نشریه علمی سازمان انرژی اتمی ایران
شمارهٔ ۲۱، صفحات ۱۵-۱، ۱۳۷۹

انتخاب محلهای هسته‌ای

احمد قریب - علی اصغر ظهوریان ایزدپناه - حمید ایرانمنش
مرکز پژوهشی انرژی اتمی - سازمان انرژی اتمی ایران

چکیده:

انتخاب محلهای[1] هسته‌ای برای سازه‌های مختلف متناسب با اهداف مورد نظر و فعالیتهای آینده، به ویژه از لحاظ مسائل ایمنی هسته‌ای، اهمیت زیاد دارد. انتخاب یک محل معمولاً هزینه‌های زیادی را، نه تنها در جریان عملیات انتخاب آن بلکه در انجام برخی از کارهای مقدّماتی که بتوان دست‌کم محل را حایز شرایط و مشخصات لازم کرد، در بر خواهد داشت. هر چه تطابق ویژگیهای طرح مورد اجرا با خصوصیات طبیعی محل مورد انتخاب و امکانات زیربنایی آن بیشتر باشد طرح مورد اجرا با موفقیت بیشتر و کارآیی بهتر همراه خواهد بود، و هزینه‌های اجرایی آن تا اندازه زیادی کاهش خواهد یافت، همچنین امکان بهره‌برداری طولانی از طرح میسر خواهد شد. علاوه بر این تقابل متناسب طرح و زیرساختار منطقه سبب رشد فرهنگ مردم آن و توسعه پایدار اجتماعی و اقتصادی می‌گردد.

این مقاله حاصل استنتاج گزارش‌های متعدّد و حجیم این فعالیّت در فاز مقدماتی بر پایهٔ نظریه‌ها، تجربه‌ها و در نظرگرفتن اصول ایمنی مرتبط با آن و همچنین استفاده از آمار و اطلاعات گذشته و آینده‌نگری است. در اینجا مطالبی در بارهٔ احساس نیاز به یک محل برای برقراری سازه‌های متوسط و طرحهای تحقیقاتی هسته‌ای و چگونگی به انجام رساندن چنین فرآیندی با نگرش علمی به گزینش آن، در ضمن مطالعات پی‌در پی آورده شده است.

در این مطالعه، پس از تعیین و تعریف مشخصّات و ویژگیهای طرحهای تحقیقاتی هسته‌ای با سازه‌های متوسّط و همچنین تطبیق آنها با محل مطلوب، عملاً به نحوهٔ گزینش محل پرداخته شده است. محلهای یافته شده در نوع خود از امتیازات فنّی و اقتصادی مطلوب برخوردارند و با سازه‌های مورد نظر مغایرت ندارند.

۱- مقدّمه:

تعریف و تدوین هدفها به منظور انتخاب محل (سایت) مطلوب برای سازهٔ مورد نظر، عامل اساسی فعّالیت در این زمینه است. تعیین و تعریف این اهداف شاید در بدو امر آسان به نظر برسد، ولی در بیشتر موارد به ویژه در موارد حسّاس بسیار دقیق و مشکل است و نیاز به شناخت عمیق ماهیت امر و دانش مربوط به فعالیتها دارد. آگاهی از مسائل جغرافیایی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی و همچنین از مشخصّات و تمهیدات زیربنایی کشور و کیفیت اقلیمی نواحی، نقش تعیین‌کننده خواهد داشت. گردآوری همهٔ این اطلاعات نیاز به تلاش دهها متخصّص و استفاده از علوم تجربی، انسانی و اطلاعات ثبت شده در سالیان نسبتاً طولانی و مداوم دارد. بنابراین، طبیعی است که چگونگی انتخاب محلها برای هدفهای متفاوت در کشورهای مختلف که ساختارهای تشکیلاتی و حتّی شیوه‌های صنعتی و کشاورزی با دیدگاههای مختلف دارند، بسیار متفاوت است. حتّی ممکن است این امر عمدتاً بر پایه دیدگاههای حکومتی، استراتژی و اقتصادی هر کشور و یا بر دلایل امنیتی استوار باشد. در واقع، ممکن است انتخاب‌های متفاوت در اقلیم‌های مشابه برای یک منظور مشخّص نه تنها اشتباه نباشد بلکه، بنا بر عوامل پیش‌گفته، اصولی و درست هم باشد. چون ماهیت فعالیتها و ساختار تشکیلات احدائی و برنامه‌ریزی شده در انتخاب محل متکی بر اصول خاصی است، بنابراین، همان اصول انتخاب محل است که اگر همهٔ عوامل مؤثّر در انتخاب براساس اهداف مترتّب بر آن مدنظر قرارگیرند، این تفاوت‌ها، در اقلیمها و کشورهای متفاوت، از آن نشأت خواهند گرفت. انتخاب محل در هر کشور بر مبنای اصول منطبق بر اهداف

1- sites

مورد نظر و براساس بسترهای طبیعی، استراتژیکی و احتمالاً حکومتی آن کشور، لازم است که صحیح و اصولی هم باشد. بنابراین، اصول در برگیرندهٔ شرایط و عوامل مؤثّر، بسته به ضرورت و اهمیت بیشتر و توجیه اقتصادی، سیاسی و اجتماعی آنها محل (سایت) نهایی را مشخص می‌سازند.

انجام دادن این نوع مطالعات در کشورهایی نظیر کشور ما حتّی در کشورهای پیشرفته ممکن است با مشکلاتی نیز مواجه شوند. در کشورهای پیشرفته به دلیل وجود متخصّصان متعدّد و مجرّب و اطلاعات زیربنایی نسبتاً کامل در گسترهٔ کشور، پیشامد چنین اشکالاتی کمتر است. اما در کشورهای در حال رشد، معمولاً هزینه‌های انتخاب محل بیشتر و زمان مطالعات مقدماتی طولانی‌تر است و گاهی هم به علّت برخی از غفلت‌ها نتایج معکوس نیز گرفته می‌شود.

۲ - اصول انتخاب محلهای هسته‌ای و نگرشهای مترتّب بر آن

در مقدمه اشاره شد که اصول انتخاب محل، از اهداف مترتّب بر آن نشأت می‌گیرند. مسلّم است که این اصول باید بطور منطقی از بطن هدف، یا اهداف انتخاب محل استنتاج شوند. این اصول الزاماً محدود به آنچه در اینجا بحث می‌شود نیستند ولی مسلماً بخشی از آنها مقیّد خواهد بود. بنابراین، در این مقاله که منظور ما معرّفی یک کار مستند بدون در نظرگرفتن جزئیات محل - یا محلهای - انتخاب شدنی است اصول کلّی زیر را بطور علمی و تجربی مدنظر قرار داده‌ایم:

- تعریف روشن و دقیق از فعالیتها و ملزومات مربوط به طرح (پروژه)،
- بررسیهای دقیق علمی و فنّی بر روی منطقه‌های مستعد و استفاده از آخرین دست‌آوردهای مربوط و تطابق آنها با ویژگیهای تعریف شده در بارهٔ طرح،
- امکان ایجاد و احداث تمهیدات لازم و مکمّل محل با توجّه به عاملهای اقتصادی و همکاریهای استانی، بررسی اظهارنظرهای کارشناسی کشور از جنبه‌های سیاسی، اجتماعی، نظامی و امنیتی،
- اجرای کلیّ مقرّرات و استانداردهای کشوری و بین‌المللی در مجموعهٔ در حال احداث و بررسی تعامل آنها،
- توجّه به ایمن‌سازی و سازگاری متقابل طبیعت و تأسیسات (تحمیل شده بر محل).

۲-۱ - *تداوم ایمنی در زمان بهره‌برداری صحیح و ثمربخش، بدون تأثیر نامطلوب بر محیط زیست و حفظ روند توسعهٔ پایدار.*

ویژگیهای محلهای هسته‌ای، به عبارت دیگر تفاوت آنها با محلهای مشابه، به طورکلی محفوظ ماندن آنها از مخاطرات طبیعی به ویژه زمین‌لرزه در حداقل امکان وقوع و تحقق یافتن همهٔ خصوصیات پایدار و عوامل ناشی از آن است به نحوی که مجموع این خصوصیات، اولاً اثرهای منفی قابل توجّهی بر مجموعهٔ تاسیسات و کارکرد دراز مدت آنها نداشته باشد، ثانیاً این تاسیسات در جریان کار هیچ نوع اثر زیان‌باری بر محیط اطراف و زندگی مردم نداشته باشند. بدیهی است پاره‌ای از عوامل هم به ماهیت هسته‌ای بودن محل اختصاص دارند که باید در ضمن مطالعات به دقّت مورد نظر قرار گیرند.

۳ - روشهای انجام کار

نخستین هدف این تحقیق انتخاب محلی مناسب برای احداث تأسیساتی است که امکان فعالیّت‌های پژوهشی در علوم هسته‌ای را میسّر سازد. این تأسیسات شامل راکتور تحقیقاتی، آزمایشگاههای فیزیک، شیمی، الکترونیک و... به منظور پاسخگویی به نیازهای مردم برای تأمین رادیوایزوتوپهای مورد استفاده در زمینه‌های پزشکی، کشاورزی و صنعتی خواهد بود. همچنین می‌توان امیدوار بود که این مجموعه، مرکزی برای توسعهٔ علوم کاربردی و تجهیز آزمایشگاههای پیشرفته به منظور تحقیق استادان و دانشجویان دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری دانشگاههای کشور باشد. این تاسیسات مجموعهٔ نسبتاً پیچیده‌ای خواهد بود که هم به دلیل ارتباط یکایک واحدهای آن به یکدیگر و هم به دلیل وجود وسایل و ابزارهای بسیار دقیق، همچنین به علّت وجود مواد پرتوزا، لازم است ویژگیهای محل استقرار آنها با دقّت هرچه بیشتر، در یک دوره بهره‌برداری منطقی، مورد بررسی قرار گیرند و اثرهای متقابل آنها بر یکدیگر و ارتباط آنها با توسعهٔ پایدار کشور، به ویژه از بُعد انسانی،

شناسایی شوند.

برای تکمیل این تعریف و تهیّه دستورکار براساس هدف مورد نظر و با توجّه به منابع موجود و تهیه شده[۴-۱] استنتاج‌های زیر، به عنوان اصول و محورهای مطالعاتی، مبنای دستورکار قرارگرفتند. ضمناً به علّت وجود مخاطرات طبیعی فراوان به ویژه زمین‌لرزه، و کمبود منابع آب درکشور(و مصرف بیشتر آن به سبب بالا بودن نسبی درجه حرارت محیط) اجباراً این مؤلّفه‌ها در صدر سایر عوامل قرار می‌گیرند:

- ساختار زمین‌شناختی آرام و مناسب با توجّه به حداقل امکان وقوع زلزله، دور بودن ازگسلهای فعّال.
- امکان تأمین دایمی بالقوهٔ آب کافی حدود ۲۰۰ لیتر در ثانیه
- اقلیم و شرایط آب و هوایی معتدل
- وجود مکان کافی نسبتاً مسطح و قابل تصرّف
- عدم مغایرت فعالیّت مورد نظر با الگوی متداول در منطقه (به ویژه از نظر کشاورزی)
- دسترسی به امکانات زیر بنایی از جمله شبکه‌های برق، مخابرات، مواد سوختی، جاده، راه آهن، فرودگاه
- دوری نسبی از مراکز پرجمعیت و در عین حال امکان دسترسی به خدمات شهری از قبیل بیمارستان مدرسه و ...
- مکان مناسب جغرافیایی از نظر تأمین امکانات خدمات‌رسانی، موقعیّت محلی و مؤثّر در پیشرفت کشور، امکانات رفاهی مناسب، امکان تداوم امنیت لازم و برخورداری از ایمنی در مواقع بحرانی، هم برای مردم و هم برای کارکنان
- نزدیکی به مراکز دانشگاهی و صنعتی از لحاظ ایجاد بستر مناسب برای اشاعهٔ علوم و رشد فناوریهای مربوط
- وجود نیروی انسانی آگاه و شرایط مناسب برای جذب آنان، ترجیحاً وجود نیروی کار محلی و وجود امکانات زیربنایی برای اسکان کارکنان
- بررسی عوامل شکل شناختی (مورفولوژیکی) و جریان بادها، آب و هوا، و آب‌شناسی مرتبط با انتشار مواد پرتوزا
- دور بودن از دالانهای هوایی

گرچه هر یک از این عوامل دارای اهمیت ویژه و تعیین‌کننده است، اما ساختار زمین‌شناختی آرام (به ویژه از لحاظ زمین لرزه) و وجود آب کافی از اساسی‌ترین شاخصهای انتخاب محل مورد نظر به شمار می‌آیند. در صورت تحقّق یافتن این دو عامل باید نسبت به فراهم‌آمدن سایر شرایط به ترتیب درجهٔ اهمیت به بررسی و تحقیق پرداخت.

درکشوری مانند کشورما که نسبتاً خشک و آفتابی بوده و گسلهای فعّال و مناطق زلزله‌خیز فراوان دارد، امکان یافتن محل‌هائی که واجد همهٔ شرایط پیش‌گفته باشند، بسیار محدود است. بدیهی است هر یک از این شرایط ممکن است در تعدادی از عوامل طبیعی یا توسعه‌ای نهفته باشد، بنابراین لازم است همهٔ عوامل و پارامترهای مرتبط، در برآورد شرایط و اصول پیش‌گفته مورد بررسی و توجّه قرارگیرند.

در مطالعات مقدّماتی مورد نظر این مقاله، مراحل سه‌گانه زیر بر پایهٔ استانداردهای کشوری و بین‌المللی و اصول و تعاریف پیش‌گفته انجام‌گرفته است:

مرحله ۱ - بررسی منطقه‌ای به منظور تعیین مناطق و نواحی مناسب برای محلهای هسته‌ای

مرحلهٔ ۲ - بررسی برای تعیین محلهای (سایت‌های) مناسب

مرحلهٔ ۳ - مقایسه و درجه‌بندی محلهای انتخاب شده برای تعیین مناسبترین محلها

۳-۱ - *بررسی منطقه‌ای به منظور تعیین مناطق و نواحی مناسب*

برای تعیین مناطق مناسب اجمالاً به بحث و بررسی زمین‌ساخت صفحه‌ای و زلزله‌خیزی ایران‌که از عوامل مهّم و مخاطره‌آمیز است پرداخته‌ایم.

الف - زمین‌ساخت عمومی منطقه: براساس نظریهٔ زمین‌ساخت صفحه‌ای پوستهٔ کره زمین در ایران در اثر عوارض ناشی از اِعمال فشار به قطعات کوچکی تقسیم شده است که حرکات فرعی متفاوتی را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهند[۹-۶]. از جمله پدیده‌های زمین‌شناختی حاصل از فشردگی و جابجائی قطعه‌ها، ایجاد چین‌خوردگی زاگرس، بالا آمدن رشته کوههائی مانند البرز و تالش و ایجاد گسلهای فعّال زلزله‌خیز در سراسر ایران می‌باشد. ضمناً تعدادی از زمین‌شناسان وجود سنگهای آتشفشانی آندزیتی، داسیتی و بازالتی نئوژن راکه در آذربایجان و نواحی لوت و شرق ایران و قوچان دیده می‌شود، در اثر فرورفتگی پوسته دریایی قدیم

در زیر پوستهٔ قاره‌ای فلات ایران به علت تداوم حرکت صفحه عربستان به سوی ایران و ذوب ناحیه‌ای پوسته در اعماق زیاد و بالا آمدن مجدد آن دانسته‌اند. برخی از زمین‌شناسان نیز این ساز وکار را به دوران چهارم و عهد حاضر تعمیم داده‌اند و معتقدند که آتشفشانهای جوان البرز، سهند، سبلان، تفتان و بزمان نیز از چنین پدیده‌ای سرچشمه می‌گیرند[۱۲-۱۰].

در مورد ارتباط سنگهای آتشفشانی نئوژن و دوران چهارم در مناطق یاد شده با پوستهٔ دریایی فرو رونده در زیر فلات ایران، ایرادهائی مطرح شده است: بِربِریان، وجود فاصلهٔ زیادی را بین زمان بسته شدن دریای میان عربستان و فلات ایران در ۶۵ میلیون سال پیش و زمان بروز آتشفشانهای جوان عنوان نموده و عقیده دارد که ایجاد حرکت و فشردگی در فلات ایران بین دو صفحهٔ عربستان و توران موجب افزایش ضخامت پوسته و تغییر گرادیان حرارتی شده است[۱۳]. همچنین در اثر حرکت قطعه‌های کوچکتر پوسته که بین گسلهای برشی[۲] بزرگ قیچی شده و از یکدیگر دور می‌شوند، نواحی تحت کشش و اتّساع در پوسته به وجود می‌آیند که از درون آنها موادمذاب جبّه فوقانی[۳] کره زمین راهی برای خروج می‌یابند.

ب-زمین‌ساخت جوان منطقه: در اواخر مرحلهٔ کوهزایی آلپ، تحوّلات زمین‌ساختی جوان[۴] در منطقهٔ مورد مطالعه (شکل۳) اثرهای بارزی از خود بجای گذارده‌اند که مهمترین آنها ایجاد فرونشستهای[۵] حد فاصل دریاچهٔ ارومیه تا ایران مرکزی و دریای مازندران است. این فرونشستهای تدریجی که طی دوره پلیوسن[۶] تشکیل شده‌اند حاوی چندین هزار متر رسوبهای تخریبی ریزدانه می‌باشند.

در ضمن تحوّلات زمین‌ساخت جوان همین دوره و ادامهٔ حرکتهای قائم ناشی از آن در دوران چهارم و عهد حاضر، رشته کوههای زاگرس، البرز و تالش و سایر برجستگیهای این منطقه شکل گرفته‌اند. همزمان با تکوین این پدیده‌های زمین‌ساخت فعالیتهای آتشفشانی کوههای دماوند، سهند، تفتان و بزمان در اوایل دوران چهارم شدت یافته و خاکستر و توف خارج شدهٔ از آنها سطح وسیعی از مناطق اطراف خود را فراگرفته است.

از عوارض مهمّ حرکتهای زمین‌ساخت جوان ایجاد شکستگی و گسلهای فعّال در مرز میان فرورفتگیها و برآمدگی‌ها می‌باشد. جابجائی‌های نسبی قائم و گاهی افقی در امتداد این گسلها اغلب توام با آزاد شدن مقدار زیادی انرژی به صورت امواج الاستیک زلزله‌های مخرب است. در پاره‌ای از شرایط، این گونه حرکات ممکن است به صورت لغزش سطحی[۷] تدریجی و آرام باشند و بدون ایجاد زلزله‌های بزرگ موجب جابجایی و برش سنگها و خرابی تاسیساتی که در مسیر آنها قرار می‌گیرند، گردند. از این رو شناخت گسلهای جوان در منطقهٔ مورد مطالعه از اهمیت خاصی برخوردار است.

درمنطقهٔ بین همدان و جنوب شرق اصفهان که مورد مطالعه قرار گرفته است، علاوه بر تعداد زیادی گسلهای فرعی، تعدادی گسلهای اصلی نیز وجود دارند که بررسی وضعیت آنها تاثیر بسزایی در برآورد مخاطرات ناشی از زلزله برای هر یک از محلهای مورد نظر دارد. از جمله گسلهای فعّال و لرزه‌زائی که در این محدوده واقع شده‌اند می‌توان گسلهای زاگرس، زفره، شمال اراک و موته را نام برد(شکل ۱).

ج-پهنه‌بندی خطرنسبی زلزله درایران: پهنه‌های مختلف کشور ایران که در نزدیکی یا دور از گسلها قرار دارند با توجّه به اطلاعات موجود، از جمله فعّال بودن گسلها، شناختی که در حال حاضر در مورد گسلهای ایران وجود دارد، تاریخچه و فراوانی زلزله‌هائی که تاکنون در ایران رخ داده‌اند(شکل۱) و میزان دقّتی که در تعیین ژرفا، مرکز و بزرگی آنها بکار رفته است و بالاخره اهمیت شهرها و نقاطی که در هر پهنه واقع شده‌اند مورد ارزیابی قرار گرفت، همچنین بر مبنای نقشهٔ پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله برای کشور ایران که قبلاً تهیه شده بود (شکل ۲)، سیاست‌های اولیه برای یافتن مناطق و نواحی مناسب تعیین گردید.

در این بررسی با توّجه به سابقه زلزله خیزی، گسلهای شناخته شدهٔ عهد حاضرِ دوران چهارم و نقشه‌های «لرزه - زمین‌ساخت» و رابطه‌های موجود کاهش شتاب[۲۵]، سه پهنهٔ خطر نسبی زلزله به شرح زیر تعیین شد(شکل۲):

2- chear faults
3-upper mantele
4- Neotectonic
5- Depression
6- Pliocene
7- Creeping

- پهنهٔ شتابهای بالا (معادل «۰/۳۵g»، شتاب مبنای طرح): به فاصله ۳۰کیلومتری گسلهای دوران چهارم و لرزه زا
- پهنهٔ شتابهای متوسط (معادل «۰/۲۵g»، شتاب مبنای طرح): به فاصلهٔ ۳۰ تا ۵۰کیلومتری گسلها
- پهنهٔ شتابهای پایین (معادل «۰/۲۰g» شتاب مبنای طرح): در فاصله‌های بیش از ۵۰کیلومتری گسلها.

با توجه به نقشهٔ مقدماتی پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه، مناطق شتابهای بالا («۰/۳۵g» یا بیشتر) برای احداث تأسیسات تحقیقاتی و صنعتی هسته‌ای به علّت افزایش هزینه ساخت، در این مطالعات نامناسب در نظر گرفته شده و حذف می‌گردند. بنابراین، مناطق محدودی با شتابهای پایین و متوسط در سطح کشور باقی می‌ماند که می‌توان آنها را در بررسیهای نهایی تعیین محل، با توجّه به عوامل دیگر، برای احداث تأسیسات هسته‌ای مورد توجّه قرار داد. این مناطق شامل نواری بین جنوب شرق اصفهان تا دریاچه ارومیه، دشت اهواز تا آبادان، نوار باریک ساحلی خلیج فارس از بندر ماهشهر تا جنوب شرق بوشهر، دشت جنوب شرق تهران و ادامه آن به صورت نوار باریکی تا جنوب مشهد، دشتهای کویر لوت و بزمان، منطقه‌ای در جنوب شرق سیرجان، دشت وسیع شمال یزد تا غرب طبس، نوار باریک بخشهای مرزی شمالشرق در جنوب غرب سرخس، شرق ایران از تایباد تا جنوب زاهدان و شمال‌غرب ایران از جلفا تا جنوب شرق مشکین‌شهر (شمال آذربایجان) می‌باشند (شکل ۲).

دشتهای کویر لوت، بخشی از بزمان و شمال یزد تا غرب طبس و دشت کویری جنوب شرق تهران به علّت عوامل جغرافیایی نامساعد و کمبود آب حذف می‌گردند. علاوه بر این، مناطق واقع در حاشیه‌های مرزی ایران، با آنکه خطر نسبی زلزله‌خیزی متوسط و پایینی دارند، به دلیل رعایت مسائل حفاظتی و امنیتی از اولویت برخوردار نیستند و در اینجا مورد بررسی و مطالعه قرار نگرفته‌اند.

بنابراین، با در نظر گرفتن کلیهٔ عوامل مناسب در رابطه با لزوم ایمنی هر چه بیشتر طرحهای تحقیقاتی هسته‌ای، مناطق بسیار محدودی از جنوب شرق اصفهان تا دریاچه ارومیه، بخشی از مناطق جنوب شرقی تهران تا جنوب مشهد، جنوب شرق سیرجان و بخشی از منطقه بزمان باقی خواهند ماند. در بین این مناطق، منطقهٔ میان جنوب شرق اصفهان و دریاچه ارومیه به دلیل محدودیت عوامل زلزله‌خیز و داشتن منابع آب کافی از اولویت بیشتری برخوردار است.

۳-۲ - *حذف نواحی نامناسب*

برای گزینش نواحی مناسب از میان منطقه‌های تحت بررسی، از همدان تا جنوب‌شرق اصفهان، نخستین دسته بندی براساس پارامترهای زیر صورگرفت (به شکلهای ۲ و ۳ مراجعه شود):

الف - حذف پهنه‌های کوهستانی و بیرون زدگی‌های سنگی: برای تفکیک نواحی مناسب از لحاظ موضع نگاری (توپوگرافی) سعی شده است پهنه‌هائی که در منطقهٔ مورد مطالعه دارای شیب بیش از ۵ درصد هستند به علت مشکلات تسطیح حذف گردند. این پهنه‌ها شامل نواحی کوهستانی، بیرون زدگی‌های سنگی و... می‌باشند [۱۵].

ب - حذف دشت دوران چهارمی ناهموار و نامناسب: دشت دوران چهارم ناهموار و نامناسب، متشکل از پهنه‌های کویری و رسی، تپه‌های ماسه‌ای، نواحی نامناسب ساحلی و نمکزارها و رسوبهای چین‌دار بادبزنی شکل منقطع [۸] است که از لحاظ زمین‌شناختی ساختار سست و نامقاوم دارد و حذف شده است [۱۵].

پ - حذف نواحی اطراف گسلهای موجود در منطقه: گسلها از لحاظ ساختار زمین‌شناختی در ردیف نواحی ضعیف زمین بوده و در اثر فعالیتهای زلزله‌خیز اغلب جابجا می‌شوند و نامناسبند. بنابراین، از نظر مهندسی زمین‌شناسی و سازه، استقرار سازه‌ها به ویژه مراکز هسته‌ای بر روی گسل یا در امتداد آنها توصیه نمی‌شود، علاوه بر این در اثر فعالیت مجدد گسلهای فعّال، بسته به بزرگی زلزله‌های حادث شونده، تا چند کیلومتری اطراف آنها شتابهای بالایی ایجاد شده و موجب تنشهای قابل توّجهی در سازه‌های موجود در آن محدوده خواهند شد. به همین جهت به منظور احتیاط لازم، کلیّهٔ گسلهای موجود در منطقهٔ مورد بحث (شکل ۱)، فعّال در نظر گرفته شده و براساس استانداردهای ملّی و بین‌المللی، تا حریم ۸کیلومتری از هر طرف گسل نامناسب تشخیص داده شده‌اند و حذف می‌گردند [۱۶و۱۷].

ت - حذف نواحی کم آب: چون سیستم‌های خنک کنندهٔ رآکتورهای

8- Terraces dissected fans

هسته‌ای همچنین آزمایشگاهها و وسایل جنبی آنها بسته به نوع و توانشان نیاز به آب دارند، مناطقی مورد توّجه خواهند بود که ترجیحاً دارای آب کافی و هوای خنک باشند تا بتوان آب مورد نیاز سیستمهای خنک کننده را تامین کرد. به این جهت سعی شده است که نواحی مورد مطالعه برخوردار از آبهای سطحی یا زیرزمینی قابل توّجه باشند و ناحیه‌هائی که واجد این شرایط نیستند حذف شوند. این مرحله از مطالعات و بررسیها بر پایهٔ اطلاعات آبشناسی موجود و بازدیدهای صحرایی انجام پذیرفته است[۱۸].

ج - *حذف مراکز جمعیت:* طبق استانداردهای ملّی و بین‌المللی محل استقرار طرحهای تحقیقاتی هسته‌ای باید دور از مناطق مسکونی باشد. بنابراین، به منظور رعایت حریم مراکز جمعیت و با توّجه به پیش‌بینی رشد جمعیت در آینده، این مناطق نیز حذف شده‌اند.

چ - *حذف نواحی صنعتی وکشاورزی:* کلّیه نواحی صنعتی و کشاورزی چون مورد استفاده‌اند، در مرحلهٔ انتخاب محلهای مناسب برای تاسیسات هسته‌ای حذف شده‌اند.

در این مرحله نیز نواحی زیادی در منطقهٔ محدود به استانهای همدان، مرکزی، چهارمحال و اصفهان براساس عوامل و پارامترهای مفروض و برحسب اولویت‌ها تعیین شده‌اند. همچنین زمینهٔ این مطالعات در پهنه‌های دیگری از ایران(که در شکل ۲ از لحاظ لرزه‌خیزی به صورت مطلوب برآورد شده‌اند) گسترش یافت، ولی در بسیاری از موارد، با آنکه از لحاظ زلزله خیزی نسبتاً مناسب بودند، به علّت کمبود آب نمی‌توانستند قابل توّجه باشند و کنار گذاشته شدند.

در بررسیها و مطالعات صحرائی و جمع‌آوری اطّلاعات زمین‌شناسی، آب‌شناسی، هواشناسی، جمعیت‌شناسی و سایر اطلاعات کشوری و استانی، نواحی مشخّص‌تری انتخاب شد و پس از مقایسه و تطبیق با پارامترهای مورد نظر، نواحی زیر ارجح تشخیص داده شدند (شکل ۳):

۱ - دو ناحیه در جنوب محلات

۲ - یک ناحیه درگلپایگان

۳ - دو ناحیه در غرب اراک

۴ - ناحیهٔ بُن در شمالغرب شهرکرد

۵ - ناحیهٔ کرون در شمال نجف‌آباد

۶ - یک ناحیه در شمال غرب و یک ناحیه در جنوب شرق اصفهان (جنوب شهر زیار و جرقویه)

۴ - روشهای تعیین محلهای مناسب

پس از تکمیل مطالعات دفتری و جستجوهای مقدماتی صحرایی، تعیین محلهای مناسب در نواحی مورد مطالعه عمدتاً براساس محورهای زمین‌شناسی، زلزله‌شناسی، آبشناسی، هواشناسی، جمعیت، بوم‌شناسی، همچنین پارامترهای ملی و بین‌المللی انجام گرفت و در طی این مطالعه ۱۹ محل مناسب (شکل ۳) تعیین گردید[۲۴].

۴-۱ - *تعیین بزرگترین زمین‌لرزه احتمالی برای براورد خطر زمین‌لرزه:*

برای تعیین بزرگترین زمین‌لرزه احتمالی در محلهای مختلف انتخابی، حداکثر شتاب حرکت افقی زمین یا شتاب مبنای طراحی[9] برای هر یک از ۱۹ محل انتخابی، که در اولویت قرار می‌گیرد، به دو روش براورد شده است.

روش اول: در این روش از حداکثر توان لرزه‌زائی گسلهای مهمّ و فعّال منطقه مورد مطالعه (منطقه‌ای به عرض حدود ۱۰۰کیلومتر، از همدان تا جنوب‌شرق اصفهان، (شکل ۱) که شامل گسلهای زاگرس، زفره، شمال اراک و موته می‌باشد استفاده شده است [۱۹].

معمولاً حداکثر توان لرزه‌زائی هر گسل بر پایهٔ رابطهٔ بین طول شکستگی گسل و بزرگی زلزله به صورت $M_b=\log L_r + 5.4$ تعیین می‌گردد[۲۰]. در این رابطه M_b بزرگی زمین‌لرزه در مقیاس ریشتر و L_r معرف طول شکستگی گسل است که معمولاً به استناد تجارب موجود، معادل نصف تا دو سوم طول بخش مستقیم گسل فعال فرض می‌شود. شتاب حرکت افقی هر یک از محلهای انتخابی با استفاده از روابط مختلف افت انرژی و با رعایت حداکثر توان لرزه‌زائی هر گسل و حداقل فاصلهٔ آنها از هر ۱۹ محل انتخابی محاسبه شده است[۲۲-۲۱].

مقادیر شتاب حرکت افقی زمین با توّجه به دوری و نزدیکی هر

9- Design Basis Earthquake (D.B.E.)

محل نسبت به گسلهای فعّال و با فرض اینکه «زمین پی» محل از رسوبات آبرفتی سست با ضخامت بیش از ۲۵ متر باشد بین «۰/۱۲g» تا «۰/۳۰g» حساب شده است.

روش دوم: روش دوم براساس سوابق زلزله‌خیزی منطقه‌ای که محلهای انتخاب در آن واقع شده‌اند و بزرگترین زمین‌لرزه‌هایی که در آن به وقوع پیوسته‌اند بکار رفته است.

در اینجا زمین‌لرزه‌هائی به بزرگی ۵/۵ و ۶ ریشتر (همانند زمین‌لرزه‌هائی که تاکنون در محدودهٔ محلهای انتخابی واقع در مناطق «لرزه زمین‌ساخت» ارومیه و اصفهان - سیرجان بوقوع پیوسته‌اند)، مورد توجه قرارگرفته و به عنوان زمین‌لرزهٔ زمینه انتخاب و به صورت «شناور» در منطقه «لرزه زمین‌ساخت» مورد نظر، در عمق ۱۰کیلومتری هر یک از محلها در نظرگرفته شده است و با استفاده از فرمولهای مختلف افت انرژی و با فرض این که «زمین‌پی» محل از رسوبهای سست آبرفتی به ضخامت بیش از ۲۵ متر پوشیده شده باشد، مقدار شتاب حرکت افقی زمین برآورد شده است[۲۲-۲۱]. مقدار شتاب حساب شده برای ۱۶ محل انتخابی که در منطقه «لرزه زمین‌ساخت» ارومیه قرارگرفته‌اند حدود «۰/۳۱g» و برای سه محل انتخابی که در منطقهٔ «لرزه زمین‌ساخت» اصفهان - سیرجان قرارگرفته‌اند حدود «۰/۲۵g» حساب شده است.

از مقایسهٔ شتابهای حاصل از روشهای اول و دوم این نتیجه بدست می‌آید که در ۱۹ محل بررسی شده، حداکثر شتاب افقی در سه محل واقع در منطقهٔ «لرزه زمین ساخت» اصفهان - سیرجان حدود «۰/۲۵g» و در بقیّه محلها، که در منطقهٔ «لرزه زمین‌ساختی» ارومیه واقعند حدود «۰/۳۱g» است. شتابهای حرکت افقی برآورد شده در این مرحله از مطالعات به دو روش پیش‌گفته، که براساس ضوابط آژانس بین‌المللی انرژی اتمی [۲۳] و اطلاعات موجود انجام گرفته است، جنبهٔ مقدماتی داشته و مقادیر نهایی شتاب DBE پس از بررسیهای تفصیلی زلزه‌شناسی و «زمین‌پی» محلها حساب خواهند شد.

۴-۲ - *بررسی وجود آب و تعیین ظرفیت‌های قابل بهره‌برداری*

در طی مطالعات آب‌شناسی در هر محل، از جمله مطالعهٔ آبهای زیرزمینی، آبهای سطحی، وضعیت کشاورزی، هواشناختی و میزان بارندگی و همچنین وجود منابع آب و رویهٔ مصرف آن [۱۸]، منابع بالقوه و چگونگی تامین آب در آنها مشخص گردید. گرچه در اکثر این محلها تا اندازه‌ای اطمینان از امکان برآورد مقدار بالقوهٔ آب وجود داشته است، ولی در واقع مقایسهٔ آنها از نظر چگونگی تامین آب، و یا مشکلات احتمالی آینده، به ویژه از نظر اقتصادی تفاوتهائی بین آنها مشاهده شده است.

هر چند روشهای متعدّدی برای دسته بندی محلها، از نظر وجود و تامین منابع آب یافت می‌شد ولی در اینجا برای اختصار، این محلها را در دو دسته قرار داده‌ایم.

۱ ـ محلها و ناحیه‌هائی که از زاینده‌رود باید تغذیه شوند.

۲ ـ محلها و ناحیه‌هائی که از رودخانه‌های نزدیک خود تغذیه می‌شوند.

محلها و نواحی قابل تغذیه از زاینده رود، هر یک در فاصله‌ای حدود ۲۰کیلومتر از این منبع قرار داشت که اولاً طرح آب‌رسانی آن پُر هزینه بود، ثانیاً بنابر اطلاعات مدیریت‌های مناطق، بجز جرقویه، بقیّه محلها طرح آبرسانی مصّوبی برای خود نداشتند. اگر طرحی هم وجود می‌داشت، موکول به غنی‌سازی منابع از شاخابه‌های کارون و طرحهای آبرسانی بزرگ کشور بود که انجام این طرحها زمان قابل پیش‌بینی را پیش رو ندارند. علاوه بر این، استدلال دیگر این بود که اگر قرار باشد از این نوع محلها استفاده شود محلهای نزدیک به مرکز تکنولوژی اصفهان به دلایل موجّه در صدر قرار می‌گیرند.

در میان محلهای دسته دوم، مانند گلپایگان و محلات، که از رودخانه‌های نزدیک می‌بایست تغذیه شوند به علت وظیفه اصلی آنها در سیراب کردن نواحی کشاورزی اطراف و اضافه‌شدن بار جدید برای آب‌رسانی به شهر قم، از طریق سد پانزده خرداد، برداشت آب دیگری در حدود ۰/۲ متر مکعب در ثانیه، آنهم به طور دائم و تضمین شده، تقریباً غیر عملی به نظر می‌رسید.

بنابراین از لحاظ تامین آب، تنها ناحیه‌های شمال غربی استان مرکزی را می‌توان مورد توجه بیشتر قرار داد، زیرا هم اطلاعات محلی و هم اطلاعات مدیریت آب استان مرکزی، منابع آب این نواحی را بسیار غنی توصیف کردند[۲۸-۲۶].

۴-۳ - مقایسه و درجه بندی محلهای مناسب انتخاب شده برای تعیین مناسبترین محلها

به منظور تعیین مناسبترین مکانها جهت انتخاب محلّ و استقرار تاسیسات هسته‌ای تمام محلهای مناسب انتخاب شده برای درجه‌بندی مورد بررسی کامل قرار گرفتند[۲۴]. در این درجه‌بندی، که عمدتاً براساس استانداردهای متداول صورت گرفته است، محور اصلی مطالعات در انتخاب مناسبترین محلها عبارت بودند از:

۱ - جمعیت‌شناسی
۲ - زلزله‌شناسی
۳ - زمین‌شناسی
۴ - آب‌شناسی
۵ - منابع آب
۶ - وضعیت «زمین‌پی»
۷ - هواشناسی
۸ - بوم‌شناسی
۹ - جغرافیا و موضع نگاری (توپوگرافی)
۱۰ - حمل و نقل خطوط نیرو

در اینجا با توّجه به ویژگی خاص طرح مورد نظر، موقعیت طبیعی ۱۹ محل بازنگری شد. برای این منظور، موقعیت طبیعی ۱۹ محل مناسب انتخاب شده از لحاظ مشرف بودن به ارتفاعات از طرفهای مختلف (از یک، دو، سه و حتی چهار طرف) مورد توجه قرار گرفت، و پوشش حفاظتی و امنیتی طبیعی محلهای مناسب انتخاب شده به عنوان یک پارامتر حائز اهمیت در درجه‌بندی آنها منظور شد. بررسی‌های درجه بندی دو اشکال عمده داشتند:

الف - عدم وجود نظرهای کارشناسانهٔ ادارات استانی و منطقه‌ای و عدم امکان صدور مجوزهای لازم.

ب - تأثیرپذیری درجه بندی به علت ناکافی بودن اطلاعات لازم.

بنابراین، پس از مطالعات تکمیلی منابع آب، زلزله‌خیزی و حذف مناطق کشاورزی و همچنین حذف نواحی نزدیک به مرکز تکنولوژی اصفهان و اعلام نظر مسؤولان محلی از نظر منابع آب، انرژی، خطوط ارتباطی و طرحهای آینده منطقه، به ویژه نظر مدیریت منابع طبیعی و محیط زیست، جدول درجه‌بندی اولیه تغییر کرد[۲۴]. در مراحل تجدیدنظر از گروههای مختلف کارشناسی مستقل از شرکتهای مشاور و دانشگاهها استفاده شد[۳۱-۲۹]. این امر در حالی اتفاق افتاد که قبلاً گروههای کارشناسی مشاوران خارجی و داخلی، در ضمن بازدید و بررسی، کتباً هم نظرهای کارشناسانهٔ خود را اعلام کرده بودند[۲۴-۳۲]. بنابراین تعداد محلهای مناسب، با دخالت‌دادن پارامترهای جدید به کمتر از ۷ محل کاهش یافتند. این محلها کلاً در ناحیه‌های عسگران، گلپایگان و اراک واقع هستند که با مقایسهٔ دقیق‌تر و امکانات زیربنایی، وضعیت فرهنگی به ویژه اطمینان از آینده از نظر تامین آب، تعدادی از محلها (سایت‌ها) در ردهٔ مناسبترین تشخیص داده شدند. از بین این محلها، یک سایت براساس موقعیت ممتاز و منطبق بر شرایط مورد نظر انتخاب شده و تحت مطالعهٔ تفصیلی و بهره برداری می‌باشد. تعداد دیگری از همین سایتها نیز در صورت تامین اعتبار و صدور مجوز مسؤولان استانی برای فعالیتهای مشابه نیز کاملاً مناسب هستند.

۵ - یافته‌ها و نتیجه‌گیری

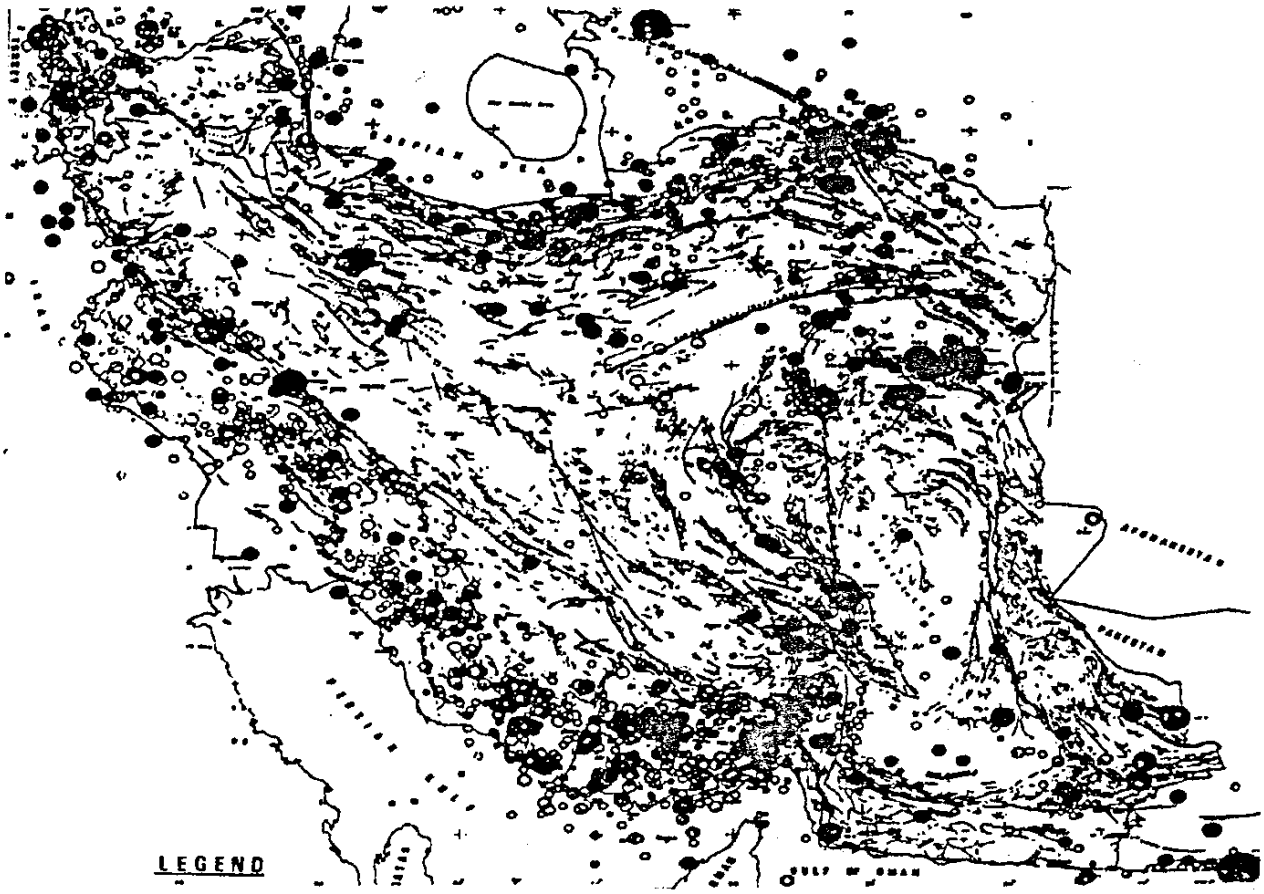
در این مقاله نشان داده شد، که دستیابی به محلهای (سایت‌های) مورد نظر، در حالی که به دلیل کم آبی و لرزه خیز بودن مناطق کشور چندان آسان نبود، در اثر یک برخورد علمی و منطقی و در جریان انجام گرفتن کار نسبتاً فشرده و منظم با عرضه کردن تعاریف مشخصّی از ویژگیهای سایت مورد نظر، میّسر گردید. هر چند تکمیل مطالعات درجه‌بندی و گرفتن مجوزهای استانی و همچنین انجام برخی از مطالعات تفصیلی چهار سال طول کشید، ولی در واقع محلهای پیشنهاد شده، که یکی از آنها هم اکنون در دست بهره‌برداری است از بهترین محلهای کشور برای رفع نیازهای سازمان می‌باشد. علاوه بر این، از لحاظ کم هزینه بودن، اجرای چنین طرحی در مقایسه با طرحهای مشابه دیگر در سرتاسر کشور و یا در نقاط دیگر جهان قابل توجّه است.

طی مراحل متعدّدی که در متن مقاله بیان شده‌اند و فعالیت‌های مطالعاتی و صحرایی، ابتدا مناطق قابل جستجو، سپس نواحی مناسب تعیین شدند؛ در مرحله‌های بعد تعدادی محلهای مناسب و نهایتاً محلهای مناسب‌تر تعیین گردیدند. در واقع در مجموع این فعالیت‌ها نه تنها نحوه اصولی انتخاب محل مناسب توضیح داده شده است بلکه در نتیجهٔ این فعالیت‌ها به جای یک محل، چندین محل

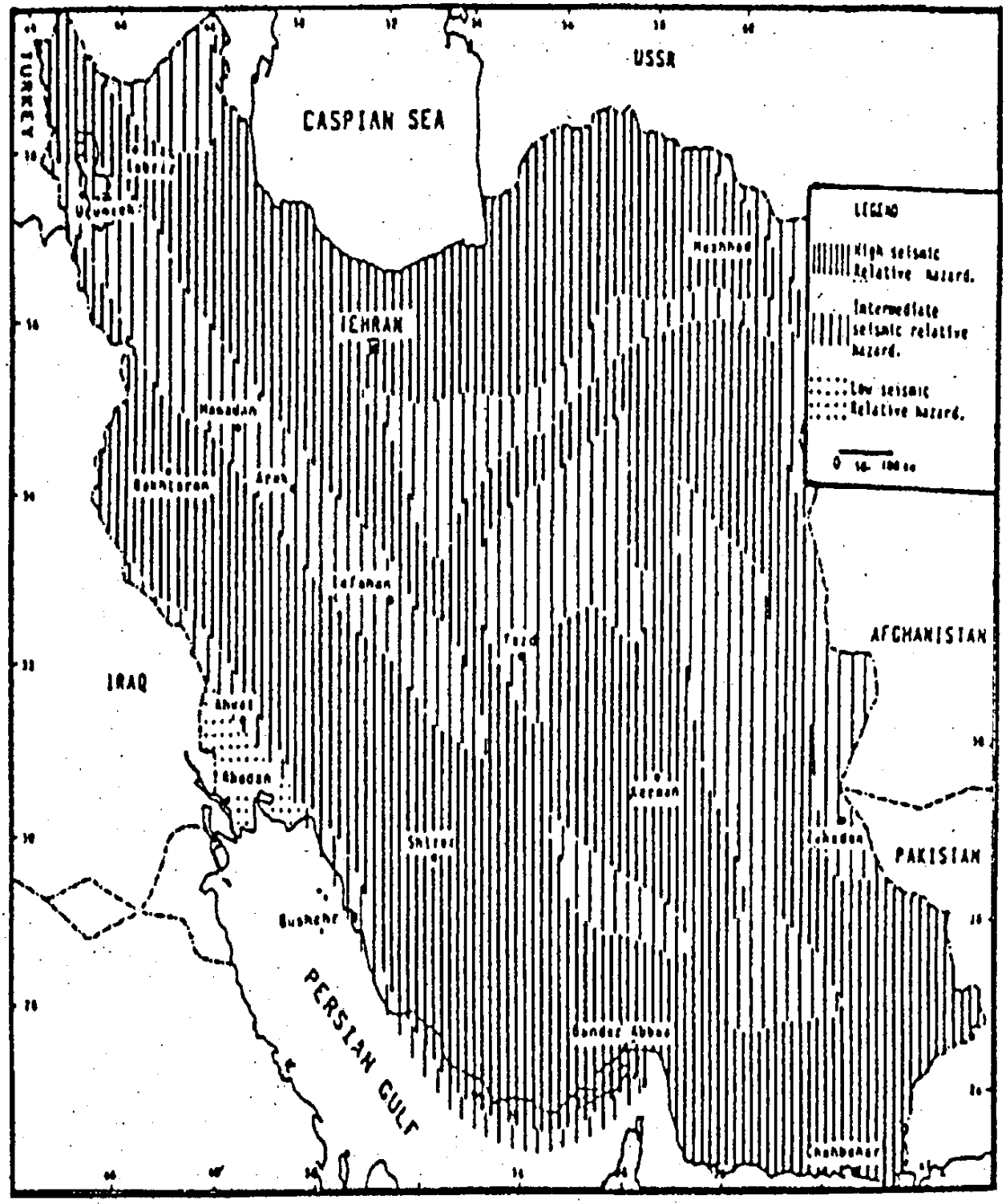
برای منظورهای مشابه در همین زمینه با توّجه به مشخّصات کم و بیش متفاوت کاربری محلها بدست آمده است. بدیهی است پس از انتخاب محل و اطمینان از برخوردار بودن آن از قابلیت‌های بالقّوهٔ مناسب برای تاسیسات هسته‌ای، لازم است کلیّه مجوّزهای اداری برای استفاده از امکانات آب، خطوط ارتباطی، نیرو، مخابرات، منابع طبیعی، کشاورزی، زیست‌محیطی، شهرسازی و... کسب گردد. تا به حال، تنها در مورد یکی از محلهائی که اکنون در دست بهره‌برداری است، این مجوّزها اخذ شده‌اند. بدیهی است این نتایج کلی، از مجموعهٔ فعالیت‌ها و مطالعات مقدماتی حاصل شده‌اند. در یکی از محلها نیز که مطالعات تفصیلی از نظر بررسیهای لرزه‌خیزی، زمین‌پی، مهندسی مکانیک خاک، هواشناسی و آب‌شناسی انجام گرفته است، نه تنها درستی مطالعات مقدماتی موضوع این برنامه تایید شده بلکه در بسیاری از موارد نتایج بهتر از حد انتظار بدست آمده است[۳۷-۳۶].

تقدیر و تشکر

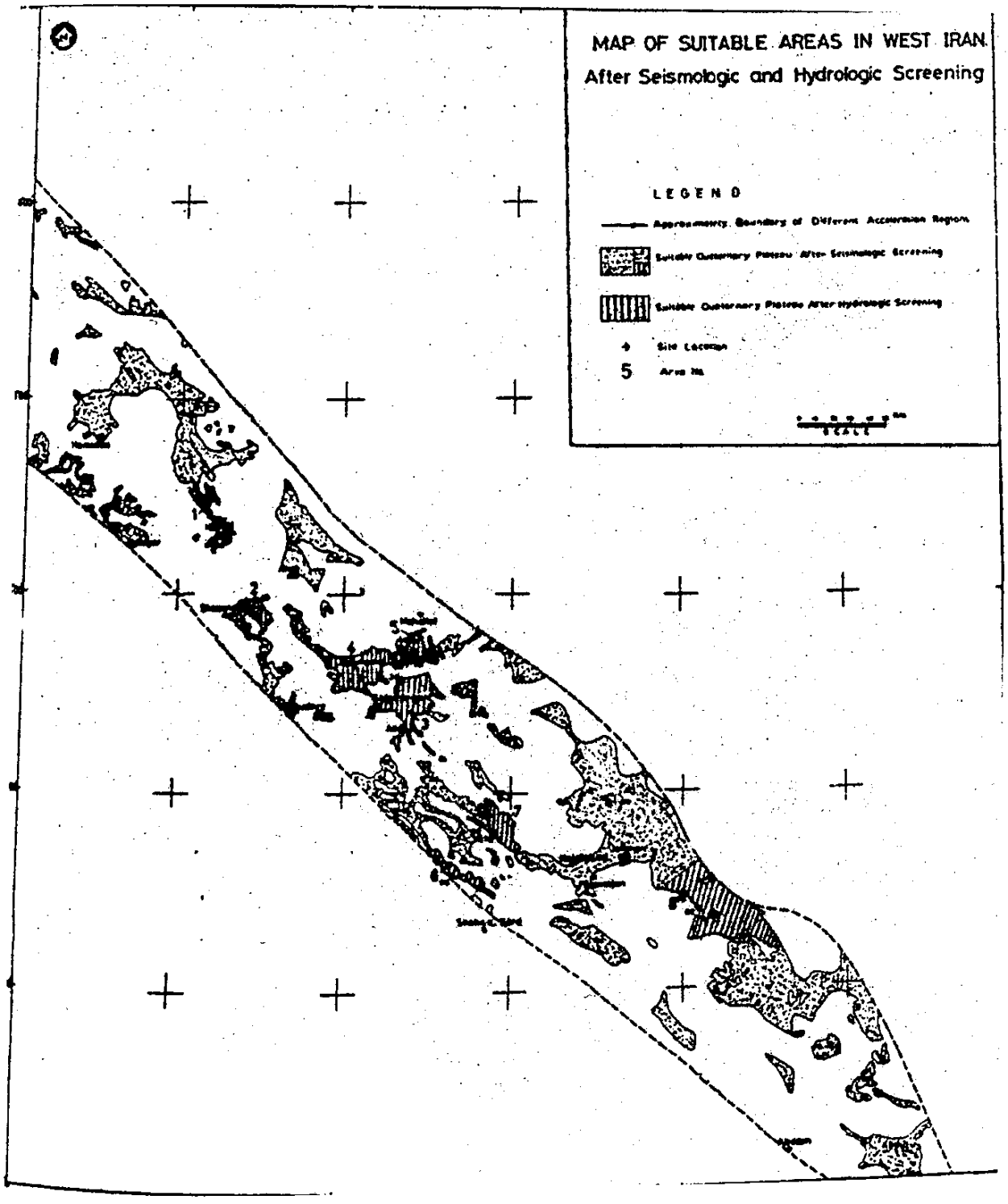
نویسندگان، مراتب قدردانی و تشکّر خود را از همکاری مسؤولان محترم سازمان انرژی اتمی ایران که زمینه ساز انجام این مطالعات شده‌اند ابراز می‌دارند. در این مطالعات گروههای تخصّصی متعدّدی از درون و بیرون سازمان در زمینه‌های زمین‌شناسی، زلزله‌شناسی، ژئوفیزیک، آب‌شناسی، هواشناسی، مهندسی مکانیک خاک و همچنین کارشناسان خارجی که با گروه مسؤول انجام پروژه همکاری داشته‌اند تشکر می‌نمایند. برخی از هماهنگیهای این فعالیت‌ها به توّسط آقای مهندس منوچهر مددی، مخصوصاً آقای مهندس اصغر امیله و سایر همکاران مرکز پژوهشی انجام شد که از آنان نهایت تشکر و سپاسگزاری را داریم.



شکل ۱: نقشه لرزه‌خیزی و گسلهای ایران



شکل ۲: نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله در ایران



شکل ۳: نقشه نواحی مناسب غرب ایران (براساس وضعیت زلزله‌خیزی و آب‌شناسی)

References

1- IAEA, Safety series, code on the safety of Nuclear Power Plant siting, (1986).

2- a IAEA, safety operation of Research Reactors and Critical Assemblias, safety series, No 35, (1984).

2- b IAEA, Safety Standards in Nuclear Power plant. Siting, No,50-C-S, Revi. 10,(1988).

۳- ابراهیم افشار، حمید ایرانمنش، مطالعهٔ امکان سنجی احداث رآکتور تحقیقاتی با شار بالا، شمارهٔ AEGE-74,3006 مرکز پژوهشی،(۱۳۷۴).

۴- احمد قریب، طرح توجیهی سایت مرکز پژوهشی AEGE-74,3005، مرکز پژوهشی، (۱۳۷۴).

۵- دفتر فنی مرکز پژوهشی، گزارش مقدماتی سایت‌های مناسب برای پروژه گلاب AEGE-74-3002 مرکز پژوهشی، (۱۳۷۴).

6- D.P. Mckenzie, Active Tectonics of Mediterranean Region, Geophs, J. Vol. 30,PP 109 - 185, (1972).

7- A.A. Nowroozi, focal Mechanism of Earthquakes in persia Turkey, West Pakistan and Middle -East. Bull Seism. Society of Am. Vol. 62, PP. 823 -850 (1972).

8- M. Takin, Iranian Geology and Continental Drift in the Middle East, Nature, Vol. 235,P.147-150,(1972).

9- M. Berberian, Continental Deformation in the Iranian plateau (Contribution to the seismotectonics of Iran, Part IV), Geological survey of Iran Report No. 52,(1983).

10- J.F. Dewey, W.C.III. Pitman, W.B.F. Ryan, and J. Bonnin, Plate Tectonics and the Evolution of the Alpine system: Geol. Soc. America Bull., V. 84 P. 3137 - 3180, (1973).

11- A.R. Gramford, Iran Continental Drift and Plate Tectonics, 24th. Int. Geol. Cong. Montreal, Sec. 3, 106-112, (1972).

12- J. F. Dewey and J.M. Bird, Mountain Belts and the New Global Tectonics, Jour. Geophys. Research, V.75, P. 2625-2674,(1970).

13- M. Berberjan, and G.C.P. king. Towards a Palcogeography and Tectonic Evolution of Iran, Con,J. Earth. Sci., 18, 210-265,(1981).

14- A.A.Nowroozi, Seismotectonic Provinces of Iran, Bulletin of the seismological Society of America, Vol. 66, No. 4. PP.1246-1276,(1976).

15- H. Huber, Geological Map of Iran, 1:1000.000 Scale National Iranian Oil. Co, (1977).

16- USNRC, General Site Suitability Criteria for Nuclear power stations , Reg. Guide 4.7, Rev. 1, (1975).

17- A. Mohajer- Ashjai, and M.S. Nabavi, Seismicity and fault Map of Iran, Atomic Energy Organization of Iran. 1: 2500,000,(1982).

18- Ministry of Energy and Hydrology, water Resources Atlas of Iran, water resources Management, Burea of water resources Investigation and Planning, Vol. 1, No.2,(1990).

19- AEOI, Earthquake catalogue of Iran, Seismology and earthquake Engineering Div.,(1996).

20- A. Mhajer - Ashjai, A.A. Nowroozi, Observed and probable Intensity Zoning of Iran Tectono physics, 29, 149 -160, (1978).

21- N.C. Donovan, A Statistical Evaluation of strong Motion Data Including the Feb.9, San fernando Earthquake proceedings. 5th world conf. On Earthquake Engineering , Rome Vol., pp, 1252 -1261,(1971).

22- W.B. Joyner, and D.M. Boore, Peak Horizontal Acceleration and Velocity from strong Motion Records Including Records from strong Motion Records Including Records from the 1979, Imperial Valley, California Earthquake, Bull. Seism. Soc. Am. 71(6),(1982).

23- IAEA TECDOC,A Technical Document Issued By the International Atomic Energy Agency Vienna. No.403,(1987).

24- A.A.Zohoorian Izadpanah, H. Iranmanesh, Preliminary studies of site selection for Nuclear Research Center, AEGE- 72-3001, (1372).

25- Ministry of Housing and urban Development, Building and Housing Research Centre, Iranian code for Seismic Resistant Design of Bulding, Standard No 2800, pub. No82,(1990).

۲۶ - دفتر فنی مرکز پژوهشی، گزارش هیدرولوژی و زمین‌شناسی حوزه رودخانه شراء (دشتهای شازند و شراء) AEGE-76-30/0، مرکز پژوهشی، (۱۳۷۶).

۲۷ - دفتر فنی مرکز پژوهشی، بررسی پتانسیل منابع آب در حوزه رودخانه شراء، (۱۳۷۶).

۲۸ - دفتر فنی مرکز پژوهشی، مطالعهٔ هواشناسی و هیدرولوژی بند انحرافی خنداب، AEGE-76-3009 مرکز پژوهشی، (۱۳۷۶).

۲۹ - شرکت مشاور نارگان، مقایسه سایتها، مرکز پژوهشی، (۱۳۷۶).

۳۰ - شرکت مهندسی صنایع نفت و ساختمان، مقایسهٔ سایت‌ها، مرکز پژوهشی، (۱۳۷۶).

۳۱ - حسین معماریان، فرزانه، منوچهر قریشی، مقایسه سایتها، مرکز پژوهشی، (۱۳۷۶).

۳۲ - مرکز پژوهشی انرژی اتمی و موسسه ملی هسته‌ای چین، توافق‌نامه همکاری، (۱۹۹۴).

۳۳ - مؤسّسه‌ملی هسته‌ای چین، گزارش مقدماتی ارزیابی پروژه انتخاب سایت، (۱۹۹۴).

۳۴ - دفتر مشاور سازمان، گزارش بررسی انتخاب محل برای ایجاد مراکز تحقیقاتی، (۱۳۷۲).

۳۵ - علی اصغر ظهوریان ایزدپناه، ارسلان مهاجر اشجعی، علی اصغر رمضان، مطالعهٔ زلزله‌خیزی و تعیین خطر زمین‌لرزه و ضرایب طرح و مقاوم در برابر زلزله در محل احداث پالایشگاه هفتم شازند، اراک، AEGE-63-3al مرکز پژوهشی، (۱۳۶۳).

۳۶ - قاسمعلی کشکولی، تهیه نقشه‌های توپوگرافی مرکز پژوهشی، (۱۳۷۶).

۳۷ - دفتر فنی مرکز پژوهشی، تعیین مختصات ماهواره AEGE-75-3007 مرکز پژوهشی، (۱۳۷۶).

Nuclear Sites Selection Studies

A. Gharib, A. A. Zohoorian - Izadpanah, H. Iran-manesh

Atomic Energy Organization of Iran

Abstract:

It is of special importance, especially from the nuclear safety viewpoint, to select suitable sites for different nuclear structures with the considered future activities. Site selection sometimes involves high costs not necessarily for merely selecting of site but for some preliminary measures to be taken so as the site may have the ncessary characteristics. The more suitable the natural characteristics of the site for the considered project, the more successful and efficient the project, the lower the project costs and the longer the project operation period. If so, the project will cause the growth of public culture and sustainable socioeconomic development.

This paper is the result of the conclusion of numerous massive reports of this activity in the preliminary phase based on theories, practices and the related safety principles on this ground as well as the application of data and information of the past and a glance to the future. The conception of need for a site for medium structures and nuclear research projects and how to perform this process are presented step by step here with a scientific approach to its selection during the investigations.

In this study , it is practically described how the site is selected, by determining and defining the characteristics of research and nuclear projects with medium structures and also its fitting to the optimum site. The discovered sites typically involve the best advantages in technical and economic aspects and no particular contrast with the concerned structures.