Kharazmi University

Spatial Analysis Environmental Hazards

Online ISSN: 2588-5146
Homepage: https://khu.ac.ir

Spatial analysis of land subsidence risk in rural settlements of Iran

Saeed Mohammad Sabouri[1] ✉ | **Sayed Amirhossien Garakani** [2]

1. Corresponding Author, Environmental Hazards and Meteorological Disasters Research Group, Natural Disasters Research Institude, Tehran, Iran. E-mail: sabori@ndri.ac.ir
2. Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Islamic Azad University of Tehran, Center, Tehran, Iran. E-mail: Garakani@iauctb.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 25 February 2024
Accepted 10 June 2025
Published online 09 September 2025

Keywords:
Threats,
Rural Settlements,
Sinkholes,
Land Subsidence,
Natural Hazards.

ABSTRACT

Objective: Investigating the occurrence of land subsidence in the country and the extent to which rural settlements are exposed to the phenomenon of land subsidence.

Methods: The present study was based on library surveys and studies, field observations and impressions. Using information received from the National Mapping Organization, a map of the country's subsidence zones and the degree of risk of each zone, including very low, low, medium, high and very high risk, was drawn, and the aforementioned maps were compared with the location of the villages.

Results: According to the analysis of the available data, 302 villages are at very high risk, 768 villages are at high risk, 834 villages are in the medium risk zone, and 573 villages are in the low risk zone. In terms of percentage weight, about 4 percent of the country's villages are at medium to very high risk of subsidence, of which 1,904 villages are at medium to very high risk, and 573 villages are at low risk.

Conclusions: The highest provincial distribution of villages at risk of subsidence in the country with a very high degree is in the provinces of Alborz, Tehran, Khorasan Razavi, Qazvin, Kerman, Golestan and Hamedan, and the highest provincial distribution with a high degree is in the provinces of West Azerbaijan, Isfahan, Alborz, Tehran, Khorasan Razavi, Semnan, Qazvin, Kerman, Golestan, East Azerbaijan, Hamedan and Yazd. Also, the highest provincial distribution of villages at risk of medium-level subsidence is in the provinces of East and West Azerbaijan, Isfahan, Alborz, Tehran, Semnan, Qazvin, Kerman, Golestan, Mazandaran, Markazi, Hormozgan, Hamedan, and Yazd.

Cite this article: Sabouri, S.M., & Garakani, S.A. (2025). Spatial analysis of land subsidence risk in rural settlements of Iran. *Spatial Analysis Environmental Hazards*, 12 (46 & 795), 65-88. http//doi.org/10.61882/jsaeh.12.46.795.67

© The Author(s):
Publisher: Kharazmi University
DOI: http//doi.org/10.61882/jsaeh.12.46.795.67

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The risk of land subsidence due to the excessive extraction of underground water is spreading in the world. In Iran, due to the excessive extraction of underground water resources, the occurrence of land subsidence and sinkholes is increasing. Land subsidence is one of the geological hazards that has been observed and recorded with the development of agriculture and industry in the big cities of the world in the last few decades. In this research, from the point of view of securing rural settlements against the risk of land subsidence and identifying the level of threat to settlements by the risk of subsidence, the issue has been investigated by citing examples of rural settlements at risk of subsidence and sinkholes in different provinces of the country. And in order to prevent the repetition of wrong displacements and to secure the villages, solutions and suggestions will be provided.

Methods

The research method in the present study is based on library studies and observations and field impressions. In this regard, the information related to the villages at risk of land subsidence in some provinces is investigated in the library and in the field. In the following, the information and evidence of the dangers that have occurred are explained, and the causes of their occurrence and the extent of the threat to rural settlements are explained. Finally, by combining the results of field surveys and analysis of the causes of the occurrence of subsidence risk in rural settlements, the summary and necessary suggestions regarding the security of villages are presented.

Results

Using the information received from the country's mapping organization, a map of the country's subsidence zones and the degree of danger of each of the zones including very low, low, medium, high and very high risk were drawn and the mentioned maps were compared with the location of the villages. Is. Considering the development of agriculture in the country's plains and the increase in water extraction from underground water tables in the past decades and the negative water balance of most underground water tables in the country; The very unfortunate consequence of the indiscriminate extraction of underground water resources has been seriously demonstrated in the form of land subsidence. According to the available data, 302 villages are at very high risk, 768 villages are at high risk, 834 villages are at medium risk, and 573 villages are at low risk of land subsidence. According to the currently available data, in terms of weight percentage, about 4% of the country's villages are involved in the risk of subsidence with a moderate to high risk. Few are involved in the risk of subsidence, which are significant numbers. It is also worth noting that due to the growing increase in illegal withdrawals of underground water in different plains of the country and the creation of new water needs with the development of agriculture, industry and urban and rural settlements, the number of villages involved in the risk of land subsidence will increase in the future.

Conclusion

many villages are under the risk of land subsidence, and during different years, visits have been made to the areas affected by the risk of land subsidence during study projects and risk visit reports. Therefore, the villages that were damaged by the land subsidence have been visited. Among them are the villages of Koh Sefid in Darab County, Shul Saroi, Qasim Abad Saroi in Fars Province, Faviyan Village in Golpaygan County, Yazdel in Aran County and Bidgol in

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]

[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

Isfahan Province, Cheraghabad and Jangal Abad villages in Qalaganj County, Dol Abad, Kohornaranjak and Sefid Murad in Kohnouj County. , Chaharchahi and Hyderabad, South Rudbar County, Dareh Shur, Suleiman Abadhor and Hossein-Abad Sargol, Faryab County, Kerman Province, Deh-Mohammad Rafi Village, Bahabad County, Yazd Province, which are the areas affected by land subsidence and sinkholes in the mentioned villages and residential houses, facilities and areas It has been identified as damaged by land subsidence.
According to the results of the surveys, the highest provincial distribution of villages at risk of subsidence in the country with a very high degree is in the provinces of Alborz, Tehran, Khorasan Razavi, Qazvin, Kerman, Golestan and Hamedan, and the highest provincial distribution of villages at risk of subsidence in the country with a degree There are many in the provinces of West Azarbaijan, Isfahan, Alborz, Tehran, Razavi Khorasan, Semnan, Qazvin, Kerman, Golestan, East Azarbaijan, Hamadan and Yazd. Also, the highest provincial distribution of villages at risk of subsidence in the country with a moderate degree is in the provinces of East and West Azerbaijan, Isfahan, Alborz, Tehran, Semnan, Qazvin, Kerman, Golestan, Mazandaran, Markazi, Hormozgan, Hamedan and Yazd. Of course, some provinces such as Fars and Sistan and Baluchistan do not have villages at risk in the table due to the lack of subsidence data in the map, but it was found in field observations and visits that the problem of land subsidence is very acute, especially in Fars province. According to the results obtained and the alarming situation of land subsidence in the country and the increasing rate of land subsidence in the country's plains, in order to prevent more villages from getting involved in land subsidence problems and further damage to rural settlements, immediate measures such as control and management should be taken. Water sources and preventing excessive extraction of underground water, flood spreading to feed underground water tables, artificial feeding, etc. are necessary. If measures are not taken to reduce the extraction of underground water in the country's plains, the number of villages involved in the risk of land subsidence will increase every year, and it will cause the evacuation of villages and migration to the outskirts of cities.

Keywords: Threats, Rural Settlements, Sinkholes, Land Subsidence, Natural Hazards.

Author Contributions
The level of participation of the authors in this article is equal.

Data Availability Statement
Inapplicable.

Acknowledgements
The authors would like to express their gratitude to the Islamic Revolution Housing Foundation and the Natural Disasters Research Institute for their assistance and cooperation in conducting this research.
The esteemed reviewers are thanked for their structural and scientific comments.

Funding
This article was financially supported by the Natural Disasters Research Institute.

Conflict of interest
The authors declare that there is no conflict of interest in this article.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

دانشگاه خوارزمی

تحلیل فضایی مخاطرات محیطی

شاپا الکترونیکی: **۵۱۴۶- ۲۵۸۸**

Homepage: https://khu.ac.ir

تحلیل فضایی مخاطره فرونشست زمین در سکونتگاه های روستایی ایران

سعیدمحمد صبوری[۱] ✉ | سیدامیرحسین گرکانی[۲]

۱. نویسنده مسئول، گروه مخاطرات زیست محیطی و بلایای جوی، پژوهشکده سوانح طبیعی، تهران، ایران. رایانامه: Sabori@khu.ac.ir

۲. گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکز، تهران، ایران رایانامه: Garakani@iauctb.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۰

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۶/۱۸

کلیدواژه‌ها:

تهدید،

سکونتگاه روستایی،

فروچاله،

فرونشست زمین،

مخاطرات طبیعی.

چکیده

هدف: بررسی رخداد فرونشست زمین در کشور و میزان درمعرض قرارگیری سکونتگاه های روستایی در برابر پدیده فرونشست زمین می باشد.

روش پژوهش: در پژوهش حاضر مبتنی‌بر بررسی‌ها و مطالعات کتابخانه‌ای و مشاهدات و برداشت‌های میدانی بوده است. با استفاده از اطلاعات دریافتی از سازمان نقشه‌برداری کشور، نقشه پهنه‌های فرونشستی کشور و درجه خطر هر کدام از پهنه‌ها شامل خطر بسیارکم، کم، متوسط، زیاد و بسیارزیاد ترسیم گردیده و نقشه های مذکور با موقعیت مکانی روستاها مقایسه شده است.

یافته‌ها: باتوجه به تحلیل داده‌های موجود و دردسترس تعداد ۳۰۲ روستا درمعرض خطر بسیارزیاد، تعداد ۷۶۸ روستا درمعرض خطر زیاد و تعداد ۸۳۴ روستا در پهنه خطر متوسط و تعداد ۵۷۳ روستا در پهنه با خطرکم قرار دارند. به لحاظ درصد وزنی میزان حدود ۴ درصد روستاهای کشور درگیر مخاطره فرونشست با خطر متوسط تا بسیارزیاد بوده که از نظر تعداد ۱۹۰۴ روستا درگیر مخاطره با درجه متوسط تا بسیارزیاد هستند و تعداد ۵۷۳ روستا نیز با درجه خطر کم درگیر مخاطره هستند.

نتیجه‌گیری: بیشترین توزیع استانی روستاهای در معرض خطر فرونشست کشور با درجه بسیارزیاد در استان‌های البرز، تهران، خراسان‌رضوی، قزوین، کرمان، گلستان و همدان می‌باشد و بیشترین توزیع استانی با درجه زیاد در استان‌های آذربایجان‌غربی، اصفهان، البرز، تهران، خراسان‌رضوی، سمنان، قزوین، کرمان، گلستان، آذربایجان شرقی، همدان و یزد می‌باشد. همچنین بیشترین توزیع استانی روستاهای درمعرض خطر فرونشست کشور با درجه متوسط در استان‌های آذربایجان‌شرقی و غربی، اصفهان، البرز، تهران، سمنان، قزوین، کرمان، گلستان، مازندران، مرکزی، هرمزگان، همدان و یزد می‌باشد.

استناد: صبوری، سعیدمحمد؛ و گرکانی، سیدامیرحسین (۱۴۰۴). تحلیل فضایی مخاطره فرونشست زمین در سکونتگاه های روستایی ایران. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱۲ (۴۶ و ۷۹۵)، ۶۵-۸۸. http//doi.org/10.61882/jsaeh.12.46.795.67

ناشر: دانشگاه خوارزمی

© نویسندگان

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]

[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

مقدمه

مخاطره فرونشست زمین بدلیل برداشت های بی رویه آب های زیرزمینی در دنیا در حال گسترش می باشد. در ایران نیز باتوجه به افزایش بی رویه برداشت از منابع آب های زیرزمینی رخداد فرونشست زمین و فروچاله ها درحال افزایش می باشد. فرونشست زمین بر پایه تعریف سازمان زمین شناسی آمریکا عبارت است از فروریزش یا پایین رفتن سطح زمین که بصورت تغییرات ارتفاعی عمودی سطح قابل مشاهده است و با جابه‌جایی‌های اندک افقی نیز همراه است (والتام[1]، ۱۹۸۹). فرونشست زمین یکی از مخاطرات زمین شناختی می‌باشد که با توسعه کشاورزی و صنعتی در شهرهای بزرگ جهان در چند دهه اخیر مشاهده و ثبت شده است. فرونشست عبارت است از نشست تدریجی یا فرورفتن ناگهانی سطح زمین در اثر حذف یا جابجایی مواد زیرسطحی زمین. علل اصلی عبارتند از: تراکم سیستم آبخوان مرتبط با برداشت آب زیرزمینی، زهکشی خاکهای آلی، معادن زیرزمینی، فشردگی یا فروپاشی طبیعی، مانند فروچاله ها یا ذوب شدن یخ های دائمی. فرونشست یک مشکل جهانی است و در ایالات متحده بیش از ۱۷۰۰۰ مایل مربع در ۴۵ ایالت به طور مستقیم تحت تأثیر فرونشست قرار گرفته است. رسوبات ریزدانه (رس و سیلت) در یک سیستم آبخوان عامل اصلی فرونشست زمین به دلیل پمپاژ آب زیرزمینی هستند. رسوبات ریزدانه شکل خاصی دارند به دلیل اینکه از دانه های صفحه ای تشکیل شده اند (همانند شکل بشقاب های شام). زمانی که رسوبات ریزدانه در ابتدا رسوب می‌کنند، تمایل دارند در جهت‌های تصادفی رسوب کنند (تصور کنید بشقاب‌های شام خود را به طور تصادفی در سینک قرار دهید). این دانه های رسوبی با جهت گیری تصادفی، فضای زیادی بین خود برای ذخیره آب دارند. با این حال، هنگامی که سطح آب های زیرزمینی به سطوح پایین تر کاهش می یابد، آن رسوبات به طور تصادفی به حالت پشته ای مرتب می شوند (صفحاتی را تصور کنید که در کمد چیده شده اند). این پشته ها فضای کمتری را اشغال می کنند و همچنین فضای کمتری بین خود برای ذخیره آب دارند (شکل ۱). اثرات تراکم به دو دسته تقسیم می شود: تأثیرات بر زیرساخت های ساخت بشر و تأثیرات بر سیستم های طبیعی (سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا[2]، ۲۰۱۹).

اثر فرونشست زمین بیشتر بر روی آسیب به سازه ها و زیرساخت ها متمرکز است. به طور کلی فشرده شدن سیستم آبخوان، که در سطح زمین ممکن است آثار آن مشهود نباشد، ممکن است به طور دائم ظرفیت آن را برای ذخیره آب کاهش دهد. فرونشست در حال رخداد در امروز میراثی برای آیندگان است. حتی اگر سطح آب مجدداً افزایش یابد، رسوبات متراکم شده باقی می مانند. بیشتر فشردگی که در نتیجه سطح پایین آب های زیرزمینی که در طول زمان رخ می دهد، برگشت ناپذیر است. علاوه بر این، با تغییر توپوگرافی زمین با مقادیر مختلف ضخامت آبرفت در مکان‌های مختلف، از جمله در مناطق دارای ضخامت کم آبرفت مانند تالاب‌ها اندازه و شکل تغییرات ناشی از فرونشست زمین متغیر است. فروچاله ها، فرورفتگی در زمین است که زهکشی سطح خارجی طبیعی ندارد. اساساً، این بدان معنی است که وقتی باران می‌بارد، تمام آب در داخل چاله باقی می‌ماند و به طور معمول به زیر سطح تخلیه می‌شود. فروچاله ها تنها یکی از اشکال مختلف فروریختن زمین یا فرونشست هستند. فروچاله ها در جایی که زمین شناسان «زمین های کارست» می نامند، رایج هستند. اینها مناطقی هستند که انواع سنگ های زیر سطح زمین را می توان به طور طبیعی توسط آب های زیرزمینی در حال گردش در آنها حل کرد. سنگهای محلول شامل لایه ها و گنبدهای نمکی، گچ، سنگ آهک و سایر سنگهای کربناته است. به عنوان مثال، فلوریدا منطقه ای است که عمدتاً زیر آن سنگ آهک است و به شدت مستعد فروچاله ها است. هنگامی که آب حاصل از بارندگی در خاک به سمت پایین حرکت می کند، این نوع سنگ ها شروع به حل شدن می کنند. این باعث ایجاد فضاهای زیرزمینی و غارها می شود. فروچاله ها فراوان هستند زیرا زمین معمولاً برای مدتی دست نخورده می ماند تا زمانی که فضاهای زیرزمینی خیلی بزرگ شوند و وقتی که زمین بالای فضاها کم شود، در این صورت

[1] - Waltham

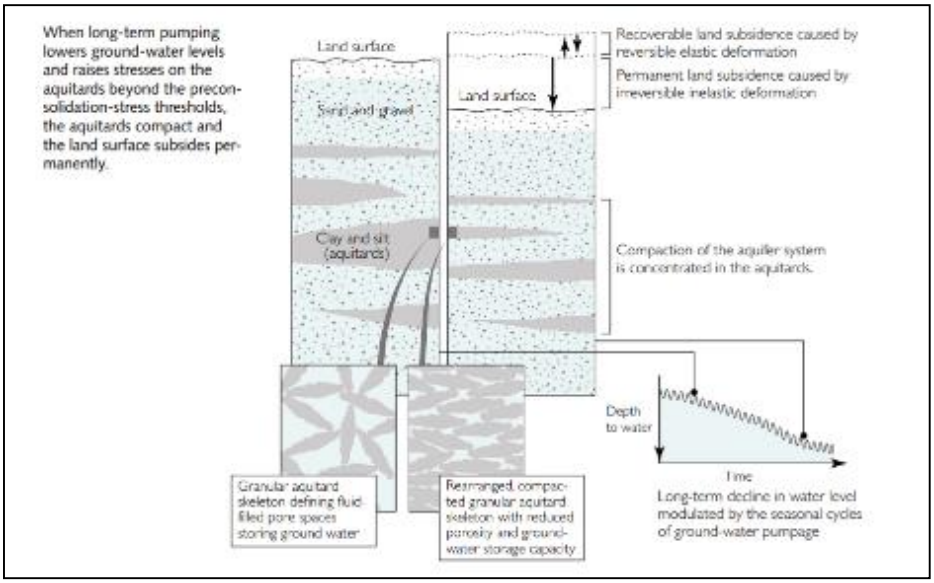
[2] - Usgs

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

ممکن است ریزش ناگهانی سطح زمین رخ دهد در شکل شماره (۲) مناطق مستعد فروچاله در ایالات متحده امریکا نشان داده شده است (سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا[1]، ۲۰۱۹).

فرونشست زمین می‌تواند پیامدهای جدی برای سازه‌ها و زیرساخت‌ها به همراه داشته باشد که از اصلی‌ترین آنها عبارتند از:

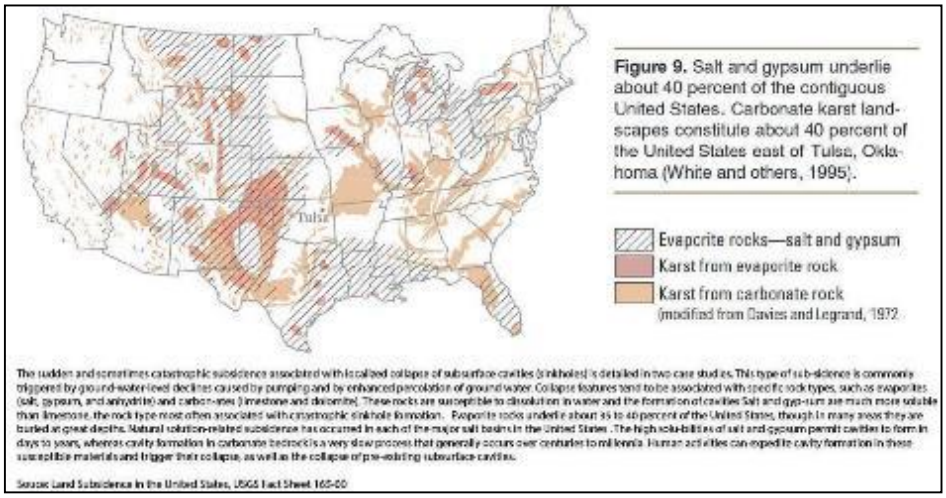
الف: ترک‌ها: که منجر به تشکیل ترک‌ها در سازه‌ها شود. این ترک‌ها می‌توانند باعث کاهش استحکام و پایداری سازه شده و در نهایت به خرابی و فروپاشی سازه منجر شوند. ب: متمرکز شدن تنش‌ها: که باعث تغییر در توزیع بارها و تنش‌ها در سازه می‌شود. این تغییرات ممکن است منجر به تمرکز تنش‌ها در بخش‌های خاصی از سازه شده و باعث کاهش استحکام و عمر مفید سازه شوند. پ: اختلال در شبکه‌های زیرساختی: که باعث اختلال در شبکه‌های زیرساختی مانند شبکه آب و فاضلاب، شبکه برق، شبکه گاز و سایر زیرساخت‌های زمینی شود. این اختلالات می‌توانند به خرابی و نقصان در عملکرد این شبکه‌ها منجر شوند. ت: کاهش ارزش دارایی‌ها: در اثر افزایش نشست زمین در کاهش ارزش دارایی‌ها و ملک‌ها در مناطق متأثر از این مشکل تاثیر گذار است. خسارات زیادی ممکن است به ساختمان‌ها و زمین‌ها وارد شده و ارزش آنها را کاهش دهد. ج: خطرات برای ایمنی: نشست زمین می‌تواند خطرات جدی برای ایمنی افراد ایجاد کند. سازه‌های آسیب دیده ممکن است به طور غیرمنتظره فروپاشی کنند و باعث آسیب و خطر برای ساکنین و کاربران سازه شوند. در این پژوهش به بررسی اثرات فرونشست زمین روی سکونتگاه های روستایی و تهدید سکونتگاه‌های روستایی پرداخته می شود و با تجزیه و تحلیل مشاهدات و بررسی ها نسبت به میزان تهدید سکونتگاه های روستایی توسط مخاطره فرونشست زمین و فروچاله و ارائه راهکارهای ایمن سازی اقدام شده است.



شکل ۱: نمایی از نحوه فشرده شدن آبرفت و رخداد فرونشست زمین (منبع: سایت سازمان زمین شناسی امریکا)

[1] - Usgs

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



شکل ۲: نمایی از مناطق مساعد فروچاله در آمریکا (منبع: سایت سازمان زمین شناسی امریکا)

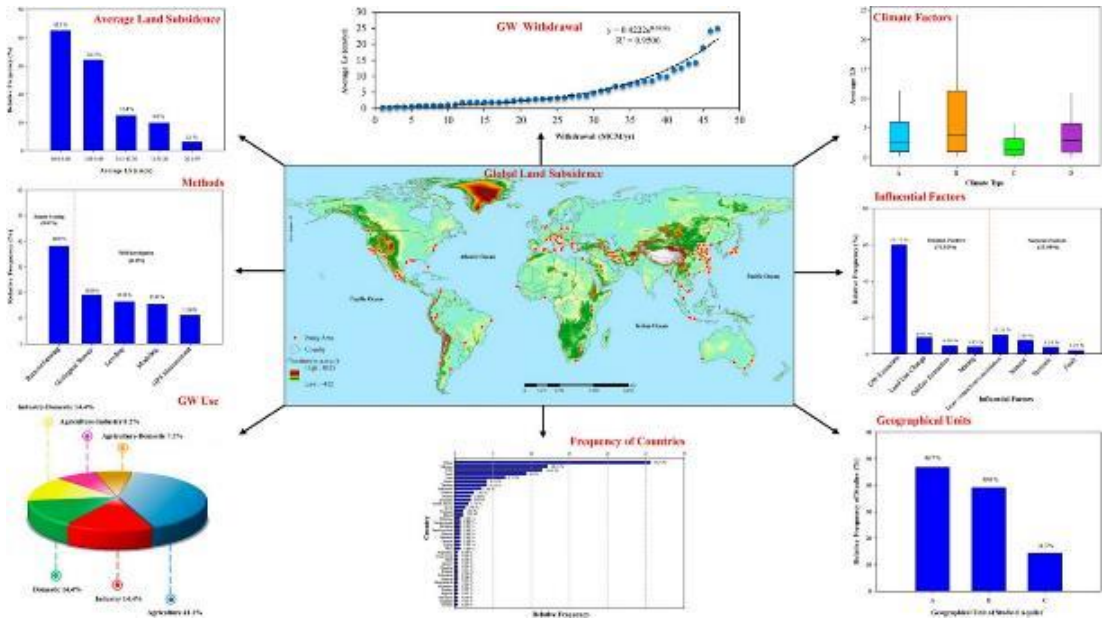
پیشینه پژوهش

۱. پیشینه نظری

فرونشست زمین و فروچاله یک مشکل رایج در بسیاری از نقاط ایران است. برخی مناطق ایران به دلیل شرایط زمین‌شناسی و جغرافیایی خاص، مستعد فرونشست زمین هستند. لذا همزیستی و مقابله با مخاطره فرونشست یکی از الزامات در مناطق مستعد و درگیر مخاطره فرونشست می باشد. ایجاد جوامعی ایمن و تاب آور در حوزه های گوناگون به ویژه در برابر سوانح طبیعی و کاهش خطر پذیری و آسیب سوانح اهم اقدامات مجامع جهانی در ارتباط با موضوع مدیریت سوانح مطرح شده است و در راستای استراتژی بین المللی کاهش سوانح طبیعی سازمان ملل متحد (UNSDIR) حرکتی مثبت در این زمینه محسوب میشود. از زمان تصویب این لایحه قانونی، هدف اصلی برنامه ریزی برای مخاطره و کاهش خطر سوانح، علاوه بر کاهش آسیب پذیری به سمت تمرکز بر روی ایجاد جوامع ایمن و تاب آوری در جوامع گرایش پیداکرده است (مایونگا[1]، ۲۰۰۷). عتیف و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی وضعیت فرونشست زمین در لاهور پاکستان پرداختند و بیان نمودند که همبستگی قوی بین فرونشست و پارامترهای مختلف مانند استخراج آب زیرزمینی و کاهش سطح آب زیرزمینی، تغییرات نوع خاک، تغییرات پوشش زمین، کانال‌های آب سطحی و تراکم جمعیت وجود دارد. وانگ و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی اثرات کاهش پمپاژ آب از سفره های آب زیرزمینی در تیانجین چین پرداختند و بیان نمودند که کاهش پمپاژ آب، فرونشست زمین را به کلی کاهش می دهد. نانگ و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی درمعرض قرارگیری جمعیت در مناطق ساحلی درگیر فرونشست زمین در چین پرداختند و بیان نمودند که اقدامات کنترلی فرونشست زمین در آن مناطق به حفظ جمعیت کمک کرده است.

[1] - Mayunga

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



شکل ۳. پراکندگی مناطق فروشست در کشورهای مختلف، میزان، تعداد وقوع، شرایط آب زیرزمینی (منبع: باقری گاوکش و همکاران (۲۰۲۱)

۲. پیشنه تجربی

در زمینه خطر فرونشست و تحلیل فضایی فرونشست زمین مطالعات و پژوهشه های زیادی توسط محققین مختلف انجام شده است که در ادامه پژوهش های مرتبط با موضوع این مقاله ارائه شده است. باقری گاوکش و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی حدود ۲۹۰ مورد فرونشست زمین در ۴۱ کشور دنیا که عمدتا این فرونشست ها در شهرهای بزرگ جهان از جمله بانکوک، ایالت کالیفرنیا، هیوستون، مکزیکوسیتی، شانگهای، جاکارتا، توکیو بودند اتفاق افتاده است، بیان نمودند که در مناطق دشت های ساحلی و نواحی دلتای رودخانه ها میزان فرونشست بسیار و شدت ان بیشتر بوده است. همچنین نشان دادند که ارتباط مستقیمی بین میزان فرونشست زمین و برداشت آب زیز زمینی در این مناطق وجود دارد. نتایج بررسی های شان در شکل شماره (۳) نشان داده شده است.

هانا برد (۲۰۲۴) با بررسی مناطق فرونسشتی در دنیا نشان داد که حدود دو میلیارد نفر از جمعیت جهان در معرض خطر فرونشست هستند. در این بررسی به لحاظ وسعت پهنه های درگیر زمین لغزش به میزان بیشتر از ۵ میلیمتر در سال به ترتیب کشورهای چین، اندونزی، ایران، هند و پاکستان در رتبه های اول تا پنجم قرار گرفته اند. همچنین به لحاظ تعداد جمعیت در معرض خطر نیز کشورهای هند، چین، اندونزی، پاکستان و بنگلادش در رتبه های اول تا پنجم قرار گرفته اند. نتایج بررسی های انجام شده در شکل شماره (۴) نشان داده شده است. خورسندی (۱۳۹۸) به بررسی درز و شکاف های ایجاد شده در طرح تغذیه مصنوعی جنوب نیروگاه شهید مفتح همدان پرداخت و بیان نمود که تفاوت کیفیت آب تغذیه وآب آبخوان به ناپایداری وتحرک بیشتر رسوبات دانه ریزوجابجائی آنهاشدت بخشیده وافزون بر آن عدم رعایت خصوصیات هیدرولیک چاه های تغذیه باعث ایجاد جریان آشفته وجابجائی بیشتر رسوبات دانه ریز ودر نتیجه فرونشست زمین در استخرهای تغذیه شده است. رهنما و میراثی (۱۳۹۵) به بررسی پدیده فرونشست سطح زمین ناشی از عوامل طبیعی و فعالیت های انسانی در نقاط مختلف دنیا و در طی سال های اخیر در کشور ایران و به خصوص در استان فارس پرداختند و بیان نمودند که به علت برداشت بی رویه از آب های زیرزمینی، خشک سالی و عوامل دیگر فرونشست زمین پدیدار شده است و سبب آسیب های جدی به زمین های کشاورزی، ساختمان های مسکونی، جاده ها و دیگر سازندها و بروز خسارت های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی شده است.

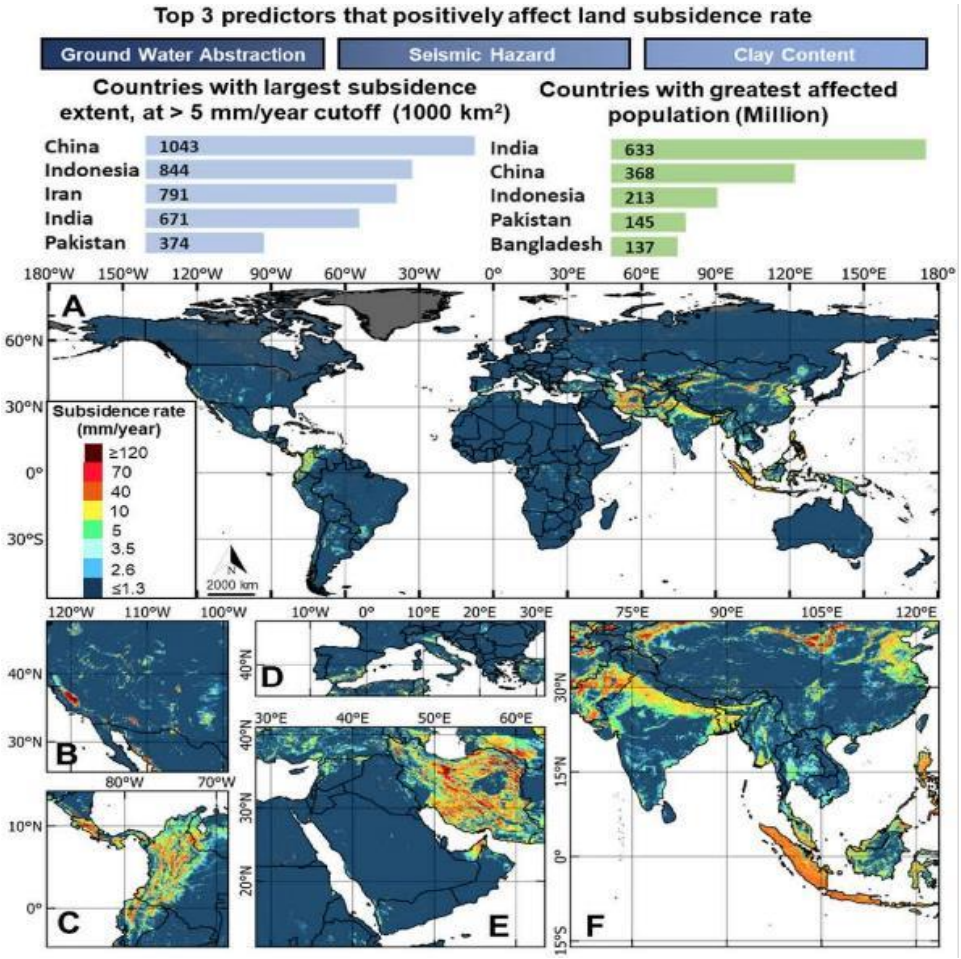
صادقی و حمیدیان (۱۳۹۳) در خصوص علت فرونشست زمین بیان نمودند که همواره نظریات مختلفی وجود دارد اما کارشناسان زمین شناسی درباره علل آن به موضوعاتی نظیر برداشت بی رویه از آب های زیرزمینی و ویژگی های مهندسی رسوبات و عوامل

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

تکتونیکی اشاره دارند. عوامل متعددی باعث ایجاد فرونشست می شوند که میتوان به انحلال، تراکم نهشته ها، حرکت آرام زمین و یا عملیات انسانی نظیر معدن کاری یا برداشت آب زیرزمینی و نفت و گاز اشاره کرد. شایان و همکاران (۱۳۹۵) بیان نمودند که فرونشست زمین به عنوان یکی از مخاطرات ژئومورفیک، از نتایج مصرف بیش از حد و سوء مدیریت منابع آب است. رکنی و همکاران (۱۳۹۴) بیان نمودند که یکی از مخاطراتی که بشر در دهه های اخیر به ویژه در دشت های آبرفتی با آن دست به گریبان بوده پدیده فرونشینی سطح زمین است. نشست زمین یک مخاطره محیطی محسوب می شود و همانند سایر مخاطرات مانند زلزله، خشکسالی، سیل، طوفان، لغزش، بهمن، خزش و ریزش سدی در راه توسعه اقتصادی- اجتماعی و عمرانی به شمار می رود. جمور و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی فرونشست زمین در دشت میناب از طریق بررسی وضعیت تراز آب زیرزمینی دشت میناب طی دوره ی آماری ۳۰ ساله (۱۳۶۵-۱۳۹۵) و مشاهدات صحرایی و حفر سه حلقه گمانه و بررسی وضعیت رسوبات در محل و آنالیز شیمیایی نمونه های برداشت شده از محل گمانه ها و نفوذ آب شور پرداختند و بیان نمودند که به طور کلی این آبخوان هم زمان با پدیده فرونشست و پیشروی آب شور مواجه است و به برنامه ریزی مناسب به منظور جلوگیری از نابود شدن آبخوان نیاز دارد.

گلی و همکاران (۱۳۹۸) آسیب پذیری سکونتگاه های روستایی ناشی از فرونشست زمین در استان فارس را ارزیابی نمودند و بیان نمودند که بر اساس تحلیل های صورت گرفته و با استفاده از نقشه پهنه بندی خطر فرونشست به طورکلی ۱۰۵۵۲۳ نفر در محدوده خطر فرونشست زندگی می کنند که ۶۵۰۶۸ نفر آن در پهنه پرخطر قرار می گیرند. همچنین به ترتیب ۲۳۳۶ و ۳۴۳ زیرساخت و سرمایه اقتصادی در این پهنه قرار می گیرند که بیشترین تعداد در پهنه پرخطر واقع شده اند. لذا ضروری است سازمان ها و نهادهای متولی با اتخاذ سیاست ها و برنامه ریزی های مناسب، پیش از وقوع بحران درصدد کاهش هرگونه آسیب به سکونتگاه های انسانی، جمعیت و زیرساخت های موجود در این مناطق باشند. رکنی و همکاران (۱۳۹۸) بیان نمودند که در بسیاری از دشت های ایران پدیده خطرناک فرونشست رخ داده است که از جمله این مناطق دشت نیشابور در شمال شرق ایران بوده که با در نظر گرفتن وضعیت و شکل هندسی دشت و پهنه فرونشستی این دشت می توان گفت: سازوکار مدل مبتنی بر مکانیک سازوکار مدل ناهمگنی مصالح آبخوان و هم چنین سازوکارکشیدگی های کششی از مهمترین سازوکارها درتشکیل شکاف ها ی دشت نیشابور می باشند.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



شکل ۴. نقشه مناطق در معرض خطر فرونشست جهان (منبع: هانابرد، ۲۰۲۴)

عمادالدین و همکاران (۱۴۰۲) مدلسازی و تحلیل آسیب پذیری ناشی از فرونشست زمین در دشت جنوب غربی تهران انجام داده و میزان فرونشست در این منطقه را اندازه گیری نمودند. عفیفی (۱۳۹۵) فرونشست زمین به عنوان یکی از مخاطرات طبیعی در سال های اخیر با افزایش بهره برداری بیش از حد از آب های زیرزمینی به عنوان یک مساله اساسی در دشت های حاصلخیز کشور مطرح شده است و بی توجهی به این گونه پدیده ها می تواند خسارت جبران ناپذیری را به بار آورد. صفاری و همکاران (۱۳۹۵) به پایش فرونشست زمین و ارتباط آن با برداشت آب های زیرزمینی در دشت کرج- شهریار پرداختند و بیان نمودند نرخ متوسط سالانه فرونشست با بیشینه مقدار ۱۳۶ میلی متر در سال است. موسوی و همکاران (۱۳۹۸) بین نمودند که برداشت بیش از حد منابع آب زیرزمینی سبب مخاطرات زیست محیطی زیادی می شود که در بین آنها فرونشست زمین از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. مطابق اطلاعات موجود تا سال ۱۳۹۴ تعداد ۸۸۱ روستا در سطح کشور جابجا شده اند که اکثر آنها به دلیل خطرات ناشی از سوانح طبیعی مختلف جابجا گردیده‌اند که مهمترین مخاطره باعث جابجایی شامل سیل، زلزله و زمین‌لغزش بوده است، بطوری که بیش از ۷۴ درصد جابجایی های انجام شده در کشور ناشی از عوامل فوق می باشد (گرگانی و همکاران، ۱۳۹۷). در این روستاهای جابجا شده نارضایتی های زیادی وجود دارد و به دلیل شرایط محیطی و اجتماعی عملاً درصد زیادی از جابجایی ناموفق بوده است. لذا باتوجه به تجربیات جابجایی های گذشته، لزوم جلوگیری از جابجایی و ایمن سازی سکونتگاه های روستایی وجود داشته و ضروری می باشد. ایمن سازی مجموعه اقداماتی است که اجرای آن منجر به کاهش اثرات ناشی از مخاطرات طبیعی و آسیب پذیری سکونتگاه های روستایی می گردد. این اقدامات از طریق انجام مطالعات کتابخانه ای و میدانی شامل بررسی های زمین شناسی، ژئومورفولوژیکی، اقلیمی، هیدرولوژیکی، کالبدی و ... و یا درصورت نیاز برداشت داده های ژئوفیزیکی و ژئوتکنیکی به منظور ارائه طرح های اجرایی صورت می گیرد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

۳. مدل مفهومی

هداف از این پژوهشی بررسی رخداد فرونشست زمین در کشور و میزان درمعرض قرارگیری سکونتگاه های روستایی در برابر پدیده فرونشست زمین می باشد. در این پژوهش از دیدگاه ایمن سازی سکونتگاه های روستایی در برابر خطر فرونشست زمین و شناسایی میزان تهدید سکونتگاه ها توسط خطر فرونشست پرداخته شده و با ذکر مصادیق از سکونتگاه های روستایی در معرض خطر فرونشست و فروچاله در استان های مختلف کشور موضوع مورد بررسی قرار گرفته و به منظور جلوگیری از تکرار جابجایی های اشتباه و ایمن سازی روستاها ارائه راهکار و پیشنهاد خواهد شد.

روش شناسی پژوهش

۱. قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

محدوده مورد بررسی در این پژوهش، کل کشور بوده و بصورت موردی از مناطق روستایی درگیر مخاطره فرونشست زمین بازدید میدانی نیز بعمل آمده است. انتخاب سکونتگاه های روستایی برای بازدید میدانی بصورت تصادفی و موردی هنگام رخداد مخاطره فرونشست زمین و تهدید شدن مناطق جمعیتی و گاهاً تخریب منازل روستایی در طی یک دهه گذشته بوده است.

۲. داده‌ها و روش کار

روش تحقیق در پژوهش حاضر مبتنی بر بررسی‌ها و مطالعات کتابخانه‌ای و مشاهدات و برداشت‌های میدانی است. در این خصوص اطلاعات مربوط به روستاهای در معرض خطر فرونشست زمین در برخی استان ها به‌صورت کتابخانه‌ای و میدانی مورد بررسی قرار می گیرد. در ادامه، اطلاعات و شواهد مخاطره رخ داده تشریح گردیده و علل رخداد آنها و میزان تهدید سکونتگاه های روستایی تشریح می گردد. درنهایت با تلفیق نتایج حاصل از بررسی های میدانی و تجزیه تحلیل علل رخداد مخاطره فرونشست در سکونتگاه های روستایی پرداخته شده و جمع بندی و پیشنهادات لازم درخصوص ایمن سازی روستاها ارائه می گردد.

یافته‌های پژوهش

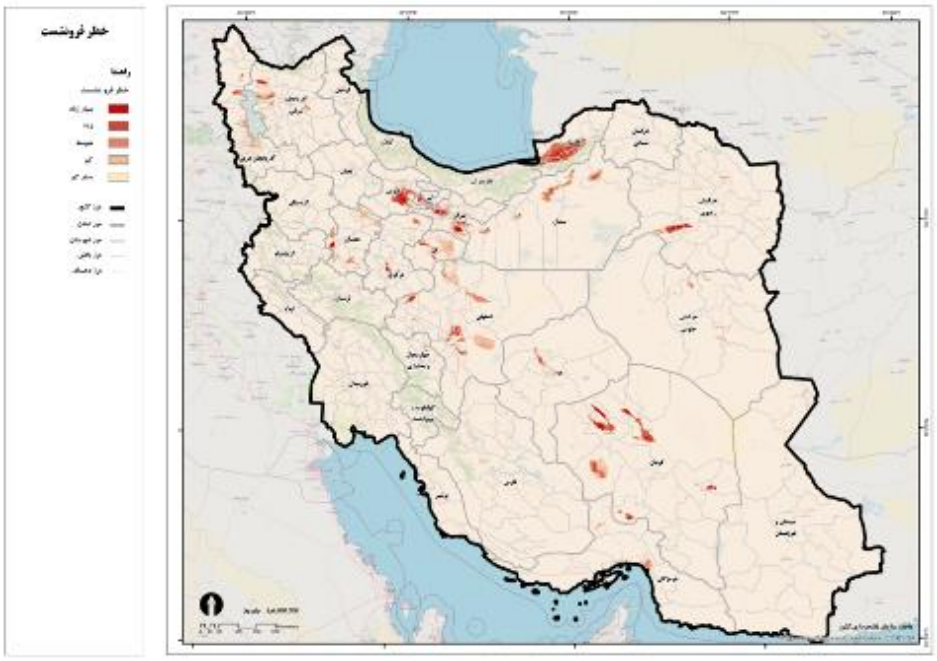
۱. بررسی مخاطره فرونشست زمین در کشور و درمعرض قرارگیری سکونتگاه های روستایی کشور

در ایران نیز سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور نقشه های مناطق مستعد کارست شدگی و پهنه های فرونشست دشت های کشور را برپایه داده ها و اطلاعات جنس زمین تهیه نموده است که در شکل شماره (۵) نشان داده شده است.



شکل ۵: نمایی از نقشه های مناطق مستعد کارست شدگی در ایران (سمت راست) و نقشه پهنه های فرونشست دشت های کشور (سمت چپ). (منبع: سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



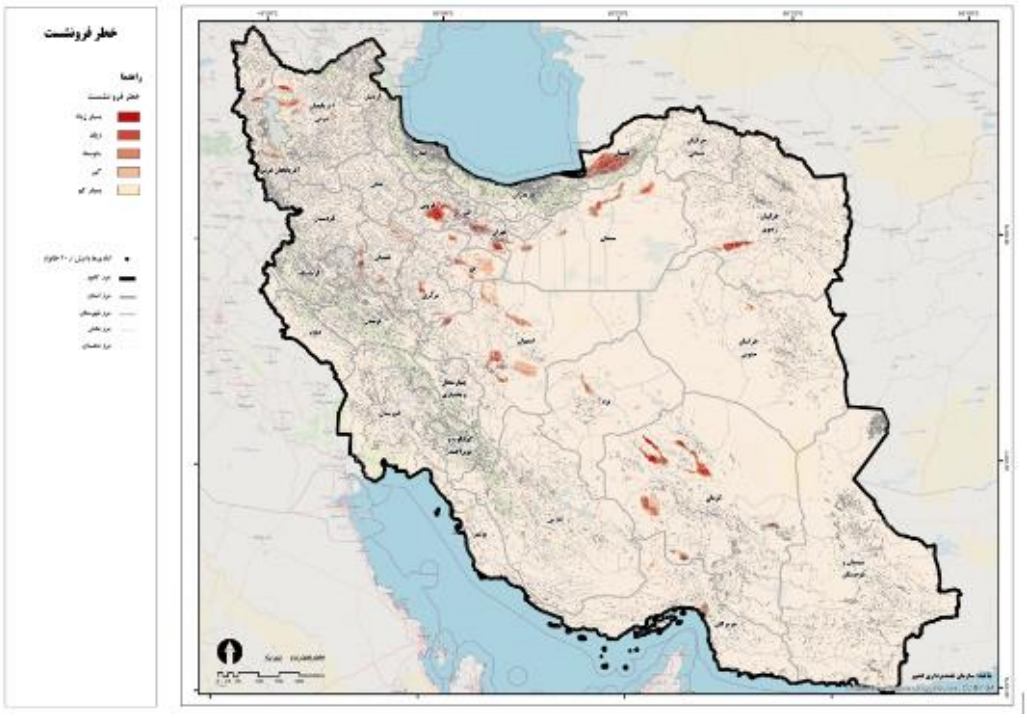
شکل۶: نقشه پهنه های فرونشستی کشور (منبع: برگرفته از داده های سازمان نقشه برداری کشور)

سازمان نقشه برداری کشور نیز براساس داده های دریافتی از ایستگاه های برداشت نرخ فرونشست زمین نقشه میزان فرونشست زمین را تهیه نموده است. در این پژوهش از اطلاعات دریافتی از سازمان نقشه برداری کشور نقشه پهنه های فرونشستی کشور و درجه خطر هر کدام از پهنه ها ترسیم شده است. میزان فرونشست در پهنه خطر بسیار کم به میزان ۰ تا ۲ میلیمتر در سال، خطر کم به میزان ۲,۰۱ تا ۲۰ میلیمتر در سال، خطر متوسط به میزان ۲۰,۰۱ تا ۵۰ میلیمتر در سال، خطر زیاد به میزان ۵۰,۰۱ تا ۱۰۰ میلیمتر در سال و خطر بسیار زیاد به میزان بیشتر از ۱۰۰ میلیمتر در سال است. (شکل شماره ۶).

قابل ذکراست که داده های پایه میزان فرونسشت در کشور قطعا بروزرسانی گردیده و پهنه های بیشتری درگیر پدیده فرونشست شده و یا میزان فرونشست بیشتر شده است که درصورت وجود داده های پایه بروزتر و دقیق می توان نقشه را بروزرسانی نمود. با این وجود این نقشه ترسیم شده با داده های فوق الذکر دریافتی سازمان نقشه برداری کشور با موقعیت مکانی سکونتگاه های روستایی ایران تلفیق گردیده (شکل شماره ۷) و تعداد روستاهای واقع در هر پهنه خطر مشخص گردیده است که در جدول شماره (۱) نشان داده است.

همانطور که در نقشه نشان داده شده است، باتوجه به دادهای موجود، تعداد ۳۰۲ روستا در معرض خطر بسیار زیاد فرونشست زمین قرار دارند. تعداد ۷۶۸ روستا نیز در معرض خطر زیاد فرونشست زمین و تعداد ۸۳۴ روستا در پهنه های خطر متوسط فرونشست زمین قرار دارند. باتوجه به داده های موجود در حال حاضر به لحاظ درصد وزنی میزان حدود ۴ درصد روستاهای کشور درگیر مخاطره فرونشست با خطر متوسط تا بالا هستند ولی از نظر تعداد ۱۹۰۴ روستا درگیر هستند که عدد قابل ملاحظه ای می باشد (جدول شماره۱).

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



شکل ۷: نقشه پهنه های فرونشستی کشور با موقعیت مکانی روستاها

جدول ۱: تعداد روستاهای واقع در پهنه های مختلف خطر فرونشست زمین در کشور

ردیف	پهنه خطر	تعداد روستاها در هر پهنه	درصد نسبت به کل
۱	بسیار زیاد	۳۰۲	۰/۶
۲	زیاد	۷۶۸	۱/۵۵
۳	متوسط	۸۳۴	۱/۷
۴	کم	۵۷۳	۱/۱۵
۵	بسیار کم	۴۷۱۴۲	۹۵
مجموع		۴۹۶۱۹	۱۰۰

جدول ۲: تعداد روستاهای واقع در پهنه های مختلف خطر فرونشست زمین در کشور به تفکیک استان

ردیف	استان	خطر فرونشست						ردیف	استان	خطر فرونشست					
		بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم	مجموع			بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم	مجموع
۱	آذربایجان شرقی	۵	۸	۲۱	۴۴	۲۳۷۳	۲۴۵۱	۱۷	فارس					۲۸۶۸	۲۸۶۸
۲	آذربایجان غربی	۱	۱۶	۵۴	۱۴۴	۲۴۴۳	۲۶۵۸	۱۸	قزوین	۲۹	۵۵	۳۵	۱۱	۶۷۰	۸۰۰
۳	اردبیل					۱۴۵۷	۱۴۵۷	۱۹	قم	۲	۷	۵	۱۷	۱۳۵	۱۶۶
۴	اصفهان	۶	۲۲	۱۲۲	۶۰	۸۹۷	۱۱۰۷	۲۰	کردستان			۶	۲	۱۵۵۹	۱۵۶۷
۵	البرز	۵۴	۱۶	۱۲	۶	۱۹۷	۲۸۵	۲۱	کرمان	۸۶	۱۳۴	۱۳۹	۴۳	۳۱۶۸	۳۵۷۰
۶	ایلام					۵۲۷	۵۲۷	۲۲	کهگیلویه و بویراحمد					۱۲۴۵	۱۲۴۵
۷	بوشهر					۴۱۰	۵۱۰	۲۳	کرمانشاه			۵	۴	۲۲۷۴	۲۲۸۳
۸	تهران	۶۲	۸۱	۶۴	۴۸	۳۴۳	۵۹۸	۲۴	گلستان	۲۵	۳۴۰	۱۷۷	۴	۴۳۱	۹۷۷
۹	چهارمحال و بختیاری					۷۱۷	۷۱۷	۲۵	گیلان					۲۳۳۷	۲۳۳۷
۱۰	خراسان جنوبی			۱	۱۶	۱۲۴۶	۱۲۶۳	۲۶	لرستان		۲	۷	۲	۲۳۸۶	۲۳۹۷
۱۱	خراسان رضوی	۱۲	۳۴	۶	۱۳	۲۸۱۲	۲۸۷۷	۲۷	مازندران		۱	۱۷	۲	۲۶۶۷	۲۶۸۷
۱۲	خراسان شمالی					۷۷۶	۷۷۶	۲۸	مرکزی	۴	۸	۲۶	۱۲	۹۵۵	۱۰۰۵
۱۳	خوزستان					۳۱۱۷	۳۱۱۷	۲۹	هرمزگان			۳۰	۵۳	۱۴۳۷	۱۵۲۰

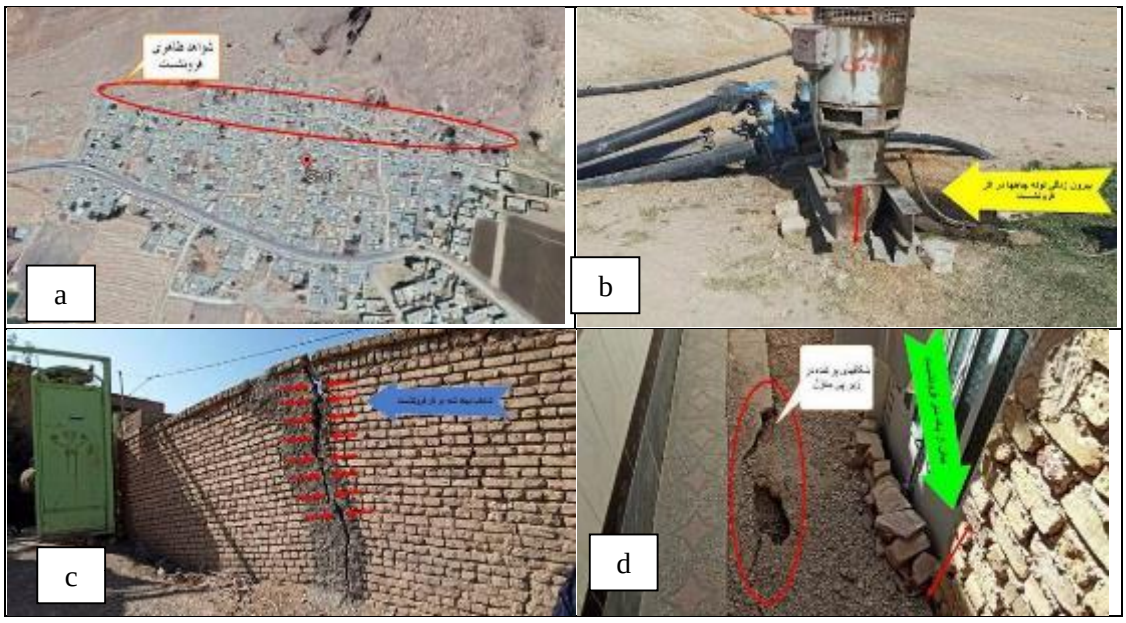
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

ردیف	استان	خطر فرونشست						ردیف	استان	خطر فرونشست					
		بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم	مجموع			بسیار زیاد	زیاد	متوسط	کم	بسیار کم	مجموع
۱۴	زنجان					۸۴۴	۸۴۴	۳۰	همدان	۱۴	۱۰	۱۴	۳۶	۹۵۱	۱۰۲۵
۱۵	سمنان	۲	۲۴	۸۴	۴۳	۲۱۵	۳۶۸	۳۱	یزد		۱۰	۹	۱۳	۴۲۰	۴۵۲
۱۶	سیستان وبلوچستان					۵۴۶۵	۵۴۶۵	مجموع		۳۰۲	۷۶۸	۸۳۴	۵۷۳	۴۷۱۴۲	۴۹۶۱۹

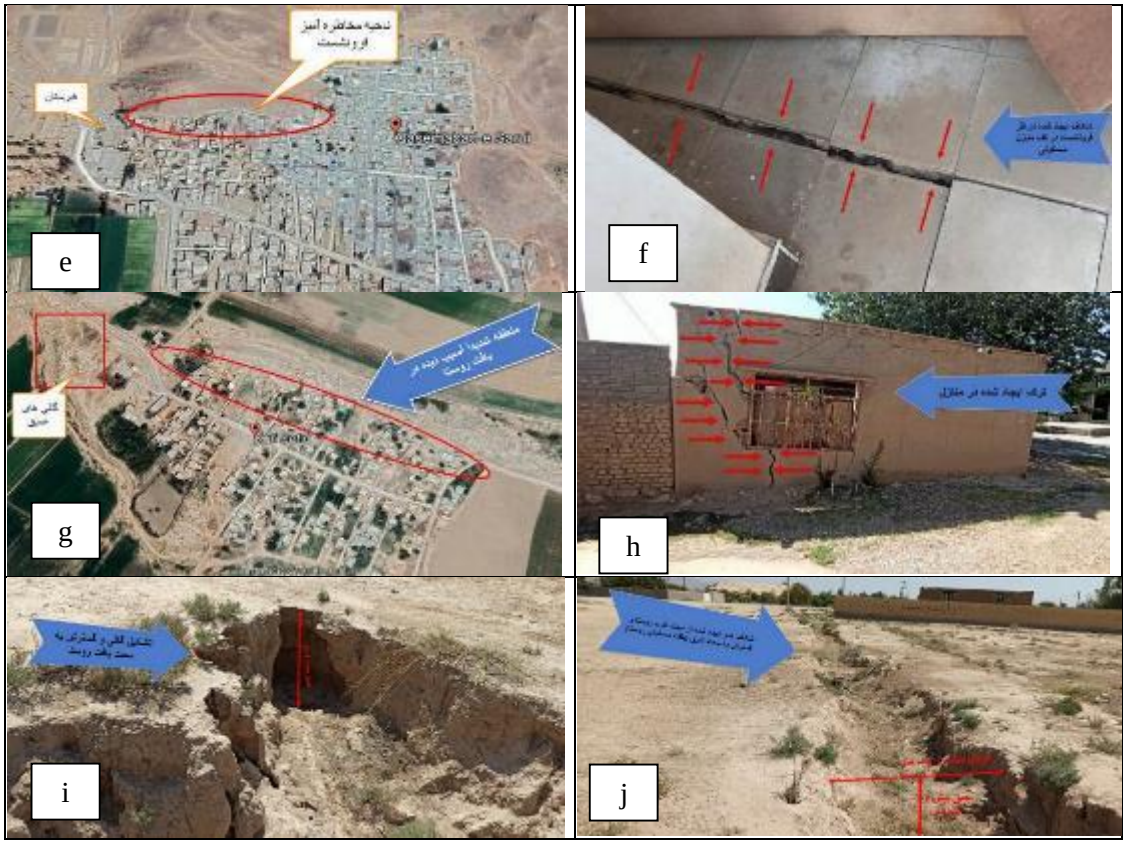
توزیع استانی روستاهای در معرض خطر فرونشست کشور با درجه متوسط تا بسیار زیاد، در استان های آذربایجان شرقی و غربی، اصفهان، البرز، تهران،خراسان رضوی، سمنان، قزوین، قم، کرمان، گلستان، مرکزی، همدان و یزد می باشد. البته برخی استان ها از جمله فارس و سیستان و بلوچستان به دلیل نبود داده های فرونشستی در نقشه، دارای روستای در معرض خطر در جدول نیستند ولی در مشاهدات و بازدیدهای میدانی مشخص گردید که مشکل فرونشست زمین علی الخصوص در استان فارس بسیار حاد می باشد.

۲. مشاهدات میدانی برخی سکونتگاه های روستایی در معرض خطر فرونشست و فروچاله در کشور

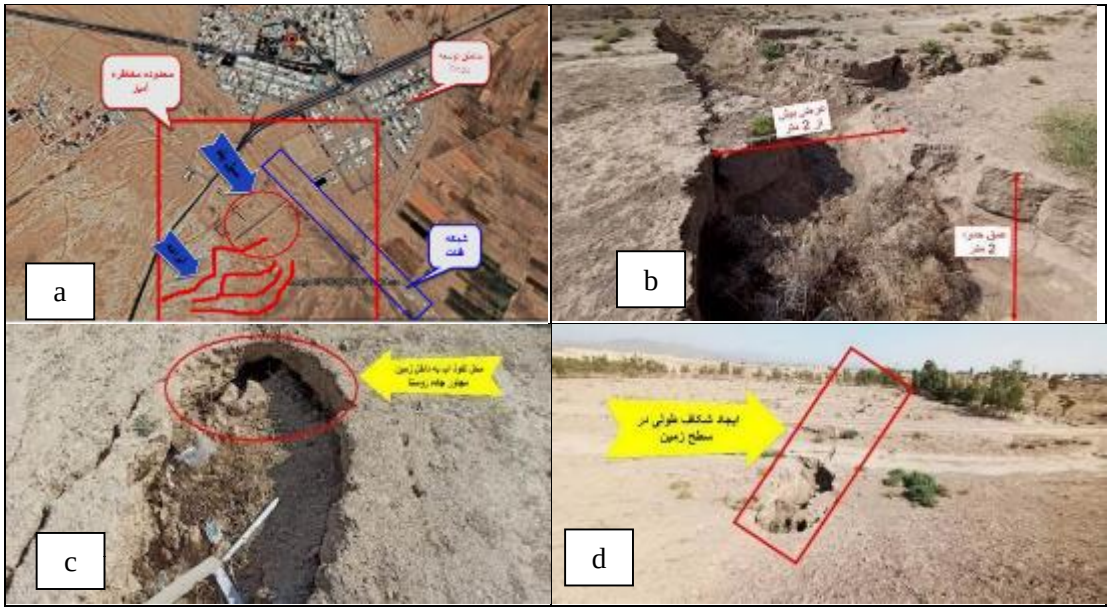
باتوجه به مطالب بیان شده در بالا، روستاهای زیادی در معرض خطر فرونشست زمین هستند که در طی سالیان مختلف از مناطق آسیب دیده از خطر فرونشست زمین بازدیدهایی طی انجام پروژه های مطالعاتی و گزارش های بازدید مخاطرات صورت گرفته است. براین اساس در حین انجام مطالعات شناسایی، اولویت بندی و نحوه اقدام روستاهای در معرض خطر کشور در فاز یک روستاهایی که در اثر رخداد فرونشست زمین آسیب دیده بوده اند مورد بازدید قرار گرفته اند. از جمله روستاهای کوه سفید شهرستان داراب، شول سارویی، قاسم آباد سارویی در استان فارس، روستای فاویان شهرستان گلپایگان، یزدل شهرستان آران و بیدگل در استان اصفهان، روستاهای چراغ آباد و جنگل آباد شهرستان قلعه گنج، دول آباد، کهورنارنجک و سفیدمراد شهرستان کهنوج، چهارچاهی و حیدرآباد شهرستان رودبار جنوب، دره شور، سلیمان آبادحور و حسین‌آبادسرگل شهرستان فاریاب استان کرمان، روستای ده‌محمدرفیع شهرستان بهاباد استان یزد. در ادامه برخی تصاویر از محدوده های تحت تاثیر از فرونشست زمین و فروچاله در روستاهای فوق الذکر و منازل مسکونی، تاسیسات و مناطق آسیب دیده از فرونشست زمین در روستاهای فوق الذکر در اشکال زیر نشان داده می شود.



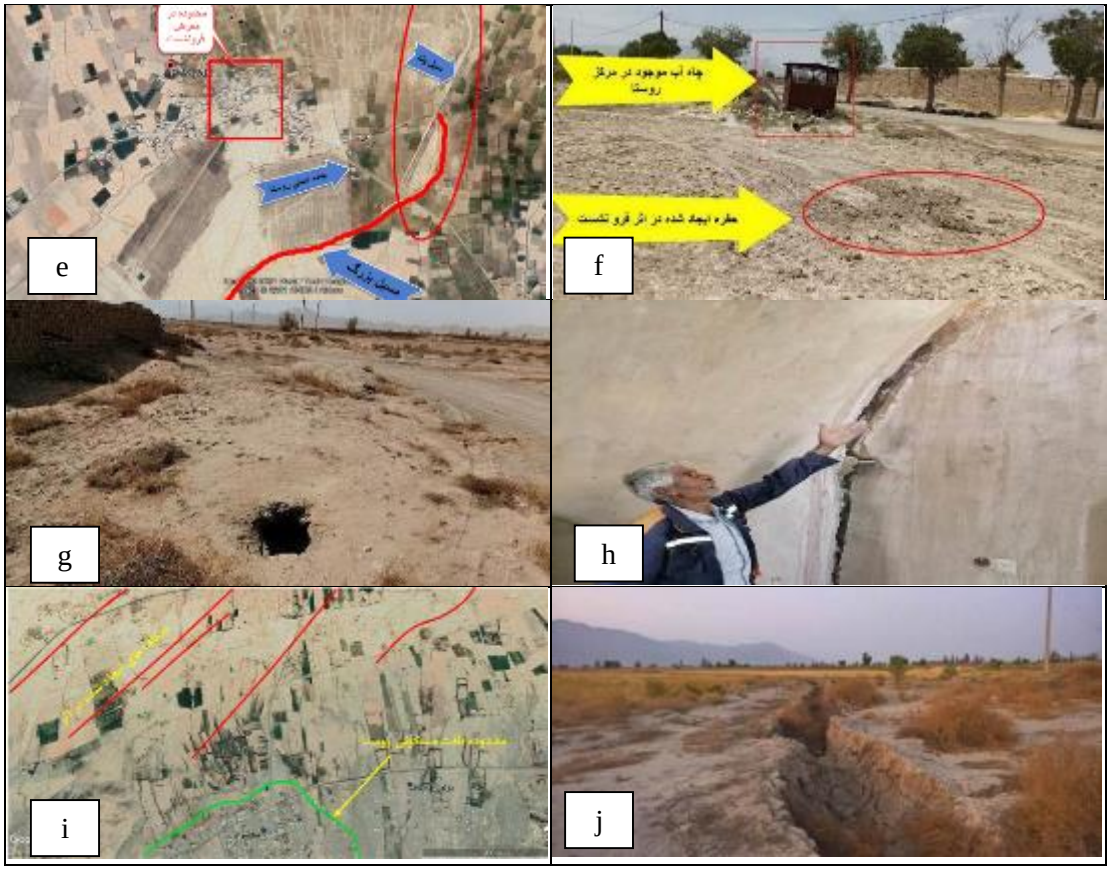
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



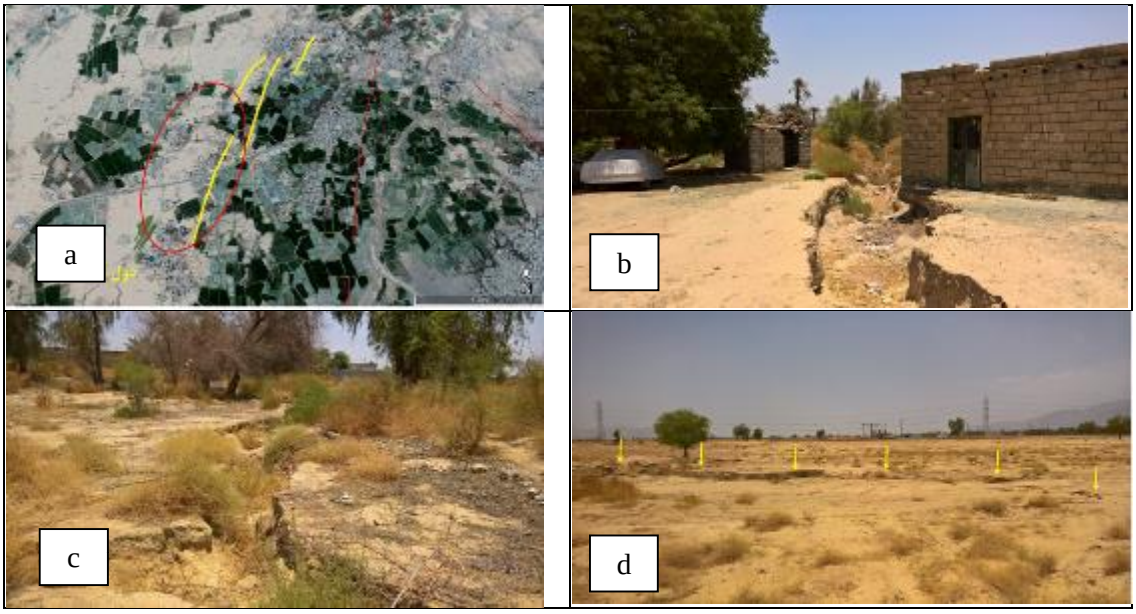
شکل ۸: a: تصویر هوایی روستا و مناطق در معرض خطر فرونشست روستای شول ساورویی، b: بیرون زدگی لوله جدار در روستای شول ساورویی، c و d: آسیب‌های وارد شده به منازل مسکونی و دیوار حیاط در اثر فرونشست در روستای شول ساورویی و e: تصویر هوایی روستا و مناطق در معرض خطر فرونشست روستای قاسم آباد ساورویی، f: ترک خوردگی در کف منازل روستای قاسم آباد ساورویی، g: تصویر هوایی روستا و مناطق در معرض خطر فرونشست روستای کوه سفید، h: آسیب‌های وارد شده به منازل مسکونی در روستای کوه سفید، i: شکاف‌های ایجاد شده در سمت غرب روستا و گسترش آن به سمت شرق (بافت روستای کوه سفید) و j: تشکیل گالی در غرب روستای کوه سفید و گسترش آن



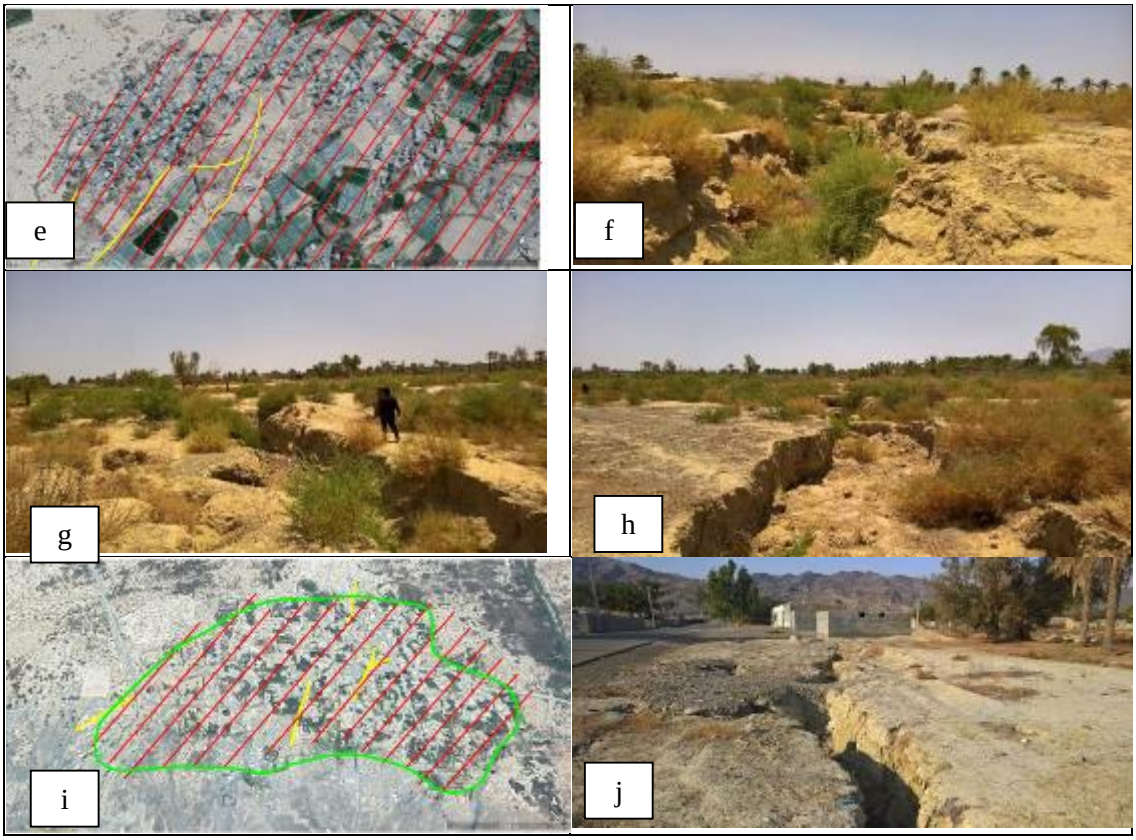
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



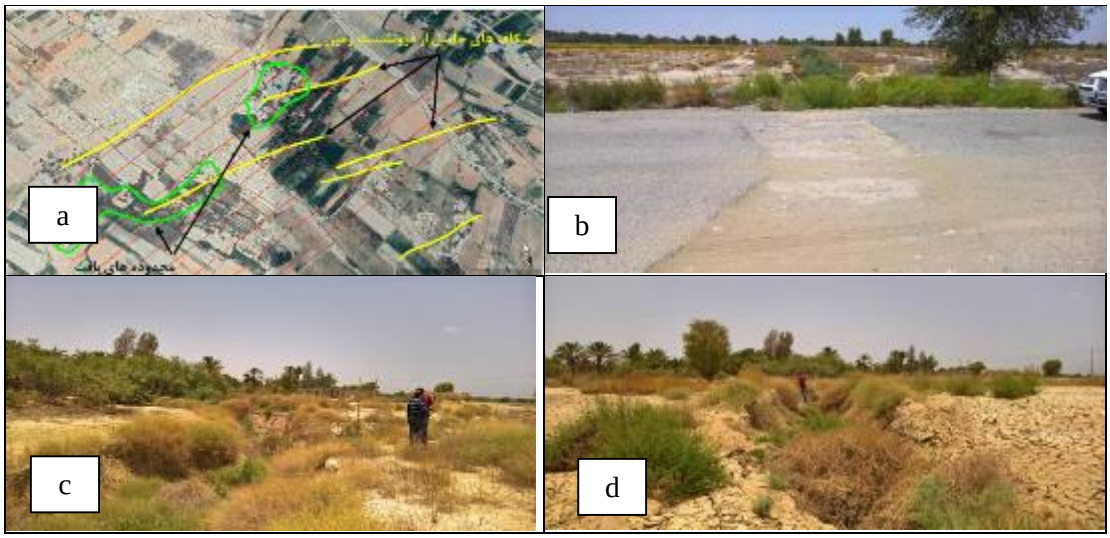
شکل ۹: a، b، c و d: شکاف ها و فروچاله ناشی از فرونشست زمین در روستای یزدل، e، f: موقعیت منازل آسیب دیده و شکاف ها و فروچاله ناشی از فرونشست زمین در روستای فاویان، g و h: ترک خوردگی ساختمان و فروچاله ناشی از فرونشست زمین در روستای ده محمد رفیع، i: موقعیت شکاف های ناشی از فرونشست زمین در اطراف روستای سفیدمراد، j: تصویری از شکاف ناشی از فرونشست زمین در اطراف روستای سفیدمراد



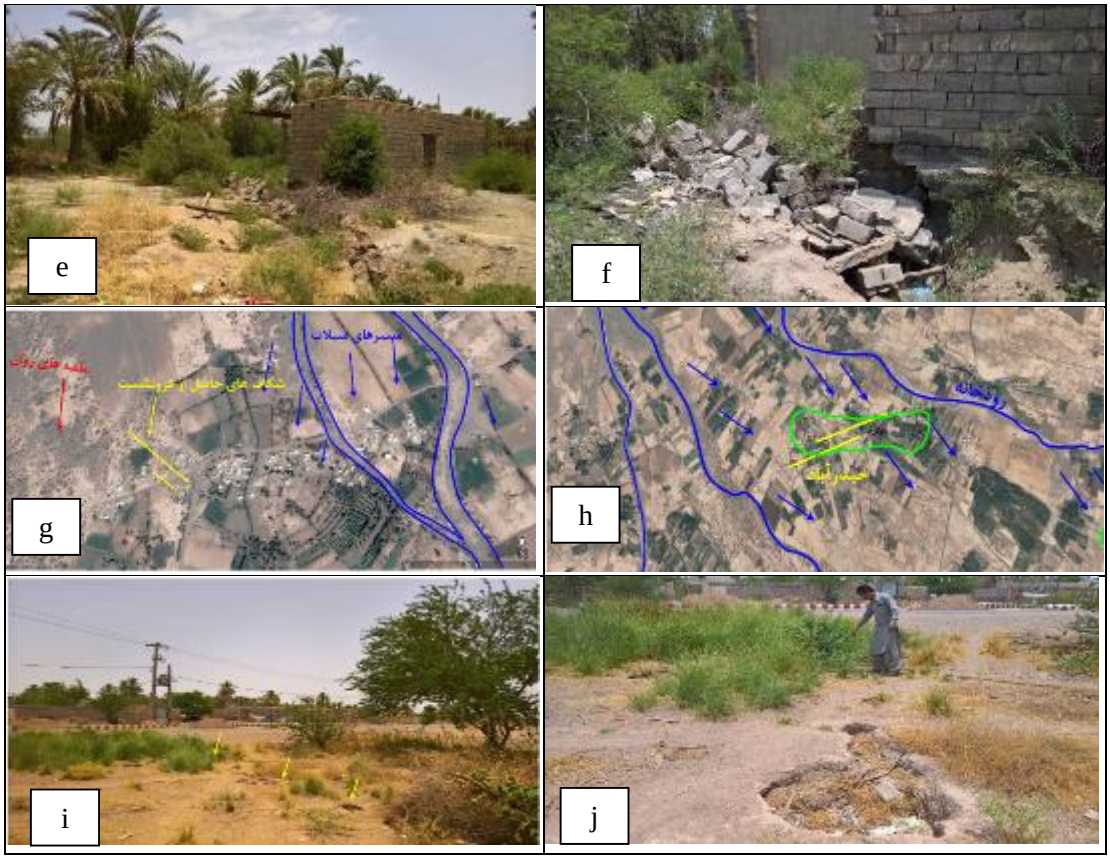
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



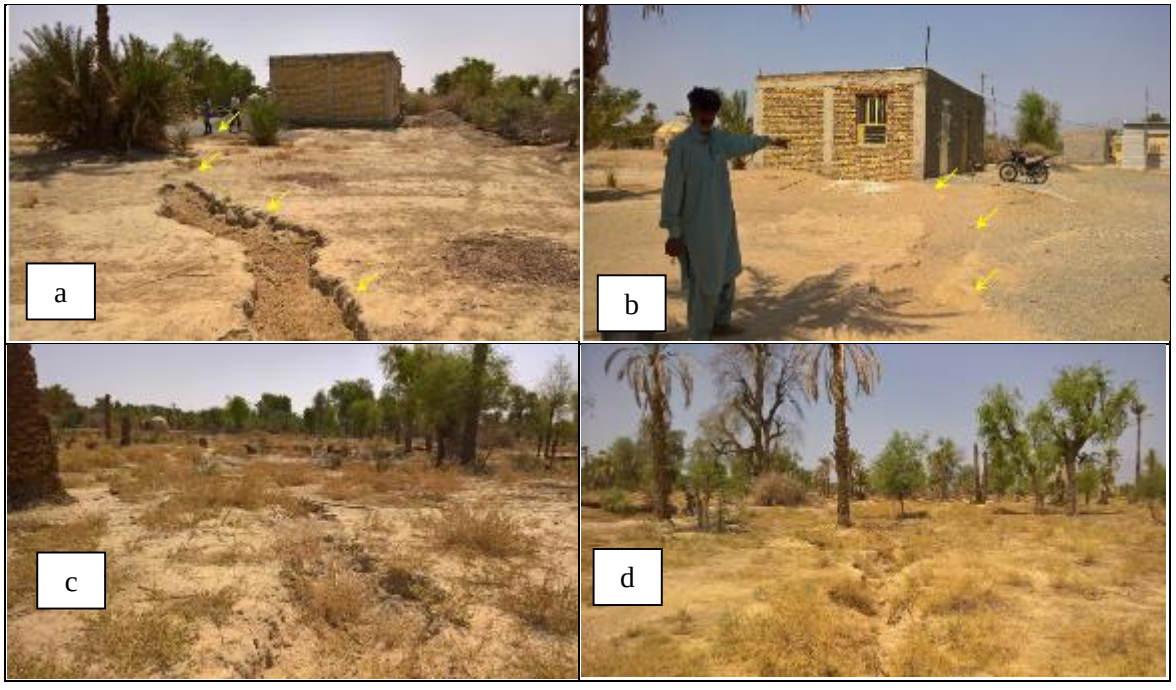
شکل ۱۰: a: موقعیت شکاف های ناشی از فرونشست زمین در اطراف روستای دول آباد، b، c و d: شکاف های ناشی از فرونشست زمین و آسیب به منازل در روستای دوآباد، e: موقعیت شکاف‌های ایجاد شده در روستای کهورنارنجک (خطوط زرد) و محدوده‌های در معرض آسیب بافت مسکونی (هاشور قرمز) f، g و h: موقعیت شکاف های ناشی از فرونشست زمین در روستای کهورنانجک، i: موقعیت شکاف‌های ایجاد شده در محدوده پیرامونی بافت مسکونی روستای دره شور (خطوط زرد) و محدوده‌های در معرض آسیب بافت مسکونی (هاشور قرمز)، j: تصویری از شکاف ناشی از فرونشست زمین در روستای دره شور



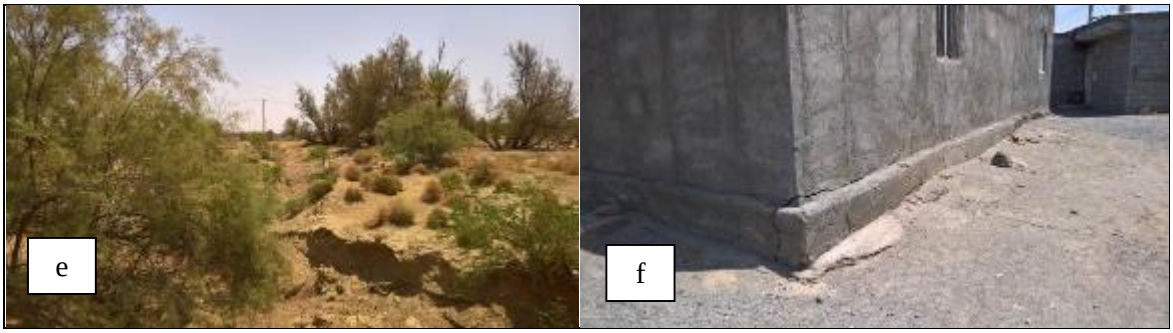
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



شکل ۱۱: a: موقعیت بافت مسکونی روستای موتورهای سلیمان‌آباد حور(محدوده سبز رنگ) نسبت به امتداد و مسیر شکاف‌های حاصل از فرونشست (خطوط زرد رنگ) و هاشور قرمز رنگ محدوده های خطر هستند، e،d،c،b و f: شکاف های ناشی از فرونشست زمین و آسیب وارده به منازل و تاسیسات در روستای سلیمان آباد حور، g: مخاطرات تهدید کننده روستای چهارچاهی: خطوط زرد رنگ شکاف‌های حاصل از فرونشست ایجاد شده در محدوده روستا و h: مخاطرات تهدید کننده روستای حیدرآباد: خطوط زرد رنگ شکاف‌های حاصل از فرونشست ایجاد شده در محدوده روستا، i و j: موقعیت شکاف های ناشی از فرونشست زمین در روستای حیدرآباد

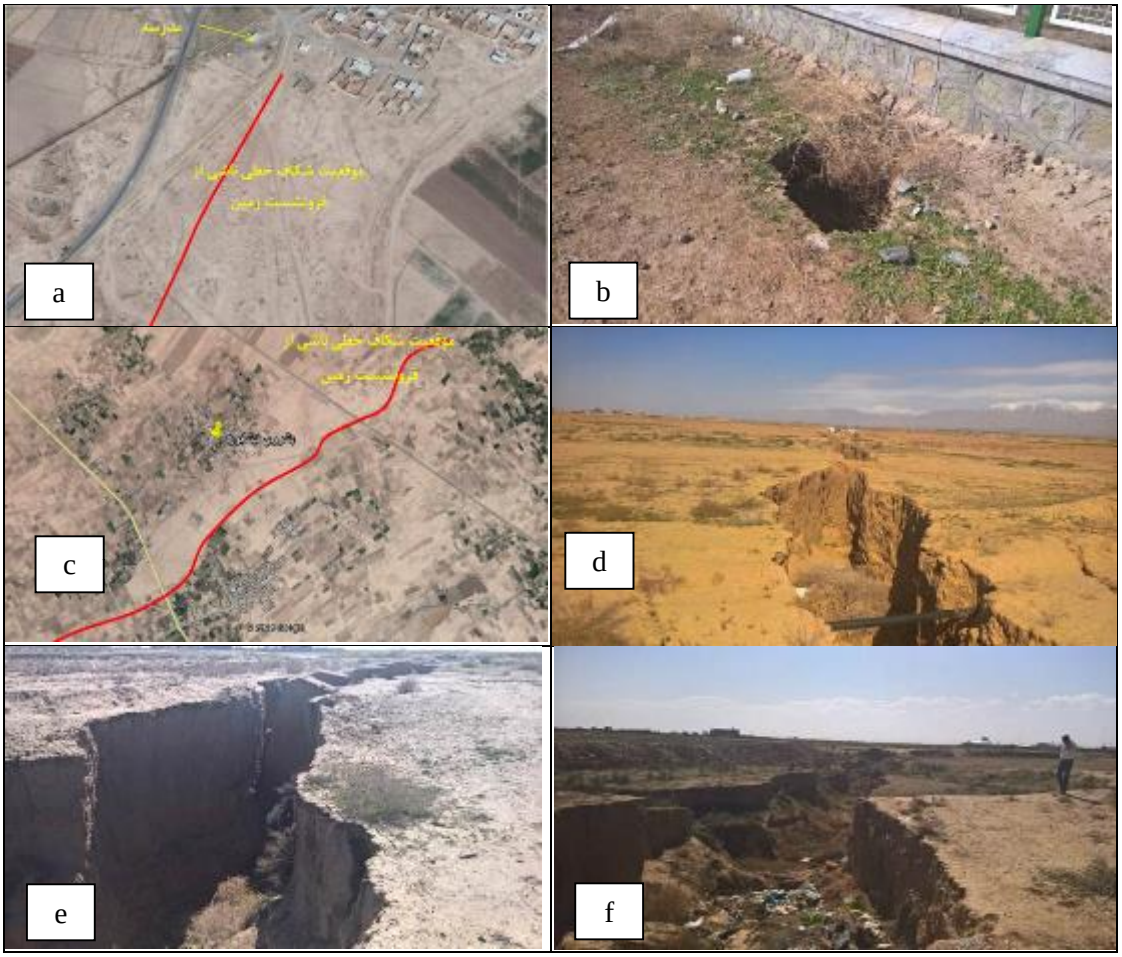


[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

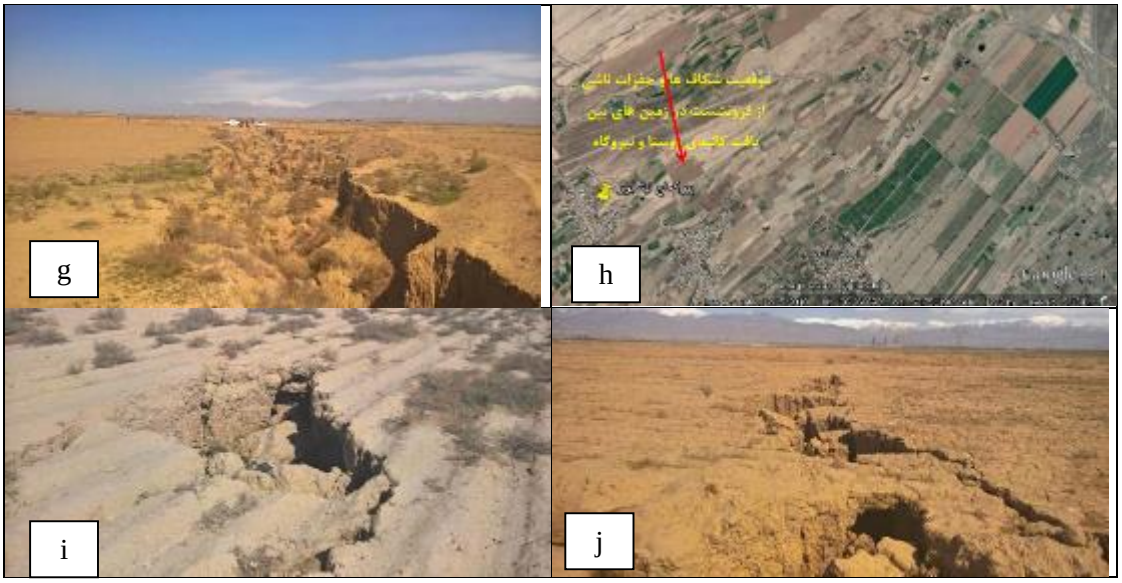


شکل ۱۲: a، b، c و d: شکاف های ناشی از فرونشست زمین و آسیب دیدگی منازل مسکونی در روستای جنگل آباد، e، f: شکاف های ناشی از فرونشست زمین و آسیب دیدگی منازل مسکونی در روستای چراغ آباد

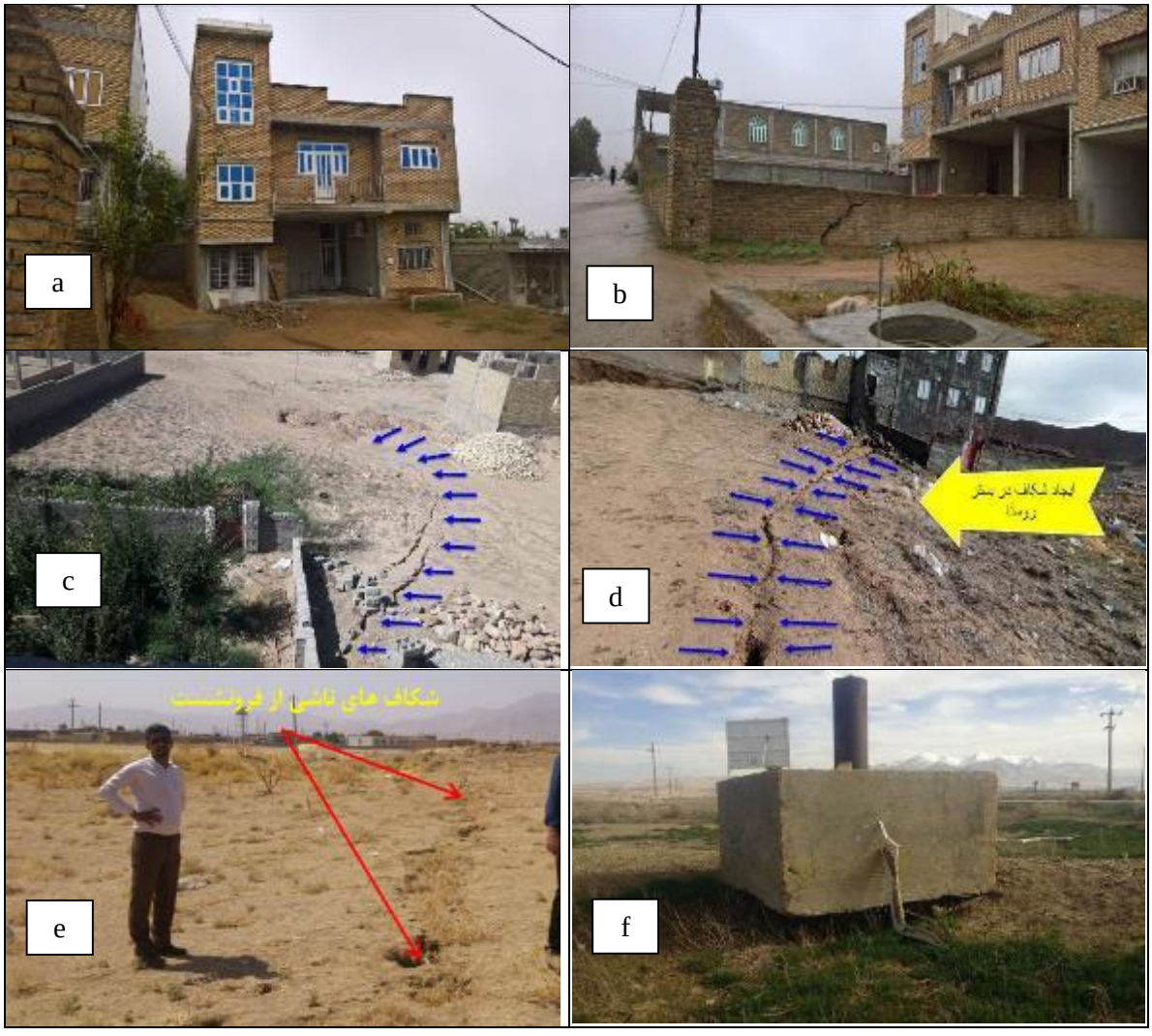
همچنین در طی بازدیدهای انجام گرفته در برخی روستاها در طی سالیان گذشته از برخی روستاها در استان های مختلف کشور بدلیل گزارش آسیب از رخداد فرونشست زمین و فروچاله، مشاهدات میدانی صورت گرفته است. از جمله روستاهای حسینی بلوک، بشروی و پیرکماج شهرستان نیشابور، سلطان آباد شهرستان تربت حیدریه و میاندهی شهرستان فیض آباد استان خراسان رضوی، روستای خلج شهرستان ماهنشان استان زنجان، روستای همه کسی شهرستان کبودرآهنگ و روستای قادرآباد شهرستان اسدآباد استان همدان، امیر حاجیلو، ایج، سلیمان آباد و دیندارلو شهرستان فسا در استان فارس، شهر فراغی شهرستان مراوه تپه استان گلستان.



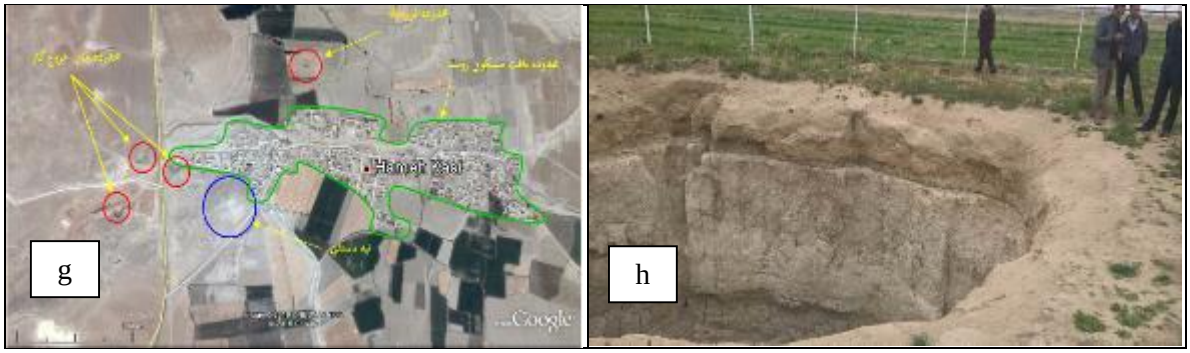
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



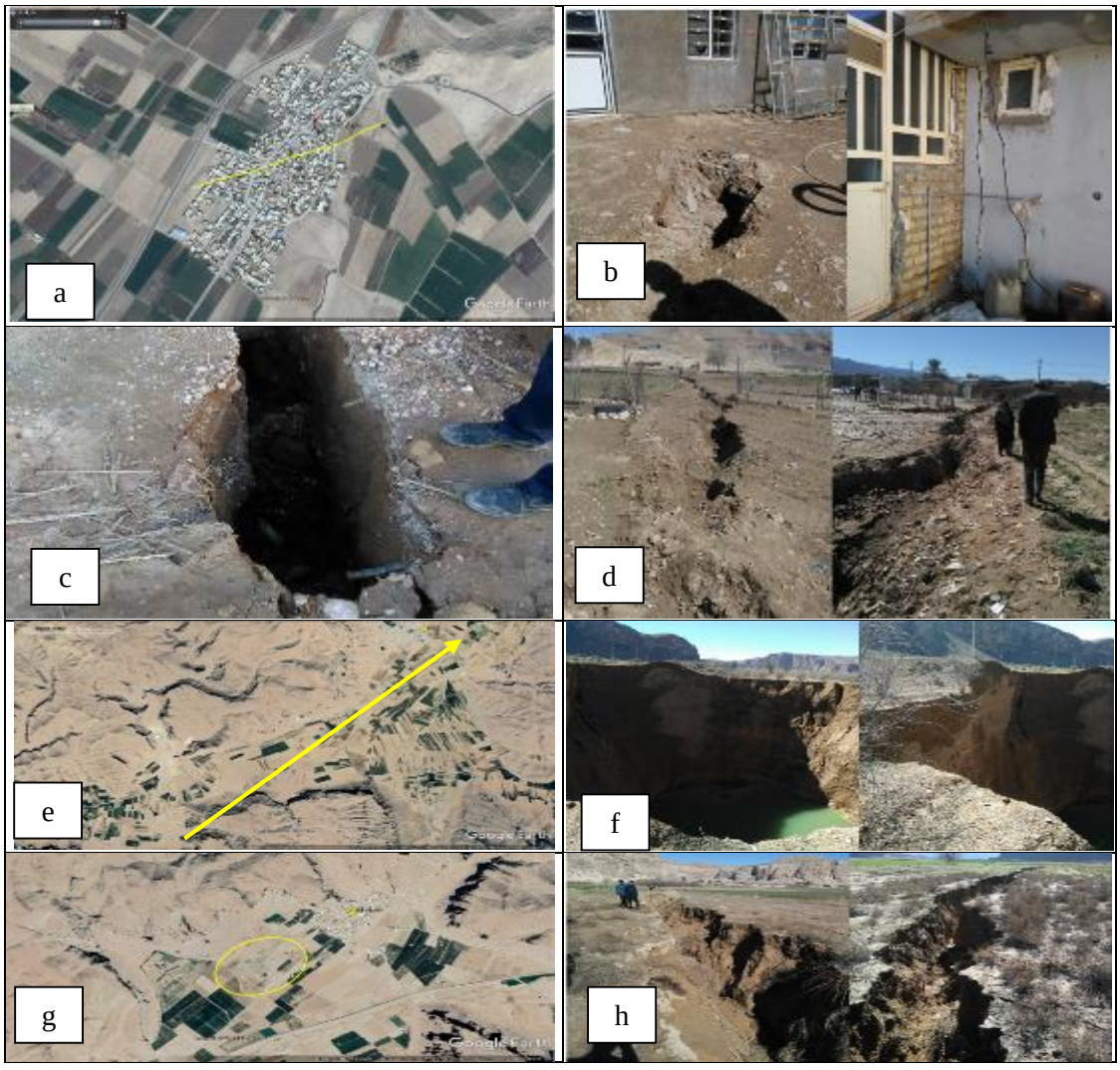
شکل ۱۳: a: تصویر هوایی روستا و مناطق در معرض خطر فرونشست روستای حسینی بلوک، b: فروچاله در کنار دیوار مدرسه روستای حسینی بلوک، c: تصویر هوایی روستا و مناطق در معرض خطر فرونشست روستای بشروی، d، e، f و g: شکاف های ناشی از فرونشست زمین در محدوده و اطراف روستای بشروی، h: تصویر هوایی روستا و مناطق در معرض خطر فرونشست روستای پیرکماج، i و j: شکاف های ناشی از فرونشست زمین در محدود اطراف روستای پیرکماج



[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



شکل ۱۴: a: نمایی از وضعیت نشست ساختمان ها در شهر فراغی b: نمایی از ترک خوردگی دیوار در اثر فرونشست در شهر فراغی، c و d: شکاف های ایجاد شده در اثر فرونشست زمین در روستای خلج، e: شکاف های ایجاد شده در اثر فرونشست زمین در روستای قادرآباد f: بیرون زدگی لوله جدار چاه در اثر فرونشست زمین در روستای قادرآباد، g: موقعیت فروچاله نسبت به بافت مسکونی روستای همه‌کسی، h: فروچاله ایجاد شده در زمین های کشاورزی در ۱۵۰ متری شمال روستای همه‌کسی



[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]



شکل ۱۵: a: موقعیت شکاف های ناشی از فرونشست در روستای دیندارلو، b: شکاف ناشی از فرونشست در روستای دیندارلو منجر به تخلیه منازل روستا شده است، c: شکاف ناشی از فرونشست در روستای دیندارلو، d: شکاف ایجاد شده با امتداد شرقی – غربی در شرق روستای دیندارلو، این گسیختگی به صورت سراسری از شرق روستا شکل گرفته و بعد از وارد شدن به بافت روستا تا غرب روستا ادامه پیدا کرده است، e: موقعیت فروچاله تنگ ایج نسبت به روستای ایج، f: فروچاله تنگ ایج، g: موقعیت شکاف های ناشی از فرونشست در غرب روستای سلیمان آباد، h: شکاف های غرب روستای سلیمان آباد، i: موقعیت شکاف های ناشی از فرونشست در غرب روستای امیرحاجیلو، j: شکاف های ناشی از فرونشست زمین در محدوده اطراف روستای امیرحاجیلو (منبع: یافته های تحقیق)



شکل ۱۶: a، b، c و d: شکاف ها و فروچاله ناشی از فرونشست زمین در روستای سلطان آباد، e، f، g و h: شکاف ها و فروچاله ناشی از فرونشست زمین در روستای میاندهی

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

بحث

باتوجه به توسعه کشاورزی در پهنه دشت های کشور و افزایش برداشت آب از سفره های آب زیرزمینی در دهه های گذشته و منفی شدن بیلان آبی اکثر سفره های آب زیرزمینی در کشور؛ پیامد بسیار ناگوار برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی بصورت جدی در قالب رخداد فرونشست زمین به نمایش درآمده است. باتوجه به داده های موجود و در دسترس تعداد ۳۰۲ روستا در معرض خطر بسیار زیاد، تعداد ۷۶۸ روستا در معرض خطر زیاد و تعداد ۸۳۴ روستا در پهنه های خطر متوسط، و تعداد ۵۷۳ روستا در پهنه با خطر کم فرونشست زمین قرار دارند. باتوجه به داده های موجود در حال حاضر به لحاظ درصد وزنی میزان حدود ۴ درصد روستاهای کشور درگیر مخاطره فرونشست با خطر متوسط تا بسیارزیاد هستند که از نظر تعداد ۱۹۰۴ روستا درگیر مخاطره فرونشست به درجه متوسط تا بسیارزیاد هستند و تعداد ۵۷۳ روستا نیز با درجه خطر کم درگیر مخاطره فرونشست هستند که اعداد قابل ملاحظه ای می باشند. همچنین قابل ذکر است باتوجه به افزایش روزافزون برداشت های بی رویه از آب زیرزمینی در دشت های مختلف کشور و نیز ایجاد نیاز آبی جدید با توسعه کشاورزی، صنعتی و سکونتگاه های شهری و روستایی، در آینده به تعداد روستاهای درگیر مخاطره فرونشست زمین افزوده خواهد شد. همانطور که در بالاتر توضیح داده شد این بررسی ها و تحلیل ها با داده های موجود و در دسترس انجام گردیده و با دریافت و تکمیل اطلاعات دقیق‌تر درخصوص پهنه‌های فرونشستی در کشور قطعاً روستاهای درگیر مخاطره فرونشست زمین بیشتری شناسایی خواهد شد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

باتوجه به نتایج بررسی ها، بیشترین توزیع استانی روستاهای در معرض خطر فرونشست کشور با درجه بسیار زیاد در استان های البرز، تهران، خراسان رضوی، قزوین، کرمان، گلستان و همدان می باشد و بیشترین توزیع استانی روستاهای در معرض خطر فرونشست کشور با درجه زیاد در استان های آذربایجان غربی، اصفهان، البرز، تهران، خراسان رضوی، سمنان، قزوین، کرمان، گلستان، آذربایجان شرقی، همدان و یزد می باشد. همچنین بیشترین توزیع استانی روستاهای در معرض خطر فرونشست کشور با درجه متوسط در استان های آذربایجان شرقی و غربی، اصفهان، البرز، تهران، سمنان، قزوین، کرمان، گلستان، مازندران، مرکزی، هرمزگان، همدان و یزد می باشد. البته برخی استان ها از جمله فارس و سیستان و بلوچستان به دلیل نبود داده های فرونشستی در نقشه، دارای روستای در معرض خطر در جدول نیستند ولی در مشاهدات و بازدیدهای میدانی مشخص گردید که مشکل فرونشست زمین علی الخصوص در استان فارس بسیار حاد است. باتوجه به نتایج بدست آمده و وضعیت نگران کننده فرونشست زمین در کشور و افزایش روزافزون نرخ فرونشست زمین در دشت های کشور، به جهت جلوگیری از درگیرشدن روستاهای بیشتر به معضلات فرونشست زمین و آسیب بیشتر به سکونتگاه های روستایی انجام اقدامات فوری از قبیل کنترل و مدیریت منابع آب و جلوگیری از برداشت بی رویه از آب زیرزمینی، پخش سیلاب جهت تغذیه سفره های آب زیرزمینی، تغذیه مصنوعی و .... ضروری است. درصورت عدم انجام اقدامات برای کاهش برداشت از آب زیرزمینی در دشت های کشور هر ساله به تعداد روستاهای درگیر مخاطره فرونشست زمین افزوده شده و باعث تخلیه روستاها و مهاجرت به حاشیه شهرها خواهد شد.

مشارکت نویسندگان

میزان مشارکت نویسندگان در مقاله حاضر برابر می‌باشد.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

مقاله حاضر با حمایت مالی پژوهشکده سوانح طبیعی انجام شد.

سپاسگزاری

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]

[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از بنیاد مسکن انقلاب اسلامی و پژوهشکده سوانح طبیعی که در انجام این پژوهش مساعدت و همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری نمایند.
از داوران محترم به خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی سپاسگزاری می‌شود.

منابع

جمور، رضا؛ ایل بیگی، مهدی و مرسلی، مسعود (۱۳۹۸). ارزیابی بحران فرونشست زمین و پیشروی آب شور دریا در آبخوان دشت میناب. *اکوهیدرولوژی*، ۶(۱)، ۲۲۳-۲۳۸.
خورسندی آقائی، احمد (۱۳۹۸). بررسی فرونشست زمین, مطالعه موردی: فرونشست زمین استخرهای تغذیه مصنوعی جنوب نیروگاه همدان, شمالغرب ایران. *مهندسی منابع آب*، ۱۲(۴۲)، ۱۷-۲۶.
رکنی، جعفر؛ حسین زاده، سید رضا؛ لشکری پور، غلامرضا و ولایتی، سعد اله (۱۳۹۸). تحلیل توزیع فضایی و سازوکار تشکیل شکاف‌های ناشی از فرونشست زمین در دشت نیشابور. *نشریه انجمن زمین شناسی مهندسی ایران*، ۱۲(۳)، ۶۵-۸۲.
رکنی، جعفر؛ حسین زاده، سیدرضا و شریفی، هادی (۱۳۹۴). کنکاشی بر زمین شناسی مهندسی و عوارض ژئومورفولوژیکی حاصل از فرونشست زمین در دشت نیشابور. *کنگره بین المللی تخصصی علوم و زمین*.
رهنما، حسین و میرائی، سهراب (۱۳۹۵). تحلیل و ارزیابی پارامترهای موثر بر فرونشست زمین. *مهندسی عمران (فنی و مهندسی مدرس)*، ۱۶(۱)، ۴۵-۵۳.
سازمان نقشه برداری کشور، نقشه پهنه های فرونشستی در کشور.
شایان، سیاوش؛ یمانی، مجتبی و یادگاری، منیژه (۱۳۹۵). پهنه بندی فرونشست زمین در حوضه آبخیز قره چای همدان. *هیدروژئومورفولوژی*، ۳(۹)، ۱۳۹-۱۵۸.
صادقی، جواد و حمیدیان، هادی (۱۳۹۳). بررسی فرونشست زمین های آبرفتی ناشی از کاهش فشار در آبخوان ها و چگونگی اثرگذاری نوع آبرفت بر فرونشست زمین در دشت تهران. *کنفرانس ملی مهندسی ژئومکانیک*.
صفاری، امیر؛ جعفری، فرهاد و توکلی صبور، سیدمحمد (۱۳۹۵). پایش فرونشست زمین و ارتباط آن با برداشت آب های زیرزمینی مطالعه موردی: دشت کرج- شهریار. *پژوهش های ژئومورفولوژی کمی*، ۵(۲)، ۸۲-۹۳.
عفیفی، محمدابراهیم (۱۳۹۵). ارزیابی پتانسیل فرونشست زمین و عوامل موثر بر آن (مطالعه موردی: دشت سیدان فاروق مرودشت). *پژوهش های ژئومورفولوژی کمی*، ۵(۳)، ۱۲۱-۱۳۲.
عمادالدین فاطمه، احمدآبادی، علی؛ افتخاری، سید مروت و اسدی گندمانی، معصومه (۱۴۰۲). مدلسازی و تحلیل آسیب پذیری ناشی از فرونشست زمین در دشت جنوب غربی تهران. *تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*. ۱۰(۳)، ۸۵-۱۰۰.
گرکانی، سیدامیرحسین و بشیری، مهسا (۱۳۹۷). ملاحظاتی بر جابجایی سکونتگاه های روستایی، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی.
گزارش طرح شناسایی، اولویت بندی و نحوه مداخله در روستاهای درمعرض خطر کشور، پژوهشکده سوانح طبیعی.
گزارش مطالعات ایمن سازی سایت جدید روستای گیجالی بالا از توابع شهرستان بروجرد استان لرستان، پژوهشکده سوانح طبیعی.
گزارش مطالعات پایدارسازی روستای عرب از توابع شهرستان بجنورد استان خراسان شمالی، پژوهشکده سوانح طبیعی.
گزارش های بازدید از روستاهای آسیب دیده از مخاطرات طبیعی، پژوهشکده سوانح طبیعی.
گلی، علی؛ مرادی، مریم و دهقانی، مریم (۱۳۹۸). ارزیابی آسیب پذیری سکونتگاه های روستایی ناشی از فرونشست زمین در استان فارس. *پژوهش و برنامه ریزی روستایی*، ۸ (۴)، ۹۱-۱۰۶.
موسوی، سیده محدثه؛ جعفری، هادی؛ مومنی، علی اکبر و سپهری، جهانگیر (۱۳۹۸). بررسی فرونشست زمین ناشی از برداشت بی رویه آب زیرزمینی در دشت کردی شیرازی، استان هرمزگان. *مخاطرات محیط طبیعی*، ۸ (۲۲)، ۹۵-۱۱۰.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

References

Afifi, M.E. (2018). Assess the potential of land subsidence and its related factors(Case study: Plain Saidan Farouk MARVDASHT. *Quantitative Geomorphological Research*, 5(3), 121-132. (in Persian) https://doi.org/20.1001.1.22519424.1395.5.3.9.3

Atif A., Wang, Ch., Tang, Y., Mubbashra, S., Attia, F., Duan, W., & Wang. J. (2022). SAR-based Subsidence Monitoring and Assessment of the Factors Involved in the Occurrence of Subsidence, Lahore City. *Journal of Resources and Ecology*, 13(5), 826-841.

Bagheri-Gavkosh, M., Hosseini, S. M., & Ataie-Ashtiani, B., et al. (2021). Land subsidence: A global challenge. *Science of The Total Environment*, Volume 778, 1461193, ISSN 0048-9697, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146193

Emadoddin, F., Ahmadabadi, A., Eftekhari, S.M., & Asadi Gandomani, M. (2023). Modelling and analysis land subsidence Vulnerability in Tehran South-West Plain. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 10(3), 85-100. (in Persian) URL: http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-3373-fa.html

Fang, J., Nicholls, R.J., & Brown, S., et al. (2022). Benefits of subsidence control for coastal flooding in China. Nat Commun 13, 6946 . https://doi.org/10.1038/s41467-022-34525-w

Garkani, S. A. H., & Bashiri, M. (2018). Considerations on the relocation of rural settlements, Islamic Revolution Housing Foundation. (in Persian)

Goli, A., Moradi, M., & Dehghani, M. (2019). Land Subsidence Vulnerability Assessment of Rural Settlements in Fars Province. *Journal of Research and Rural Planning*, 8(4), 91-106. (in Persian) https://doi.org/10.22067/jrrp.v8i4.78463

https://phys.org/news/2024-03-billion-people-globally-subsidence.html

https://www.usgs.gov/centers/land-subsidence-in-california/science/aquifer-compaction-due-groundwater-pumping

Jamour, R., Eilbeigy, M., & Morsali, M. (2019). Assessment of the Land Subsidence Crisis and the Advent of Salt Water in the Minab Plain Aquifer. *Journal of Ecohydrology*, 6(1), 223-238. (in Persian) https://doi.org/10.22059/ije.2019.270938.998

Khorsandi Aghaei, A. (2019). Land subsidence survey, Case study: Land subsidence of Artificial recharge Pools of Hamedan South Power Plant, Northwest of Iran. *Water Resources Engineering*, 12(42), 18- https://doi.org/27. 20.1001.1.20086377.1398.12.42.2.2 .(in Persian)

Mayunga, J. (2007). Understanding and Applying the Concept of a Community Disaster Resilience: A capital –based approach

Mirassi S., & Rahnema, H. (2016). Analysis and evaluate the effective parameters on land subsidence. *MCEJ*,16 (1), 45-54. (in Persian) URL: http://mcej.modares.ac.ir/article-16-8483-fa.html

Mousavi, S. M., Jafari, H., Momeni, A. A., & Sepehri, J. (2019). Investigating land subsidence due to groundwater over-exploitation in Kerdi-Shirazi plain, Hormozgan Province. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 8(22), 95-110. (in Persian)

National Mapping Organization, map of subsidence zones in the country. (in Persian)

Report on the plan for identifying, prioritizing, and intervening in villages at risk in the country. Natural Disasters Research Institute. (in Persian)

Report on the safety studies of the new site of Gijali Bala village, Borujerd County, Lorestan Province, Natural Disaster Research Institute. (in Persian)

Report on the sustainability studies of the Arab village in Bojnourd County, North Khorasan Province, Natural Disaster Research Institute. (in Persian)

Reports of visits to villages affected by natural hazards, Natural Disasters Research Institute. (in Persian)

Rokni, J., HossinZadeh, S.R., Lashkaripour, G., & Velayati, S. (2019). Analysis of Spatial Distribution and Mechanism of Formation of Fissures due to Land Subsidence in Dasht-e-Neyshabur. *Scientific Quarterly Journal of Iranian Association of Engineering Geology*, 12(3), 65-82. (in Persian) https://doi.org/10.22111/jneh.2019.26537.1443

Rokni, J., Hosseinzadeh, S.R., & Sharifi, H. (2015). A study on engineering geology and geomorphological effects resulting from land subsidence in the Neyshabur Plain. International Specialized Congress on Earth Sciences. SID. (in Persian) https://sid.ir/paper/840320/fa

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

Sadeghi, J., & Hamidian, H. (2014). Investigation of alluvial land subsidence caused by pressure reduction in aquifers and how the type of alluvium affects land subsidence in the Tehran Plain. National Conference on Geomechanical Engineering. (in Persian)

Safari, A., Jafari, F., & Tavakoli Sabour, S.M. (2018). Monitoring its land subsidence and its relation to groundwater harvesting Case study: Karaj Plain - Shahriar. *Quantitative Geomorphological Research*, 5(2), 82-93. (in Persian) https://doi.org/20.1001.1.22519424.1395.5.2.6.8

Shayan, S., Yamani, M., & Yadegari, M. (2017). Zoning of the Land Subsidence in the Hamedan Qarachai Watershed. *Hydrogeomorphology*, 3(9), 139-158. (in Persian) https://doi.org/20.1001.1.23833254.1395.3.9.7.7

Waltham, A.C. (1989). Gruand Subsidence, Blackie Publications, ISBN: 0216925002

Yu, X., Wang, G., Hu, X., Liu, Y., & Bao, Y. (2023). Land Subsidence in Tianjin, China: Before and after the South-to-North Water Diversion. Remote Sensing. 15(6), 1647. https://doi.org/10.3390/rs15061647

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]
[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1404.12.2.4.3]

[DOI: 10.61882/jsaeh.12.46.795.67]