



طرح پژوهشی طراحی، توسعه و به کارگیری مدل
یکپارچه (نکسوس) انرژی، آب و محیط زیست
استان خوزستان

شهریور ۱۳۹۹





طرح پژوهشی طراحی، توسعه و به کارگیری مدل یکپارچه (نکسوس) انرژی، آب و محیط زیست استان خوزستان

مدیر پروژه:

مالک شریعتی نیاسر

همکاران:

محمدعلی مرادی

معصومه صادقی

واحد مجری:

پژوهشکده انرژی و محیط زیست

انتشارات پژوهشگاه نیرو

شهریور ۱۳۹۹

کد ثبت گزارش: NRI-ER-1006-PEPN21-00-L

DOI: 10.30503/nripress.2020.291

ایران. وزارت نیرو. پژوهشگاه نیرو.
طرح پژوهشی طراحی، توسعه و بکارگیری مدل یکپارچه (نکسوس) انرژی، آب و محیط زیست استان
خوزستان/ مدیر پروژه: شریعتی نیاسر مالک. کارفرما: پژوهشگاه نیرو، ۱۴۰۰.
۲۵ ص: مصور، نمودار، جدول

۱. مرادی، محمد علی، صادقی، معصومه
۲. بزرگمهری، شهریار، مدیر واحد مجری.



انتشارات پژوهشگاه نیرو

کلیه حقوق معنوی اثر متعلق به پدیدآورندگان، کلیه حقوق مادی متعلق به پژوهشگاه نیرو و نشر مطالب در حدود متعارف، با ذکر منبع بلامانع است.

نشانی: تهران، شهرک غرب، انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه نیرو، کدپستی: ۱۴۶۸۶۱۳۱۱۳

تلفن: ۸۸۰۷۹۴۰۱-۹

نمابر: ۸۸۰۷۸۲۹۶

وبگاه: www.nri.ac.ir

پست الکترونیک انتشارات: publications@nri.ac.ir

فرم تعهدنامه اصالت اثر

متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این گزارش حاصل کار پژوهشی اینجانب مالک شریعتی نیاسر، طرح پژوهشی طراحی، توسعه و بکارگیری مدل یکپارچه (نکسوس) انرژی، آب و محیط زیست استان خوزستان و همکاران به شرح زیر است و دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است مطابق مقررات، مورد ارجاع قرار گرفته و در فهرست منابع ذکر گردیده است.

گزارش حاصل انجام همه مراحل پروژه است.

گزارش حاصل انجام مرحله از مرحله پروژه است.

همکاران :

۱. محمدعلی مرادی

۲. معصومه صادقی

چکیده طرح پژوهشی طراحی، توسعه و بکارگیری مدل یکپارچه (نکسوس) انرژی، آب و محیط زیست استان خوزستان

۱- مقدمه

منشأ عمده چالش های جهانی و ملی منبعث از سه حوزه انرژی، آب و اقلیم می باشد. بنابراین بنیان سیاستگذاری و برنامه ریزی توسعه پایدار در تلفیق و یکپارچه سازی این سه حوزه می باشد. به همین دلیل رشته ای از دانش جهت ارائه راه حل های یکپارچه برای عمده چالش های جهانی/ملی/منطقه ای تحت عنوان نکسوس (همبست) انرژی، آب و اقلیم پدیدار شده است که دانشمندان به این باور رسیده اند که سیاستگذاری مستقل در هرکدام از حوزه های انرژی، آب و محیط زیست خطا بوده و تبعات جدی برای زندگی انسان و کشورها بوجود آورده است. تنها زمانی یک سیاست پایدار خواهد بود که بتواند در چارچوب تلفیقی انرژی، آب و محیط زیست بنا نهاده شود. کنش بخش انرژی بر بخش آب و محیط زیست، کنش متقابل بخش آب بر بخش انرژی/محیط زیست و کنش حفاظت زیست محیطی بر هرکدام از این بخش ها در این دانش کلان نگر بررسی می شود.

در چند سال اخیر این مفهوم جدید رشد و کاربرد بسیار زیادی در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه پیدا کرده است. به طوریکه برنامه ریزی های جداگانه آب انرژی و کنترل زیست محیطی جای خود را به مفهوم نکسوس داده است که همان به هم پیوستگی سیستم انرژی-آب و اقلیم می باشد. ابزارهای مختلفی جهت یکپارچه سازی مفهوم در قالب مدل های کمی محاسباتی طراحی و عرضه شده است که معتبرترین آنها ابزارهای مدل سازی LEAP و WEAP می باشند. ابزار اولی جهت مدل سازی سیستم انرژی و انتشارات جوی/خاکی/آبی حاصل از بخش های انرژی و غیرانرژی می باشد. ابزار دوم نیز امکانات بی نظیری را برای مدل سازی برنامه ریزی سیستم آب فراهم نموده است که حتی قادر است وضعیت زیست محیطی و آلودگی جریان های آبی را مدل سازی نماید. در این طرح پژوهشی در نظر است تا با تهیه یک نمونه پژوهشی پایلوت از نکسوس آب و انرژی و محیط زیست با بهره گیری از قابلیت های این دو ابزار، بتوان امتیازات کاربرد آن را بررسی نموده و یک نمونه کامل مطالعاتی را در استان خوزستان تهیه کرد تا دیگر مراکز پژوهشی، آموزشی و سیاستگذاری بتوانند از رهیافت آن بهره برداری نمایند.

استان خوزستان یکی از غنی ترین استان های ایران از حیث انرژی، آب، کشاورزی و صنعت می باشد که در کنار مزیت های فراوان، از چالش های زیست محیطی نیز رنج می برد. بخشی از این چالش ها مربوط به توسعه ناپایدار صنعتی، پیامدهای جنگ، تغییرات آب و هوایی و شکنندگی اقلیم می باشد. دلیل انتخاب این استان برای اولین مطالعه موردی نکسوس، ویژگی فرا استانی این استان بی نظیر همانند داشتن منابع آبی گسترده (رودخانه های دائمی/فصلی، سد های عظیم، تالاب و دریاچه)، منابع و صنایع انرژی بزرگ (استخراج، انتقال، فرآوری نفت و گاز و نیروگاه های تولید برق فسیلی، برق آبی و منابع تجدیدپذیر نظیر زیست توده ها، خورشید و باد) و انتشارات زیست محیطی و گازهای گلخانه ای بالا در کنار جمعیت زیاد و فعالیت های صنعتی گسترده آن است که این استان را بعنوان اولین انتخاب برای مطالعات یکپارچه انرژی، آب و محیط زیست قرار داده است که می تواند برای تهیه مدل به هم پیوسته ملی کمک شایانی

نماید. مهمترین چالش های انرژی، آب و اقلیم استان شامل ریزگردها، بحران آب علیرغم منابع آب فراوان، مصرف فزاینده برق، انتشارات آلاینده های زیست محیطی، فلرها و پسماندها و فاضلاب می باشند.

۲- اهداف اجرای پژوهش

مهمترین هدف پژوهش طراحی و توسعه ابزار نرم افزاری برای مدیریت چالش های اصلی زیست محیطی، آب و انرژی استان و برنامه ریزی برای راه حل های پایدار می باشد که این ابزار در جهت تخصیص بهینه منابع، جستجوی راه حل ها، ارزیابی فنی اقتصادی راهکارهای عملیاتی و ارائه برنامه های راهبردی برای حذف یا کاستن از چالش ها می باشد.

۳- نتایج و دستاوردهای پژوهش

دستاوردهای عمده این پژوهش به صورت فهرست وار در ادامه بیان شده اند:

- مدل نرم افزاری نکسوس استان خوزستان تا سال ۱۴۲۰ (۲۰۴۱)
- چشم انداز تولید، عرضه و تقاضای حامل های انرژی شامل گاز طبیعی، برق، بنزین، نفت گاز و سایر تا سال ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) در سناریوهای مختلف (در بیش از ۲۰۰ زیربخش)
- چشم انداز استحصال، انتقال، تصفیه و تقاضای آب در ۱۷ شهرستان استان خوزستان تا سال ۱۴۲۰ در سناریوهای مختلف (در ۱۷ شهرستان و ۲۵۰ زیربخش)
- محاسبه انتشارات زیست محیطی و هزینه های آن
- ارزیابی فنی، اقتصادی و زیست محیطی راهکارهای بهینه سازی مصرف و عرضه انرژی در استان خوزستان از طریق ۹ راهکار اصلی
- ارزیابی فنی، اقتصادی و زیست محیطی راهکارهای بهینه سازی مصرف و عرضه آب در استان خوزستان از طریق ۱۲ راهکار اصلی
- پیش بینی تولید نفت و گاز در استان و میزان انتشارات زیست محیطی و فلرینگ
- برآورد میزان تولید برق در نیروگاه های استان خوزستان
- ارزیابی تقاضای انرژی در سیستم آب استان و ارزیابی تقاضای آب در سیستم انرژی استان
- تخصیص بهینه منابع آب به مصارف مختلف
- برنامه ریزی برای بهره گیری از تجهیزات بهینه سازی مصرف انرژی در خانوارها، صنایع و کشاورزان
- برنامه ریزی برای توسعه سیستم های فاضلاب در استان و ارزیابی تأثیر آن بر پایداری جریان عرضه- تقاضا
- نمایش نتایج در نقشه های GIS (فعلا فقط در مدل سیستم آب)

۴- کاربردهای عملیاتی مدل نکسوس انرژی، آب و اقلیم خوزستان

در جدول زیر عمده چالش های انرژی، آب و اقلیم استان خوزستان و راه حل های ممکن و پتانسیل مدل نکسوس موجود برای کمک به این راه حل ها توضیح داده شده است. در نظر داشته باشید که مهمترین کمک اینگونه ابزارها اجتناب از سعی و خطاها، جلوگیری از هرز روی منابع، سرعت کار، نگاه نظام مند و کلان و چند بخشی به چالش ها و در نهایت تخصیص بهینه منابع کمیاب سرمایه ای، انرژی و آب و حداکثر حفاظت از اقلیم و محیط زیست می باشد که کاربردهای عملیاتی آن در استان خوزستان بعنوان قلب اقتصادی ایران بیان خواهد شد.

همچنین تأکید می شود که این مدل نرم افزاری اولین مدل نکسوس مقیاس بزرگ ایجاد شده در کشور است که با تلاش زیاد به عنوان زیرساخت ایجاد نکسوس در سایر مناطق می تواند مطرح شده در عین حال با توسعه هرچه بیشتر آن برای پوشش چالش های استان خوزستان بکار گرفته شود. مدل تهیه شده، ویرایش نخست بوده و نتایج قابل قبولی از چشم انداز انرژی، آب و محیط زیست منطقه ارائه می دهد لیکن برای بهره برداری عملیاتی تر جهت ارائه راه حل چالش های عمده، هنوز نیاز به توسعه داشته و مهمترین نیاز مشارکت نهادهای مرتبط و کمک به تیم توسعه دهنده می باشد.

ردیف	توصیف چالش های عمده استان خوزستان	راه حل مدل نکسوس فعلی	نیاز به توسعه مدل نکسوس فعلی
۱	چشم انداز تقاضای حامل های انرژی همانند گاز طبیعی، برق، بنزین، نفت و گاز و سایر در شهرستان های مختلف استان	مدل نکسوس تقاضای سالانه تمام حامل های انرژی مصرفی استان را بر به تفکیک شهرستان های مختلف، سال ها و بیش از ۲۰۰ بخش و زیربخش از جمله خانگی، خدمات، کشاورزی، صنعت، حمل و نقل و سیستم آب را تا سال ۱۴۲۰ محاسبه می نماید که می تواند برای امور برنامه ریزی بلند مدت و کوتاه مدت و توسعه سیستم انرژی در استان بکار گرفته شود	این بخش از مدل تکمیل شده است و قادر به ارائه نتایج در سناریوهای مختلف (سناریوهای افزایش قیمت، بهینه سازی مصرف و کاهش تلفات انرژی) و غیره می باشد.
۲	چشم انداز انتشار آلاینده ها و گازهای گلخانه ای ناشی از فعالیت سیستم انرژی و غیره انرژی	هم اکنون مدل نکسوس قادر به برآورد انتشارات جوی (غیر از ذرات) و گازهای گلخانه ای ناشی از فعالیت سیستم انرژی را دارد که از جمله می توان به انتشارات از منابع احتراق سوخت و فلر گازهای همراه نفت اشاره کرد.	موارد زیر در آینده به مدل اضافه خواهند شد: الف- مدیریت پسماندهای شهری و صنعتی و کشاورزی ب- برآورد مقدار و هزینه انتشار شیرابه های انباشت پسماندهای شهری ج- انتشارات ذرات معلق، سایر انتشارات زیست محیطی نظیر آلاینده های خاک و آب د- انتشارات فرار متان و سایر در زنجیره نفت و گاز
۳	چشم انداز تقاضا، عرضه، تصفیه، انتقال، استحصال آب از منابع مختلف سطحی و زیرسطحی استان	مدل نکسوس آماده شده قادر به محاسبه تقاضای آب به تفکیک ۱۷ شهرستان در تمام بخش های شهری، روستایی، صنعتی، کشاورزی و بخش انرژی در بیش از ۲۰۰ زیربخش دارد که مثلاً تقاضای آب در کشت گندم یا گلخانه ای را در هر سال به تفکیک هر شهرستان و سناریو تا سال ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) برآورد می کند.	این بخش از مدل تکمیل شده و در آینده احتمال دارد برخی از زیربخش های جدید افزوده شده و یا سرشکن شوند که برای نمونه می تواند به تفکیک تقاضای آب در میدان های نفتی و تأسیسات فرآورش نفت اشاره کرد.
۴	مدیریت استخراج و تولید نفت و گاز	با مدل سازی زنجیره استخراج، تولید و فرآورش انرژی، کمک شایانی به مدیریت و برنامه ریزی منابع انرژی استان خواهد کرد.	امکان توسعه مدل با جدا کردن میدان های اصلی نفت و گاز، تأسیسات تولید، واحدهای NGL و همچنین تأسیسات تزریق وجود دارد.
۵	گاز های فلر تولید نفت (گازهای مشعل در تأسیسات استخراج نفت)، پالایشگاه آبادان و پتروشیمی ها	نرم افزار کنونی میزان گازهای همراه سوزانده شده، انتشار آلاینده و گلخانه ای ناشی از فلر و هزینه ها را برآورد می کند.	توسعه مدل برای برآورد گازهای فلر به تفکیک میداین نفتی و ارائه راه حل ها بر حسب ویژگی های هر میدان نفتی و دسترسی به تأسیسات. همچنین امکان توسعه مدل برای محاسبه و مدیریت و کنترل فلر در پالایشگاه های نفت و گاز و پتروشیمی های استان وجود دارد
۶	ازدیاد برداشت میدان های نفتی	از فناوری ها ازدیاد برداشت، تنها تزریق گاز مدل سازی شده است که باعث ازدیاد برداشت نفت خام می شود.	توسعه مدل برای بررسی مستقل میدان ها جهت بهره گیری از فناوری های ازدیاد برداشت وجود دارد.
۷	بهینه سازی مصرف انرژی	مدل بیش از ۹ راهکار بهینه سازی مصرف انرژی را ارزیابی فنی، اقتصادی و زیست محیطی می نماید.	امکان افزودن راهکارهای بیشتری برای بهینه سازی مصرف انرژی در بخش خانگی (بوئره برق)، صنعت، کشاورزی و حمل و نقل وجود داشته و مدل میزان سرمایه گذاری و برنامه های اقدام (Action Plan) را خواهد داد.

۸	بهره برداری از میادین مشترک	این قسمت هم اکنون در مدل نکسوس دیده نشده است.	امکان تهیه برنامه پایدار و بهینه برای توسعه هر میادین نفتی مشترک و ایجاد تأسیسات با توسعه مدل وجود دارد.
۹	برنامه ریزی بلند مدت و نیاز سنجی منابع مورد نیاز صنعت نفت و گاز	هم اکنون امکان محاسبه هزینه های سرمایه گذاری، بودجه های جاری سالانه ، میزان نیاز آب و انرژی قابل برآورد توسط مدل است.	ارائه گزارشات جزئی تر به تفکیک میادین و تأسیسات اصلی نیازمند توسعه مدل است.
۱۰	چشم انداز نیاز برق و برنامه ریزی بهینه احداث نیروگاه های جدید	مدل تولید برق، ظرفیت سازی مورد نیاز، تولید برق آبی (به کمک مدل آب)، میزان تقاضای سوخت و انتشارات زیست محیطی و هزینه های زیست محیطی، سرمایه ذاری طرح هیا جدید و هزینه های جاری را تا سال ۱۴۲۰ برآورد می کند.	نیاز چندانی به توسعه مدل در این قسمت نخواهد بود.
۱۱	محاسبه موجودی، چشم انداز و تهیه برنامه کنترل انتشار گازهای گلخانه ای و هزینه های زیست محیطی	مدل کنونی فهرست موجودی انتشار و چشم انداز انتشار گازهای گلخانه ای و سایر گازهای ناشی از احتراق و فلر را محاسبه می کند.	در موارد زیر مدل نیاز به توسعه خواهد داشت: الف- پوشش بخش های غیر انرژی نظیر پسماندها، فرآورده های صنعتی و فعالیت های کشاورزی ب- انتشارات فرار و تخلیه ای زنجیره نفت و گاز
۱۳	انتشار ریزگردهای ناشی از عوامل خشکسالی و فعالیت صنعتی	این قسمت هم اکنون مقداری توسعه یافته است به این معنا می توان با تخصیص بهینه آب و دنبال کردن جریان آب از خشکیدگی تالاب هایی که منشأ عمده گرد و غبار هستند، جلوگیری کرد.	نیاز به توسعه بیشتری برای پوشش منابع انتشار ریزگردها، برآورد آنها و کنترل و کاهش انتشارات دارد.
۱۴	مدیریت آب رودخانه ها و کنترل شوری	امکان مدیریت آب رودخانه ها از چشمه تا انتها را در مسیرداشته و بر حسب احتمالات بارش مقدار جریان آب در گلوگاه ها را شبیه سازی می نماید.	کلیه رودخانه های فصلی، درجه آلودگی و شوری رودخانه ها در مسیر شبیه سازی شده و راهکارهایی برای کنترل شوری آب قابل ارائه است.
۱۵	مدیریت بهره برداری سدهای موجود و احداث سدهای جدید استان	با توجه به مدل سازی کلیه سدهای استان امکان مدیریت آنها از حیث تخصیص آب به مصارف مختلف و غیره وجود دارد. همچنین امکان ارزیابی تأثیر احداث سد بر تعادل تعادل آب رودخانه و همچنین تأثیر بر پایین دستی را دارد.	سدهای مطالعاتی و احتمالی نیازمند مدل سازی می باشد. مکانیابی تقریبی سدها و ارزیابی تأثیر آنها بر تولید برق، تأمین آب و انتشارات گازهای گلخانه ای را نیز دارد.
۱۶	مدیریت کلی سیستم آب و تخصیص بهینه آب به مصارف	این امکان در مدل نکسوس تا حدودی فراهم شده است.	نیازمند توسعه برای مدل سازی حقابه ها، فناوری های استحصال، تصفیه و مصرف برای مدیریت بهینه منابع آب استان می باشد.
۱۷	آب های زیرزمینی	آب های زیرزمینی به صورت ساده مدل سازی شده اند.	نیازمند مدل سازی با MODFLOW و پیوند با مدل سیستم آب استان را دارد.
۱۸	نمک زدایی از آب دریا	تا حدودی مدل سازی شده و امکان ارزیابی سیستم نمک زدایی را دارد.	نیازمند توسعه مدل برای پوشش دقیق تر تمام فناوری های MED، RO و استحصال گرما از نیروگاه های موجود و یا در حال ساخت خواهد بود. همچنین تقاضای و تولید آب، نیازهای انرژی و انتشارات ناشی از انرژی و همچنین تأمین انرژی آب شیرین کن ها از خورشید باید دیده شود.
۱۹	حوضه های آبریز	رودخانه ها کامل مدل سازی شده لیکن دلیل قرار گرفتن حوزه های صالی در خارج ازاستان هنوز مدل سازی نشده اند.	نیازمند مدل سازی دقیق تر و پیچیده تر در آینده می باشد.

۲۰	مقابله با خشکسالی	امکانات مناسبی برای مدیریت آب در زمان خشکسالی فراهم می کند. همچنین رویکردهایی را برای جلوگیری از خشک شدن تالاب ها ایجاد کرده که موجب کاهش ریزگردها خواهد شد.	نیازمند توسعه و افزودن بعضی از بخش ها برای مدیریت خشکسال در استان می باشد.
۲۱	مقابله با سیلاب ها	امکان شبیه سازی سیلاب و همچنین اثر تأسیسات فعلی در کنترل سیلاب و یا ایجاد تأسیسات جدید برای مدیریت بهینه سیلاب در این مدل نرم افزار وجود دارد.	امکان توسعه مدل برای افزودن امکانات بیش تر برای شبیه سازی و کنترل سیلاب در رودخانه ها میسر است.
۲۲	برنامه ریزی برای احداث سیستم های جمع آوری و تصفیه فاضلاب ها	مدل فعلی سیستم جمع آوری ، تصفیه و همچنین انتقال پساب را دارد و می تواند در مدیریت پساب استان کمک شایانی نماید.	با توسعه مدل می توان پساب ها را بهتر مدیریت کرده و انواع فناوری های تصفیه پساب را در کنار مدل سازی دقیق تر هزینه های جمع آوری و تصفیه و تخلیه در نظر گرفت. مدل سازی آلودگی جریان آب در این قسمت مدل سازی خواهد شد. همچنین مدیریت پسماند های خانگی، کشاورزی، صنعتی و همچنین مدیریت هرچه بهتر لجن فاضلاب هم به مدل انرژی و هم آب اضافه خواهد شد.
۲۳	استحصال انرژی از منابع پسماندها (شهری، کشاورزی و غذایی) و لجن فاضلاب شهری	بخشی از آن در مدل نکسوس دیده شده است.	نیازمند افزودن زنجیره تولید، جمع آوری و فرآوری و تبدیل به انرژی بوده و هم در مدل آب و هم مدل انرژی و هم ایجاد برهمکنش ها باید دیده شود. از طرف دیگر بخش غیر انرژی نیز باید به مدل انرژی-محیط زیست استان افزوده شود.
۲۵	ارزیابی سهم استان در ایجاد تغییرات اقلیمی و اثربخشی آن بر بارش، حوضه آب ریزی، آبدهی رودخانه ها و آب های سطحی	ساختار ارزیابی این تأثیرات در مدل انرژی و در مدل آب پیش بینی شده است، لیکن در نکسوس فعلی انجام نگرفته است.	در توسعه مدل نکسوس (هم انرژی و هم آب) ساختار و ماژول موردنیاز این قسمت افزوده خواهد شد.
۲۶	ارزیابی سهم استان در ایجاد تغییرات اقلیمی و اثربخشی آن اقلیم بر مصرف برق و نیروگاه ها	ساختار ارزیابی این تأثیرات در مدل انرژی و در مدل آب پیش بینی شده است، لیکن در نکسوس فعلی انجام نگرفته است.	در توسعه مدل نکسوس (هم انرژی و هم آب) ساختار و ماژول موردنیاز این قسمت افزوده خواهد شد.
۲۷	ارزیابی سهم استان در ایجاد تغییرات اقلیمی و اثربخشی آن اقلیم بر آب های زیرزمینی	ساختار ارزیابی این تأثیرات در مدل انرژی و در مدل آب پیش بینی شده است، لیکن در نکسوس فعلی انجام نگرفته است.	در توسعه مدل نکسوس (هم انرژی و هم آب) ساختار و ماژول موردنیاز این قسمت افزوده خواهد شد.
۲۸	سازگاری توسعه صنعتی با چشم انداز تأمین آب	مدل قادر به پاسخگویی این قسمت می باشد و قادر است با بررسی و پیش بینی نیاز آب در آینده و همچنین مکانیابی بهتر محل استقرار صنایع، تأمین پایدار آب را تضمین نماید.	امکان بهینه کردین این قسمت در آینده وجود دارد.
۲۹	توسعه صنعت پتروشیمی	در مدل انرژی صنعت پتروشیمی دیده شده است و نیازهای آتی تقاضای گاز طبیعی و سایر حامل های ان وجود دارد. در مدل آب نیز نیازهای آب در این صنعت و امکان تأمین از دریا یا آبهای سطحی مدل سازی شده است.	امکان توسعه این قسمت از مدل برای جدا کردن صنایع پتروشیمی همسان، جدا سازی محل استقرار، و دیدن نیازهای آب و انرژی، پیاده سازی برنامه های کاهش فلرینگ و بهینه سازی مصرف سوخت و آب در مدل وجود دارد که می تواند در برنامه های توسعه مدل انجام گیرد.

۵- تحلیل نتایج مدل

بعد از انجام شبیه سازی ها، اولویت بندی راهکارهای بهبود سیستم انرژی-محیط زیست و آب استان خوزستان انجام گرفت که شامل ۸ راهکار مربوط به سیستم انرژی و انتشارات زیست محیطی بوده و ۱۱ راهکار مربوط به سیستم آب می باشد. با توجه به اینکه اجرای تمامی راهکارهای به صورت همزمان میسر نبوده و مستلزم سرمایه گذاری عظیمی می باشد، لذا در ادامه بسته پیشنهادی راهکارهای بهبود سیستم انرژی و سیستم آب با انتخاب تعدادی از راهکارها ارائه خواهد شد. در نظر داشته باید قبل از پرداختن به بسته های سیاستگذاری انرژی و آب استان، ضرورت دارد مواردی بررسی شوند. مدل طراحی شده برای نکسوس استان بسیار پیچیده بوده و به صورت پویا تأثیر سیستم ها بر همدیگر را به روشنی نشان می دهد. به این معنا مثلاً با افزایش قیمت حامل های انرژی، میزان صرفه جویی آب توسط سیستم برآورد می شود. از طرف دیگر حتی اقداماتی همانند مدیریت انرژی در سمت تقاضا می تواند علاوه بر کاهش مصرف انرژی در سیستم انرژی استان خوزستان و کاهش انتشارات زیست محیطی منجر به کاهش تقاضای آب در سیستم انرژی و سیستم آب استان گردد. انتظار می رود افزایش تدریجی قیمت آب موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در استان خوزستان گردد که مقدار آن در سال ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) برابر ۰.۸۳ میلیون تن و کل میزان کاهش انتشارات نیز برابر ۱۱.۹۱ میلیون تن در سال خواهد شد. بنابراین نکسوس کامل دو سیستم و همچنین اثرات زیست محیطی کاملاً در این قسمت هویدا بوده است.

سیستم ایجاد شده قادر هست هرگونه کنش در سیستم آب به صورت برهمکنش هم در خود سیستم آب و هم در سیستم انرژی و اقلیم ارزیابی نماید. در ادامه بسته سیاستگذاری انرژی بررسی و ارائه خواهد شد. راهبردها بیانگر مجموعه ای از راهکارها است که این راهکارها در بخش قبلی ارزیابی و اولویت بندی شدند که بدلیل عدم امکان اجرای تمام راهکارها، ارزش اجرای هرکدام از راهکارهای در قالب راهبردهای سیستم انرژی-محیط زیست و آب بررسی خواهند شد. بدین منظور لازم است از مقدار رتبه محاسبه شده برای هرکدام از راهکارها (سناریوها)، ارزش آنها محاسبه گردد که از طریق انتساب ۱۰۰ به بیشترین رتبه و محاسبه وزن هرکدام از رتبه راهکارها نسبت به مقدار بیشینه، می توان ارزش اجرایی هر راهکار را محاسبه نمود. بیشترین ارزش ها برابر ۱۰۰ بوده و بنابراین راهکارها ارزش بالا (بالای ۴۰ درصد) می تواند به عنوان مجموعه راهکارهایی انتخاب شوند که راهبردهای اصلی بهبود سیستم انرژی و آب خوزستان را تشکیل خواهند شد. نتیجه محاسبات ارزش هرکدام از راهکارها (سناریوها) برای سیستم انرژی و آب در ادامه آورده شده اند.

بنابراین برای سیستم انرژی ۵ راهکار نخست دارای ارزش اجرایی بیش از ۴۰ درصد به عنوان راهبرد و بسته سیاستگذاری انتخاب می گردند که شامل راهکارهای افزایش قیمت حامل های انرژی از سال ۱۴۰۱ تا ۱۴۱۰ سالانه با نرخ ۱۵ درصد، کاهش ۹۰ درصدی فلرینگ گازهای همراه نفت، کاهش تلفات انتقال و توزیع برق، توسعه نیروگاه های حرارتی پیشرفته راندمان بالا و مدیریت انرژی در سمت تقاضا می باشند. تعداد راهکارهای بهبود سیستم آب استان که ارزش اجرایی بالای ۵۰ درصد دارند شامل ۹ راهکار به شرح جدول (۳) می باشد و راهکار توسعه و تکمیل سیستم فاضلاب شهری از جنس راهکارهای دیگر نبوده و به سبب ایجاد منافع زیست محیطی و همچنین جلوگیری از آلودگی آب، زمین و هوا و همچنین تأثیر مثبت بر سلامتی انسان و حیوانات دارای ارزش اجرایی بالایی می باشد. بنابراین تنها یک راهکار بازچرخانی آب شهری (خانگی و تجاری) به سبب مقیاس کوچک و نیاز به سرمایه گذاری بالا در مجموعه راهبرد بهبود سیستم آب قرار نخواهد گرفت.

جدول (۲) - رتبه و ارزش اجرایی راهکارهای بهبود سیستم انرژی - محیط زیست استان خوزستان

ردیف	نام راهکار بهبود یا توسعه سیستم انرژی استان خوزستان	رتبه	ارزش راهکارها (از ۱۰۰)
		(بی بعد)	(درصد)
۱	افزایش قیمت حامل های انرژی از سال ۱۴۰۱ تا ۱۴۱۰ سالانه	8.92	100
۲	کاهش ۹۰ درصدی فلرینگ گازهای همراه نفت	6.49	72.76
۳	کاهش تلفات انتقال و توزیع برق	4.60	51.57
۴	توسعه نیروگاه های حرارتی پیشرفته راندمان بالا	4.40	49.33
۵	مدیریت انرژی در سمت تقاضا	3.59	40.23
۶	توسعه انرژی های تجدیدپذیر در سمت تقاضای سیستم انرژی	3.39	38.02
۷	بهینه سازی مصرف انرژی پالایشگاه آبادان	3.33	37.32
۸	توسعه نیروگاه های انرژی های تجدیدپذیر	1.87	21.03

جدول (۳) - رتبه و ارزش اجرایی راهکارهای بهبود سیستم آب استان خوزستان

ردیف	نام راهکار بهبود یا توسعه سیستم آب استان خوزستان	رتبه	ارزش راهکارها (از ۱۰۰)
۱	افزایش تدریجی قیمت آب در بخش های مصرف کننده	8.65	100.00
۲	کاهش تلفات انتقال و توزیع آب کشاورزی	7.91	91.43
۳	مدرنیزاسیون آبیاری کشاورزی	7.82	90.40
۴	تغییر آلودگی کشت محصولات کشاورزی	6.17	71.32
۵	مدیریت و بهینه سازی مصرف آب صنعتی	5.01	57.94
۶	بازچرخانی پساب های صنعتی	4.94	57.08
۷	کاهش تلفات انتقال و توزیع آب صنعتی	4.77	55.17
۸	مدیریت مصرف آب شهری و استفاده از فناوری های هوشمند	4.69	54.17
۹	کاهش تلفات انتقال و توزیع آب شهری	4.38	50.56
۱۰	توسعه و تکمیل سیستم های تصفیه فاضلاب شهری	2.07	23.94
۱۱	بازچرخانی آب شهری (خانگی و تجاری)	0.54	6.28

در ادامه زمان بندی و برنامه اجرایی هر کدام از راهکارهای مربوط به راهبردهای انرژی - محیط زیست و سیستم آب در جدول مشخصی جمع بندی خواهد شد که بیانگر بسته پیشنهادی بهبود سیستم انرژی و آب استان خوزستان خواهد بود. اجرای بسته ها منافع قابل توجهی را برای استان ایجاد خواهد کرد که جزئیات آنها در فصول قبلی بیان گردیدند.

جدول (۴) - بسته پیشنهادی بهبود سیستم انرژی - محیط زیست و آب خوزستان

اولویت	راهبردهای اصلی	میزان صرفه جویی کل	سرمایه گذاری اولیه	سال																				
		میلیون مترمکعب	میلیون دلار	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۴	۱۴۰۵	۱۴۰۶	۱۴۰۷	۱۴۰۸	۱۴۰۹	۱۴۱۰	۱۴۱۱	۱۴۱۲	۱۴۱۳	۱۴۱۴	۱۴۱۵	۱۴۱۶	۱۴۱۷	۱۴۱۸	۱۴۱۹	۱۴۱۰
راهکارهای بهبود سیستم انرژی - محیط زیست																								
۱	افزایش قیمت حامل های انرژی از سال ۱۴۰۱ تا ۱۴۱۰ سالانه با نرخ ۱۵ درصد	۸۵۲۰۶.۹	۳۷۰۹.۲																					
۲	کاهش ۹۰ درصدی فلرینگ گازهای همراه نفت	۸۷۹۰۸.۵	۱۳۰۵۱.۵																					
۳	کاهش تلفات انتقال و توزیع برق	۱۰۸۶۹	۵۲۷.۷۲-																					
۴	توسعه نیروگاه های حرارتی پیشرفته راندمان بالا	۷۲۱۶.۸	۶۶۹.۴																					
۵	مدیریت انرژی در سمت تقاضا	۵۱۳۴۶.۵	۱۳۴۴۴																					
جمع		۲۴۲۵۴۷.۷	۳۰۳۴۶.۳۸																					
راهکارهای بهبود سیستم آب																								
۱	افزایش تدریجی قیمت آب در بخش های مصرف کننده	۲۳۰۷۷.۹	۰.۰۰																					
۲	کاهش تلفات انتقال و توزیع آب کشاورزی	۳۹۸۴۵.۱	۱۹۲۹.۹																					
۳	مدرنیزاسیون آبیاری کشاورزی	۲۳۸۸۳.۹	۲۶۹.۷																					

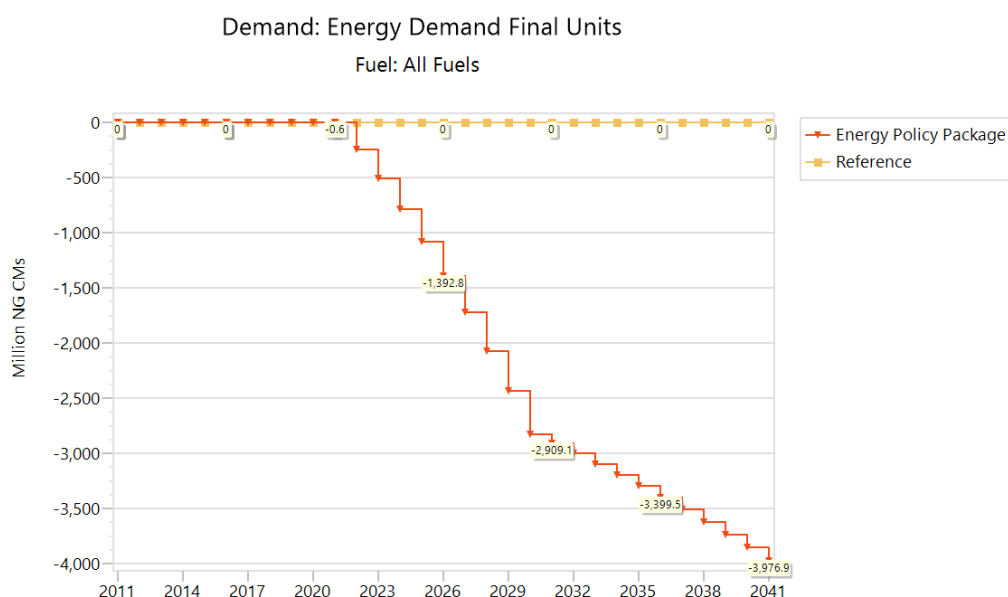
در صورتیکه این امکان در نرم افزار WEAP و مدل آب میسر نیست که تأثیر بسته راهکارهای بهبود سیستم آب به صورت مجتمع مدل سازی و بررسی گردند. بنابراین شاخص های سیستم آب به صورت محاسبات دستی و با تلفیق آثار تک تک سناریوها و حذف همپوشانی ها انجام خواهد گرفت. در ادامه ابتدا شاخص های و نتایج حاصل از تحقق بسته سیاستگذاری سیستم انرژی بررسی شده و در ادامه نیز سیستم آب تحلیل خواهد شد. بررسی نتایج حاصل از تحقق همزمان راهکارهای بهبود سیستم انرژی (راهکارهای منتخب در راهبرد انرژی استان)، در قالب سناریوی سیاستگذاری انرژی استان نشان می دهد که هزینه تمام شده کاهش کربن برابر -۳۱.۸۰ دلار بر تن معادل دی اکسید کربن خواهد شد و منجر به کاهش کل انتشار گازهای گلخانه ای از سال ۱۴۰۰ (۲۰۲۱) تا ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) به میزان ۴۸۲.۱۲ میلیون تن معادل دی اکسید کربن خواهد شد و ارزش خالص فعلی تحقق این سناریوها (NPV) مطابق جدول ۳-۱۲ برابر -۱۵.۳۳ میلیارد دلار (منافع) خواهد شد.

جدول (۵)- تحلیل هزینه-فایده بسته راهکارهای بهبود سیستم انرژی استان خوزستان

Cumulative Costs & Benefits: 2011-2041. Relative to Scenario: Reference.	
Discounted at 5.0% to year 2015. Units: Billion 2015 U.S. Dollar	
	Energy Policy Package
Demand	7.38
Residential Sector	2.76
Service Sector	0.56
Industry sector	2.19
Transport Sector	1.74
Agriculture Sector	0.12
Transformation	4.86
Gasoline Fuelling Station	-0.01
Diesel Fuel Station	-0.01
CNG Fuel Station	-0.01
Gas Distribution	-0.53
Electricity Distribution	-0.39
Electricity Transportation	-0.59
Electricity Generation	-0.44
Natural Gas Transportation	-0.28
LPG Transport	-0.01
Natural Gas Refineries	0.02
Gasoline Transport	-0.01
Kerosene Transport	-0.00
Fuel Oil Transport	-0.00
Abadan Refinery	0.10
Rich Gas Extraction and Trans	-0.00
NGL Refineries	7.03
Resources	-25.05
Production	0.01
Imports	-9.38
Exports	-15.68

Unmet Requirements	-
Environmental Externalities	-2.52
Non Energy Sector Costs	-
Net Present Value	-15.33
GHG Savings (Mill Tonnes CO ₂ e)	482.12
Cost of Avoiding GHGs (U.S. Dollar/Tonne CO ₂ e)	-31.80

جزئیات بیشتری از تحلیل هزینه-فایده راهکارهای بهبود سیستم انرژی استان در جدول (۵) آورده شده است. از طرف دیگر انتظار می رود میزان شاخص صرفه جویی مصرف انرژی در سمت تقاضای سیستم انرژی استان خوزستان در سال ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) برابر ۳۹۷۶.۹ میلیون مترمکعب معادل گاز طبیعی باشد که کل میزان صرفه جویی از سال شروع اجرای راهکارها تا سال افق مدل سازی برابر ۵۰۶۶۲ میلیون مترمکعب معادل گاز طبیعی خواهد شد که چشم انداز صرفه جویی انرژی در سمت تقاضای سیستم انرژی در شکل (۳-۴) نمایش داده شده است.



شکل (۱)- چشم انداز صرفه جویی حامل های انرژی در سمت تقاضای سیستم انرژی استان خوزستان با تحقق بسته راهکارهای انرژی-محیط زیست استان خوزستان

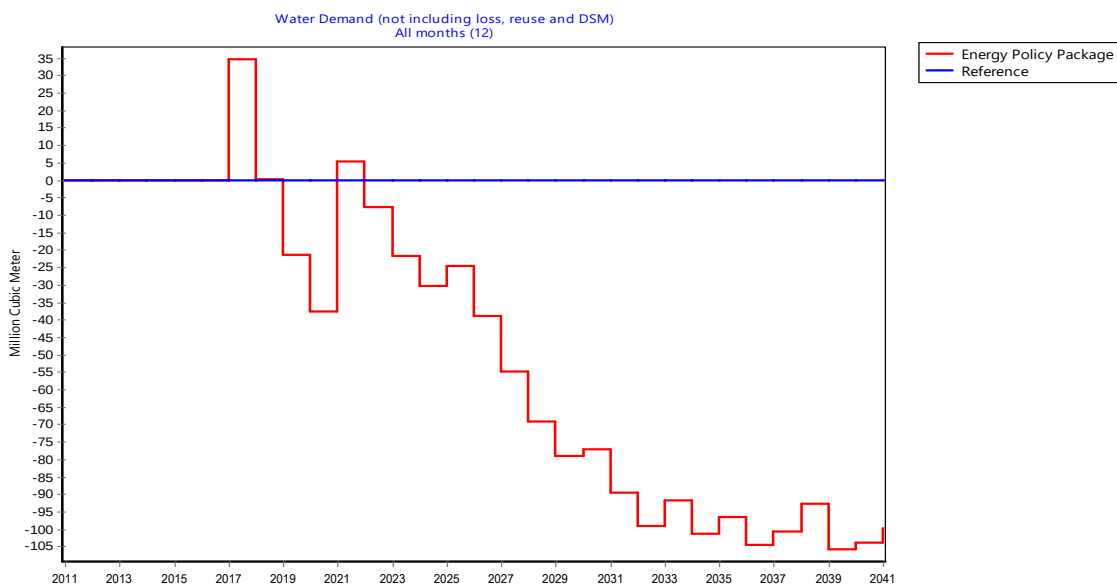
از طرف دیگر بررسی نتایج مدل گویاست که میزان کاهش مصرف انرژی در سیستم آب نیز کاهش چشمگیری داشته و انتظار می رود میزان صرفه جویی انرژی در سال ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) برابر ۶۹۵.۴ گیگاوات ساعت گردد که کل صرفه جویی انرژی در سیستم آب خوزستان از ابتدای شروع اجرای راهکارها تا افق زمانی برنامه ریزی برابر ۱۰۶۳۴.۴ گیگاوات ساعت خواهد شد. همچنین مطابق جدول (۱) شاخص شدت مصرف انرژی (GJ/Million IRR1376)، از مقدار ۹.۴ در سال ۱۳۹۵ (۲۰۱۶) به ۷.۶ گیگاژول در سال ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) خواهد رسید و انتظار می رود شاخص سرانه مصرف انرژی استان از حدود ۲۵.۶ بشکه معادل نفت خام بر نفر در سال ۱۳۹۵ (۲۰۱۶) به ۳۶.۴ بشکه بر نفر در سال آخر برسد که از مقدار شاخص در سناریوی مرجع (۴۰.۸ بشکه بر نفر) پایین تر است. روند این شاخص ها نیز در جدول (۲) نمایش داده شده است.

جدول (۷) - تغییرات شاخص های شدت مصرف انرژی و مصرف سرانه انرژی استان خوزستان با تحقق بسته سیاستگذاری انرژی

سناریوها	1390	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1405	1410	1415	1420
شدت مصرف انرژی (گیگاژول بر میلیون ریال سال ۱۳۷۶)											
بسته سیاستگذاری انرژی	6.88	9.42	9.53	9.65	9.58	9.66	9.60	8.74	8.05	7.81	7.59
مرجع	6.88	9.42	9.53	9.65	9.58	9.66	9.60	9.31	9.03	8.76	8.51
سرانه مصرف انرژی (بشکه بر نفر)											
بسته سیاستگذاری انرژی	22.17	25.57	26.63	26.11	25.56	24.6	25.19	26.68	28.55	32.21	36.38
مرجع	22.17	25.57	26.63	26.11	25.56	24.6	25.19	28.41	32.02	36.12	40.77

همچنین انتظار می رود شاخص شدت انتشار گازهای گلخانه ای از مقدار ۷۳۶۶ کیلوگرم بر میلیون ریال (به قیمت ثابت ۱۳۷۶) در سال چهار تغییراتی شده و به ۵۸۷۸ کیلوگرم بر میلیون ریال (به قیمت ثابت ۱۳۷۶) در سال پایانی برسد در صورتی که مقدار شاخص در سناریوی مرجع به ۸۰۴۳ کیلوگرم بر میلیون ریال خواهد رسید. از طرف دیگر نتایج محاسبات مدل نشان می دهد که شاخص و سرانه انتشار گازهای گلخانه ای از مقدار ۱۳۸ تن در سال پایه دچار نوساناتی شده و نهایتاً به مقدار ۱۶۰۴ تن بر نفر در سال نهایی خواهد رسید.

انتظار می رود میزان مصرف آب در استان با تحقق بسته راهکارهای انرژی استان خوزستان کاهش پیدا کرده و مقدار صرفه جویی مصرف آب به ۹۹۶۶۵ میلیون مترمکعب در سال ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) برسد در صورتی که کل میزان صرفه جویی آب در مدت اجرای راهکارها برابر ۱۵۱۰ میلیون مترمکعب (حدود دو برابر مصرف کلانشهر تهران) خواهد بود. سایر شاخص ها از جمله تغییرات میزان راندمان نیروگاه های استان خوزستان، سوزاندن فلرها و وضعیت تجدیدپذیر ها از جمله دیگر شاخص ها هستند که با تحقق بسته سیاستگذاری انرژی - محیط زیست استان خوزستان بهبود خواهند یافت. روند تغییرات چند شاخص در جداول (۷ و ۸) آمده است.



شکل (۲) - روند صرفه جویی مصرف آب در استان خوزستان با تحقق بسته سیاستگذاری انرژی

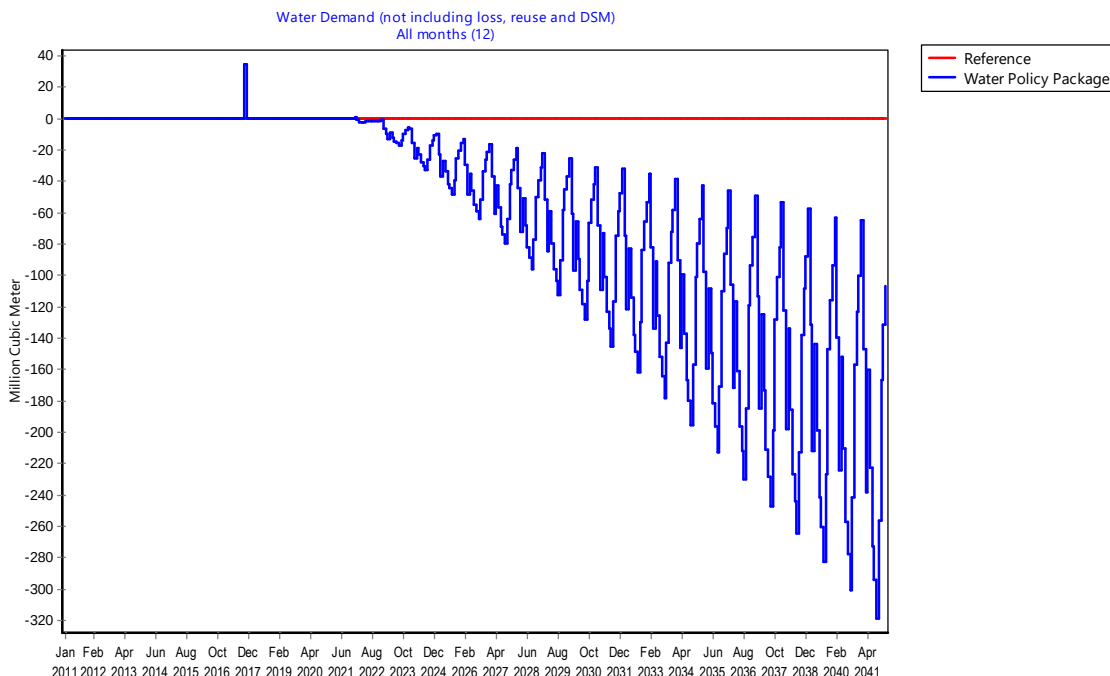
جدول (۸) - چشم انداز تغییرات سایر شاخص ها با تحقق بسته سیاستگذاری انرژی استان خوزستان

سناریو	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1405	1410	1415	1420
میانگین راندمان نیروگاه های استان خوزستان (درصد)										
بسته سیاستگذاری انرژی	46.32	45.47	46.05	54.84	51.24	48.42	48.13	48.46	48.15	47.40
مرجع	46.34	45.48	46.06	53.63	49.91	47.12	45.80	45.45	44.69	44.17
انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از فلرینگ گازهای همراه نفت (میلیون تن معادل دی اکسید کربن)										
بسته سیاستگذاری انرژی	19	19.24	14.43	12.507	11.16	13.08	10.74	2.002	2.053	2.105
مرجع	19	19.24	14.43	12.507	11.16	13.08	19.53	20.02	20.53	21.05
حجم سوزاندن گازهای همراه نفت (میلیون مترمکعب)										
بسته سیاستگذاری انرژی	9282	9397	7048	6108.4	5450.5	6390	5247	978	1003	1028
مرجع	9282	9397	7048	6108.4	5450.5	6390	9539	9780	10027	10280

به طوریکه انتظار می رود مقدار میانگین شاخص راندمان نیروگاه های استان خوزستان از مقدار ۴۲.۸ درصد در سال پایه به ۴۷.۴ درصد در سال پایانی رسیده و میانگین راندمان نیروگاه های حرارتی استان نیز از ۳۶.۹ درصد در سال پایه به بیش از ۴۰ درصد برسد. میزان انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از سوزاندن گازهای همراه نفت از حدود ۱۹.۲۴ میلیون تن معادل دی اکسید کربن در سال ۱۳۹۵ به ۲.۱ میلیون تن در چشم انداز ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) کاهش یافته، در صورتیکه در سناریو مرجع مقدار آن بیش از ۲۲ میلیون تن معادل دی اکسید کربن خواهد شد. همچنین انتظار می رود حجم گازهای سوزانده شده از مقدار حدود ۹ میلیارد مترمکعب در سال ۱۳۹۵ به ۱.۰۲ میلیارد مترمکعب در سال پایانی کاهش یابد. بسته راهکارهای بهبود سیستم آب استان خوزستان در جدول (۳) آورده شده است. در این قسمت آثار تحقق همزمان این راهکارها آورده خواهد شد. همانطور که گفته شد، امکان تلفیق سناریوها در نرم افزار WEAP وجود ندارد بنابراین الزاماً یک سناریو به نام سناریوی سیاستگذاری آب ساخته و در آن سناریو موارد هر کدام از سناریوها با حفظ همپوشانی اعمال خواهد شد که این سناریو به سناریوی Water Policy Package نامگذاری می شود. مدل نکسوس تحت این سناریو اجرایی شده و نتایج حاصل از اجرای مدل در ادامه آورده شده است.

انتظار می رود با اجرای بسته راهکارهای بهبود سیستم آب استان خوزستان، میزان کل صرفه جویی آب در سال ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) به ۲۳۸۳۶ میلیون مترمکعب برسد که جمع کل صرفه جویی آب از زمان اجرای بسته راهکارها تا سال پایانی برابر ۲۳۳۲۱.۴ میلیون مترمکعب برآورد می شود. روند تغییرات این شاخص در شکل (۳) نمایش داده شده است.

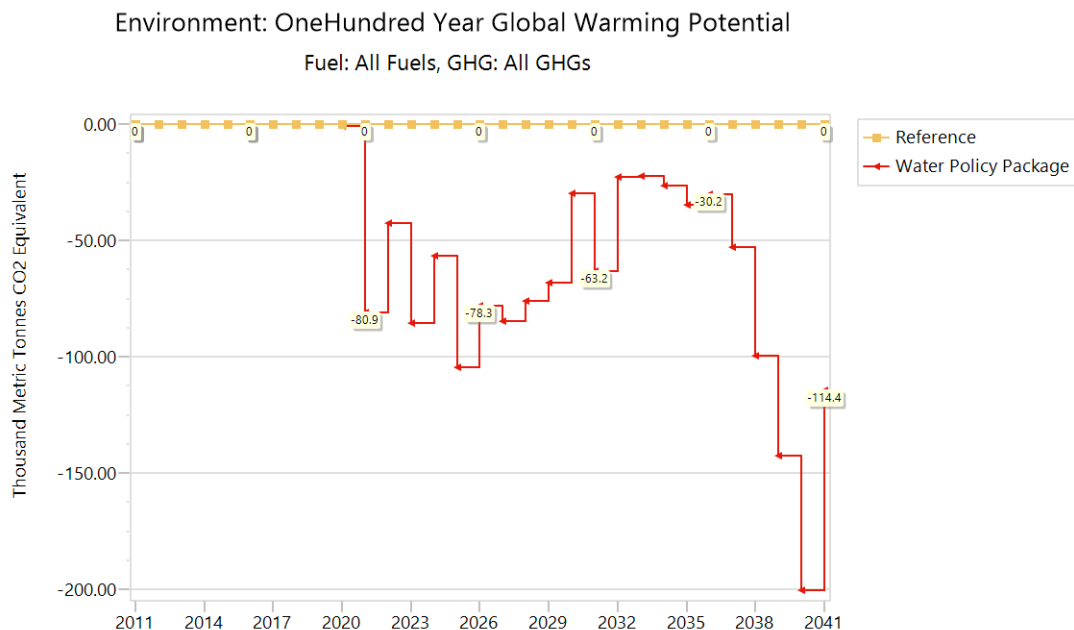
همچنین انتظار می رود میزان صرفه جویی مصرف آب با تحقق بسته راهکارهای بهبود سیستم آب در بخش انرژی نیز قابل توجه بوده و به مقدار ۳۸۵.۹ میلیون مترمکعب در سال ۱۴۲۰ (۲۰۴۰) برسد و جمع کل صرفه جویی نیز برابر ۳۷۶۶.۴ میلیون مترمکعب گردد که این میزان بیش از ۵ برابر مصرف کنونی آب تهران بزرگ است.



شکل (۳) - روند صرفه جویی آب با تحقق بسته راهکارهای بهبود سیستم آب خوزستان

شاخص های بیان شده در قسمت بالا مربوط به صرفه جویی مصارف نهایی آب بوده است. در صورتیکه راهکارهای کاهش تلفات انتقال و توزیع نیز موجب صرفه جویی آب خواهد شد که نتایج بیانگر کاهش ۲۴۵۵۴ میلیون مترمکعبی آب ناشی از تلفات خطوط انتقال و توزیع آب می باشد. میزان صرفه جویی آب ناشی از کاهش تلفات انتقال و توزیع آب در سال ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) برابر ۲۴۵۳۸ میلیون مترمکعب برآورد می گردد. بنابراین جمع کل صرفه جویی ها در طول اجرای برنامه ها از سال ۱۴۰۰ (۲۰۲۱) تا ۱۴۲۰ (۲۰۴۱) برابر با ۴۷۸۷۵.۴ میلیون مترمکعب خواهد شد. همچنین محاسبات نشان می دهد مقدار شاخص هزینه سرمایه گذاری بر صرفه جویی آب با تحقق راهکارهای بهبود سیستم آب برابر ۱۴.۵ سنت بر مترمکعب خواهد شد.

نتایج حاصل از اجرای مدل نکسوس نشان می دهد که با تحقق سناریوی سیاستگذاری سیستم آب انتظار می رود میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در سیستم انرژی استان خوزستان ۰.۲۰۰ میلیون تن معادل دی اکسید گشته و کل کاهش انتظارات در طول دوره اجرای راهکارها برابر ۱.۵۱۸ میلیون تن معادل دی اکسید کربن شود. جزئیات بیشتری از روند کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در شکل (۴) نمایش داده شده است.



شکل (۳) - چشم انداز کاهش انتشار گازهای گلخانه ای سیستم انرژی با تحقق بسته راهکارهای بهبود سیستم آب استان

کاهش انتشارات زیست محیطی و گازهای گلخانه ای موجب کاهش هزینه های (خسارات) زیست محیطی به میزان ۱۸۰۶۰ میلیون دلار خواهد شد که این هم بخشی از مزایایی بهبود سیستم آب استان خوزستان است که با مدل سازی نکسوس محاسبه شده است.

۶- جمع بندی

در این پژوهش با بهره گیری از توانمندی های رویکرد و مدل نکسوس، راهکارهای بهبود سیستم انرژی و سیستم آب تحلیل و بررسی گردیدند و برهمکنش هر کدام از راهکارها بر سیستم انرژی و آب و انتشارات زیست محیطی ارزیابی شد. بدین منظور ۱۰ راهکار بهبود سیستم انرژی و ۱۲ راهکار بهبود سیستم آب مورد تحلیل و کنکاش قرار گرفتند که این راهکارها در مرحله بعدی باید اولویت بندی می شدند. برای اولویت بندی سناریوها از یک رویکر رتبه بندی چند معیاره بهره برداری شد که در این رویکرد با مقیاس بندی شاخص های نماینده هر راهکار و سپس تعریف وزن های مختلف، امکان اولویت بندی سناریوها فراهم گردید. با بررسی های انجام گرفته ۸ راهکار سیستم انرژی و ۱۰ راهکار بهبود سیستم آب اولویت بندی شدند. برای هر کدام از راهکارهای اولویت بندی شده ارزش اجرایی تعریف گردید. راهکارهایی که دارای ارزش اجرایی بالاتر از ۵۰ درصد بودند برای تشکیل راهبردهای بهبود سیستم انرژی- محیط زیست و آب استان انتخاب شدند. در ادامه نیز شاخص های منعکس کننده آثار تحقق این راهبردها و بسته راهکار ارزیابی و نتایج به صورت تفصیلی ارائه گردیدند.

به نظر می رسد برای غلبه بر چالش های اصلی کشور و استان ها، بهره گیری از دانش و ابزار نوین می تواند کمک پایداری نماید. داشتن فنی برای توسعه و کاربرد این ابزارها در عملیاتی مدیریت انرژی، آب و اقلیم کشور وجود داشته و مشارکت دولت و نهادهای مرتبط می تواند به توسعه دهندگان در جهت پیاده سازی عملیاتی این ابزارها کمک شایانی نماید. نخستین این ابزار برای استان خوزستان ایجاد شده است که نیازمند توسعه و پیشرفته

کردن و عملیاتی آن برای غلبه بر چالش های استان می باشد. در صورت همکاری نهادهای ملی و استانی، می توان نمونه پایلوت قابل قبولی ایجاد کرده و پتانسیل این ابزار برای کمک به رشد و توسعه پایدار کشور را اثبات نمود. فقدان داده ها، نیاز به ایجاد پایگاه های داده انرژی، آب و محیط زیست در استان ها و همچنین آموزش مداوم به مدیران مرتبط می تواند کمک شایانی به بسط کاربرد این ابزار در سطح ملی نماید.

