



t.me/Dr_AliBeitollahi

نگرشی کلان بر ریسک فرونشست زمین در پهنه های شهری ایران

دکتر علی بیت اللهی

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

1- مقدمه

در محدوده های دشت سرزمین پهناور ایران، بدلیل افت سطح آب زیرزمینی، فرونشست زمین از چند دهه گذشته در حال رخ دادن است. بررسی های متعدد در کشورهای مختلف نیز نشان داده است که عمده ترین عامل فرونشست زمین، افت سطح آب زیرزمینی می باشد. در گستره ایران زمین، نرخ و آهنگ فرونشست در مقایسه با کشورهای دیگر، بالاست. بررسی اعداد فرونشست زمین در دشت هایی مانند رفسنجان، تهران، کبودآهنگ همدان، محدودهای وسیعی از استان خراسان رضوی، در دشت های ورامین، اشتهارد و شهریار نشان می دهد که مقادیر بالائی برای نرخ متوسط سالانه فرونشست در این نواحی می توان اختصاص داد. مطالعات دورسنجی، بررسی مقادیر ایستگاه های زمینی و برداشت های ترکیبی فرای مطالعات فرونشست زمین، بالا بودن نرخ فرونشست را برای گستره های وسیعی از محدوده های دشتی ایران به اثبات می رساند.

خشکسالی های ممتد چندین ساله اخیر در کشور از یک سو و استحصال بی رویه آب های زیرزمینی از سوی دیگر دست به دست هم داده و موجب افت شدید سطح آب های زیرزمینی در آبخوان های کشور گردیده است. در دشت هایی مانند فامنین همدان، معین آباد ورامین، کرمان، فارس، اصفهان و ... میزان افت سطح آب گاه به بیش از 100 متر ظرف مدت 20-30 ساله رسیده است، آب های زیر زمینی با اشغال فضای بین دانه های خاک و آبرفت، موجب ایجاد فشار حفره ای به سمت بیرون و اطراف خود و ایجاد مقاومت در برابر فشار و فشردگی ناشی از وزن لایه های فوقانی می شود. با پائین افتادن تدریجی سطح آب زیر زمینی، فشار حفره ای ناشی از وجود آب زیرزمینی برداشته شده و خاک و آبرفت متراکم و متراکم تر می شود. این پدیده در سطح زمین اثر خود را بصورت فرونشست زمین می گذارد و در درون لایه های زیرین نیز، نفوذپذیری و تخلخل آبرفت را از بین برده و موجب از دست رفتن تدریجی پتانسیل ذخیره آب آبرفت ها می شود. اگر چنین روالی استمرار داشته باشد، آبخوان ها، خاصیت جذب و ذخیره آب را از دست داده و دشت ها از بین خواهند رفت، رواناب های ناشی از بارندگی در سطح زمین جاری گشته و سیلاب های ناشی از آن مواد مغذی سطح خاک را خواهد شست. دشت های حاصلخیز به اراضی فاقد استعداد کشاورزی تبدیل و کشاورزی کشور آسیب و لطمه جدی خواهد دید. بنابراین یکی از مهمترین ضرورت های استراتژیک کشور، پرداختن به موضوع فرونشست زمین و ارزیابی ریسک های متعدد آن است.

لازم بذکر است که شیوه های آبیاری بسیار قدیمی غرقابی و کشت محصول آب بر، از عمده ترین دلایل استحصال بی رویه آب های زیرزمینی است. وجود چاه های فاقد مجوز نیز یکی دیگر از دلایل مصرف کنترل نشده آب های زیرزمینی است، آمار های موجود نشان می دهد که بعنوان مثال علاوه بر حدود 50000 حلقه چاه دارای مجوز حدود 30000 حلقه چاه غیرقانونی نیز فقط در استان تهران وجود دارد که در مورد میزان استحصال آب زیرسطحی آنها مدیریتی وجود ندارد و چنین وضعیتی برای کشور خشک و نمیه خسکی مانند ایران بسیار نگران کننده است. باید همچنین ذکر کرد که علاوه بر

اقدامات جدی در خصوص مدیریت سختکوشانه و جدی و سختگیرانه مصرف آب زیرزمینی، ضرورت دارد در خصوص مصرف آب چاه های دارای مجوز نیز بازنگری اساسی صورت پذیرد، نصب کنتورهای هوشمند مختص چاه های آب می تواند در این زمینه بسیار کارساز باشد.

ریسک های ناشی از فرونشست زمین، علاوه بر کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی، زیرساخت ها و سکونتگاه ها را نیز تهدید می کند. فرونشست زمین موجب ایجاد انحنای در لوله های انتقال آب و فاضلاب، نفت و گاز و ناپایداری پی دکل های برق فشار قوی گردیده و در دراز مدت موجب گسیختگی آنها خواهد شد. اثرات فرونشست زمین در مسیر راه آهن و بزرگراه ها و در محدوده های فرودگاهی بسیار مهم و گاه مخرب است. فرونشست زمین در خاک های واگرا، همراه با بروز شکاف های ممتد و طویل و بروز فرسایش تونلی شده و موجبات ایجاد فروریزش های خطی می گردد. اگر چنین حادثه ای در مسیر زیرساخت ها و شریان های حیاتی رخ دهد، حوادث ناگواری بیار خواهد آمد.

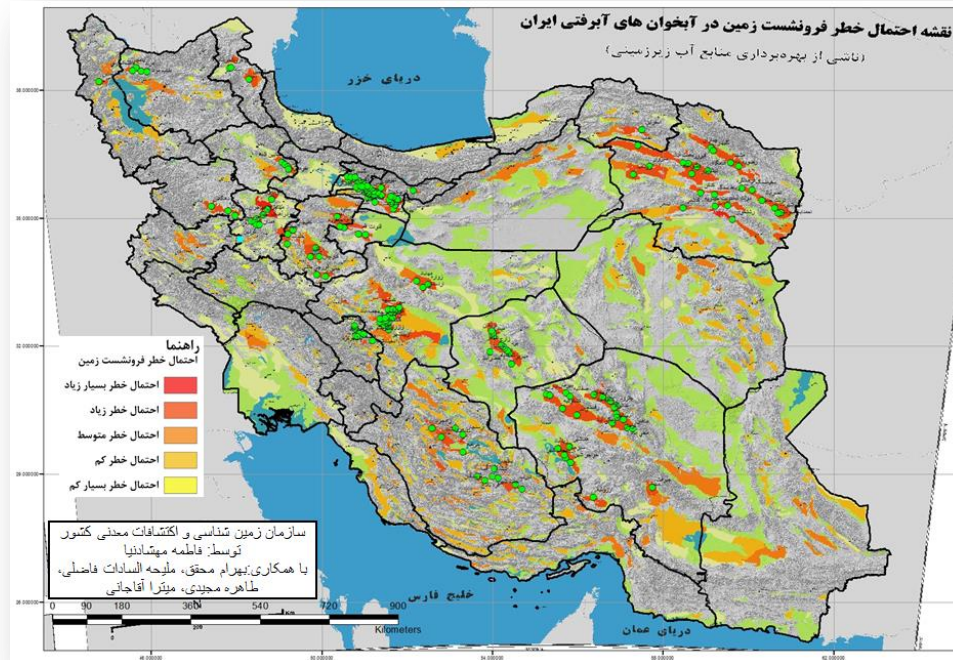
فرونشست زمین در محیط های شهری موجب ایجاد ترک و شکاف در سازه ها و ساختمان ها شده و در ادامه موجبات تخریب آنها را فراهم می آورد. علاوه بر این، پی و ساختمان های ترک خورده، فاقد مقاومت لازم در برابر زلزله ها بوده و ممکن است با رخداد زمین لرزه های متوسط نیز متحمل تخریب گسترده شوند.

نوشتار حاضر در یک نگرشی کلان، به تشریح سیمای کلی ریسک مورد انتظار ناشی از فرونشست زمین در محیط های شهری می پردازد. در مورد مناطق روستائی نیز در نوشتارهای بعدی، مطالب مهمی ارائه خواهد شد.

2-اطلاعات پایه

برای ارائه سیمائی از ریسک فرونشست زمین در محیط های شهری ایران، بر روی دو اطلاعات پایه تکیه شده است. یکی از اطلاعات مهم قابل استناد، نقشه زون های فرونشست در سطح کشوری است که توسط مهشادینیا و همکاران (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور) تهیه شده است. در این نقشه با توجه به میزان و نرخ فرونشست زمین، پهنه بندی بصورت زون های پنجگانه بعمل آمده است، پهنه های با خطر بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم در این نقشه بصورت طیف رنگی از همدیگر تفکیک یافته است. این نقشه، یکی از نقشه های قابل استناد در کشور بوده، اما انجام مطالعات جزئی تر و ارائه ارقام و اعداد را برای سایت های مهندسی منتفی نمی کند و ضرورت دارد برای سایت ها و مسیرها مهم، مطالعات جزئی تر انجام یافته و مقادیر کمی و عددی جهت طراحی های فنی ارائه گردد. بر روی این نقشه در سطح کشوری، موقعیت کلیه شهرهای کشور برهم نهشته شد و تلاقی موقعیت های شهری با زون های با خطر فرونشست زمین بدست آمد (شکل 1). علاوه بر نقشه نشان داده شده در شکل 1، اقلام آماری سال 1395 نیز اطلاعات پایه دیگر مطالعات حاضر را تشکیل داده است. بر اساس آمار سال 1395، جمعیت شهری واقع بر زون های فرونشست زمین، تعداد واحدهای مسکونی و نیز تعداد واحدهای مسکونی فاقد اسکلت استخراج گردید. واضح است که مشابه این مطالعه را باید برای مناطق روستائی نیز انجام داد که در ادامه نتایج آن نیز منتشر خواهد شد. در اینجا لازم به یادآوری است که آمارگیری نفوس و مسکن در دوره های اخیر بصورت 5 ساله است و لذا آخرین آمار در سطح کشوری و رسمی منتشر شده، آمار نفوس

و مسکن سال 1395 بوده که در این مطالعه مبنای کار قرار گرفته است. بر مبنای آمار سال 1395، در 31 استان کشور، جمعیتی برابر 270,926,79 نفر زندگی می کنند که در 522,059,13 واحد مسکونی دارای اسکلت و 815,702,9 واحد مسکونی فاقد اسکلت سکنی گزیده اند. استان تهران تهران دارای بیشترین جمعیت و تراکم جمعیتی (بدلیل قرارگیری شهر تهران در آن) در کشور می باشد.



شکل 1- نقشه پهنه بندی فرونشست در کشور و جانمایی مراکز شهری بر روی آن

3- روش کار

در این مطالعه از روی نقشه کشوری تهیه شده برای فرونشست زمین دو پهنه خطر بسیار بالا و خطر بالا تفکیک شد. بنظر می رسد فرونشست زمین در این زون ها آسیب رسان خواهد بود و از دیدگاه اقدامات کاهش ریسک ضرورت دارد تا مورد توجه جدی قرار گیرند. بنابراین روش کار تمرکز بر روی زون های خطر بسیار بالا و بالای فرونشست زمین بوده که بر روی آن موقعیت های شهری انداخته شد (در این مطالعه دو زون خطر بسیار بالا و زون خطر بالا بعنوان محدوده ها و یا پهنه های با خطر بالای فرونشست در نظر گرفته شده اند و از یک واژه برای آنها استفاده شده است). در محدوده 18 استان کشور محدوده های خطر بالای فرونشست زمین گسترش دارد. در فاز بعدی محدوده های شهری (در این مطالعه و در این مرحله فقط روی مناطق شهری کار شده است و محدوده های روستائی در ادامه مورد مطالعه قرار خواهد گرفت) واقع در استان هایی که در آنها پهنه های خطر بالای فرونشست زمین گستردگی داشته بر روی زون های خطر بر هم نهاده شدند. شهرهای واقع بر زون های خطر تفکیک شد و از روی جداول آماری اطلاعات آنها استخراج گردید. در این مطالعه بر روی واحدهای مسکونی فاقد اسکلت بدلیل آسیب پذیری بالای آنها در برابر فرونشست زمین بعنوان یکی از فاکتورهای مهم

اولویت بندی مکانی تاکید شده است. با در نظر گرفتن تعداد جمعیت و تعداد واحدهای مسکونی واقع بر روی پهنه های با خطر بالای فرونشست زمین اولویت بندی استان های کشور بر اساس ریسک فرونشست زمین انجام یافت. در این استان های ضرورت دارد اقدامات اضطراری در دستور کار سازمان ها و نهادهای مختلف قرار گیرد در غیر اینصورت، علاوه بر دشت ها، کشاورزی و محیط زیست، سکونتگاهی جمعیتی کشور نیز با آسیب های غیر قابل جبرانی واجه خواهد شد. باید ذکر نمود که آثار ناشی از فرونشست زمین، تدریجی و بطئی هستند و شاید به همین دلیل ضرورت اقدامات جدی و اضطراری نزد افراد و مسئولان به آن صورتی که باید، احساس نمی شود که مناسب است با تشریح جزئیات عواقب ناشی از فرونشست زمین توسط متخصصان، فضای مناسبی برای اقدامات کاهش ریسک فرونشست زمین در کشور ایجاد شد و نوشتار حاضر نیز مبتنی بر این رویکرد به نگارش در آمده است.

4- نتایج

بر مبنای نهشه پهنه بندی خطر فرونشست زمین (شکل 1)، مشخص شد که از 31 استان کشور، در محدوده 18 استان زون های با خطر بالای فرونشست زمین گسترش یافته است. اسامی این استان ها در جدول 1 آورده شده است.

جدول 1- اسامی استان های دربردارنده پهنه های با خطر بالای فرونشست زمین

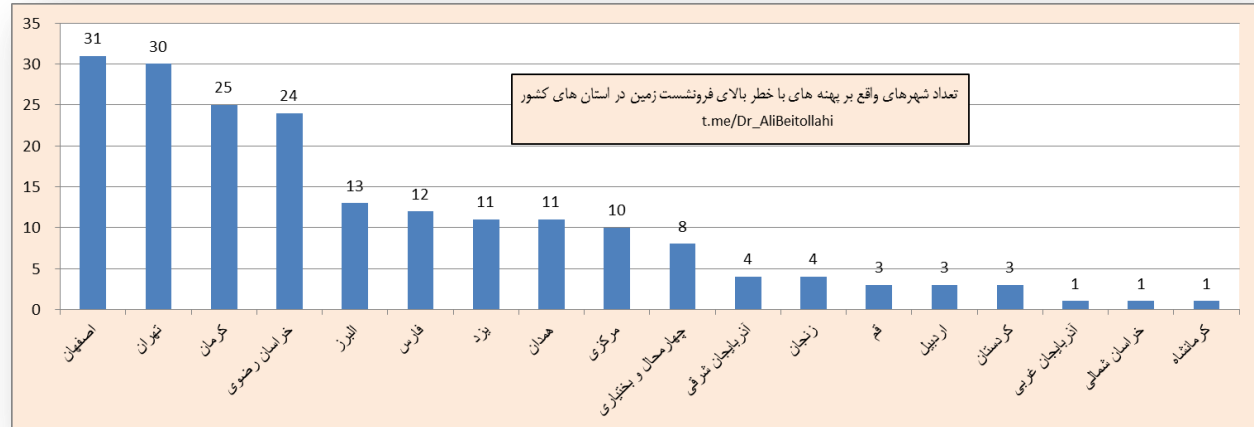
ردیف	نام استان
۱	اصفهان
۲	تهران
۳	کرمان
۴	خراسان رضوی
۵	البرز
۶	فارس
۷	یزد
۸	همدان
۹	مرکزی
۱۰	چهارمحال و بختیاری
۱۱	آذربایجان شرقی
۱۲	زنجان
۱۳	قم
۱۴	اردبیل
۱۵	کردستان
۱۶	آذربایجان غربی
۱۷	خراسان شمالی
۱۸	کرمانشاه

بر مبنای مطالعات انجام یافته، نتایج حاصل با ارائه نمودارهایی بترتیب زیر بیان می شود:

4-1- تعداد شهرهای واقع در پهنه های خطر بالای فرونشست زمین در استان ها

بر اساس برهم نهش زون های خطر بالای فرونشست زمین و موقعیت شهرها، مشخص گردید که استان اصفهان با 31

شهر واقع بر پهنه های با خطر بالای فرونشست زمین در ردیف اول از لحاظ تعداد سکونتگاه های شهری است و در پی این استان، استان های تهران با 30 شهر، کرمان با 25 و خراسان رضوی با 24 شهر در رتبه های بعدی اند(شکل 2).

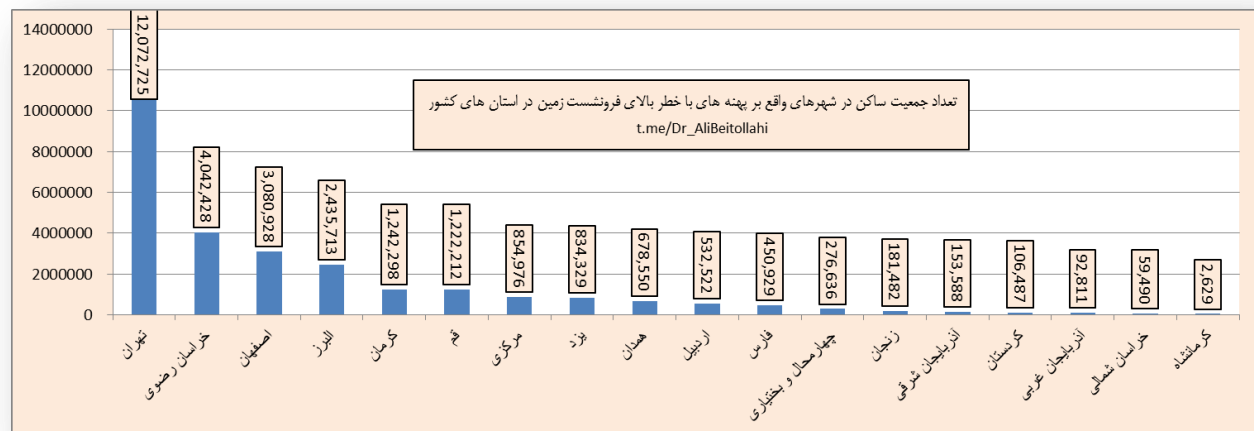


شکل 2- نمودار تعداد شهرهای واقع بر پهنه های با خطر بالای فرونشست زمین در استان های کشور

2-4- تعداد جمعیت ساکن در شهرهای واقع در پهنه های خطر بالای فرونشست زمین در استان ها

علاوه بر تعداد شهرها با کلیه امکانات و زیرساخت هایش، موضوع مهمتر تعداد جمعیت ساکن در مجاورت و یا بر روی پهنه های فرونشست زمین است. تعداد جمعیتی بنوبه خود معرف واقعیت های مختلفی است. تعداد جمعیت، یعنی، تعداد ساختمان، زیرساخت ها و .. و لذا در ارزیابی های ریسک اهمیت بسزائی دارد. بر اساس تعداد جمعیت شهری واقع در پهنه های با خطر بالای فرونشست زمین، نمودار شکل 3 تهیه شده است.

بر اساس تعداد جمعیت شهری، استان های تهران، خراسان رضوی، البرز، کرمان و قم هرکدام با جمعیتی بالای 1 میلیون نفر در ردیف استان های با ریسک جمعیتی بالای در معرض خطر فرونشست زمین قرار دارند.

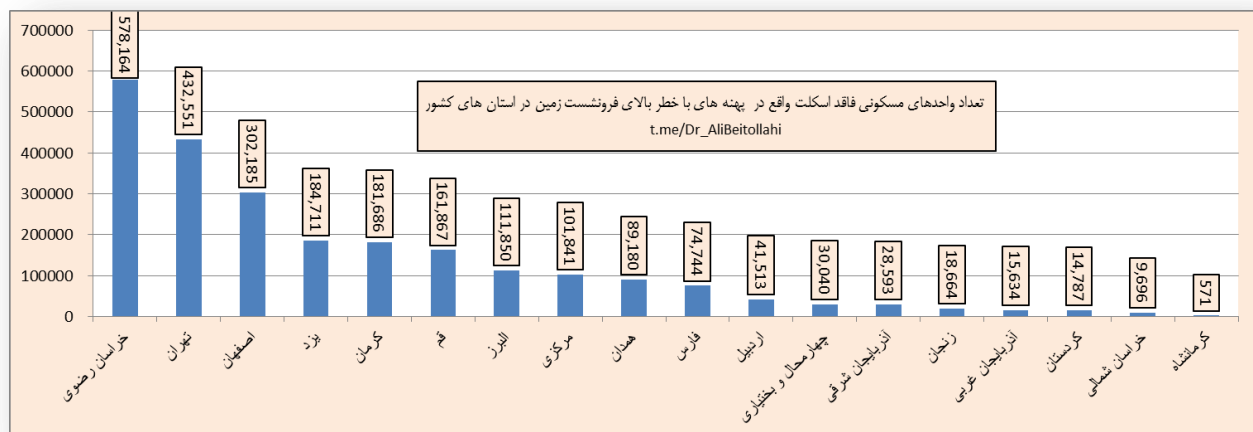


شکل 3- نمودار جمعیت ساکن در شهرهای واقع بر پهنه های با خطر بالای فرونشست زمین در استان های کشور

4-3- تعداد واحدهای مسکونی فاقد اسکلت واقع در پهنه های خطر بالای فرونشست زمین

علاوه بر تعداد جمعیت که مسلماً فاکتور مهمی در محاسبات ریسک است، تعداد واحدهای مسکونی آسیب پذیر نیز فاکتور اساسی دیگری در آنالیز ریسک می باشد. با این انگاره، براساس آمار 1395 مرکز آمار ایران، تعداد واحدهای مسکونی فاقد اسکلت در شهرهای واقع بر پهنه های با خطر بالای فرونشست زمین استخراج شد که در نمودار شکل 4 نشان داده شده است.

در میان محدوده های شهری واقع بر زون های با خطر بالای فرونشست زمین، شهرهای استان خراسان رضوی وضعیت نامطلوب تری دارند. بدنبال آن، استان های تهران، اصفهان، یزد، کرمان و قم دارای تعداد واحدهای مسکونی فاقد اسکلت بیشتری واقع بر پهنه های فرونشستی با خطر بالا هستند.



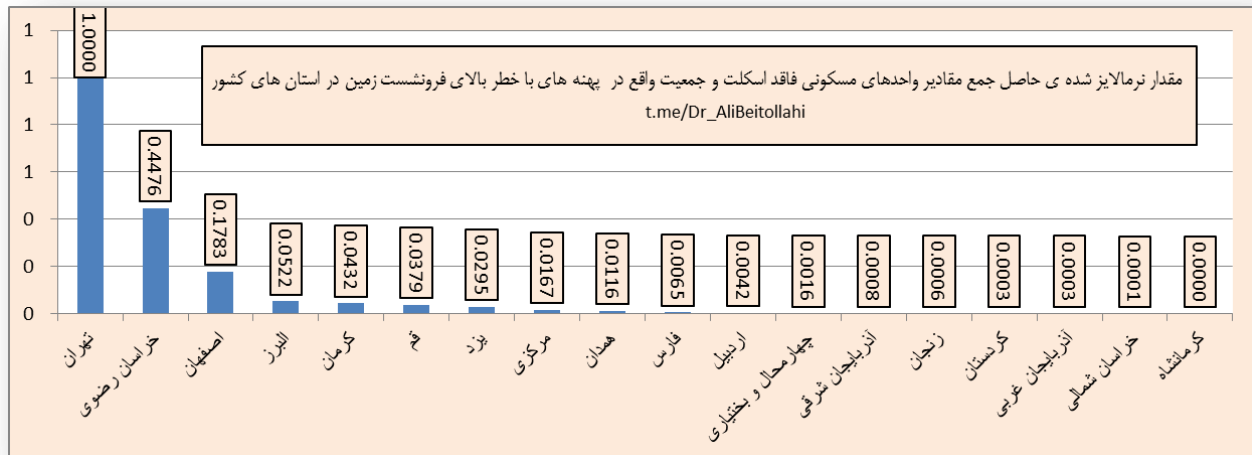
شکل 4- نمودار تعداد واحد مسکونی فاقد اسکلت شهری واقع بر پهنه های با خطر بالای فرونشست زمین در استان های کشور

اهمیت پرداختن به واحدهای مسکونی فاقد اسکلت در مقابل فرونشست زمین، اثر پذیری و آسیب پذیری آنها بصورت ترک و شکاف دیوارها و احتمال فروریزش سریعتر آنها در مقایسه با واحدهای اسکلت دار است. هرچند باید گفت که حتی واحدهای مسکونی اسکلت دار هم در مقابل فرونشست زمین بتدریج پتانسیل آسیب پذیری را دارا می باشند. نکته مهم دیگر با توجه به لرزه خیزی بالای کشور ایران است. واحدهای مسکونی بدون اسکلت، فاقد کیفیت های لازم مقاومت در برابر زلزله هستند که بخودی خود آنها را در برابر زلزله آسیب پذیر ساخته است، از طرف دیگر، اثر فرونشست از این لحاظ نیز مزید بر علت بوده و آسیب پذیری آنها را با توجه به اعمال شکاف های فرونشستی، دوچندان می کند و بر همین اساس است که به فاکتور واحدهای مسکونی فاقد اسکلت اهمیت زیادی در این مطالعه قائل شده ایم.

4-4- اولویت بندی استانی بر اساس ریسک فرونشست زمین

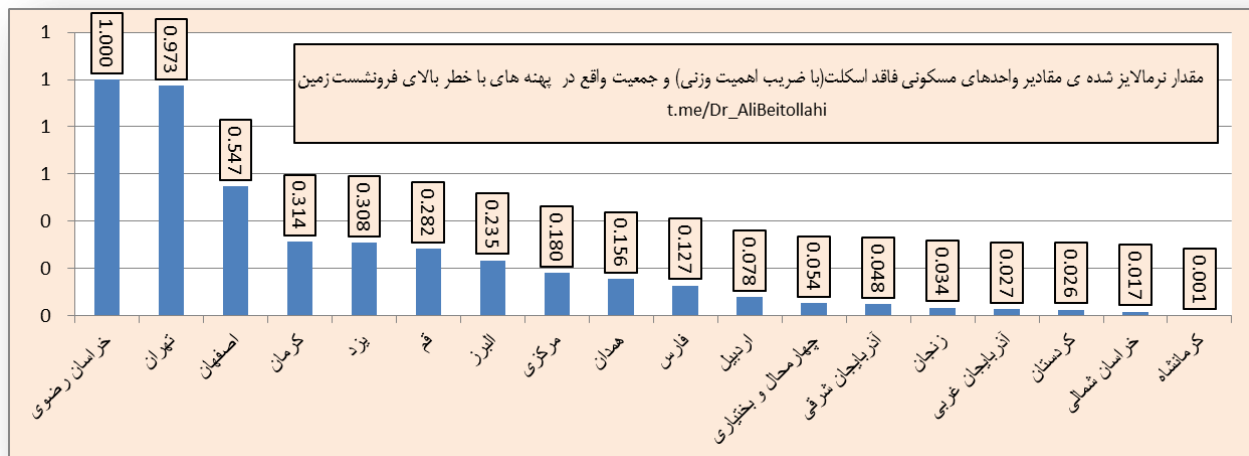
بر اساس مقادیر بدست آمده که در شکل های 3 و 4 نشان داده شد، در ادامه، با نرمالایز کردن مقادیر واحدهای مسکونی فاقد اسکلت و جمعیت ساکن بر روی زون های فرونشستی با خطر بالا در مناطق شهری استان های کشور، اولویت بندی بر اساس میزان نسبی ریسک فرونشست زمین (میزان نسبی بمعنی مقادیر نرمالایز شده نسبت بهم می باشد و در اینجا

مقدار مطلق ریسک قابل محاسبه نمی باشد) بعمل آمد. ابتدا بودن اعمال ضریب وزنی نمودار شکل 5 تهیه شد. بر این اساس استان های تهران، خراسان رضوی، اصفهان، البرز، کرمان و قم در اولویت بسیار بالائی از نظر میزان ریسک فرونشست زمین در محدوده های شهری قرار دارند.



شکل 5- نمودار نزولی اولویت بندی ریسک فرونشست زمین در استان های کشور (بدون اعمال ضریب وزنی)

شکل 6 نتیجه نهائی اولویت بندی ریسک فرونشست زمین را با اعمال ضریب اهمیت به واحدهای مسکونی فاقد اسکلت) اعمال فاکتور 3 بر مقدار نرمالایز شده ی آن) نشان می دهد. اعمال ضریب اهمیت به واحدهای مسکونی فاقد اسکلت، صرفا بر مبنای دید کارشناسی و بر اساس تجربه و نظر کارشناسی نگارنده بوده است.



شکل 6- نمودار نزولی اولویت بندی ریسک فرونشست زمین در استان های کشور (با اعمال ضریب وزنی)

براساس این کار و بنظر مولف، ضرورت دارد اقدامات ویژه ای در استان های خراسان رضوی، تهران، اصفهان، کرمان، یزد، قم و البرز در اولویت اول صورت پذیرد.

5- معرفی اقدامات اولویت دار و بسیار ضروری با هدف مقابله با فرونشست زمین

با هدف مقابله جدی با فرونشست زمین در گستره ایران زمین و جلوگیری از گسترش آثار زیانبار آن و تلاش در جهت تحویل سرزمینی زیست پذیر به آیندگان این مرز و بوم، ضرورت دارد توسط نهادهای مختلفی محورهای مهم و اولویت دار زیر اجرائی گردد:

- 1-5- وزارت نیرو باید با هدف کاهش استحصال آب زیرزمینی در مقادیر پروانه بهره برداری چاه های مجاز آب زراعی در استان های اولویت دار(خراسان رضوی، تهران، اصفهان، کرمان، یزد، قم و البرز) بازنگری کرده مقدار دبی مجاز بهره برداری تا حد امکان کاهش دهد.
- 2-5- وزارت نیرو باید بشدت با چاه های غیرمجاز حفر شده در محدوده استان های کشور مقابله و اقدام به مصلوب المنفعه کردن این قبیل چاه های غیر مجاز نماید.
- 3-5- وزارت جهاد کشاورزی باید در کاشت نوع محصولات و باغات و بویژه محصولات با مصرف بالای آب در استان های اولویت دار از نظر ریسک فرونشست زمین دخالت جدی کند و کاشت محصولات با مصرف آب کمتر را ترویج نماید.
- 4-5- وزارت جهاد کشاورزی باید در مورد بسط شیوه های نوین آبیاری بویژه در استان های با ریسک فرونشست بالا(شامل استان های خراسان رضوی، تهران، اصفهان، کرمان، یزد، قم و البرز) اقدام بسیار جدی بعمل آورد.
- 5-5- وزارت نیرو و وزارت جهاد کشاورزی در خصوص اجرائی نمودن طرح های آبخیزداری و آبخوانداری و پخش سیلاب و تغذیه سفره های زیر سطحی و زیرزمینی در استان های با ریسک بالای فرونشست زمین(خراسان رضوی، تهران، اصفهان، کرمان، یزد، قم و البرز) اقدامات لازم را بعمل آورند.
- 6-5- سازمان محیط زیست بعنوان حافظ محیط زیست در زمینه اثرات منفی فرونشست زمین بر محیط زیست باید در خصوص آثار زیست محیطی فرونشست زمین پایش های میدانی جدی تری را شروع کند