

سنجش میزان آسیب پذیری بافت های شهری در برابر مخاطره فرونشست زمین مطالعه موردی (بخشی از جنوب شهر تهران)

دکتر محمد شریفی کیا^۱ - استادیار سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
نعمت مالامیری - دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
دکتر سیاوش شایان - استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۲۳ تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۵/۵

چکیده

تحلیل آسیب پذیری جمعیت و گروه های انسانی مستقر در جنوب شهر تهران به عنوان اقدامی ابزاری در راستای پیشگیری از زایش فاجعه مبتنی بر زیستن در نواحی پر خطر ناشی از مخاطره ژئومورفولوژیک فرونشست مورد توجه قرار گرفته است. بدین منظور ابتدا با استفاده از تکنیک تداخل سنجی راداری، نرخ و دامنه فرونشست استخراج گردیده، سپس برای تولید نقشه عرصه فضایی پر مخاطره نرخ و دامنه فرونشست به عنوان فاکتور عامل در زایش مخاطره به تحلیلگر سیستم در محیط GIS وارد شد. نقشه خروجی معرف سلول های واجد ارزش متفاوت از فاکتور زایش مخاطره است. استخراج عرصه متعلق پهنه در معرض مخاطره نشان داد از مجموع مساحت محدوده قریب به نیمی (۴۳ درصد) در بهنه های پرخطر تا نسبتا پرخطر قرار گرفته اند. مبتنی بر این اطلاعات و با استفاده از پیمایش میدانی اقدام به بررسی آسیب پذیری جمعیت، مسکن و تأسیسات موجود در محدوده مورد مطالعه گردید. یافته های تحقیق موید آسیب پذیری بودن اکثر سکونتگاه ها و جمعیت ساکن در آنها و تأسیسات موجود در محدوده می باشد. همچنین یافته های تحقیق روشن ساخت که اکثر ساخت و سازهای موجود در منطقه غیر اصولی و غیر متناسب با شرایط مخاطره آمیز آن بوده که این امر باعث فراهم آوری زیرساخت آسیب پذیری برای مستحذات در شرایط خطرپذیر شده است.

کلیدواژه ها: آسیب پذیری، تکنیک تداخل سنجی راداری، فرونشست، مخاطره، تهران.

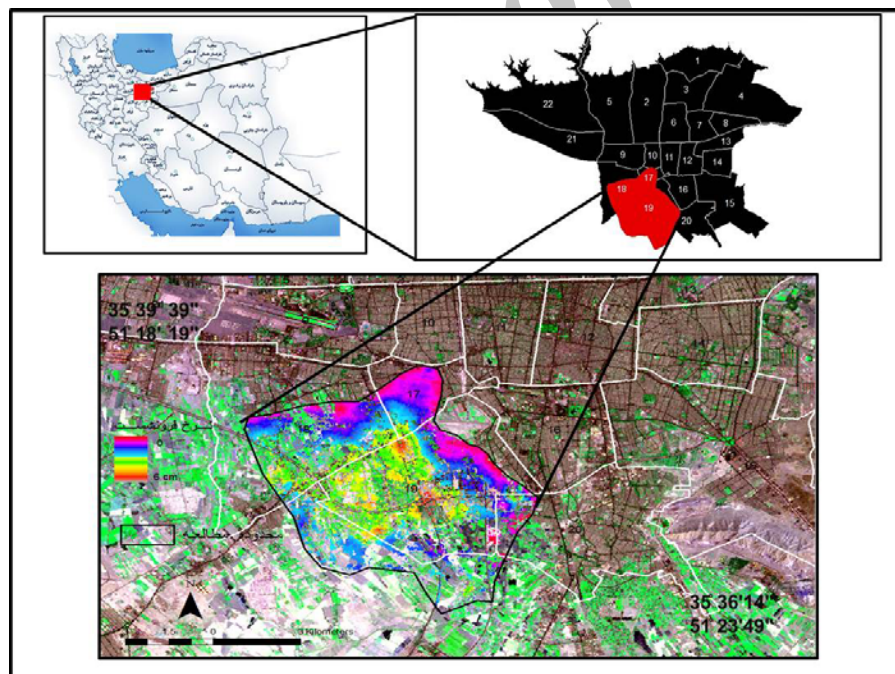
مقدمه

آسیب پذیری پیامد منطقی خطر پذیری ناشی از زیستن در عرصه‌های مخاطره‌آمیز و مبین وضعیت تاب آوری ناشی از ظرفیت پذیرش خطر و توان ترمیم پذیری آن است. آسیب پذیری فرایندی چند وجهی است که در فرم آسیب پذیری محیطی، سیاسی و اقتصادی - اجتماعی بروز می‌نماید (شریفی کیا، ۱۳۹۱؛ اسمیت^۱، ۲۰۰۳؛ وینشیر^۲ و همکاران، ۲۰۰۵). تجزیه و تحلیل آسیب پذیری اندازه‌گیری تمایل (گرایش) جامعه به پذیرش پیامد خطرپذیری و یا از دست دادن عناصر در معرض خطر است. به بیان دیگر تجزیه و تحلیل آسیب پذیری ناظر است بر شناسایی و درک تاب آوری محیط زیست، افراد و تاسیساتی که در معرض خطر و وارد آمدن خسارت ناشی از رخداد یک مخاطره قرار دارند (وارزانا شویلی، ۲۰۱۲؛ فوکس، ۲۰۱۲؛ بل^۳، ۲۰۰۴). تحلیل آسیب پذیری (اجتماعی) کانون‌های جمعیتی واقع در عرصه‌های خطر اقدامی علمی برای فراهم سازی زیر ساخت اطلاعاتی مناسب از درجه و میزان خطرپذیری ناشی از رخداد مخاطره طبیعی است. همچنین تحلیل و تبیین آسیب پذیری با فراهم آوری زیرساخت مناسب اطلاعاتی به منظور تعدیل و کنترل، می‌تواند مستقیماً بر درجه و گستره خسارت ناشی از رویداد سانحه اثر گذاشته، مانع تبدیل آن به فاجعه گردد (شریفی کیا، ۱۳۹۱؛ وینشیر و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به زایش مخاطره فرونشست در فضای مسکونی و تاسیساتی شهر تهران، خطر پذیری ناشی از پیامدهای مورفولوژیک این پدیده مشهود و تحلیل و درجه بندی آن به منظور تبیین عمق و گستره فضایی اقدامی الزامی است. وقوع پدید فرونشست در این اراضی و زایش مخاطره برای عرصه‌های مسکونی که واجد نارسایی‌های زیر ساختی مانند تراکم سازه‌ای و جمعیتی، عدم رعایت استانداردها در ساخت و ساز، توسعه فیزیکی نامناسب و در مواردی ناموزون و ... است، درجات بالایی از خطر پذیری را فراهم آورده است. متأسفانه به سبب فقدان شناخت و درک این پدیده توسط گروه‌های خطرپذیر و در نتیجه عدم توانمندی در تعدیل آن، شرایط خاصی از آسیب پذیری با گستره فراگیر از زیرساخت‌های اقتصادی - اجتماعی تا زیست محیطی را پیامد داشته است. شناخت و درک میزان و گستره موضوعی آسیب پذیری در این ناحیه می‌تواند زیرساخت مناسبی از منابع داده و اطلاعاتی را برای مدیران و دست‌اندرکاران در راستای تعدیل، کنترل و پیشگیری از فاجعه فراهم آورد. مبتنی بر این ضرورت تحقیق حاضر موضوع سنجش آسیب پذیری سکونتگاه‌ها و تاسیسات مستقر در اراضی در معرض فرونشست مشتمل بر قسمتی از مناطق ۱۷؛ ۱۸؛ ۱۹ و ۲۰ را هدف قرار داده است.

- 1 Smith
- 2 Winser
- 3 Varazanashvili
- 4 Fuchs
- 5 Bell

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه مشتمل بر اراضی در معرض مخاطره فرونشست در نواحی جنوبی تهران است که عرصه‌ای به مساحت تقریبی ۶۴ کیلومترمربع از مناطق ۱۷، ۱۸، ۱۹، و ۲۰ شهر تهران را در بر گرفته و واجد موقع ریاضی $35^{\circ}35'31''$ تا $39^{\circ}39'35''$ طول شرقی $51^{\circ}23'01''$ تا $51^{\circ}18'19''$ عرض شمالی می‌باشد. این محدوده حسب مطالعات مقدم (شریفی کیا، ۱۳۹۰؛ شمشکی و همکاران، ۱۳۸۴؛ فتوت اسکندری، ۱۳۸۷؛ دهقانی و همکاران، ۱۳۸۹) به دلیل رخداد پدیده فرونشست با نرخ زیاد و قرارگیری در هسته اصلی عرصه در حال فرونشینی تهران انتخاب شده است. دواير متحدالمركز معرف میزان فرونشینی (حاشیه‌های مستخرج از تصاویر تداخل نگاری) الگوی تحدید محدوده مورد مطالعه بوده است (شکل شماره ۱). همچنین عوامل ثانویه ای همانند استقرار بالای گروه‌های انسانی، شرایط خاص زیرساختی بستر و قرار گیری آن در زمره نواحی پرخطر شهر تهران و نهایتاً فرسودگی نسبی بافت و ساخت و سازهای غیر اصولی از جمله مسائل مد نظر در انتخاب و تحدید محدوده مورد مطالعه بود. طبیعتاً در چنین محیط پرخطر و پرتراکمی از انسان و سکونتگاه‌ها مسئله تبیین و تحلیل آسیب پذیری از اهمیت و اعتبار ویژه‌ای برخوردار است.



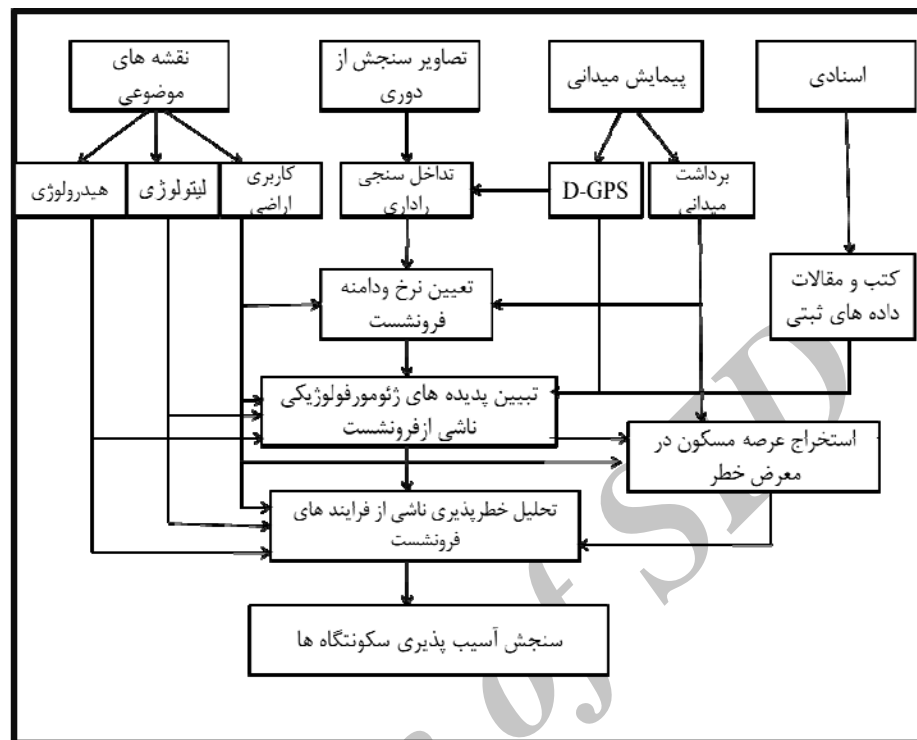
شکل ۱ محدوده مورد مطالعه

مواد و روش ها

برای انجام این پژوهش گروه متنوعی از داده‌ها به شرح ذیل مورد استفاده قرار گرفته است:

- سری زمانی از تصاویر ماهواره راداری از سنجنده ASAR ماهواره ENVISAT متعلق به سازمان فضایی اروپا در بازه زمانی ۴۵ روزه در بهار و تابستان ۱۳۹۰.
- تصاویر ماهواره اپتیکی از سنجنده TM ماهواره لندست گذر ۱۶۴ سطر ۳۵ تاریخ ۲۰۱۰/۷/۱۸.
- داده‌های پیمایشی جمع‌آوری شده از عملیاتی میدانی به کمک ^۱D-GPS.
- اسناد و گزارش‌های منتشره و منابع کتابخانه‌ای و داده‌های ثبتی.

روش مورد استفاده برای انجام این تحقیق آزمایشگاهی-پیمایشی و تحلیلی است. بدین منظور ابتدا اقدام به تبیین مساله از طریق منابع اسنادی و کتابخانه‌ای شده، تا بستر تئوریک تحقیق فراهم گردد. در مرحله بعد روش‌های آزمایشگاهی برای پردازش تصاویر راداری دو زمانه متکی بر تکنیک تداخل سنجی تفاضلی از طریق فاز مستخرج از تداخل نگار با هدف شناسایی و تعیین آخرین وضعیت نواحی در معرض فرونشست و تعیین و اندازه‌گیری نرخ و دامنه آن به کار گرفته شد. با تعیین نواحی در معرض مخاطره از طریق اقدامات مرحله قبل، منابع داده‌ای مشتمل بر داده‌های ثبتی، اسنادی و پیمایشی جمع‌آوری و پایگاه داده‌های مکانی در محیط GIS تشکیل گردید. در مرحله بعدی با تعیین نواحی در معرض فرونشست و دسته‌بندی آنها بر اساس نرخ استخراج شده و همچنین تحلیل داده‌های اسنادی و ثبتی به منظور تبیین علل فرونشست، اقدام به انجام پیمایش میدانی با استفاده از ابزار D-GPS برای جستجوی و شناسایی مناطق معرفی شده در تصاویر و بررسی و استخراج پدیده‌های مورفولوژیکی ناشی از فرونشست و تعیین سکونتگاه‌ها و تاسیسات در معرض خطرپذیری ناشی از این پدیده گردید. یافته‌های این مرحله کمک شایانی در جهت صحت‌سنجی نتایج در مرحله دوم نمود. در اقدام بعدی با تحلیل داده‌های نقشه‌ای و پیمایشی، نقشه عرصه‌های واجد پتانسیل خطر مبتنی بر نرخ و دامنه فرونشست تهیه و در ۴ کلاس مخاطراتی طبقه‌بندی شد. سپس برای ترسیم الگوی توزیع فضایی خطرپذیری ناشی از مخاطره فرونشست، نقشه عرصه‌های دارای پتانسیل خطر با الگوی توزیعی مساکن و جمعیت منطقه هم‌نهاد سازی گردیده، میزان خطرپذیری سکونت‌گاه‌ها و تاسیسات موجود در منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. در آخرین مرحله به منظور دست‌یابی به یافته‌های مورد نظر تحقیق، اقدام به تحلیل آسیب‌پذیری گروه‌های جمعیتی و مساکن در هر یک از کانون‌های خطرپذیر و استخراج الگوی فضایی آسیب‌پذیری مبتنی بر آسیب‌پذیری اقتصادی و انسانی-اجتماعی گردید (شکل شماره ۲).



شکل ۲ الگوی مفهومی تحقیق

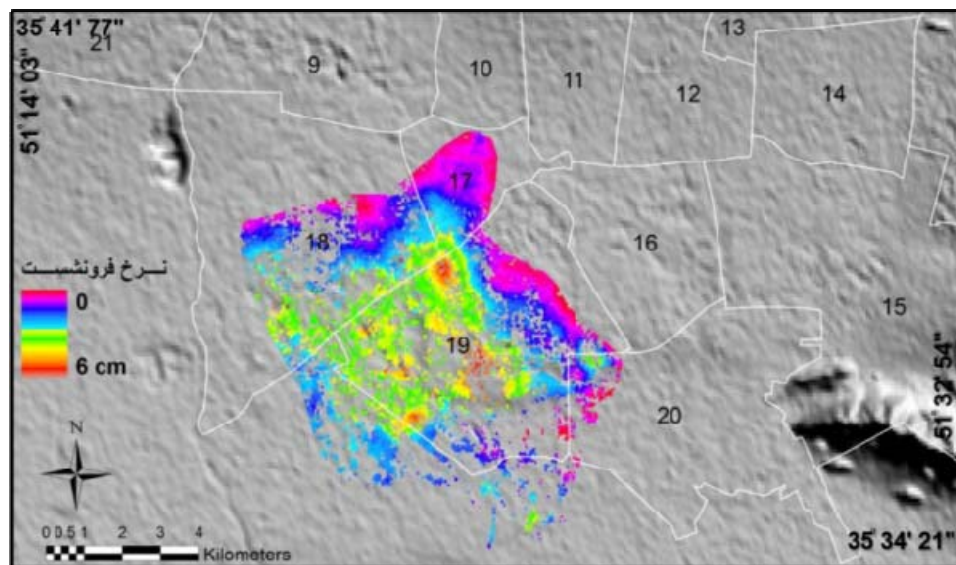
استخراج نرخ و دامنه فرونشست

به منظور استخراج نرخ و دامنه فرونشست تکنیک تداخل سنجی تفاضلی راداری مورد استفاده قرار گرفت. این تکنیک متکی بر اندازه گیری مقادیر اختلاف فاز حاصل از دریافت مکرر دو سیگنال با تفاضل زمانی از یک پدیده به نسبت سکوی تثبیت شده است. این تکنیک قادر است تغییرات سطحی را بر پایه تغییر مقادیر رادیانس فاز در مقیاس π تعیین نماید (شریفی کیا، ۱۳۹۱؛ دهقان، ۱۳۸۹؛ زابکر و همکاران^۱، ۱۹۹۴؛ گابریل و گولدستین^۲ ۱۹۸۸). از آنجا که $\frac{\pi}{2}$ (یک فاز کامل) معادل $\frac{\lambda}{4}$ (طول موج) است در این تحقیق برای افزایش دقت و حساسیت سیگنال از داده های سنجنده ASAR با طول موج کوتاه (باند C - ۵.۶ سانتی متر) استفاده شده است. همچنین به منظور بهبود دقت و کاهش ناهمدوسی فازی، بازه زمانی به حداقل ۴۵ روز تقلیل یافت. مبتنی بر این روش دو تداخل نگار با دوره زمانی سه ماهه به دست آمد. مقادیر حاصل از این تداخل نگار نیز بعد از انجام سایر عملیات و تبدیل فاز به نقشه جابجایی و همچنین اعمال فیلتری برای

1 Zebker

2 Gabriel and Goldstein

حذف پیکسل‌های دارای مقادیر صفر (بدون تغییر ارتفاعی) و بالاتر از صفر (بالا آمدگی) موید فرونشستی با نرخ حداکثر ۶ سانتی متر در دوره زمانی ۳ ماهه در محدوده مورد مطالعه است، که الگوی توزیع فضایی آن در شکل شماره ۳ نشان داده شده است.

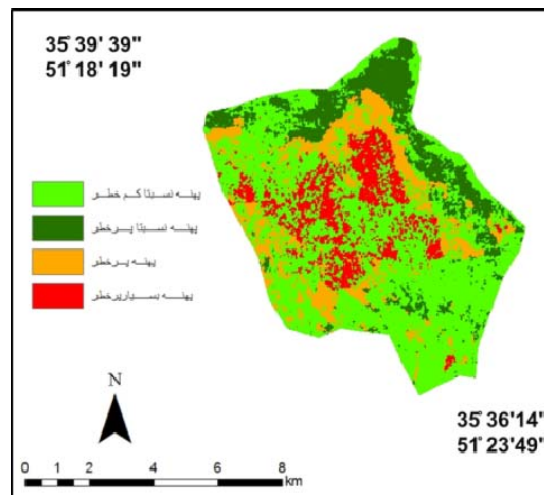


شکل ۳ الگوی فضایی نرخ و دامنه فرونشست در محدوده مورد مطالعه

مبتنی بر نقشه الگوی فضایی اراضی در معرض فرونشست، منطقه ۱۹ برخوردار از بالاترین میزان فرونشینی است. حداکثر نرخ فرونشینی در این منطقه در فرم نقاط با شعاع حداکثری ۶۰۰ متر به میزان ۲ سانتی متر در ماه و حداقل آن نیز حدود یک سانتی متر است. میزان فرونشینی از هسته اصلی در مرکز و شمال منطقه ۱۹ در تمام جهات جغرافیایی واجد روند نزولی بوده و در بخش‌های شمالی و شرقی نواحی ۱۷، ۱۸ و ۱۹ به صفر می‌رسد.

تبیین فضایی مخاطره فرونشست

به منظور تولید نقشه الگوی فضایی عرصه‌های پر مخاطره، دو فاکتور نرخ و دامنه فرونشست مستخرج از تداخل نگار به عنوان فاکتور عامل در زایش مخاطره به تحلیل گر سیستم در محیط GIS وارد شد. نقشه خروجی معرف سلول‌های واجد ارزش متفاوت از فاکتور زایش مخاطره است. بر این اساس دسته بندی ارزش سلول‌های معرفی شده در نقشه خروجی به ۴ کلاس متفاوت (مبتنی بر نرخ فرونشینی) تحت عنوان پهنه‌های برخوردار از مخاطره فرونشست مشتمل بر پهنه بسیار پرخطر، پهنه پرخطر، پهنه نسبتاً پرخطر، و پهنه نسبتاً کم خطر تهیه گردید (شکل ۴).



شکل ۴ پهنه بندی مخاطره فرونشست در محدوده مورد مطالعه

استخراج عرصه متعلق به این پهنه‌ها نشان می‌دهد که قریب به دو سوم مساحت محدوده مورد مطالعه در پهنه‌های پر خطر و بسیار پرخطر واقع شده است (جدول شماره ۱).

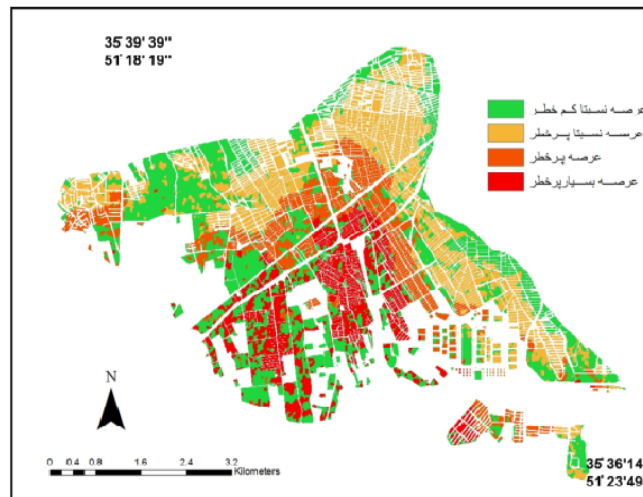
جدول ۱ مساحت و درصد عرصه‌های واقع در پهنه مخاطره آمیز

عرصه خطر	مساحت (مترمربع)	درصد
عرصه نسبتاً کم خطر	33091600	56.90
عرصه نسبتاً پر خطر	9048400	15.56
عرصه پر خطر	8591600	14.77
عرصه بسیار پرخطر	7430800	12.78
مجموع	58162400	100.00

تبیین خطر پذیری

در این پژوهش تبیین فضایی خطر پذیری در دو الگوی خطر پذیری واحدهای مسکونی - تاسیساتی و خطر پذیر جمعیت مورد بررسی قرار گرفت. برای تبیین خطر پذیری واحدهای مسکونی و تاسیسات، ابتدا نقشه الگوی پراکندگی ساخت و سازها استخراج گردیده، به کمک پیمایش میدانی به هنگام شد. سپس نقشه تولیدی با نقشه پهنه بندی عرصه‌های مخاطره آمیز منطبق گردیده، مورد تحلیل قرار گرفت. یافته‌ها مویید خطر پذیری تمام تاسیسات و سکونتگاه‌های شهری این محدوده از مخاطره حادث است، لیکن میزان آن بسته به پتانسیل خطر تا حدودی متفاوت می‌باشد. بطوری‌که حدود ۷۰ درصد از مستحذات از خطر پذیری کم تا نسبتاً

کم برخوردار بوده و تنها ۳۰ درصد باقی مانده به جهت وقوع در عرصه های پرمخاطره واجد درجات بالایی از خطر پذیری اند (شکل شماره ۵، جدول شماره ۲).

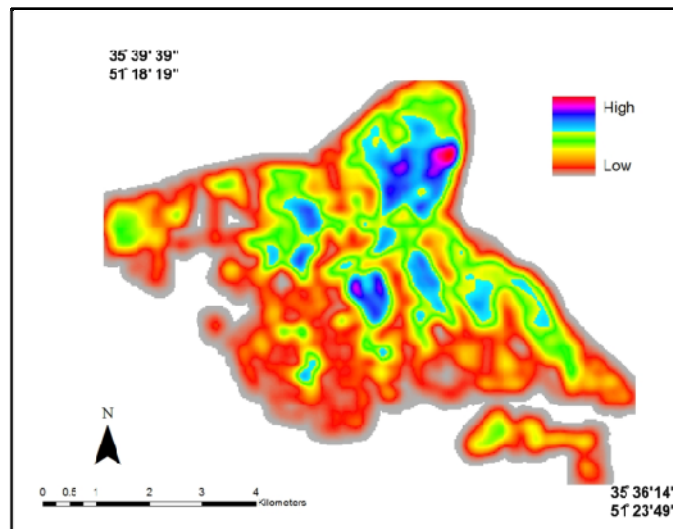


شکل ۵ الگوی فضایی خطر پذیری مسکن و تاسیسات در محدوده مورد مطالعه

جدول ۲ تعداد و مساحت واحد مسکونی - تاسیساتی خطر پذیر به تفکیک گروه های خطر پذیری

کلاس مخاطره	تعداد واحد مسکونی - تاسیساتی	مساحت اشغال شده (KM ²)	درصد
پهنه نسبتاً کم خطر	10905	6.7	34
پهنه نسبتاً پرخطر	43547	7.2	37
پهنه پر خطر	27097	3.8	20
پهنه بسیار پرخطر	13634	1.7	9
مجموع	95183	19	100

خطر پذیری جمعیت و گروه های انسانی به سبب محدودیت دسترسی به داده مکانی مناسب صرفاً بر اساس فاکتور حضور یا عدم حضور جمعیت در محدوده خطر تحلیل شده است. بدین منظور و برای درک مناسب تری از گروه های انسانی مستقر در ناحیه خطر و تبیین الگوی توزیعی فضایی و تواما درجه و میزان خطر پذیری بر اساس حجم جمعیت در معرض، از شاخص تراکمی جمعیت در واحد سطح بهره برده ایم. الگوی تراکمی جمعیت از طریق نسبت دادن عدد جمعیت ساکن (مستخرج از داده های مرکز آمار ایران) در بلوک های مسکونی به مساحت اشغال شده توسط آن بلوک فراهم گردید. حاصل و خروجی این مرحله نقشه الگوی فضایی تراکمی جمعیت در محدوده مورد مطالعه بود (شکل ۶).



شکل ۶ الگوی فضایی تراکم جمعیت در محدوده مورد مطالعه

در مرحله بعد به منظور استخراج جمعیت در معرض خطر، با استفاده از آمار جمعیتی مستقر در بلوک‌ها و نقشه الگوی فضایی خطر پذیری مسکن، اقدام به استخراج مقادیر خطر پذیری برای جمعیت ساکن در محدوده مورد مطالعه گردید. بر اساس یافته های این مرحله بیش از نیمی از جمعیت ساکن محدوده به سبب استقرار در پهنه‌های مخاطره آمیز از خطر پذیری زیاد تا بسیار زیاد برخوردارند (جدول شماره ۳). لازم به ذکر است که وقوع تراکم حداکثری جمعیت در مسکن واقع در عرصه های پر مخاطره فرونشست متأسفانه شرایط خطرپذیری حداکثری را نیز فراهم آورده است.

جدول ۳ خطرپذیری جمعیت و خانوار ساکن در محدوده مورد مطالعه

عنوان	خطر پذیری نسبتاً کم	خطر پذیری نسبتاً زیاد	خطر پذیری زیاد	خطر پذیری بسیار زیاد
جمعیت	8027	88379	50727	59676
خانوار	4739	46222	29785	31919
درصد	3.9	42.7	24.5	28.9

بحث و نتایج

یافته های پژوهش موید حدوث مخاطره فرونشینی با نرخ نسبتاً زیاد (۲ سانتی متر در ماه) و دامنه ای با گسترش فضایی در تمام منطقه ۱۹ و بخش های از مناطق ۱۷؛ ۱۸ و ۲۰ است، که حداکثر آن در پهنه ای محدود و شعاعی از

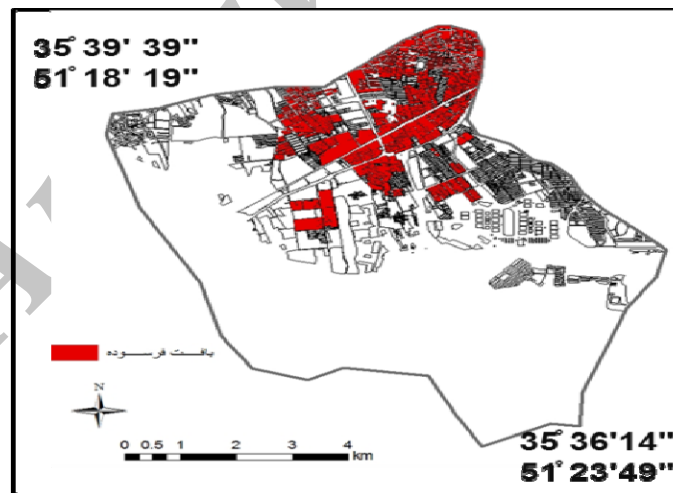
منطقه ۱۹ اندازه گیری شد. همچنین وقوع هم عرض پهنه های واجد حداکثر مخاطره با نواحی واجد حداکثر تراکم جمعیت و مستحذات، خطرپذیری حداکثری را فراهم آورده است. ظهور خطرپذیری بالا در جمعیت و زیرساخت های محدوده مورد مطالعه مساله مدیریت کاهش خطر در راستایی تعدیل آسیب پذیری را پیش روی قرار می دهد. بررسی ها روشن ساخت به دلایلی مانند عدم اطلاع و آگاهی از خطر حادث شده، فقدان اطلاع رسانی توسط موسسات و نهادهای مسئول، در مواردی فقدان اطلاع و درک علمی توسط مسئولین و مقامات، فقدان زیر ساخت اقتصادی مناسب به سبب شرایط خاص اجتماعی - فرهنگی و اقتصادی، وجود ساخت و سازهای بی کیفیت و عدم پایداری و ایستایی آنها، تمرکز بیش از حد گروه های انسانی در محدوده و نهایتا کارآمد نبودن شبکه های دسترسی سبب شده است که خطرپذیری حادث مدیریت نشده و قهرا سطوح گسترده ای از آسیب پذیری سیاسی، اجتماعی - فرهنگی، و اقتصادی را دربر داشته باشد. بدین لحاظ شناخت آسیب پذیری جمعیت و گروه های انسانی مستقر در ناحیه به عنوان اقدامی ابرازی در راستای پیشگیری از زایش فاجعه مبتنی بر زیستن در نواحی پر خطر مطرح است. آنچه منجر به ایجاد خسارت ناشی از رویداد مخاطرات می شود نوع زیستن و میزان شناخت و درک جمعیت مستقر از درجه مخاطره آمیز بودن و انجام اقدامات مدیریتی در جهت کاهش و دوری از فرایند آسیب پذیری است. بر این اساس برای تبیین آسیب پذیری ناشی از مخاطره مورفولوژیکی فرونشست در منطقه مورد مطالعه، موضوع در دو سطح آسیب پذیری اجتماعی - انسانی^۱ و آسیب پذیری اقتصادی^۲ مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفت. آسیب پذیری اجتماعی - انسانی در محدوده مورد مطالعه عمدتاً پی آمد کم داشتنی جمعیت در زمینه های علمی - اطلاعاتی، اقتصادی، زیرساختی و در مواردی فرهنگی نسبت به مخاطره فرونشست و خطرپذیر ناشی از آن است. مبتنی بر یافته تحقیق و مستند به تحلیل و استخراج عرصه دارای پتانسیل خطر و تحدید فضایی آن به کلاس های مختلف میزان خطرپذیری سکونت گاه ها و جمعیت در این پژوهش، روشن گردید که عمده جمعیت و مسکن واجد سطوحی از خطرپذیری (کم تا زیاد) بوده بطوری که بیش از نیمی از جمعیت از خطرپذیری زیاد تا بسیار زیاد برخوردارند. این میزان خطرپذیری در شرایطی حادث شده است که متأسفانه اغلب جمعیت ساکن برغم مشاهده برخی عوارض مورفولوژیکی ناشی از رخداد فرونشست (رویت درز و ترک در ابنیه)، نسبت به مخاطره و درجه خطرپذیری خود در نقطه استقرار بی اطلاع بوده و طبیعی است در شرایط بی اطلاعی از خطرپذیری اقدام تعدیلی در جهت کاهش خطرپذیری و در نتیجه کاهش آسیب پذیری ناشی از آن صورت نگیرد. این مهم زیرساخت حداکثری را برای آسیب پذیری اجتماعی - انسانی جمعیت فراهم آورده است. شرایط خاص کم داشتنی اقتصادی ساکنین نیز به سبب تعدیل توان تاب آوری در تحمل خسارات ناشی از رخداد مخاطره، بستر آسیب پذیری برای ساکنین فراهم آورده است. برابر ارقام اقتصادی خانوارهای شهری مستخرج از پایگاه آماری مرکز آمار ایران، در سال ۱۳۹۰ ساکنین این ناحیه در زمره دهک های پایین اقتصادی شهر تهران قرار داشته اند.

1 Social and Human Vulnerability

2 Economic Vulnerability

تحلیل آسیب پذیری اقتصادی در محدوده مورد مطالعه ناظر بر توان اقتصادی جمعیت ساکن در پذیرش فاجعه و تاب آوری در برابر آن است. با پذیرش نقش سرمایه به عنوان کلید تعدیل آسیب پذیری و درک آسیب پذیری افزون تر تهیدستان در برابر اغنیا، مساله کم داشتی اقتصادی عرصه مورد مطالعه آسیب پذیری افزون تر و فراگیرتری را پیامد خواهد داشت. طبق آمار اقتصادی-اجتماعی مرکز آمار ایران در سال ۸۷ درآمد ساکنین مناطق جنوبی تهران تنها ۱/۴ درآمد ساکنین نواحی شمالی این شهر بوده است. همچنین در همین سال ۷۱ درصد سرپرستان خانوارها در منطقه ۱۹ و ۲۹ درصد سرپرستان خانوارهای منطقه ۱۸ از نعمت سواد محروم بوده اند و یا در منطقه ۱۷ سرپرست خانواری با مدرک بالاتر از متوسطه وجود نداشته است.

برای تحلیل و درک میزان آسیب پذیری اقتصادی محدوده مورد مطالعه علاوه بر شرایط شغلی و ماهیت اقتصادی محل، بررسی و تحلیل زیرساخت های اقتصادی تاثیر گذار در آسیب پذیری مورد توجه قرار گرفته است. مساکن اصلی ترین زیرساخت آسیب پذیر در سطح محدوده بشمار می روند. بررسی داده هانشان می دهد که از نظر کیفیت مسکن، مناطق شهری ۱۵ الی ۲۰ در پایین ترین رده کیفی مساکن شهر تهران قرار دارند (سازمان نوسازی شهر تهران، ۱۳۸۹). استخراج و تحلیل نقشه بافت فرسوده (شکل شماره ۷) در محدوده مورد مطالعه نشان داد که بخش عمده ای از مساکن واجد کیفیت ابنیه پایین بوده که عرصه استقرار آن به عنوان بافت فرسوده معرفی شده است. رویهم گذاری عرصه فضایی این بافت با نقشه پهنه ها مخاطره آمیز فرونشست موبد استقرار ۵۶ درصد از مساکن فرسوده در پهنه های پرخطر تا بسیار پرخطر است (جدول شماره ۴). بررسی های پیمایشی در سطح محدوده آسیب پذیری عینی در فرم ایجاد درز و ترک در سازه ها را تایید نمود (شکل شماره ۸).



شکل ۷ نقشه پراکندگی بافت فرسوده در محدوده مورد مطالعه

جدول ۴ میزان جمعیت و تعداد واحدهای مسکونی مستقر در بافت فرسوده

عنوان	جمعیت	واحد مسکونی	مساحت	درصد
پهنه نسبتاً کم خطر	۵۹۱۹	۱۲۹۰	۳۴۱۴۲۳	۶
پهنه نسبتاً پر خطر	۵۰۳۰۶	۱۴۶۱۳	۲۰۸۸۳۵۱	۳۸
پهنه پر خطر	۴۰۰۵۱	۱۴۲۱۹	۱۱۵۸۵۸۷	۲۱
پهنه بسیار پرخطر	۴۹۸۶۵	۱۱۳۰۶	۱۹۳۰۰۰۱	۳۵
مجموع	۱۴۶۱۴۱	۴۱۴۲۸	۵۵۱۸۳۶۲	۱۰۰



شکل ۸ آسیب پذیری سکونتگاه‌ها **A**: پایین رفتن کف ساختمان حدود ۳ سانتی متر **B**: خم شدگی دیوار به بیرون به میزان ۲ سانتی متر **C**: ایجاد ترک عمودی به میزان ۲ سانتی متر **D**: ایجاد ترک افقی در ساختمان

تاسیسات شهری همانند پل‌ها، شبکه‌های دسترسی (بزرگراه تا معابر دسترسی)، تاسیسات زیرسطحی (شبکه های آب، گاز و مترو) از دیگر عناصر واقع در معرض آسیب پذیری در محدوده مورد بررسی می‌باشند. رویهم گذاری نقشه پهنه‌های مخاطره آمیز با نقشه برداری استقرار این تاسیسات می‌تواند استقرار بیش از ۴۵ کیلومتر بزرگراه و ۱۰ کیلومتر خط مترو به همراه تعداد کثیری از شبکه‌های دسترسی محلی و پل‌ها در عرصه‌های مخاطره آمیز است (جدول شماره ۵ شکل شماره ۹). یافته‌های پیمایشی می‌تواند آسیب پذیر و در مواردی تخریب این تاسیسات از طریق شکست در سازه، ایجاد ترک و گسیختگی در انسجام آسفالت و ایجاد فرو چاله در سطح معابر و بزرگراه‌ها و همچنین شکستگی مکرر لوله های آب و در موارد محدودی لوله‌های گاز است.

جدول ۵ میزان قرارگیری شبکه دسترسی در پهنه های خطر (ارقام به متر)

شبکه دسترسی	نسبت آکم خطر	نسبت آپر خطر	پرخطر	بسیار پرخطر
بزرگ راه	۰	۲۶۹۲۰۰	۶۹۱۴۰۰	۲۳۰۷۷۰۰
راه اصلی	۶۱۴۰۰	۲۱۵۶۳۰۰	۲۶۵۲۹۰۰	۲۴۴۹۳۰۰
راه فرعی	۱۵۲۴۰۰	۱۱۲۱۰۰	۷۹۹۲۰۰	۷۳۲۴۰۰
راه آهن	۶۹۰۰	۱۷۱۰	۲۹۳۰۰	۱۱۳۹۰۰
مترو (مسیر خط ۳)	۰	۱۱۸۰۰	۱۰۹۱۰۰	۱۵۸۱۰۰
مترو (مسیر خط ۸)	۰	۲۸۰۰۰	۴۳۴۰۰	۰



شکل ۹ آسیب پذیری پل آزادگان (تقاطع بزرگراه شهید رجایی و بزرگراه آزادگان) A: ایجاد شکستگی عمودی در گوشواره ابتدای پل به میزان ۵ سانتی متر B: نمای نزدیک از شکستگی عمودی در پل آزادگان

نتیجه گیری

حدوث فرونشست با نرخ ۲ سانتیمتر در ماه و اندازه گیری آن از طریق تکنیک به کارگرفته شده و همچنین بررسی های میدانی تاکید بر زایش مخاطره ناشناخته در ناحیه مورد مطالعه است. مزید بر آن این مخاطره

خطرپذیری و در نتیجه آسیب پذیری فراگیری برای ساکنین واقع در عرصه در حال فرونشینی پیامد داشته است. یافته‌های تحقیق موید کارآمدی و الزامی بودن مطالعات سنجش آسیب پذیری در ارتباط با مخاطره فرونشست زمین با هدف سازماندهی و آمایش مجدد این نقاط به منظور پیشگیری از تبدیل سانحه به فاجعه است. امری که هرچند تاکید و توجه به آن در خصوص سایر مخاطرات بدهی می نماید، لیکن متاسفانه در خصوص مخاطره فرونشست به سبب حدوث بسیار کند آن، گروه‌های جمعیتی در معرض خطر و حتی در مواردی مدیران و مسئولین به سهولت از وجود آن اطلاع نیافته و بدهی است در شرایط بی‌اطلاعی، آسیب پذیری به واسطه فقدان اقدامات تعدیلی در خطرپذیری، با ظرفیت حداکثری رخ خواهد داد. بررسی انجام شده نیز تأکیدی بر این ادعاست؛ بطوری‌که در بررسی‌های میدانی فرد یا افرادی که از مخاطره حادث و یا علت ایجاد درز و ترک در ساختمان خود اطلاعی داشته باشد، مشاهده نگردید. انجام مطالعات آسیب پذیری در چنین محیطی از یک سوی امکان مناسبی برای درک درجه و میزان خطرپذیری و تبیین و معرفی آسیب پذیری اجتماعی-انسانی و اقتصادی را فراهم آورده، از سوی دیگر الگوی نسبتاً مطلوب و آزمون شده‌ای از روش تحقیق برای درک آسیب پذیری را معرفی نمود. فراهم آوری این زیرساخت اطلاعاتی در عرصه‌های پرنظری همچون محدوده مورد مطالعه می‌تواند از طریق شناخت و درک بهتر، شرایط مناسب برای اعمال مدیریت خطرپذیری و تعدیل آن را فراهم سازد. مزید بر آن استقرار محدوده در نواحی پرنظر زمین لرزه و احتمال همزادی فرونشست با آن (رخ داد زمین لرزه در عرصه‌های در حال فرونشست) به سهولت قادر است ابعاد ناشی از زمین لرزه نچندان مخرب را بسط داده، فاجعه بار نماید (شریفی کیا، ۱۳۸۹).

یافته‌های این تحقیق مستند به ارقام جداول ۲ و ۳ روشنگر در معرض خطر بودن کلیه مساکن، جمعیت ساکن و تاسیسات است. هرچند درجه خطرپذیری آنها تا حدودی متفاوت است. همچنین یافته تحقیق همچنین تأکیدی بر تابعیت الگوی توزیع فضایی خطرپذیری و مقادیر آن، از نرخ و دامنه فرونشست است. سطح بالایی از خطرپذیری (یک سوم مساکن و نیمی از جمعیت) در شرایط خاص اقتصادی - اجتماعی و محیطی محدوده، آسیب پذیری فراگیر در زمینه‌های اجتماعی انسانی و اقتصادی را پیامد داشته است. همچنین روشن گردید که محوریت آسیب پذیری متوجه آسیب پذیری اجتماعی و بخصوص مساله بی‌اطلاعی ساکنین از خطر موجود و عدم اطلاع رسانی توسط نهادهای مسئول است.

منابع و مأخذ

دهقان سورکی، یونس؛ ۱۳۹۰. به‌کارگیری تکنیک تداخل سنجی تفاضلی راداری (D-INSAR) در تعیین نرخ و دامنه فرونشست زمین در دشت مرند. پایان نامه کارشناسی ارشد. به راهنمایی دکتر شریفی کیا. گروه سنجش از دور. دانشگاه تربیت مدرس.

سازمان نوسازی شهر تهران؛ ۱۳۹۰. گزارش مسئله مسکن شهر تهران. مسئله ملی و استراتژیک. شهرداری تهران؛ ۱۳۹۱. اطلس کلان شهر تهران (۱۳۹۱-۱۳۸۵).

شریفی کیا، محمد؛ ۱۳۹۱. جزوه درس مخاطرات محیطی. دانشگاه تربیت مدرس.

شریفی کیا، محمد، و همکاران؛ ۱۳۹۰. سنجش آسیب پذیری سکونتگاه‌های روستایی ناحیه ولشت از مخاطرات زمینی. مدرس علوم انسانی- برنامه ریزی و آمایش فضا. دوره پانزدهم. شماره ۱. صص ۱۵۰-۱۲۶.

شریفی کیا، محمد و نیکتا، میثم؛ ۱۳۹۰. سنجش و استخراج مخاطرات حاصل از پدیده فرو نشست در اراضی مسکون تهران بزرگ. اولین سمینار تحلیل فضایی مخاطرات محیطی کلانشهر تهران. دانشگاه تربیت معلم ۱۳۹۰.

شریفی کیا محمد؛ ۱۳۹۱. تعیین میزان و دامنه فرونشست زمین به کمک روش تداخل سنجی راداری (D-InSAR) در دشت نوق- بهرمان. مجله مدرس- برنامه ریزی آمایش فضا؛ دوره ۱۶ شماره ۳ پائیز ۱۳۹۱.

شمشکی، امیر، و انتظام سلطانی، ایمان؛ ۱۳۸۳. بررسی اجمالی علت وقوع فرونشست جنوب غرب تهران. سازمان زمین شناسی ایران - گروه زمین شناسی مهندسی و زیست محیطی - نشر داخلی.

مختاری، داوود؛ ۱۳۸۴. آسیب پذیری سکونتگاه‌های روستایی از فعالیت گسل و ضرورت جابه‌جایی آنها (نمونه موردی: روستاهای واقع در گسل شمالی میشو). پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۱. صص ۸۶-۷۱.

مهشادینا، فاطمه؛ ۱۳۸۵. مروری بر نشست منطقه‌ای زمین در ایران و تدوین بانک اطلاعات فرونشست زمین. دومین همایش انجمن زمین شناسی ایران. دانشگاه تربیت مدرس.

- Abidan.Z., Andreas.H., Gumilar.I., Gamal.M., 2009. Land Subsidence and Urban Development in Jakarta (Indonesia), 7th FIG Regional Conference, Hanoi, Vietnam.
- Amelung, F., D. Galloway., J. Bell., H. Zebker and R. Laczniaak., 1999. Sensing the ups and downs of Las Vegas: InSAR reveals structural control of land subsidence and aquifer-system deformation. *Geology*, Volume 27, No. 6, p. 483-48.
- Ayala,Irasema., 2002. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology* 47: 107-124.
- Bell, F.G., Cripps, J.C., Culshaw, M.G. and O Hara, M., 1987. Aspects of geology in planning and Engineering Geology. Engineering Geology, Special Publication No 4.
- Bryant.E., 2005. Natural hazard. Second edition. Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York.
- Burbey.T., 2002. The influence of faults in basin-fill deposits on land subsidence. Las Vegas Valley. Nevada, USA, *Hydrogeology Journal* 10:525-538.
- Burton,I., Kates.R., White,G., 2005. The Environment as Hazard. Second edition, Rutledge.
- Chen.C., Wang.C., Chen Kuo.L., 2010. Correlation between groundwater level and altitude variations in land subsidence area of the Choshuichi Alluvial Fan. Taiwan. *Engineering Geology* 115 :122-131.
- Chung Chang,H., Linlin.G., Rizos.C., 2004. Environmental Impact Assessment of Mining Subsidence by Using Spaceborne Radar Interferometry. 3rd FIG Regional Conference, Jakarta, Indonesia.

- Fuchs,S.,2012. Vulnerability assessment in natural hazard and riskanalysis: current approaches and future challenges. *Natural Hazards* 64:1969–1975 , DOI 10.1007/s11069-012-0352-9.
- Guzzetti. F., Carrara.A .,Cardinali.M ., Reichenbach.P.,1999. Landslide hazard evaluation : a review of current techniques and their application in a multi-scale study . central Italy , *Geomorphology* 31,181-216.
- Hu.B ., Zhou,Jun ., Wang,J., Chen,Z ., Wang,D .,2009 ,Risk assessment of land subsidence at Tianjin coastal area in China . Springer, *Environmental Earth Science* 59:269–276 , DOI 10.1007/s12665-009-0024-6.
- Hunt,R., 2007. *Geologic Hazards: A Field Guide for Geotechnical Engineers*. Taylor & Francis Group.
- Li,C.,Tang,X., Tuhua,M., 2006. Land subsidence caused by groundwater exploitationin the Hangzhou-Jiaxing-Huzhou Plain. China , Springer, *Hydrogeology Journal* 14: 1652–1665.
- Roos,P. Suzanne,J., Hulscher,H., 2002. Formation of offshore tidal sand banks triggeredby a gasmined bed subsidence .*Continental Shelf Research* 22: 2807–2818.
- Salehi1, R., Ghafoori, M., Lashkaripour., G.R. and Dehghani, M., 2012. Investigation of land subsidence in Southern Mahyar Plain in Isfahan province. Iran, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering* , ISSN 2250-2459, Volume 2, Issue 9.
- Smith,K ., 2001. *Environmental hazard: Assessing risk and reducing disaster* , Fourth edition , Rutledge.
- Varazanashvili,O .,Tsereteli ,N ., Amiranashvili, A ., 2012. Vulnerability, hazards and multiple risk assessment for Georgia. *Nat Hazards* 64:2021–2056, DOI 10.1007/s11069-012-0374-3 .
- Thomas,G .,Anderson ,Crozier .,2005. *Landslide Hazard and Risk*. John Wiley and Sons Ltd, vol1.
- Webb,R ., Leake,S., 2006. Ground-water surface-water interactions and long-term changein riverine riparian vegetation in the southwestern United States. *Journal of Hydrology* 320, 302–323.
- Wei,Q .,2006. Land subsidence and water management in Shanghai . Master thesis. Delft, The Netherlands.