



ریاست جمهوری  
معاونت علمی و فناوری  
معاونت علمی و پژوهشی  
اداره کل ممانیزه توسعه علوم

«طرح ممیزی ۱۱۴ موضوع مهم علمی»  
چکیده گزارش

«ممیزی مهندسی زلزله در ایران»

مجمع علمی ممیزی توسعه علوم  
دبیرخانه ممیزی توسعه علوم فنی و مهندسی

انجمن مهندسی زلزله ایران



تیرماه ۱۳۹۱

## ۱- مشخصات طرح ممیزی

- نام انجمن یا نهاد علمی: انجمن مهندسی زلزله ایران
- مدیر اجرایی طرح: محسن غفوری آشتیانی
- تاریخ اختتام: تیرماه ۹۱
- گروه تخصصی: علوم فنی و مهندسی

## تاییدیه انجمن مهندسی زلزله ایران

محسن غفوری آشتیانی: رئیس انجمن

## Assessment of Earthquake Engineering Status in Iran

### 2- Abstract

Iran being located in a region with active faults causing high seismicity in more than 90% of its land makes it a high seismic hazard zone of the world. Experiencing frequent devastating earthquakes, has caused high human, social and property losses in the past decades stemming from the vulnerability of the built environment, rapid population growth and seismically-incompatible urban development. In the other hand low quality of the construction and vulnerability of existing structures in the country, have increased the risk of casualties and extensive economic losses due to occurrence of an earthquake. The experience of Tabas, Manjil-Rudbar and Bam earthquakes is an obvious example of above mentioned points.

In past two decades, especially after destructive earthquake of Manjil-Rudbar (1990), a new initiative had started toward the development and expansion of earthquake engineering know-how with the objective of reducing the earthquake risk; and specialized institution such as International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (IIEES) were established. The universities and research centers with the expansion of their earthquake engineering research and educational program made a major and noticeable contribution toward the development of the knowledge required for the earthquake safety of Iran. As the result, the number of earthquake engineering specialist, research reports, scientific papers, specialized consulting services had expanded. The overall results show that in comparison with Turkey and India, Iran is more advanced or at least on the same level; and in comparison with USA with the consideration of population and experience, we are in a good position. Despite our great scientific achievement in past 20 years that can be easily adopted in engineering practice, as it has been emphasized in the Panel of Experts, there is a wide gap between the practice and the theoretical knowledge; and that is the biggest challenge for the earthquake engineering community in Iran and in the world as well.

The results indicate the need for the development of "Earthquake Engineering Vision of Iran" based on the an action-oriented "Natural Disaster Prevention and Risk Reduction Strategy of Iran" which was ratified by the leadership of Iran in 2005. In an integrated view to this strategy, the Earthquake Engineering Vision of Iran should emphasize on the implementation research. It should be noted that without the effective cooperation of the Industry, responsible authorities and the engineering communities, and the implementation of existing knowledge and regulation, we can never no one can achieve seismic safety and a sustainable development in Iran.

**Key words:** Earthquake Engineering, Iran, Seismic Hazard, Seismic Risk

### ۳- چکیده

ایران به علت وجود گسل‌های فعال، لرزه خیزی بالا و احتمال خطر وقوع زلزله‌های شدید؛ و از سوی دیگر عدم استفاده موثر از دانش مهندسی، توسعه ناسازگار با خطر زلزله، عدم رعایت مناسب استانداردهای ساخت و ساز مقاوم و آسیب پذیری بالایی آنها؛ در معرض خطر پذیری (ریسک) بالای زلزله قرار دارد و در دهه های اخیر خسارات جانی و مالی زیادی به کشور وارد شده است. وقوع زلزله‌های رودبار - منجیل و زلزله بم موید این واقعیتها است. لذا محققین، جامعه دانشگاهی و نخبگان کشور، به ویژه پس از وقوع زلزله منجیل سال ۱۳۶۹، حرکتی نو در عرصه دانش مهندسی زلزله آغاز نمودند و مراکز تخصصی به ویژه مانند پژوهشگاه بین‌المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله در این زمینه تاسیس گردیدند. این مراکز با جذب اساتید، محققین و دانشجویان تحصیلات تکمیلی در رشته مهندسی زلزله، به ایجاد و تولید دانش لازم جهت کاهش و کنترل خطرپذیری زلزله پرداختند. نتیجه این تلاشها در سالهای اخیر سبب افزایش قابل توجه تولید دانش مهندسی زلزله و ارائه راهکارهای عملی و مهندسی توسط محققین کشورمان بوده است که نمود آن را می‌توان با افزایش تعداد مقالات ارائه شده در مجلات علمی و کنفرانسها معتبر بین‌المللی مشاهده نمود. براساس نتایج بدست آمده در گزارش ممیزی دستاوردهای علمی و فناوری ما قابل مقایسه و در سطحی مشابه با کشورهای پیشرو منطقه بوده و در مقایسه با کشورهای پیشرفته نیز از شرایط بسیار خوبی برخوردار می‌باشد؛ و از نظر نسبت جمعیتی همسان با کشورهای پیشرفته است. ولی در عمل و اجرا به طوریکه نتایج آن برای مردم ملموس باشد آنچنان موفق عمل نکرده ایم. اما نیاز اصلی کشور در توسعه دانش مهندسی زلزله، بکارگیری قابلیت‌های این دانش در کاهش خطرپذیری لرزه‌ای و افزایش ایمنی مستحقات در برابر این پدیده است. نتایج ممیزی نشاندهنده پتانسیل بسیار بالای جامعه

علمی برای رفع نیازهای کشور در کاهش خطرپذیری میباشد؛ اما هنوز یافته‌ها و دستاوردها ۲۰ ساله به شکل مناسب و مطلوب در بعد اجراء و عمل بکار گرفته نشده است تا شاهد کاهش آسیب‌پذیری و افزایش ایمنی کشور باشیم. لذا پیشنهاد گردید تا "سند چشم‌انداز مهندسی زلزله ایران" مبتنی بر "سیاست‌های کلی نظام در زمینه پیشگیری و کاهش خطرپذیری ناشی از سوانح طبیعی" که در سال ۱۳۸۴ توسط مقام معظم رهبری ابلاغ گردیده، تدوین گردد. در این سند، باید ضمن افزایش ارتباط و همکاری بخش‌های علمی و پژوهشی و بخش‌های اجرایی، بیشتر هدف‌دار نمودن فعالیت‌های علمی، توجه بیشتر دستگاه‌های اجرائی به پیاده نمودن دانش و دانائی‌های موجود در دسترس در فرایند توسعه و پیشرفت پایدار کشور تاکید گردد؛ به عبارتی تلفیق بیشتر و موثرتر دانش و مهندسی و اجراء.

**واژگان کلیدی:** ایران، مهندسی زلزله، خطر زلزله، خطر پذیری لرزه ای

#### ۴- ارائه تصویری از وضعیت علم، فناوری و نوآوری و مقایسه با کشورهای ترکیه، هندوستان و ایران

##### ۴-۱- معرفی کلان حوزه زیربُط و ارائه دسته‌بندی منتخب

مهندسی زلزله مجموع دانش مهندسی است که با تحلیل و بررسی تاثیر پدیده زمین لرزه بر محیط مصنوع شامل ساختمانها، ابنیه فنی و شریانهای حیاتی و تاسیسات زیر بنائی؛ راهکارهای طراحی و ایمن سازی آنها را در برابر زلزله ارائه می‌دهد. مهندسی زلزله در کلان با توجه به علوم مرتبط و تاثیرگذار آن را می‌توان به زیر بخش‌های مهندسی زلزله، مهندسی سازه، مهندسی ژئوتکنیک، خطر پذیری و زلزله شناسی مهندسی تقسیم‌بندی نمود که هر کدام از این بخشها دارای زیر شاخه‌های متعددی هستند. علاوه بر این زیر بخشها ژئوتکنیک لرزه‌ای و مدیریت ریسک زلزله را نیز از زیر شاخه‌های مهندسی زلزله به حساب آورد اما با توجه به تعریف ارائه شده در طرح حاضر توجه بیشتر به بعد سازه‌ای مهندسی زلزله معطوف شده است.

از نظر کاربردهای مهندسی زلزله در توسعه کشور تقسیم‌بندی آن عبارتند از: شناخت رفتار دینامیکی سازه‌ها در برابر زلزله؛ طراحی ایمنی انواع سازه‌های آبی؛ مقاوم‌سازی و بهسازی مستحقات و سازه‌های موجو؛ تدوین قوانین، آیین‌نامه‌ها و دستورالعملها؛ حفظ جان و سرمایه انسانها؛ و توسعه پایدار. منظور از سازه؛ عضو یا مجموعه اعضایی می‌باشد که که به منظور تحمل بارهای وارده و انتقال آنها به تکیه‌گاه مورد استفاده قرار می‌گیرند. سازه‌هایی که معمولا مورد توجه مهندسی زلزله می‌باشد می‌تواند انواع ساختمانهای مسکونی، عمومی (مدارس، بیمارستانها، مجتمع های تجاری، عمومی، فرهنگی و ورزشی) شبکه شریانهای حیاتی (برق، آب، مخابرات گاز، مخابرات و...) تاسیسات زیربنایی (صنایع، نیروگاه‌ها، پتروشیمی، پالایشگاه و...) باشند.

##### ۴-۲- توصیف وضعیت موجود در کشور

در این بخش از جنبه‌های دانش مهندسی زلزله را می‌توان مشتمل بر ۵ موضوع علمی مرتبط در نظر گرفت، مهندسی زلزله، مهندسی سازه، مهندسی ژئوتکنیک، خطر پذیری و زلزله شناسی مهندسی. تمامی این شاخه‌ها از اهمیت بالا در زمینه کاربردی نمودن و اشاعه دانش مهندسی زلزله برخوردار می‌باشند. در مجموع آمار اساتید، دانشجویان، تولیدات علمی دانش مهندسی زلزله و شاخه‌های مرتبط در مقایسه با کشور های در حال توسعه مناسب می‌باشد. اما این آمارها و میزان تولیدات علمی کشور در مقایسه با کشورهای پیشرو در این زمینه از سطح پایین تری برخوردار می‌باشد. که با تلاش برای حفظ رشد کمی و افزایش رشد کیفی تولیدات علمی مرتبط می‌توان انتظار داشت که در چند دهه آینده میزان تولیدات علمی کشور در سطح مناسبی در مقایسه با کشورهای پیشرو جهان قرار گیرد.

حوزه‌های نیاز مند به مهندسی زلزله در ساخت و ساز و بهسازی لرزه ای را می‌توان در سه بخش سازه‌های ساختمانی، سازه‌های صنعتی و شریانهای حیاتی تقسیم بندی نمود. در این سه زمینه نیز تولیدات و اشاعه دانش از گسترش یکنواخت برخوردار نمی‌باشد در این میان مطالعات مرتبط با حوزه شریانهای حیاتی و سازه‌های صنعتی از رشد محدودتر در مقایسه با سازه‌های ساختمانی برخوردار می‌باشد که می‌بایست با توجه به نیاز کشور در این زمینه‌ها گسترش دانش مورد توجه جدی تر قرار گیرد. سرمایه‌گذاری هم به صورت دولتی می‌تواند توسط سازمانهای ذیربُط انجام شود و هم می‌تواند به صورت جذب سرمایه باشد. به عنوان مثال یکی از راههای جذب سرمایه در ایمن سازی سازه‌ها در برابر

زلزله، نوسازی است. وقتی صاحب سرمایه یا سرمایه گذار ببیند سود زیادی در ساخت و ساز و یا نوسازی بافتهای فرسوده وجود دارد، به سوی آن روی می آورد و این امر به تدریج یک شهر آسیب پذیر را به یک شهر ایمن در برابر زلزله تبدیل خواهد کرد.

متناسب با رشد رشته مهندسی زلزله و رشته های وابسته، دانش آموختگان این رشته ها در دهه گذشته افزایش چشم گیری داشته اند. دانش آموختگان این رشته ها بسته به نوع تخصص و درجه علمی جذب دانشگاهها، مراکز پژوهشی و شرکتهای مرتبط شده اند. در حال حاضر حداقل ۳۱ مرکز دانشگاهی وابسته به وزارت علوم تحقیقات و فناوری با فعالیت مرتبط با مهندسی زلزله وجود دارد. علاوه بر این تعداد شرکت های با زمینه های فعالیت وابسته به مهندسی زلزله در حال حاضر ۱۵۵ شرکت می باشد که به این تعداد می توان شرکت هایی که بدون اخذ پایه مربوطه به صورت خصوصی به انجام پروژه های مرتبط با مهندسی زلزله می پردازند را نیز افزود.

بازار کار مهندسی زلزله در ایران حال حاضر دوره شکل گیری را پشت سر گذاشته و در مرحله گذار است. مرحله شکل گیری این بازار در دهه ۱۳۸۰ با سرعت قابل قبولی به انجام رسید اما دوره گذار این صنعت در ایران با چالشهای مختلفی روبرو است که مهمترین آنها کاهش بودجه های پیشگیری و بی میلی دستگاههای دولتی به بهسازی لرزه ای و بعضاً عدم موفقیت کامل فرایند ارزیابی آسیب پذیری و بهسازی لرزه ای بعضی از پروژه ها می باشد. به نظر می رسد لرزه خیزی بالای برخی از کشورهای اطراف و نبود دانش کافی و تجربه حرفه ای مرتبط در این زمینه بتواند زمینه سازی برای خروج از برخی از چالشهای پیش روی بخش خصوصی مهندسی زلزله در مرحله گذار باشد.

گردش منابع انسانی در زمینه ساخت و ساز مقاوم و بهسازی لرزه ای سازه ها عملاً به مقدار زیاد وابسته به شرایط کلی ساخت و ساز در کشور می باشد. حجم ساخت و ساز در کشور وابسته به میزان پروژه های عمرانی، بودجه های عمرانی و شرایط تسهیلات بانکی می باشد. منابع مالی تحقیقاتی نیز به شکل بودجه های عمدتاً دولتی بوده که به زمینه های خاصی اختصاص یافته است. میزان این بودجه های تحقیقاتی و پژوهشی معمولاً وابسته به حساسیت جامعه و مسئولان به خطر پذیری لرزه ای می باشد. این روال در زمینه منابع مالی مرتبط با بهسازی لرزه ای نیز معتبر می باشد. بعنوان مثال پس از وقوع زمین لرزه رودبار - منجیل و یا زمین لرزه بم و آسیب های جانی و مالی آن حساسیت به خطر پذیری لرزه ای در جامعه و بین مسئولان افزایش یافته و حجم منابع مالی تخصیص یافته پژوهشهای مرتبط با مهندسی زلزله و پروژه های بهسازی لرزه ای افزایش یافته است. اما با فاصله گرفتن از این رخ دادهای تاسف بار مجدداً میزان حساسیت به خطر پذیری لرزه ای کاهش و گردش منابع مالی و انسانی محدود می گردد.

مهندسی زلزله در طول دو دهه گذشته یک شاخه کاملاً پویا بوده است که توانسته بازارهای حرفه ای جدیدی برای خود شکل دهد. گسترش این بازارها از طریق مشارکت برخی از دستگاههای دولتی، نهادهای دانشگاهی و شرکتهای فعال در شاخه های مختلف مرتبط با مهندسی زلزله شکل گرفته است که حاصل آن تدوین دستورالعملها و راهنماها و معیارهای لازم برای انجام مطالعات ارزیابی آسیب پذیری لرزه ای و یا طراحی لرزه ای سازه ها و تاسیسات مختلف می باشد.

#### ۴-۳- شاخص های علم، فناوری و نوآوری بخش

۴-۳-۱- شاخص های کمی [۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹ و ۳۰]

مقدار	شاخص ها		وزن	شاخص های حوزه علم
۱۳۱	علمی - پژوهشی	تعداد مقالات منتشر شده در مجلات داخلی به تفکیک:	۲	
۸۸	علمی - ترویجی			
۲۰۴	تعداد مقالات ISI		۵	
۲۲۶	ملی	تعداد مقالات تخصصی ارائه شده در همایش های معتبر علمی به تفکیک:	۱	
۳۲۶	بین المللی			
۱	ضریب تاثیر بالا	تعداد نشریات و مجلات تخصصی	۴	
۱۷	علمی - ترویجی			
۳	علمی - پژوهشی			
۲۸	سایر نشریات			

۱۳	ترجمه‌ای	تعداد کتب تخصصی معتبر منتشر شده در سال به تفکیک	۳
۵۳	غیر ترجمه‌ای		
۱ (۱۳۹۰) و ۵ (۱۳۸۹)	ملی	تعداد همایش‌های علمی معتبر برگزار شده به تفکیک:	۳
۱	بین‌المللی		
۷۰	کارشناسی ارشد	تعداد دانشگاه‌های کشور دارای رشته علمی بخش ذریع به تفکیک مقطع تحصیلی:	۳
۱۹	دکتری		
۷۰	مجموع دانشگاه‌ها		
۸۱۲۸	کارشناسی ارشد	تعداد دانشجویان به تفکیک:	۱
۶۰۷	دکتری		
۴۵	دولتی	تعداد دانشگاه‌ها به تفکیک:	۳
۲۳	آزاد		
۲	غیرانتفاعی		
۷۰	مجموع		
۵۹۶۴	دولتی	تعداد دانشجویان به تفکیک:	۱
۲۷۵۱	آزاد		
۲۰	غیرانتفاعی		
-	استاد	ترکیب هرم اعضای هیئت علمی به تفکیک تعداد:	۳
-	دانشیار		
-	استادیار		
۱۱۴۹	مجموع		
۲	دولتی	تعداد مراکز تحقیقاتی به تفکیک	۲
۰	غیر دولتی		
-	دولتی	حجم هزینه کرد پژوهشی در بخش به تفکیک:	
-	دانشگاهی		
-	موسسه‌های پژوهشی		
-	بنیادی	تعداد طرح‌های تحقیقاتی مصوب و فعال به تفکیک: نکته: پروژه‌های دانشجویی در مقادیر این شاخص لحاظ نمی‌گردد (در صورت دسترسی به آمار پروژه‌های دانشجویی، در ردیف دیگری اعلام گردد).	
-	کاربردی		
-	توسعه‌ای		
-	داخلی	تعداد اختراعات و اکتشافات به ثبت رسیده به تفکیک:	
۰	بین‌المللی		
-	تعداد ثبت پتنت		فناوری
۰	تعداد پارک‌ها و شهرک‌های فناوری فعال در حوزه ذریع		
-	تعداد	قراردادهای خرید و انتقال فناوری به تفکیک	
-	حجم مالی		
-	تعداد	قراردادهای فروش و انتقال فناوری به تفکیک	نوآوری
-	حجم مالی		
-	فناوری‌های سنتی	حجم مالی صادرات خدمات و محصولات مبتنی بر:	
-	فناوری‌های میانه		
-	فناوری‌های پیشرفته		

۲-۳-۴- شاخص های بازه کمی

ضریب پراکندگی	میانگین	شاخص ها		
۱	ناچیز، ۲۰ نفر	تعداد دانشمندان ممتاز شرکت کننده از کشورهای دیگر در همایش های علمی داخلی (به عنوان سخنران، کمیته های علمی و یا مدعو)	علم	
۱۰	کم، ۱۰۰-۱۲۰ نفر	تعداد اساتید داخلی شرکت کننده در همایش های علمی معتبر بین المللی در خارج از کشور (به علت کمبود اطلاعات، آمار بر اساس نظر خبرگان است)		
۰،۷۹	ناچیز ۰،۱۴۶	نسبت محققان از کل شاغلان حوزه تخصصی (درصد)		
۰،۵۹	کم-متوسط ۰،۳۹۲	نسبت محققان مراکز غیردولتی از کل محققان		
۲۵	متوسط، ۳۰۰-۵۰۰ نفر	مراکز آموزش عالی		تعداد پژوهشگران در: این آمار به علت عدم اطمینان از آمارها تقریبی است و نظر خبرگان در آن ملحوظ است
۱۰	متوسط، ۱۰۰-۱۵۰ نفر	مراکز تحقیقاتی		
۵	ناچیز، ۳۰-۴۰ نفر	مراکز صنعتی		
۲۵	۴۳۰ - ۶۹۰ نفر	مجموع		
۰،۴۵	کم ۳۲،۹٪	نسبت اعتبارات تحقیق و توسعه در بنگاه ها به درآمد بنگاه ها (درصد)	فناوری	
۰،۶۷	کم-متوسط ۴۰٪	نسبت فارغ التحصیلان شاغل در رشته ی مربوط به خود به مجموع فارغ التحصیلان شاغل (درصد)	نوآوری	
۱	ناچیز، کمتر از ۵	تعداد شرکت های دانش بنیان		

۳-۳-۴- شاخص های کیفی

ضریب پراکندگی	میانگین	شاخص ها	
۰،۵۲	متوسط - خوب ۲،۴۲۹	وضعیت انتشارات علمی در حوزه تخصصی در کشور به کل جهان	علم
۰،۳۶	متوسط ۱،۶۹۲	وضعیت همایش های دارای ثمره ی تصمیم سازی در کشور از کل همایش ها	
۰،۲۹	خوب ۳،۱۴۳	میزان به روز بودن متون درسی	
۰،۴۵	متوسط ۱،۸۵۷	وضعیت تناسب اعتبارات تحقیقات اختصاص یافته به بخش ذیربط به نیازها	
۰،۳۵	متوسط ۲،۱۴۳	وضعیت تناسب اعتبارات تحقیقات اختصاص یافته به بخش ذیربط نسبت به سایر بخش ها	
۰،۴۳۴	ضعیف ۱،۴۶۲	وضعیت فناوری های پیشرفته بخش با رتبه جهانی بالا	فناوری و نوآوری
۰،۲۴	ضعیف ۱،۰۷۱	وضعیت تجاری سازی فناوری و سهم آن در تولید ناخالص داخلی	
۰،۳۸	متوسط ۲،۳۵۷	سطح مهارت انسانی در بنگاه های فعال در بخش ذیربط	
۰،۵۲	متوسط ۱،۵۷۱	میزان مشارکت دانشمندان و محققان کشور، در تصمیم گیری امور مربوط به علم و فناوری	
۰،۳۸	متوسط ۲،۰۰۰	کیفیت فرآیند سیاستگذاری و تعیین راهبردهای علم و فناوری در کشور	

۴-۳-۴- سایر شاخص ها

مقدار	شاخص ها
۲۴ ایستگاه	شبکه لرزه نگاری باند پهن ایران (INSN)
۷۰ ایستگاه	شبکه لرزه نگاری باند کوتاه
۱۰۶۲ دستگاه	شبکه شتاب نگاری کشور
۳ دستگاه	میز لرزان
۲ مجموعه	جکهای هیدرولیکی و دینامیکی
۵ مجموعه	آزمایشگاه سازه

## ۴-۳-۵- جمع بندی

همانطور که پیشتر نیز ذکر گردید، وضعیت کشور از نظر تعداد اساتید، محققین و دانشجویان مهندسی زلزله، تولیدات علمی از نظر تعداد مقالات ISI مناسب می باشد، اما رشد دانش در همه زمینه ها بصورت یکنواخت نبوده و در شاخه ها مختلف متفاوت می باشد. در زمینه بودجه های تخصیص یافته نیز به صورت نسبی می توان گفت که میزان تخصیص این بودجه ها با برنامه ریزی و پیگیری منسجم انجام نمی گیرد. میزان مشارکت دانشمندان و محققان کشور در تصمیم گیری های مرتبط با مهندسی زلزله و کیفیت این تصمیم گیریها کم بوده و ارتباط کافی و مناسب بین محققان و بخشهای صنعتی برقرار نمی باشد. میزان کیفیت مراکز تحقیق مرتبط با دانش مهندسی زلزله متوسط است و می باید این مراکز متناسب با نیازهای بخشهای اجرایی و صنعتی فعالیت های خود را سازمان دهی نمایند؛ البته به شرطی که دستگاه های اجرایی و صنعت بیشتر از تولیدات دانش محور آنها استفاده کنند تا مردم هم شاهد دستاورد نهائی آنها که ایمنی در برابر زلزله است بهر مند شوند. لذا ارتباط بین همه دست اندرکاران ساخت و ساز و توسعه از ضروریات گسترش بیشتر و موزون تر مهندسی زلزله در کشور است.

## ۵- مطالعات تطبیقی

خلاصه شاخصهای مقالات و دانشجویان کشورهای ایران، ترکیه، هندو آمریکا در زمینه مهندسی زلزله [۱۶، ۱۳، ۱۲ و ۱۴]

شاخص	ایران	ترکیه	هندوستان	آمریکا
تعداد مقالات ISI	۲۰۴	۲۳۵	۱۷۶	۴۶۰
نسبت به جمعیت* برحسب میلیون	۲،۷۲	۳،۱۳	۰،۱۵	۱،۴۶
تعداد نشریات و مجلات تخصصی	۴۹ (۵)	۴	۶	۳۱
تعداد کتب (غیر ترجمه ای) در سال ۸۹	۵۳	۵۰	۱۱۰	۱۵۰
نسبت به جمعیت* برحسب میلیون	۰،۷۱	۰،۶۷	۰،۱	۰،۴۸
تعداد همایش ها	۷	۱۰	۵	۲۰
تعداد دانشگاه های فعال دارای رشته حوزه زیربیط	۷۰	۱۵	۹۰	۱۹۳
نسبت به جمعیت* برحسب میلیون	۰،۹۳	۰،۲۰	۰،۰۷۵	۰،۶۱
تعداد دانشجویان در مقاطع مختلف	۸۷۱۵	۳۵۰۰	۱۸۴۵۳	۱۵۷۹۶
نسبت به جمعیت* برحسب میلیون	۱۱۶،۲	۴۶،۷	۱۵،۴	۵۰،۳
تعداد اعضای هیئت علمی	۱۱۴۹	۲۴۳	-	۲۴۷۸
نسبت به جمعیت* برحسب میلیون	۱۵،۳۲	۳،۲۴	-	۷،۸۹
تعداد مراکز تحقیقاتی (اعم از دولتی و غیر دولتی)	۳	۲	۱۰	۲۰
تعداد اختراعات بین المللی ثبت شده	۰	-	-	-
تعداد ثبت پتنت	۱۶	-	-	-
حجم مالی صادرات خدمات و محصولات در بخش ذیربیط	-	-	-	-

\* جمعیت کشورها بر حسب میلیون عبارتند از: ایران: ۷۵، ترکیه: ۷۴، هند: ۱۲۰۰ و آمریکا: ۳۱۴

## تحلیل مطالعات تطبیقی

تعداد مقالات ایران و ترکیه در سالهای اخیر تقریباً یکسان و نسبت به کشور هند بیشتر می باشد. تعداد مقالات آمریکا بیش از ۲ برابر مقالات ایران است. در صورتی که این مقایسه نسبت به جمعیت کشورها صورت پذیرد مشاهده می شود که در سالهای اخیر تعداد مقالات ایران در رتبه بالاتری نسبت به هند و آمریکا قرار می گیرد. این شاخص نیز در آمار مقالات کنفرانس جهانی زلزله نیز مشهود است. تمامی این شاخص ها نشانه پیشرفت



سریع علم مهندسی زلزله در سالهای اخیر در دو کشور ایران و ترکیه است. متأسفانه از ۴۹ مجله علمی در ایران، فقط ۵ نشریه در سطح دنیا شناخته شده و دارای اعتبار علمی بالاست. تعداد مجلات دیگر کشورها بر حسب مجلات شناخته شده است. لذا از نظر مجلات معتبر، ایران هم ردیف کشورهای ترکیه و هند؛ و به مراتب کمتر از آمریکا است. علاوه بر این نشریات امریکایی مخاطب و پوشش بیشتری در سطح جهانی دارند. باید با بهبود کیفیت مجلات ایرانی و جذب بیشتر مقالات خارجی و تجمیع آنها تلاش بسیار زیادی صورت پذیرد. در مورد کتب از نظر تعداد وضعیت خوبی نسبت به دیگر کشورها قرار داریم ولی از نظر محتوا باید توجه بیشتری شود و کیفیت کتابهای انتشار شده در ایران بهبود پیدا کند. اگرچه کتب منتشر شده در آمریکا نسبت به جمعیت آن از ایران کمتر است ولی اکثر کتابهایی که در آمریکا منتشر می‌گردد پوشش بین‌المللی دارد و به عنوان کتابهای مرجع قرار می‌گیرند. نکته دیگر معنی تالیف در ایران با دیگر کشورها متفاوت شده است.

در ایران همایش‌های زیادی برگزار شده ولی فقط ۶ همایش از کیفیت علمی خوب برخوردار است و ۲ تای آن جنبه بین‌المللی داشته است. ترکیه با توجه به موقعیت جغرافیایی و حضور در جامعه اروپا، برگزارکننده کنفرانسهای بیشتری بوده است و نسبت به ایران موفق‌تر عمل نموده است. تعداد زیاد همایش‌های علمی معتبر در آمریکا به علت سابقه زیاد این کشور در مهندسی زلزله و جاذبیت‌های علمی آمریکا است. تعداد دانشگاه‌های فعال کشور در رشته مهندسی زلزله به مراتب بیشتر از ترکیه و تقریباً مساوی با هند است و آمریکا بیش از ۳ برابر ایران است. در ترکیه و هند مهندسی زلزله در چندین دانشگاه متمرکز است ولی در ایران این فعالیت در اکثر دانشگاهها پخش شده است. البته کیفیت دانشگاه‌های ایران و سطح تحقیقات در مهندسی زلزله از ترکیه بهتر که در نتیجه آن در تعداد مقالات دیده می‌شود. فارغ التحصیلان دانشگاه‌های خوب و حتی متوسط ایران در رشته‌های مهندسی زلزله به راحتی میتوانند از دانشگاه‌های خوب آمریکا و ژاپن بورسیه دریافت کنند، که نشانگر سطح خوب علمی کشور در این زمینه است. تعداد دانشجویان در رشته‌های مرتبط با مهندسی زلزله در ایران بیشتر از ترکیه و نصف هند و آمریکا است. اما در مقایسه نسبی تعداد نسبت دانشجویان در ایران از دیگر کشورها بیشتر است. این بیانگر پویایی و نیاز کشور به مهندسی زلزله و بازار کاری است که در سالهای گذشته در ارتباط با مهندسی زلزله در ایران تولید شده است. نتیجه محصولات این تعداد دانشجویان در تعداد مقالات به خصوص مقالات کنفرانسی مشهود است. در زمینه تعداد اساتید آمار کامل و دقیق وجود ندارد ولی بر اساس آمارهای تقریبی و شناخت کلی از این کشورها؛ ارزیابی کیفی بیانگر این است که تعداد اساتید ایرانی فعال در مهندسی زلزله بیشتر از ترکیه و حتی هندوستان با جمعیت ۱۲۰۰ میلیونی است ولی از آمریکا مقداری کمتر می‌باشد. از نظر نسبت هیأت علمی به جمعیت ایران هم‌تراز کشورهای پیشرفته قرار دارد. علت تعداد زیاد اعضای هیئت علمی فعال در ایران نیاز کشور و بسترهای ایجاد شده و بازار کار است. این امر در کنفرانسهای بین‌المللی مشهود است.

تعداد مراکز تحقیقاتی ایران با ترکیه تقریباً یکسان است ولی فاصله زیادی با کشور آمریکا و هند دارد. نکته مهم شبکه‌ای بودن مراکز تحقیقاتی آمریکا و تمرکز آنان در چهار منطقه غرب، مرکز، شرق و جنوب می‌باشد و اینکه این مراکز در قالب شبکه ملی آزمایشگاه مهندسی زلزله (Network for Earthquake Engineering Simulation: NEES) می‌باشد. در ایران قرار بود که شبکه ملی آزمایشگاه‌های مهندسی زلزله شکل بگیرد و بودجه هائی هم بدان تخصیص یافت، ولی به علت ضعف در روح مشارکت و نبود ساختارهای سازمانی، موفق نبوده است.

## ۶- مهم‌ترین نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید

### نقاط قوت

۱. تعداد قابل توجه اساتید و محققین دانش‌آموختگان توانمند در زمینه‌های مرتبط با مهندسی زلزله
۲. وجود مراکز تحقیقاتی، دانشگاهی، قطبهای علمی متعدد در زمینه مهندسی زلزله و موضوعات مرتبط
۳. تعداد مناسب تولیدات علمی در زمینه مهندسی زلزله و موضوعات مرتبط
۴. تجربیات اندوخته شده از پروژه‌های ملی نظیر بهسازی لرزه‌ای ساختمانها و تاسیسات زیر بنایی
۵. وجود حداقل مقررات، آئین‌نامه‌ها و قوانین لازم برای بهسازی و ایمن‌سازی کشور در برابر زلزله
۶. وجود سندسیاستهای کلی نظام، مقررات و آئین‌نامه‌ها

## نقاط ضعف

۱. ضعف در کاربردی کردن دانش مهندسی زلزله و استفاده از جنبه های متنوع آن در کارها و پروژه های عملی
۲. عدم ارائه نتایج و دستاوردهای مهندسی زلزله کشور در سازمانهای بین المللی
۳. عدم توجه کامل به نیازها و اولویت ها و نیازهای تحقیقاتی کشور در بعضی از تحقیقات
۴. وابسته بودن تحقیقات و پروژه های بزرگ به بخشهای دولتی و نقش کم رنگ بخشهای خصوصی در زمینه تحقیق
۵. تعداد کم تحقیقات در راستای مسائل انسانی، اجتماعی، اقتصادی و مدیریتی مرتبط با زلزله
۶. وابستگی شدید فعالیتهای تحقیقاتی و اجرایی به منابع دولتی و سیاستگذاری کلان کشور
۷. عدم هماهنگی میان بخشها و وجود نهادها و جزایر تصمیم گیری مختلف
۸. عدم روح همکاری و انجام اقدامات یکپارچه در زمینه کاهش خطر پذیری در دستگاه های اجرایی

## فرصت ها

۱. وجود سند سیاستهای کلی نظام در امر پیشگیری و کاهش خطرات ناشی از زلزله
۲. نیاز کشور به توسعه ایمن و پایدار
۳. نیاز گسترده صنعت ساخت و ساز کشور در حوزه های ساختمان، صنایع، شریانهای حیاتی به نتایج دانش مهندسی زلزله
۴. فراهم نمودن ساختار مناسب جهت تحقق و عملی نمودن یافته های دانش مهندسی زلزله در اجراء
۵. حساسیت و آشنایی نسبی مسئولان به ضرورت ایمنی در برابر زلزله
۶. بستر کاری گسترده به دلیل وجود ساختمانها و تاسیسات آسیب پذیر بسیار زیاد در کشور.
۱. حجم قابل توجه منابع مالی و سرمایه گذاری در ساخت و ساز کشور بعنوان بستر بکار گیری و استفاده از دانش مهندسی زلزله

## تهدیدها

۱. کاهش حساسیت جامعه و مسئولین به امر خطر پذیری لرزه ای
۲. تمرکز دولت بر جبران خسارات بعد از وقوع زلزله به جای سرمایه گذاری برای کاهش خطر پذیری
۳. فاصله مجموعه اجرایی کشور با پیشرفتهای علمی کشور
۴. بی ثباتی مدیریتی در اجرای برنامه های مسئولان اجرایی برای ایمن سازی لرزه ای
۵. عدم توسعه بخش صنعت برای مشارکت موثر در اجرای برنامه ها
۶. عدم کفایت بودجه های تحقیقاتی و کاهش اولویت تحقیقات مرتبط با مهندسی زلزله
۷. عدم امکان استفاده از تجهیزات و فناوری روز مهندسی زلزله بعلاوه محدودیتهای بین المللی
۸. عدم توجه لازم دستگاههای دولتی به انجام مطالعات ایمن سازی کشور در برابر زلزله.
۹. افزایش کمی شرکت های مهندسی مشاوره فاقد توان علمی و با تجربه کاری مناسب
۱۰. عدم استفاده مناسب از متخصصان و مدیران با تجربه و علمی

## ۷- چشم انداز مهندسی زلزله

- براساس سند توسعه دانش مهندسی زلزله در آمریکا تا سال ۲۰۲۰ (Vision 2020) هفت موضوع و نیاز اصلی در زمینه پیشرفت مهندسی زلزله برای کشور آمریکا لازم تشخیص داده شد. [۱۰]
۲. پیشرفت در معیارهای تشخیص وضعیت (معیارهای عملکردی): این معیارها برای قبل از وقوع و پس از وقوع زلزله می باید تعیین شده و با توجه به افزایش توان محاسباتی رایانه ها تدقیق گردند.

۳. آگاهی از خطر و تعیین خطرپذیری: می‌باید ابزارها و تجهیزات کنترل و ارسال دائمی اطلاعات جهت اختار وقوع حادثه و اندازه‌گیری پاسخ سازه و مستحداث در مناطق محلی نصب و بکار گرفته شوند. باید با استفاده از فناوری های اطلاعات و سیستم های جغرافیائی (GIS) مدل ریسک مناطق شهری جایگزین نقشه خطر و ریسک زلزله شوند تا مدیریت ریسک هوشمند گردد.
  ۴. نوسازی مستحداث، ساختمانها و سازه های موجود: سازه‌هایی که در گذشته ساخته شده با توجه به سطح فناوری و قوانین آن زمان بوده و لذا در سطح پایین تر ایمنی نسبت به آنچه که باید باشد قرار دارد، و باید مورد ارزیابی قرار گرفته و براساس آیین نامه‌های جدید کنترل گردند. برای عبور از این چالش مهم در مهندسی زلزله به روالهای ارزیابی جدید، روشهای تحلیل غیرخطی مبتنی بر رفتار و توانایی ارزیابی بلادرنگ سازه‌ها نیاز می‌باشد. علاوه بر این مدل سازی و شبیه‌سازی مجازی رفتار اجتماعی برای تعیین اولویتهای تصمیم‌گیری نیز مورد نیاز می‌باشد. همچنین جهت اعتبارسنجی این روشها می باید از روشهای ارزیابی تجربی بزرگ مقیاس استفاده گردد.
  ۵. مصالح و سیستمهای سازه‌ای نوین: پیشرفتهای رخ داده در مصالح جدید و تکنولوژی‌های سازه‌ای انقلابی در ایجاد جوامع نوین ایجاد نموده است. سازه‌های مهندسی ساخته شده با سیستمهای پیش‌ساخته، یا فیوزهای پاسخ سازه‌ای قابل اجرا در زمانی کوتاه نمونه‌هایی از تکنولوژی‌های مورد استفاده در سازه های توانمند آینده می‌باشند. پیشرفت در این شاخه نیازمند حرکت‌های لازم در زمینه مهندسی و دانش‌های پایه می‌باشد. اعتبارسنجی چنین سیستمهایی نیز، نیازمند انجام آزمایشهای بزرگ مقیاس می‌باشد.
  ۶. پایش، مانیتورینگ و ارزیابی سازه‌ها: پیشرفتهای انجام گرفته در ساخت حسگرهای هوشمند و کاهش قیمت این تجهیزات امکان مانیتور ساختمانهای مشخص یا کلیه ساختمانها و سازه‌های موجود در یک منطقه را فراهم می‌نماید. جمع‌آوری اطلاعات بلادرنگ از این تجهیزات می‌تواند مقدمه وقوع حوادث و یا ضعفها در سازه را تشخیص داده و برای ساخت مدل‌های تشخیص خطر و ارزیابی سازه بکار گرفته شود.
  ۷. شبیه‌سازی سیستمها: توانایی انجام شبیه‌سازی در سطح سیستم (با در نظر گرفتن اجزاء فیزیکی، اجتماعی و اجزای مجازی) برای ساخت جامعه پیشرو و پایدار حیاتی می‌باشد. انجام این نوع شبیه‌سازی‌های پیشرفته نیازمند پیشرفتهای علمی وسیع و پایدار می‌باشد.
  ۸. بکارگیری دانش و انتقال آن: بررسی و ارزیابی چگونگی انتقال دانش و بکارگیری آن در زمانی قابل قبول و مناسب بسیار مهم می‌باشد. برای تعیین این مورد و تدوین استراتژی مناسب برای بهبود آن نیاز به استفاده از تخصص‌های متنوع در زمینه های مرتبط می‌باشد.
  ۹. در مجموع براساس این گزارش دستیابی به اهداف تعیین شده در سال ۲۰۲۰ به تغییرات انقلاب گونه در نحوه عملکرد مهندسی زلزله همراه با پیشرفت دانش پایه و فناوری نیاز خواهد داشت. وقوع زلزله امری غیر قابل اجتناب است اما می توان تاثیر آن بر زندگی، دارایی و اقتصاد جامعه را به شکلی مطلوب مدیریت نمود.
- نتایج ممیزی مهندسی زلزله در ایران و تعیین نقاط قوت و نیازها؛ می‌تواند مقدمه‌ای برای تدوین سند چشم‌انداز مهندسی زلزله ایران مبتنی بر سیاستهای کلی نظام در زمینه پیشگیری و کاهش خطرات ناشی از سوانح طبیعی به خصوص زلزله باشد.

## ۸- پیشنهادات اجرایی و الزامات دستیابی به اهداف سند چشم‌انداز

۱. تدوین سند چشم‌انداز مهندسی زلزله ایران مبتنی بر سیاستهای کلی نظام در زمینه پیشگیری و کاهش خطرپذیری ناشی از سوانح طبیعی به خصوص زلزله با توجه به نتایج ممیزی: سند چشم‌انداز به عنوان نقشه راه حرکت کشور در جهت کاهش خطرپذیری لرزه‌ای می‌باشد، با توجه به نتایج این گزارش بعنوان نمایانگر وضع حال این دانش در کشور بر تدوین این سند براساس نتایج بدست آمده تاکید می‌گردد.
۲. تقویت مراکز تحقیقاتی، دانشگاهی، قطبهای علمی در زمینه مهندسی زلزله و موضوعات مرتبط که در بند ۲ سیاستهای کلی نظام بدان تاکید شده است. جهت حل مشکلات بومی کشور در زمینه خطر پذیری لرزه‌ای بویژه فاصله بین نیازهای اجرایی و تحقیقات لرزه‌ای نیاز به گسترش تحقیقات و مراکز تحقیقاتی و تقویت آنها می‌باشد.

۳. تلاش در کاربردی کردن دانش مهندسی زلزله و استفاده از جنبه‌های متنوع آن در کارها و پروژه‌های عملی: مسأله اساسی و مورد تاکید خبرگان در برخورد با نتایج بررسی‌های کمی و کیفی انجام گرفته توجه هرچه بیشتر بر کاربردی کردن تحقیقات با توجه به نیازهای بخشهای اجرایی و پروژه‌های عمرانی کشور بود.
۴. فراهم نمودن ساختار مناسب جهت تحقق و عملی نمودن یافته‌های دانش مهندسی زلزله در اجراء و کارهای عملی و کاهش فاصله مجموعه اجرایی کشور با پیشرفتهای علمی کشور: با توجه به میزان مناسب شاخص‌های مستخرجات علمی در زمینه دانش مهندسی زلزله لازم است تا هرچه بهتر این یافته‌ها با فراهم نمودن ساختار مناسب نمود خود را در بخشهای اجرایی نشان دهند.
۵. استفاده از تجربیات اندوخته شده از پروژه‌های ملی نظیر بهسازی لرزه‌ای ساختمانها و تاسیسات زیربنایی: نتایج تلاشهای بخشهای اجرایی و دستاوردهای آن می‌باید مورد توجه و مطالعه بخشهای تحقیقاتی قرار گرفته و بعنوان معیارهای عملی در این تحقیقات بکار گرفته شود. در واقع تا حد ممکن می‌باید بخشهای اجرایی و تحقیقاتی تلاشها و حرکت خود را همسو و در جهت تکمیل یکدیگر برنامه‌ریزی نمایند.
۶. افزایش آگاهی نسبی به امر ایمنی و خطرپذیری لرزه‌ای در جامعه. خطرپذیری لرزه‌ای امری است تاثیرگذار بر همه بخشهای جامعه؛ لذا می‌بایست تا حد امکان از جامعه علمی و فارغ‌التحصیلان این شاخه از دانش در زمینه بست یافته‌ها و آگاهی عمومی جامعه نسبت به خطرات و اهمیت اقدامات لازم استفاده گردد.
۷. تربیت نیروی متخصص و با تجربه در سطوح اجرایی و سطوح پایینی ساخت و ساز در کشور و بهبود و ارتقاء دانش نیروهای متخصص در سطوح بالا: لازمه نفوذ و کاربری مناسب از یافته‌های دانش مهندسی زلزله در بخشهای اجرایی وجود نیروهای با دانش و تجربه مناسب در بخش اجرا می‌باشد. حضور این افراد سبب می‌گردد تا یافته علمی به شکلی مناسب در عمل پیاده گردد، لذا تربیت این نیروها مورد توجه و تاکید ویژه پانل خبرگان بود.
۸. بهبود مقررات، آئین‌نامه‌ها و قوانین لازم برای بهسازی و ایمن‌سازی کشور در برابر زلزله و نظارت مناسب بر اجراء و بکارگیری آنها و پیش‌بینی تشویق‌های مناسب جهت فراگیر شدن امر افزایش ایمنی و ایمن‌سازی در برابر خطر زلزله: قطعا اولین فاز انعکاس یافته‌های علمی دانش مهندسی زلزله در بعد عمل، ارتقاء مقررات و آیین‌نامه‌های ساخت و ساز براساس این یافته‌هاست.
۹. ضرورت حمایت دولت از فعالیتهای تحقیقاتی و علمی در زمینه زلزله با توجه به ابعاد گسترده و فراگیری آن؛ و همزمان سعی در ایجاد ارتباط مناسب بین نتایج کاربردی آنها با بخشهای خصوصی اجرایی و صنعتی: بخشهای دولتی با توجه به وظایف نظارتی آنها و حجم زیاد فعالیتهای اجرایی و عمرانی نقش اساسی در کاربردی نمودن و حمایت از تحقیقات مرتبط با این شاخه از دانش ایفا می‌نمایند.
۱۰. ایجاد هماهنگی میان بخشها و نهادها و بخشهای مختلف تصمیم‌گیری و تلاش در هماهنگ‌سازی و یکپارچه‌سازی فعالیتهای اجرایی مربوط به بکارگیری دستاوردهای علمی در عمل: به هر میزان که فعالیتهای بخشهای تصمیم‌گیری، تحقیقاتی و اجرایی همسو و تکمیل‌کننده یکدیگر باشند به همان میزان سرعت کاهش خطرپذیری لرزه‌ای در کشور افزایش خواهد یافت.
۱۱. استفاده مناسب از متخصصان و مدیران با تجربه و علمی در سیاستگذاریها و برنامه‌ریزی‌های کلان. با توجه به نتایج بدست آمده در خصوص افراد شاغل در بخشهای تحقیقاتی و با توجه به میزان بالای افراد فارغ‌التحصیل دارای تخصص در این شاخه از دانش می‌بایست تلاش گردد تا حد امکان از این پتانسیلها در جهت افزایش ایمنی شهروندان و کاهش خطر پذیری لرزه‌ای استفاده گردد.

## ۹- راهکارها و توصیه‌های سیاستی

۱. در مجموع با توجه به گسترش خوب و قابل توجه مهندسی زلزله در ۲۰ سال اخیر و علیرغم اینکه آمار اساتید، دانشجویان، تولیدات علمی دانش مهندسی زلزله و شاخه‌های مرتبط در مقایسه با کشور های در حال توسعه نظیر هندوستان و ترکیه مناسب می‌باشد؛ اما همچنان میزان تولیدات علمی کشور در مقایسه با کشورهای پیشرو از نظر تعداد و کیفیت پایین‌تر

می‌باشد. با توجه به روند رو به رشد در سالهای اخیر، می‌توان انتظار داشت که با تلاش برای حفظ رشد کمی و افزایش رشد کیفی تولیدات علمی مرتبط، در چند دهه آینده میزان تولیدات علمی کشور در سطح مناسبی در مقایسه با کشورهای پیشرو جهان قرار گیرد. از طرف دیگر کیفیت این یافته‌ها و مقاله‌ها که می‌تواند با میزان ارجاء آنها مورد ارزیابی قرار گیرد از اهمیت بسیار بالا برخوردار می‌باشد.

۲. گسترش و اشاعه دانش مهندسی زلزله در تمامی شاخه‌های مرتبط از اهمیت زیاد در جهت کاهش خطرپذیری مردم و مستحداث برخوردار می‌باشد. با توجه به آمار بدست آمده از تولیدات علمی در شاخه‌های مهندسی ژئوتکنیک، زلزله‌شناسی و تحلیل خطر، تولید و اشاعه دانش از سطح پایین‌تر در مقایسه با مهندسی سازه برخوردار می‌باشد که این امر می‌تواند گسترش دانش مهندسی زلزله را در موارد مرتبط با این موضوعات دچار کندی نماید. می‌بایست به شکل مناسب گسترش دانش مهندسی زلزله در تمام شاخه‌ها مطابق الگوی کشورهای پیشرو در این زمینه گردد.

۳. دانش مهندسی زلزله در دانشگاهها و پژوهشگاهها و مراکز علمی و تحقیقاتی کشور توسعه یافته است. این پیشرفت‌ها می‌بایست به صورت عملی در پیشرفت جامعه و افزایش سطح ایمنی کشور در برابر خطر زلزله نمود داشته باشد و در عمل به اجرا درآید؛ بنابراین لازم است تا با برنامه‌های مناسب میزان نفوذ دانش مهندسی زلزله در سطح جامعه و به ویژه در میان دست‌اندرکاران ساخت و ساز کشور افزایش یابد.

۴. وضع قوانین مناسب در جهت اجرایی شدن یافته‌ها و دست‌آوردهای دانش مهندسی زلزله و کاهش خطرپذیری لرزه‌ای از اهمیت زیاد برخوردار می‌باشد. حرکت‌های اساسی و مهم در این زمینه نظیر تدوین سند سیاست‌های کلی نظام در زمینه پیشگیری و کاهش خطرات ناشی از زلزله و یا تدوین آیین‌نامه‌ها و مقررات در گذشته انجام گرفته است؛ اما می‌بایست با اصلاح و تکمیل آنها از یک سو و نظارت دقیقتر و مناسبت در جهت اجرای آنها، کارایی این مقررات در ایمن‌سازی افزایش یابد.

۵. نقش دولت در زمینه مهندسی زلزله و رویارویی با خطرات و پیامدهای آن تا به امروز به صورت پرننگتر، نقش پس از وقوع حادثه و مدیریت بحران بوده است. این بدین معنی است که قبل از وقوع زلزله در کشور تحرک کمتری در زمینه کاهش خطر پذیری و افزایش ایمنی انجام می‌گیرد. اما پس از وقوع زلزله و بوجود آمدن زیانها و خسارات جبران‌ناپذیر آن تازه توجه‌ها به آن جلب شده و در جهت رفع آنها تلاش می‌گردد و در حالیکه رویکرد صحیح این است که پیش از وقوع زلزله سعی گردد تا با توجه عملی بیشتر به سیاست‌های کلان نظام در امر پیشگیری، ایمن‌سازی، مقاوم‌سازی و مدیریت علمی توسعه شهری، آسیب‌ها و زیانهای محتمل آن کاهش یابد تا شاهد حفظ جان و سرمایه‌های انسانی باشیم.

## ۱۰- اولویت‌های آموزشی و پژوهشی موضوع علمی مربوطه

۱. با توجه به نتایج بدست آمده از مطالعات ممیزی دانش مهندسی زلزله و بحث‌ها و نقطه نظرات پانل خبرگان موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:
۱. تلاش در بیشتر کاربردی نمودن دانش مهندسی زلزله و استفاده از جنبه‌های متنوع آن در فرایند توسعه پایدار و پیشرفت کشور
۲. تاکید بر بهبود کیفیت پژوهش‌های علمی و پیاده‌سازی آنها در عمل در کنار گسترش کمی
۳. افزایش توجه به مسائل انسانی، اجتماعی، اقتصادی و مدیریتی مرتبط با زلزله جهت تحقق و پیاده‌سازی دانش در عمل
۴. تلاش در بهبود سطح علمی دانش‌آموختگان و ایجاد تناسب بین وضعیت کیفی و کمی آموزش عالی
۵. تلاش در بهره‌گیری کامل از دانش روز مهندسی سازه و زلزله
۶. تشویق بخش صنعت و اجرا برای مشارکت موثر در اجرای پروژه‌ها و استفاده از نتایج آنها

۱- غفوری آشتیانی، گزارش ملی بلایای طبیعی ایران، ۱۳۸۹

- 2- Naeim and Kelley; Seismic Design Handbook, 2001
- 3- Bozorgnia Y., and Bertero V.; Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-based Engineering, 2004
- 4- Taşkın Z., Contribution of Turkish scholars to earthquake literature: the impact of the Marmara Earthquake , Communications in Computer and Information Science, 2010, Volume 96, Part 4, 222-230
- 5- Trifunac M., On citation rates in earthquake engineering, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 26 (2006) 1049–1062
- 6- Trifunac M., On publication rates in earthquake engineering, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 25 (2005) 413–420
- 7- European Council of Civil Engineers, Civil Engineering Profession in Europe, 2005
- 8- Banerjee and Muley; Engineering Education in India, Energy Systems Engineering, Indian Institute of Technology, Bombay-India, 2007
- 9- Gibbons, Engineering by the Numbers, American Society for Engineering Education, 2010
- 10- Shirley, et. al., "Vision 2020: An open space technology workshop on the future of earthquake engineering, St. Luis, Missouri, USA, 2010
- 11- Gulkan, P. and Reitherman, R; The International Association for Earthquake Engineering at Fifty: A brief historic record, IAEE publication July 2012
- 12- Housner, G., Historical View of Earthquake Engineering, International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology (page 13-18); August 2007.
- 13- Scholar.google.com
- 14- Sciencedirect.com
- 15- www.ebsco.com
- 16- www.webofknowledge.com

۱۷- مکاتبات با مسئولان و یا روسای انجمن مهندسی زلزله در آمریکا، ترکیه و هندوستان (پیوست ۱۲-۵)

۱۸- موسسه پژوهش و برنامه ریزی آموزش عالی [www.irphe.ir](http://www.irphe.ir)

۱۹- مرکز منطقه ای اطلاع رسانی علوم و فناوری [www.ricest.ac.ir](http://www.ricest.ac.ir)

۲۰- انجمن مهندسی زلزله ایران [www.ieea.ir](http://www.ieea.ir)

۲۱- پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله [www.iiees.ac.ir](http://www.iiees.ac.ir)

۲۲- دانشگاه صنعتی شریف [www.sharif.ir](http://www.sharif.ir)

۲۳- دانشگاه امیر کبیر [aut.ac.ir](http://aut.ac.ir)

۲۴- دانشگاه تهران [ut.ac.ir](http://ut.ac.ir)

۲۵- دانشگاه علم و صنعت ایران [www.iust.ac.ir](http://www.iust.ac.ir)

۲۶- دانشگاه شیراز [www.shirazu.ac.ir](http://www.shirazu.ac.ir)

۲۷- دانشگاه صنعتی اصفهان [www.iut.ac.ir](http://www.iut.ac.ir)

۲۸- دانشگاه فردوسی مشهد [www.um.ac.ir](http://www.um.ac.ir)

۲۹- مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن [www.bhrc.ac.ir](http://www.bhrc.ac.ir)

۳۰- جامعه مهندسين مشاور [www.irsce.org](http://www.irsce.org)

۳۱- وزارت علوم تحقیقات و فناوری [www.msrt.ir](http://www.msrt.ir)