشان دهنده عدم پایداری در کمیّت منابع آب حوضه می‌باشد.

همچنین بررسی ارتباط منابع آبی محدوده رفسنجان با سایر محدوده‌های مجاور نیز نشان می‌دهد که این محدوده شامل ورودی آب سطحی از چهار محدوده مجاور (کرمان، بهادران، بردسیر و ارنان) و انتقال آب از دو محدوده بردسیر و محدوده خاتون آباد (از حوضه درجه ۲ ابرقو) می‌باشد. خروجی آب سطحی محدوده رفسنجان وارد محدوده بافق می‌شود و حجم تبادل ورودی یا خروجی آب زیرزمینی ناچیز می‌باشد. حجم جریان‌های سطحی ورودی به محدوده ۳۲ میلیون مترمکعب و جریان‌های انتقالی از محدوده‌های مجاور حدود ۳۰ میلیون مترمکعب می‌باشد. میزان خروجی آب سطحی از رفسنجان به بافق حدود ۱۰ میلیون مترمکعب برآورد شده است.

جدول ۲-۲: مهم‌ترین مولفه‌ها و پارامترهای مرتبط با بیلان آب در محدوده رفسنجان

مولفه/پارامتر	حجم (میلیون متر مکعب)	
بارندگی حوضه	۱۵۲۳/۵	
برداشت حوضه	۷۹۶/۹	
تغذیه (آبخوان)	۵۸۴/۶	
مصارف خالص	کشاورزی	۴۹۰/۵
	شرب و صنعت	۴۸/۲
بازگشتی	کشاورزی	۲۳۲
	شرب و صنعت	۲۴
کسری مخزن		۱۵۳/۹
آب تجدیدپذیر واقعی		۶۰۶/۲
آب تجدیدپذیر طبیعی		۳۴۰/۲

کیفیت منابع آب زیرزمینی از نظر شوری و تغییرات آن در سطح آب آبخوان براساس گزارشات انجام شده (شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان، ۱۳۹۴) به شرح ذیل می‌باشد. در آبخوان رفسنجان رقوم هدایت الکتریکی آب زیرزمینی بین ۴۴۰ (در ورودی ارتفاعات) تا ۲۷۵۰۰ میکرومهموس بر سانتی‌متر (در مرکز) متغییر می‌باشد. براساس بررسی کموگراف در سال‌های ۱۳۷۹ الی ۱۳۹۰ هیچ روندی از تغییرات میانگین شوری در محدوده دیده نشده است و میانگین شوری حدود ۵۹۰۰ میکرومهموس بر سانتی‌متر برآورد شده است.

ب) پدیده نشست زمین

از جمله مسائل محیط زیستی پر اهمیت در محدوده مطالعاتی رفسنجان، پدیده نشست زمین در دشت آن می‌باشد. دشت رفسنجان اولین دشتی است که آثار فرونشست زمین در اثر افت سطح آب زیرزمینی در آن گزارش شده است. طبق اعلام سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، دشت رفسنجان در سال ۱۳۴۶ به ازای هر ۱ متر افت سطح آب زیرزمینی، حدود ۴۲ سانتیمتر فرونشست سطح زمین برای آن گزارش شده است. بر اساس مجموعه بررسی‌های صورت پذیرفته توسط سازمان زمین شناسی تا سال ۱۳۸۷ دشت‌های رفسنجان، زرنند، مشهد و قزوین به ترتیب با بیشینه نرخ فرونشست به میزان ۳۰، ۲۵، ۲۵ و ۲۴ سانتیمتر بر سال دارای بیشترین نرخ فرونشست در پهنه دشت‌های مطالعاتی کشور بوده‌اند. نتایج مطالعات اخیر نشان داده است که بیشترین میزان نشست در مرکز دشت مشاهده شده است، که بخشی از آن مناطق شمال و شمال شرق شهر رفسنجان را نیز تشکیل می‌دهد (جعفری و عبدالهی، ۱۳۹۷).

ج) وضعیت انتقال آب به محدوده

براساس بررسی انجام شده، چهار طرح انتقال آب به محدوده رفسنجان وجود دارد که دو مورد آن در حال بهره‌برداری می‌باشند. یک مورد انتقال آب از محدوده بردسیر به رفسنجان جهت تامین آب شرب با میانگین ۴ میلیون مترمکعب و دیگری انتقال آب از محدوده خاتون آباد (حوضه درجه ۲ ابرقو-سیرجان) به میزان ۲۶ میلیون مترمکعب جهت مصرف صنعت در مس سرچشمه می‌باشد (شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان، ۱۳۹۴). در جدول ۲-۳ مشخصات این طرح‌ها و وضعیت آنها به طور خلاصه آورده شده است.

جدول ۲-۳: مهم‌ترین مولفه‌ها و پارامترهای مرتبط با بیلان

نام طرح	نوع مصرف در محدوده	سال بهره‌برداری	حجم (میلیون مترمکعب)
انتقال آب از محدوده بردسیر به رفسنجان	شرب	۱۳۷۱	۴/۱۶
انتقال آب از محدوده خاتون آباد (در حوضه درجه ۲ ابرقو-سیرجان) به مس سرچشمه	صنعت	؟	۲۶/۱
انتقال آب سرشاخه‌های کارون از استان چهارمحال و بختیاری به دشت رفسنجان (سد ونک-سولگان)	کشاورزی (تعاادل بخشی آبخوان)	در حال اجرا	۱۳۲/۶
تامین اضطراری آب شرب به کرمان و رفسنجان از سامانه انتقال آب خلیج فارس	شرب	در حال اجرا	۳۰ (مجموع کرمان و رفسنجان)

۲-۲-۲. وضعیت اجتماعی

از آنجایی که مهم‌ترین شهرهای واقع در محدوده مطالعاتی رفسنجان شهرستان رفسنجان و شهرستان انار می‌باشند. براساس گزارشات مرکز آمار ایران و گزارشات مطالعات آمایش استان کرمان (۱۳۹۵)، آمار و اطلاعات مرتبط با دو شهرستان فوق ذکر در این پژوهش در نظر گرفته شده است. در جدول ۲-۴ مشخصات جمعیتی این دو شهرستان براساس سرشماری ۱۳۹۰ آورده شده است. تعداد کل جمعیت واقع در محدوده رفسنجان تقریباً برابر ۳۲۳ هزار نفر می‌باشند. همچنین در جدول ۲-۵ مجموع مهاجرین وارد شده و خارج شده از دو نقطه جمعیتی مهم این محدوده ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد شهرستان رفسنجان پذیرنده مهاجرین بوده است و شهرستان انار مهاجر فرست بوده است.

جدول ۲-۴: مشخصات جمعیتی در محدوده رفسنجان

شهرستان	جمعیت	تعداد شهر	تعداد بخش	تعداد دهستان	درصد جمعیت مردان	درصد جمعیت زنان	درصد شهرنشین	درصد روستانشین
رفسنجان	۲۸۷۹۲۱	۵	۴	۱۴	۵۱	۴۹	۵۹	۴۱
انار	۳۵۲۹۵	۲	۱	۲	۵۱	۴۹	۵۹	۴۱

جدول ۲-۵: مشخصات جمعیتی در محدوده رفسنجان طی سال‌های ۹۰-۱۳۸۵

شهرستان	تعداد مهاجران وارد شده	تعداد مهاجران خارج شده	خالص مهاجرت
رفسنجان	۱۴۷۵۴	۷۷۶۸	۶۹۸۶
انار	۹۴۴	۱۱۶۷	-۲۲۳

براساس محاسبات گزارش مطالعات آمایش سرزمین استان کرمان (۱۳۹۵)، شاخص امید به زندگی در دو شهرستان واقع در محدوده رفسنجان طی سال‌های ۹۲-۱۳۸۸ برابر ۶۲ سال محاسبه شده است (که از میانگین امید به زندگی در استان کرمان، یعنی ۵۹ سال، کمی بیشتر می‌باشد). همچنین به لحاظ آموزش، درصد باسوادی افراد بالای ۲۵ سال در شهرستان رفسنجان و انار به ترتیب برابر ۸۹ و ۹۱ درصد (دوره سال‌های ۹۲-۱۳۸۸) گزارش شده است.

جهت بررسی میزان رفاه اجتماعی و سطح زندگی از مفهوم شاخص توسعه انسانی (Human Development Index, HDI) استفاده شده است. این شاخص براساس سه معیار زندگی طولانی و سالم، دسترسی به دانش و آموزش و سطح زندگی مناسب سنجیده می‌شود. براساس مطالعه آمایش سرزمین استان کرمان (۱۳۹۵) میانگین شاخص توسعه انسانی (HDI) برای جمعیت شهرستان رفسنجان و انار در دوره آماری ۹۲-۱۳۸۸ به طور میانگین ۰/۶۵ تخمین زده شده است. لازم به ذکر است که جوامعی که شاخص توسعه انسانی آنها بین ۰/۸ تا ۰/۵ باشد، در سطح رفاه متوسط طبقه‌بندی می‌شوند.

۲-۳-۲. وضعیت اقتصادی

در محدوده مطالعاتی رفسنجان بیشتر اشتغال مربوط به بخش خدمات و کشاورزی است و بیشترین بهره‌وری نیروی کار (درآمد برای هر نفر شاغل در هر بخش) مربوط به بخش صنعت و معدن است، به دلیل که این بخش بعد از بخش -کشاورزی بیشترین سهم را در ایجاد درآمد منطقه دارد و از طرفی تعداد شاغلان آن نسبت به دو بخش دیگر کمتر است. بعد از بخش صنعت و معدن، بخش کشاورزی بیشترین بهره‌وری نیروی کار را دارد (بابائیان و همکاران، ۱۳۹۵). در ادامه براساس بررسی مطالعات موجود از جمله مطالعات آمایش سرزمین استان کرمان (۱۳۹۵) خلاصه‌ای از ساختارهای اقتصادی شامل کشاورزی و صنعتی آمده است.

ساختار کشاورزی:

کشاورزی در این محدوده تقریباً تک محصولی است و اکثریت مردم در تولید، ضبط و خرید و فروش پسته فعالیت دارند. براساس اطلاعات زراعی و باغی سال ۹۳-۱۳۹۲ مساحت باغات پسته در شهرستان رفسنجان

حدود ۶۳ هزار هکتار بوده است که ۹۵ درصد اراضی باغی در این شهرستان را شامل می‌شود. در محصولات زراعی، گندم آبی، جو و یونجه نیز بیشترین سطح زیرکشت را محصولات زراعی در این محدوده دارا می‌باشند. کل سطح زیرکشت زراعی در این شهرستان ۳۳۵ هکتار می‌باشد و این امر نشانگر سهم ناچیز محصولات زراعی در الگوی کشت محصولات کشاورزی این شهرستان می‌باشد. همچنین سهم اراضی باغی و زراعی در شهرستان انار به ترتیب ۹۵ و ۵ درصد می‌باشد. عمده محصول باغی در شهرستان انار نیز پسته با سطح زیرکشت ۱۷ هزار هکتار می‌باشد.

ساختار صنعتی:

شهرستان رفسنجان دارای ۱۰۸ واحد صنعتی می‌باشد. بیشترین تعداد واحد صنعتی مربوط به گروه صنعتی محصولات غذایی و آشامیدنی‌ها می‌باشد. بیشترین مجوز سرمایه مربوط به گروه‌های صنعتی استخراج کانی‌های فلزی می‌باشد. کمترین مجوز سرمایه مربوط به گروه صنعتی چوب و محصولات چوبی به جز میل می‌باشد. مجموع مجوز سرمایه شهرستان رفسنجان طی سالهای ۹۳-۱۳۸۶ برابر ۸۱۴۷۸۰۸ میلیون ریال بوده است. بیشترین مجوز اشتغال مربوط به گروه صنعتی استخراج کانی‌های فلزی می‌باشد. مجموع مجوز اشتغال شهرستان رفسنجان طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۶، ۵۶۴۲ نفر بوده است. لازم به ذکر است که مهم‌ترین معدن موجود در منطقه رفسنجان، مس سرچشمه است که در حدود ۵۰ کیلومتری جنوب شهر رفسنجان قرار دارد. این معدن بزرگترین معدن مس ایران و یکی از بزرگترین معادن مس روباز جهان -است-.

همینطور، شهرستان انار دارای ۱۱ واحد صنعتی می‌باشد. بیشترین تعداد واحد صنعتی مربوط به گروه صنعتی محصولات غذایی و آشامیدنی‌ها و محصولات لاستیکی و پلاستیکی و محصولات کانی‌های غیر فلزی می‌باشد. بیشترین مجوز اشتغال مربوط به گروه‌های صنعتی محصولات لاستیکی و پلاستیکی می‌باشد. مجموع مجوز اشتغال شهرستان انار طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۶، ۷۷ نفر بوده است.

۲-۲-۴. وضعیت نهادی

همانطور که در بخش ۱-۲ ذکر شده، نهادها شامل ضوابط، اسناد و قوانین رسمی و غیر رسمی و تمامی هنجارها و عرف‌ها که در شکل‌دهی یک جامعه نقش دارند، گفته می‌شود. نهادهای موثر بر مدیریت منابع آب محدوده رفسنجان مانند سایر محدوده‌های مطالعاتی کشور اغلب تحت تاثیر قوانین و اسناد ملی می‌باشد. موارد محدودی از قبیل وضعیت تشکلهای، شرکت‌های تعاونی و انجمن‌های فعال در سطح محدوده رفسنجان نیز از جمله نهادهای تاثیرگذار بر مدیریت منابع آب در این محدوده به شمار می‌روند. در این بخش ابتدا عوامل نهادی ملی و سپس عوامل نهادی محلی در محدوده رفسنجان مرور می‌شوند.

الف) عوامل نهادی ملی

مقیمی و همکاران (۱۳۹۷) بیش از ۵۶ قانون و بیش از ۱۲۰۰ ماده از نهادهای رسمی موثر بر مدیریت منابع آب در ایران را شناسایی نموده‌اند. نهادهای ذکر شده از سال ۱۳۰۹ الی ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار گرفته‌اند. مقیمی و همکاران (۱۳۹۷) این نهادها در ۵ گروه تقسیم‌بندی نمودند شامل:

- قوانین مرتبط با واگذاری اراضی ملی،
- قوانین مرتبط با واگذاری اراضی به متصرفین،
- قوانین مرتبط با حفر چاه،
- قوانین مرتبط با حفر چاه غیرمجاز،
- قوانین مرتبط با بهره‌برداری از منابع آب به منظور توسعه کشاورزی.

همچنین ایشان در نهایت ۲۱ قانون موثر بر منابع آب در کشور را شناسایی و معرفی نمودند (جدول ۲-۶). بررسی سیرتاریخی این قوانین نشان می‌دهد که تمامی قوانینی که تا سال ۱۳۸۷ تصویب شده‌اند، مخصوصاً آن دسته از قوانین واگذاری اراضی- ملی که پس از انقلاب تصویب شده‌اند در حالی اتخاذ شده‌اند که در تمام این سال‌ها، مشکلات مرتبط با منابع آب، که به دلیل بهره‌برداری بیش از حد از این منبع استراتژیک بوده است، ادامه پیدا کرده است و باوجود آگاهی از این مشکل اما نه تنها در زمینه اراضی کشاورزی پاسخی برای حفظ و حراست از منابع آب اتخاذ نشده بلکه همان روند قبل ادامه و در سال‌های اخیر تشدید نیز گردید. در طی تمامی این سالها نه تنها وزارت جهاد کشاورزی که متولی اصلی واگذاری اراضی و در واقع توسعه کشاورزی است، تغییر رویه نداده است بلکه قوانین پی‌درپی نیز به تقویت این فعالیت‌ها منجر شده‌اند. از طرف دیگر قوانینی از جمله قانون آب و نحوه ملی شدن آن سال ۱۳۳۷ و قانون توزیع عادلانه آب سال ۱۳۶۱ منجر به افزایش تعداد چاه‌ها در دشت‌های کشور شده‌اند. به طور مثال در قانون توزیع عادلانه آب دو ماده وجود دارد: ماده ۵، «در مناطق غیرممنوعه حفر چاه و استفاده از آب آن برای مصرف خانگی و شرب و بهداشتی و باغچه تا ظرفیت آبدهی-۲۵ مترمکعب در شبانه روز مجاز است و احتیاج به صدور پروانه حفر و بهره‌برداری ندارد ولی باید به اطلاع وزارت نیرو برسد» و تبصره ۱ ذیل این ماده بیان می‌کند که «در مناطق ممنوعه حفر چاه‌های موضوع این ماده با موافقت کتبی وزارت نیرو مجاز است و نیازی به صدور پروانه حفر و بهره‌برداری ندارد».

از مجموعه عوامل نهادی از نظر ساختاری و تعامل بازیگران، در سطح ملی مهم‌ترین ساختارها/بازیگران موثر در مدیریت منابع آب شامل وزارت نیرو (تاسیس سال ۱۳۵۳)، جهاد کشاورزی (تاسیس سال ۱۳۸۱) از ادغام وزارت کشاورزی و جهاد سازندگی) و سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور (تاسیس سال ۱۳۵۰) می‌باشند. وزارت صنایع و معادن نیز به دلیل نقش آن در تعیین تقاضای آب نقش موثری را ایفا می‌نمایند. همچنین

به طور کلی ساختار دولت ها و ادوار مختلف مجلس شورای اسلامی نیز به سبب نقش آنها در قانون گذاری و سیاست گذاری از عوامل اثرگذار بر مدیریت منابع آب در کشور بوده اند.

ب) عوامل نهادی محلی

عوامل نهادی موثر بر مدیریت منابع آب در محدوده رفسنجان اغلب شامل بازیگران محلی و زیرساختارهای مرتبط با سازمان های ملی/دولتی می باشند. زیرساختارهای محلی شامل شرکت آب منطقه ای استان کرمان، سازمان جهادکشاورزی استان کرمان، سازمان صنایع و معادن و استانداری استان کرمان را می توان نام برد. سیاست های استانی این سازمان ها که تحت سیاست های ملی تعریف شده اند نقش موثری بر مدیریت منابع آب منطقه داشته اند.

علاوه بر بازیگران دولتی، بازیگران خصوصی و مردم نهاد نسبتاً موثر نیز در محدوده وجود دارند. به طوری که تعاملات و مطالبه گری آنها می تواند اثربخش باشد (غفوری فرد و همکاران، ۱۳۹۴). براساس بررسی انجام گرفته این بازیگران شامل موارد ذیل هستند: اتاق بازرگانی، صنایع و معادن استان کرمان، انجمن پسته ایران، بزرگ مالکان زمین های کشاورزی و شرکت تعاونی تولید پسته. همچنین براساس نتایج طرح آمایش سرزمین شهرستان رفسنجان دارای ۲۴ شرکت تعاونی روستائی می باشد.

جدول ۲-۶: قوانین تاثیرگذار بر منابع آب ایران

نام قانون	تاریخ تصویب	نام قانون	تاریخ تصویب
قانون راجع به قنوت	۱۳۰۹	قانون اصلاح ماده ۲۴ قانون حفاظت و بهره برداری از جنگل ها و مراتع مصوب ۱۳۵۴	۱۳۷۳
قانون تکمیل قانون قنوت	۱۳۱۳	قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت	۱۳۸۰
قانون اصلاحات اراضی	۱۳۴۰	تصویب نامه در مورد مقابله با بحران ناشی از ادامه روند خشکسالی در استان های خسارت دیده	۱۳۸۰
لایحه قانون ملی شدن جنگل های کشور	۱۳۴۱	قانون تامین مالی برای جبران خسارت ناشی از خشکسالی یا سرمازدگی	۱۳۸۳
قانون حفظ و حراست منابع آب های زیرزمینی کشور	۱۳۴۵	قانون الحاق یک ماده به قانون وصول برخی از درآمدهای دولت	۱۳۸۴

نام قانون	تاریخ تصویب	نام قانون	تاریخ تصویب
قانون حفاظت و بهره‌برداری از جنگل‌ها و مراتع	۱۳۴۶	قانون الحاق موادی به قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت	۱۳۸۴
قانون آب و نحوه ملی شدن آن	۱۳۴۷	دستورالعمل ضوابط واگذاری اراضی منابع ملی و دولتی برای طرح‌های کشاورزی تولیدی و غیرکشاورزی	۱۳۸۵
قانون اصلاح فصل پنجم و پاره‌ای از مواد قانون حفاظت و بهره‌برداری از جنگل‌ها و مراتع مصوب ۱۳۴۶	۱۳۵۴	دستورالعمل اصلاحی ضوابط واگذاری اراضی ملی و دولتی برای طرح‌های کشاورزی تولیدی و غیرکشاورزی	۱۳۸۷
قانون گسترش کشاورزی در قطب‌های کشاورزی	۱۳۵۴	قانون تعیین تکلیف چاه‌های فاقد پروانه بهره‌برداری	۱۳۸۹
لایحه قانونی اصلاح قانونی واگذاری و احیا اراضی در حکومت جمهوری اسلامی	۱۳۵۹	الحاق تبصره ۲ به ماده ۷ آیین نامه اجرایی ماده ۶۳ قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت (واگذاری حق برداشت جدید آب)	۱۳۹۱
قانون توزیع عادلانه آب	۱۳۶۱		

ج) سایر عوامل نهادی

سایر عوامل نهادی می‌توان طرح‌های ملی یا استانی را نام برد که در مدت مشخص تعریف و انجام شده‌اند. این طرح‌ها اغلب توسط دولت‌های وقت طراحی و اجرا شده‌اند. مهم‌ترین آنها «طرح احیا و تعادل بخشی آب‌های زیرزمینی» در دولت یازدهم (سال ۱۳۹۲) می‌توان نام برد. همچنین اخیراً «برنامه ملی سازگاری با کم‌آبی» در دولت دوازدهم قابل ذکر می‌باشد. نکته قابل توجه این هست که هر دو طرح تعادل بخشی و سازگاری با کم‌آبی علی‌رغم دریافت ردیف بودجه و تعریف پروژه‌های متعدد و حتی تغییرساختارها جهت بهتر اجرایی شدن آنها با تغییر دولت‌ها متوقف شدند.

در سطح وزارت کشاورزی هم می‌توان به طرح توسعه سامانه‌های نوین آبیاری اشاره نمود. در این طرح حدود دو دهه است که مجلس و دولت با اختصاص یارانه و تسهیلات بلاعوض به این سامانه‌ها، از ترویج و توسعه آن‌ها حمایت می‌کنند. هرچند که برخلاف تصور اولیه توسعه این سامانه‌ها در اراضی کشاورزی منجر

به صرفه‌جویی مصرف آب نشده است (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷). هم‌اکنون طرح‌های ملی دیگری مانند «جهاد آبرسانی» و «استخراج آب‌های ژرف» در کشور در حال پیگیری می‌باشد که مستندات زیادی در حال حاضر در مورد آنها دردسترس نمی‌باشد.

۲-۳. تحلیل و جمع‌بندی «چالش‌های پایداری» در حوضه رفسنجان

هدف این فصل بررسی اهمیت نسبی و بررسی ابعاد «چالش‌های پایداری» منابع آب در محدوده مورد مطالعه می‌باشد. «چالش‌های پایداری» موانع و مسائلی هستند که تهدیدکننده توانایی و قابلیت یک منطقه در رسیدن به توسعه پایدار باشند. لازم به ذکر است که در این مطالعه کلمه چالش (Challenge) به معنای یک مشکل، مانع، عامل تهدیدکننده یا شرایط نامطلوب در نظر گرفته شده است که برای حل نیازمند تلاش، مهارت، برنامه یا خلاقیت می‌باشد.

در ادامه ابتدا مجموعه چالش‌های پایداری شناسایی شده اولیه ارائه و تقسیم‌بندی شده است و سپس براساس روش شناسی تشریح شده، اهمیت نسبی و سپس مهم‌ترین چالش‌های پایداری منطقه استخراج شده‌اند.

۲-۳-۱. شناسایی اولیه «چالش‌های پایداری» محدوده

براساس بررسی‌های انجام شده (بخش ۲-۲) و مرور مطالعات پیشین (جدول ۲-۱) در منطقه رفسنجان، ۳۳ مورد به عنوان «چالش‌های پایداری» اولیه شناسایی شده است (جدول ۲-۷ و جدول ۲-۸). همچنین جهت ایجاد ارتباط و درک بهتر، چالش‌ها در دو دسته‌ی مرتبط با «محیط طبیعی» و «محیط انسانی» ارائه شده‌اند. این تقسیم‌بندی براساس چارچوب مفهومی DPSIR^۱ انجام شده است. به طور کلی، منظور از چالش‌های پایداری در محیط انسانی، آن دسته از چالش‌هایی است که مرتبط با نیازهای انسان یا تصمیمات/دخالت‌های انسان (هم در مقیاس کوچک و هم بزرگ) می‌باشند. از طرف دیگر منظور از چالش‌ها در محیط طبیعی، چالش‌های مرتبط با وضعیت و حالت (state) منابع آب و منابع طبیعی است که اغلب به واسطه‌ی تاثیر اقدامات انسانی در طبیعت بوجود می‌آیند.

جدول ۲-۷: مجموعه چالش‌های پایداری مرتبط با «محیط طبیعی» در محدوده مطالعاتی رفسنجان

۱. چارچوب مفهومی و علی معلولی DPSIR جهت بررسی اثرات متقابل بین محیط انسانی (جامعه) و محیط طبیعی (طبیعت) استفاده می‌شود.

ردیف	چالش پایداری
۱	افت سطح آب زیرزمینی
۲	تغییرات اقلیمی و کاهش بارندگی
۲	کاهش تغذیه آب زیرزمینی (آب تجدیدپذیر)
۴	فرونشست زمین
۵	کاهش کیفیت آب زیرزمینی
۶	حرکت جبهه آب‌های شور
۷	کاهش تنوع زیستی (biodiversity) در منطقه (کاهش جمعیت گونه‌های گیاهی و جانوری)
۸	پدیده گرد و غبار در منطقه
۹	فرسایش و تخریب خاک
۱۰	افزایش آلودگی خاک (در اثر مصرف بی‌رویه کودهای مبتنی بر نیترات و فسفات)
۱۱	افزایش آلودگی مرتبط با فلزات سنگین در آب زیرزمینی

جدول ۲-۸: مجموعه چالش‌های پایداری مرتبط با «محیط انسانی» در محدوده مطالعاتی رفسنجان

ردیف	چالش پایداری	ردیف	چالش پایداری
۱	افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی	۱۲	نبود تجهیزات و برنامه‌های لازم در سنجش و پایش منابع آبی
۲	وابستگی منطقه به آب‌های انتقالی	۱۳	وجود مناقشات (conflicts) بین گروه‌های مختلف ذی‌نفعان
۳	آلودگی صنایع و معادن	۱۴	کمبود آگاهی و درک عمومی از بحران و مسائل آب
۴	بهره‌وری پایین آب در بخش کشاورزی	۱۵	درک متفاوت ذی‌نفعان از قوانین مالکیت و حقوق آب

ردیف	چالش پایداری	ردیف	چالش پایداری
۵	بهره‌وری پایین آب در بخش صنعت و شرب	۱۶	عدم وجود سازمان‌های مردم‌نهاد (NGO) فعال
۶	کشاورزی تک‌محصولی (پسته) در منطقه	۱۷	سیاست‌های اشتغال‌زایی آب‌محور
۷	وجود بارانه‌های انرژی (سوخت و برق)	۱۸	عدم توجه به مسئله تنوع زیستی (biodiversity) در حفاظت از محیط زیست در پروژه‌های توسعه‌ای
۸	عدم قیمت‌گذاری و تعیین ارزش اقتصادی آب	۱۹	نبود اعتماد و اطمینان بین مصرف‌کنندگان آب و دولت
۹	توسعه روش‌های آبیاری مدرن بدون برنامه و با وام بلاعوض	۲۰	کمبود منابع مالی و سرمایه‌گذاری در تعریف و انجام برنامه‌های مرتبط با حفاظت از منابع آب
۱۰	ارائه مجوزهای اضافه برداشت (از طریق بازتخصیص) و کف‌شکنی چاه‌های کشاورزی	۲۱	نبود برنامه‌های مرتبط با مدیریت ریسک و پیش‌بینی‌های اقلیمی و هیدرولوژی
۱۱	واگذاری و تبدیل اراضی طبیعی به زمین‌های کشاورزی و باغات	۲۲	ضعف نهادی و سیستمی سیاست‌گذاران و دولت‌مردان

۲-۳-۲. بررسی اهمیت نسبی و تحلیل مهم‌ترین «چالش‌های پایداری» محدوده

جهت تحلیل و بررسی اهمیت نسبی چالش‌های پایداری ارائه شده در حوضه، از روش دلفی-فازی مبتنی بر تشکیل پنل متخصصان/خبرگان استفاده شده است. در واقع روش دلفی فازی از ترکیب روش دلفی سنتی و نظریه مجموعه فازی حاصل گردید. روش دلفی به عنوان یک فرآیند تصمیم‌گیری گروهی در شرایطی مانند عدم وجود دانش کامل و کافی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش با این پیش فرض شکل می‌گیرد که اجماع نظرات و دیدگاه‌ها خبرگان و متخصصان از دیدگاه فردی قوی‌تر است. اعتبار این روش نه به شمار شرکت کنندگان، بلکه به سطح تجربه و دانش-خبرگان وابسته است (Geist, 2010). براساس مطالعات متعددی مشخص شده است که روش دلفی-فازی در مقایسه با دلفی سنتی، این مزیت را دارد که برای دستیابی به نتایج عینی و معقول به تعداد کمتری از نمونه‌ها نیاز دارد و نیاز به تکرار روند پرسش‌نامه و جلسات متعدد برای همگرایی ندارد (Kuo et al. 2008; Padilla-Rivera et al. 2021). مبانی و روابط انجام تحلیل فازی-دلفی در پیوست ۱ ارائه شده است.

در این مطالعه براساس شرایط و ارتباطات موجود، پنل متخصصان از شش نفر تشکیل شد. در جدول

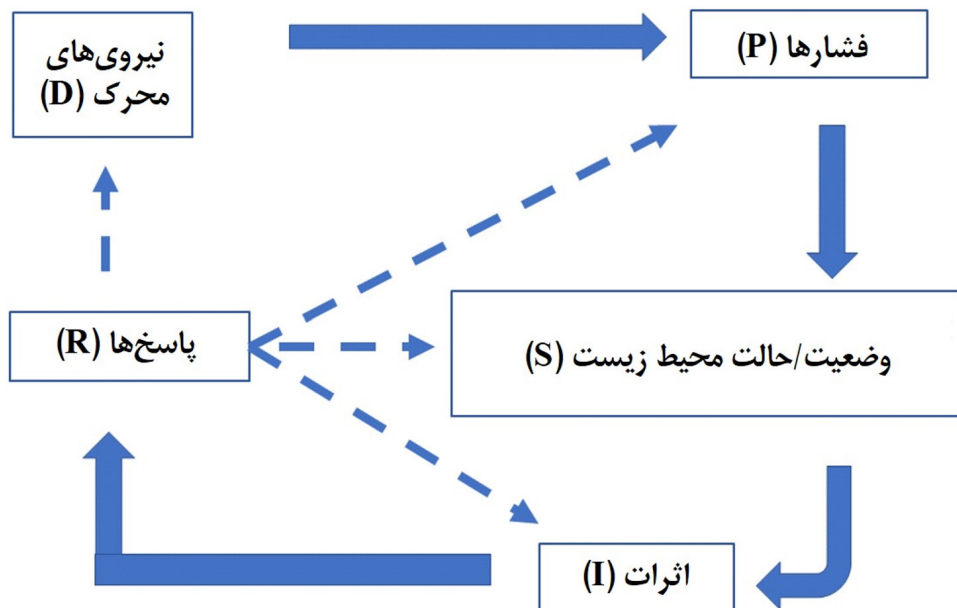
۹-۲ مشخصات پنل ارائه شده است. انتخاب افراد برای پنل متخصصان/خبرگان براساس درک عمیق ایشان از مسائل مرتبط با مدیریت منابع آب در منطقه رفسنجان و شرایط کشور انجام شده است. همچنین در انتخاب اعضا پنل، تجربه کاری یا پژوهشی متنوع در حوزه تخصص افراد در ابعاد مختلف توسعه پایدار، یعنی اجتماعی، اقتصادی، زیست محیطی مد نظر قرار گرفته است. در مورد حداقل تعداد اعضای پنل در این‌گونه مطالعات از طریق پرسش‌نامه معمولاً تعداد بین حداقل ۵ تا حداکثر ۱۵ نفر توصیه شده است (Ocampo et al. 2018; Pires et al. 2017).

جدول ۹-۲: پنل خبرگان در تحلیل اهمیت نسبی و شناسایی مهم‌ترین «چالش‌های پایداری» محدوده رفسنجان

جنسیت	وابستگی کاری مرتبط	حوزه تخصص و تجربه
آقا	بخش دولتی	منابع آب زیرزمینی
آقا	بخش خصوصی	کشاورزی و حقوق آب
آقا	پژوهشگر	مسائل اجتماعی و نهادی آب
آقا	پژوهشگر	مدیریت منابع آب
خانم	پژوهشگر	مسائل اجتماعی، مشارکتی آب و محیط زیستی
خانم	بخش خصوصی	کشاورزی و باغات

نتایج پیاده‌سازی روش دلفی-فازی در بررسی اهمیت نسبی «چالش‌های پایداری» و انتخاب مهم‌ترین چالش‌ها یا به عبارتی «چالش‌های پایداری بحرانی» در جدول ۱۰-۲ ارائه شده است. براساس نتایج بدست آمده، مهم‌ترین چالش‌های پایداری محدوده رفسنجان شامل ۲۱ مورد می‌باشند و ۱۲ مورد سایر چالش‌های شناسایی شده اولیه (جدول ۷-۲ و ۹-۲) در فرایند دلفی-فازی حذف شدند. همچنین در جدول ۱۰-۲ امتیاز بدست آمده از روش دلفی-فازی هر کدام از چالش‌ها (مرتب شده از حداکثر به حداقل) نیز ارائه شده است. بر مبنای روش‌شناسی تشریح شده (پیوست ۱) مواردی که امتیاز آنها از میزان حد آستانه ۵/۶ بیشتر شده باشند به عنوان مهم‌ترین چالش‌های پایداری محدوده رفسنجان در نظر گرفته شده‌اند. ارتباط هر کدام از چالش‌های بحرانی با ابعاد/اجزاء چارچوب مفهومی DPSIR به عبارتی نیروی محرکه (D)، فشار (P)، وضعیت (S)، اثر (I) و پاسخ (R) نیز ارائه شده‌اند (جدول ۱۰-۲). چارچوب DPSIR برای بررسی زنجیره‌ی روابط علی و معلولی در مسائل محیط زیستی توصیه شده است (Carr et al., 2007). این چارچوب (شکل ۲-۲) یا به عبارتی زنجیره آن با نیروهای محرک (مانند نیازهای اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی) آغار می‌شود،

این محرک‌ها بر محیط زیست به طرق مختلف اعمال فشار می‌نمایند و پیامد فشارها، وضعیت یا حالت محیط زیست (مانند وضعیت کمی و کیفی منابع آب) را تغییر می‌دهد. تغییر حالت و وضعیت در محیط زیست اثراتی بر کارکرد محیط طبیعی و انسانی دارد و در نهایت جامعه برای رفع پیامدها و خنثی‌سازی اثرات، تصمیمات یا پاسخ‌هایی در نظر می‌گیرد. این چرخه یا زنجیره می‌تواند مجدد از طریق پاسخ‌ها (یا تصمیمات) تکرار شود و ایجادکننده فشارها، اثرات و نیروهای محرک دیگری باشد.



شکل ۲-۲) شمایی از روابط علی و معلولی در چارچوب مفهومی DPSIR

جدول ۲-۱۰: «چالش‌های پایداری بحرانی» (نتایج بدست آمده از روش دلفی-فازی) به همراه ارائه تحلیل DPSIR

نام چالش	امتیاز	چارچوب DPSIR
افت سطح آب زیرزمینی	۷,۸۲	S
افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی	۷,۸۲	P
نبود اعتماد و اطمینان بین مصرف‌کنندگان آب و دولت	۷,۶۴	R, D
کاهش کیفیت آب زیرزمینی	۷,۴۷	S
ضعف نهادی و سیستمی سیاست‌گذاران و دولت‌مردان	۶,۹۱	D
فرونشست زمین	۶,۶۰	I
حرکت جبهه آب‌های شور	۶,۶۰	I
بهره‌وری پایین آب در بخش کشاورزی	۶,۶۰	I
ارائه مجوزهای اضافه برداشت (از طریق بازتخصیص) و کف‌شکنی چاه‌های کشاورزی	۶,۶۰	R, P
نبود تجهیزات و برنامه‌های لازم در سنجش و پایش منابع آبی	۶,۵۵	D
درک متفاوت ذی‌نفعان از مالکیت و حقوق آب	۶,۵۵	D
وجود یارانه‌های انرژی (سوخت و برق)	۶,۴۵	D
سیاست‌های اشتغال‌زایی آب‌محور	۶,۴۵	D
بهره‌وری پایین آب در بخش صنعت و شرب	۶,۲۶	I
کمبود آگاهی و درک عمومی از بحران و مسائل آب	۶,۲۶	D
آلاینده‌های صنایع و معادن	۶,۱۳	P
عدم وجود سازمان‌های مردم‌نهاد (NGO) فعال	۵,۹۶	D
عدم قیمت‌گذاری و تعیین ارزش اقتصادی آب	۵,۸۰	D
کاهش تغذیه آب زیرزمینی (آب تجدیدپذیر)	۵,۷۶	I, S
وجود مناقشات (conflicts) بین گروه‌های مختلف ذی‌نفعان	۵,۶۲	R, D
کمبود منابع مالی و سرمایه‌گذاری در تعریف و انجام برنامه‌های مرتبط با حفاظت از منابع آب	۵,۶۲	D

نتایج تحلیل‌ها نشان می‌دهد که از ۲۱ مورد «چالش‌های پایداری بحرانی» در محدوده، ۱۰ مورد آنها از جنس نیروهای محرک (D) به عبارتی ریشه یا بسترهای برهم زننده پایداری در منطقه بوده و هستند. سایر موارد ترکیبی از فشارها، اثرات، وضعیت و پاسخ‌ها می‌باشند. مهم‌ترین نیروی محرک تهدید کننده پایداری «ضعف نهادی و سیستمی سیاست‌گذاران و دولت مردان» شناخته شده است. نکته قابل توجه این است که برخی از چالش‌ها شناسایی شده مانند وجود مناقشات بین ذی‌نفعان و ارائه مجوزهای اضافه برداشت از جنس پاسخ یا تصمیماتی بوده‌اند که برای مقابله با اثرات و فشارها بوده‌اند و در حال حاضر خودشان به ایجاد کننده یا محرک فشارهای جدید یا تشدید کننده آن فشارها تبدیل شده‌اند.

به طور کلی دانستن میزان اهمیت و ابعاد چالش‌هایی که پایداری محدوده رفسنجان را به خطر انداخته‌اند و همچنین درک سیستم علی و معلولی آنها براساس نظرات افراد خبره در منطقه مورد مطالعه و با پشتوانه پژوهش‌های پیشین، راه را برای ایجاد چارچوبی جهت به کمیّت درآوردن میزان تاثیر این عوامل در کاهش یا افزایش پایداری محدوده هموارتر می‌سازد. در فصل بعد به این مهم پرداخته شده است.

فصل سوم

بررسی نشانگرها،
توسعه و کاربرد
چارچوب «ارزیابی
پایداری» در حوضه
رفسنجان



در این فصل ابتدا مفاهیم مرتبط با نشانگرها و کاربرد آنها در مدیریت منابع آب و توسعه پایدار معرفی می‌شود. سپس به مفهوم «ارزیابی پایداری» و اهمیت آن پرداخته می‌شود. با معرفی روش‌شناسی مورد استفاده، چارچوب نشانگر محور جهت ارزیابی پایداری در حوضه رفسنجان تدوین و توسعه داده می‌شود. در نهایت نتایج توسعه چارچوب ارزیابی پایداری حوضه رفسنجان به همراه کاربرد آن ارائه شده است.

۳-۱. مفهوم نشانگرها و کاربرد آنها در مدیریت منابع آب و توسعه پایدار

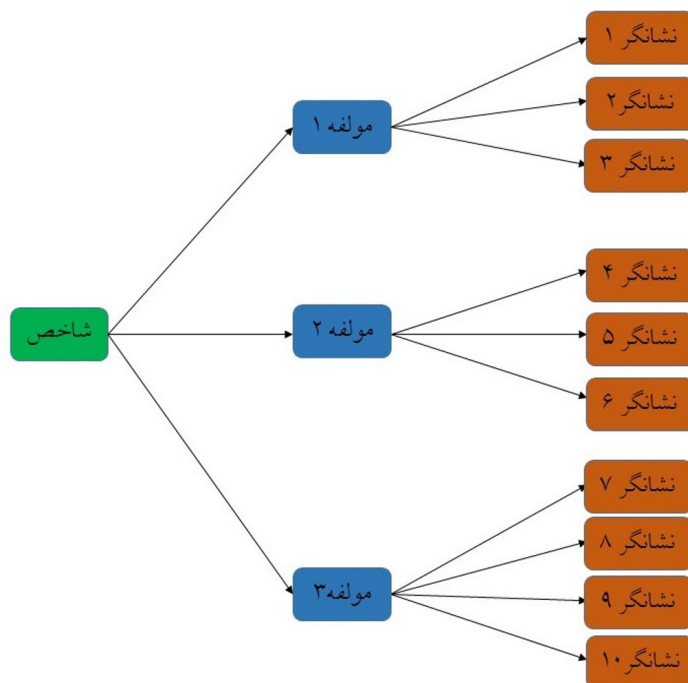
نشانگرها (indicator) می‌توانند هر معیار کمی یا کیفی باشند که برای ارزیابی وضعیت یک پدیده یا یک سیستم استفاده می‌شوند. اگر نشانگرها در گذر زمان اندازه‌گیری شوند، در بررسی و شناخت روندها می‌توانند کمک نمایند. از طرف دیگر یک شاخص (index) از ترکیب نشانگرها شکل می‌گیرد تا علاوه بر کاهش تعداد نشانگرها، ویژگی‌های یک سیستم را به صورت یکپارچه‌تر ارائه نماید. به عبارت دیگر هر شاخص از ترکیب دو یا چند نشانگر به وجود می‌آید. محققین به کمک شاخص‌ها می‌توانند حجم اطلاعات بسیار زیاد مرتبط با یک پدیده (یک اتفاق، پدیده، یا سیستم) را طبقه‌بندی نموده و با سرعت بیشتر و حتی دقت بالاتر به هدف مورد نظر دست یابند. به طور کلی، نشانگرها و شاخص‌ها ابزاری قوی برای سیاست‌گذاران و مدیران جهت فهم نقاط ضعف و قوت تصمیمات بوده و سبب اتخاذ سیاست‌های مناسب برای تقویت و بهبود مدیریت منابع می‌باشند. ارائه وضعیت یک سیستم یا یک پدیده مانند مدیریت منابع آب در یک حوضه با استفاده از مجموعه‌ای از نشانگرها می‌تواند جایگزین صدها صفحه گزارش شود (OECD, 2008; Shafiei et al., 2022). در دو دهه اخیر استفاده و توسعه نشانگرها در حوزه‌های مختلف مدیریتی و در سطوح مختلف محلی، ملی و جهانی بسیار گسترش داشته است. به طور مثال مجمع جهانی اقتصاد هر ساله وضعیت اقتصادی

کشورهای دنیا را توسط مجموعه نشانگرهایی (۱۲۰ نشانگر) در حوزه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار می‌دهد و در نهایت با ترکیب آنها در یک شاخص، به نام شاخص جهانی رقابت پذیری (Global Competitiveness Index, GCI)، وضعیت اقتصادی کشورها را با یکدیگر مقایسه و رتبه‌بندی می‌نماید (WEF, 2022).

یک مثال دیگر در این زمینه، برنامه ابتکاری و پیشرو رونق شهرها (City Prosperity Initiative, CPI) توسط سازمان اسکان ملل متحد UN-Habitat می‌باشد. این برنامه یک شاخص (CPI index) برای سنجش میزان رونق/رفاه شهرها ارائه داده است و همچنین در این چارچوب یک گفت‌وگو سیاستی (policy dialogue) بین تصمیم‌گیران در حوزه مدیریت مسائل شهری شکل داده است. اکنون ۴۶ کشور و ۴۰۰ شهر عضو این برنامه هستند (<https://cpi.unhabitat.org>). در واقع این برنامه ابتکاری مجموعه‌ای از اطلاعات مهم و نشانگرها (indicators) را در مدیریت پایدار شهری جمع‌آوری می‌نماید و آنها را تبدیل به اطلاعات راهبردی و استراتژیک برای مدیران و رهبران شهری می‌نماید. محاسبه و ارائه شاخص‌های فوق در دوره‌های زمانی مختلف اطلاعات ارزشمندی را فراهم می‌نماید و ضمن ایجاد مقایسه با سایر شهرها، فضای انتقال تجارب و گفتگو میان سایر شهرها را نیز فراهم می‌نماید.

در سطوح پایین‌تر به طور مثال در حوزه مدیریت آب شهری و ارزیابی پایداری آن نیز کارهای بسیار متنوعی انجام شده است. از جمله ارائه شاخص City Blueprint که در آن ۲۴ نشانگر برای بررسی ابعاد مختلف پایداری در شهرها معرفی شده‌اند (van Leeuwen, 2012). در سطح حوضه آبریز مطالعات کمتری تاکنون با هدف کاربرد نشانگرها در به‌کمیت درآوردن وضعیت پایداری آنها انجام شده است. اما در کاربردهای دیگر مانند بررسی وضعیت آب زیرزمینی، مسائل محیط زیستی و اجتماعی کارهای متنوعی انجام شده است (Shafiei et al., 2022). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که در زمینه‌های مختلف مرتبط با مدیریت منابع آب و محیط زیست بیش از ۲۰۰ نشانگر و شاخص تاکنون توسعه داده شده و استفاده شده‌اند (Pires et al., 2017).

در شکل ۱.۳ ارتباط بین شاخص، نشانگر و به طور کلی مفهوم چارچوب نشانگرمحور نشان داده شده است. -از آنجایی امکان تجمیع و ترکیب نشانگرها در قالب شاخص وجود دارد بنابراین هر چارچوب مبتنی بر نشانگر می‌تواند حداقل یک یا چند شاخص نیز داشته باشد. بنابراین یک چارچوب مبتنی بر نشانگرها شامل: نشانگرها (بیش از دو یا سه نشانگر)، مولفه‌ها (دسته‌بندی نشانگرها) و حداقل یک شاخص می‌باشد. در بخش سوم این فصل (۳-۳) مراحل توسعه چارچوب نشانگرمحور برای هدف این پژوهش تشریح شده است.



شکل ۳-۱) مثالی از ارتباط نشانگرها و شاخص در یک چارچوب نشانگرمحور

۳-۲. مفهوم «ارزیابی پایداری» و روش کمی سازی آن در مدیریت منابع آب

همانطور که در فصل اول (بخش ۱-۱) مطرح شد، برای مفهوم توسعه پایدار تعاریف متفاوتی وجود دارد، این امر در مورد مفهوم ارزیابی پایداری (Sustainability Assessment, SA) نیز صدق می‌کند. اما قبل از وارد شدن به مفهوم SA بهتر است یک تعریف مشخص برای توسعه پایدار بپذیریم و همینطور در مورد ابعاد توسعه پایدار تفاهم داشته باشیم. در این پژوهش تعریف سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (۲۰۱۱) برای توسعه پایدار پذیرفته شده است: ایجاد و حفظ شرایط، به طوری که انسان و طبیعت در توازن مؤثر باشند و تامین نیازهای اجتماعی، اقتصادی و سایر نیازهای حال حاضر و نسل آینده به مخاطره نیفتند. همچنین برای ابعاد توسعه پایدار موارد ارائه شده در فصل ۱ (بخش ۲-۱) به عبارتی چهار بُعد اجتماعی، اقتصادی، محیط‌زیستی و نهادی مد نظر قرار گرفته است.

مفهوم «ارزیابی پایداری» اخیراً از درون تحقیقات مرتبط با «ارزیابی اثرات» (Impact Assessment) شکل گرفته است. در واقع این مفهوم هنوز در ابتدای راه است و در ده سال اخیر بسیار مورد توجه تحقیقات و

چارچوب‌های سیاست‌گذاری قرار گرفته است (Boned et al., 2012). در ادبیات موضوع، مفهوم آن اغلب به دو صورت تعریف شده است:

❖ ارزیابی پایداری فرآیندی است که در آن اجرای یک برنامه/سیاست در ارتباط با مولفه‌های پایداری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (Devuyst, 2001).

❖ ارزیابی پایداری ابزاری است برای سیاست‌گذاران جهت بررسی تصمیمات و اقداماتی که موجب افزایش پایداری در جامعه می‌شود (Ness et al., 2007).

بررسی پژوهش‌های پیشین نشان داده است که در حوزه مدیریت منابع آب، به طور مشخص تعریفی برای مفهوم ارزیابی پایداری ارائه نشده است. هرچند که تعاریف مرسوم ارائه شده در بالا به طور کلی در حوزه‌های مختلف استفاده شده است، در این مطالعه از تعریف ارائه شده توسط Shafiei et al. (۲۰۲۲) استفاده شده است:

ارزیابی پایداری (SA) چارچوبی جامع (holistic) است که با ایجاد ارتباط بین گروه‌های مختلف ذی‌نفعان؛ درک، اندازه‌گیری و پایش «پایداری» را در هر کدام از ابعاد اجتماعی، اقتصادی، محیط زیستی و نهادی در فعالیت‌های مرتبط با مدیریت آب فراهم می‌نماید^۱.

بنابراین با توجه به تعریف فوق، ارزیابی پایداری می‌تواند هم به عنوان ابزار و هم فرآیند به ذی‌نفعان مختلف و بخصوص تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران کمک نماید که ضمن به کمیت درآوردن میزان پایداری و پایش آن در طول زمان، بدانند چه اقداماتی را جهت پایدارتر کردن جامعه خود می‌توانند اتخاذ نمایند. به طور کلی با توجه به تعریف ذکر شده، مهم‌ترین مزیت‌های ارزیابی پایداری در حوزه مدیریت منابع آب می‌تواند شامل موارد ذیل باشد:

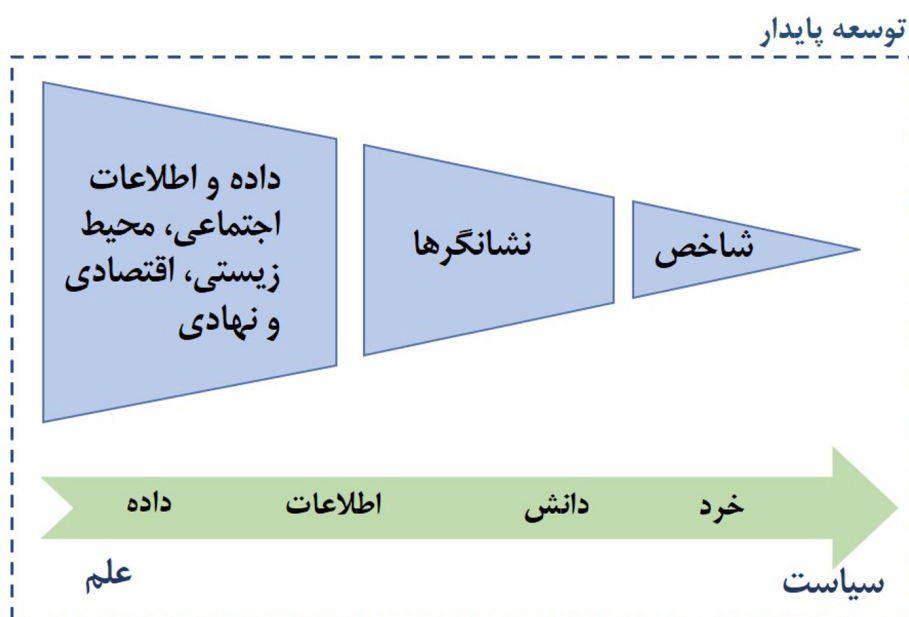
❖ ارزیابی پایداری از طریق کمی سازی و بررسی ابعاد پایداری، امکان درک جامع‌تر از رفتار «سیستم» مدیریت منابع آب و ارتباط بین اجزاء آن را فراهم می‌نماید.

❖ نتایج اجرای ارزیابی پایداری، می‌تواند مرجع مناسب (benchmark) و قابل فهمی برای گزارش‌دهی به سیاست‌گذاران در سطوح بالاتر و سایر گروه‌های ذی‌نفعان از جمله مردم عادی یا رسانه‌ها باشد.

❖ در صورت پیاده‌سازی ارزیابی پایداری به صورت مشارکتی امکان درک مفهوم توسعه پایدار به طور ملموس بین گروه‌های مختلف ذی‌نفعان وجود دارد و ضمن اینکه ایشان می‌توانند اثرات طیف‌های مختلف فعالیت‌های خود را در پایداری کلان حوضه ببینند و با یکدیگر ارتباط بهتری برقرار نمایند. در نهایت نکته مهم قابل ذکر است که در حال حاضر ارزیابی پایداری در سطح حوضه آبریز یا به عبارتی

1. In the context of water management, we define SA as—a framework that allows different groups of stakeholders to collaboratively understand, quantify/measure and monitor sustainability in any social, economic, environmental and institutional aspects of water management activities within a holistic approach.

برای هدف مدیریت منابع آب، با توجه به ابعاد گسترده و پیچیدگی‌های موجود تنها با استفاده و کاربرد نشانگرها و توسعه شاخص‌ها امکان‌پذیر است. شکل ۳-۲ به صورت شماتیک مزیت‌ها و مفهوم چارچوب نشانگرمحور در ارزیابی پایداری را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل نشان داده شده است کاربرد نشانگرها می‌تواند در تلفیق (encapsulation) حجم زیادی از داده‌ها و اطلاعات در حوزه‌های متنوع کمک نماید. همچنین یک یا چند شاخص می‌تواند از ترکیب نشانگرها با اهداف مختلف و براساس نیاز گروه‌های ذی‌نفعان حاصل شود. ارزیابی‌های مبتنی بر چارچوب‌های نشانگرمحور می‌تواند ابزارهای مناسبی جهت ارتباط در سطوح مختلف علمی، فنی و سیاستی بین گروه‌های مختلف ذی‌نفعان برقرار نماید (Shafiei et al., ۲۰۲۲). به طور کلی، کاربرد و توسعه این نوع چارچوب‌ها در انتقال دانش کاربردی بین جامعه علمی و سایر ذی‌نفعان و بالعکس می‌تواند موثر واقع شوند (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲، تبدیل داده‌ها و اطلاعات مختلف به دانش کاربردی در سطوح سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری از طریق توسعه چارچوب ارزیابی نشانگرمحور

۳-۳. روش شناسی مورد استفاده در توسعه چارچوب نشانگرمحور

در این بخش روش شناسی توسعه چارچوب نشانگرمحور برای ارزیابی پایداری در حوزه رفسنجان به طور مختصر ارائه شده است (شکل ۳-۳). توسعه چارچوب نشانگرمحور معمولاً براساس بررسی و غربالگری نشانگرهای موجود آغاز می‌شود و سپس براساس معیارهای انتخاب مانند SMART (جدول ۳-۱) نشانگرهای متناسب با هدف مطالعه انتخاب و نهایی می‌شوند. اما اخیراً روش‌های ترکیبی نیز توصیه شده است. به طوری که در کنار استفاده از معیارهای انتخاب نشانگرها روش‌های مبتنی بر نظرات متخصصان و خبرگان نیز استفاده می‌شود. برای این منظور روش‌های مبتنی بر دلفی-فازی (از طریق پرسش نامه) یا روش مبتنی بر مصاحبه عمیق (in-depth interview) با متخصصان مورد استفاده قرار می‌گیرد. پس از انتخاب و بررسی نهایی نشانگرها، چارچوب آن تدوین می‌شود. تدوین چارچوب از طریق دسته‌بندی نشانگرها، بررسی ماهیت آنها، تهیه پروفایل (شناسنامه) نشانگرها و در نهایت نحوه محاسبه و تفسیر نشانگرها انجام می‌شود.

در مرحله انتهایی امکان توسعه شاخص پایداری از طریق ترکیب نشانگرهای منتخب، مورد بررسی و انجام قرار می‌گیرد. در این پژوهش از روش ترکیب خطی (linear aggregation method) استفاده می‌شود (رابطه ۳-۱).

$$index = \sum_{i=1}^n w_i \times indicator_i \quad \text{رابطه ۳-۱}$$

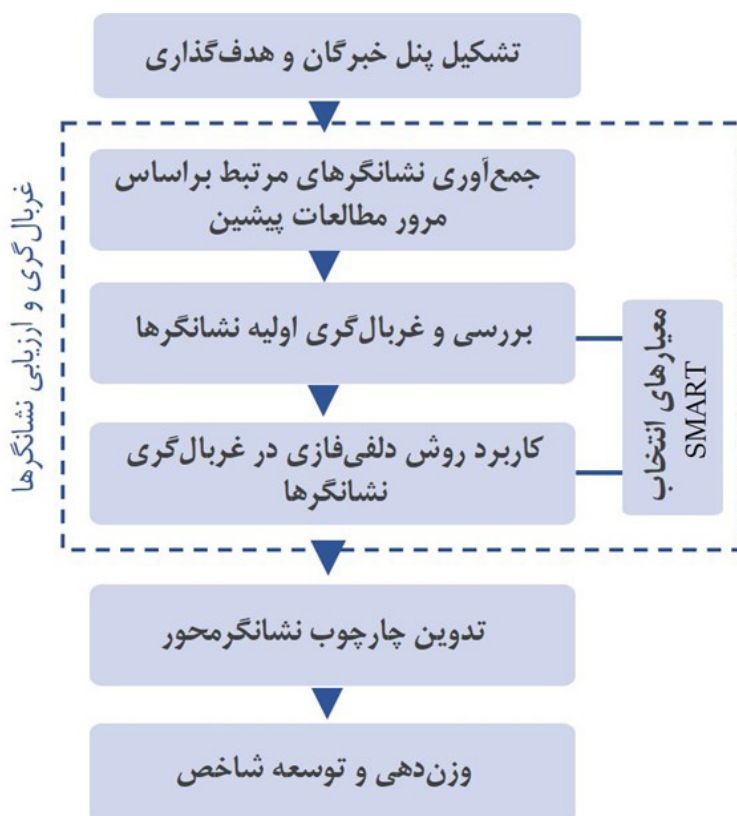
در این رابطه w_i وزن هر نشانگر و n تعداد نشانگرها در ساخت شاخص می‌باشد. در اغلب مطالعات مرتبط با توسعه شاخص، وزن نشانگرها برابر مد نظر قرار می‌گیرد. اما از آنجایی که ممکن است ماهیت برخی نشانگر اثراتی بر روی سایر نشانگرها داشته باشد یا به عبارتی روابط علی (Casual relations) وجود داشته باشد، وزن دهی نشانگرها نیز در این طور مواقع توصیه شده است (OECD, 2008). وزن‌ها اغلب به صورت تخمینی و با نظرات کارشناسان (expert knowledge) یا به روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) از طریق مقایسه دو به دو نشانگرها (از طریق پرسشنامه) قابل استخراج می‌باشند.

از آنجا که هر کدام از نشانگرها واحد اندازه‌گیری متفاوتی ممکن است داشته باشند، هم برای مقایسه بهتر آنها و همچنین در محاسبه شاخص (ترکیب نشانگرها)-نیاز به نرمال سازی نشانگرها وجود دارد. برای نرمال سازی نشانگرها قبل از کاربرد آنها در محاسبه شاخص روش‌های مختلفی وجود دارد که در این مطالعه از روش حداقل- حداکثر استفاده می‌شود که در آن نشانگرها در دامنه بین صفر و یک نرمال می‌شوند.

$$S_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad \text{رابطه ۲-۳}$$

$$S_i = \frac{x_{max} - x_i}{x_{max} - x_{min}} \quad \text{رابطه ۳-۳}$$

رابطه ۲-۳ برای نرمال سازی نشانگرهایی که مقادیر بیشتر آنها بهتر است (larger-the-better) استفاده می شود و رابطه ۳-۳ برای نرمال سازی نشانگرهایی که مقادیر کمتر آنها بهتر می باشد (smaller-the-better) استفاده می شود. در این روابط x_i مقدار اندازه گیری شده ی هر نشانگر، x_{max} حداکثر مقدار ممکن هر نشانگر و x_{min} حداقل مقدار ممکن هر نشانگر می باشند.



شکل ۳-۳) مراحل توسعه چارچوب نشانگرمحور

جدول ۳-۱: معرفی معیارهای SMART در غربالگری نشانگرها

معیار	تعریف
خاص (specific)	نشانگر صریح باشد به گونه‌ای که برداشت یکسانی از مفاهیم برای همه ایجاد کند.
قابل اندازه‌گیری (Measurable)	هر نشانگری باید به سادگی قابلیت اندازه‌گیری و سنجش داشته باشد.
قابل دسترسی (Available)	داده‌های مورد نیاز برای محاسبه نشانگر باید به طور واقع‌بینانه اندازه‌گیری و جمع‌آوری شود.
مرتبط با مسأله (Related)	نشانگرها باید با مسائلی که نیاز به ارزیابی دارند، هم‌خوانی داشته و مرتبط باشند.
حساسیت به تغییرات زمانی (Time bound)	هر نشانگر باید برای یک محدوده یا بازه زمانی مورد استفاده قرار گیرد و به هنگام باشد. در این میان تعیین محدوده زمانی نشانگرها به عوامل متعددی مثل نوع و ماهیت شاخص، ارتباط آن با سایر نشانگرها، به وجود یا عدم وجود اطلاعات مورد نیاز و غیره ارتباط دارد.

۳-۴. نتایج مراحل مختلف در تدوین و توسعه چارچوب نشانگرمحور ارزیابی پایداری

براساس روش شناسی ارائه شده، در این بخش نتایج گام به گام مرتبط با توسعه چارچوب نشانگرمحور ارائه شده است. لازم به ذکر است که پنل خبرگان که در فصل دوم بخش ۲-۳ تشکیل شده است در این بخش نیز مورد مشورت و همکاری قرار می‌گیرند. از طرفی هدف کلان (چشم انداز) توسعه چارچوب نشانگرمحور ارزیابی پایداری در این مطالعه: «درک و شناخت مفهوم توسعه پایدار و کمی سازی آن در سیستم مدیریت منابع آب حوزه رفسنجان می‌باشد به طوری که گروه‌های مختلف ذی‌نفعان بتوانند از نتایج آن استفاده نمایند» می‌باشد (جدول ۳-۲).

جدول ۳-۲: ارتباط توسعه چارچوب نشانگر محور ارزیابی پایداری با گروه‌های مختلف ذی نفعان

هدف کلان/چشم انداز: «درک و شناخت مفهوم توسعه پایدار و کمی سازی آن در سیستم مدیریت منابع آب حوضه رفسنجان به طوری که گروه‌های مختلف ذی نفعان بتوانند از نتایج آن استفاده نمایند»		
هدف	کاربرنهایی/ذی نفع	تشریح نوع ارتباط
درک بهتر از مسائل مختلف اثرگذار در پایداری حوضه، ارائه راهکارها و پشتیبانی از راه حل‌های ارتقاء ابعاد مختلف پایداری	کارشناسان و پژوهشگران	از طریق استفاده از نشانگرهای مختلف، بررسی متغیرهای اثرگذار در محاسبه آنها و تحلیل تغییرات مقادیر آنها در طول زمان
ارزیابی پایداری برنامه‌ها، سیاست‌ها و اقدامات مختلف	مدیران و سیاست‌گذاران	کاربرد نشانگرها و شاخص‌های مختلف مرتبط با ابعاد چهارگانه پایداری
ارزیابی وضعیت کلان یا پیشرفت «پایداری» در حوضه آبریز	عموم مردم و رسانه‌ها	از طریق استفاده از گزارش یا نتیجه محاسبه شاخص پایداری حوضه

در ادامه، نتایج بررسی اولیه نشانگرها از مراجع موجود ارائه شده است. نشانگرهای مورد بررسی از مقالات مرتبط، گزارش‌های بین‌المللی مختلف گردآوری شده‌اند (جدول ۳-۳). در مجموع تعداد ۳۶۶ نشانگر گردآوری شدند. در مرحله اولیه غربال‌گری، نشانگرهایی که مفهوم یکسان داشتند و مناسب استفاده در مقیاس حوضه آبریز نبودند از فرآیند کنار گذاشته شدند. بنابراین در مجموع تعداد ۱۴۲ نشاگر بدست آمدند. از این تعداد براساس کاربرد روش SMART و براساس هدف پژوهش (ارزیابی پایداری در ابعاد چهارگانه پایداری)، تعداد ۴۰ نشانگر انتخاب شدند (جدول ۳-۴). در مرحله بعد براساس در نظر گرفتن «چالش‌های پایداری بحرانی» (نتایج بخش ۲-۳-۲) در حوضه رفسنجان؛ و همچنین تلفیق برخی نشانگرها در نهایت ۲۷ نشانگر انتخاب شد. این تعداد نشانگرها با تنظیم پرسشنامه (پیوست ۲) و روش دلفی فازی، توسط نظرات تیم خبرگان این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت ۱۴ نشانگر برای تدوین چارچوب ارزیابی پایداری حوضه انتخاب شدند (جدول ۳-۵). در جدول ۳-۵ رتبه‌بندی اهمیت نشانگرها براساس نتایج تحلیل دلفی-فازی از نظرات خبرگان نشان داده شده است. نشانگرهای مرتبط با رتبه ۱ تا ۱۴ به عنوان نشانگرهایی نهایی در این پژوهش انتخاب شدند و در بخش بعدی از آنها برای توسعه چارچوب ارزیابی پایداری استفاده شده است.

جدول ۳-۳: لیست مراجع مختلف در گردآوری مجموعه نشانگرهای مختلف

نام چارچوب یا شاخص توسعه داده شده	دامنه کار	تعداد نشانگرها	مرجع
نشانگرهای محیط زیستی برای اروپا و آسیای مرکزی	ملی	۳۶	UNECE (2007)
شاخص پایداری حوضه	حوضه آبریز	۱۵	Chaves and Alipaz (2007)
نشانگرهای پایداری منابع آب زیرزمینی	آبخوان و حوضه آبریز	۱۰	Vrba et al. (2007)
نشانگرهای مرتبط با فرآیند IWRM در مقیاس حوضه آبریز	حوضه آبریز	۲۲	Cap-Net (2008)
نشانگرها و شاخص پایداری در مدیریت آب شهری	شهری	۲۴	van Leeuwen et al. (2012)
نشانگرهای استفاده شده در گزارش ارزیابی توسعه سازمان ملل	ملی	۳۲	WWAP (2015)
مقاله مروری مرتبط با انواع نشانگرهای مدیریت آب	ملی، شهری و حوضه آبریز	۱۷۰	Pires et al. (2017)
نشانگرهای مرتبط با آرمان شماره ۶ (SDG۶) در اهداف توسعه پایدار ۲۰۳۰ سازمان ملل	ملی	۳۲	UN (2017)
نشانگرها و شاخص پایداری در حوضه آبریز در منطقه نیمه خشک ایران	حوضه آبریز	۲۵	Shafiei et al. (2022)

جدول ۳-۴: لیست ۴۰ نشانگرهای اولیه منتخب (قبل از انجام غربالگری نهایی و توسعه شاخص) براساس پژوهش‌های پیشین

ردیف	نام نشانگر	نام لاتین
۱	نشانگر توسعه آب زیرزمینی	Groundwater development indicator
۲	درصد از آب زیرزمینی در مصارف شرب	Groundwater as a percentage of total use of drinking water
۳	سرانه در دسترس بودن آب	Water availability per capita
۴	شاخص تنش نسبی آب	Relative Water Stress Index

ردیف	نام نشانگر	نام لاتین
۵	شاخص برداشت از آب‌های زیرزمینی	Index of groundwater abstraction
۶	سرانه تجدید پذیری منابع آب زیر زمینی به ازای هرنفر	Renewable groundwater resources per capita
۷	آسیب پذیری آب زیرزمینی	Groundwater vulnerability
۸	تعداد مجوزهای صادره برای استفاده از منابع آبی	Number of surface and groundwater users licensed according to the regulations
۹	وجود ساختارهای مشخص از ذی نفعان با مسئولیت‌ها و نقش‌های روشن در مدیریت منابع آب	Formal stakeholder structures established with clear roles and responsibilities in water resources management
۱۰	وابستگی حوضه به آب تجدیدپذیر زیرزمینی	Basin Water Dependency
۱۱	تبدیل جنگل / مراتع به زمین‌های کشاورزی	Land converted to agriculture
۱۲	میزان تطبیق تصفیه خانه‌های فاضلاب با قوانین موجود	Percentage of compliance of the wastewater treatment plant with current regulations
۱۳	سطح زیرکشت محصولات پراآب‌بر	Intensive crop area
۱۴	شاخص آلودگی آب	Water Pollution Index
۱۵	شاخص خطر بلایا	Disaster Risk Index
۱۶	جریان اکولوژیکی	Ecological Flow
۱۷	شاخص استفاده مجدد از آب	Water Reuse Index
۱۸	تخصیص بودجه برای کاهش ریسک‌های مرتبط با آب	Budget allocation for water risk mitigation
۱۹	سرمایه گذاری دربخش مدیریت منابع آب	Investment in water management
۲۰	بهره وری آب (در بخش‌های مختلف)	Water Productivity
۲۱	کفایت تعداد و کیفیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری و پایش منابع آب	Number of water resource monitoring stations producing reliable data
۲۲	دسترسی به آب آشامیدنی سالم	Access to safe drinking water

ردیف	نام نشانگر	نام لاتین
۲۳	برنامه‌های عملیاتی و آماده تدوین شده برای کاهش ریسک	Risk reduction and preparedness action plans formulated
۲۴	همکاری و مناقشه در حوضه‌های / آبخوان‌های مشترک	Cooperation and conflict on shared basins/aquifer
۲۵	شغل ایجاد شده به ازای هر متر مکعب m^3	Productivity in terms of jobs per m^3
۲۶	وجود چارچوب مشارکتی و دستورالعمل‌های عملیاتی	Existence of participatory framework and operational guidelines
۲۷	افزایش آگاهی ذینفعان و مشارکت آنها در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با کاربرد آب	Increased stakeholder awareness and documented involvement in water use decisions stakeholder
۲۸	مشارکت بخش خصوصی و مسئولیت ذینفعان در مدیریت منابع آب	Private sector involvement and stakeholders responsibility established and implemented
۲۹	دسترسی به اطلاعات	Access to information
۳۰	حضور ذینفعان حوضه (زن و مرد) در تمام نهادهای تصمیم‌گیر	(Basin stakeholders (male and female represented in decision making bodies at all levels
۳۱	شاخص شفافیت در مدیریت آب	Transparency in water management
۳۲	قیمت آب آبیاری برای تحویل به کشاورزان	Price of water charged to farmers for irrigation
۳۳	کیفیت آب زیرزمینی	Groundwater quality
۳۴	شور شدن آب‌های زیرزمینی	Salinization in groundwater
۳۵	کیفیت آب آشامیدنی	Drinking Water Quality
۳۶	آلاینده‌های آلی (BOD) صنعتی	(Organic pollution emissions (BOD by the industrial sector
۳۷	نسبت پساب تصفیه شده به کل پساب تولید شده	Ratio of volume of treated wastewater to the total of generated wastewater
۳۸	بهره‌وری آب به نسبت شغل ایجاد شده به ازای هر متر مکعب	Productivity in terms of jobs per m^3
۳۹	نسبت هزینه تامین آب به درآمد مصرف‌کنندگان	Water supply cost related to users income
۴۰	راندمان انرژی	Energy efficiency

جدول ۳-۵: نتیجه بررسی نهایی نشانگرها توسط پرسش نامه و اخذ نظر تیم خبرگانی

رتبه / اهمیت	مقدار دی فازی شده	مولفه پایداری مرتبط	نام نشانگر
۱	۸٫۵۰	محیط زیست	شاخص توسعه آب زیرزمینی (نسبت برداشت از آب زیرزمینی به میزان تجدیدپذیری آن)
۲	۶٫۴۴	اجتماعی و نهادی	میزان تنش ها و مناقشات بین ذی نفعان مختلف حوضه
۳	۶٫۴۴	اجتماعی و نهادی	وضعیت آگاهی ذینفعان و مردم عادی در ارتباط با مسائل آبی در حوضه
۴	۶٫۲۷	اجتماعی و نهادی	شاخص توسعه انسانی (HDI) در حوضه (این شاخص به صورت تابعی از امید به زندگی، اشتغال و رفاه جوامع محاسبه می شود)
۵	۶٫۱۶	اجتماعی و نهادی	میزان دسترسی و اشتراک گذاری داده و اطلاعات در حوضه
۶	۶٫۰۶	محیط زیست	آلودگی فلزات سنگین در آب زیرزمینی
۷	۶٫۰۶	اقتصادی	بهره وری اقتصادی آب در بخش صنعت و معدن
۸	۶٫۰۱	اقتصادی	بهره وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی
۹	۵٫۸۷	اجتماعی و نهادی	حضور نمایندگان از گروه های مختلف ذینفعان حوضه در تمامی سطوح تصمیم گیری
۱۰	۵٫۸۰	اقتصادی	تولید ناخالص منطقه ای (local GDP)
۱۱	۵٫۷۷	اقتصادی	میزان سرمایه گذاری در طرح های حفاظت و مدیریت منابع آب حوضه
۱۲	۵٫۷۱	محیط زیست	شاخص تنش نسبی آب (نسبت تقاضای آب در بخش های مختلف به مجموع آب تجدیدپذیر)
۱۳	۵٫۶۳	محیط زیست	کیفیت آب زیرزمینی (از لحاظ شوری)
۱۴	۵٫۶۰	اجتماعی و نهادی	نشانگر دسترسی به آب آشامیدنی (شرب) سالم در حوضه
۱۵	۵٫۰۲	اقتصادی	بهره وری اجتماعی آب در بخش کشاورزی (به صورت تابعی از میزان اشتغال و متمرکعب آب مصرفی قابل محاسبه است)

رتبه / اهمیت	مقدار دی فازی شده	مولفه پایداری مرتبط	نام نشانگر
۱۶	۵٫۰۱	اقتصادی	بهره‌وری اجتماعی آب در بخش صنعت و معدن (به صورت تابعی از میزان اشتغال و مترمکعب آب مصرفی قابل محاسبه است)
۱۷	۵٫۰۱	اجتماعی و نهادی	وضعیت وجود و تدوین برنامه‌های ظرفیت‌سازی در ایجاد درک و همکاری مشترک بین گروه‌های مختلف ذی‌نفعان
۱۸	۴٫۹۳	اقتصادی	درصد بودجه اختصاص داده شده برای مقابله با کاهش ریسک‌های مرتبط با مدیریت منابع آب حوضه
۱۹	۴٫۸۹	اجتماعی و نهادی	وضعیت مشارکت بخش خصوصی و غیردولتی (NGOs) در مدیریت آب حوضه
۲۰	۴٫۷۸	اجتماعی و نهادی	وجود چارچوب‌های مشارکتی و دستورالعمل‌های عملیاتی مرتبط با آن در حوضه
۲۱	۴٫۵۷	محیط زیست	وضعیت کیفی پساب تصفیه شده در حوضه
۲۲	۴٫۴۷	اجتماعی و نهادی	وضعیت وجود و تدوین برنامه‌های عملیاتی (action plan) و آمادگی (preparedness) مرتبط با کاهش ریسک در حوضه
۲۳	۴٫۱۸	اقتصادی	بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی (به صورت تابعی از مصرف برق یا سوخت و درآمد یا عملکرد محصول قابل محاسبه است)
۲۴	۳٫۹۳	محیط زیست	شاخص سرانه آب در دسترس (نسبت آب تجدیدپذیر حوضه به جمعیت)
۲۵	۳٫۸۷	محیط زیست	وابستگی حوضه به آب‌های انتقالی
۲۶	۳٫۸۷	محیط زیست	حجم پساب (wastewater) استفاده شده در هر بخش به حجم کل آب مصرف شده در آن بخش
۲۷	۳٫۶۷	محیط زیست	حجم پساب تصفیه شده به کل پساب تولیدی در حوضه

۳-۵. ارائه چارچوب و شاخص در ارزیابی پایداری حوضه آبریز رفسنجان

همانطور که در فصل سوم اشاره شده است، چارچوب نشانگرمحور در ارزیابی پایداری شامل مجموعه‌ای از نشانگرها به همراه ارائه ماهیت آنها، نحوه محاسبه و تفسیر (در قالب پروفایل هر نشانگر)، بررسی ارتباط آنها و در نهایت توسعه یک یا چند شاخص (یا نشانگر ترکیبی) می‌باشد. براساس نتایج بدست آمده از بخش قبل، چارچوب ارزیابی پایداری در حوضه رفسنجان شامل ۱۴ نشانگر می‌باشد که در جدول ۳-۶ مشخصات و ماهیت آنها (تحلیل DPSIR) نشان داده شده است.

در چارچوب تدوین شده برای هر نشانگر یک شناسنامه/پروفایل ارائه شده است، مشخصات دو نمونه از پروفایل نشانگرها در شکل ۳-۴ و ۳-۵ نشان داده شده است. سایر پروفایل‌ها در پیوست ۳ آمده است. لازم به ذکر است که برخی نشانگرها به لحاظ محاسباتی، ماهیت کمی (Quantitative) دارند و برخی دیگر ماهیت توصیفی (Qualitative) دارند. نشانگرهایی که ماهیت کمی دارند مانند توسعه آب زیرزمینی یا تولید ناخالص منطقه‌ای برای محاسبه آنها از روابط ریاضی مشخصی استفاده می‌شود (شکل ۳-۴). اما در نشانگرهایی که ماهیت توصیفی دارند محاسبه آنها از طریق طیف پنج‌تایی لیکرت (امتیازدهی بین ۱ تا ۵) و مصاحبه با خبرگان انجام می‌شود (شکل ۳-۵). در این مطالعه اغلب نشانگرهای اجتماعی-نهادی دارای ماهیت توصیفی می‌باشند که در پیوست ۳ پروفایل آنها آورده شده‌اند. لازم به ذکر است که در بسیاری از چارچوب‌های نشانگرمحور اقتصادی یا اجتماعی در دنیا (مانند مجمع جهانی اقتصاد) نشانگرهای توصیفی متعددی وجود دارند و استفاده از آنها مرسوم است.

همچنین در جدول ۳-۶ از چارچوب مفهومی DPSIR به عبارتی نیروی محرکه (D)، فشار (P)، وضعیت (S)، اثر (I) و پاسخ (R) نیز برای شناخت بهتر ماهیت هر نشانگر استفاده شده است. به طور مثال نشانگرهایی که ماهیت نیروی محرکه (D) دارند، سیاست‌گذاری در حوزه مدیریت آنها اثربخشی بالاتری در جلوگیری از تشدید ناپایداری در آینده خواهند داشت. اما مسلماً نشانگرهایی که از جنبش فشار (P) می‌باشند کنترل متغیرها و عوامل آن به مراتب سخت‌تر است چون اغلب در اثر نیازها و تقاضاهای گذشته (و حال) ایجاد شده‌اند.

جدول ۳-۶: نشانگرهای نهایی ارزیابی پایداری در حوضه رفسنجان

مؤلفه‌های پایداری	محیط زیست	اقتصادی	اجتماعی و نهادی
نام نشانگر	توسعه آب زیرزمینی (P)*	بهره‌وری اقتصادی آب در بخش صنعت و معدن (S)	تنش‌ها و مناقشات بین ذی‌نفعان مختلف (R, D)
	آلودگی فلزات سنگین در آب زیرزمینی (I)	بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی (S)	وضعیت آگاهی ذینفعان و مردم عادی در ارتباط با مسائل آبی در حوضه (D)
	تنش نسبی آب- (نسبت تقاضای آب در بخش‌های مختلف به مجموع آب تجدیدپذیر) (P)	تولید ناخالص منطقه‌ای (S)	شاخص توسعه انسانی در حوضه (S)
	کیفیت آب زیرزمینی (از لحاظ شوری) (I)	میزان سرمایه‌گذاری در طرح‌های حفاظت و مدیریت منابع آب حوضه (D)	میزان دسترسی و اشتراک‌گذاری داده و اطلاعات در حوضه (D)
			حضور نمایندگان از گروه‌های مختلف ذینفعان حوضه در تمامی سطوح تصمیم‌گیری (D)
			دسترسی به آب آشامیدنی سالم در حوضه (S)

* D نیروی محرک، P فشار، S وضعیت، I تاثیر و R پاسخ می‌باشند (توضیحات بیشتر در بخش ۲-۳-۲)

نام نشانگر	توسعه آب زیرزمینی
تعریف	نشانگر نسبت برداشت از آب زیرزمینی به میزان تجدیدپذیری آن است.
نوع نشانگر	کمی
واحد اندازه‌گیری	درصد
روش محاسبه	$GD = \frac{\text{حجم بهره برداری از آبخوان}}{\text{حجم کل تجدیدپذیر}} \times 100$
نحوه تفسیر	قابل توسعه $GD < 25\%$ توسعه مشروط $25\% < GD < 40\%$ توقف توسعه $GD > 40\%$ (تقسیم بندی فوق جهت تفسیر از منابع بین المللی است، درایران میزان ۷۵ درصد ملاک است)
روش کسب اطلاعات جهت محاسبه	شرکت آب منطقه‌ای (گزارشات بیان آب)

شکل ۳-۴) پروفایل نشانگر توسعه آب زیرزمینی

نام نشانگر	میزان دسترسی و اشتراک‌گذاری داده و اطلاعات در حوضه
تعریف	این نشانگر بر میزان تبادل داده و اطلاعات استان‌ها در خصوص مسائل مرتبط با منبع آبی مشترک دلالت می‌کند.
نوع نشانگر	کیفی
واحد اندازه‌گیری	بدون بُعد
روش محاسبه	اخذ نظرات متخصصان
نحوه تفسیر	امتیاز ۱ تبادل بسیار ضعیف اطلاعات ۲ تبادل ضعیف اطلاعات ۳ تبادل متوسط اطلاعات ۴ تبادل قابل قبول اطلاعات ۵ تبادل خوب اطلاعات
روش کسب اطلاعات جهت محاسبه	مصاحبه و پرسشنامه از سازمان‌های مرتبط (جهاد، آب منطقه‌ای و آبفا)

شکل ۳-۵) پروفایل نشانگر میزان دسترسی و اشتراک‌گذاری داده و اطلاعات در حوضه

برای توسعه شاخص ارزیابی پایداری حوضه، همانطور که در بخش ۳-۳ ارائه شده است، از روش ترکیب خطی و وزن‌دهی تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) استفاده شده است. در پیوست ۴ توضیحات و تئوری مرتبط با روش AHP آورده شده است. در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice وزن مولفه‌ها در محاسبه

شاخص و سپس وزن نشانگرهای مرتبط با هر مولفه در محاسبه شاخص هر مولفه استفاده شده است. در استخراج وزن‌ها توسط روش تحلیل سلسله مراتبی، معیار سازگاری در وزن‌دهی مولفه‌ها و نشانگرها کمتر از ۱/۰ بدست آمده است. شکل ۶-۳ ساختار چارچوب نشانگرمحور بدست آمده را به تصویر کشیده است. در جدول ۷-۳ مشخصات چارچوب در قالب نتایج وزن‌ها و شاخص‌های متناظر آورده شده است.

شاخص پایداری :	کمی سازی پایداری مدیریت منابع آب در حوضه رفسنجان													
مولفه ها :	محیط زیستی				اقتصادی				اجتماعی - نهادی					
نشانگرها :	GD	RW	GQ	GP	WPA	GDP	BMI	WPI	HDI	DA	WC	AW	SP	AW

شکل ۶-۳) ساختار چارچوب نشانگرمحور توسعه یافته در حوضه آبریز رفسنجان (جهت نام اختصاری نشانگرها به جدول ۷-۳ مراجعه شود)

بدین ترتیب شاخص پایداری مدیریت منابع آب (Water Sustainability Index) در حوضه رفسنجان شامل ترکیب خطی شاخص‌های مرتبط با سه مولفه‌ی محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی-نهادی قابل محاسبه است:

$$WSI = 0.5 \times EN + 0.3 \times EC + 0.2 \times SO$$

رابطه ۴-۳

همچنین شاخص‌های پایداری محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی-نهادی نیز از ترکیب خطی نشانگرهای مرتبط آنها و وزن آنها قابل محاسبه هستند (جدول ۷-۳).

جدول ۳-۷: نتایج وزن دهی و شاخص های مرتبط با ارزیابی پایداری در حوضه رفسنجان

شاخص پایداری	وزن مولفه ها	شاخص مولفه ها	وزن نشانگرها	نام اختصاری	نشانگر
شاخص پایداری مدیریت منابع آب در حوضه رفسنجان (WSI)	۰/۵	پایداری محیط زیستی (EN)	۰/۴	GD	توسعه آب زیرزمینی
			۰/۳۵	RW	تنش نسبی آب
			۰/۱۵	GQ	کیفیت آب زیرزمینی (از لحاظ شوری)
			۰/۱	GP	آلودگی فلزات سنگین در آب زیرزمینی
	۰/۳	پایداری اقتصادی (EC)	۰/۴	WPA	بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی
			۰/۲۴	GDP	تولید ناخالص منطقه‌ای
			۰/۲	BMI	میزان سرمایه‌گذاری در طرح‌های حفاظت و مدیریت منابع آب حوضه
			۰/۱۶	WPI	بهره‌وری اقتصادی آب در بخش صنعت و معدن
	۰/۲	پایداری اجتماعی-نهادی (SO)	۰/۲۵	HDI	شاخص توسعه انسانی در حوضه
			۰/۲۲	DA	میزان دسترسی و اشتراک‌گذاری داده و اطلاعات در حوضه
			۰/۲۲	WC	تنش‌ها و مناقشات بین ذی‌نفعان مختلف
			۰/۱۱	AW	دسترسی به آب آشامیدنی سالم در حوضه
			۰/۱۱	SP	حضور نمایندگان از گروه‌های مختلف ذینفعان حوضه در تمامی سطوح تصمیم‌گیری
			۰/۱۱	SA	وضعیت آگاهی ذینفعان و مردم عادی در ارتباط با مسائل آبی در حوضه

قابل ذکر است که، مبنای محاسبه نشانگرها و شاخص‌ها می‌بایستی در یک دوره زمانی مشخص باشد. به لحاظ عملیاتی، امکان محاسبه شاخص‌ها و استفاده از چارچوب در شرایط کشور به طور سالانه بعید به نظر می‌رسد، این امر به سبب جمع‌آوری نشدن و گزارش نشدن برخی داده‌ها می‌باشد. هرچند که در

حالت بهینه، محاسبه و ارزیابی پایداری با فاصله زمانی (interval) سالانه یا دوسالانه مد نظر است و توصیه می‌شود. در واقع، ارزیابی پایداری واقعی (محاسبه شاخص‌ها و رصد آنها) زمانی معنی می‌دهد که بتوان با محاسبه سالانه یا دوسالانه آنها رصد تغییرات نشانگرهای پایداری و شاخص‌های آنها در یک بازه زمانی بلندمدت مثلاً ۲۰ ساله را مورد توجه قرار داد. زیرا در این صورت امکان بررسی روندها و تحلیل اثربخشی متقابل تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها را فراهم می‌نماید. اهمیت این موضوع با توجه به پیچیدگی‌های سیستم‌های منابع آب حائز اهمیت است، زیرا اغلب تصمیمات، اثرات و پیامدهای آنها در افق زمانی طولانی‌تر قابل ملاحظه می‌باشد. در نهایت اینکه در جدول ۳-۸ نحوه تفسیر شاخص پایداری حوضه را نشان داده شده است (Shafiei et al., 2022).

جدول ۳-۸: تفسیر مقادیر شاخص پایداری حوضه

مقدار شاخص	تفسیر
< 0.2	ناپایداری مطلق (غیر قابل بازگشت)
$0.2 - 0.5$	ناپایداری بحرانی
$0.5 - 0.7$	ناپایداری ضعیف
> 0.7	پایدار

۳-۶. نتایج محاسبه شاخص‌ها و ارزیابی پایداری در حوضه آبریز رفسنجان

در این بخش نشانگرها و شاخص‌های بدست آمده از بخش‌های قبل محاسبه و ارائه شده‌اند. با توجه به اطلاعات موجود میانگین دوره زمانی در دهه ۹۰ برای کاربرد چارچوب در این پژوهش مد نظر قرار گرفته است. در این نسخه از گزارش (اسفند ماه ۱۴۰۳) اغلب نشانگرهای کمی براساس گزارش‌های بیلان آب شرکت آب منطقه‌ای کرمان-در سال ۱۳۹۴، گزارش‌های استانداری در سال ۱۳۹۵ و همچنین سایر گزارشات و مطالعات مرور شده در فصل دوم (جدول ۲-۱) محاسبه شده‌اند. سایر نشانگرها از جمله نشانگرهای توصیفی براساس مقالات مرتبط و از طریق متخصصان تخمین زده شده‌اند. امکان به‌روز رسانی و تصحیح آنها در گزارش جدید وجود دارد.

۳-۶-۱. نتایج محاسبه و تفسیر نشانگرها ذیل مولفه های چارچوب توسعه داده شده

الف) محاسبه نشانگرهای مولفه محیط زیستی

نشانگر توسعه آب زیرزمینی براساس اطلاعات گزارش بیلان مصوب سال ۱۳۹۴ (منتهی به سال ۸۹-۹۰) محاسبه شده است. محاسبه آن حاصل نسبت حجم برداشت از آبخوان (چاه و قنات) و میانگین آب تجدیدپذیر زیرزمینی است که و میزان آن ۱/۰۵ بدست آمده است که نشان دهنده توسعه بیش از حد و فشار بر منابع آب زیرزمینی است.

نشانگر تنش نسبی آب نیز براساس اطلاعات بیلان عمومی و هیدروکلیماتولوژی محدوده محاسبه شده است. به طوری که ابتدا میزان کل آب تجدیدپذیر حوضه محاسبه شده است با در نظر گرفتن ورودی و خروجی آب سطحی، آب انتقالی، آب تجدیدپذیر محاسبه شده و نیاز محیط زیستی در محدوده بدست آمده است. سپس مجموع مصارف حوضه شامل کشاورزی، شرب و صنعت از گزارش بیلان (به صورت مصرف خالص) استخراج شده است. در نهایت مقدار این نشانگر که حاصل مصارف به کل آب تجدیدپذیر است برابر ۷۶/۰ شده است که نشان دهنده تنش آبی در شرایط بحرانی در حوضه می باشد.

نشانگر کیفیت آب زیرزمینی در حوضه به لحاظ شوری نیز اطلاعات گزارش بیلان و کموگراف تهیه شده محاسبه شده است. میانگین شوری سالانه در سال انتهایی دوره بیلان گزارش برای آبخوان ۵۷۱۶ میکرومhos بر سانتیمتر ارائه شده است. برای مقایسه و تفسیر این نشانگر نیازمند دانستن مقدار پایه آن در واقع میزان شوری در شرایط تعادل آبخوان می باشد. این مقدار در گزارش های موجود ارائه نشده است و نیازمند نظرات متخصصان یا تخمین می باشد. در این پژوهش براساس اطلاعات بدست آمده جهت تفسیر و نرمال سازی مقدار نشانگر (در بازه ۰ و ۱) میزان شوری در شرایط تعادل آبخوان ۳۰۰ و حداکثر شوری ۱۰۰۰ میکرومhos بر سانتیمتر در نظر گرفته شده است.

نشانگر آلودگی فلزات سنگین در آب زیرزمینی در حوضه با توجه به عدم دسترسی به گزارش یا اطلاعات موثق در این پژوهش مستقیماً محاسبه نشده است. براساس بررسی برخی مقالات علمی تنها می توان تخمین اولیه ارائه کرد. به طور مثال خواجه پور و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیق خود میزان آلودگی آبهای زیرزمینی جنوب دشت رفسنجان به فلزات سنگین کروم و نیکل را بررسی نموده اند. ایشان نتیجه گرفتند که میزان کروم در بخش شرقی شهر رفسنجان بالاتر از حد مجاز بوده که علت آن را می توان ورود فاضلاب های شهری و فاضلاب ناشی از صنایع موجود در منطقه از جمله ریخته گری و بسته بندی دانست. میزان نیکل در قسمت میانی دشت بالاتر از حد مجاز بوده که ناشی از هوازدگی سنگ های آتشفشانی سولفیدی کوه های سرچشمه در جنوب منطقه بوده که فعالیت معدن کاری (معدن مس سرچشمه) تقویت کننده آن می باشد. ورود فاضلاب های صنعتی حاوی نیکل در محدوده غربی شهر یکی دیگر از منابع آلاینده محسوب می شود.

بنابراین به طور کلی می‌توان گفت که میزان آلودگی صنعتی در آبخوان حوضه کمی بیش از استاندارد آن به نظر می‌رسد، هرچند نیازمند مطالعات جامع‌تر است.

ب) محاسبه نشانگرهای مولفه اقتصادی

نشانگر بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی حاصل نسبت سود خالص به ازای واحد حجم آب معمولاً تعریف می‌شود. بدین ترتیب که پس از انتخاب محصولات زراعی و باغی غالب در محدوده نیازمند محاسبه نیازناخاص آبیاری آنها (از طریق داشتن راندمان و نیاز خالص)، محاسبه هزینه‌ها و درآمدهای ایجاد شده محصولات تولید (شامل قیمت فروش محصولات و هزینه‌ها در هر هکتار) می‌باشیم. در صورتی که دسترسی اطلاعات اقتصادی به راحتی میسر نباشد و تنها یک محصول غالب در نظر گرفته شود، می‌توان از بهره‌وری فیزیکی آب کشاورزی که مقدار محصول تولید شده به ازای واحد حجم آب مصرفی است بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب استفاده شود. اما بایستی توجه شود که در مفهوم بهره‌وری فیزیکی به طور مثال شاخص - ۵ کیلوگرم ذرت علوفه‌ای به ازای مصرف هر مترمکعب آب هرگز با شاخص ۴/۰ کیلوگرم پسته به ازای هر مترمکعب آب برابری نمی‌کند. بنابراین مفهوم اقتصادی در بهره‌وری آب و به کار گرفتن درآمد خالص امکان ارزیابی مناسب‌تر و گسترده‌تری را فراهم می‌نماید.

در این پژوهش از مفهوم بهره‌وری فیزیکی آب و فقط برای محصول پسته نشانگر لحاظ شده است. براساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۶) متوسط عملکرد پسته در کشور حدود ۸۱۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. در صورتی که متوسط عملکرد پسته در کشور در باغ‌های ۱۸ تا ۲۰ ساله به یک تن در هکتار نیز می‌رسد (هرچند که این میزان عملکرد از سایر کشورها مانند ترکیه ۳ تن در هکتار و آمریکا ۴ تن در هکتار نیز کمتر است). در مطالعه موسوی فضل و همکاران (۱۳۹۹) میانگین عملکرد پسته در باغات انتخابی کشور (در ۴ استان) برابر ۱/۷ تن در هکتار و بهره‌وری آب در تولید پسته ۲۴/۰ کیلوگرم در مترمکعب بدست آمده است. ایشان در باغات انتخابی استان کرمان (رفسنجان و زرنده) عملکرد و بهره‌وری آب را به ترتیب ۱/۵ تن در هکتار و ۲۱/۰ کیلوگرم در مترمکعب گزارش کرده‌اند (در سیستم آبیاری قطره‌ای). بنابراین در این پژوهش از این مقدار استفاده می‌شود. همچنین قابل ذکر است که مبنای مقایسه در این نشانگر براساس بهره‌وری فیزیکی برای پسته با توجه به شرایط کشور در شرایط بهینه ۴/۰ کیلوگرم در مترمکعب در نظر گرفته شده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶).

نشانگر بهره‌وری اقتصادی آب در صنعت و معدن براساس میزان تولیدات صنعتی و حجم آب مصرف شده (برای تعدادی از کالاهای اساسی)، قابل محاسبه است. در این پژوهش به سبب عدم دسترسی به داده‌های قیمت محصولات تولیدی، امکان محاسبه بهره‌وری ترکیبی (براساس محصولات مختلف) بخش صنعت فراهم نشد. با وجود آنکه به احتمال زیاد بهره‌وری اقتصادی آب بخش صنعت بسیار بیشتر از بخش

کشاورزی می‌باشد، اما مخاطرات آلودگی آن برای آب‌های زیرزمینی بسیار بالاتر است و به همین علت باید در محاسبه بهره‌وری آب در بخش صنعت، هزینه‌های لازم برای دفع و کنترل آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های صنعتی و معدنی نیز در نظر گرفته شود. محاسبه این نشانگر با توجه به زمان بر بودن جمع‌آوری اطلاعات، تطبیق و محاسبه آن انجام نشده است.

نشانگر تولید ناخالص منطقه‌ای: ذکر این نکته ضروری است که به طور کلی تولید ناخالص داخلی (GDP) به عنوان شاخصی موثر برای اندازه‌گیری چگونگی عملکرد بازار و رشد اقتصادی در یک کشور مطرح است. اما می‌توان آن در سطح مناطق، استان‌ها یا حتی شهرستان‌ها و مرز حوضه آبریز نیز محاسبه نمود، به طوری که این شاخص نشان دهنده ارزش اقتصادی کالاها و خدمات در آن منطقه می‌باشد. محاسبه و پایش این شاخص در طول زمان می‌توان اطلاعات مفیدی در مورد نرخ رشد تولید ناخالص در اختیار قرار دهد. ضمن اینکه امکان تفکیک میزان اثرگذاری بخش‌های مختلف مانند صنعت، معدن و ... وجود دارد (ترابی و همکاران، ۱۴۰۰).

مرکز آمار ایران، رشد تولید ناخالص منطقه‌ای به تفکیک استان را معمولاً هر ساله منتشر می‌نماید. براساس گزارش سال ۱۳۹۹ بیش از نیمی از تولید ناخالص داخلی کشور، سهم پنج استان است؛ تهران (۲۲ درصد)، خوزستان (۱۴ درصد)، بوشهر (۶ درصد)، اصفهان (۵/۸ درصد) و خراسان رضوی (۴/۹ درصد). از این رو، بزرگ‌ترین اقتصاد استان‌ها به ترتیب متعلق به استان‌های مذکور است، هرچند که در استان تهران، خوزستان و بوشهر سهم بخش نفت و گاز بیشتر می‌باشد. در این رتبه‌بندی استان کرمان رتبه ۹ (۳/۱ درصد) دارد. برخی استان‌ها شاخص مذکور را در سطح شهرستان‌ها نیز گزارش کردند، هرچند در استان کرمان چنین اطلاعاتی در مورد محدوده شهرستان رفسنجان و انار براساس بررسی انجام شده گزارش نشده است. در این پژوهش محاسبه نشانگر فوق و نرمال‌سازی آن برای رفسنجان معادل استان کرمان فرض شده است. به طوری که میزان تولید ناخالص منطقه‌ای در استان کرمان حدود ۱۰۳ هزار میلیارد تومان برآورد شده است. جهت نرمال‌سازی این مقدار نشانگر میزان حداقل و حداکثر سایر استان‌های با شرایط مشابه و بدون در نظر گرفتن بخش نفت و گاز لحاظ شده است (برای حداقل در این پژوهش میزان تولید ناخالص سمنان و خراسان جنوبی و برای حداکثر میانگین استان اصفهان و خراسان رضوی لحاظ شده است). به طور کلی با توجه به اهمیت این شاخص نیاز به مطالعات بیشتر در این زمینه وجود دارد.

نشانگر میزان سرمایه‌گذاری در طرح‌های حفاظت و مدیریت منابع آب حوضه، درصد بودجه اختصاص یافته برای زیرساخت‌ها و فعالیت‌های مرتبط با حفاظت از منابع آب (مانند تعادل‌بخشی، مدیریت ریسک و ...) از کل بودجه تخصیص یافته برای مدیریت منابع آب است. از آنجایی که ممکن است اطلاعات دقیقی در مورد نتوان کسب کرد، این نشانگر را می‌توان به صورت توصیفی برآورد نمود. محاسبه آن براساس طیف

پنج تایی لیکرت (امتیازدهی بین ۱ تا ۵) و مصاحبه با خبرگان (یا مدیران آب منطقه‌ای و آبخیزداری) یا بررسی متغیرهای اثرگذار بر آن و امتیازدهی آنها (که معمولاً در برخی سازمان‌ها دستورالعمل خاصی دارد) قابل انجام می‌باشد. در این پژوهش میزان این نشانگر براساس پرسشنامه تنظیم شده از خبرگان برابر ۲ (در طیف ۱ تا ۵) بدست آمده است که به معنی میزان کم و ناچیز میزان سرمایه‌گذاری در طرح‌های حفاظت و مدیریت منابع آب حوضه است. پرسش‌نامه مرتبط با این نشانگر در پیوست ۵ آمده است.

ب) محاسبه نشانگرهای مولفه اجتماعی - نهادی

شاخص توسعه انسانی در حوضه، متشکل از نشانگرهای امید به زندگی، آموزش، سلامت و درآمد سرانه است. به عبارتی شاخص توسعه انسانی، میزان موفقیت هر کشور یا استان را در دستیابی به سه معیار زندگی طولانی و سالم، دسترسی به دانش و زندگی مناسب نشان می‌دهد. در ایران این شاخص در سطح استان‌ها به طور مرتب معمولاً گزارش نمی‌شود، اما اخیراً مطالعاتی در این زمینه انجام شده است. عسکری پور لاهیجی و عطوفت شمسی (۱۳۹۸)، صالحی (۱۳۹۷) و محمدی (۱۳۹۹) در سال‌های مختلف برای استان‌های کشور ارائه نموده‌اند. جدول ذیل این مقادیر را برای استان کرمان نشان می‌دهد که در طول سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ این شاخص کاهش داشته است.

سال	شاخص توسعه انسانی (استان کرمان)	منبع
۱۳۹۰	۰/۷	عسکری پور لاهیجی و عطوفت شمسی (۱۳۹۸)
۱۳۹۳	۰/۷۱	صالحی (۱۳۹۷)
۱۳۹۵	۰/۷	عسکری پور لاهیجی و عطوفت شمسی (۱۳۹۸)
۱۳۹۸	۰/۴۶	محمدی (۱۳۹۹)

از آنجایی که این شاخص در سطح شهرستان‌ها نیز قابل محاسبه است، می‌توان برای حوضه آبریز نیز تخمین مناسبی از آن را ارائه نمود. به طور مثال در محدوده مطالعاتی رفسنجان، شهرستان‌های رفسنجان و انار واقع هستند بنابراین می‌توان میانگین شاخص توسعه استانی این دو شهرستان را در نظر گرفت. شهدادی و همکاران (۱۳۹۸) این شاخص را برای شهرستان رفسنجان به ترتیب ۵۴٪ و ۵۹٪ برای سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۴ محاسبه نموده‌اند. برای شهرستان انار این شاخص تاکنون محاسبه نشده است. بنابراین در این پژوهش میانگین ۵۵٪ در نظر گرفته می‌شود (میانگین ابتدای دهه ۹۰). به طور کلی، براساس نتایج شهدادی و همکاران (۱۳۹۸) رتبه‌بندی استان‌های کشور بر اساس میزان شاخص توسعه انسانی، بیانگر

آن است که استان کرمان در زمره استان‌های متوسط قرار دارد. همچنین، بر اساس مطالعات صورت‌گرفته به منظور رتبه‌بندی شهرستان‌های استان کرمان نیز شهرستان رفسنجان در زمره شهرستان‌هایی است که در سطح بالایی از توسعه انسانی قرار دارد.

نشانگر میزان دسترسی و اشتراک‌گذاری داده و اطلاعات در حوضه، به صورت توصیفی برآورد می‌شود. محاسبه آن براساس طیف پنج‌تایی لیکرت (امتیازدهی بین ۱ تا ۵) و مصاحبه با خبرگان (از سازمان مرتبط مانند آب منطقه‌ای، آبفا، هواشناسی، جهاد کشاورزی و) انجام پذیر است. هرچند که به طور کلی می‌توان اذعان نمود که این نشانگر در سطح کشور احتمالاً یک مقدار را خواهد داشت، اما تجارب نشان داده‌اند که تفاهم‌نامه‌های استانی و بین‌تشکلی می‌تواند در این مسئله بسیار اثرگذار باشد؛ بنابراین ارزیابی و رصد این نشانگر در سطح حوضه آبریز می‌توان از اهمیت بالایی برخوردار باشد. با توجه به ماهیت توصیفی این نشانگر علاوه بر روش مصاحبه و طیف لیکرت می‌توان از طریق ارائه دستورالعملی مشخص و از طریق امتیازدهی این نشانگر را نیز محاسبه نمود که البته مستلزم مطالعه بیشتر می‌باشد. در چنین دستورالعملی می‌توان عوامل و متغیرهای اثرگذار را بررسی کرده و از طریق امتیاز دهی آنها نشانگر محاسبه شود. در این پژوهش براساس اطلاعات بدست آمده و شناخت از شرایط موجود این نشانگر برابر ۲ (در طیف ۱ تا ۵) در نظر گرفته شده است، که نشان‌دهنده وضعیت ضعیف می‌باشد.

نشانگر تنش‌ها و مناقشات بین ذی‌نفعان مختلف، به طور کلی بیانگر تعداد منازعات آبی ثبت شده در یک دوره زمانی مشخص است. این امر با بررسی تعداد پرونده‌های مرتبط موجود در مراکز دادگستری و شرکت آب منطقه‌ای در بازه زمانی موردنظر قابل انجام است. هرچند که ممکن است برخی مناقشات ثبت نشده باشند و صرفاً از طریق اخبار محلی قابل دریافت باشند. در مطالعات گزارش شده در حوضه رفسنجان تاکنون کمتر به این مسئله پرداخته شده است. در صورت عدم دسترسی و امکان اخذ اطلاعات مرتبط با تنش‌ها و مناقشات آبی می‌توان به صورت توصیفی و مصاحبه خبرگانی این نشانگر را نیز محاسبه نمود. لازم به ذکر است که هر چه مقدار این نشانگر کمتر باشد، مدیریت مناقشات آبی بین ذی‌نفعان در حوضه آبریز کارآمدتر بوده است. میزان این نشانگر براساس پرسشنامه تنظیم شده از خبرگان برابر ۳ (در طیف ۱ تا ۵) بدست آمده است. این میزان به معنی «وجود موارد قابل تامل از تنش‌هاست که نیازمند رسیدگی و حل و فصل می‌باشد و معمولاً با خسارت کم همراه است». پرسش‌نامه مرتبط با این نشانگر در پیوست ۵ آمده است.

نشانگر حضور نمایندگان از گروه‌های مختلف ذینفعان حوضه در تمامی سطوح تصمیم‌گیری، نشان‌دهنده حضور نمایندگان ذینفعان از گروه‌های مختلف در فرایندهای مختلف تصمیم‌گیری مربوط به مدیریت منابع آب در حوضه است. به طور مثال وجود شورای هماهنگی حوضه آبریز می‌تواند یکی از تلاش‌ها برای مشارکت ذی‌نفعان در تصمیم‌گیری‌ها باشد. این نشانگر که به صورت توصیفی برآورد می‌شود

معمولا با ارزیابی وجود سازکارها و ضوابط در ایجاد مشارکت ذی نفعان در تصمیم‌گیری‌ها قابل سنجش می‌باشد. میزان این نشانگر براساس پرسشنامه تنظیم شده از خبرگان برابر ۱ (در طیف ۱ تا ۵) بدست آمده است. این میزان به معنی حضور بسیار کم گروه‌های ذی نفعان در سطوح تصمیم‌گیری می‌باشد و شرایطی را نشان می‌دهد که هیچ سازوکار و ضوابطی هم برای این امر وجود ندارد. پرسش‌نامه مرتبط با این نشانگر در پیوست ۵ آمده است.

نشانگر وضعیت آگاهی ذینفعان و مردم عادی در ارتباط با مسائل آبی در حوضه، بیانگر وضعیت اطلاعات و آگاهی مردم و عوام جامعه از وضعیت و مسائل منابع آب است. اغلب می‌توان براساس وجود و میزان فعالیت‌های بنگاه‌های مردم‌نهاد فعال در حوزه آب و محیط زیست و همچنین میزان فعالیت و برنامه‌های رسانه‌های جمعی برآوردی از این نشانگر انجام شود. همچنین رصد میزان اخبار و تحلیل‌های خبری از وب‌سایت‌ها و اخبار رسمی نیز تخمین این نشانگر قابل انجام است. بنابراین این نشانگر به صورت توصیفی براساس امتیاز دهی طیف لیکرت برآورد می‌شود. در این پژوهش براساس اطلاعات بدست آمده و شناخت از شرایط موجود این نشانگر برابر ۳ (در طیف ۱ تا ۵) به معنی وضعیت ضعیف تا متوسط، در نظر گرفته شده است.

نشانگر دسترسی به آب آشامیدنی سالم در حوضه، تحقق فرصت‌های برابر در دسترسی به آب سالم با کمیت و کیفیت مناسب برای همگان است. دسترسی به آب آشامیدنی سالم در چارچوب حقوق بشری به رسمیت شناخته شده است و در دستور کار شماره ۲۱ مصوبه کنفرانس سازمان ملل متحد در محیط‌زیست و توسعه (۱۹۹۲) به صورت یک حق همگانی در مورد «داشتن آب کافی، سالم، قابل قبول، از لحاظ فیزیکی قابل دسترس و مقرون به صرفه برای مصارف شخصی و خانگی» تأکید شده است، که همه مردم باید صرف نظر از میزان توسعه و وضعیت اقتصادی و اجتماعی آنها به مقدار آب آشامیدنی با کمیت و کیفیت متناسب با نیازهای اولیه‌شان دسترسی داشته باشند. این نشانگر معمولا توسط شرکت‌های آب و فاضلاب شهری نیز گزارش می‌شود و براساس اطلاعات موجود در استان کرمان و شهرستان رفسنجان و انار بالاتر از ۷۵٪ گزارش شده است، که نشان دهنده وضعیت مناسب و خوب این نشانگر می‌باشد.

۳-۶-۲. نتایج محاسبه و تحلیل شاخص پایداری حوضه

در این بخش ابتدا نتایج محاسبه تمامی ۱۴ نشانگر به صورت نرمال شده (بازه ۰ تا ۱) ارائه شده است. سپس شاخص‌های توسعه داده شده شامل شاخص پایداری محیط زیستی، شاخص پایداری اقتصادی و شاخص پایداری نهادی-اجتماعی براساس روابط توسعه داده شده آنها (بخش ۳-۵) و همچنین شاخص پایداری حوضه (WSI)، رابطه ۳-۴ در بخش ۳-۵ محاسبه و تحلیل شده‌اند. جدول ۳-۹ نتایج محاسبه نشانگرهای ۱۴ گانه را نشان می‌دهد، مقادیر محاسبه شده هر نشانگر به صورت نرمال شده و در بازه ۰ تا ۱ ارائه شده است. به طوری که مقادیر که به ۱ نزدیک‌تر هستند نشان دهنده وضعیت بهتر در نشانگر مرتبط آن می‌باشد.

همچنین در شکل ۳-۷ مقادیر نشانگرها در نمودار راداری ترسیم شده است. به طور کلی تنها چهار نشانگر مقادیر آنها بیشتر از ۵/۵ بدست آمده است، شامل نشانگر کیفیت آب زیرزمینی (۰/۶)، تولید ناخالص منطقه‌ای (۰/۵۲)، شاخص توسعه انسانی در حوضه (۰/۵۵) و دسترسی به آب آشامیدنی سالم در حوضه (۰/۸). همچنین دو نشانگر توسعه آب زیرزمینی و حضور نمایندگان از گروه‌های مختلف ذینفعان حوضه در تمامی سطوح تصمیم‌گیری، مقادیر آنها نزدیک به صفر بدست آمده است.

در ادامه براساس وزن‌های بدست آمده (جدول ۳-۷ بخش ۳-۵) شاخص‌های مولفه‌های پایداری شامل شاخص پایداری محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی-نهادی نیز محاسبه شده است (جدول ۳-۱۰). در نهایت شاخص نهایی پایداری مدیریت آب در حوضه رفسنجان نیز محاسبه شده است که مقدار آن ۲۶/۰ بدست آمده است. این مقدار نشان دهنده شرایط ناپایداری بحرانی در حوضه می‌باشد (براساس جدول ۳-۸ در بخش ۳-۵). قابل ذکر است که شاخص پایداری بدون مقادیر نشانگر بهره‌وری اقتصادی آب در بخش صنعت و آلودگی آب زیرزمینی محاسبه شده است. در صورت اینکه مقادیر این نشانگرها در حالت نرمال (نه خوب و نه بد) باشند حداکثر شاخص پایداری برابر ۳/۰ می‌تواند باشد که همان شرایط ناپایداری بحرانی را نشان می‌دهد (براساس جدول ۳-۸). قابل ذکر است که شرایط شاخص پایداری مدیریت آب حوضه کمتر از ۲/۰ نشان دهنده شرایط ناپایداری مطلق و احتمالاً غیرقابل بازگشت در حوضه می‌باشد.



شکل ۳-۷) نمودار مقادیر نشانگرهای مرتبط با چارچوب ارزیابی پایداری در حوضه رفسنجان. (محیط پیرامون دایره عدد ۱ حداکثر مقدار نشانگرها را نشان می‌دهد و حداقل مقدار ۰ در مرکز دایره می‌باشد)

جدول ۳-۹: نتایج محاسبه نشانگرهای مرتبط با ارزیابی پایداری (نرمال شده) در حوضه رفسنجان

نام نشانگر	نام اختصاری	مقدار نرمال شده در بازه ۰ تا ۱
توسعه آب زیرزمینی	GD	۰
تنش نسبی آب	RW	۰/۲۷
کیفیت آب زیرزمینی (از لحاظ شوری)	GQ	۰/۶۲
آلودگی فلزات سنگین در آب زیرزمینی	GP	-
بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی	WPA	۰/۲۴
تولید ناخالص منطقه‌ای	GDP	۰/۵۲

مقدار نرمال شده در بازه ۰ تا ۱	نام اختصاری	نام نشانگر
۰/۲۵	BMI	میزان سرمایه‌گذاری در طرح‌های حفاظت و مدیریت منابع آب حوزه
-	WPI	بهره‌وری اقتصادی آب در بخش صنعت و معدن
۰/۵۵	HDI	شاخص توسعه انسانی در حوزه
۰/۲۵	DA	میزان دسترسی و اشتراک‌گذاری داده و اطلاعات در حوزه
۰/۵	WC	تنش‌ها و مناقشات بین ذی‌نفعان مختلف
۰/۸	AW	دسترسی به آب آشامیدنی سالم در حوزه
۰/۰	SP	حضور نمایندگان از گروه‌های مختلف ذینفعان حوزه در تمامی سطوح تصمیم‌گیری
۰/۵	SA	وضعیت آگاهی ذینفعان و مردم در ارتباط با مسائل آبی در حوزه

نشانگرهای آلودگی فلزات سنگین در آب زیرزمینی و بهره‌وری اقتصادی آب در بخش صنعت و معدن محاسبه نشده‌اند.

جدول ۳-۱۰: نتایج محاسبه نشانگرهای ترکیبی (شاخص‌ها)

مقدار نرمال شده در بازه ۰ تا ۱	نام شاخص
۰/۱۹	شاخص پایداری محیط زیستی
۰/۲۷	شاخص پایداری اقتصادی
۰/۴۵	شاخص پایداری اجتماعی-نهادی
۰/۲۶	شاخص پایداری حوزه

فصل چهارم

جمع بندی،
نتیجه گیری و
پیشنهادهات



۴-۱. خلاصه و جمع‌بندی

هدف اصلی گزارش حاضر، بررسی و توسعه چارچوبی جهت ارزیابی پایداری در مدیریت آب حوضه آبریز رفسنجان می‌باشد. جهت رسیدن به هدف فوق، ابتدا مروری بر مفاهیم، ابعاد و کاربردهای توسعه پایدار انجام شد. همچنین جهت شناخت حوضه، مروری بر مهم‌ترین مطالعات انجام شده در حوضه رفسنجان و ارتباط آنها با ابعاد پایداری صورت پذیرفت. سپس جهت ارایه ابعاد اثرگذار در توسعه پایدار در محدوده مورد مطالعه، چالش‌های پایداری یا به عبارتی چالش‌های تهدیدکننده توانایی و قابلیت منطقه در رسیدن به توسعه پایدار با نظر خبرگان مورد بررسی و با روش مفهومی DPSIR مورد تحلیل قرار گرفت.

در بخش دیگری از گزارش به بررسی تعاریف و کاربرد نشانگرها و شاخص‌ها در ارزیابی پایداری پرداخته شد. مفهوم ارزیابی پایداری تعریف و تبیین گردید. در ادامه جهت توسعه چارچوب نشانگرمحور ابتدا چشم‌انداز و هدف کلان کار تبیین شد و سپس توسعه چارچوب و مراحل آن برنامه‌ریزی و اجرا شد. لازم به ذکر است که هدف کلان یا چشم‌انداز به صورت ذیل تعریف شد: «درک و شناخت مفهوم توسعه پایدار و کمی‌سازی آن در سیستم مدیریت منابع آب حوضه رفسنجان به طوری که گروه‌های مختلف ذی‌نفعان بتوانند از نتایج آن استفاده نمایند». سپس برای رسیدن به هدف مورد نظر و توسعه چارچوب، ابتدا تعداد ۳۶۶ نشانگر اولیه گردآوری شدند و در فرآیند بررسی (شامل استفاده از معیارهای SMART، ارتباط با چالش‌های پایداری حوضه و روش دلفی-فازی با نظر خبرگان) در نهایت به ۱۴ نشانگر رسید. برای هر نشانگر پروفایلی تهیه شد و روابط نشانگرهای ترکیبی (شاخص‌ها) برای ابعاد سه‌گانه پایداری (محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی-نهادی) و در نهایت شاخص پایداری نهایی ارائه شدند. کاربرد چارچوب توسعه داده شده نشان داد که، حوضه آبریز رفسنجان در شرایط ناپایداری بحرانی با مقدار شاخص پایداری ۲۶٪ از ۱ قرار دارد.

۴-۲. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

تاکنون مطالعات اندکی با هدف به‌کمیت درآوردن وضعیت پایداری در سطح حوضه آبریز انجام شده است. در واقع این مفهوم هنوز در ابتدای راه است و در ده سال اخیر بسیار مورد توجه تحقیقات و چارچوب‌های سیاست‌گذاری قرار گرفته است. همانطوری که در این گزارش تعریف شده است، ارزیابی پایداری (SA) چارچوبی جامعی (holistic) است که با ایجاد ارتباط بین گروه‌های مختلف ذی‌نفعان؛ درک، اندازه‌گیری و پایش «پایداری» را در هر کدام از ابعاد اجتماعی، اقتصادی، محیط زیستی و نهادی در فعالیت‌های مرتبط با مدیریت آب فراهم می‌نماید. به‌طور کلی، مهم‌ترین مزیت‌های ارزیابی پایداری در حوزه سیاست‌گذاری و مدیریت منابع آب شامل موارد ذیل می‌باشد:

- ❖ ارزیابی پایداری از طریق کمی‌سازی و بررسی ابعاد پایداری، امکان درک جامع‌تر از رفتار «سیستم» مدیریت منابع آب و ارتباط بین اجزاء آن را فراهم می‌نماید.

- ❖ نتایج اجرای ارزیابی پایداری، می‌تواند مرجع مناسب (benchmark) و قابل فهمی برای گزارش‌دهی به سیاست‌گذاران در سطوح بالاتر و سایر گروه‌های ذی‌نفعان از جمله مردم عادی یا رسانه‌ها باشد.

- ❖ در صورت پیاده‌سازی ارزیابی پایداری به صورت مشارکتی امکان درک مفهوم توسعه پایدار به‌طور ملموس بین گروه‌های مختلف ذی‌نفعان وجود دارد و ضمن اینکه ایشان می‌توانند اثرات طیف‌های مختلف فعالیت‌های خود را در پایداری کلان حوضه ببینند و با یکدیگر ارتباط بهتری برقرار نمایند.

همچنین قابل ذکر است که توسعه چارچوب‌های نشانگرمحور در ارزیابی پایداری محدودیت‌هایی نیز دارند که اگر به درستی درک و مدیریت شوند در میان مدت و بلند مدت ارزش افزوده آنها دوچندان خواهد شد. یکی از محدودیت‌ها این است که توسعه این چارچوب‌ها و انتخاب و توسعه نشانگرها ذاتاً وابسته به نظرات متخصصان (از جمله پژوهشگران یا پل خبرگان) می‌باشد. بدین معنی که اگر توسعه نشانگرها توسط پژوهشگران دیگر یا با نظرات متخصصان دیگری باشد نتایج آن می‌تواند متفاوت باشد. بنابراین توصیه می‌شود به‌طور مثال هر سه یا پنج سال فرایند توسعه نشانگرها و قابلیت کاربرد آنها در منطقه مورد نظر به‌نگام‌سازی شود. در این مورد پیشنهاد کرده‌اند که فرایند توسعه چارچوب به صورت برنامه‌ریزی راهبردی باشد (Shafiei et al, ۲۰۲۲)، به طوری که برای رسیدن به یک چشم‌انداز مشترک راهبردهای تدوین شده به صورت مدون قابلیت بازبینی و ارتقا داشته باشند. -محدودیت دیگر این پژوهش این است که معمولاً مبنای محاسبه نشانگرها و شاخص‌ها می‌بایستی در یک دوره زمانی مشخص باشد. متأسفانه به لحاظ عملیاتی، امکان محاسبه شاخص‌ها و استفاده از چارچوب توسعه یافته در شرایط کشور به‌طور سالانه بعید به نظر می‌رسد، این امر به سبب جمع‌آوری نشدن و گزارش نشدن برخی داده‌ها می‌باشد. هرچند که در حالت بهینه، محاسبه و ارزیابی پایداری با فاصله زمانی (interval) سالانه یا دوسالانه مد نظر است و توصیه

می‌شود. در واقع، ارزیابی پایداری واقعی (محاسبه شاخص‌ها و رصد آنها) زمانی معنی می‌دهد که بتوان با محاسبه سالانه یا دوسالانه آنها رصد تغییرات نشانگرهای پایداری و شاخص‌های آنها در یک بازه زمانی بلندمدت مثلاً ۲۰ ساله را مورد توجه قرار داد. زیرا در این صورت امکان بررسی روندها و تحلیل اثر بخشی متقابل تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها را فراهم می‌نماید. اهمیت این موضوع با توجه به پیچیدگی‌های سیستم‌های منابع آب حائز اهمیت است، زیرا اغلب تصمیمات، اثرات و پیامدهای آنها در افق زمانی طولانی‌تر قابل ملاحظه می‌باشد. بنابراین برای حل این مسئله پیشنهاد می‌شود سازوکارهایی تدوین شود که داده‌ها و اطلاعات لازم با فاصله زمانی مناسب‌تری جمع‌آوری و گزارش شوند.

برای ادامه این مسیر پیشنهاد می‌شود، مفهوم ارزیابی پایداری در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های منابع آب بیشتر مورد توجه قرار گیرد. هرچند که در کشور این تصور وجود دارد که تازمانی که مسئله داده‌ها، اطلاعات و به طور خاص بیلان آب حل نشود، ورود به عرصه ارزیابی پایداری منابع آب ممکن نیست. اما این نکته و اهمیت وجود برنامه‌های ارزیابی پایداری می‌تواند موجب جهت‌دهی بهتر در مدیریت داده‌ها و اطلاعات شود و از طرف دیگر می‌تواند بستری برای مشارکت بیشتر ذی‌نفعان در مدیریت پایدار حوضه‌های آبریز کشور شود. ضمن اینکه در تهیه و تدوین گزارش‌های سیاستی، چارچوب‌های نشانگرمحور و نتایج کاربرد آنها می‌تواند جایگزین صدها صفحه گزارش شود و ارتباط بهتری بین کارشناسان، مدیران و سیاست‌گذاران (به عنوان یک زبان مشترک) می‌تواند برقرار نماید.

◆ پیوست شماره ۱) معرفی روش دلفی-فازی در بررسی چالش‌های پایداری و انتخاب نشانگرها

در تدوین پرسشنامه‌ها، نظرات خبرگان به صورت متغیرهای توصیفی اخذ می‌شود (جدول پ-۱) و این متغیرها به صورت اعداد فازی متناظر هر عبارت قابل تبدیل می‌باشند. برای اهمیت هر چالش یا نشانگر یک عدد فازی تجمیع شده محاسبه می‌شود. سپس با توجه به اینکه نتایج فازی به سادگی قابل فهم و تفسیر نبوده، مقادیر فازی تجمیع شده اهمیت هر نشانگر به عدد قطعی قابل فهم و تفسیر تبدیل می‌شود. به این فرآیند که طی آن عدد فازی هر نشانگر به یک عدد قطعی تبدیل می‌شود، دیفازی کردن (Defuzzification) گویند. در نهایت مقدار دیفازی شده نسبت به یک حد آستانه () سنجیده می‌شود؛ در نتیجه اگر مقدار دیفازی شده بیشتر از حد آستانه باشد، نشانگر انتخاب می‌شود و اگر مقدار آن از حد آستانه کمتر باشد، نشانگر حذف می‌گردد. عدد فازی تجمیع شده برای هر نشانگر طبق روابط زیر قابل محاسبه است:

$$W_j = (a_{jl} \cdot b_{jM} \cdot c_{jU}) \quad \text{پ-۱}$$

$$a_{il} = \min_k (a_{jL}^k) \quad \text{پ-۲}$$

$$b_{iM} = \left(\prod_{k=1}^k (b_{jM}^k) \right)^{1/k} \quad \text{پ-۳}$$

$$c_{jU} = \max_k (c_{jU}^k) \quad \text{پ-۴}$$

در این روابط z مجموعه نشانگرها، W_j مقدار فازی تجمیع شده اهمیت نشانگر z ، k مجموعه خبرگان، a_{jl} ، c_{ju} ، b_{jM} میانگین هندسی میانه نظرات برای نشانگر z و a_{il} حد اکثر بیشترین مقدار ممکن نظر خبرگان برای نشانگر z می‌باشند. برای دیفازی کردن W_j روابط متعددی بکار می‌رود. برخی از محققین، رابطه (۳-۶) را استفاده کرده‌اند:

$$DF_j = \frac{(a_{jl} + b_{jM} + c_{jU})}{3} \quad \text{پ-۵}$$

$$DF_j = \frac{(a_{jl} + 2 * b_{jM} + c_{jU})}{4} \quad \text{پ-۶}$$

در این پژوهش، به دلیل این که میانه (محتمل ترین مقدار) از اهمیت بیشتری به نسبت حداکثر و حداقل مقدار ممکن برخوردار می باشد، از رابطه (پ-۶) استفاده شده است. در نهایت مقدار دیفازی شده نسبت به حد آستانه (δ) مطابق روابط زیر سنجیده شد:

$$DF_j \geq \delta \rightarrow \text{نشانگر انتخاب می شود} \quad \text{پ-۷}$$

$$DF_j < \delta \rightarrow \text{نشانگر انتخاب نمی شود} \quad \text{پ-۸}$$

طبق نظر محققین مختلف، تعیین مقدار حد آستانه به نظر گروه پژوهشی و شرایط مسأله بستگی دارد. با این حال، برخی از محققین معتقدند که برای یک پرسشنامه با مقیاس فازی ۹ واحدی، حد آستانه ۵/۶ مناسب است. در این پژوهش پس از بررسی شرایط موجود، مقدار ۵/۶ به عنوان حد آستانه انتخاب شد. (برای مطالعه بیشتر در مورد نحوه کاربرد روش دلفی-فازی به مراجع Padilla-Rivera et al (۲۰۲۱) می توان مراجعه نمود).

جدول پ-۱: ارتباط عبارت های توصیفی و اعداد فازی مثلثی

مقدار دی فازی شده	درجه اهمیت
۱،۱،۳	خیلی کم اهمیت
۱،۳،۵	کم اهمیت
۳،۵،۷	متوسط
۵،۷،۹	با اهمیت
۷،۹،۹	خیلی با اهمیت

◆ پیوست شماره ۲) پرسش نامه انتخاب نشانگرها توسط نظر متخصصان

پرسش نامه بررسی و انتخاب نشانگرها در ارزیابی پایداری مدیریت منابع آب حوضه آبریز رفسنجان

با سلام،

پرسش نامه حاضر با هدف انتخاب و بررسی مرتبط ترین نشانگرها در ارزیابی وضعیت ابعاد پایداری (محیط زیستی، اجتماعی، نهادی و اقتصادی) در مدیریت منابع آب حوضه آبریز رفسنجان می باشد. به طور کلی، نشانگر یا شاخص می توانند هر معیار کمی یا کیفی/توصیفی باشد که برای ارزیابی وضعیت یک پدیده یا یک سیستم استفاده می شود. احتراماً، به طور میانگین زمان لازم برای تکمیل این پرسش نامه ۱۰ تا ۱۵ دقیقه می باشد. قدردان همکاری شما و به اشتراک گذاری دانش و تجارب شما هستیم. با احترام،

تیم پژوهشی

نحوه تکمیل پرسش نامه: برای تکمیل پرسش نامه، لطفاً در مورد هر نشانگر، نظر خود را در مورد مرتبط بودن و میزان اهمیت محاسبه آن در ارتباط با محدوده مطالعاتی رفسنجان توسط انتخاب یکی از عبارت های پنجگانه: "بسیار کم، کم، معمولی، زیاد و بسیار زیاد" ارائه نمائید. نشانگرها در سه دسته «منابع آب و محیط زیستی»، «اقتصادی» و «اجتماعی و نهادی» تقسیم بندی شده اند.

نشانگرهای مرتبط با مولفه «منابع آب و محیط زیست»

ردیف	نام نشانگر/شاخص	اهمیت نشانگر و ارتباط آن با محدوده مطالعاتی رفسنجان				
۱	شاخص توسعه آب زیرزمینی (نسبت برداشت از آب زیرزمینی به میزان تجدیدپذیری آن)	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۲	شاخص تنش نسبی آب (نسبت تقاضای آب در بخش‌های مختلف به مجموع آب تجدیدپذیر)	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۳	شاخص سرانه آب در دسترس (نسبت آب تجدیدپذیر حوضه به جمعیت)	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۴	وابستگی حوضه به آب‌های انتقالی	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۵	کیفیت آب زیرزمینی (از لحاظ شوری)	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۶	آلودگی فلزات سنگین در آب زیرزمینی	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۷	حجم پساب (wastewater) استفاده شده در هر بخش به حجم کل آب مصرف شده در آن بخش	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۸	حجم پساب تصفیه شده به کل پساب تولیدی	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۹	وضعیت کیفی پساب تصفیه شده در حوضه	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد

در صورتی که پیشنهادی در ارتباط با نشانگرهای مرتبط با مولفه «منابع آب و محیط زیست» دارید، لطفاً اینجا ارائه فرمایید. با تشکر

نشانگرهای مرتبط با مولفه «اقتصادی»

ردیف	نام نشانگر/شاخص	اهمیت نشانگر و ارتباط آن با محدوده مطالعاتی رفسنجان				
۱	تولید ناخالص منطقه ای (local GDP)	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۲	بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۳	بهره‌وری اقتصادی آب در بخش صنعت و معدن	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۴	بهره‌وری اجتماعی آب در بخش کشاورزی (به صورت تابعی از میزان اشتغال و مترمکعب آب مصرفی قابل محاسبه است)	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۵	بهره‌وری اجتماعی آب در بخش صنعت و معدن (به صورت تابعی از میزان اشتغال و مترمکعب آب مصرفی قابل محاسبه است)	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۶	بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی (به صورت تابعی از مصرف برق یا سوخت و درآمد یا عملکرد محصول قابل محاسبه است)	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۷	میزان سرمایه‌گذاری در طرح‌های حفاظت و مدیریت منابع آب حوضه	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۸	درصد بودجه اختصاص داده شده برای مقابله با کاهش ریسک‌های مرتبط با مدیریت منابع آب حوضه	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد

در صورتی که پیشنهادی در ارتباط با نشانگرهای مرتبط با مولفه «اقتصادی» دارید، لطفاً اینجا ارائه فرمایید. با تشکر

نشانگرهای مرتبط با مولفه «اجتماعی و نهادی»

ردیف	نام نشانگر/شاخص	اهمیت نشانگر و ارتباط آن با محدوده مطالعاتی رفسنجان				
۱	میزان دسترسی و اشتراک‌گذاری داده و اطلاعات در حوضه	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۲	شاخص توسعه انسانی (HDI) در حوضه (این شاخص به-صورت تابعی از امید به زندگی، اشتغال و رفاه جوامع محاسبه می‌شود)	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۳	نشانگر دسترسی به آب آشامیدنی (شرب) سالم در حوضه	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۴	حضور نمایندگان از گروه‌های مختلف ذینفعان حوضه در تمامی سطوح تصمیم‌گیری	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۵	وضعیت مشارکت بخش خصوصی و غیردولتی (NGOs) در مدیریت آب حوضه	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۶	وضعیت وجود و تدوین برنامه‌های عملیاتی (action plan) و آمادگی (preparedness) مرتبط با کاهش ریسک در حوضه	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۷	وجود چارچوب‌های مشارکتی و دستورالعمل‌های عملیاتی مرتبط با آن در حوضه	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۸	میزان تنش‌ها و مناقشات بین ذی‌نفعان مختلف حوضه	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۹	وضعیت آگاهی ذینفعان و مردم عادی در ارتباط با مسائل آبی در حوضه	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱۰	وضعیت وجود و تدوین برنامه‌های ظرفیت‌سازی در ایجاد درک و همکاری مشترک بین گروه‌های مختلف ذی‌نفعان	بسیار کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد

در صورتی که پیشنهادی در ارتباط با نشانگرهای مرتبط با مولفه «اجتماعی و نهادی» دارید، لطفا اینجا ارائه فرمایید. با تشکر

◆ پیوست شماره ۳) پروفایل/شناسنامه نشانگرها در چارچوب توسعه داده شده

نام نشانگر	توسعه آب زیرزمینی
تعریف	نشانگر نسبت برداشت از آب زیرزمینی به میزان تجدیدپذیری آن است.
نوع نشانگر	کمی
واحد اندازه‌گیری	درصد
روش محاسبه	$GD = \frac{\text{حجم بهره برداری از آبخوان}}{\text{حجم کل تجدیدپذیر}} \times 100$
نحوه تفسیر	قابل توسعه $GD > 25\%$ توسعه مشروط $25\% < GD < 40\%$ توقف توسعه $GD < 40\%$
روش کسب اطلاعات جهت محاسبه	شرکت آب منطقه‌ای (گزارشات بیلان آب)

نام نشانگر	تنش نسبی آب
تعریف	نسبت آب مصرفی در بخش‌های شرب، صنعت و کشاورزی به کل آب تجدیدپذیر حوضه می‌باشد.
نوع نشانگر	کمی
واحد اندازه‌گیری	درصد
روش محاسبه	$RWSI = \left(\frac{D + I + A}{S - E} \right) \times 100$ D: مصرف بخش شرب (MCM) I: مصرف بخش صنعت (MCM) A: مصرف بخش کشاورزی (MCM) E: نیاز آبی محیط زیست (MCM) S: کل آب تجدیدپذیر به عبارتی مجموع حجم ذخیره آب سطحی و زیرزمینی تجدید شونده در حوضه آبریز (مؤلفه‌های نفوذ و رواناب بیلان) به اضافه آب ورودی به حوضه منهای آب خروجی از حوضه (MCM)

نسبت مصرف به آب تجدیدپذیر - (C/RW)	
کمتر از ۰/۴	خوب
۰/۴ - ۰/۷۵	بحرانی
۰/۷۵ - ۱	بحرانی شدید
بیشتر از ۱	عدم تعادل بیلان
روش کسب اطلاعات جهت محاسبه	شرکت آب منطقه‌ای، جهاد و صنایع و معادن

نام نشانگر	کیفیت آب زیرزمینی (از لحاظ شوری)
تعریف	این نشانگر متوسط میزان شوری آب زیرزمینی (آبخوان) به لحاظ تغییرات هدایت الکتریکی (EC) نشان می‌دهد.
نوع نشانگر	کمی
واحد اندازه‌گیری	$\mu\text{mos/cm}$
روش محاسبه	براساس نتایج نمونه برداری از آبخوان (کموگراف) و مقدار آن نسبت به مقدار نشانگر در شرایط تعادل آبخوان سنجیده شود.
نحوه تفسیر	افزایش این نشانگر نشان دهنده تخریب کیفی منابع آب زیرزمینی است. پیشنهاد می‌شود
روش کسب اطلاعات جهت محاسبه	شرکت آب منطقه‌ای (گزارش بیلان، بخش کیفیت منابع آب)

نام نشانگر	آلودگی فلزات سنگین در آب زیرزمینی
تعریف	جهت بررسی وضعیت آلودگی آب زیرزمینی (طبیعی، انسانی) از طریق اندازه‌گیری میزان کروم، کبالت، سرب، نیکل، مس، روی و کادمیم (بر حسب میلی‌گرم در لیتر) در آب زیرزمینی و مقایسه با استانداردهای موجود است.
نوع نشانگر	کمی
واحد اندازه‌گیری	بدون بُعد
روش محاسبه	میانگین هندسی مقادیر فلزات سنگین در آب زیرزمینی بر حسب میلی‌گرم در لیتر نسبت به استاندارد کیفیت آب مورد نظر است.

نحوه تفسیر	مقایسه با استاندارد کیفیت آب‌های ایران (۱۳۹۵)
روش کسب اطلاعات جهت محاسبه	شرکت آب منطقه‌ای و در صورت لزوم آبفا

نام نشانگر	بهره‌وری اقتصادی آب در بخش کشاورزی
تعریف	بیانگر ارزش پولی محصولات تولید شده در بخش کشاورزی بر حجم آب مصرف شده است. در اینجا می‌توان به صورت میزان سود خالص (درآمد منهای هزینه) ایجاد شده به ازای هر متر مکعب آب نیز تعریف کرد.
نوع نشانگر	کمی
واحد اندازه‌گیری	ریال بر متر مکعب
روش محاسبه	$WPRI = \frac{\$}{V}$ \$: ارزش محصولات (منظور- مقدار محصولات تولیدی ضرب در قیمت آن محصولات منهای هزینه‌ها است) V: حجم آب مصرف شده در هر بخش تولیدی (متر مکعب)
نحوه تفسیر	هرچه مقدار این نشانگر بیشتر باشد، نشان دهنده استفاده بهتر از امکانات موجود و تولید کالاها و خدمات با هزینه و زمان کمتر است.
روش کسب اطلاعات جهت محاسبه	جهاد کشاورزی

نام نشانگر	تولید ناخالص منطقه‌ای
تعریف	تولید ناخالص منطقه‌ای، میزان تأثیر هر استان بر تولید ناخالص داخلی کشور را نشان می‌دهد.
نوع نشانگر	کمی
واحد اندازه‌گیری	درصد
روش محاسبه	$100 \times \frac{\text{تولید ناخالص داخلی استان}}{\text{تولید ناخالص داخلی کشور}} = \text{تولید ناخالص منطقه‌ای}$

نحوه تفسیر	هر چه این نشانگر بیشتر باشد، اهمیت استان در اقتصاد ملی بیشتر است.
روش کسب اطلاعات جهت محاسبه	مرکز آمار و استانداری (قابل ذکر است که در صورت دسترسی و موجود بودن اطلاعات این نشانگر برای سطح حوضه نیز قابل ارائه می باشد)

نام نشانگر	سرمایه گذاری در طرح های حفاظت و مدیریت منابع آب حوضه
تعریف	منظور از این شاخص درصد بودجه اختصاص یافته برای زیرساخت ها و فعالیت های مرتبط با حفاظت از منابع آب (مانند تعادلبخشی، مدیریت ریسک و...) از کل بودجه تخصیص یافته برای مدیریت منابع آب است.
نوع نشانگر	کمی
واحد اندازه گیری	درصد
روش محاسبه	$BMI = \frac{\$_{investment}}{\$_{total}} \times 100$ $\\$_{investment}$: بودجه اختصاص یافته برای زیرساخت ها و فعالیت ها $\\$_{total}$: کل بودجه تخصیص یافته برای مدیریت منابع آب
نحوه تفسیر	هرچه میزان این نشانگر بیشتر باشد بهتر است.
روش کسب اطلاعات جهت محاسبه	استانداری و شرکت آب منطقه ای (در صورت عدم دسترسی به اطلاعات جهت محاسبه این نشانگر، به صورت توصیفی و طیف لیکرت نیز قابل محاسبه است)

نام نشانگر	بهره وری اقتصادی آب در بخش صنعت و معدن
تعریف	بیانگر ارزش پولی محصولات تولید شده در بخش صنعت و معدن بر حجم آب مصرف شده است. در اینجا می توان به صورت میزان سود خالص (درآمد منهای هزینه) ایجاد شده به ازای هر متر مکعب آب نیز تعریف کرد.
نوع نشانگر	کمی
واحد اندازه گیری	ریال بر متر مکعب

$WPRI = \frac{\$}{V}$ \$: ارزش محصولات (منظور- مقدار محصولات تولیدی ضرب در قیمت آن محصولات منهای هزینه ها است) V : حجم آب مصرف شده در هر بخش تولیدی (متر مکعب)	روش محاسبه
هرچه مقدار این نشانگر بیشتر باشد، نشان دهنده استفاده بهتر از امکانات موجود و تولید کالاهای و خدمات با هزینه و زمان کمتر است.	نحوه تفسیر
سازمان صنایع و معادن	روش کسب اطلاعات جهت محاسبه

تنش ها و مناقشات بین ذی نفعان در حوضه	نام نشانگر
بیانگر تعداد منازعات آبی ثبت شده در یک دوره زمانی مشخص است.	تعریف
کمی	نوع نشانگر
تعداد	واحد اندازه گیری
بررسی تعداد پرونده های مرتبط موجود در مراکز دادگستری و شرکت آب منطقه ای در بازه زمانی مورد نظر (در صورت نبود اطلاعات به صورت توصیفی و طیف لیکرت قابل محاسبه است)	روش محاسبه
هر چه مقدار این شاخص کمتر باشد، مدیریت مناقشات آبی بین ذی مدخلان در حوضه آبریز کارآمدتر بوده است.	نحوه تفسیر
شرکت آب منطقه ای و مراکز دادگستری	روش کسب اطلاعات جهت محاسبه

وضعیت آگاهی ذینفعان و مردم عادی در ارتباط با مسائل آبی در حوضه	نام نشانگر
بیانگر وضعیت اطلاعات و آگاهی مردم و عوام جامعه از وضعیت و مسائل منابع آب است	تعریف
کیفی	نوع نشانگر
بدون بُعد	واحد اندازه گیری
مصاحبه یا پرسشنامه	روش محاسبه

نحوه تفسیر	امتیاز	نحوه تفسیر
۱	بسیار ضعیف	
۲	ضعیف	
۳	متوسط	
۴	قابل قبول	
۵	خیلی خوب	
مصاحبه و پرسشنامه خبرگانی (از طریق سازمان‌های مردم‌نهاد یا بررسی رسانه‌ها و ...)		روش کسب اطلاعات جهت محاسبه

نام نشانگر	توسعه انسانی
تعریف	شاخصی ترکیبی که برای اندازه‌گیری و مقایسه توسعه و رفاه در مناطق مختلف استفاده می‌شود.
نوع نشانگر	کمی
واحد اندازه‌گیری	بدون بُعد
روش محاسبه	شاخص امید به زندگی «شاخص سلامت» سرانه درآمد $\sqrt[3]{\text{شاخص توسعه انسانی}}$
نحوه تفسیر	نشانگر توسعه انسانی بین ۰ و ۱ قرار دارد. این نشانگر هرچه به ۱ نزدیک‌تر باشد، بیانگر شرایط زندگی و رفاه بهتری است.
روش کسب اطلاعات جهت محاسبه	گزارشات مرکز آمار ایران یا اخذ اطلاعات از استانداری

نام نشانگر	میزان دسترسی و اشتراک‌گذاری داده و اطلاعات در حوضه
تعریف	این نشانگر بر میزان تبادل داده و اطلاعات استان‌ها در خصوص مسائل مرتبط با منبع آبی مشترک دلالت می‌کند.
نوع نشانگر	کیفی
واحد اندازه‌گیری	بدون بُعد
روش محاسبه	اخذ نظرات متخصصان

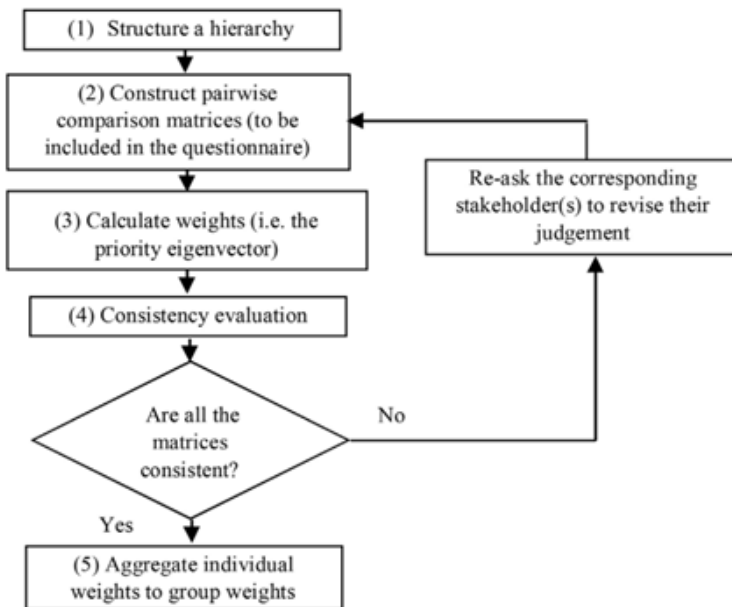
نحوه تفسیر	امتیاز	نحوه تفسیر
۱	تبادل بسیار ضعیف اطلاعات	
۲	تبادل ضعیف اطلاعات	
۳	تبادل متوسط اطلاعات	
۴	تبادل قابل قبول اطلاعات	
۵	تبادل خوب اطلاعات	
مصاحبه و پرسشنامه از سازمان های مرتبط (جهاد، آب منطقه ای و آبفا)		روش کسب اطلاعات جهت محاسبه

مشارکت ذی مدخلان در تصمیم گیری ها		نام نشانگر
بیانگر حضور نمایندگان ذینفعان از گروه های مختلف در فرآیندهای تصمیم گیری مربوط به مدیریت منابع آب در حوضه است.		تعریف
کیفی		نوع نشانگر
بدون بُعد		واحد اندازه گیری
اخذ نظرات متخصصان		روش محاسبه
نحوه تفسیر	امتیاز	روش کسب اطلاعات جهت محاسبه
۱	مشارکت بسیار ضعیف نمایندگان ذینفعان در تصمیم گیری های مربوط به حوضه	
۲	مشارکت ضعیف نمایندگان ذینفعان در تصمیم گیری های مربوط به حوضه	
۳	مشارکت متوسط نمایندگان ذینفعان در تصمیم گیری های مربوط به حوضه	
۴	مشارکت قابل قبول نمایندگان ذینفعان در تصمیم گیری های مربوط به حوضه	
۵	مشارکت بالای نمایندگان ذینفعان در تصمیم گیری های مربوط به حوضه	
مصاحبه و پرسشنامه خبرگانی سازمان ها و تشکلهای مرتبط (جهاد، آب منطقه ای، کشاورزان و ...)		روش کسب اطلاعات جهت محاسبه

نام نشانگر	دسترسی به آب شرب بهداشتی										
تعریف	این نشانگر بیانگر نسبت تعداد افراد (خانوارهای) دارای آب شرب بهداشتی به جمعیت کل حوضه (تعداد کل خانوارها) است.										
نوع نشانگر	کمی										
واحد اندازه‌گیری	%										
روش محاسبه	$\text{نرخ جمعیت دارای آب شرب بهداشتی} = \frac{\text{تعداد افراد دارای آب شرب بهداشتی}}{\text{جمعیت حوضه}} \times 100$										
نحوه تفسیر	هر چه این نشانگر به ۱۰۰٪ میل کند، ایده‌آل‌تر است. از جدول زیر نیز معمولاً جهت تفسیر مقادیر آن استفاده می‌شود. <table> <tr> <th>توصیف شاخص</th><th>مقدار شاخص</th></tr> <tr> <td>ضعیف</td><td>۰-۲۵٪</td></tr> <tr> <td>متوسط</td><td>۲۵-۵۰٪</td></tr> <tr> <td>خوب</td><td>۵۰-۷۵٪</td></tr> <tr> <td>عالی</td><td>۷۵-۱۰۰٪</td></tr> </table>	توصیف شاخص	مقدار شاخص	ضعیف	۰-۲۵٪	متوسط	۲۵-۵۰٪	خوب	۵۰-۷۵٪	عالی	۷۵-۱۰۰٪
توصیف شاخص	مقدار شاخص										
ضعیف	۰-۲۵٪										
متوسط	۲۵-۵۰٪										
خوب	۵۰-۷۵٪										
عالی	۷۵-۱۰۰٪										

◆ پیوست شماره ۴) معرفی روش تحلیل سلسله مراتبی در توسعه شاخص‌ها

روش تحلیل سلسله مراتبی یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره برای تصمیم‌سازی در حوزه‌های اجتماعی، اقتصادی و مدیریتی می‌باشد. (Saaty, 1990). در این روش مسئله مورد نظر، اجزاء و ارتباط بین آنها به صورت یک ساختار چند لایه و سلسله مراتبی تعریف می‌شوند. به سبب محاسبات ریاضی در این روش از مجموعه نرم‌افزارهای مرتبط مانند Expert Choice یا Superdecission استفاده می‌شود. مبانی نظری این روش در مراجع متعددی ارائه شده است (Saaty, 1980; Saaty 1987). در این پژوهش برای استخراج وزن‌های نشانگرها و مولفه‌های مرتبط در توسعه شاخص روش پنج مرحله‌ای نشان داده شده-در شکل پ ۴-۱ استفاده شده است.



شکل پ ۴-۱) مراحل پیاده‌سازی و اجرای روش AHP در وزن‌دهی نشانگرها

به طور کلی ساختار یا مدل سلسله مراتبی می‌تواند از سه لایه یا سطح تقسیم شود که شامل لایه هدف، معیارها و گزینه‌ها می‌باشد. در حوزه توسعه نشانگر ترکیبی، لایه هدف معادل شاخص اصلی، لایه معیارها معادل مولفه‌های (یا زیرشاخص‌ها) و لایه گزینه‌ها معادل نشانگرهای انتخاب شده ذیل هر مولفه می‌باشد. در این صورت تعیین وزن‌دهی و پیاده‌سازی روش AHP در دو لایه، به عبارتی یک لایه برای تعیین وزن نشانگرها در محاسبه مولفه‌ها (یا زیرشاخص‌ها) و لایه دوم تعیین وزن مولفه‌ها در محاسبه شاخص اصلی

می باشد (Sutadian et al., ۲۰۱۷). در گام دوم، تشکیل ماتریس مقایسه های زوجی براساس پرسش نامه با اخذ نظرات متخصصان انجام می شود. منظور از متخصصان یا خبرگان افرادی هستند که دانش و تجربه کافی در مورد مفاهیم نشانگرها و موضوع مورد بررسی داشته باشند. معمولاً تا این کار با انجام مقایسات دوهی و بین عناصر تصمیم (مقایسه زوجی) و از طریق تخصیص امتیازات عددی که نشان دهنده ارجحیت یا اهمیت بین دو عنصر تصمیم است، صورت می گیرد. برای انجام این کار معمولاً از مقایسه گزینه ها با عنصرهای i ام نسبت به گزینه ها یا عنصرهای j ام استفاده می شود. در جدول (۱) نحوه ارزش گذاری بین عناصر نسبت به هم نشان داده شده است. لازم به ذکر است که، تعداد افراد در مراجع مختلف متفاوت پیشنهاد شده است و بستگی به موضوع مورد بررسی دارد.

جدول پ ۴-۱: نحوه ارزش گذاری عناصر مقایسه نسبت به یکدیگر در روش (AHP Saaty, 1980)

ارزش ترجیحی	وضعیت مقایسه i نسبت به j	توضیح
۱	اهمیت برابر	عنصر i نسبت به j اهمیت برابر دارند و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	نسبتاً مهمتر	عنصر i نسبت به j کمی مهمتر است.
۵	مهمتر	عنصر i نسبت به j مهمتر است.
۷	خیلی مهمتر	عنصر i دارای ارجحیت خیلی بیشتری از j است.
۹	کاملاً مهم	عنصر مطلقاً از j مهمتر و قابل مقایسه با j نیست.
۲ و ۴ و ۶ و ۸		این اعداد، ارزش های میانی بین ارزش های ترجیحی را نشان می دهد مثلاً ۸، بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین تر از ۹ برای i است.

تعیین وزن ها از طریق محاسبات جبری و تشکیل بردار ویژه انجام می شود، در پژوهش این محاسبات از طریق کاربرد نرم افزار ExpertChoice یا Super Decision- انجام می شود. همچنین در روش AHP و توسط نرم افزار معیاری برای سنجش سازگاری (Consistency check) نظرات متخصصان استفاده می شود. به طور مثال اگر یک پاسخ دهنده در مقایسات زوجی، عنصر A رو مهمتر از عنصر B تعیین نماید و عنصر B را مهمتر از عنصر C انتخاب نماید، اما در پاسخ در مورد اهمیت A نسبت به C آن را کمتر انتخاب کرده باشد، این نظرات ناسازگار می باشد. روابط تئوری مرتبط با محاسبات ماتریس زوجی و معیار ناسازگاری در مراجع ذکر شده قابل دسترسی است.

◆ پیوست شماره ۵) پرسش نامه تخمین نشانگرهای توصیفی در پژوهش

پرسش نامه ارزیابی «نشانگرهای توصیفی» در توسعه شاخص پایداری مدیریت منابع آب حوزه رفسنجان

۱. نشانگر تنش ها و مناقشات بین ذی نفعان مختلف در حوزه آبریز رفسنجان

به طور کلی این نشانگر، بیانگر تعداد منازعات آبی ثبت شده در یک دوره زمانی مشخص است. این امر با بررسی تعداد پرونده های مرتبط موجود در مراکز دادگستری و شرکت آب منطقه ای در بازه زمانی موردنظر قابل انجام است. هرچند که ممکن است برخی مناقشات ثبت نشده باشند و صرفاً از طریق اخبار محلی قابل دریافت باشند. از آنجایی که محاسبه این نسبت براساس اطلاعات موجود ممکن است زمان بر باشد، در این پژوهش این نشانگر به صورت توصیفی برآورد می شود. بنابراین، با توجه به تجارب و شناخت شما از شرایط تنش ها و مناقشات که بین ذی نفعان مختلف بر سر مسئله آب وجود دارد، شما از ۱ تا ۵ چه امتیازی به این نشانگر می دهید؟

مقدار نشانگر	توصیف
۱	تعداد بسیار کم تنش ها و وضعیت بدون مناقشه
۲	تعداد کم و محدود تنش ها
۳	وجود موارد قابل تامل از تنش ها که نیازمند رسیدگی و حل و فصل می باشد معمولاً با خسارت کم
۴	تعداد زیاد تنش ها و مناقشات شامل درگیری های فیزیکی و ایجاد خسارت
۵	تعداد بسیار زیاد تنش ها و شرایط بحرانی که همراه با درگیری فیزیکی و خسارت زیاد است

۲. نشانگر میزان سرمایه گذاری در طرح های حفاظت و مدیریت منابع آب حوزه آبریز رفسنجان

این نشانگر درصد بودجه اختصاص یافته برای زیرساخت ها و فعالیت های مرتبط با حفاظت از منابع آب (مانند تعادل بخشی، سازگاری، مدیریت تقاضا، مدیریت ریسک و ...) از کل بودجه تخصیص یافته برای مدیریت منابع آب است. از آنجایی که محاسبه این نسبت براساس اطلاعات آب منطقه ای یا آبخیزداری ممکن است زمان بر باشد، در این پژوهش این نشانگر به صورت توصیفی برآورد می شود. با توجه به عدم امکان توسعه منابع آبی در حوزه، هرچه این درصد بالاتر باشد بسیار بهتر است. با توجه به تجارب و شناخت شما از ۱ تا ۵ چه امتیازی به این نشانگر می دهید؟

مقدار نشانگر	توصیف
۱	بسیار کم و در حد صفر (نه در برنامه ریزی و نه در عمل)
۲	کم و ناچیز (در حد برنامه ریزی)
۳	درصد محدود ولی قابل تامل
۴	درصد نسبتاً مناسب و خوب
۵	شرایط بسیار مناسب

۳. حضور نمایندگان از گروه‌های مختلف ذینفعان حوضه در تمامی سطوح تصمیم‌گیری در حوضه

این نشانگر بیانگر حضور نمایندگان ذینفعان از گروه‌های مختلف در فرآیندهای مختلف تصمیم‌گیری مربوط به مدیریت منابع آب در حوضه است. به طور مثال وجود شورای هماهنگی حوضه آبریز می‌تواند یکی از تلاش‌ها برای مشارکت ذی‌نفعان در تصمیم‌گیری‌ها باشد. این نشانگر معمولاً با ارزیابی وجود سازوکارها و ضوابط در ایجاد مشارکت ذی‌نفعان در تصمیم‌گیری‌ها قابل سنجش می‌باشد. با توجه به تجارب و شناخت شما از این وضعیت، از ۱ تا ۵ چه امتیازی به این نشانگر می‌دهید؟

مقدار نشانگر	توصیف
۱	بسیار کم و در حد صفر (هیچ سازوکار و ضوابطی وجود ندارد)
۲	کم و ناچیز (سازوکار کمی وجود دارد و معمولاً انجام نمی‌شود)
۳	متوسط (ضوابط کمی وجود دارد، ولی انجام می‌شود)
۴	نسبتاً مناسب (ضوابط خوبی وجود دارد، انجام می‌شود، ولی کافی نیست)
۵	شرایط مناسب و مطلوب

مراجع



- ❖ بابائیان، ف. باقری، ع. رفیعیان، م. ۱۳۹۵. تحلیل آسیب‌پذیری سیستم منابع آب نسبت به کم‌آبی با استفاده از چارچوب حسابداری آب (مطالعه موردی: محدوده مطالعاتی رفسنجان). تحقیقات منابع آب ایران. دوره ۱۲، شماره ۱. صفحه ۱-۱۷.
- ❖ جعفری، ف. عبدالهی، م. ۱۳۹۷. بررسی برخی از مسائل اقتصادی اجتماعی پدیده نشست زمین ناشی از بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در رفسنجان. مجله جغرافیا و آمایش شهری، شماره ۲۶. صفحه ۲۶۲-۲۴۵.
- ❖ شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان، ۱۳۹۴. گزارش مطالعات بهنگام‌سازی محدوده مطالعاتی رفسنجان.
- ❖ ترابی، ت. لامی، م. میرمحمد، م. ۱۴۰۰. بررسی ساختار اقتصادی استان‌های کشور و سهم و نقش آنها در تولید ناخالص داخلی بر اساس آمار حساب‌های استان طی سالهای ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰. پژوهشکده آمار.
- ❖ صالحی، م. (۱۳۹۷). رتبه‌بندی استان‌های کشور بر اساس شاخص‌های توسعه انسانی و سرمایه انسانی، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، ۲۴ (۱): ۲۷-۴۹.
- ❖ شفیع، م. ۱۳۹۶. یادداشت تحلیلی: پاسخ در طبیعت نهفته است: تاملی بر موضوع روز جهانی آب ۲۰۱۸ در بستر توسعه پایدار. نشریه آب و توسعه پایدار. سال چهارم. شماره ۲. ص ۱۶۸-۱۶۶.
- ❖ شهدادی، ع- و همکاران، (۱۳۹۸) سنجش میزان توسعه‌یافتگی شهرستان‌های استان کرمان با استفاده از تکنیک ادغام، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۹ (۳۳): ۵۵-۷۲.
- ❖ عباسی، ف. عباسی، ن. توکلی، ع. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی؛ چالش‌ها و چشم‌اندازها. نشریه آب و توسعه پایدار. سال چهارم. شماره ۱.
- ❖ عسکری‌پور لاهیجی، ح. و عطوفت شمس، ر. (۱۳۹۸) محاسبه و بررسی شاخص توسعه انسانی استان‌های ایران در سال‌های ۱۳۸۵، ۹۰ و ۹۵، مجله توانمندسازی سرمایه انسانی، ۲ (۴): ۳۳۱-۳۴۵.
- ❖ غفوری فرد، س. باقری، ع. شجری، ش. ۱۳۹۴. ارزیابی ذی‌مدخلان در بخش آب (مطالعه ی موردی: محدوده مطالعاتی رفسنجان). تحقیقات منابع آب ایران. دوره ۱۱، شماره ۲. صفحه ۲۸-۱۶.
- ❖ مقیمی بنهنگی، س. باقری، ع. ابوالحسنی، ل. ۱۳۹۷. ارزیابی نهاد رسمی آب ایران متناظر با سازوکارهای حاکم بر شکل

- گیری تقاضای آب در بخش کشاورزی از منظر چارچوب یادگیری اجتماعی. دوره ۱۴، شماره ۱. صفحه ۱۵۹-۱۴۰.
- ✦ مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۷. نقدی بر عملکرد سامانه‌های نوین آبیاری (تحت فشار) و سرمایه‌گذاری‌های مرتبط انجام شده.
 - ✦ محمدی، ق. (۱۳۹۹) سنجش توسعه انسانی و کیفیت مسکن و شناخت نسبت آنها با استفاده از روش‌های آمار فضایی (محدوده مطالعاتی: استان‌های کشور)، فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۹ (۳۳): ۸۹-۱۰۴.
 - ✦ موسوی فضل، م و همکاران (۱۳۹۹). ارزیابی حجم آب کاربردی و بهره‌وری آب در کانونهای اصلی تولید پسته کشور. مجله آبیاری و زهکشی ایران. شماره ۶، جلد ۱۴.
 - ✦ Cap-Net., 2008. Indicators. Implementing Integrated Water Resources Management at River Basin Level. Cap-Net.
 - ✦ Carr, E. R., P. M. Wingard, S. C. Yorty, M. C. Thompson, N. K. Jensen, and J. Roberson. 2007. Applying DPSIR to sustainable development. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 14:543555-.
 - ✦ Carr, E. R., P. M. Wingard, S. C. Yorty, M. C. Thompson, N. K. Jensen, and J. Roberson. 2007. Applying DPSIR to sustainable development. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 14:543555-.
 - ✦ Chaves, H.M., Alipaz, S., 2007. An integrated indicator based on basin hydrology, environment, life, and policy: the watershed sustainability index. *Water Resour. Manag.* 21 (5), 883895-.
 - ✦ Geist, M.R., 2010. Using the Delphi method to engage stakeholders: a comparison of two studies. *Eval. Progr. Plann.* 33 (2), 147154-. <https://doi.org/10.1016/j.evalproplan.2009.06.006>.
 - ✦ Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., Olsson, L., 2007. Categorising tools for sustainability assessment. *Ecol. Econ.* 60 (3), 498508-. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.023>
 - ✦ North, D., 1990. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press, Cambridge.
 - ✦ NRC, 2011. National Research Council. *Sustainability and the US EPA*. National Academies Press.
 - ✦ Ocampo, L, Ebisa A, J, Ombe, J, Escoto G, M, 2018. Sustainable ecotourism indicators with fuzzy Delphi method-A Philippine perspective. *Ecol. Indic.* 93, 874888-.
 - ✦ OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), 2008. *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*.
 - ✦ Padilla-Rivera, A., do Carmo, B.B.T., Arcese, G., Merveille, N., 2021. Social circular economy indicators: selection through fuzzy Delphi method. *Sustain. Prod. Consum.* 26, 101110-.
 - ✦ Parkin, S., 2000, November. Sustainable development: the concept and the practical challenge. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Civil Engineering* (Vol. 138, No. 6, pp. 38-). Thomas Telford Ltd.
 - ✦ Pires, A. , J. Morato, H. Peixoto, V. Botero, L. Zuluaga, and A. Figueroa. 2017. "Sustainability Assessment of indicators for integrated water resources management", *Science of the Total*

Environment, vol. 578, pp. 139147-.

- ◉ Saleth, R.M., 2004. **Strategic Analysis of Water Institutions in India: Application of a New Research Paradigm**. International Water Management Institute (IWMI), Colombo, SriLanka. <https://doi.org/10.39102009.080/> (IWMI Research Report 79).
- ◉ Shafiei, M., Rahmani, M., Gharari, S., Davary, K., Abolhassani, L., Teimouri, M. S., & Gharesifard, M., 2022. Sustainability assessment of water management at river basin level: Concept, methodology and application. *Journal of Environmental Management*, 316, 115201.
- ◉ Spangenberg, J.H., 2004. Reconciling sustainability and growth - criteria, indicators, policies. *Sustain. Dev.* 12 (2), 7486-. <https://doi.org/10.1002/sd.229>.
- ◉ UN (United Nations), 2007. **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies**, second ed. (New York, US).
- ◉ UN (United Nations), 2017. **Revised List of Global Sustainable Development Goal Indicators. Annex III. Report of the Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Goal Indicators.** E/CN.32/2017/.
- ◉ UNECE, 2007. **Environmental Indicators and Indicator-Based Assessment Reports: Eastern Europe, Caucasus and Central Asia**. United Nations, New York and Geneva.
- ◉ United Nations World Commission on Environment and Development., 1987. **Our Common Future**. Retrieved September 21, 2015, from <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>.
- ◉ van Leeuwen, C. J. ., J. Frijns, A. van Wezel, and F. H. van de Ven. 2012. City blueprints: 24 indicators to assess the sustainability of the urban water cycle. *Water Resources Management*, vol. 26, no. 8, pp. 21772197-.
- ◉ Vrba, J., Girman, J., van der Gun, J., Haie, N., Hirata, R., Lopez-Gunn, E., Wallin, B., 2007. In: Lipponen, A. (Ed.), **Groundwater Resources Sustainability Indicators**. UNESCO, Paris, p. 114.
- ◉ WWAP (United Nations World Water Assessment Programme), 2015. **The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World**. UNESCO, Paris.

❖ قدردانی

با سپاس از اندیشکده تدبیر آب و اعضای فعال آن که امکان تعریف و انجام این پژوهش را فراهم آوردند. از آقای فرهاد آگاه برای طرح نکات ارزشمند در ارتباط با منطقه مورد مطالعه قدردانی می‌کنم. از تلاش‌های آقای سروش طالبی در هماهنگی پنل خبرگان و نظرات ایشان تشکر می‌کنم. از خانم الهام گلکار به منظور معرفی و به اشتراک گذاری گزارشات مرتبط با منطقه رفسنجان کمال تشکر را دارم. از همکاری خانم سیمین میرهاشمی دهکردی در تدوین چارچوب نهایی ارزیابی در این مطالعه نیز سپاسگزارم.

گزارش حاضر تلاش کرده است که بتواند نگاهی متفاوت به مفهوم کاربردی توسعه پایدار در مدیریت منابع آب داشته باشد. امید است که این تلاش و اثر ناچیز بتواند تغییراتی هرچند کوچک در حوزه مدیریت پایدار منابع آب در کشور داشته باشد. تغییراتی که در بلندمدت قابلیت پیگیری داشته باشند و بتوان چشم‌انتظار نتایج آن‌ها در آینده ماند.

ارزیابی پایداری (Sustainability Assessment) چارچوبی جامعی است که با ایجاد ارتباط بین گروه‌های مختلف ذی‌نفعان؛ درک، اندازه‌گیری و پایش «پایداری» را در هر کدام از ابعاد اجتماعی، اقتصادی، محیط زیستی و نهادی در فعالیت‌های مرتبط با مدیریت آب می‌تواند فراهم نماید. ارزیابی پایداری می‌تواند هم به عنوان ابزار و هم فرآیند به ذی‌نفعان مختلف و بخصوص تصمیم گیران و سیاست‌گذاران کمک نماید که ضمن به کمیت درآوردن میزان پایداری و پایش آن در طول زمان، بدانند چه اقداماتی را جهت پایدارتر کردن جامعه خود می‌توانند اتخاذ نمایند.

نتایج پژوهش حاضر بیانگر لزوم توجه بیشتر به مفهوم ارزیابی پایداری در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های منابع آب کشور می‌باشد. هرچند که در کشور این تصور وجود دارد که تازمانی که مسئله داده‌ها، اطلاعات و به طور خاص بیلان آب حل نشود، ورود به عرصه ارزیابی پایداری منابع آب ممکن نیست. اما این نکته و اهمیت وجود برنامه‌های ارزیابی پایداری می‌تواند موجب جهت دهی بهتر در مدیریت داده‌ها و اطلاعات شود و از طرف دیگر می‌تواند بستری برای مشارکت بیشتر ذی‌نفعان در مدیریت پایدار حوضه‌های آبریز کشور شود. ضمن اینکه در تدوین گزارش‌های سیاستی، توسعه چارچوب‌های نشانگرمحور و نتایج کاربرد آنها می‌تواند جایگزین صدها صفحه گزارش شود و ارتباط بهتری بین کارشناسان، مدیران و سیاست‌گذاران (به عنوان یک زبان مشترک) برقرار نماید.