



مرکز پژوهش‌های  
مجلس شورای اسلامی

گروه آب

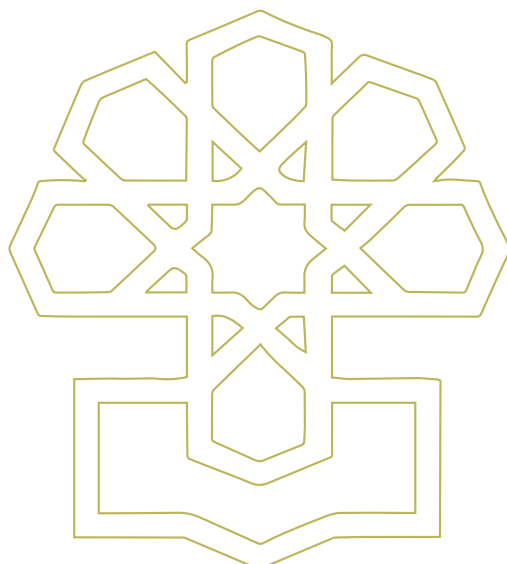
مشخصات گزارش:

شماره مسلسل:  
۲۵۰۱۸۸۷۱

تاریخ انتشار:  
۱۴۰۲/۱/۲۲



دفتر مطالعات زیربنایی



# بررسی چارچوب اجرایی نمک‌زدایی و بهره‌برداری از آب دریا



مراد اسدی<sup>۱</sup>، نرجس عبدالمنافی<sup>۱</sup>، محمدحسن معادی رودسری<sup>۲</sup>، جمال محمدولی سامانی<sup>۳</sup>، علی اصغر اعلم‌الهدی<sup>۴</sup>



## چکیده

کمبود دسترسی به منابع آب شیرین و رشد روزافزون تقاضا، ضرورت بهره‌گیری هر چه بیش تر از منابع آب غیرمتعارف را به‌ویژه در کشورهای مواجه با بحران آب تشدید کرده، به‌طوری که امروزه حدود ۶۰ درصد حجم آب شیرین‌سازی شده دنیا در خلیج فارس متمرکز شده است. شیرین‌سازی آب دریا در برنامه‌ها و اهداف کشور از جمله برنامه ششم توسعه نیز مورد پیگیری بوده و با توجه به رشد روزافزون تقاضا، رشد صنعت نمک‌زدایی مورد انتظار است. در راستای رفع کاستی‌های گذشته و دستیابی به اهداف مد نظر از صنعت نمک‌زدایی در کشور، تدوین چارچوب نمک‌زدایی و بهره‌برداری از آب دریا ضروری می‌نماید. این چارچوب دو نقش کلی در رابطه با تعیین متولی اصلی مرتبط با صنعت نمک‌زدایی و زمینه‌سازی بستر قانونی لازم برای تقویت پایش و نظارت بر عملکردها را ایفا می‌کند. با توجه به وظایف و مأموریت ذاتی وزارت نیرو، این وزارتخانه می‌تواند به‌عنوان متولی اصلی مرتبط با راهبری صنعت نمک‌زدایی کشور، ضمن تدوین نقشه راه این صنعت، هماهنگی و راهبری نهادهای مرتبط را برعهده گرفته و امکان پایش و نظارت عملکردهای صورت گرفته را برای مجلس شورای اسلامی فراهم سازد. علاوه بر تعیین متولی اصلی، توجه به آمایش سرزمین در جانمایی واحدهای شیرین‌سازی، تقویت نیروی انسانی، تهیه نقشه راه نمک‌زدایی کشور، تعیین شفاف وظایف نهادهای دخیل و نظارت بر عملکرد آنها از سایر الزامات تدوین چارچوب صنعت نمک‌زدایی کشور محسوب می‌شود.

۱. تهیه و تدوین کنندگان
۲. ناظر علمی
۳. مدیر مطالعه
۴. همکار



با افزایش جمعیت و وقوع خشکسالی و بروز آثار تغییر اقلیم، ظرفیت واحدهای شیرین سازی در جهان در حال افزایش است. در حال حاضر نیز حدود ۶۰ درصد از ظرفیت آب شیرین کن های دنیا در خلیج فارس فعال بوده و پیش بینی می شود حجم آب شیرین شده در این منطقه تا سال ۲۰۳۰ به ۹ میلیارد متر مکعب افزایش یابد. تا سال ۲۰۱۹، عربستان نزدیک به نیمی از آب شیرین شده در خلیج فارس را به خود اختصاص داده و پس از آن کشورهای امارات متحده عربی، عمان، ایران و قطر قرار دارند. بهره گیری از منابع آب غیر متعارف از جمله شیرین سازی آب دریا در کشور نیز مورد توجه قرار داشته که در همین راستا در بندهای «الف» و «ب» ماده (۳۶) برنامه ششم توسعه این موضوع در زمره تکالیف دولت در نظر گرفته شده است. در واقع نمک زدایی از آب دریا، از منظر جبران کمبودهای منابع آب شیرین در دسترس و همچنین تنوع بخشی به منابع آبی، دارای اهمیت است. با توجه به کاستی های موجود و عدم دستیابی مناسب به اهداف برنامه ششم توسعه و لزوم بهبود شرایط مدیریتی، نرم افزاری و سخت افزاری جهت نمک زدایی، لازم است ضمن آسیب شناسی برنامه های قبلی و توجه به نقاط ضعف خصوصاً در بحث تقسیم وظایف و هماهنگی مدیریتی و قابلیت های موجود و براساس یک ساختار نظارت پذیر و منعطف، چارچوب برنامه های آتی نمک زدایی تدوین شود. زیرا نمک زدایی و استفاده از آب دریا نیازمند زیرساخت ها و امکانات فنی، نیروهای تخصصی، تسهیلات مالی و غیره است. در خصوص این موضوع، ذیل بند «ب» ماده (۳۶) برنامه ششم توسعه، تأمین ۳۰ درصد آب آشامیدنی مناطق جنوبی کشور از طریق شیرین کردن آب دریا در مدت زمان اجرای برنامه ششم توسعه هدف گذاری شده است، اما این هدف گذاری بدون پشتوانه مطالعاتی همه جانبه صورت گرفته و با امکانات فنی، منابع انسانی متخصص و شرایط اقتصادی کشور هم خوانی نداشته است. در واقع اقدام های صورت گرفته در این خصوص مبتنی بر نقشه راه مشخصی که براساس آن بتوان ضمن ایجاد هماهنگی لازم بین سازمان ها و نهادهای دخیل، هدف گذاری های متناسب با توان اجرایی هر یک از آنها را تعریف کرد، نبوده است. به دلیل نبود یک چارچوب مشخص در زمینه نمک زدایی و استفاده از آب دریا، هدف تعیین شده در برنامه ششم توسعه مبتنی بر واقعیات اجرایی کشور نبوده و لذا توفیق چندانی نیز حاصل نشده است. علاوه بر هدف گذاری غیر واقعی، عدم وجود پایش، نظارت و اصلاح عملکرد بخش های مختلف (آموزش نیروی انسانی، توسعه فناوری، سرمایه گذاری، تسهیل مشارکت بخش خصوصی و غیره) از دیگر عوامل مؤثر در عدم تحقق اهداف برنامه ششم توسعه در خصوص این موضوع بوده است. به دلیل عدم تعیین متولی محوری نمک زدایی در کشور، امکان رصد و ارزیابی عملکرد سازمان های اجرایی مرتبط با این صنعت نیز میسر نبوده و این امر در کنار مشکلات اشاره شده، دستیابی به اهداف نمک زدایی و بهره برداری از آب دریا را با چالش جدی مواجه کرده است. با توجه به آسیب ها و مشکلات موجود در این زمینه، کشور نیازمند چارچوبی است که در آن جایگاه و نقش دولت در ابعاد مختلف، بخش خصوصی، مجلس شورای اسلامی و نهادهای نظارتی روشن باشد. با توجه به نقش و توانمندی بخش خصوصی، لازم است الگوی همکاری بخش خصوصی با دولت در برنامه های پیشنهادی با مشارکت این بخش تدوین شود. به دلیل اینکه نهادهای مختلفی در بحث نمک زدایی دخیل هستند، مسئولیت و تعامل آنها باید به درستی تعریف شود. در این بین به دلیل جایگاه وزارت نیرو به عنوان متولی بخش آب کشور، این وزارتخانه می تواند نقش مدیریت و نظارت را با همکاری مجلس شورای اسلامی به انجام رساند. با وجود این لازم است موفقیات هر گونه چارچوب مرتبط با نمک زدایی و مواد قانونی مرتبط با آن، در نظر گرفتن ضمانت اجرایی لازم و نظارت بر اجرای آنهاست.

## ابعاد فنی و محیط زیستی شیرین سازی

شیرین سازی آب دریا به دو دسته کلی روش های حرارتی و روش های غشایی قابل تقسیم بندی هستند. روش های حرارتی مبتنی بر حرارت دهی آب شور و جمع آوری بخارهای حاصل از آن بوده و عموماً در مناطقی با انرژی حرارتی به نسبت ارزان قیمت توسعه یافته اند. شیوه های اصلی این روش شامل تبخیر ناگهانی چندمرحله ای، تقطیر چندمرحله ای و تراکم بخار است. از بین روش های مختلف غشایی نیز، روش اسمز معکوس رایج ترین شیوه شیرین سازی است. این شیوه به مصرف انرژی الکتریکی وابسته بوده، اما به نسبت انرژی کمتری مصرف می کند. هر چند روش اسمز معکوس هزینه انرژی کمتری داشته<sup>۱</sup>، اما با مشکلات ناشی از رسوب گیری غشاها و کاهش عمر آنها مواجه است. در راه اندازی تأسیسات نمک زدایی، با افزایش ابعاد واحدها، هزینه نهایی تولید کاهش یافته، با وجود این نیاز به سرمایه گذاری اولیه بیشتر خواهد بود. لذا با توجه به شرایط مناطق مختلف و میزان نیاز به آب شیرین شده، همچنین سرمایه در دسترس، انتخاب بهینه ای در خصوص میزان تولید باید صورت گیرد.

کشورهای حاشیه جنوبی خلیج فارس عمدتاً از روش حرارتی تبخیر ناگهانی چندمرحله ای استفاده می کنند به طوری که ۸۱ درصد از کل آب شیرین شده در خلیج فارس از این روش نمک زدایی می شود، اما در کشور، روش اسمز معکوس با ۵۶ درصد بیشترین سهم را در نمک زدایی از آب دریا داشته و پس از آن روش های حرارتی تقطیر چندمرحله ای با ۴۱ درصد و تبخیر ناگهانی چندمرحله ای با ۳ درصد قرار دارند. لذا می توان در خصوص وضعیت صنعت شیرین سازی آب دریا در کشور چنین بیان کرد که با وجود مصرف انرژی به نسبت کمتر، واحدهای

۱. در روش اسمز معکوس برای آب دریا قیمت تمام شده آب از ۰/۵ تا ۱/۲ دلار بر مترمکعب متغیر است.

نمک‌زدایی در ایران عمدتاً وابسته به انرژی الکتریکی هستند.

در کنار مباحث فنی-اقتصادی طرح‌های نمک‌زدایی، آثار محیط زیستی آنها نیز حائز اهمیت است. برخی از صدمات منحصر به صنعت نمک‌زدایی شامل به درون کشیدگی اندامواره‌های دریایی از طریق ورودی آب دریا به واحدهای شیرین‌سازی، انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی و تخلیه آب شور و گرم به محیط زیست دریا و خسارات بعضاً شدید به اکوسیستم دریایی است. در منطقه خلیج فارس که یک محدوده نیم‌بسته بوده و چرخه کامل تخلیه طبیعی آب در آن حداقل ۴ سال به طول می‌انجامد، جلوگیری از آثار منفی ناشی از تخلیه پساب گرم و شور واحدهای آب شیرین‌کن به آب دریا و به حداقل رساندن آسیب به محیط زیست دریایی دارای اهمیت دوچندان است. این مهم نیازمند وضع قوانین و مقررات جهت کنترل دما و شوری خروجی از واحدهای شیرین‌سازی بوده تا بتوان ضمن مدیریت بهتر تخلیه پساب، با ایجاد محدودیت‌هایی برای میزان شوری و دمای پساب خروجی از واحدهای آب شیرین‌کن از آسیب به محیط زیست دریایی جلوگیری کرد.

## الزامات پیشبرد اهداف نمک‌زدایی در کشور

فرایند نمک‌زدایی جنبه‌های مختلف از جمله مدیریت، ایجاد هماهنگی، انتقال و توسعه دانش در داخل کشور را شامل می‌شود، با این حال در حال حاضر متولی مشخصی که بتواند تمام حیطه‌های مرتبط را رهبری کند، ندارد. نبود متولی محوری در این بخش سبب ناهماهنگی بین نهادها و وزارتهای مختلف خواهد شد که هر کدام نقش ویژه‌ای در موضوع نمک‌زدایی دارند. در صورت ایجاد یا تفویض مسئولیت محوری به یک نهاد یا وزارتهای مختلف مشخص در ارتباط با موضوع نمک‌زدایی، علاوه بر رفع ناهماهنگی‌ها، امکان نظارت و پایش عملکرد بخش‌های مختلف فراهم خواهد شد. با توجه به اینکه دانش نمک‌زدایی دارای لایه‌های مختلف مانند تحلیل فنی-اقتصادی، ارزیابی عملکرد سامانه‌های نمک‌زدایی، شناخت نیازهای فناوری و تبیین خلأهای تحقیقاتی است، پوشش و مدیریت آنها نیازمند داشتن یک نقشه راه مشخص برای توسعه این فناوری و تجاری نمودن آنهاست، اما در حال حاضر، برای موضوع نمک‌زدایی و مباحث فناوری و تحقیقاتی مرتبط با آن در کشور نقشه راه مشخصی که متولی آن معلوم باشد، وجود ندارد. علاوه بر این، موفقیت صنعت نمک‌زدایی وابسته به میزان انطباق جانمایی‌های صورت گرفته با سند ملی آمایش سرزمین بوده تا بتوان اهداف مصرف آب حاصل از شیرین‌سازی را به درستی اولویت‌بندی کرد. با توجه به مزایای بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر، توسعه فناوری‌های نمک‌زدایی مبتنی بر استفاده از انرژی‌های نو می‌تواند میزان فشار بار ناشی از مصرف برق واحدهای نمک‌زدایی کشور (که عمدتاً از نوع اسمز معکوس هستند) را کاهش دهد.

**تقویت نیروی متخصص:** در کنار مباحث سخت‌افزاری و سرمایه‌گذاری‌های مالی، تمرکز بر سرمایه‌انسانی متخصص در رابطه با صنعت نمک‌زدایی در کشور مورد نیاز است. اهمیت ایجاد دوره‌های آموزش کاردانی در علوم و فنون مربوط به نمک‌زدایی و همچنین دوره‌های تحصیلات تکمیلی با تأکید بر نمک‌زدایی از آب شور، لب‌شور و آلوده موضوعی است که تاکنون مورد توجه قرار نگرفته و متولی خاصی در کشور ندارد. در واقع آینده پژوهشی این فناوری، تبدیل آن به محصول مورد نیاز کشور و تجاری‌سازی آن مقوله‌ای است که نیازمند توجه جدی مسئولین توسعه فناوری کشور است.

**تعیین متولی محوری:** در فرایند نمک‌زدایی نهادها و سازمان‌های مختلف درگیر بوده، لذا پیشبرد اهداف آن نیازمند داشتن دیدی جامع بوده تا امکان مدیریت متمرکز بر فرایند نمک‌زدایی و رشد متوازن فراهم شود. به این دلیل ایجاد یا تعیین یک نهاد متولی که مسئولیت راهبری و نظارت بر عملکرد بخش‌های دخیل در موضوع نمک‌زدایی را برعهده بگیرد، حائز اهمیت است. با توجه به مأموریت وزارت نیرو در ارتباط با آب کشور بر اساس قانون تأسیس وزارت نیرو و قانون توزیع عادلانه آب (تولید، تخصیص، مدیریت عرضه) در بخش‌های مختلف مصرف و قابلیت‌های ساختاری، بودجه‌ای و فنی، می‌تواند نقش متولی محوری (برخلاف شرایط فعلی حاکم بر نمک‌زدایی و انتقال آب نمک‌زدایی شده) را به‌عهده بگیرد.

**تهیه نقشه راه نمک‌زدایی کشور:** در نقشه راه نمک‌زدایی، اگر مکان‌یابی استقرار سامانه‌های نمک‌زدایی بر اساس آمایش سرزمین انجام گیرد، زمینه هدفگذاری برای ارتقای طراحی و ساخت سامانه‌های نمک‌زدایی داخلی فراهم می‌شود. در این نقشه راه می‌توان اولویت‌بندی آب مورد نیاز مصارف مختلف واقع در حریم مشخصی از سواحل جنوب کشور را تعیین کرده و زمینه قانونی لازم جهت بهره‌گیری از انرژی‌های نو و حمایت از بخش خصوصی را پیش‌بینی کرد. برای اینکه تعیین نقشه راه کشور مطابق با واقعیت‌های موجود ترسیم شود، پیشنهاد می‌شود مطالعات اقتصاد آب برای تولیدکننده و مصرف‌کننده انجام گیرد. با توجه به اینکه شرایط اقتصادی کشور می‌تواند دچار نوسان شده، همچنین به دلیل رشد فناوری‌های مرتبط با نمک‌زدایی، نقشه راه باید از پویایی لازم برخوردار بوده تا به‌روزرسانی آن حسب نیاز مطابق با شرایط جدید توسط متولیان امر انجام شود.

**تعیین نقش نهادها:** نهادهای مختلفی اعم از وزارتهای مختلف و سازمان‌ها، (صمت، جهاد کشاورزی، سازمان برنامه و بودجه، سازمان حفاظت محیط زیست و معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری) مراکز پژوهشی، نهادهای نظارتی و مجلس شورای اسلامی در فرایند نمک‌زدایی نقش دارند. برای دستیابی به ضمانت‌های اجرایی لازم، پیشبرد اهداف و توسعه دانش و فناوری نمک‌زدایی در داخل کشور، لازم است نقش



هر نهاد مشخص شود. در راستای تعیین نقش نهادهای دخیل نکات ذیل پیشنهاد می شود:

■ تصریح وظایف معاونت‌های تحت نظر ریاست جمهوری و وزارت‌خانه‌های مرتبط در ارتباط با هر یک از مواد قانونی پیشنهادی در موضوع نمک‌زدایی.

■ تعیین دستگاه یا سازمان اصلی توسعه علم و فناوری آب (با تأکید بر بخش نمک‌زدایی) در داخل و یا مدیریت انتقال آن از خارج.

■ تعیین جایگاه و نقش دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی کشور، جهاد دانشگاهی و شرکت‌های دانش بنیان در مدیریت انتقال فناوری نمک‌زدایی به داخل کشور.

■ تعیین جایگاه و نقش فعالان بخش خصوصی در حوزه آب با مشارکت این بخش و مطابق با ضعف و قوت‌های ساختار حکمرانی کشور.

■ تعیین نقش معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری جهت تهیه و تصویب نقشه راه توسعه فناوری نمک‌زدایی (تحت مدیریت وزارت نیرو).

■ تعیین وظایف سازمان حفاظت محیط زیست و سایر نهادهای حاکمیتی با حوزه مسئولیت در خلیج فارس و دریای عمان جهت بهره‌برداری از آب شور دریا.

■ تعیین وظایف وزارت صمت در خصوص موارد مرتبط با صنایع مربوط و ارائه کمک‌های فنی و اجرایی به بخش‌های دولتی و خصوصی.

لازم است پس از تعیین وظایف همه وزارت‌خانه‌های ذی‌ربط و سازمان‌های مرتبط در امر نمک‌زدایی، نحوه هماهنگی و مدیریت آنها با محوریت وزارت نیرو، مشارکت سازمان حفاظت محیط زیست و نظارت عالیه مجلس شورای اسلامی انجام پذیرد.

**پایش اهداف و نظارت بر عملکردها:** دستیابی به اهداف تعیین شده در نقشه راه کشور (پس از تدوین آن) و حداکثرسازی عملکرد نهادهای مختلف در فرایند نمک‌زدایی، نیازمند پایش مستمر این اهداف و تحلیل عملکرد نهادهای متولی است. برای این کار علاوه بر امکانات و زیرساخت لازم، بهره‌مندی از دانش تخصصی مرتبط مورد نیاز است. در بدنه اجرایی کشور (دولت)، وزارت نیرو مسئولیت اصلی در ارتباط با آب را بر عهده دارد. به این سبب در این وزارت‌خانه بایستی تمهیدات لازم برای پایش فنی و ارزیابی عملکرد بخش‌های مختلف فراهم شود. وزارت نیرو برای ایفای نقش نظارتی خود باید گزارش‌های دوره‌ای تهیه و در اختیار مجلس شورای اسلامی قرار دهد. از بُعد تقنین و نظارت، از مهم‌ترین نکات مؤثر در موفقیت یک قانون، امکان ارزیابی مستمر نتایج حاصل از آن است، نکته‌ای که در تدوین مواد برنامه ششم توسعه به آن پرداخته نشده است. به این دلیل در تدوین هر گونه چارچوب مرتبط با نمک‌زدایی در کشور (در برنامه‌ها و احکام آتی از جمله برنامه هفتم توسعه)، باید سازوکارهای لازم اندیشیده شود.

## جمع‌بندی و پیشنهادها

جهت رفع نواقص برنامه‌ریزی در زمینه نمک‌زدایی آب دریا و اصلاح مسیر برنامه ششم توسعه همچنین ارتقای مبانی و اقدامات، لازم است در برنامه‌های آتی (از جمله احکام برنامه هفتم توسعه)، چارچوب و برنامه شفاف و مشخصی در ارتباط با صنعت نمک‌زدایی کشور تدوین شود. مهم‌ترین نقش‌های این چارچوب را می‌توان تعیین متولی محوری مرتبط با صنعت نمک‌زدایی و ایجاد سازوکارهای نظارتی لازم برشمرد. لذا در راستای تدوین چارچوب نمک‌زدایی در کشور می‌توان اهم الزامات را به شرح ذیل بیان نمود:

۱ شفافیت وظایف: تکالیف بخش‌های مختلف دخیل در امر نمک‌زدایی بالاخص موضوع انتقال فناوری و مدیریت آن باید در هر گونه هدفتگذاری کلان برای صنعت نمک‌زدایی در کشور به‌درستی تعیین شود.

۲ تضمین اجرایی: پیش‌بینی ضمانت‌های اجرایی برای مواد قانونی مرتبط با نمک‌زدایی در کشور، منجر به عملیاتی شدن برنامه‌های تدوین شده در ارتباط با صنعت نمک‌زدایی خواهد شد.

۳ تعیین متولی محوری: از آنجا که سازمان‌ها و نهادهای مختلفی در ارتباط با صنعت نمک‌زدایی در کشور نقش دارند، در راستای ایجاد وحدت رویه در امور مرتبط با نمک‌زدایی، جلوگیری از موازی‌کاری و اتلاف سرمایه، ضرورت دارد متولی محوری نمک‌زدایی در کشور تعیین شود. در این راستا با توجه به تخصص و مأموریت ذاتی، وزارت نیرو می‌تواند نقش محوری را در رابطه با صنعت نمک‌زدایی در کشور ایفا کرده به طوری که فعالیت سایر سازمان‌ها و نهادهای اجرایی با مدیریت این وزارت‌خانه صورت گیرد. همچنین این وزارت‌خانه می‌تواند نقشه راه طراحی و ساخت سامانه‌های نمک‌زدایی، مدیریت، راهبری و نظارت بر عملکرد بخش‌های مختلف را نیز به عهده بگیرد.

۴ پایش و نظارت: در صورت تدوین چارچوب مشخص و اجرایی پذیر مرتبط با صنعت نمک‌زدایی کشور، برای سنجش میزان تحقق اهداف در نظر گرفته شده، لازم است زمینه و امکانات لازم جهت پایش مستمر و نظارت بر اجرای برنامه‌های نمک‌زدایی مهیا شود. در این راستا تهیه گزارش‌های مدون نظارتی مرتبط با عملکرد هر بخش، در موفقیت اجرای قوانین و چارچوب‌های مرتبط با صنعت نمک‌زدایی در کشور نقش چشمگیری خواهد داشت. علاوه بر مسئولیت وزارت نیرو و سازمان برنامه و بودجه، با توجه به وظایف ذاتی مجلس شورای اسلامی در بُعد نظارت، نهاد متولی در امر نمک‌زدایی باید نتایج ارزیابی‌های خود را به مجلس شورای اسلامی ارائه کند.

