

# Evaluation of the vulnerability of the worn tissue against the natural hazard of earthquake using vector machine method (Case example: District 2 of Kerman city)

Maryam Nohe Sera<sup>1</sup>, Malihe Zakarian , Seyed Ali Al Modarresi<sup>3</sup>, Mostafa Khabazi<sup>4</sup>,  
Mohammad Hossein Saraei<sup>5</sup>

<sup>1</sup>- PhD Student in Geography and Urban Planning, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran.

<sup>2</sup>- Assistant Professor of Geography and Urban Planning, Meybod Branch, Islamic Azad University, Meybod, Iran.

<sup>3</sup>- Professor of Geomorphology, Department of Geography and Urban Planning, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran.

<sup>4</sup>- Associate Professor of Geomorphology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

<sup>5</sup>- Professor, Department of Geography and Urban Planning, Yazd University, Yazd, Iran.

## Article Info

### Article type:

*Research Article*

### Article history:

Received: 27 May 2021

Revised: 05 September 2021

Accepted: 19 December 2021

Published online: 21 March 2022

### Keywords:

*Vulnerability,*

*Earthquake,*

*Remote Sensing,*

*Vector Machine Technique,*

*Kappa Coefficient.*

## ABSTRACT

**Introduction:** Considering the increasing progress and population growth, modern man has built new cities to accommodate a part of the population, and considering that cities are like a system with a coordinated and dynamic structure, all defense principles should be observed in order to Advanced and civilized people with technology will feel the least danger in these settlements and can provide the best crisis management in times of crisis. Therefore, taking into account that Iran is one of the ten most earthquake-prone countries and the sixth most earthquake-prone country in the world, and the dilapidated city of Kerman is no exception to this rule, it is necessary to use urban remote sensing techniques such as vector machines to identify and manage the earthquake crisis.

**Data and Method:** The present article is applied in terms of purpose and in terms of drawing-analytical method. In this research, using the ASTER satellite images of 2007, the worn-out textures of Kerman city were identified using the support vector machine classification method. In this study, the kappa coefficient of 76% was determined for all classes and the kappa coefficient of 59% was identified in Kerman.

**Results:** The findings of the research and the final map of the vulnerability of the area of two worn-out structures showed that the areas with high vulnerability are 29.87% of the total area of the area, which indicates the inappropriateness of the structure of the area during an earthquake. The next ranks of this survey include 29.15% medium damage, 28.01% very low vulnerability, 6.74% very high vulnerability and 6.21% low vulnerability.

**Conclusion:** The results of this research showed that the support vector machine (SVM) classification method has the ability to detect nearly 75% of the worn tissue of the range. This identification has shown the high power of the support vector machine method in identifying two worn-out urban contexts.

**Cite this article:** Nohe Sara, Maryam., Zakarian, Malihe., Al Modarassi, Seyed Ali., Khabazi, Mostafa., Saraei, Mohammad Hossein. (2022). Evaluation of the vulnerability of the worn tissue against the natural hazard of earthquake using vector machine method (Case example: District 2 of Kerman city). *Urban Social Geography*, 9 (1), 1-13.  
<http://doi.org/10.22103/JUSG.2022.2071>



© The Author(s).

**Publisher:** Shahid Bahonar University of Kerman.

DOI: <http://doi.org/10.22103/JUSG.2022.2071>

<sup>1</sup>- **Corresponding Author:** Zakarian, M., Yazd, Islamic Azad University, Maybod Branch, Faculty of Literature and Human Sciences, Department of Geography and Urban Planning. ✉ [malihezakerian@yahoo.com](mailto:malihezakerian@yahoo.com) ☎ (+98) 9132588096

### **English Extended Abstract**

---

#### **Introduction**

The city of Kerman is located on the northern edge of the Kerman Plain as a thrust subduction (graben) along with numerous faults in the city limits, the border of the mountains and the plains, and the areas near the city, some of which can cause earthquakes even stronger than 7 Richter. On the other hand, the dilapidated urban fabric has also become the reason, so that the neighborhoods of the old fabric of Kerman city due to the physical structure of inappropriate buildings such as old buildings, less durable structures, narrow roads and also high population density, They have the highest level of vulnerability against earthquakes. The experience of earthquakes in the country has shown that there is no necessary preparation to face this natural phenomenon, and the continuation of this process can cause irreparable damage to the body of society, especially the vulnerable urban tissues. Therefore, due to the fact that it is not possible to prevent an earthquake, but it is possible to reduce the damage caused by it in old structures. The main goal of this article in the first stage is to identify the worn-out tissues of vulnerable area 2 of Kerman city on the one hand and to extract quantitative indicators effective in increasing the amount of damages caused by earthquakes in these areas.

#### **Data and Method**

The present article is applied in terms of purpose and in terms of drawing-analytical method. In this research, using the ASTER satellite images of 2007, the worn-out textures of Kerman city were identified using the support vector machine classification method. In this study, the kappa coefficient of 76% was determined for all classes and the kappa coefficient of 59% was identified in Kerman.

#### **Results**

The findings of the research and the final map of the vulnerability of the area of two worn-out structures showed that the areas with high vulnerability are 29.87% of the total area of the area, which indicates the inappropriateness of the structure of the area during an earthquake. The next ranks of this survey include 29.15% medium damage, 28.01% very low vulnerability, 6.74% very high vulnerability and 6.21% low vulnerability.

#### **Conclusion**

According to the results obtained in the final map, the degree of vulnerability of the area of the two worn-out tissues, the most allocated area is related to high vulnerability with 29.87% of the total area of the area, which indicates the inappropriateness of the area's texture during There is an earthquake. The next ranks of this survey include 29.15% medium vulnerability, 28.01% very low vulnerability, 6.74% very high vulnerability and 6.21% low vulnerability.

In the discussion of the width of the roads, or in other words, the degree of confinement of users, which is obtained according to the width of the roads. It can be said that since the width of the roads is greater, the degree of enclosure of the users decreases and as a result, the level of vulnerability decreases. According to the mentioned cases, it can be said that the width of roads is one of the most important factors during an earthquake. But it is not considered as one of the most important physical features. And other factors such as the quality of users can be given a higher priority. Because if the quality of users is high, the possibility of tissue vulnerability is reduced.



## ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده در برابر مخاطره طبیعی زلزله با استفاده از روش ماشین بردار (نمونه موردی: حوزه ۲ شهر کرمان)

مریم نوحه سرا<sup>۱</sup>، ملیحه ذاکریان<sup>۲</sup> ✉، سید علی المدرسی<sup>۳</sup>، مصطفی خبازی<sup>۴</sup>، محمد حسین سرایی<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.

<sup>۲</sup> - استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد میبد، دانشگاه آزاد اسلامی، میبد، ایران.

<sup>۳</sup> - استاد ژئومورفولوژی گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.

<sup>۴</sup> - دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

<sup>۵</sup> - استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	<b>مقدمه:</b> انسان امروزی با توجه به پیشرفت روزافزون خود و نیز رشد جمعیت اقدام به ساخت شهرهای جدید جهت اسکان بخشی از جمعیت نموده است و با توجه به این که شهرها مانند سیستمی با ساختاری هماهنگ و پویا می‌باشد، می‌بایست همه اصول دفاعی را رعایت نمود تا بشر پیشرفته و متمدن دارای تکنولوژی در این سکونت‌گاه‌ها کم‌ترین احساس خطر را بنماید و در مواقع بحران بتواند بهترین مدیریت بحران را ارائه نماید. لذا با توجه به اینکه ایران جز ده کشور بلاخیز و ششمین کشور زلزله‌خیز دنیا است و بافت فرسوده شهر کرمان نیز از این قاعده مستثنی نیست لزوم استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور شهری مثل ماشین بردار برای شناسایی و مدیریت بحران زلزله ضروری می‌باشد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۰۶	<b>داده و روش:</b> مقاله حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش ترسیمی - تحلیلی می‌باشد. در این پژوهش ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ASTER سال ۲۰۰۷ به شناسایی بافت‌های فرسوده شهر کرمان با استفاده از روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان پرداخته شد. در این بررسی با ضریب کاپای ۷۶ درصد برای تمامی طبقات تعیین شده و ضریب کاپای ۵۹ درصد بافت فرسوده شهر کرمان شناسایی گردید.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۶/۱۴	<b>یافته‌ها:</b> یافته‌های تحقیق و نقشه نهایی میزان آسیب‌پذیری حوزه دو بافت فرسوده نشان داد مناطق با آسیب‌پذیری زیاد ۲۹/۸۷ درصد از کل مساحت حوزه می‌باشد، که این میزان نشان‌دهنده نامناسب بودن بافت حوزه در هنگام وقوع زلزله می‌باشد. رتبه‌های بعدی این بررسی به ترتیب شامل ۲۹/۱۵ درصد آسیب‌پذیری متوسط، ۲۸/۰۱ درصد آسیب‌پذیری بسیار کم، ۶/۷۴ درصد آسیب‌پذیری بسیار زیاد و ۶/۲۱ درصد آسیب‌پذیری کم می‌باشد.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۸	<b>نتیجه‌گیری:</b> نتایج این پژوهش نشان داد که روش طبقه‌بندی ماشین‌بردار پشتیبان (SVM) توانایی تشخیص نزدیک به ۷۵ درصد از بافت فرسوده محدوده را دارا بوده است. که این شناسایی قدرت بالای روش ماشین‌بردار پشتیبان در شناسایی حوزه دو بافت فرسوده شهری را نشان داده است.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۱/۰۱	

### کلیدواژه‌ها:

آسیب‌پذیری، زلزله، سنجش از دور، تکنیک ماشین بردار، ضریب کاپای.

**استناد:** نوحه سرا، مریم؛ ذاکریان، ملیحه؛ المدرسی، سیدعلی؛ خبازی، مصطفی؛ سرایی، محمدحسین (۱۴۰۱). ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده در برابر مخاطره

طبیعی زلزله با استفاده از روش ماشین بردار (نمونه موردی: حوزه ۲ شهر کرمان)، *جغرافیای اجتماعی شهری*، ۹ (۱)، ۲۹۱-۲۷۱. DOI:

<http://doi.org/10.22103/JUSG.2022.2071>



© نویسنده‌گان.

ناشر: دانشگاه شهید باهنر کرمان.

DOI: <http://doi.org/10.22103/JUSG.2022.2071>

<sup>۱</sup> - نویسنده مسئول: ملیحه ذاکریان، یزد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میبد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری. کد پستی: ۸۹۱۵۸۱۳۱۳۵. تلفن: ۰۹۱۳۲۵۸۸۰۹۶. رایانامه: malihezakerian@yahoo.com

## مقدمه

هر بافت شهری متشکل از دو بخش عمده می باشد: الف) کالبد (فرم) ب) کارکرد (نقش). بخش هایی از بافت های شهری که کیفیت های کالبدی و کارکردی آن ها کاهش یافته و مختل گردیده است، بافت فرسوده نامیده می شود. هرگاه فعالیت ها و کاربری ها پاسخگوی نیازها باشند، ولی کالبد آسیب دیده باشد و یا نظام فعالیت ها به هم ریخته، کاربری ها مختل گردد، ولی کالبد حفظ شده باشد، فرسودگی نسبی است و اگر هر دو نوع فرسودگی حادث شود، فرسودگی کامل است (سهامی و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین هر یک از این زیر طبقات نیازمند به کارگیری الگوی خاصی از نوسازی (فرسودگی کامل) تا بهسازی (فرسودگی نسبی) می باشد. در این راستا همه ساله در جهان حجم قابل ملاحظه ای از تأسیسات شهری، زیرساخت های اقتصادی، ابنیه و ساختمان های اداری، تجاری و مسکونی در اثر حوادث و بلایای طبیعی نظیر سیل، زلزله، طوفان، رعد و برق، خشکسالی، رانش زمین، پیش روی آب دریا و بهمن آسیب دیده و یا از بین می روند و متأسفانه در بیش تر موارد این حوادث با تلفات انسانی نیز همراه است (غلامحسینی، ۱۳۹۱: ۲). طبق گزارش سازمان ملل در سال ۲۰۰۳ میلادی کشور ایران در بین کشورهای جهان رتبه نخست را در تعداد زلزله های با شدت ۵٫۵ ریشتری دارد و جز ده کشور بلاخیز و ششمین کشور زلزله خیز دنیا است، کمربند زلزله ۹۰ درصد از خاک کشور ما را دربر گرفته است. بر اساس همین گزارش در کشور ایران زلزله وجه غالب را در بین سوانح طبیعی دارا می باشد. هر ساله در کشور ما بروز سوانح و حوادث مختلف طبیعی باعث از بین رفتن تعدادی از هموطنان و صدمات مالی به هزاران نفر می گردد (اسماعیل زائی، ۱۳۹۲: ۱). به عبارتی از تعداد ۴۰ نوع مختلف بلایای طبیعی مشاهده شده در بخش های مختلف دنیا، ۳۱ نوع آن در ایران شناسایی شده است (UNISDR, 2005: 4). در این میان بیش ترین گزارشات مربوط به زلزله می باشد، اما آن چه حائز اهمیت است، وضعیت شهرها و کلان شهرهایی می باشد که بر روی گسل ها یا در مجاورت آن ها ساخته شده و در معرض خطر زلزله قرار دارند، چرا که حرکت این گسل ها باعث رها شدن انرژی ذخیره شده و بروز زلزله های مکرر می شود و تلفات جانی و خسارت های مالی فراوانی را در مناطق شهری به دنبال می آورد. در تقسیمات زمین لرزه ساختی ایران، استان کرمان به ۶ واحد زمین لرزه ساختی با نام های واحد کرمان - طبس، واحد سهند - سیرجان، واحد زاگرس، واحد مکران، واحد جازموربان، واحد لوت تقسیم می شود (عباس نژاد و داستان پور، ۱۳۷۷). در این ارتباط شهر کرمان در حاشیه شمالی دشت کرمان به صورت یک فروزمین (گرابن) فشاری همراه با گسل های متعدد در محدوده شهر، مرز کوه و دشت و مناطق نزدیک شهر قرار گرفته است که برخی از آن ها می توانند موجب بروز زلزله هایی حتی قوی تر از ۷ ریشتر شوند. از سوی دیگر بافت فرسوده شهری نیز مزید بر علت شده به گونه ای که محله های بافت قدیم شهر کرمان با توجه به ساختار کالبدی ساختمانی نامناسب مانند قدمت بالای ابنیه، سازه های کم دوام، معابر کم عرض و همچنین تراکم بالای جمعیتی، دارای بیش ترین میزان آسیب پذیری در برابر زلزله می باشند. تجربه زلزله های روی داده در کشور نشان داده که آمادگی لازم برای رویارویی با این پدیده طبیعی وجود ندارد و ادامه این روند می تواند خسارت های جبران ناپذیری بر پیکره جامعه به خصوص بافت های آسیب پذیر فرسوده شهری وارد کند. لذا با توجه به این که جلوگیری از وقوع زلزله امکان پذیر نیست، ولی کاهش آسیب های ناشی از آن در بافت های قدیمی امکان پذیر است. هدف اصلی این مقاله در مرحله نخست شناسایی بافت های فرسوده حوزه ۲ آسیب پذیر شهر کرمان از یک سو و استخراج شاخص های کمی موثر در افزایش میزان خسارات ناشی از زلزله در این منطقه می باشد. در

مرحله دوم محاسبه و استخراج شاخص‌هایی نظیر طول و عرض معابر، تعداد طبقات و تراکم ساختمانی در محدوده‌های بافت فرسوده، نوع و کیفیت مصالح به‌کاررفته در ساختمان‌ها، قدمت سازه‌ها، اندازه قطعات و مساحت ساختمان‌ها، تراکم جمعیت و ... می‌باشد. در مرحله سوم با مدل‌های رایج به ارزیابی وضع موجود پرداخته و بر اساس اطلاعات به دست آمده در مراحل پیشین، اقدام به مدل‌سازی میزان آسیب‌پذیری و محاسبه میزان آوار تخریب‌شده به تن در هکتار با استفاده از الگوریتم‌های موجود در نرم‌افزار GIS و تکنیک‌های سنجش از دور نموده است و سعی در مدلسازی مدیریت حین و بعد از بحران کرده است.

### پیشینه نظری

بافت فرسوده شهری به عرصه‌هایی از محدوده قانونی شهرها گفته می‌شود که به دلیل فرسودگی کالبدی، عدم برخورداری مناسب از دسترسی سواره، تأسیسات، خدمات و زیر ساخت‌های شهری، آسیب پذیر بوده و از ارزش مکانی، محیطی و اقتصادی نازلی برخوردارند (شفیعی نسب و کلای، ۱۳۸۶: ۱۱۴) این بافت‌ها به دلیل فقر ساکنان و مالکان آن-ها، امکان نوسازی خود به خودی را نداشته و نیز، سرمایه‌گذاران انگیزه‌ای برای سرمایه‌گذاری در آن را ندارند (حبیبی و دیگران، ۱۳۸۶: ۶۶). منظور از بافت فرسوده بخش‌هایی از بافت شهری می‌باشد که به علت فرسودگی‌های کالبدی و عدم برخورداری از زیر ساخت‌های مناسب شهری از منزلت مکانی و سکونتی و اقتصادی پایینی برخوردار گشته است (عرب احمدی، ۱۳۸۶: ۱۷). بافت‌های فرسوده به دلیل معضلاتی هم چون پایین بودن کیفیت زندگی، کاهش امنیت، مشکلات ترافیکی، فضاهای بی دفاع، ترس، بالا بودن جرم و بزه کاری نیازمند استراتژی‌های بنیادین جهت تغییرات اساسی در ابعاد کالبدی، اجتماعی، اقتصادی، محیطی و ... هستند. تغییراتی که اغلب در بلند مدت و با صرف هزینه‌های گزاف جهت رفع مشکلات فوق از سوی نهادهای عمومی با تأکید بر ابعاد آموزش، اجرا و مهندسی و در نظر گرفتن نیازهای خاص ساکنان به منظور تعیین اهداف و ارزیابی تغییرات صورت می‌گیرد.

ساختمان‌ها از مصالح ساختمانی متفاوتی ساخته می‌شوند و در طول زمان نیز دچار فرسودگی می‌شوند. خسارات ناشی از زلزله در ساختمان‌های مختلف (چوبی، بنایی، بتن مسلح و ساختمان‌های قاب فلزی و ...) متفاوت خواهد بود. علاوه بر سن سازه و جنس مصالح، نحوه ساخت و محل گسل و محل سازه از لحاظ شیب و زمین‌شناسی نیز بر مقاومت ساختمان مقابل زلزله خواهد بود. این خسارات با داشتن اطلاعات در مورد ساختمان قبل از زلزله قابل برآورد خواهد بود. خسارات وارد بر ساختمان‌ها به علت تعدد آن‌ها و ساکنین، باعث تلفات جانی بسیار و خسارات مالی سنگین خواهد شد (قانعی فرد، ۱۳۹۳: ۱۸).

### پیشینه عملی

در کشورهای مختلف مطالعات بسیاری در زمینه زلزله و میزان آسیب‌پذیری با دیدگاه و جنبه‌های متفاوت ارائه شده است. در این پژوهش به تعدادی از این مطالعات مرتبط با موضوع پژوهش اشاره شده است. ولی‌زاده (۱۳۹۰)، در مقاله خود با این عنوان «تحلیلی بر ارزیابی وضعیت لرزه‌خیزی و آسیب‌پذیری کالبدی و جمعیتی شهر کرمان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)» به این نتیجه رسید که شهر کرمان در اثر رخداد احتمالی

زلزله بیش از ۶ ریشتر ناشی از جنباشدن گسل تراستی کوهبنان در ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شهر کرمان دچار تخریب بیش از ۵۰ درصد شده که بیش از ۵۳ درصد جمعیت شهر در معرض آسیب زیاد قرار خواهند گرفت.

اکبری‌راوری و همکاران (۱۳۹۳)، در تحقیق خود با عنوان «مسیرهای تخلیه اضطراری پیشنهادی شهر کرمان» به اولویت‌بندی مسیرهای تخلیه اضطراری پیشنهادی پرداخته‌اند و به منظور ارزیابی و مقایسه گزینه‌های پیشنهادی نیز از نقشه‌های تهیه شده حاصل از GIS شهر کرمان و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی AHP استفاده کرده‌اند.

تاجمیر ریاحی و همکاران (۱۳۹۴)، در مطالعه خود خطر زمین‌لرزه در اصفهان را بررسی و با استفاده از عکس‌های ماهواره‌ای و تأیید مشاهدات میدانی گسل اصلی منطقه را مشخص نمودند و به ارزیابی ریسک احتمالی (PSHA) با استفاده از نرم‌افزار SeisRiskIII پرداختند، که بر مبنای آن در نهایت پهنه‌بندی برای سطوح متفاوت با توجه به ساختمان‌ها و ساخت‌وساز در شهر اصفهان انجام شد.

گنج‌های و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهشی با عنوان «تحلیل و مدل‌سازی پارامترهای ایمنی موثر در انتخاب مسیرهای بهینه تخلیه اضطراری پس از زلزله در محله ۱۳ آبان شهر تهران» پرداخته‌اند. برای رسیدن به این منظور از روش فرآیند سلسله‌مراتبی به عنوان روش اصلی استفاده شده و روند مدل‌سازی هر یک از پارامترها تشریح شده است. همچنین از قابلیت‌های نرم‌افزار GIS مانند همپوشانی لایه‌ها استفاده شده است.

صفی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷)، در پژوهشی با استفاده از داده‌های زمین‌شناسی و زلزله‌شناسی، به ارزیابی سرعت شتاب زمین برای شهر کرمان از طریق تجزیه و تحلیل خطر لرزه‌ای در مدل خطر احتمالی لرزه‌ای پرداخت روش تحلیل احتمال خطر لرزه‌ای (PSHA) مورد استفاده قرار گرفته است. برای ارزیابی توزیع شتاب لرزه زمین (PGA) احتمالاتی برای منطقه کرمان در ایران برآورد شده است که نتایج بیان‌گر برآورد احتمالاتی PGA برای دوره‌های بازگشت ۵۰، ۷۵، و ۴۷۵ سال است.

بربریان (۲۰۰۱)، در گزارش خود به زلزله‌خیزی کرمان اشاره می‌کند و به مطالعه گسل‌ها و تکتونیک منطقه پرداخته و بیان می‌کند در سال‌های ۱۹۸۲ دو زلزله و در سال ۱۹۸۹ یک و در سال ۱۹۹۸ دو زلزله در محور گلباف - بم با شدت بیش از ۵ ریشتر اتفاق افتاده است.

راشد (۲۰۰۳)، در پژوهش خود به ارزیابی آسیب‌پذیری خطرات زلزله از طریق فضای بین‌المللی می‌پردازد و بیان می‌کند دارد آسیب‌پذیری شهری در مقابل حوادث طبیعی مانند زمین‌لرزه تابعی از رفتارهای انسانی می‌باشد که نشان‌گر درجه تأثیرپذیری یا قابلیت ایستادگی واحدهای اقتصادی، اجتماعی و دارایی‌های فیزیکی شهری در مقابل خطر طبیعی می‌باشد و به تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله و بررسی نقش سیستم اطلاعات جغرافیایی در مدل‌سازی و پیش‌بینی آسیب‌پذیری شهر پرداخته است.

جکسون و همکاران (۲۰۰۶)، در بررسی‌های خود به لرزه‌نگاری، فرآیند پارگی و گسل‌خوردگی و جنبه‌های خطر زلزله در استان کرمان از جمله زلزله ۵ دی ماه بم پرداختند.

لانتادا و همکاران (۲۰۰۹)، در شهر بارسلونا با استفاده از مدل RISK-UE با بکارگیری مدل‌های موجود در زمینه تخمین خسارات به ارزیابی خسارات انسانی و اقتصادی در شهر بارسلون پرداخته‌اند.

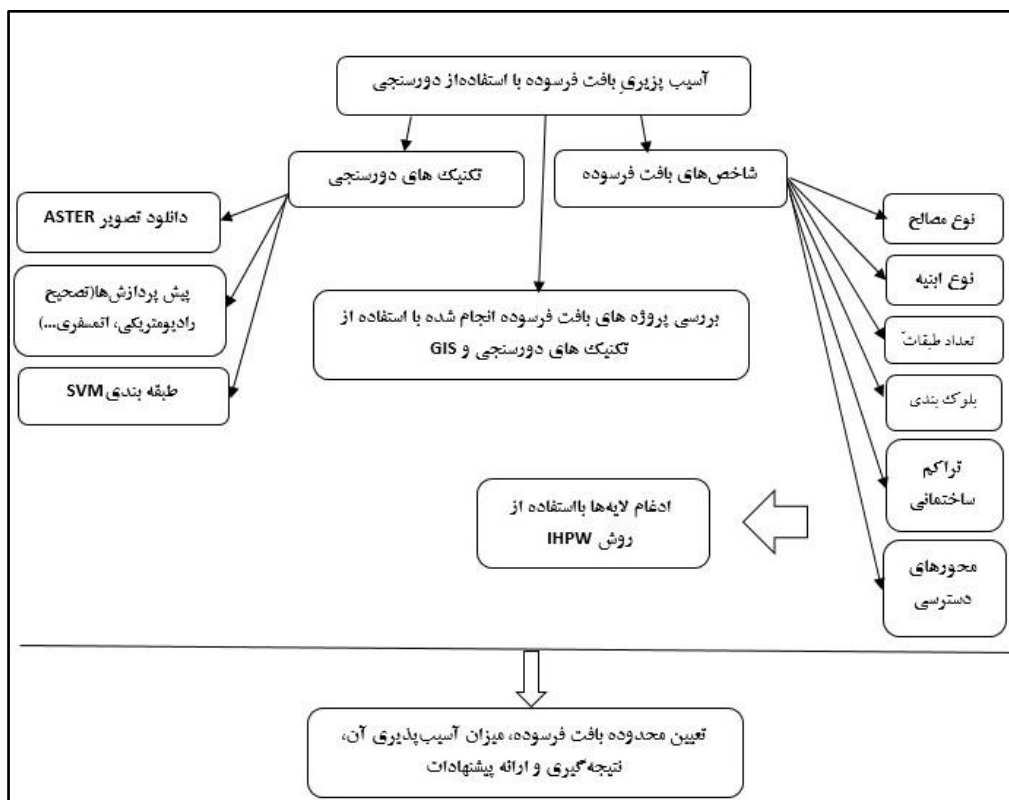


ساریس و همکاران (۲۰۱۰)، آسیب‌پذیری زلزله و ارزیابی خطر لرزه‌ای برای مراکز شهری با خطر لرزه‌ای بالا: نمونه موردی جزیره کرت یونان را از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار دادند.

سویدج و همکاران (۲۰۱۹)، در پژوهشی زمین‌لرزه دسامبر ۲۰۱۷ در حدود ۴۵۰ کیلومتری شمال کرمان در منطقه توپوگرافی کوهستانی را با استفاده از تداخل‌سنجی رادار دیافراگم مصنوعی، همبستگی تصویر ماهواره‌ای نوری و مشاهدات میدانی مورد ارزیابی و مطالعه قرار دادند.

### داده‌ها و روش‌شناسی

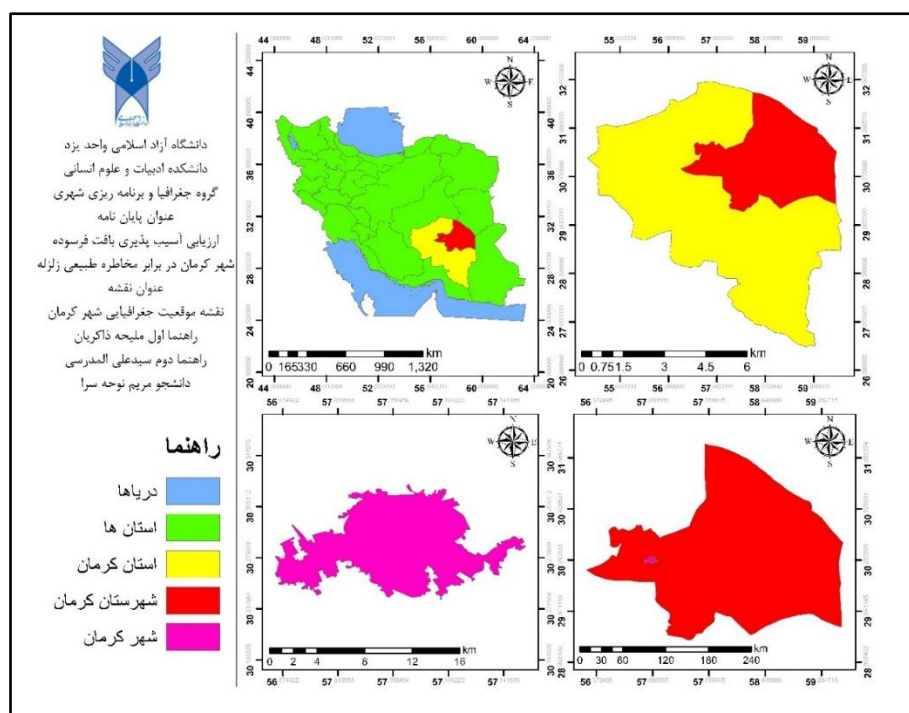
این پژوهش از نظر روش تحقیق ترکیبی از روش‌های اسنادی - تحلیلی و ترسیمی می‌باشد و از نظر هدف از نوع تحقیقات کاربردی محسوب می‌شود. در تدوین پژوهش از ترکیب بررسی‌های اسنادی - کتابخانه‌ای، میدانی و مدل‌سازی در ارتباط با ارزیابی زلزله و آسیب‌پذیری آن در بافت فرسوده شهر استفاده می‌شود. به عبارت دیگر در پژوهش حاضر ابتدا با کمک داده‌های سنجش از دوری و روش طبقه‌بندی SVM به شناسایی مناطق بافت فرسوده اقدام گردید و سپس در محیط نرم افزار ENVI۵,۳,۱ به تفکیک آن از سایر مناطق شهری و انطباق مناطق شناسایی شده با مرز تعیین شده توسط وزارت راه و شهرسازی پرداخته شد. سپس مناطق شناسایی شده با روش کتابخانه‌ای و اطلاعات اسنادی که از سازمان‌ها و ارگان‌های مربوطه تهیه گردید به بررسی عوامل موثر در شناسایی بافت‌های آسیب‌پذیر مانند بررسی ویژگی بافت‌های منطقه نظیر نوع مصالح، قدمت، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیتی و ... پرداخته شد و در ادامه تأثیرات گسل‌های کرمان در ارتباط با مناطق بافت فرسوده و آسیب‌پذیر شهر بررسی گردید، و در انتها با تلفیق تمامی عوامل بررسی شده بافت‌های آسیب‌پذیر محدوده گردید.



شکل ۱- فلوچارت مراحل پژوهش

## قلمرو پژوهش

شهر کرمان در شمال استان کرمان و در ۲۶ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۶ درجه و ۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شرقی قرار گرفته است. مساحت شهر کرمان ۷۶۴۴ هکتار بوده و در فاصله ۱۰۶۰ کیلومتری جنوب شرق شهر تهران در یک موقعیت پایکوهی قرار دارد (سازمان نیروهای مسلح، ۱۳۸۲: ۳-۸). جمعیت این شهر طبق سرشماری ۱۳۹۵ برابر با ۵۳۷۷۱۸ نفر بوده است جمعیت کلان شهر کرمان به دلیل عدم رسمی شدن سکونتگاه های غیررسمی از سوی دولت و استفاده حاشیه نشین ها از امکانات شهری و عدم تناسب بودجه تخصیص یافته با جمعیت واقعی تا ۷۲۰۰۰۰ نفر هم می رسد (گلاب زاده، ۱۳۹۰: ۱۴). کرمان به لحاظ صنعتی، سیاسی، فرهنگی و علمی مهم ترین شهر جنوب شرق کشور است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰).



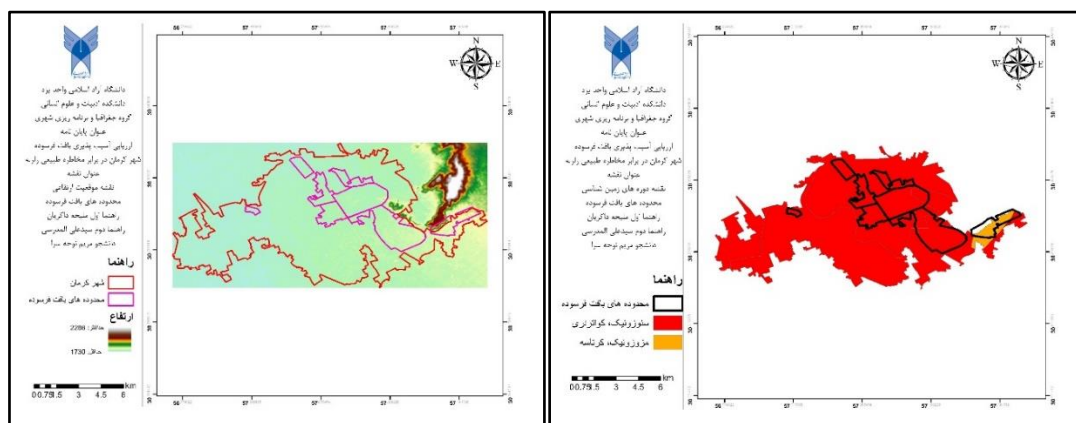
شکل ۲- موقعیت جغرافیایی شهر کرمان

## وضعیت زمین شناسی و توپوگرافی محدوده مطالعاتی

دشت کرمان یک چاله زمین ساختی از نوع فروزمین فشاری است و به لحاظ زمین شناسی به ایران مرکزی تعلق دارد. تماس آن با کوه های اطراف معمولاً از نوع گسلی است. بسیاری از این گسل ها فعال هستند و شهر را کم و بیش تهدید می کنند. اگر چه بسیاری از کوه های اطراف شهر کرمان از جنس سنگ آهک های کرتاسه هستند ولی براساس شواهد مربوط به بررسی های ژئوفیزیکی در محل فعلی شهر کرمان توالی پیوسته ای از رسوبات میوسن تا کواترن وجود دارد. دشت کرمان در دامنه دو رشته کوهی که از شمال شرقی و جنوب غربی آن می گذرد گسترده شده است. امتداد این دو رشته کوه از شمال غربی به جنوب شرقی است. این امتداد در شکل گیری معابر شهر کرمان کاملاً مؤثر بوده است. زیرا با توجه به وضعیت شیب ها، مسیرهای آب و به تبع آن، کربندگی مزارع و در مراحل بعدی تأسیس نواحی و خانه های مسکونی نیز در همین امتداد ایجاد شده است.



شیب این دشت از جنوب شرقی به طرف شمال غربی است. ارتفاع این دشت از سطح دریا متغیر و حداکثر ۲۱۰۰ متر در نواحی جنوب شرقی و حداقل ۱۶۵۰ متر در نواحی غربی است. دشت کرمان را کوه‌های جوپار از جنوب و کوه‌های دارمانو و تیز از شمال و کوه‌های بید و بادامو از غرب و کوه‌های نامور و نصر از شرق محدود و محاصره کرده‌اند (طرح جامع شهر کرمان، ۱۳۸۵).



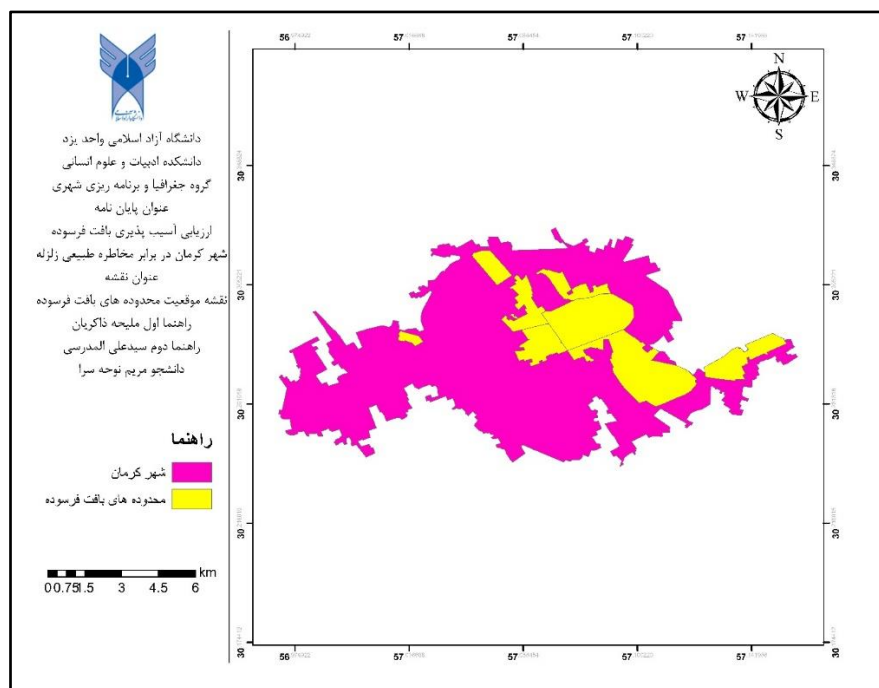
شکل ۴- نقشه دوران زمین‌شناسی بافت فرسوده کرمان

شکل ۳- وضعیت ارتفاعی بافت فرسوده کرمان

## یافته‌ها

### وضعیت بافت فرسوده شهر کرمان

محدوده بافت فرسوده شهر کرمان که بر اساس شاخص‌های وزارت مسکن و شهرسازی تدقیق شده است، با مساحتی معادل ۱۳۱۴,۲۴ هکتار (۱۰/۷ درصد) از سطح کل شهر کرمان را شامل می‌شود که با جمعیتی معادل ۱۱۴۹۴۶ نفر (۳/۲۲ درصد) از جمعیت کل شهر را در خود جای داده است. بافت فرسوده شهر کرمان شامل هفت حوزه است که بر اساس شاخص‌های کاربری اراضی، دانه‌بندی، کیفیت ابنیه، نوع مصالح، تراکم ساختمانی، قدمت ابنیه، درجه‌بندی معابر، شبکه دسترسی بافت از دیگر بافت‌های شهری متمایز شده است. لذا در این پژوهش حوزه ۲ بافت فرسوده شهر کرمان مورد بررسی قرار گرفت.

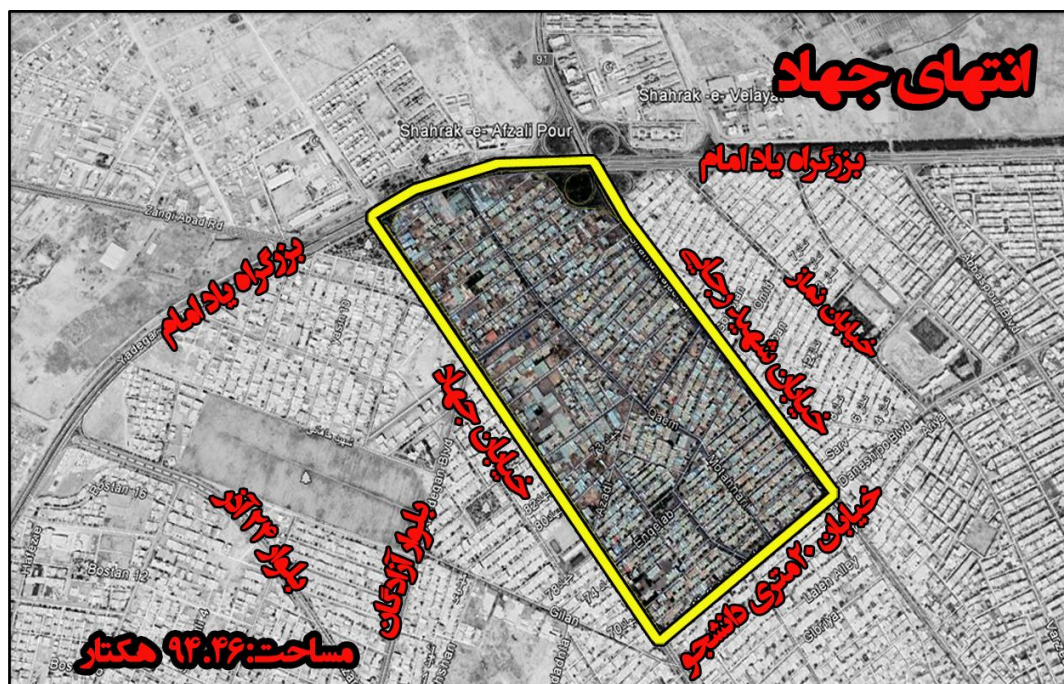


شکل ۵- موقعیت محدوده بافت فرسوده شهر کرمان

## حوزه ۲ بافت فرسوده

حوزه ۲ مطالعاتی که دارای مساحتی برابر با ۹۴۴۶۱۷ متر مربع و جمعیتی معادل ۸۱۶۸ نفر می باشد تقریباً در منتهی الیه شمالی شهر و در حاشیه جنوبی کمربندی واقع شده است. احداث بلوارهای متعدد که دسترسی سهل الوصولی را به مرکز شهر فراهم می کند (این حوزه از شمال به جاده کمربندی، از شرق به خیابان رجایی، از غرب به بلوار جهاد و از جنوب به خیابان شهید مفتاح محدود می شود) و همچنین همجواری محدوده فوق با راه کمربندی و محاطی شهر کرمان، باعث شده که این حوزه در طی چند دهه گذشته شروع به رشد و گسترش نماید (طرح بهسازی و نوسازی بافت فرسوده کرمان، جلد دو، ۱۳۹۰: ۵).

<sup>۱</sup>. سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵



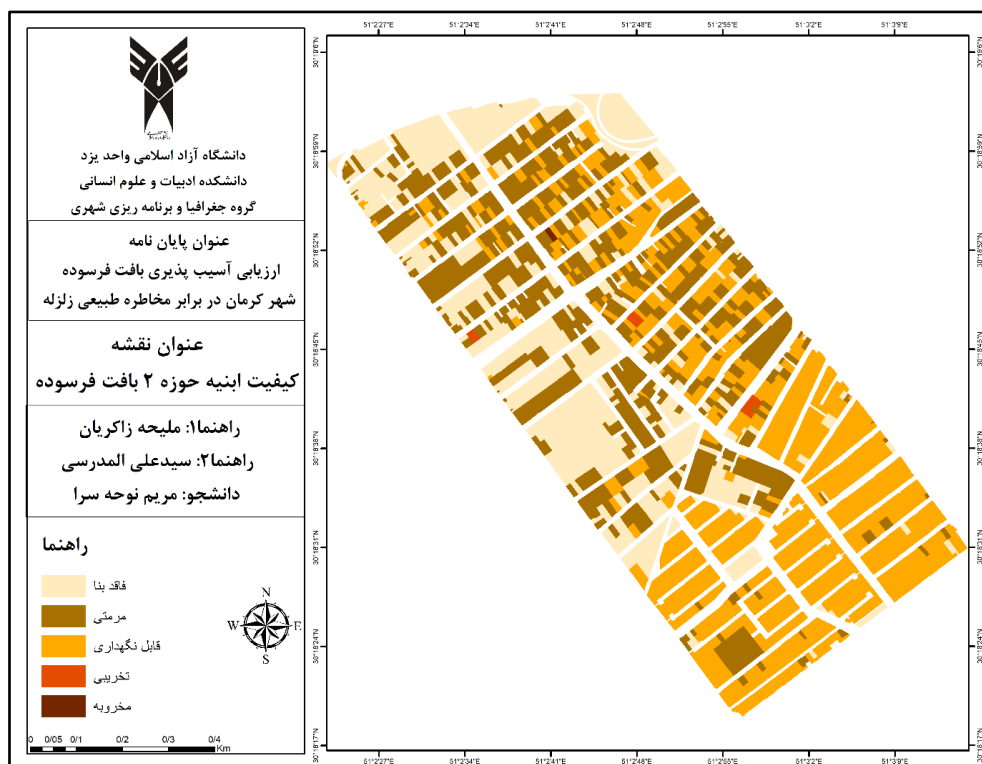
شکل ۶- تصویر ماهواره ای حوزه ۲ بافت فرسوده کرمان، (منبع: www.googleearth.com)

### کیفیت ابنیه

براساس برداشت‌های انجام پذیرفته در حوزه دو فرسوده کرمان، تعداد ۱۹۷۸ بنا یعنی معادل با ۸۴/۶۷ درصد از ابنیه حوزه دو قابل نگهداری اند. پس از آن، بناهای مرمتی با ۶۹ عدد و برابر با ۲/۹۵ درصد و بناهای تخریبی با ۱۲ بنا و معادل با ۰/۵۱ درصد در رتبه‌های دوم و سوم قرار داشته‌اند. از منظر مساحت، بناهای قابل نگهداری با ۶۸/۴۴ درصد در جایگاه اول و بناهای مرمتی و تخریبی در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفته‌اند (همان: ۷).

جدول ۱- کیفیت ابنیه حوزه دو فرسوده شهر کرمان در سال ۱۳۹۵

کیفیت ابنیه	تعداد	درصد از تعداد	میانگین مساحت	مجموع مساحت	درصد از مساحت
فاقد بنا	۲۷۵	۱۱/۷۷	۶۹۹/۳۷	۱۹۲۳۲۶/۲۹	۲۸/۷۹
قابل نگهداری	۱۹۷۸	۸۴/۶۷	۲۳۱/۱۰	۴۵۷۱۲۴/۲۳	۶۸/۴۴
مرمتی	۶۹	۲/۹۵	۲۱۰/۰۳	۱۴۴۹۲/۲۷	۲/۱۷
تخریبی	۱۲	۰/۵۱	۲۹۴/۰۹	۳۵۲۹/۰۴	۰/۵۳
مخروبه	۲	۰/۰۹	۲۴۴/۸۹	۴۸۹/۷۸	۰/۰۷
مجموع	۲۳۳۶	۱۰۰	-	۶۶۷۹۶۱/۶۱	۱۰۰



شکل ۷- کیفیت ابنیه حوزه دو بافت فرسوده، (منبع: نگارندگان ۱۴۰۱)

### نوع مصالح ابنیه

در حوزه دو فرسوده شهر کرمان، تعداد ۱۹۵۳ بنا یعنی برابر با ۸۳/۵۶ درصد از ابنیه حوزه دو از آجر و آهن ساخته شد. پس از آن به ترتیب ابنیه احداث شده با اسکلت بتنی و فلزی با ۴/۳۳ درصد و خشت و چوب با ۰/۳۴ درصد قرار گرفت. از منظر مساحت، ابنیه ساخته شده با آجر و آهن با سهمی برابر با ۶۵/۴۱ درصد در رتبه اول قرار داشته و بعد از آن ابنیه احداث شده با اسکلت بتنی و فلزی با ۵/۴۳ درصد و خشت و چوب با ۰/۳۷ درصد در جایگاه‌های دوم و سوم قرار گرفته‌اند (همان: ۸).

جدول ۲- نوع مصالح حوزه دو فرسوده شهر کرمان در سال ۱۳۹۵

کیفیت ابنیه	تعداد	درصد از تعداد	میانگین مساحت	مجموع مساحت	درصد از مساحت
فاقد بنا	۲۷۵	۱۱/۷۷	۶۹۹/۳۷	۱۹۲۳۲۶/۲۹	۲۸/۷۹
اسکلت	۱۰۱	۴/۳۲	۳۵۹/۳۴	۳۶۲۹۳/۶۴	۵/۴۳
آجر و آهن	۱۹۵۲	۸۳/۵۶	۲۲۳/۸۲	۴۳۶۸۹۸/۷۹	۶۵/۴۱
خشت و چوب	۸	۰/۳۴	۳۰۵/۳۶	۲۴۴۲/۸۹	۰/۳۷
مجموع	۲۳۳۶	۱۰۰	-	۶۶۷۹۶/۶۱	۱۰۰



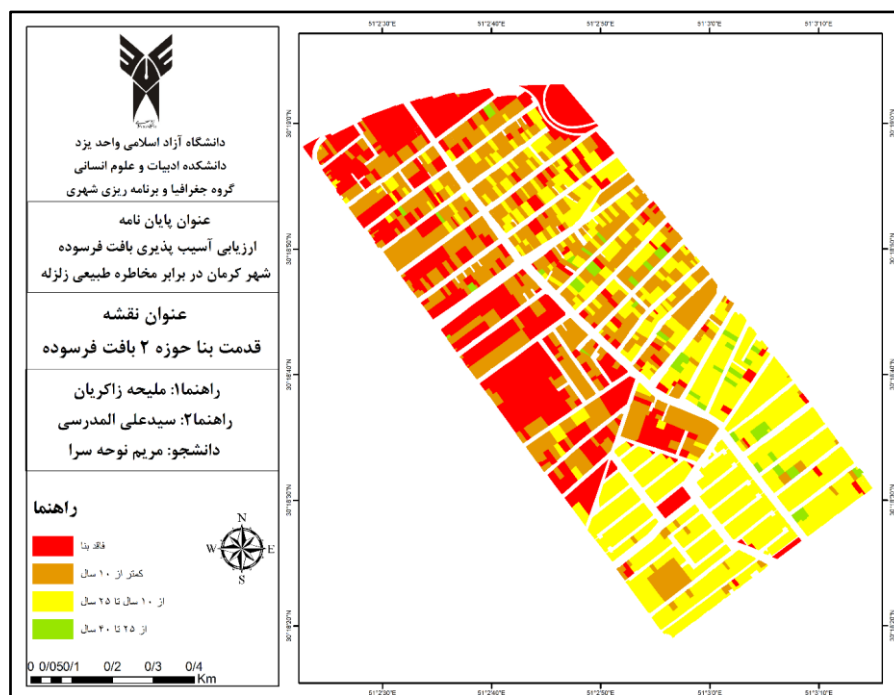
شکل ۸- نوع مصالح حوزه دو بافت فرسوده، (منبع: نگارندگان ۱۴۰۱)

### قدمت ابنیه

در حوزه دو فرسوده شهر کرمان، تعداد ۱۱۷۸ بنا یعنی برابر با ۵۰/۴۳ درصد از ابنیه حوزه دو بین ۱۱ تا ۲۵ سال قدمت داشته اند پس از آن، بناهای بین صفر تا ۱۰ سال با سهمی معادل ۳۵/۶۲ درصد و ابنیه ۲۶ تا ۴۰ سال با سهمی حدود ۲/۱۸ درصد قرار گرفته‌اند از منظر مساحت، ابنیه بین ۱۱ تا ۲۵ سال با سهمی برابر با ۳۷/۲۷ درصد در جایگاه اول و سپس ابنیه صفر تا ۱۱ سال با ۳۱/۸۰ درصد و ۲۶ تا ۴۰ سال با ۲/۱۵ درصد رتبه های دوم و سوم قرار داشته‌اند (همان: ۸).

جدول ۳- تعداد سهم و انواع طبقات ابنیه حوزه دو فرسوده شهر کرمان در سال ۱۳۹۵

عمر بنا	تعداد	درصد از تعداد	میانگین مساحت	مجموع مساحت	درصد از مساحت
فاقد بنا	۲۷۵	۱۱/۷۷	۶۹۹/۳۷	۱۱۹۲۳۲۶/۲۹	۲۸/۷۹
کمتر از ده سال	۸۳۲	۳۵/۶۲	۲۵۵/۲۶	۲۱۲۳۷۹/۳۶	۳۱/۸۰
۱۰-۲۵ سال	۱۱۷۸	۵۰/۴۳	۲۱۱/۳۱	۲۴۸۹۲۶/۲۷	۳۷/۲۷
۲۴-۴۰ سال	۵۱	۲/۱۸	۲۸۰/۹۷	۱۴۳۲۹/۶۹	۲/۱۵
مجموع	۲۳۳۶	۱۰۰	-	۶۶۷۹۶۱/۶۱	۱۰۰



شکل ۹- قدمت بنا حوزه دو بافت فرسوده، (منبع: نگارندگان ۱۴۰۱)

### تعداد طبقات (تراکم ساختمانی)

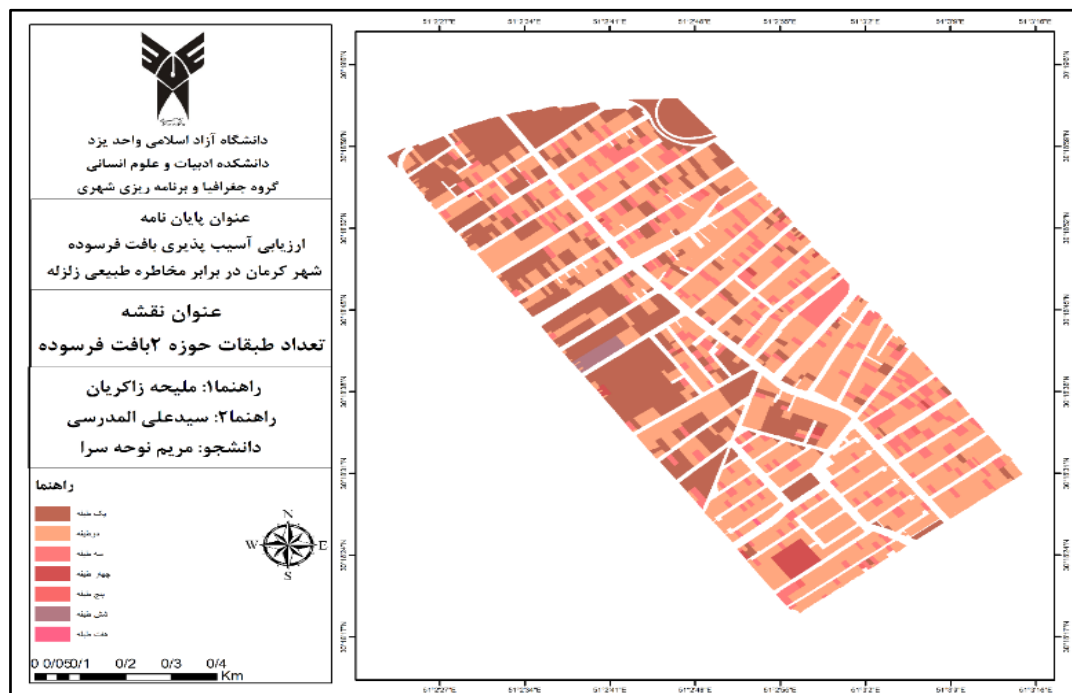
براساس برداشت‌های صورت پذیرفته در حوزه دو فرسوده شهر کرمان، تعداد ۱۶۵۲ بنا یعنی معادل ۷۰/۷۲ درصد از ابنیه حوزه فوق یک طبقه بوده‌اند و در رتبه‌های بعدی به ترتیب بناهای دو طبقه با ۳۷۱ بنا و سهمی معادل ۱۵/۸۸ درصد و بناهای سه طبقه با ۲۷ بنا و سهمی معادل ۱/۱۶ درصد قرار گرفته‌اند. از منظر مساحت، ابنیه یک طبقه با سهمی حدود ۵۶/۴۳ درصد در رتبه اول و پس از آن، بناهای دو طبقه با ۱۲/۶۶ درصد و سه طبقه با ۱/۳۱ درصد قرار داشته‌اند. لازم به ذکر است که حدود ۲۷۵ پلاک از برداشت‌های انجام پذیرفته فاقد بنا بوده که حدود ۲۸/۷۹ درصد از مساحت کل حوزه دو را شامل می‌گردد.

جدول ۴- تعداد سهم و انواع طبقات ابنیه حوزه دو بافت فرسوده شهر کرمان در سال ۱۳۹۵

عمر بنا	تعداد	درصد از تعداد	میانگین مساحت	مجموع مساحت	درصد از مساحت
فاقد بنا	۲۷۵	۱۱/۷۷	۶۹۹/۳۷	۱۹۲۳۲۶/۲۹	۲۸/۷۹
یک طبقه	۱۶۵۲	۷۰/۷۲	۲۲۸/۱۷	۳۷۶۹۲۹/۲۰	۵۶/۴۳
دو طبقه	۳۷۱	۱۵/۸۸	۲۲۷/۹۵	۸۴۵۷۰/۰۶	۱۲/۶۶
سه طبقه	۲۷	۱/۱۶	۳۲۴/۴۹	۸۷۶۱/۲۷	۱/۳۱
چهار طبقه	۶	۰/۲۶	۱۸۱/۷۸	۱۰۹۰/۶۶	۰/۱۶
پنج طبقه	۴	۰/۱۷	۱۰۲۳/۲۰	۴۰۹۲/۸۰	۰/۶۱



۰/۰۳	۱۹۱/۳۲	۱۹۱/۳۲	۰/۰۴	۱	شش طبقه و بیشتر
۱۰۰	۶۶۷۹۶۱/۶۱	-	۱۰۰	۲۳۳۶	مجموع



شکل ۱۰- تعداد طبقات حوزه دو بافت فرسوده، (منبع: نگارندگان ۱۴۰۱)



شکل ۱۱- تراکم ساختمانی حوزه دو بافت فرسوده، (منبع: نگارندگان ۱۴۰۱)

## بلوک‌بندی

بلوک‌های شهری حوزه‌هایی از اراضی هستند که به وسیله معابر عمومی احاطه شده‌اند. بافت‌هایی از شهر که متشکل از بلوک‌های کوچک هستند، نسبت به بافت‌هایی که بلوک‌های بزرگ دارند از نفوذپذیری مطلوب‌تری برخوردار هستند، به این معنی که نفوذ به بافت با سهولت بیشتر همراه خواهد بود. نفوذپذیری از دو بعد فیزیکی (دسترسی) و بصری برای ایجاد خوانایی و تصور ذهنی ساکنان و سایر شهروندان از بافت حوزه مورد مطالعه حائز اهمیت است.

ایجاد بلوک‌های با ابعاد متوسط و کوچک به طور مستقیم با نوع شبکه ارتباطی دسترسی مرتبط است. در بافت‌هایی با نظام دسترسی سلسله‌مراتبی و شکل شبکه شطرنجی، ایجاد بلوک‌های کوچک تر و در نتیجه افزایش نفوذپذیری با سهولت بیشتری همراه خواهد بود. شکل ارگانیک بافت‌های قدیمی شهرهای تاریخی کشور بلوک‌های شهری وسیع بوده و از این رو بافت نفوذپذیری کمتری داشته و در آن زمان برحسب ضرورت امنیت و محرمانگی اجتماعی بیشتر و قلمرو تعریف شده‌ای را فراهم می‌نموده است. اما در زندگی شهری امروزه که ماشین جزء لاینفک آن می‌باشد، نفوذپذیری دارای اهمیت بیشتری بوده و تلاش در ایجاد حد مطلوب آن در بافت‌های شهری می‌تواند برای ساکنان و شهروندان رفاه و آسایش محیطی بیشتری را فراهم کند. نفوذپذیری مطلوب بافت‌های شهری این امکان را فراهم می‌کند که در صورت مسدود شدن یکی از راه‌های دسترسی، در نظام رفت و آمد ساکنین و شهروندان اختلال ایجاد نشود. از سوی دیگر، نفوذپذیری بیش از حد مطلوب می‌تواند باعث جذب جمعیت غیر محلی و حرکت‌های عبوری شده و آرامش ساکنان بافت را بر هم زند.



شکل ۱۲- دانه‌بندی حوزه دو بافت فرسوده، (منبع: نگارندگان ۱۴۰۱)

### فضاهای باز عمومی

که در حوزه مورد مطالعه شامل پارک لادن، پارک واقع در تقاطع محور کمربندی و خیابان شهید رجایی و پارک حاشیه بلوار شهید مفتاح می‌باشد.

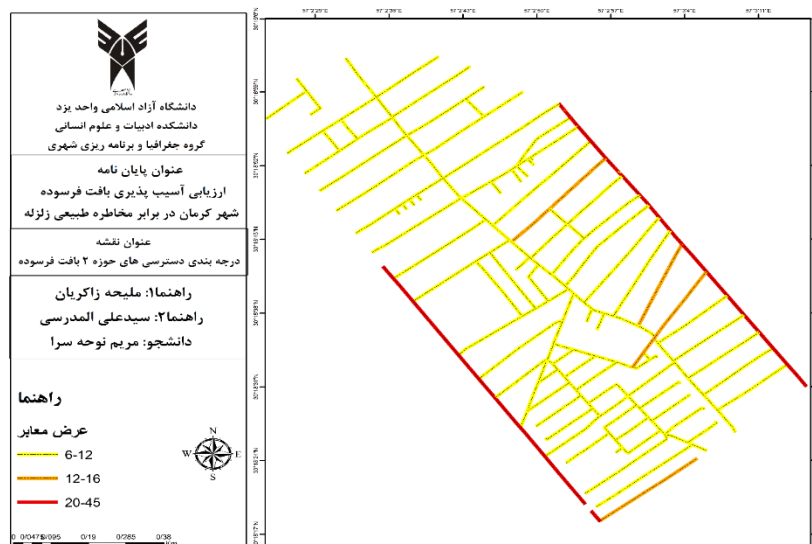
### درجه‌بندی عرض معابر

شبکه دسترسی حوزه یک فرسوده شهر کرمان از نظم شطرنجی بافت طراحی شده حوزه دو و همچنین تحت تأثیر معابر بیرون از حوزه قرار دارد به طوری که معابر مجاور در ضلع شرقی خیابان شهید مفتاح و کمربندی شهر کرمان در ضلع شمالی جریان حرکتی نسبتاً پر حجمی را در نزدیکی این حوزه عبور می‌دهند. به همین جهت است که تعریض خیابان و اصلاح هندسی معابر و تقاطع‌ها و همسطح در این محدوده صورت پذیرفته است.

بیشترین طول معابر درون حوزه یک فرسوده، به معابری با عرض ۱۰ تا ۱۸ متر تعلق داشته که سهمی معادل ۵۷/۴۴ درصد از کل طول راه‌های حوزه دو را شامل می‌گردد و در رتبه‌های بعدی معابری با عرض ۶ تا ۱۰ و ۱۸ تا ۳۰ متر قرار گرفته‌اند.

جدول ۵- مقدار و سهم انواع معابر حوزه دو بافت فرسوده شهر کرمان در سال ۱۳۹۵

عرض معبر	طول راه (متر)	درصد از طول راه
کمتر از ۶ متر	۳۹۶/۲	۲/۶
بین ۶ تا ۱۰ متر	۳۶۱۴/۶۳	۲۴/۳۲
بین ۱۰ تا ۱۸ متر	۸۵۴۱/۸۶	۵۷/۴۴
بین ۱۸ تا ۳۰ متر	۲۳۱۷/۰۱	۱۵/۵۸
بیش از ۳۰ متر	-	-
مجموع	۱۴۸۶۹/۷	۱۰۰



شکل ۱۳- درجه‌بندی دسترسی حوزه ۲ بافت فرسوده

### شبکه دسترسی

نزدیکی نسبی حوزه دو فرسوده با مسیر کمربندی شهر کرمان و قرارگیری این محدوده در قسمت شمال غربی شهر باعث شده که کاربری‌هایی نظیر کارخانه‌های پسته پاک‌کنی، انبار و تعمیرگاه‌های متنوع خودرو و... در این محدوده مستقر شوند. استقرار کاربری‌های فوق و همچنین نقش دسترسی‌های اصلی شهر موجب شده که شبکه معابر حوزه دو از دسترسی‌های اصلی شهر پیروی کند و اساساً محورهای برون حوزه ای و جانمایی کاربری‌هایی در مقیاس شهری و فراشهری، منجر به افزایش سفرهای شهری در کنار این محدوده شده است. این امر بالاخص با وجود، تعداد زیادی ضعیف خود به افزایش وضعیت تردهای درون شهری و تاحدی فراشهری اطراف در این حوزه نیز می‌گردد. دسترسی‌های درون حوزه دو شکلی خطی دارند که تقریباً در جهت شمالی جنوبی حوزه دو را به دو پهنه شرقی غربی مستطیل شکل تقسیم می‌نماید. دسترسی فوق علاوه بر ارتباط این معبر با دسترسی‌های شهری بار عمده جریان‌های ترافیک درون حوزه‌ای را به خود اختصاص داده است. محورهای غربی شرقی حوزه دو، نقش اصلی نفوذپذیری و محل دسترسی به پهنه‌های مسکونی را ایفاء می‌نمایند. لازم به ذکر است که محورهای غربی شرقی حوزه دو در بعضی از محورهای خود، شکل شرقی غربی جغرافیای را دقیقاً رعایت نکرده و در بعضی از این محدوده‌ها شکل مورب شمال شرقی جنوب غربی را به وجود آورده‌اند.

### تشخیص مناطق بافت فرسوده بر مبنای تکنیک ماشین بردار

#### قطعه‌بندی تصویر

باتوجه به این نکته که بافت‌های فرسوده شهری به طور معمول دارای دانه بندی ریزتری نسبت به سایر کاربری‌ها هستند و همچنین به دلیل نوع مصالح به کار رفته که اکثراً خشت می‌باشد دارای انعکاسی متفاوت با سایر بافت‌های شهری هستند. جهت شناسایی دقیق‌تر این مناطق بهتر است ابتدا باتوجه به تفاوت‌های مطرح شده، تصاویر قطعه بندی گردند. الگوریتم‌های مختلفی به منظور قطعه‌بندی تصاویر وجود دارد اما دو روش کلی برای این منظور وجود دارد. این دو روش شامل: قطعه بندی براساس شباهت و قطعه بندی براساس عدم پیوستگی (برای مثال برپایه مرزها) می‌باشد. در پژوهش حاضر براساس شباهت طیفی و خصوصیات درجات خاکستری تصویر قطعه‌بندی گردید. نتیجه قطعه‌بندی محدوده مورد مطالعه در شکل ۱۳ قابل مشاهده می‌باشد.

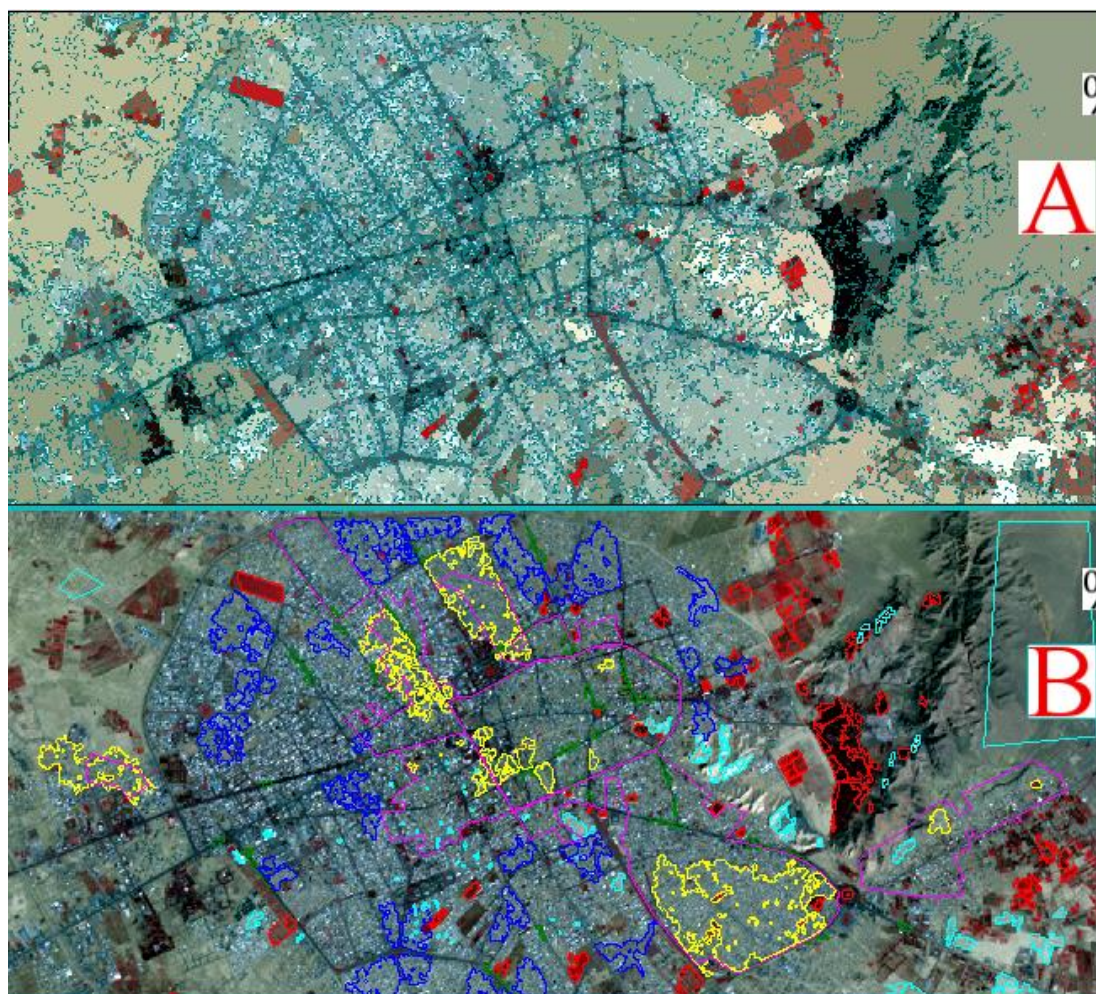


شکل ۱۴- تصویر قطعه‌بندی شده محدوده مورد مطالعه

### تهیه نمونه‌های تمرینی

در مرحله بعد جهت تهیه نمونه‌های آموزشی ابتدا با استفاده از تصاویر گوگل ارث یکسری نمونه آموزشی جهت طبقه‌بندی از منطقه مورد مطالعه تهیه گردید. سپس جهت اطمینان از صحت برداشت‌های صورت گرفته کلاس‌های آموزشی تهیه شده با نتایج قطعه‌بندی مطابقت داده شد و بهترین نمونه‌های آموزشی جهت طبقه‌بندی تهیه گردید. نتایج قطعه‌بندی و نمونه‌های تمرینی تهیه شده با استفاده از گوگل ارث و نتایج قطعه‌بندی در شکل ۱۴ قابل مشاهده می‌باشد.





شکل ۱۵- A: تصویر قطعه بندی شده B: تصویر نمونه‌های تمرینی تهیه شده با کمک گوگل ارث و تصویر قطعه بندی شده

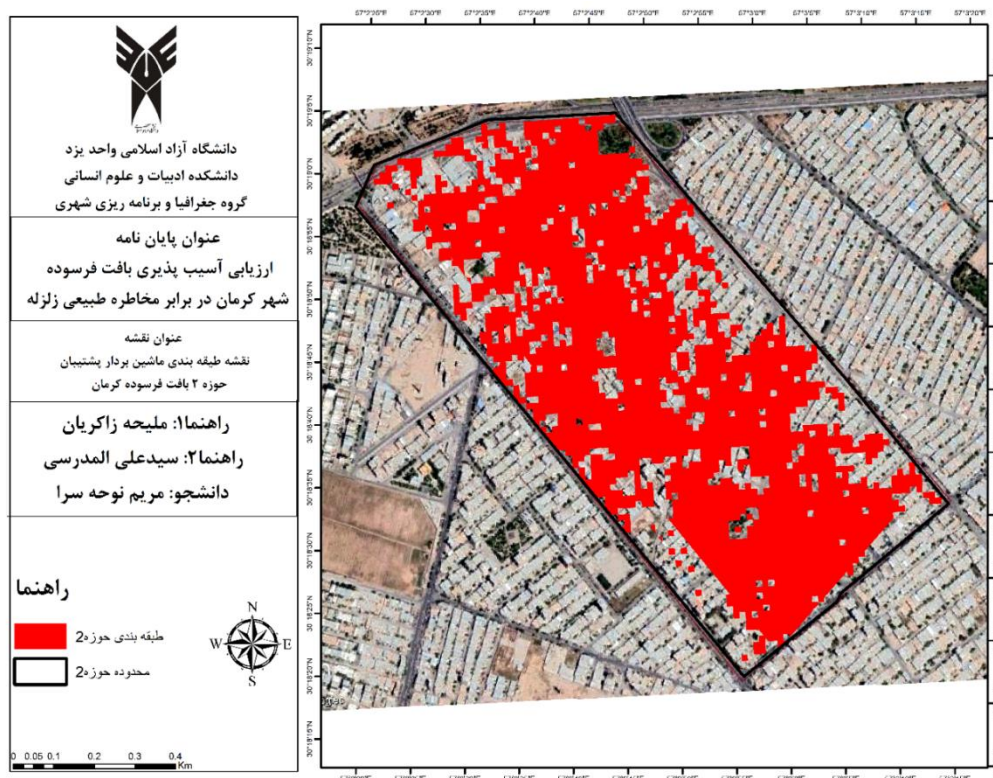
### اعمال طبقه‌بندی ماشین‌بردار پشتیبان (SVM)

پس از تهیه نمونه تمرینی مناسب جهت طبقه‌بندی تصویر از روش ماشین‌بردار پشتیبان در نرم‌افزار ENVI برای شناسایی بافت فرسوده شهری استفاده گردید. با توجه به نمونه‌های تمرینی تهیه شده تصویر به پنج طبقه (بافت فرسوده، منطقه شهری، زمین بایر، پوشش گیاهی و دسترسی) تقسیم گردید، که نتایج این طبقه بندی برای هر یک از حوزه‌های بافت فرسوده شهری را در ادامه می‌توان مشاهده نمود.

### حوزه دو بافت فرسوده شهر کرمان

همانطور که در شکل (۱۵) قابل مشاهده است، نتایج طبقه‌بندی بافت فرسوده بر روی تصویر تهیه شده از گوگل ارث نمایش داده شده است، این نتایج حاکی از این است که روش طبقه‌بندی ماشین‌بردار پشتیبان توانایی تشخیص نزدیک به ۷۵ درصد از بافت فرسوده محدوده را دارا بوده است. که این شناسایی قدرت بالای روش ماشین‌بردار پشتیبان در شناسایی حوزه دو بافت فرسوده شهری را نشان داده است.



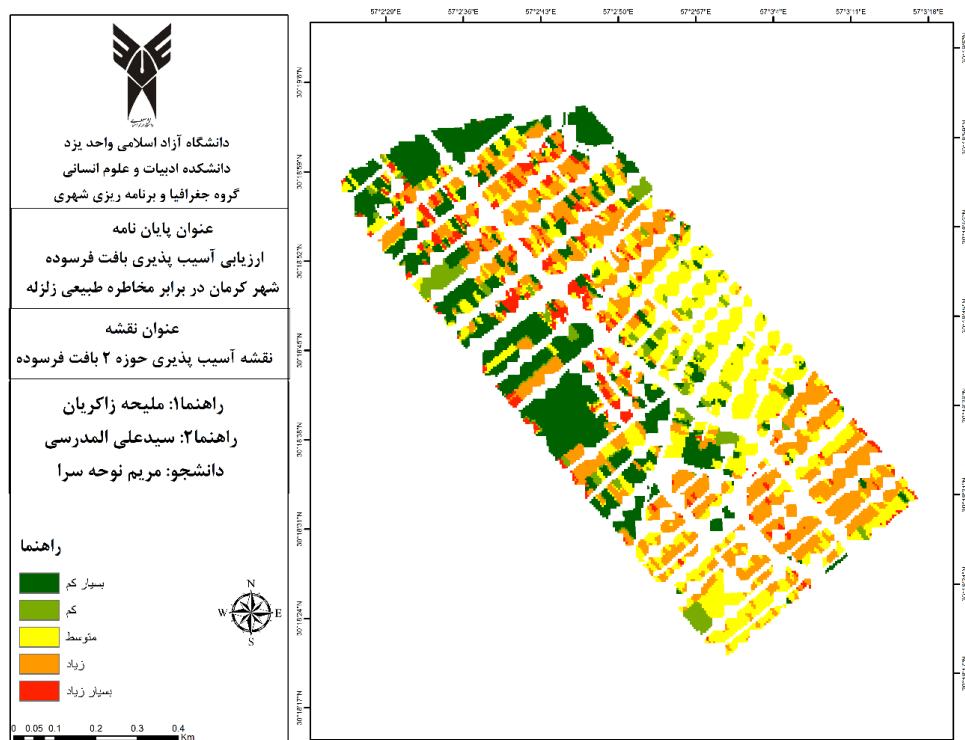


شکل ۱۶- نتایج طبقه‌بندی حوزه دو بافت فرسوده شهر کرمان

### نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج بدست آمده در نقشه نهایی میزان آسیب پذیری حوزه دو بافت فرسوده بیشترین مساحت اختصاص داده شده مربوط به آسیب پذیری زیاد با  $۲۹/۸۷$  درصد از کل مساحت حوزه می‌باشد، که این میزان نشان دهنده نامناسب بودن بافت حوزه در هنگام وقوع زلزله می‌باشد. رتبه‌های بعدی این بررسی به ترتیب شامل  $۲۹/۱۵$  درصد آسیب پذیری متوسط،  $۲۸/۰۱$  درصد آسیب پذیری بسیار کم،  $۶/۷۴$  درصد آسیب پذیری بسیار زیاد و  $۶/۲۱$  درصد آسیب پذیری کم می‌شود. نتایج دقیق این بررسی را می‌توان در شکل ۱۶ مشاهده نمود.

در بحث عرض معابر یا به عبارتی درجه محصوریت کاربری‌ها که باتوجه به عرض معابر حاصل می‌شود. می‌توان اینگونه بیان کرد که از آنجا که هر چه عرض معابر بیشتر باشد میزان درجه محصوریت کاربری‌ها کاهش یافته و در نتیجه میزان آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد. باتوجه به موارد بیان شده می‌توان اینگونه بیان کرد که عرض معابر از عوامل بسیار مهم در هنگام وقوع زلزله می‌باشد. اما از مهم‌ترین ویژگی کالبدی مورد بررسی نمی‌باشد. و عوامل دیگر مانند کیفیت کاربری‌ها می‌تواند در الویت بالاتری قرار گیرد. زیرا در صورت بالا بودن کیفیت کاربری‌ها امکان آسیب‌پذیری بافت کاهش می‌یابد.



شکل ۱۷- نقشه میزان آسیب‌پذیری حوزه دو بافت فرسوده

## منابع

- افتخاری، الهام؛ گنجعلی، جعفر. (۱۴۰۰). *سنجش توسعه کالبدی سکونتگاه‌های روستایی استان اصفهان با بهره‌گیری از مدل AHP و TOPSIS*. جغرافیا و مطالعات محیطی، ۱۰ (۳۹).
- اکبرپور، محمد و دیگران. (۱۳۸۹). *استفاده از راهبردهای مناسب تکنیک در بهسازی و نوسازی بافت فرسوده مطالعه موردی محله سیروس تهران*. جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره ۴۰.
- شفیعی نسب و کلابی فر. (۱۳۸۶). *بافت فرسوده و سیاست‌های بهبود کیفیت مسکن*. فصلنامه شهرسازی معماری آبادی، ۱۷ (۵۵).
- پور احمد، احمد؛ تجلی، محمدحسین. (۱۳۷۹). *نقش توان‌های توریستی در توسعه اقتصادی شهرستان کرمان*. مجله دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تهران، صص ۱۷-۳۲.
- پور احمد، احمد. (۱۳۷۷). *جغرافیا و کارکرد های بازار کرمان*. انتشارات مرکزی کرمان شناسی، چاپ اول.
- پور کرمانی، م؛ مهر آرین. (۱۳۷۷). *لرزه‌خیزی ایران*. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- جهان‌شاهی، محمد حسین. (۱۳۸۲). *تحلیل بافت‌های فرسوده و شکل‌سازی شهری و راهبردهای آن*. مجله جستارهای شهرسازی، شماره ۵.
- جهان‌شاهی، محمدحسین. (۱۳۸۲). *تحلیل بافت‌های فرسوده و مشکل‌سازی شهری و راهبردهای آن*. مجله جستارهای شهرسازی، شماره پنجم.
- حسن‌زاده، رضا؛ عباس‌نژاد، احمد؛ علوی، اکبر؛ شریفی‌تشنیزی، ابراهیم. (۱۳۹۰). *تحلیل خطر لرزه‌های شهر کرمان با تأکید بر کاربرد GIS در ریزپهنه بندی مقدماتی درجه ۲*. فصلنامه علوم زمین، ۲۱ (۸۱)، ۳۰-۲۳.
- زنگی‌آبادی، علی؛ تبریزی، نازنین. (۱۳۹۱). *زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری مناطق شهری*. پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۱۶.
- شقایب‌سپیده، مهندس‌ان مشاور، شاران. (۱۳۸۷). *راهنمای شناسایی و مداخله در بافت های فرسوده*. شرکت ایده پردازان فن و هنر.
- طرح جامع شهر کرمان. (۱۳۷۹). مهندسین مشاور شارستان

- طرح جامع شهر کرمان. (۱۳۵۳). مهندسین مشاور داض.
- طرح جامع شهر کرمان. (۱۳۶۴). مهندسین مشاور شارستان.
- عالمی، رضا. (۱۳۸۳). *بافت‌شناسی جغرافیایی محلات قدیمی بیرجند جهت احیاء و جلوگیری از فرسودگی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران.
- علوی پناه، کاظم. (۱۳۹۷). *کاربرد سنجش از دور در علوم زمین*. چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران.
- کلانتری، خلیل؛ پوراحمد، احمد. (۱۳۸۴). *فنون و تجارب مرمت شهری*. انتشارات جهاد دانشگاهی، - تهران.
- مطوف، شریف؛ خدایی، زهرا. (۱۳۸۸). *الگوهای رونق بخشی، بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده شهری*. فصلنامه مطالعات مدیریت شهری، ۱ (۳).
- نظری علم‌آبادی، محمد. (۱۳۷۸). *آمایش قسمتی از شهر کرمان (طراحی محله مسکونی)*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان.

Anderson, C., Day, K., Powe, M., McMillan, T., Winn, D. (2007). *Remaking Minnie Street: The Impacts of Urban Revitalization on Crime and Pedestrian Safety*. Journal of Planning Education and Research, Vol (26), No (3).

Chardon, Anne – Cathrine. (1999). *A geographic approach of the global Vulnerability in urban Area: Case of Manizales Colombian Andes*.

Frost, D.m., Chameau, J.L., lean A.chameau. (1993). *Geographic information systems and their application in earthquake engineering*. American Society of Civil Engineers, New York.