



به نام خدا

مخاطرات محتمل زمین شناختی-ژئوتکنیکی همراه با زلزله و  
اثرات مخرب آنها در استان هرمزگان  
(با توجه به مطالعات پیشین و مشاهدات یک سال اخیر)

ابراهیم حق شناس

معصومه رخشنده

۱۴۰۱/۰۹/۰۲



مخاطرات زمین شناختی - ژئوتکنیکی مخاطراتی جنبی همراه با زلزله ها هستند که به طور مستقیم یا غیر مستقیم می توانند به طور قابل ملاحظه ای بر اثرات تخریبی و تلفات انسانی زمینلرزه ها بیافزایند. مهمترین این پدیده ها در استان هرمزگان عبارتند از:

۱. روانگرایی خاک
۲. ناپایداری دامنه ها (ریزش ها، لغزش ها، جریان های خاکی و گل روانه ها)
۳. اثرات ساختگاهی
۴. گسلش سطحی



# روانگرایی (LIQUEFACTION)

یکی از مهمترین مخاطرات زمین‌شناختی – ژئوتکنیکی تهدید کننده در استان هرمزگان و استانهای هم جوار پدیده روانگرایی (روانگونگی) خاک است.

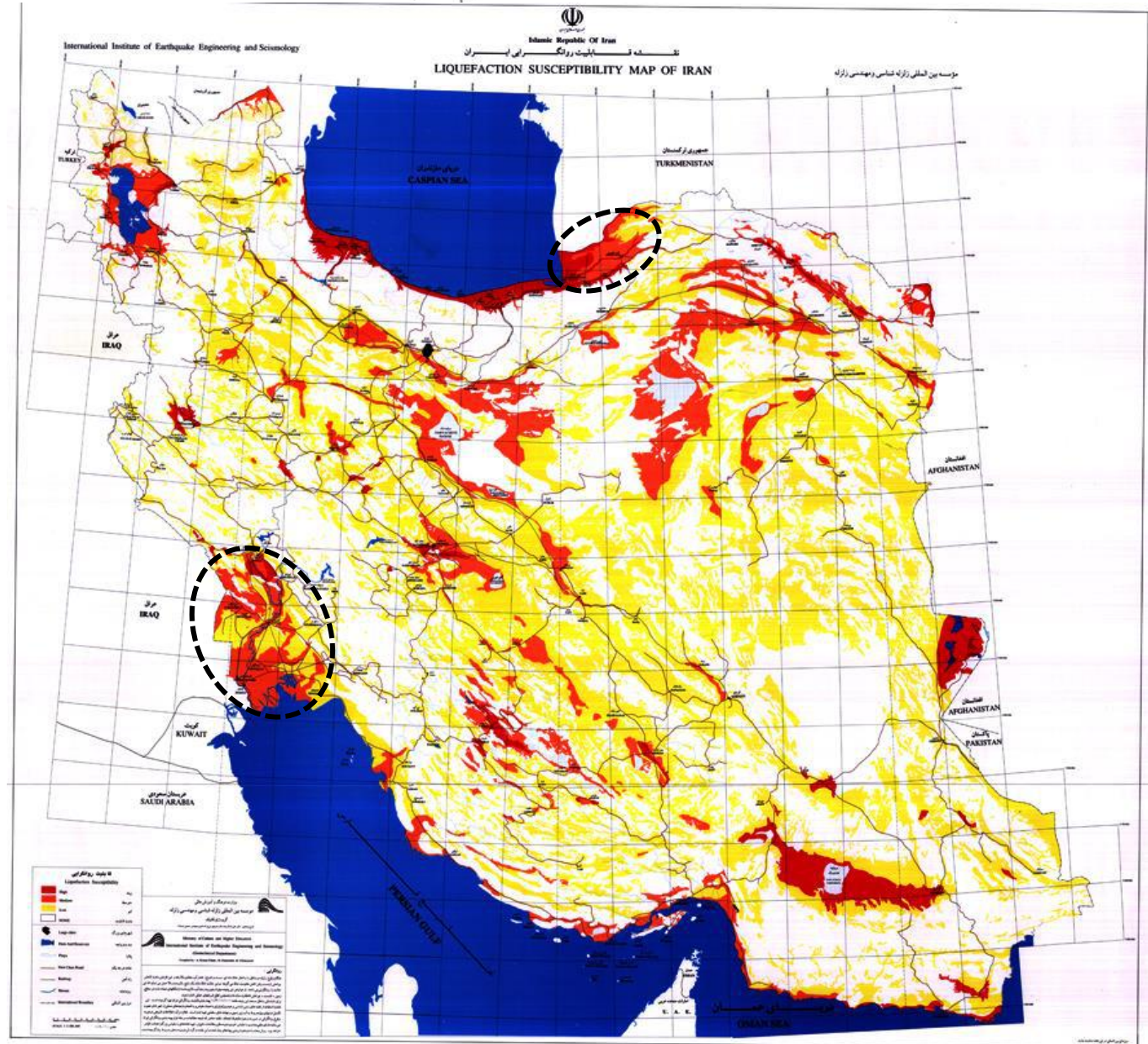
روانگرایی یا روانگونگی خاک پدیده‌ای است که در خاک‌های ریزدانه غیر چسبنده اشباع یا نیمه‌اشباع، در اثر از دست دادن قابل توجه مقاومت خاک در واکنش به تغییر ناگهانی شرایط تنش مانند لرزش‌های ناشی از زلزله روی می‌دهد و باعث می‌گردد خاک مانند یک سیال عمل کند و سازه‌های روی آن حالت شناور پیدا کنند. این پدیده معمولاً در خاک‌های ریزدانه ماسه‌ای سست غیر متراکم و اشباع روی می‌دهد چرا که این خاک‌ها در اثر اعمال بار تمایل به متراکم شدن و کاهش حجم دارند و این درحالی است که در زمان اعمال بار ناگهانی آب بین ذرات فرصت کافی برای خروج پیدا نمی‌کند و در نتیجه افزایش فشار آب منفذی و کاهش مقاومت موثر قابل ملاحظه در خاک اتفاق می‌افتد.

روانگرایی با آثار متعدد در سطح زمین مانند گسیختگی و گسترش جانبی زمین، جوشش ماسه و خروج آب، شناور شدن و افتادن ساختمان‌ها و تاسیسات همراه است





نقشه قابلیت روانگرایی ایران  
در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰۰  
تهیه شده در ابتدای دهه ۷۰  
توسط پژوهشگاه بین المللی  
زلزله شناسی و مهندسی زلزله





عنوان پروژه:

تهیه نقشه پهنه بندی خطر روانگرایی در سواحل جنوبی کشور

گزارش نهایی

کد پروژه: ۸۶BATIP-۰۶

شماره قرارداد: ۳۴/۱۱/۳۷۰۵

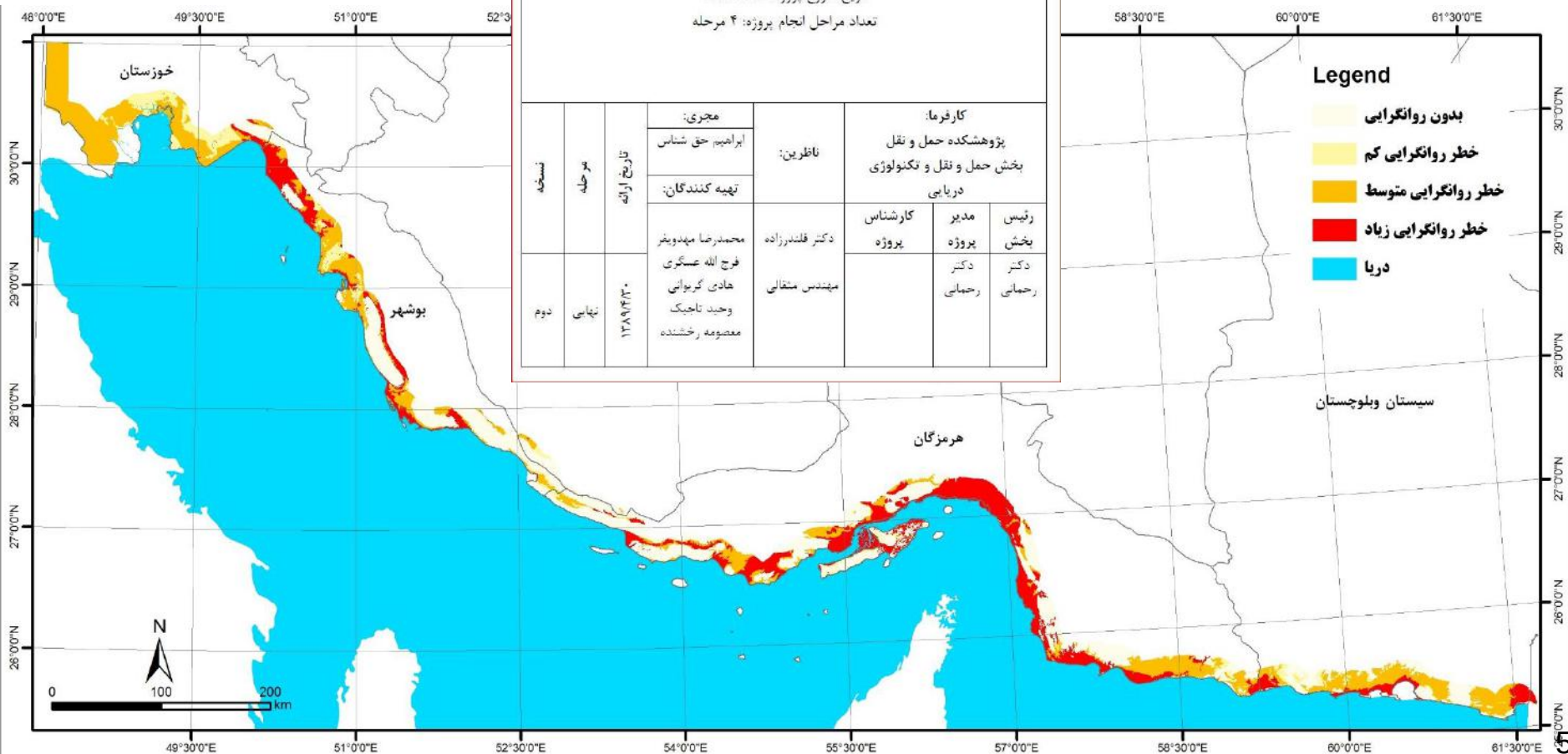
تاریخ شروع پروژه: ۱۳۸۷/۴/۱۵

تعداد مراحل انجام پروژه: ۴ مرحله

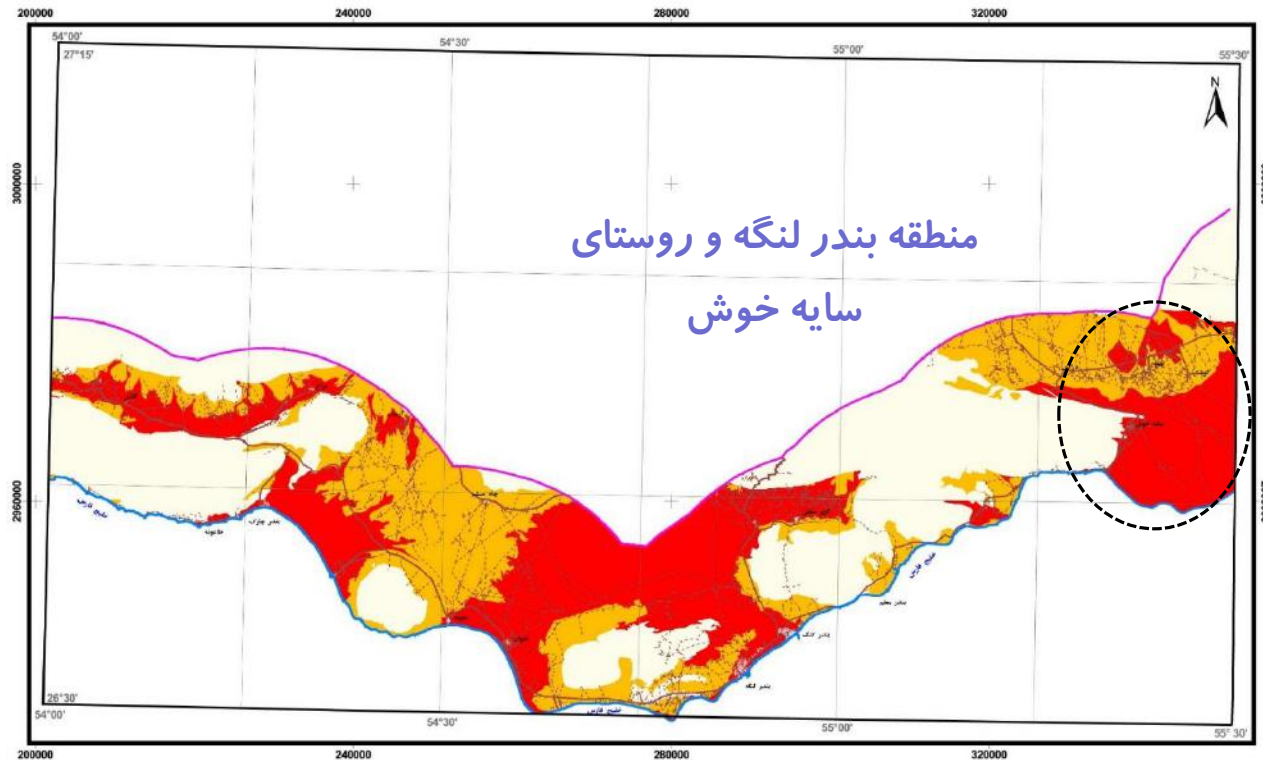
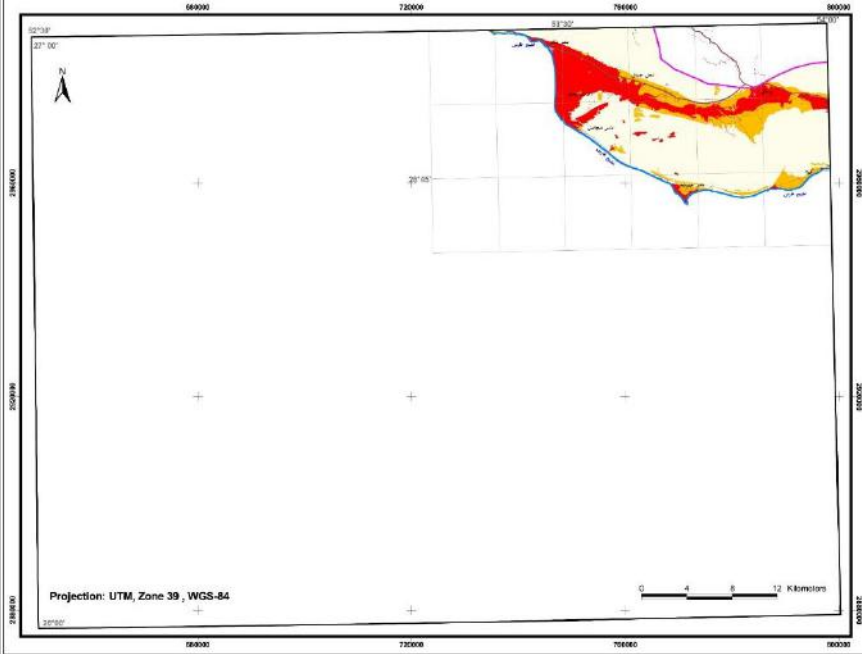
| نسخه | تاریخ ارائه | محرر:           | کارفرما:                                              |             |             |
|------|-------------|-----------------|-------------------------------------------------------|-------------|-------------|
|      |             |                 | پژوهشگاه حمل و نقل<br>بخش حمل و نقل و تکنولوژی دریایی |             |             |
| دوم  | نهایی       | ابراهیم حق شناس | دکتر قلندرزاده                                        | مدیر پروژه  | رئیس بخش    |
|      |             | تهیه کنندگان:   |                                                       | دکتر رحمانی | دکتر رحمانی |
|      |             | محمدرضا مهدویفر |                                                       |             |             |
|      |             | فرج الله عسگری  |                                                       |             |             |
|      |             | هادی گریوانی    |                                                       |             |             |
|      |             | وحید تاجیک      |                                                       |             |             |
|      |             | معصومه رخشنده   |                                                       |             |             |

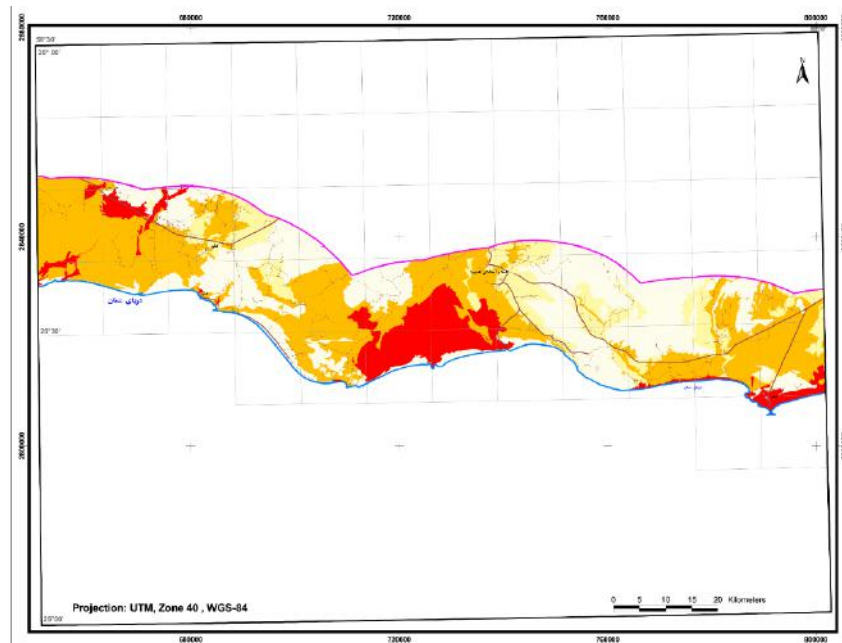
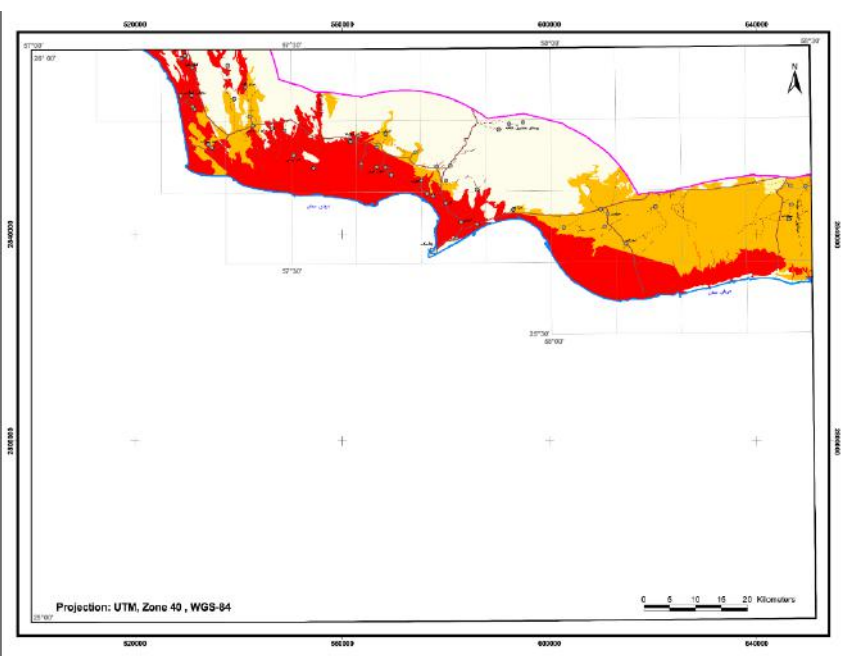
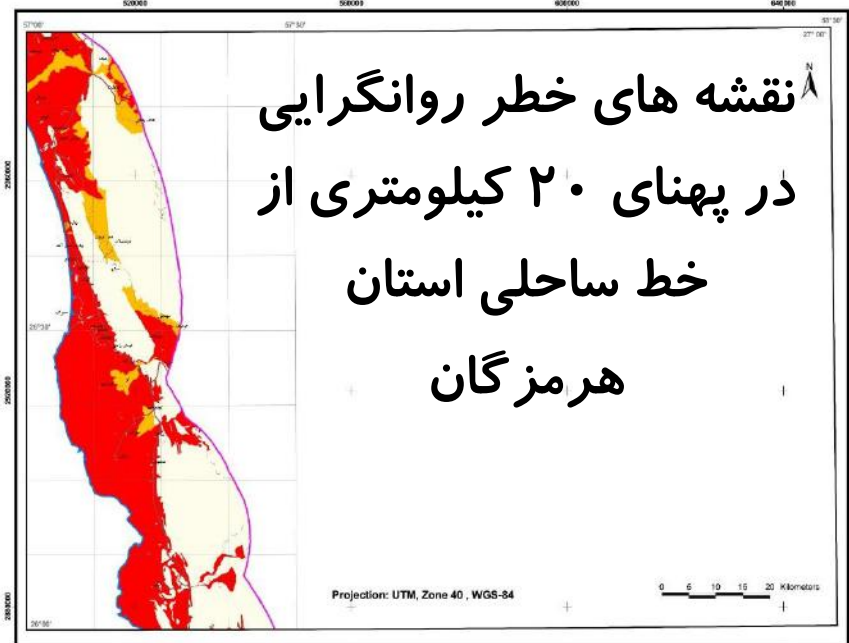
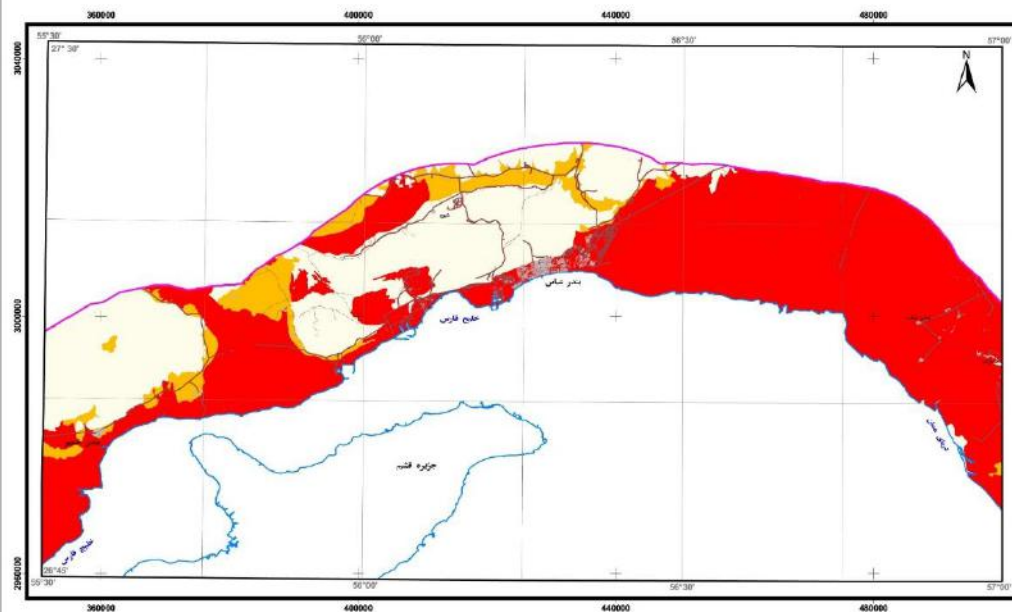
## Legend

- بدون روانگرایی
- خطر روانگرایی کم
- خطر روانگرایی متوسط
- خطر روانگرایی زیاد
- دریا



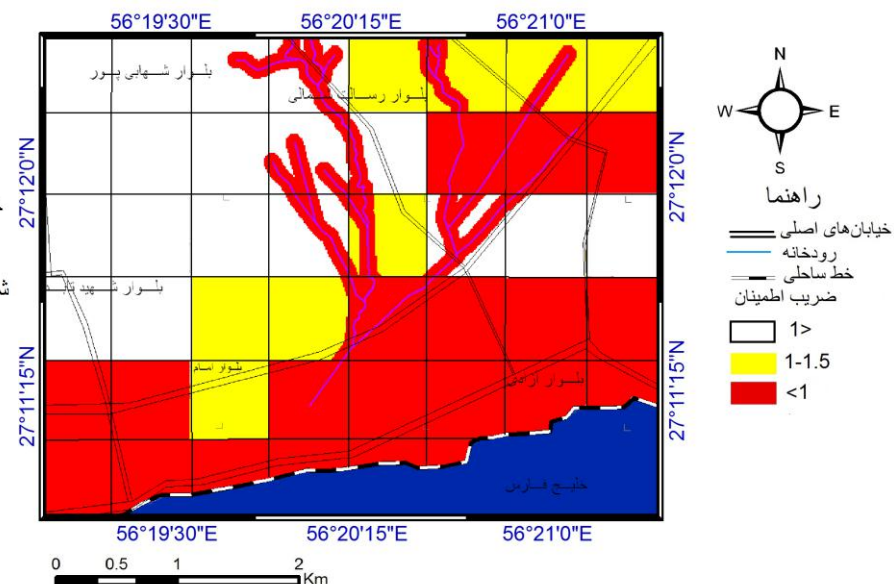
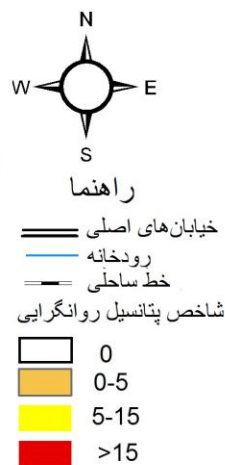
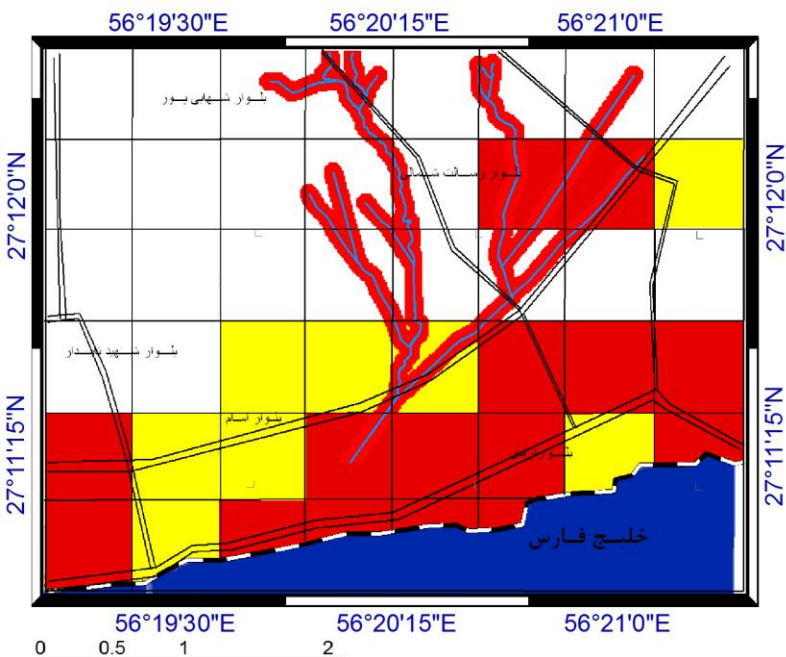
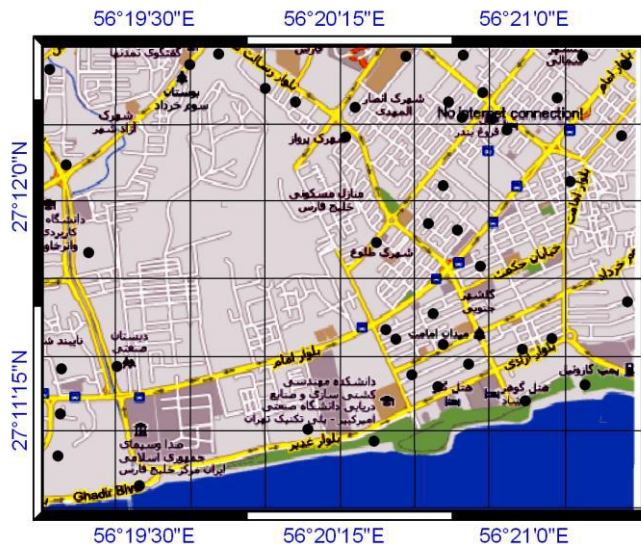
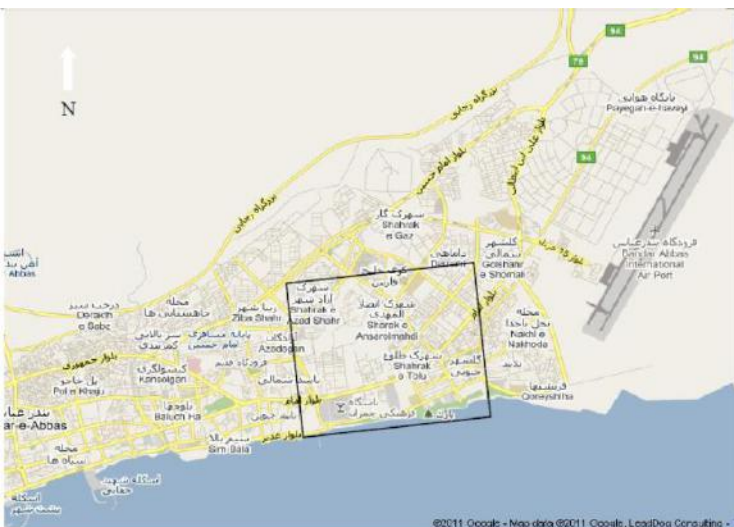
# نقشه های خطر روانگرایی در پهنای ۲۰ کیلومتری از خط ساحلی استان هرمزگان

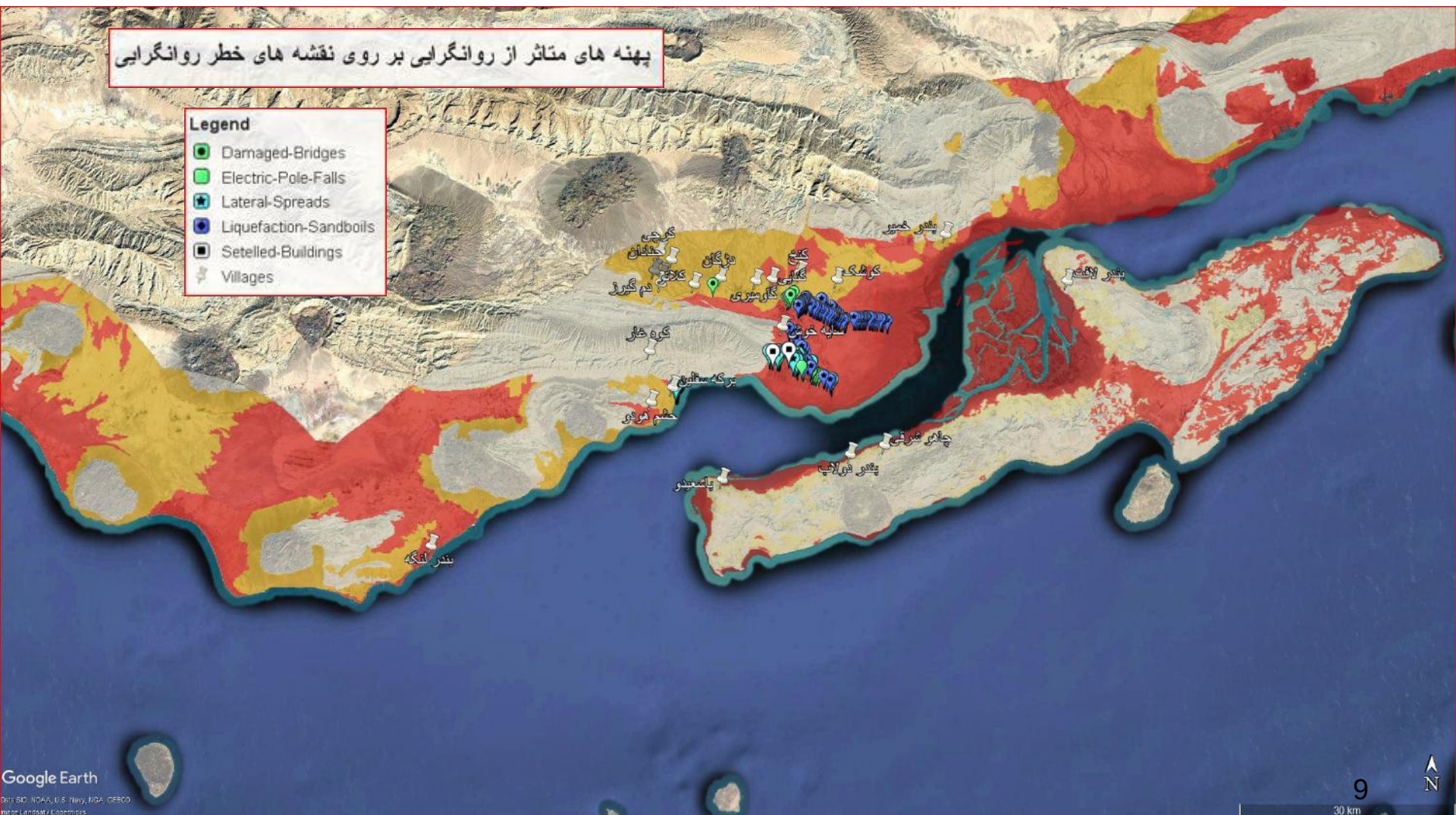


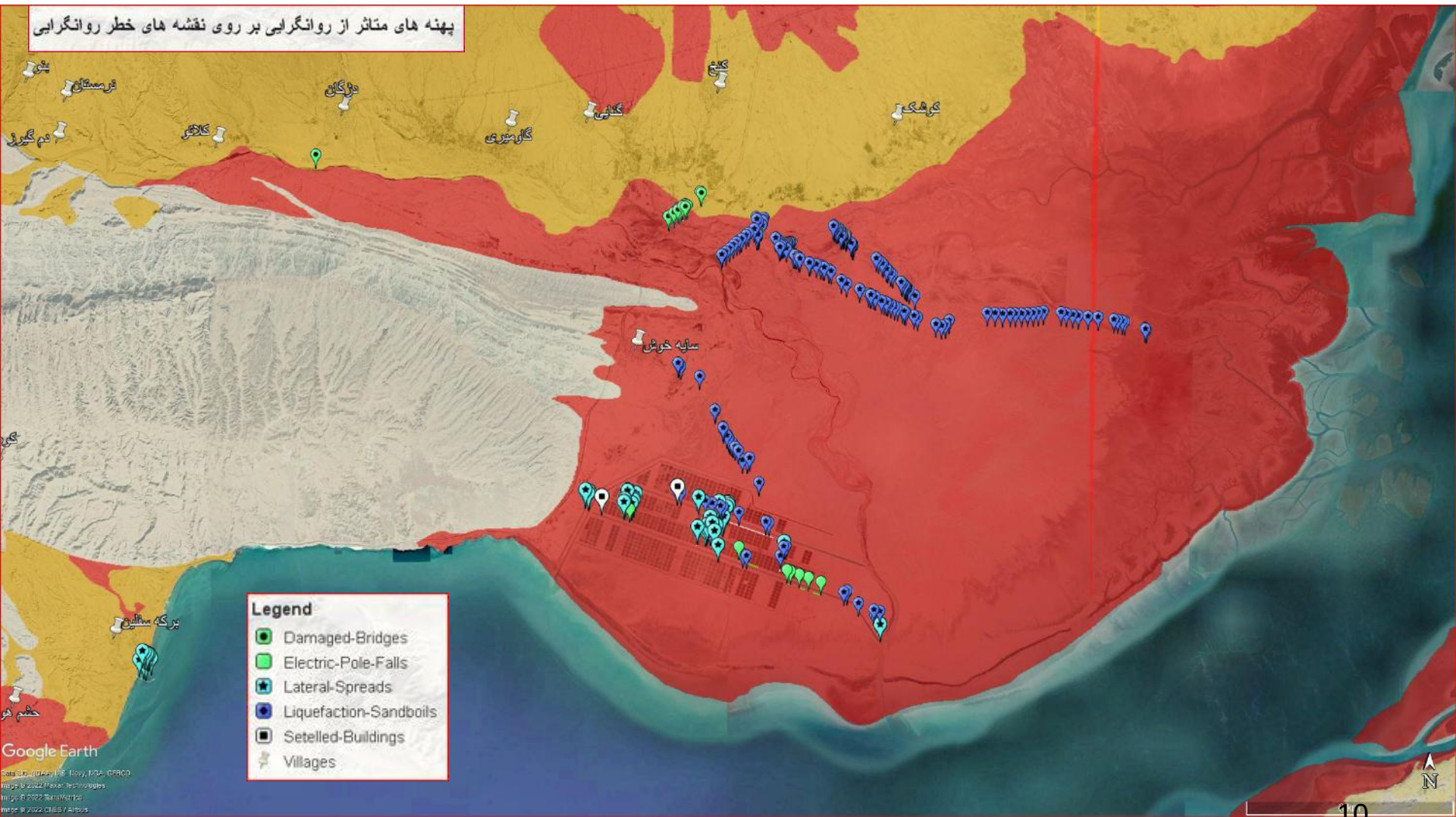


# مطالعه موردی بخشی از شهر بندر عباس

(قاسمی گوربندی، ۱۳۹۰)









پل ها و جاده اصلی بندر خمیر به بند لنگه

Legend

- Damaged-Bridges
- Liquefaction-Sandboils
- Road-Cracks



مناطق متاثر از روانگرایی: پلها و جاده اصلی

بندر خمیر به بندر لنگه



ترک‌های طولی و عرضی ایجاد شده بر روی جاده و پلها

و جوشش ماسه در زمین‌های بستر کنار جاده

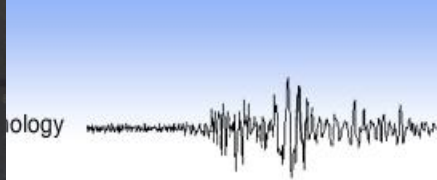


مناطق متاثر از روانگرایی: پلها و جاده اصلی

بندر خمیر به بندر لنگه



ترک‌های طولی و عرضی ایجاد شده بر روی جاده و پلها  
و جوشش ماسه در زمین‌های بستر کنار جاده



# نمونه هایی از آسیب به پل ها در استان بوشهر در زلزله آذر ۱۳۹۲ برازجان

پل نظر آقا (جاده برازجان - سعدآباد)

روانگرایی در محل پایه ها و نشست  
کلی یک دهانه از پل





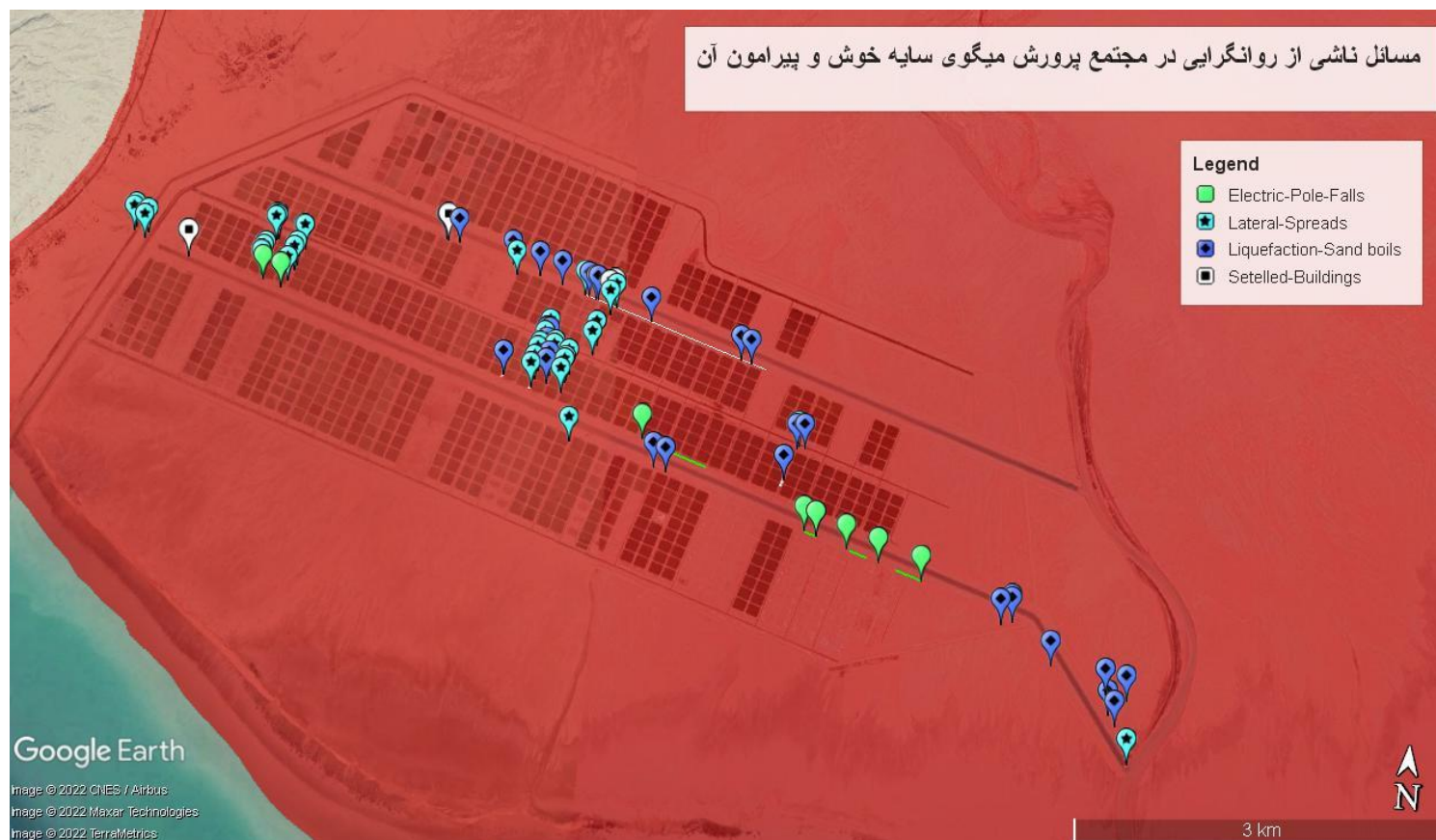
# نمونه‌هایی از آسیب به پل‌ها در استان بوشهر در زلزله آذر ۱۳۹۲ برآزجان

پل کلل در حال ساخت در ۱۳۹۲  
(جاده اصلی بوشهر به خوزستان)





این مجتمع به مساحت ۲۴۰۰ هکتار در ۴ کیلومتری روستای سایه خوش بر روی نهشته‌های ریزدانه پهنه دلتایی رودخانه مهران متشکل از ماسه ریزدانه ساخته شده است. بر اساس گفتگوی شفاهی با آقای حاجی‌زاده مدیر عامل تعاونی مجتمع ظرفیت سالانه تولید میگوی آن ۷۵۰۰ تن در سال بوده که بالغ بر ۷۵ درصد آن صادر می‌شود.





در زمین لرزه های چند گانه ۱۱ تیر ماه ۱۴۰۱ خسارت زیادی ناشی از وقوع پدیده روانگرایی به تاسیسات این مجتمع وارد گردید.

۷۳۲۷۷۱۱



• <https://irna.ir/xjJTsS>

• ۱۳ تیر ۱۴۰۱ - ۲۲:۳۷

• کد خبر 84811594

• استان ها / هرمزگان

افزون بر ۱۰ هزار میلیارد ریال به مجتمع پرورش میگوی سایه خوش خسارت وارد شده است - ایرنا



## افزون بر ۱۰ هزار میلیارد ریال به مجتمع پرورش میگوی سایه خوش خسارت وارد شده است

بندرعباس- ایرنا- مدیرکل شیلات هرمزگان از خسارت افزون بر ۱۰ هزار میلیارد ریالی به مجتمع پرورش میگوی سایه خوش در پی زلزله اخیر غرب استان خبرداد و بر لزوم سرعت بخشیدن در برق و سوخت رسانی به این مجتمع در جهت جلوگیری از خسارات بیشتر تأکید کرد.

به گزارش خبرنگار ایرنا، عبدالرسول دریایی شامگاه دوشنبه در بازدید از مجتمع پرورش میگوی سایه خوش بندرلنگه افزود: از این میزان، افزون بر هفت هزار و ۵۰۰ میلیارد ریال خسارت به ابنیه، استخرها و غیره، مجتمع پرورش میگوی سایه خوش در پی زلزله اخیر غرب هرمزگان وارد شده است.

وی با اشاره به اینکه پیش از زلزله افزون بر ۲ هزار و ۷۰۰ نفر در مجتمع پرورش میگوی سایه خوش بندرلنگه مشغول فعالیت بودند، بیان داشت: از این تعداد ۹۰۰ نفر به صورت مستقیم با پوشش ۹۰۰ خانوار در این مجتمع کار می کردند که معیشت، ارتزاق و اشتغال آن ها در پی زلزله اخیر با مشکل روبرو شده است.

مدیرکل شیلات هرمزگان پیش بینی کرد: از ۵۰۰ استخر آماده برداشت مجتمع پرورش میگوی سایه خوش، قبل از خسارت زلزله امکان برداشت بالغ بر هزار و ۷۵۰ تن میگو وجود داشته است که در پی خسارت وارده تنها حدود ۷۵۰ تن آن قابل برداشت بوده و افزون بر هزار تن محصول این مجتمع به ارزش ۱۳۰ میلیارد تومان از بین رفته است.

دریایی ادامه داد: همچنین ۳۰۰ استخر ذخیره سازی جدید در این مجتمع نیز با امکان تولید هزار و ۵۰ تن و با ارزش ۱۳۶ میلیارد تومان محصول در پی زلزله اخیر و خسارت های وارده آن نیز از بین رفته است.

وی افزود: در صورت امکان ذخیره سازی در دوره دوم سال جاری نیز امکان تولید دو هزار و ۵۵۵ تن میگوی پرورشی با ارزشی افزون بر ۳۳۰ میلیارد تومان به دلیل خسارت زلزله و نبود امکان ذخیره سازی در دور دوم از بین رفته است.



تصویر هوایی بخشی از سایت پرورش میگو سایه خوش بعد از زمین‌لرزه های چندگانه ۱۱-۰۴-۱۴۰۱





تصاویری از جوشش ماسه ناشی از پدیده روانگرایی در نقاط مختلف





## تصاویری از جوشش ماسه ناشی از پدیده روانگرایی در نقاط مختلف



مناطق متاثر از روانگرایی: مجتمع پرورش

میگوی سایه خوش



تصاویری از تخریب خاکریزها و دایک‌های  
حوضچه‌های پرورش میگو در اثر وقوع  
گسترش جانبی ناشی از روانگرایی





تخریب خاکریزها و دایک‌های حوضچه‌های پرورش  
میگو در اثر وقوع گسترش جانبی ناشی از روانگرایی

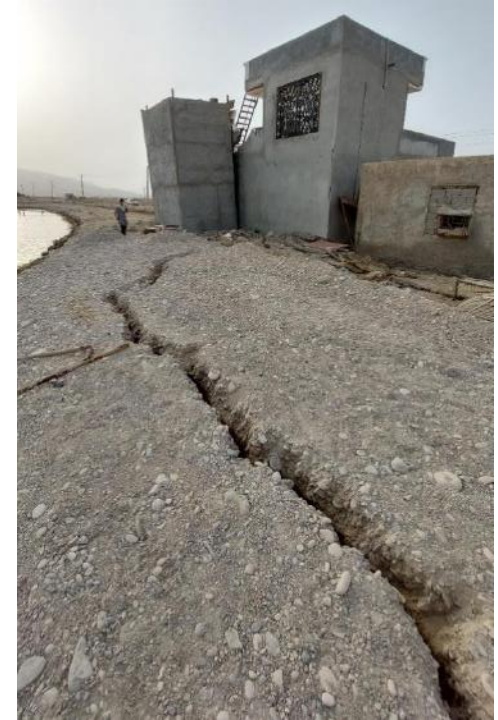


تخریب کانال‌های انتقال آب به حوضچه‌ها



# مناطق متاثر از روانگرایی: مجتمع پرورش میگوی سایه خوش

## نشست ساختمان‌ها





## نشست ساختمان‌ها



مناطق متاثر از روانگرایی: مجتمع پرورش

میگوی سایه خوش

نشست ساختمان‌ها



مناطق متاثر از روانگرایی: مجتمع پرورش

میگوی سایه خوش

کج شدگی یا افتادن کامل تیرهای برق



در مجموع ۸۰ تیر برق آسیب دیده که در حال تعویض بودند. قطع برق ناشی از این مسئله آسیب‌های زیادی به پرورش دهندگان میگو وارد نموده است

مناطق متاثر از روانگرایی: مسیرهای محلی

دسترسی روستای کوشک به ساحل و مسیر

عبور دکل های فشار قوی برق



مناطق متاثر از روانگرایی: مسیرهای محلی

دسترسی روستای کوشک به ساحل و مسیر

عبور دکل های فشار قوی برق



مناطق متاثر از روانگرایی: گسترش جانبی در  
موج شکن برکه سفین





# ناپایداری دامنه‌ها (SLOPE INSTABILITY)

ریزش سنگی زیرانگ در  
زلزله آذر ۱۳۸۴ جزیره  
قشم



ناپایداری دامنه‌ها (لغزش، ریزش، واژگونی، جریان) یکی از مهمترین مخاطرات زمین‌شناختی - ژئوتکنیکی تهدید کننده همراه با زمین لرزه در ایران است که علاوه بر نقش مستقیم در افزایش خسارات و تلفات ناشی از زمین لرزه‌ها با مسدود کردن جاده‌ها و ایجاد مشکل در امر امداد و نجات نقش غیر مستقیمی در افزایش تلفات انسانی دارند. نمونه‌های بارز از اثرات این پدیده در زمان معاصر زمین لرزه‌های منجیل (۱۳۶۹) و سرپل ذهاب (۱۳۹۶) است. در زمین‌لرزه آذر ۱۳۸۴ جزیره قشم ۲ نفر از ۱۰ نفر تلفات انسانی در اثر ریزش سنگی در دامنه مجاور روستای زیرانگ بود.



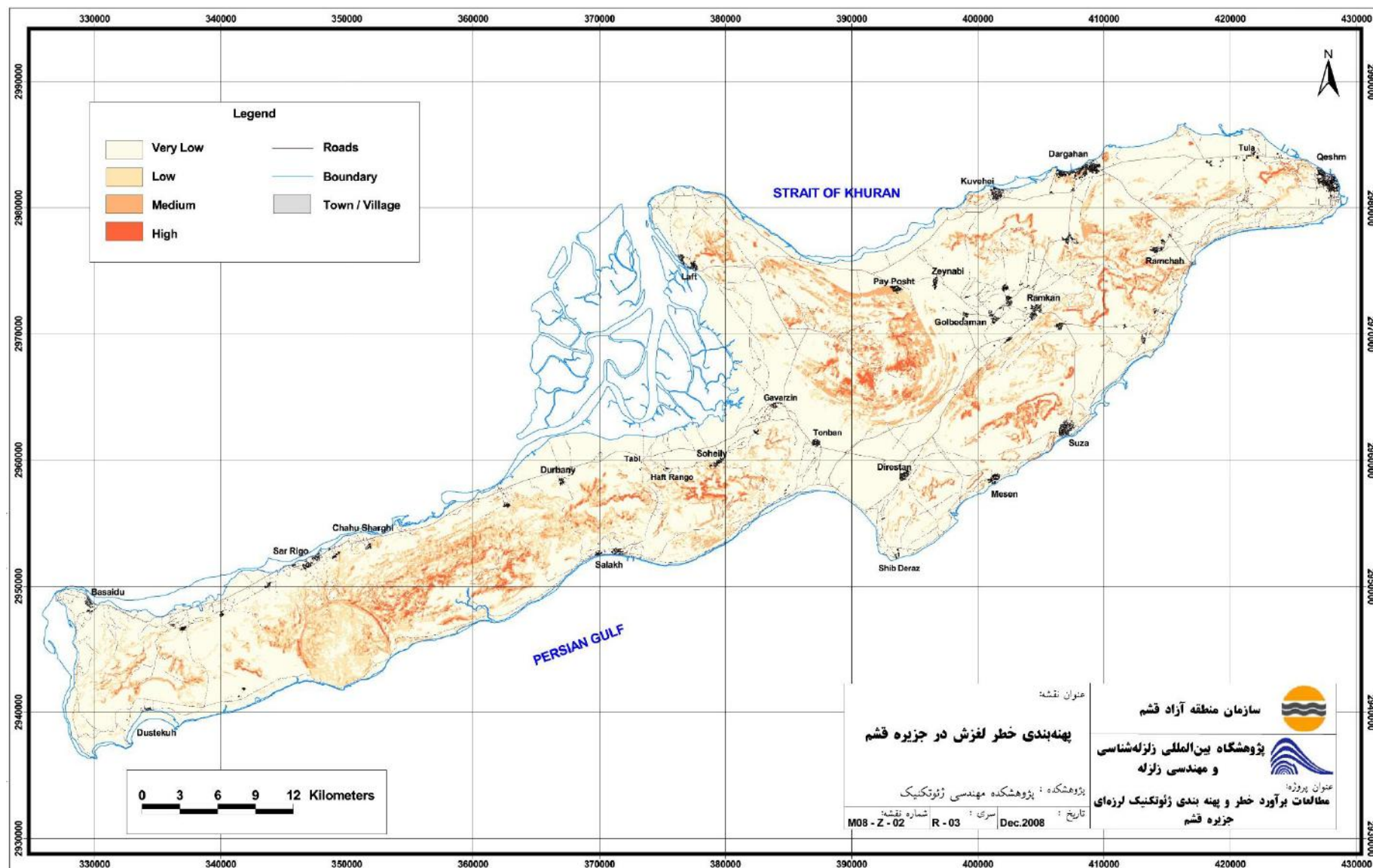


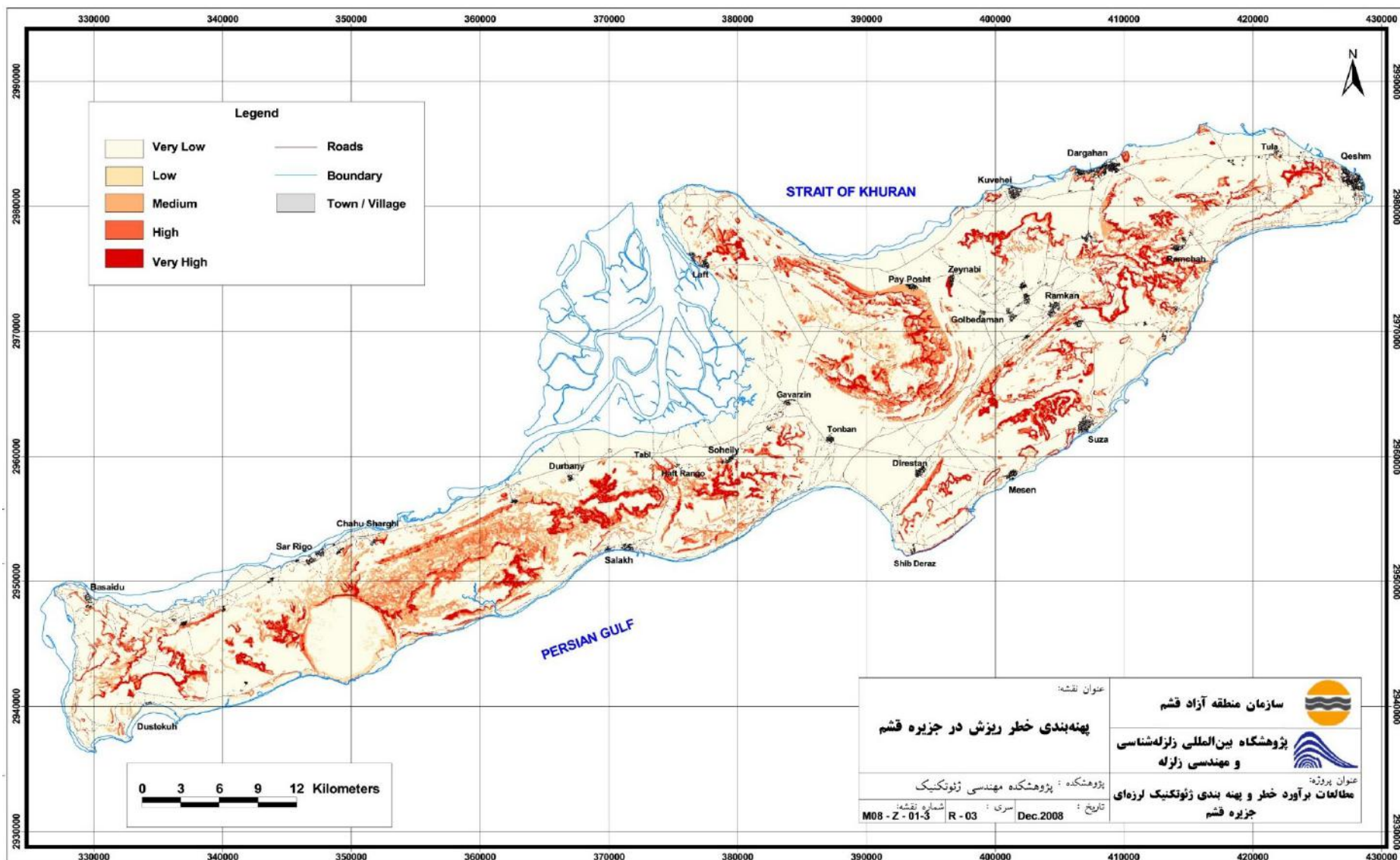
به دنبال زلزله آذر ۱۳۹۴ مطالعات پهنه بندی مخاطرات لرزه ای در جزیره قشم و ریزپهنه بندی دو شهر قشم و درگهان به سفارش منطقه آزاد قشم و توسط پژوهشگاه انجام شد که منجر به نقشه های مختلف از جمله پهنه بندی لغزش و ریزش گردید.

گسترده سازی سازند آغاچاری با توالی از سنگ های سست مارنی-گلسنگی و سخت ماسه سنگی باعث گردیده است که بلندی نه چندان زیاد ارتفاعات در این جزیره در حاشیه ارتفاعات استعداد وقوع ناپایداری از نوع ریزشی بسیار زیاد باشد.

متأسفانه در توسعه مناطق مسکونی چندان به این مسئله توجهی نمی شود که باعث افزایش بیش از پیش آسیب پذیری مردم از این ناحیه شده است.

در زلزله های اخیر نیز علیرغم دور بودن از رومرکز در روستای چاهوی شرقی تعداد زیادی ریزش روی داد که در دو مورد با تخریب دیوار مدرسه و یک واحد مسکونی همراه بود که خوشبختانه آسیب جانی همراه نداشت.

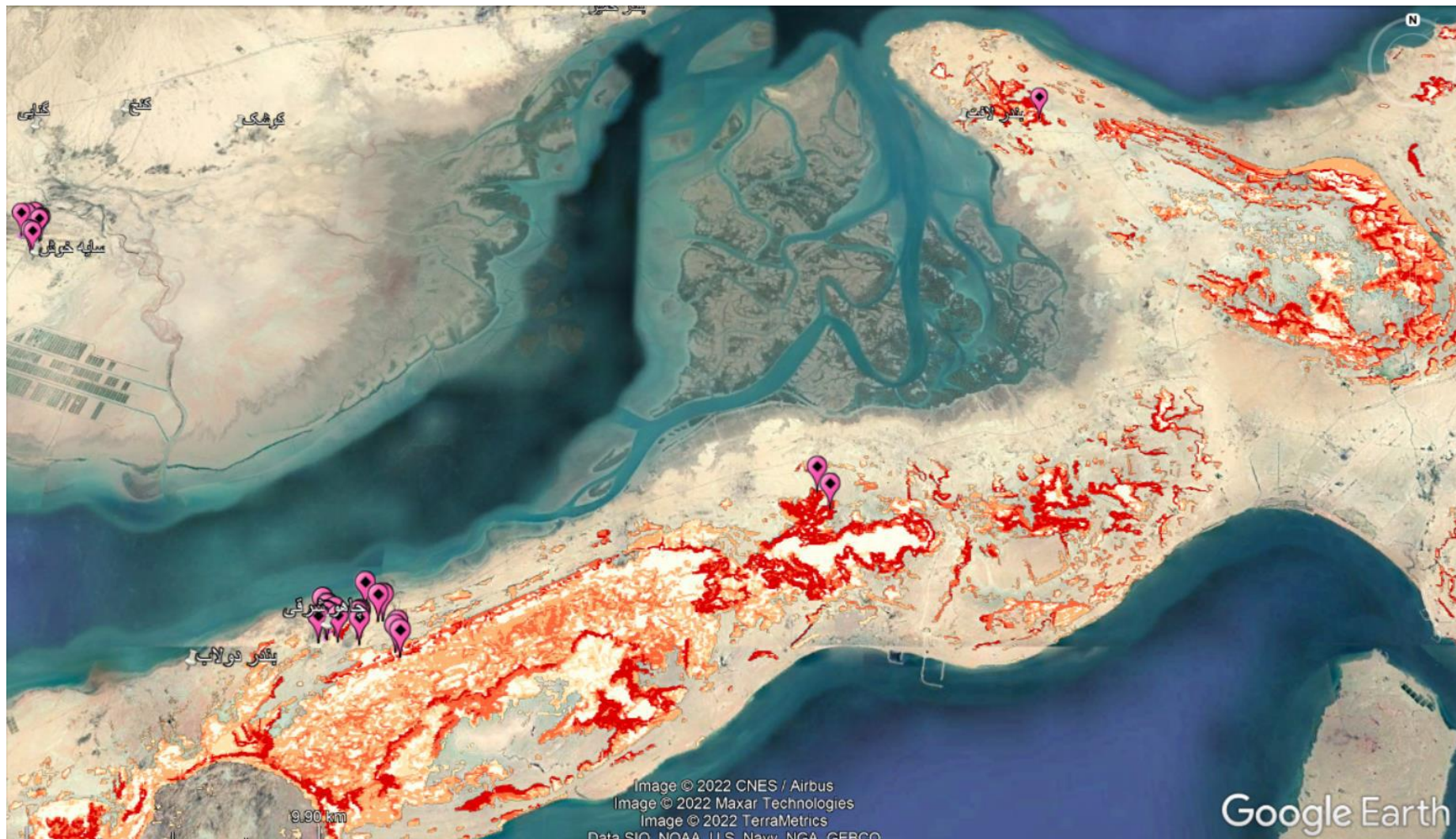






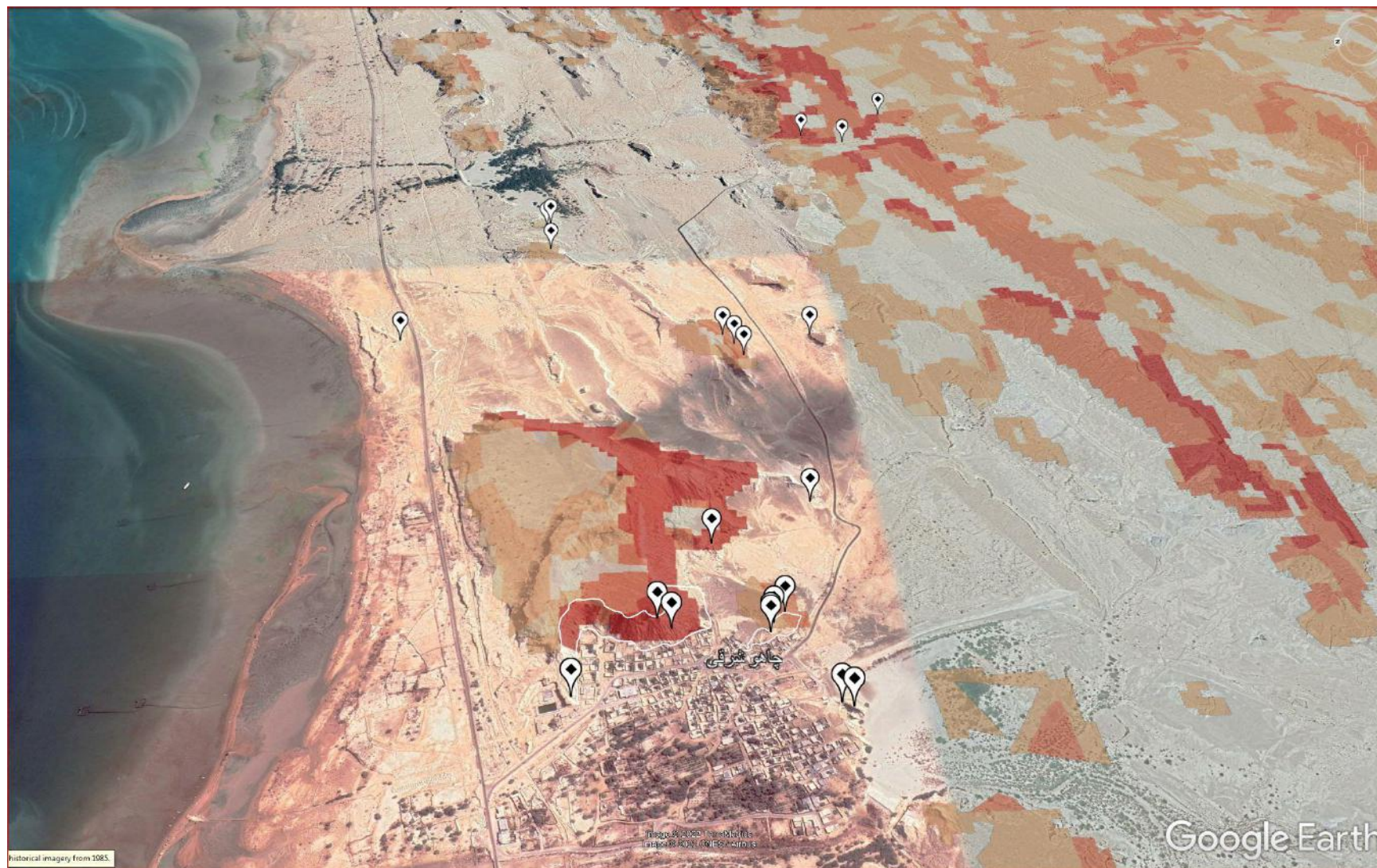
توزیع ریزش‌های سنگی در جزیره قشم بر روی نقشه

پهنه بندی خطر ریزش سنگی جزیره





موقعیت ریزش‌های رخ داده در اثر زمین لرزه چندگانه ۱۱ تیرماه سایه خوش در جزیره قشم



# ناپایداری دامنه‌ها و خسارات حاصل از آن



ریزش‌های سنگی روستای چاهو شرقی و تخریب  
دیوار یک مدرسه و یک باب منزل مسکونی





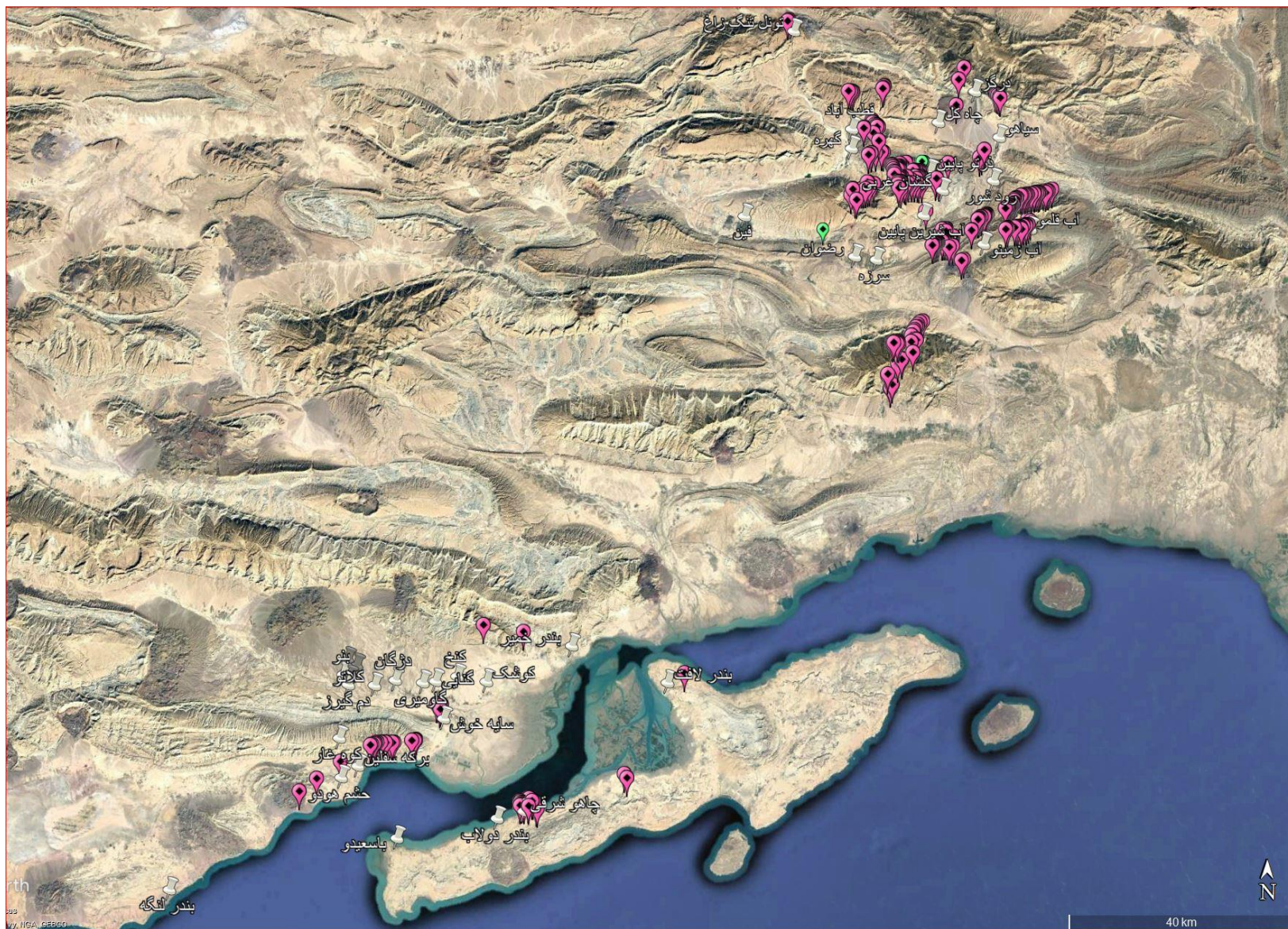
ریزش های سنگی روستای چاهو شرقی - جزیره قشم

کنار بند خاکی





# ناپایداری‌های دامنه‌ای مشاهده شده در زلزله‌های آبان ۱۴۰۰ فین و مرداد ۱۴۰۱ سایه خوش





مطابق با انتظار فراوانترین نوع ناپایداری های دامنه ای در منطقه از نوع سنگ افت یا بهمن های سنگی بودند که از نظر فروانی به ترتیب در شرایط سنگ شناسی و زمین ریختی زیر روی داده اند.

۱. ستیغ های پرتگاهی ارتفاعات متشکل از سنگ های سخت دارای دست درزه های موازی با رویه دامنه و قائم بر آن
۲. دامنه های نا هم شیب (شیب لایه بندی مخالف با شیب دامنه) متشکل از توالی سنگهای سخت و نرم، (بطور غالب توالی ماسه سنگ و گلسنگ های سازندهای میشان و آغا جاری)
۳. ریزش در سنگ های به هم ریخته حاصل از بالا آمدن گنبد های نمکی منطقه
۴. ریزش های خاکی در نهشته های سست آبرفتی در حاشیه رودخانه ها و آبراهه ها



## کوه گنو





کوه گنو





# مهمترین ریزش ها و پهنه های ریزشی

روستای کهنوج گنو، دامنه زیر دست  
سایت رادار



# مهمترین ریزش ها و پهنه های ریزشی



پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله  
International Institute of Earthquake Engineering and Seismology



پهنه ریزشی تونل شهید میرزایی



Google Earth 43

Image © 2021 CNES / Airbus

Image Date: 0/14/2021 ht: 27.570668° lon: 56.242571° elev: 313 m. av. alt: 4.22 km

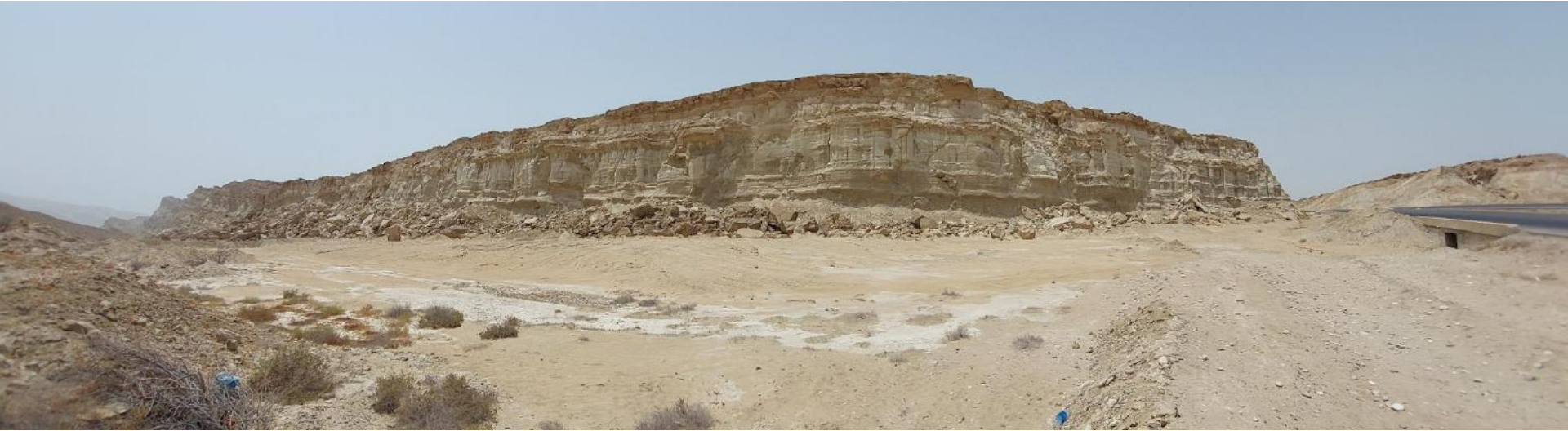


پهنه ریزشی تونل  
شهید میرزایی:  
دهانه جنوبی به دلیل  
تشکیل دامنه از توالی  
لایه های سست و  
سخت و شیب لایه  
بندی ناهمسو با شیب  
دامنه



# مهمترین ریزش‌ها و پهنه‌های ریزشی

ریزش‌های سنگی در حاشیه ارتفاعات رو بروی روستای سایه خوش





ریزش های سنگی در حاشیه ارتفاعات شمالی روستای سایه خوش













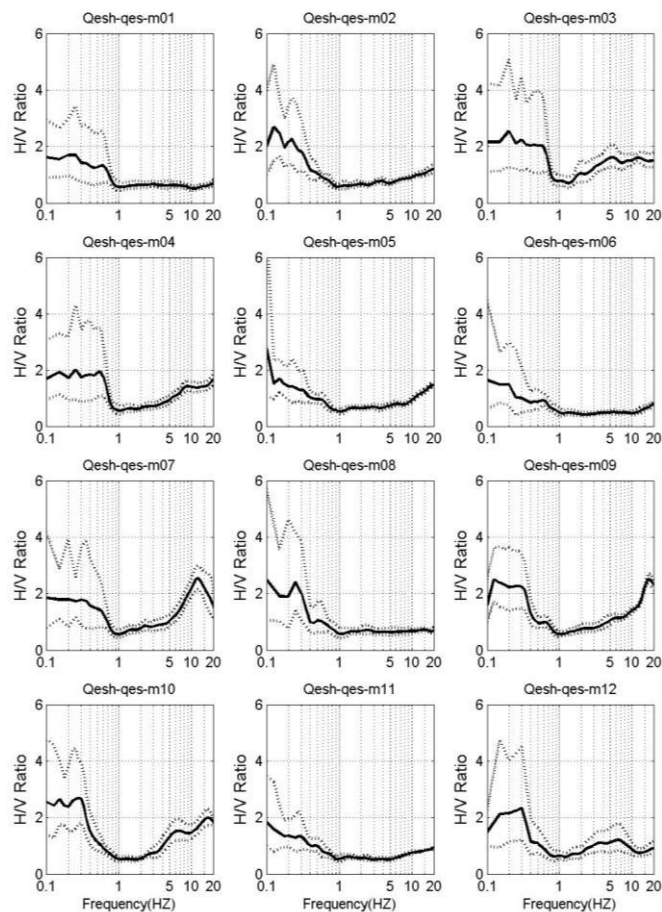
ویژگیهای جنبش لرزه ای (دامنه جنبش، محتوای فرکانسی و مدت دوام ارتعاشات) علاوه بر ویژگی های چشمه لرزه ای و مسیر انتشار در پوسته زمین، تابعی از شرایط محلی زمین شناسی و ژئوتکنیکی (نوع مصالح تشکیل دهنده لایه های سطحی یا شرایط هندسی و توپوگرافی) بوده و می تواند در اثر این شرایط تشدید یا تضعیف گردد که در به آن اثر ساختگاه گفته می شود و بایستی در مطالعات مربوط به برآورد خطر زلزله به آن توجه گردد.

مثال بارز تاثیر شرایط ساختگاهی بر تشدید جنبش لرزه ای ویرانی ساختمان های بلند مرتبه در شهر مکزیکوسیتی در اثر زمین لرزه ای در فاصله ۳۵۰ کیلومتری این شهر به خوبی شناخته شده است.

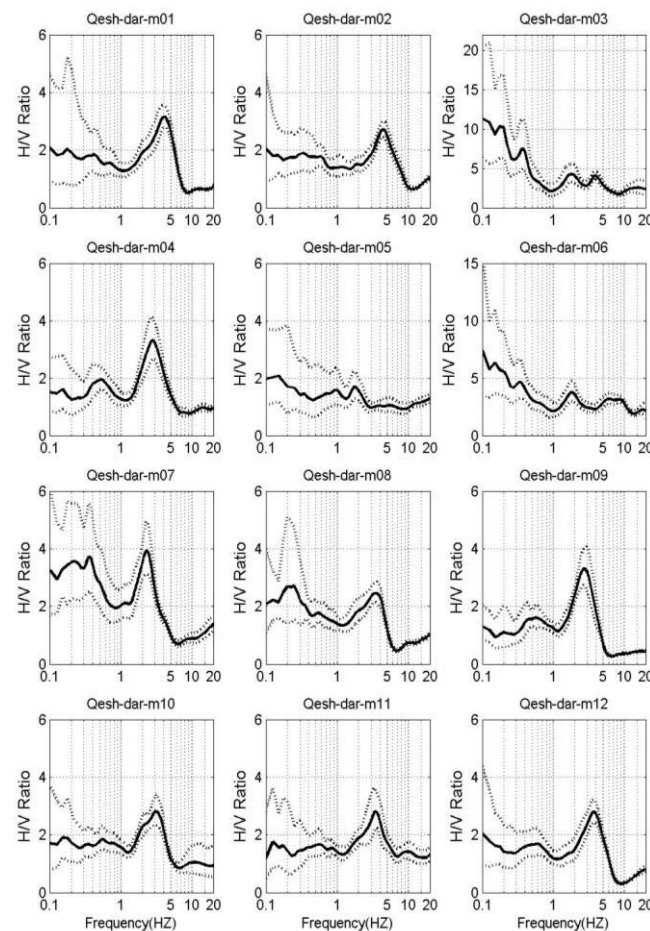
در استان هرمزگان نیز با توجه به توسعه عمده مناطق مسکونی و مراکز صنعتی در نواحی دشتی تشکیل شده از نهشته های ضعیف این مسئله مورد انتظار است که تاکنون مطالعات جامعی در این زمینه صورت نگرفته است.



## مطالعات ریز پهنه بندی ژئوتکنیک لرزه ای شهرهای قشم و درگهان



قشم



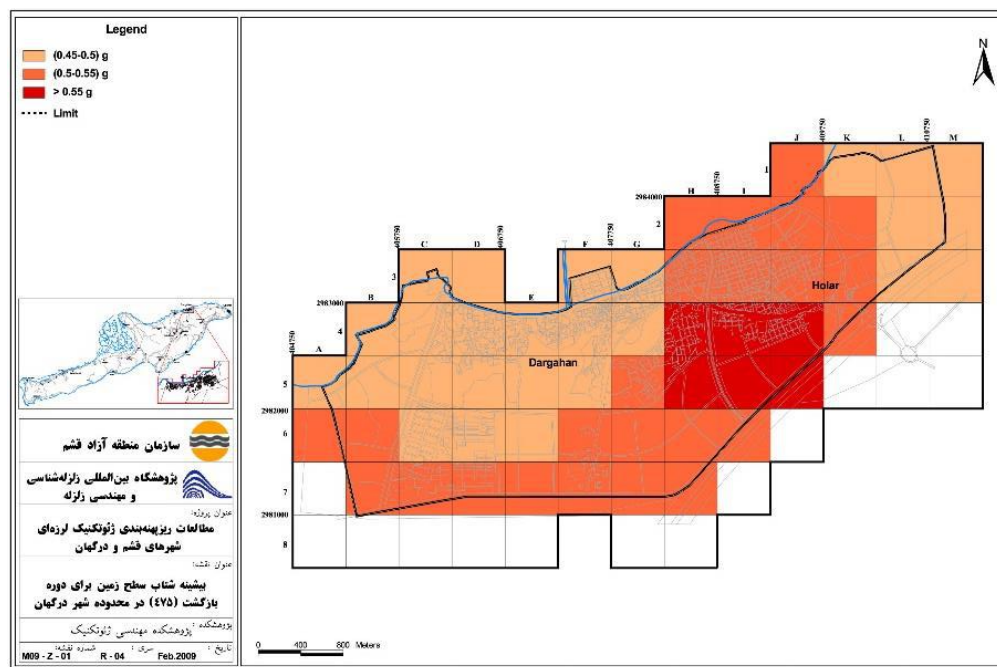
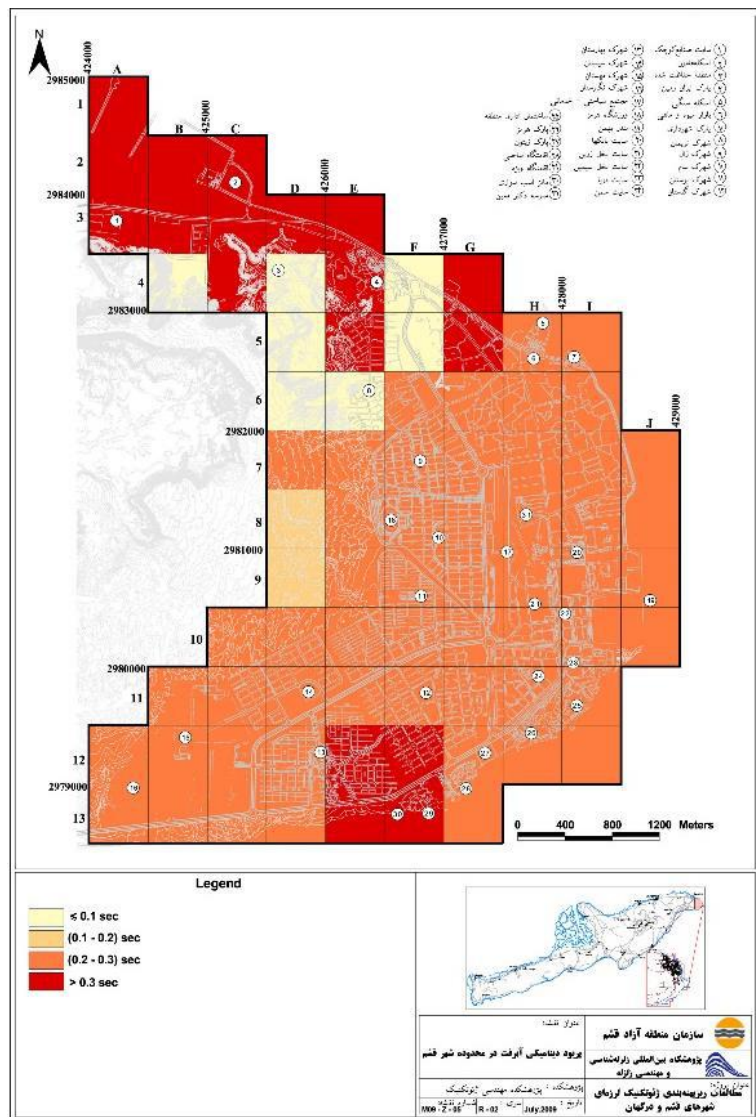
درگهان

منحنی های نسبت طیفی مولفه افقی به قائم

ارتعاشات محیطی



## مطالعات ریز پهنه بندی ژئوتکنیک لرزه ای شهرهای قشم و درگهان



نمونه نقشه های شتاب سطح زمین و پریود

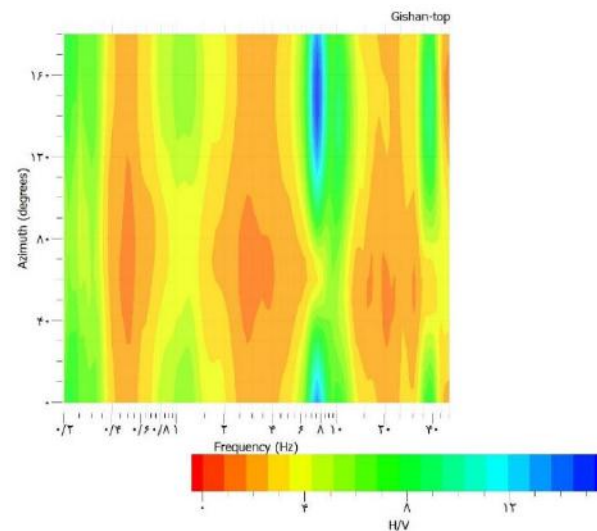
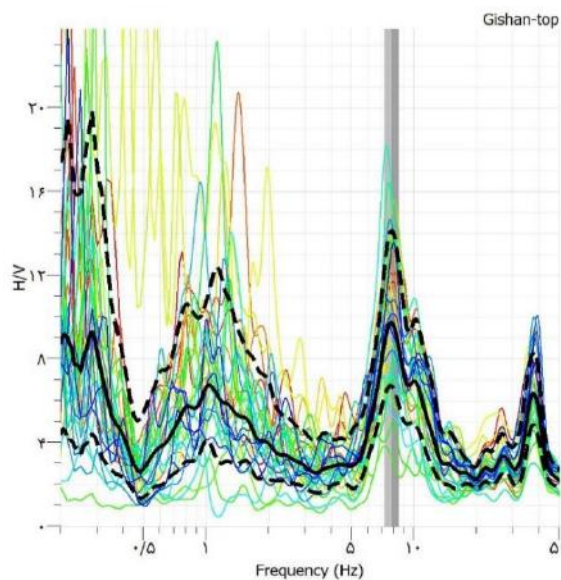
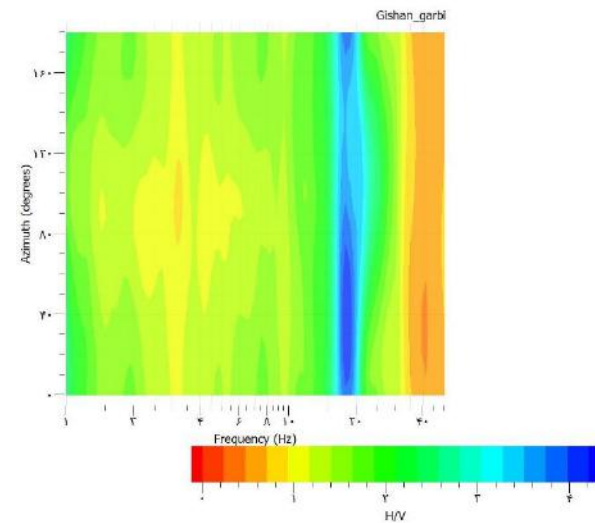
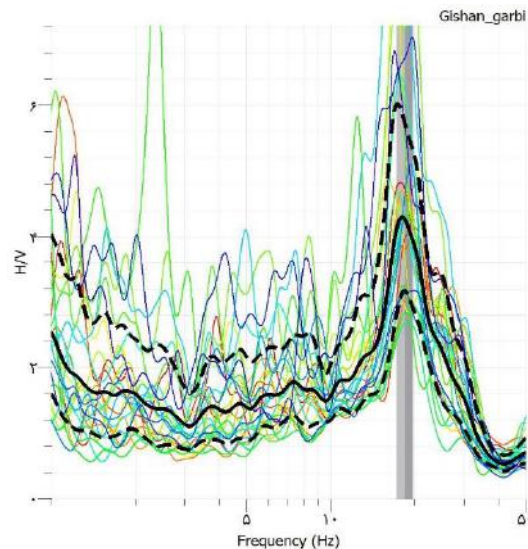
دینامیکی



گسیختگی در تاج تپه  
داخل روستای گیشان  
غربی  
این پدیده قبلا در تپه  
های زیادی در زلزله  
سرپل ذهاب و حتی در  
فاصله های بسیار دور از  
رومرکز مشاهده شد.



نصب دو دستگاه لرزه نگار یکی در داخل روستا و دیگری در تاج تپه





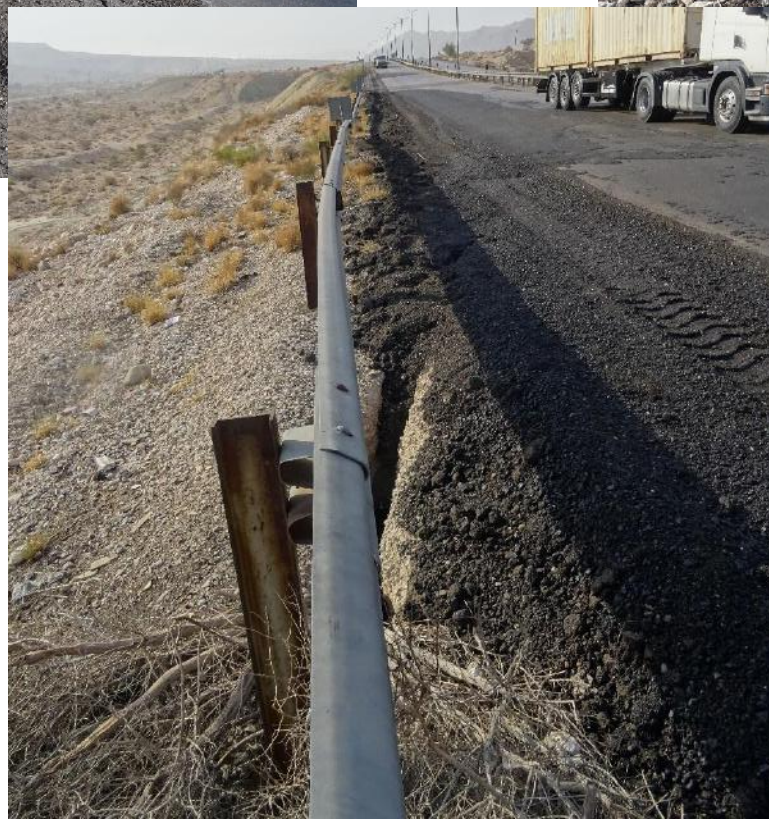
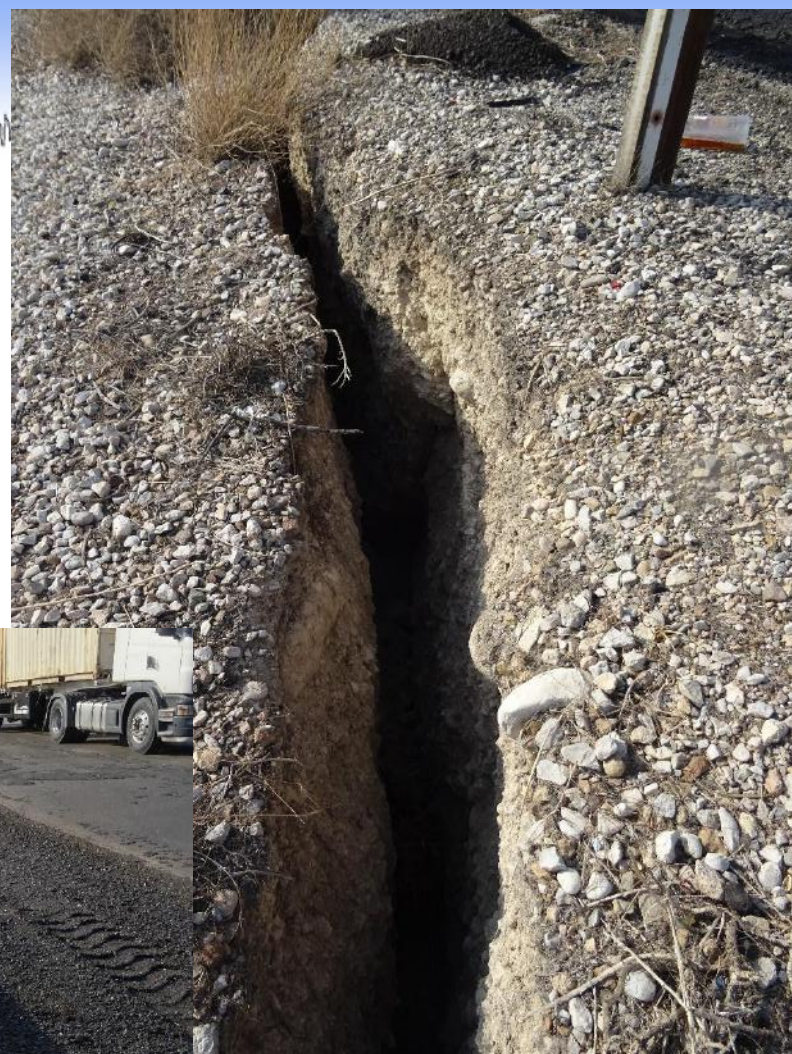
ایجاد گسیختگی شدید در جاده ترانزیتی بندر عباس-کرمان در زلزله آبان ۱۴۰۰ فین در بخش هایی که جاده از تاج تپه ها می گذرد. جابجای بیشتر می توانست به قطع تردد در این مسیر و خسارت اقتصادی بسیار بالا منجر گردد.



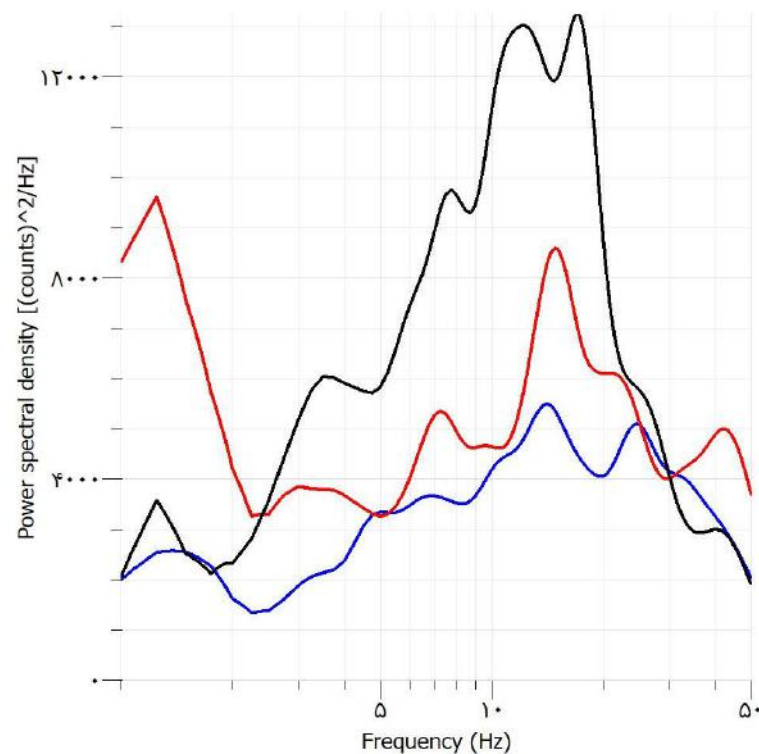
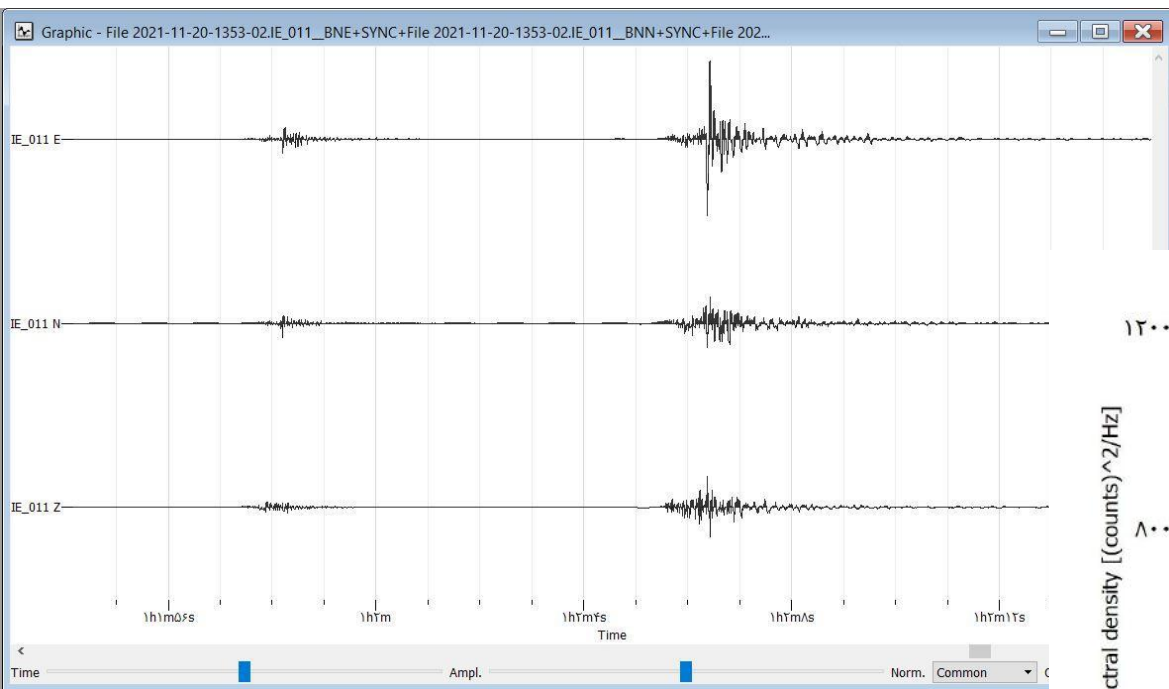


گسیختگی در دو سوی آزادراه  
بندرعباس-کرمان در نزدیکی روستای  
ذرتو





نصب یک دستگاه لرزه نگار با مولفه شمالی موازی با محور جاده و مولف شرقی عمود بر محور جاده

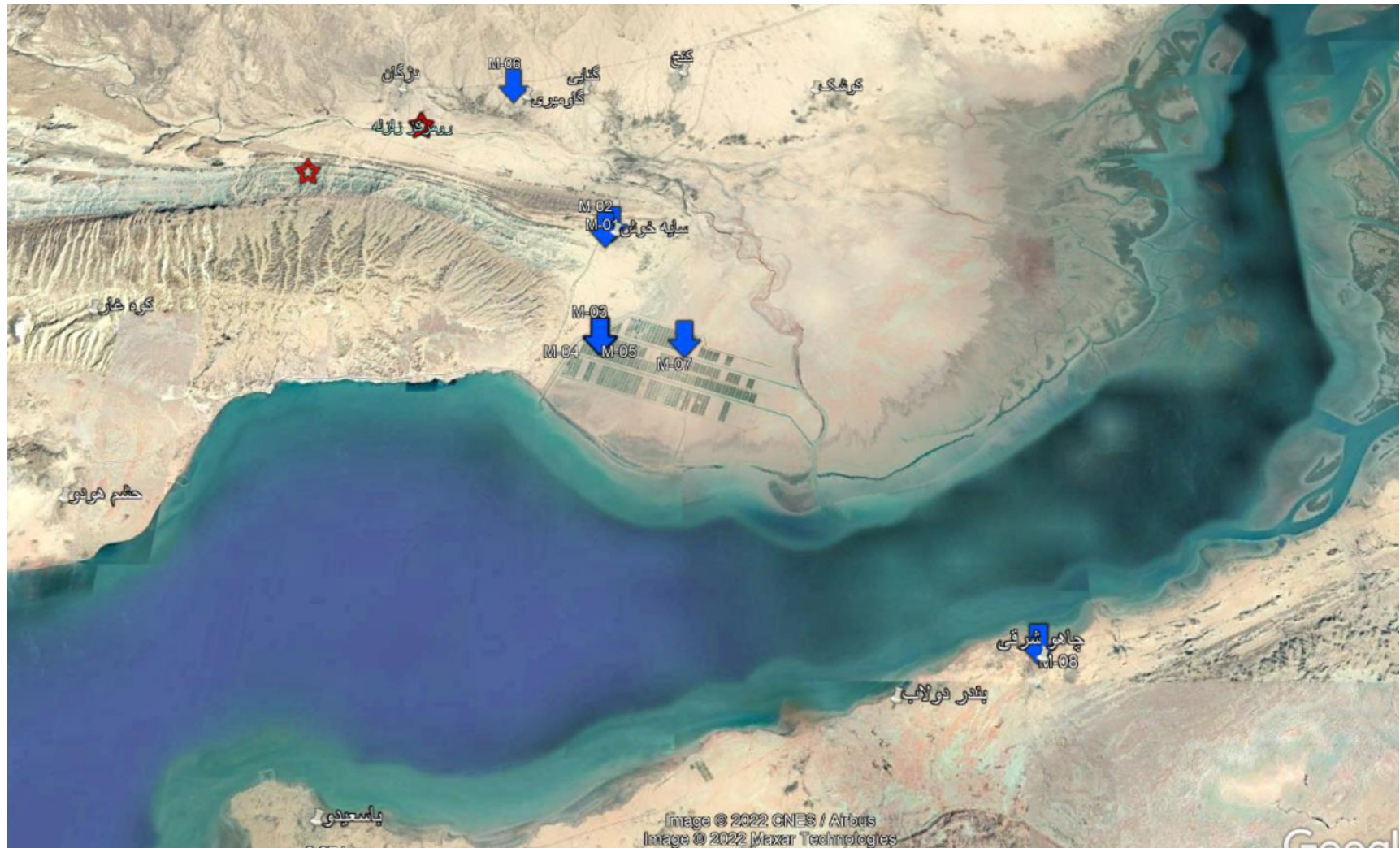


سیاه: مولفه شرقی  
 قرمز: مولفه شمالی  
 آبی: مولفه قائم

بررسی اولیه نسبت های طیفی در شبکه های لرزه نگاری موقت نصب شده برای زمینلرزه چارک و سایه خوش و چند برداشت ارتعاشات محیطی

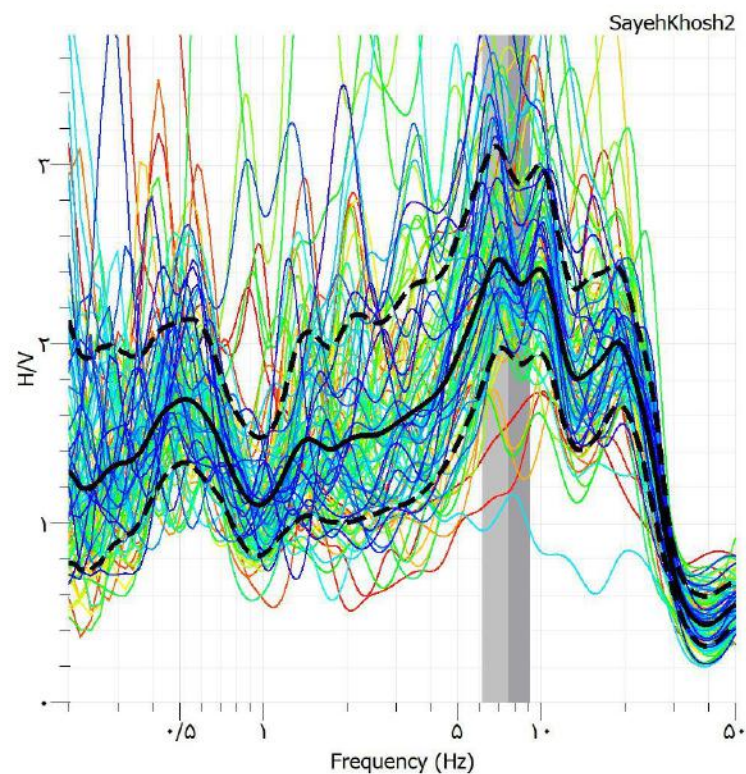
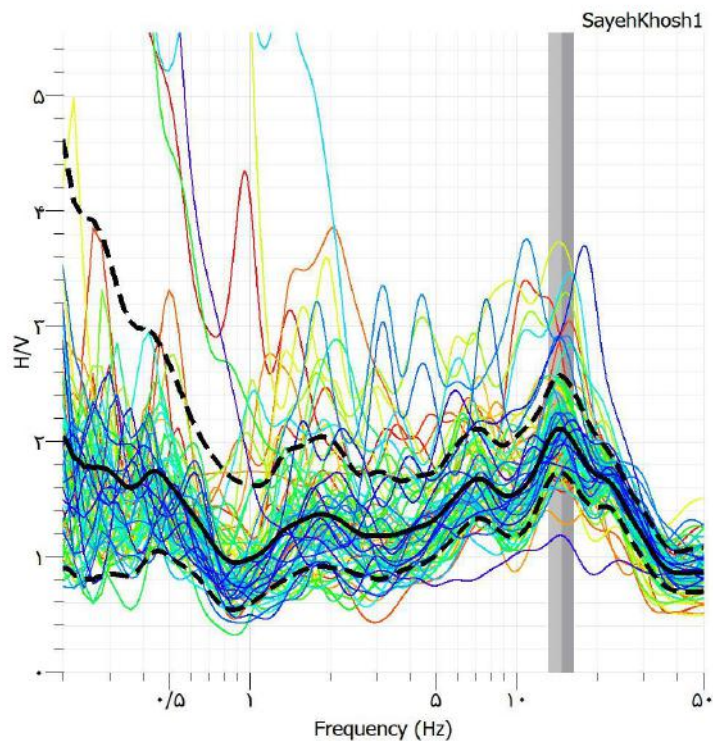


## موقعیت اندازه‌گیری های ارتعاشات محیطی



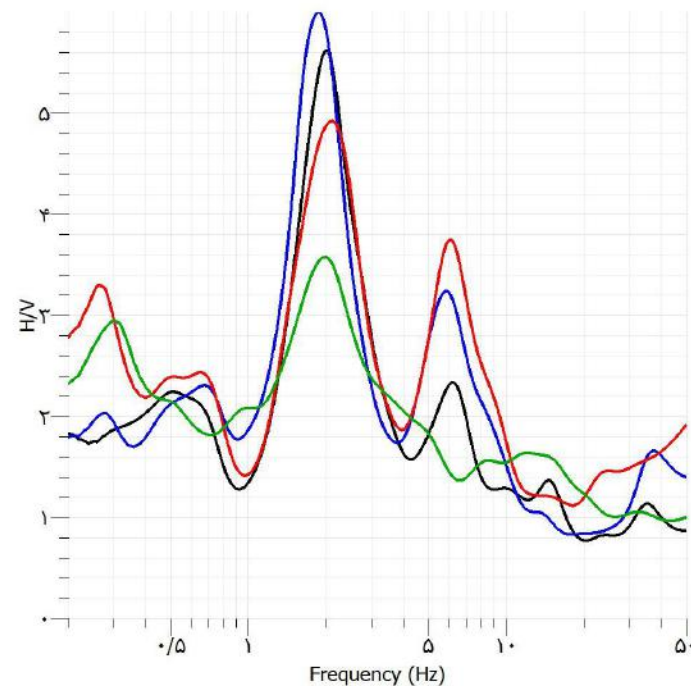
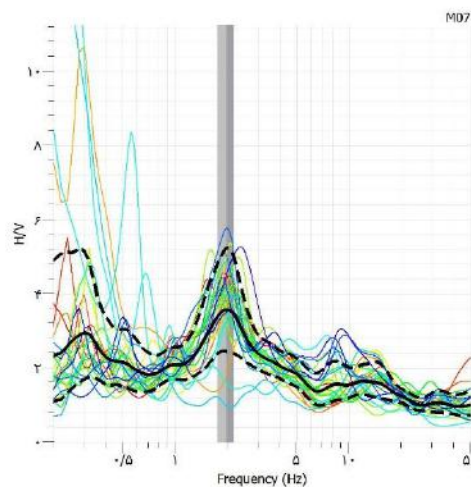
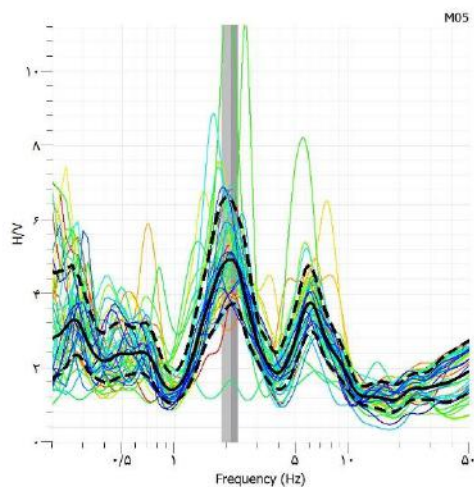
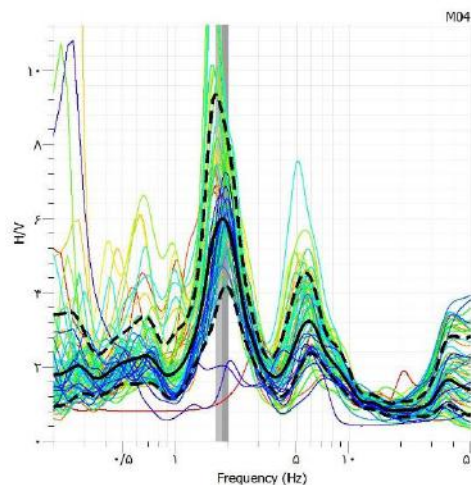
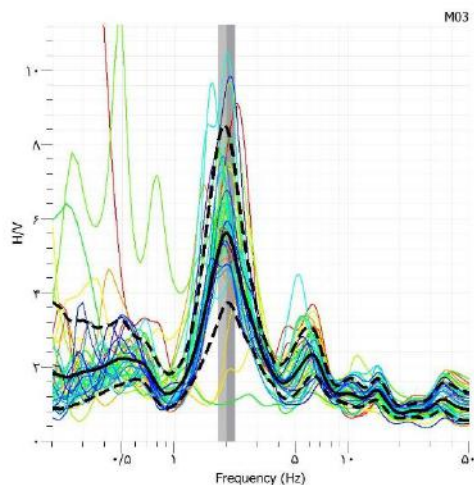


## نتایج اندازه گیری های انجام شده در روستای سایه خوش





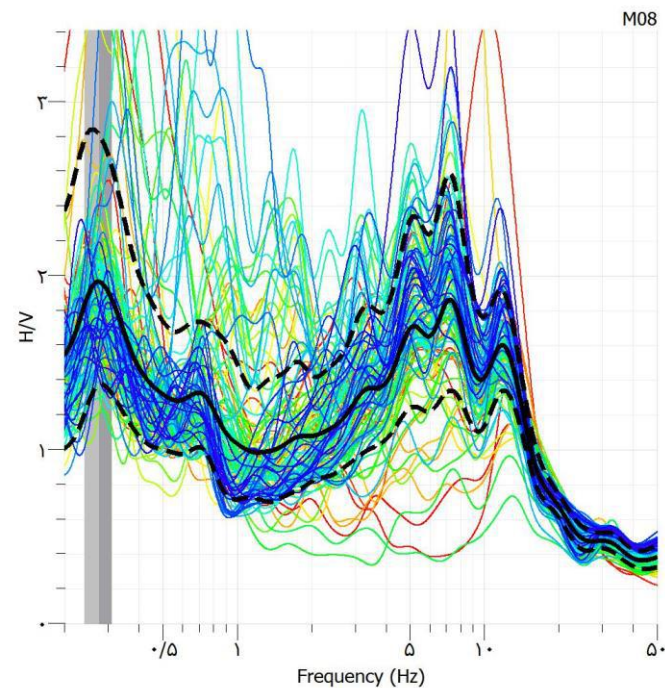
## نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده در مجتمع پرورش میگو





نتایج اندازه گیری های انجام شده در

روستای چاهوی شرقی



تخریب بادگیر ها در روستای چاهو شرقی - جزیره قشم



با سپاس از توجه شما

