پهنه بندی خطر روانگرایی در دشت سیلاخور

دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۴/۳ پذیرش مقاله: ۱۳۹۰/۶/۲۲
صفحات: ۶۸-۵۱

حبیب سکوند: دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه تربیت مدرس۱
Email: H.sakvand@gmail.com
سیاوش شایان: استادیاردانشگاه تربیت مدرس گروه جغرافیا
Email: shayan@modares.ac.ir
محمدشریفی کیا: استادیاردانشگاه تربیت مدرس گروه سنجش از دور
Email:sharifikia@yahoo.com

چکیده

روانگرایی پدیده‌ای است که درخاک‌ها ی منفصل ماسه‌ای تا سیلتی ایجاد می شود. با اعمال بارهای لرزه‌ی ناشی از زمین‌لرزه بر توده‌های‌اشباع مستعد روانگرایی، تمایل این خاک‌ها به کاهش حجم و عدم امکان خروج سریع آب از آنها، افزایش فشار آب منفذی و به دنبال آن کاهش تنش مؤثر و مقاومت برشی خاک را باعث می شود. با ادامه این روند، به تدریج خاک رفتاری سیال مانند پیدا کرده و در اصطلاح روانگونه می شود. روانگرایی درحین زمین‌لرزه می‌تواند باعث ایجادتغیرات ژئومورفولوژیکی در سطح زمین و وارد آمدن خساراتی به تاسیسات انسانی شود. شناسایی مناطق مستعد روانگرایی می-تواند به شکل پهنه‌بندی انجام گرفته و تا حدود زیادی از میزان خسارات ناشی از وقوع روانگرایی در زمان رخدادزمین‌لرزه بکاهد. در این تحقیق با استفاده از داده‌های سنجش-ازدوری ماهواره‌ای نقشه پهنه‌بندی خطر روانگرایی خاک در دشت سیلاخور از طریق روی‌هم‌گذاری لایه‌های رقومی شده ویژگیهای لرززمین‌ساخت، عمق آب زیرزمینی و ویژگیهای زمین شناسی و ژئومورفولوژی در محیط نرم افزاری در۷کلاس ترسیم شد. بر اساس نقشه پهنه‌بندی خطر روانگرایی،۷درصد از مساحت محدوده مورد مطالعه در منطقه خطر روانگرایی کلاس شش، ۲۱درصد در محدوده خطر کلاس پنج، ۵درصد در محدوده خطر کلاس چهار، ۴درصد در محدوده خطر کلاس سه، ۵درصد درمحدوده کلاس خطر دو، ۳۰درصد در محدوده خطر کلاس یک، و۲۸درصد باقی مانده محدوده در منطق خطر کلاس صفر قرار می گیرد.

کلیدواژگان: روانگرایی،دشت سیلاخور، ژئومورفومولوژی کاربردی، مورفوتکتونیک، مخاطرات محیطی

۱.نویسنده مسئول: تهران- پل گیشا- دانشگاه تربیت مدرس - گروه جغرافیا

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

مقدمه

زمین لرزه یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی است که به علت موقعیت خاص جغرافیایی ایران (استقرار بر کمربند زمین لرزه جهان) هر ساله خسارات فراوان مالی و جانی به آن وارد می کند. با وجودی که شناسائی مخاطره زمین لرزه به نسبت خوب مورد توجه و مطالعه قرارگرفته، لیکن مطالعه مخاطرات ناشی از این رخداد کمتر مورد توجه بوده است. پدیده روانگرایی خاک از جمله مخاطراتی است که در پی رخداد زمین لرزه به وقوع پیوسته و عموما خسارات بر جای گذاشته شده حاص از این پدیده منجر به تشدید آسیب پذیری و بحران زایی حاصل از پدیده زمین لرزه می شود. بروز پدیده روانگرایی در حین زمین لرزه می تواند خسارت های زیادی به شریان های حیاتی، کج شدن و فرورفتن سازه های روزمینی و بالا آمدن سازه های سبک مدفون در خاک(مثل لوله ها)، پر شدن چاههای آب، وتغییرات مورفوتکتونیکی در لندفرمهای موجود در پهنه مورد روانگرایی وارد آورد. بنابراین برای کاهش آثار مخرب آن، شناسایی مناطق مستعد روانگرایی بسیار ضروری است. این شناسایی می تواند به شکل پهنه بندی که در آن پتانسیل خطر در مناطق مختلف تعیین می شود انجام گیرد.

بعد از زمین لرزه ۱۹۹۷ نیگاتای ژاپن پهنه بندی مناطق آسیب پذیر از پدیده روانگرایی به طور جدی مورد توجه مهندسین و مسئولان قرار گرفت (Dewoolkar,2000:5). در همین راستا تا به حال نقشه های مختلف پهنه بندی روانگرایی با هدف شناخت مشخصه های یک ناحیه از نظر روانگرایی و انتقال آنها بر روی یک نقشه برای شهرهای مهمی همچون توکیو و سانفرانسیسکو تهیه گردیده است (Readdy,2009:22). مطالعات پهنه بندی پدیده روانگرایی در ایران پس از بوقوع پیوستن زمین لرزه مخرب منجیل توسط موسسه بین المللی زمین لرزه شناسی و مهندسی زمین لرزه آغاز گردید و نتایج آن اطلاعات بصورت نقشه کلان پهنه بندی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ تهیه ارائه شد (پاسه،۱۳۸۸ :۱۶). در همین راستا در سال ۱۳۷۳ مطالعه نسبتا دقیقتری توسط میر حسینی با جمع آوری اطلاعات زمین شناسی توپوگرافی ژئوهیدرولوژی و ژئوتکنیکی موجود و قابل دسترسی در شهر تهران صورت پذیرفته است و به موجب آن نواحی جنوب شهر تهران دارای قابلیت های قابل ملاحظه ای در زمینه روانگرایی تشخیص داده شدند (بوستانی ماوی، ۱۳۷۳ :۴۵). اورنگ در سال ۱۳۷۴ پتانسیل روانگرایی زمین های ماسه‌ای منطقه بابلسر را با استفاده از نتایج مطالعه ژئوتکنیکی مورد ارزیابی قرار داد. وی بر اساس مجموع یافته‌های پژوهش خود ملاحظه کرد که برای زمین لرزه‌ای با دوره بازگشت رویداد ۵۰۰ سال محدوده ای بعرض حدود ۴ کیلومتر از نوار ساحلی در معرض وقوع

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

پدیده روانگرایی قرار دارد (اورنگ،۱۳۸۵ :۵۵). در سال ۱۳۷۳ شعبانی در پژوهشی با عنوان "تحلیل ژئوهیدرولوژی حوضه آبریز سیلاخور به منظور کاربرد در عمران" وضعیت هیدروژئومورفولوژیکی دشت سیلاخور را مورد بررسی قرار داد (شعبانی،۱۳۷۳:۲۴). ویژگی مهم و متمایز این تحقیق نسبت به مطالعات گذشته این است که این تحقیق از دیدگاه ژئومورفولوژی و مورفوتکتونیک و بر اساس نقشه ژئومورفولوژی ۱:۲۰۰۰۰ محدوده مورد مطالعه انجام شده است.پهنه بندی روانگرایی در سه درجه انجام می شود که در ادامه، پهنه بندی های درجه یک و دو، با توجه به کاربرد آنها در تحقیق حاضر، توضیح داده می شوند.

پهنه بندی درجه یک (کلان پهنه بندی)

روش پهنه بندی درجه یک سریعترین، ابتدایی ترین و کم هزینه ترین روش محاسبه پتانسیل روانگرایی است. نقشه های پهنه بندی درجه یک معمولا با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰۰ تهیه می گردند(Orense, 2003:13). مراحل تهیه نقشه های پهنه بندی درجه یک در ذیل آمده اند(Karastathis, 2010: 8).

تعیین وسعت حداکثر منطقه مستعد روانگرایی: بر اساس اطلاعات حاصل از داده های تاریخی می توانیم مشخص کنیم که منطقه مورد نظر نسبت به فعالیتهای گسلها و کلا لرزه زمین ساخت فعال چه نسبت خطری را داراست و خطر روانگرایی را مستقیما از مقدار پیش بینی شده زمین لرزه تعین کنیم. محققین زیادی معادله های تجربی در این زمینه پیشنهاد کرده اند؛ کوریبایاشی و تاتسوئوکا (Kuribayashi & Tatsuoka) برای ۳۲ زمین لرزه ژاپن، تغییرات دورترین فاصله محدوده روان شده تا مرکز زمین لزره را نسبت به بزرگای زمین لرزه به صورت رابطه $\log R=.77M_j-3.6$ پیشنهاد کرده اند (Kuribayashi, 1975:12). - در این معادله: M_j بزرگای زمین لرزه مطابق بر تعریف آژانس هواشناسی ژاپن می باشد و R دورترین فاصله محدوده روانگرایی تا مرکز زمین لرزه بر حسب کیلومتر- امبرسیز (Ambraseys) در سال ۱۹۸۸ نیز داده های زمین لرزه ها را تحلیل کرده و بر حسب بزرگای زمین لرزهM_w، برای زمین لرزه های سطحی و با عمق متوسط رابطه $M_w= 4.64+2.65\times10^{-3}R+.99\log Rf$ را ارائه کرده است، که در آن Rf فاصله افقی بین گسل عامل زمین لرزه تا دورترین محل روانگرایی است (Ambraseys, 1988:3). واکاماتسو(Wakamatsu) با بررسی تحقیقات کوریبایاشی و تاتسوئوکا رابطه $\log R=2.22\log(4.22\ M_j-19)$ را ارائه داده است. وی همچنین با در نظر گرفتن داده هایی که مربوط به روانگرایی های با اهمیت بوده، رابطه $\log R= 3.5\log(1.4\ M_j-6)$ را

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

پیشنهاد کرده است (MirMohammad Hosseini, et.al.,1997:31). لیو (Lio) اطلاعات بیشتری از زمین لرزه های به وقوع پیوسته در جهان را جمع آوری کردند و رابطه $R=.82\times10^{.862(M_w-5)}$ را ارایه کردند (Lio,1984)؛ که در آن M_w بزرگای محلی زمین لرزه در مقیاس ریشتر می باشد.

معیارهای تاریخی: از آنجایی که روانگرایی پدیده ای است که ممکن است در یک محل به دفعات اتفاق بی افتد در صورتی که سطح آب زیر زمینی و شرایط فیزیکی نهشته ها (وزن مخصوص و...) تغییری نکرده باشد با بررسی مطالعات زمین لرزه های گذشته و مناطقی که روان شده اند می توان نقشه های احتمالی وقوع روانگرایی را تهیه نمود(Helle,2007:10)

پهنه بندی درجه دو

نقشه های پهنه بندی درجه دو، اغلب در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰ تهیه می شوند. تصاویر ماهواره ای ، عکسهای هوایی، داده های عمق آب زیرزمینی، نقشه های ژئومورفولوژی، مصاحبه با اهالی محل و بررسی مطالعات میدانی عمده منابع اطلاعاتی برای این درجه از پهنه بندی هستند (Karastathis,2007:12). ایواساکی با استفاده از تحلیل تعداد زیادی از داده های زمین لرزه های ژاپن بر اساس واحد های ژئومورفولوژی و زمین شناسی برای پهنه بندی یک منطقه از نظر روانگرایی جدولهای(۱و۲) را ارائه کرد که در این تحقیق می توان برای محدوده مورد مطالعه از آن استفاده نمود (MirMohammad Hosseini & Mosalmanzadeh,2004).

ویژگیهای منطقه مورد مطالعه

ویژگیهای طبیعی

محدوده مورد مطالعه مشتمل بر حوضه فیزیکی دشت سیلاخور واقع در شمال شرقی استان لرستان با درازای ۵۰ کیلومتر و پهنای ۲۴ کیلومتر و مساحت۱۲۱۴ کیلومتر مربع است. این ناحیه بین طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و۵۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۷ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی واقع شده است شکل (۱).

به لحاظ ویژگیهای زمین شناسی محدوده مورد مطالعه به ۳ پهنه نسبتا متفاوت قابل تقسیم است:

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

الف) پهنه های لیتولوژی آذرین و دگرگونی مانند گرانیت، اسلیت، شیست و میکاسیست. این پهنه ها با مساحتی در حدود۳۳۶ کیلومتر مربع مشتمل بر تپه ها و بلندیهای کم ارتفاع در نوار شمال و شمال شرقی است. کوه سر دره با ارتفاع ۲۶۱۳ متر در این منطقه قرار دارد.

ب) توده های رسوبی چین خورده و بعضا خرد شده از جنس آهک متعلق به سارند سورمه و آهکهای خاکستری رنگ ژوراسیک و کرتاسه واقع در جنوب و غرب محدوده مورد مطالعه که عمدتا ارتفاعات بلند و مرتفع را تشکیل می دهند وسعت این محدوده حدود ۳۵۵ کیلومتر مربع است.

ج) پهنه های کوارترنری متشکل از کنگلومرا و آبرفت های جوان عرصه های میانی محدوده مورد مطالعه (دشت سیلاخور) با ارتفاع متوسط ۱۶۵۰ متر و مساحت ۵۵۲ کیلومتر مربع که عمده کانونهای جمعیتی محدوده ازجمله شهر بروجرد بر روی آن استقرار یافته اند .

جدول(۱) پتانسیل روانگرایی انواع مختلف نهشته های سطحی

نوع نهشته	توزیع طبیعی رسوبات غیر چسبنده	سن نهشته			
		کمتر از ۵۰۰ سال	هولوسن (کمتر از ۱۱۰۰۰ سال)	پلیستوسن (کمتر از ۲م سال)	قبل از پلئیستوسن
رسوبات قاره ای					
کانال رود خانه ای	محلی متغیر	خیلی زیاد	زیاد	کم	خیلی زیاد
سیلابدشت	محلی متغیر	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
دشت و مخروط افکنه آبرفتی	شایع	متوسط	کم	کم	خیلی کم
تراسهای دریایی	شایع	_	کم	خیلی کم	خیلی کم
دلتا و دلتای مخروط افکنه	شایع	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
دریاچه ای، پلایا	متغیر	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
کوه رفت	متغیر	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
واریزه دامنه ای	شایع	کم	کم	خیلی کم	خیلی کم
تلماسه	شایع	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
لس	متغیر	زیاد	زیاد	زیاد	ناشناخته
یخرفت	متغیر	کم	کم	خیلی کم	خیلی کم
توف	نادر	کم	کم	خیلی کم	خیلی کم
تفرا	شایع	زیاد	کم	؟	؟

(MirMohammad Hosseini & Mosalmanzadeh, 2004)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

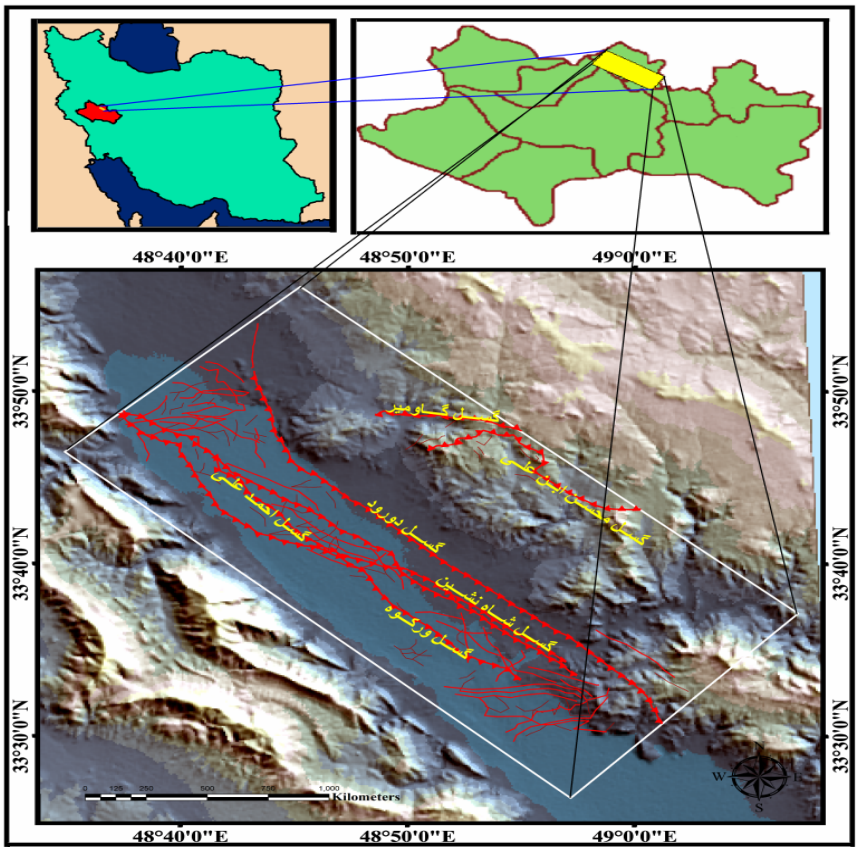
محدوده مورد مطالعه به لحاظ آب و هوایی در زمره نواحی نیمه خشک با شرایط اقلیمی نسبتا متفاوت (متاثر از مورفولوژی خاص آن) است. شرایط نسبتا مناسب آب و هوای در قیاس با نواحی داخلی ایران، پهنه مورد بررسی را به کانون عمده ای از تجمع گروه های انسانی و فعالیتهای اقتصادی مبتنی بر دسترسی مناسب به منابع آبی و اراضی زاراعی تبدیل ساخته است. وجود این موهبت طبیعی مانع توجه و اندیشه گروه های انسانی به پایداری مکان و درجه خطر پذیری آن از مخاطرات طبیعی ازجمله زلزله شده است.

جدول (۲) احتمال وقوع روانگرایی برای واحدهای جزئی ژئومورفولوژیک که در معرض زمین لرزه ای با شدت V در مقیاس Mj و یا VII در مقیاس مرکالی اصلاح شده هستند

وضعیت ژئومورفولوژیک		پتانسیل روانگرایی
طبقه بندی	وضعیت مخصوص	
دشت دره ای	دشت دره ای: شن وتخته شنگ	غیر محتمل
	دشت دره ای: خاک ماسه ای	ممکن
آبرفت مخروط افکنه	درجه شیب قائم بیش از ۵ درصد	غیر محتمل
	درجه شیب قائم کمتر از ۵ درصد	ممکن
اراضی تالابی		ممکن
مجرای متروک رود		محتمل
دریاچه و مانداب قدیمی		محتمل
تالاب		ممکن
لایه رودخانه خشک	لایه رودخانه خشک شامل ماسه	محتمل
دلتا		ممکن
زبانه ماسه ای زیرزمینی	زبانه ماسه ای	غیر محتمل
تپه ماسه ای		غیر محتمل
ساحل شنی		محتمل
خاک ریز لسی بعد از سیل		محتمل
زمین با خاک دستی و زهکشی شده		ممکن
زمین با خاک دستی		محتمل

(MirMohammad Hosseini & Mosalmanzadeh,2004)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل (۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه (دشت سیلاخور)

پیشینه زلزله خیزی پهنه مورد مطالعه

در بهمن ماه ۱۲۸۷هش،(۱۹۰۹ میلادی) ،در دره سیلاخور زمین لرزه فاجعه باری به بزرگای ۷/۴ ریشتر رخ داد (امبرسیز و ملویل، ۱۳۷۰، ۴۱۲). بررسی های آماری در قرن جاری (داده های بانک اطلاعات سازمان زمین شناسی آمریکا (USGS)) موید وقوع ۲۱ زلزله با بزرگی بیش از ۴ ریشتر در محدوده مورد مطالعه است که ۱۱ زمین لرزه دارای بزرگای بین ۴ تا ۵ ریشتر، ۷ زمین لرزه دارای بزرگا بین ۵ تا ۶ ریشتر، دو زمین لرزه دارای بزرگای ۶ و ۷ریشتر و یک زمین لرزه دارای بزرگای بیش از ۷ ریشتر بوده است. در سالهای اخیر(۱۱ فروردین ۱۳۸۵) زمین لرزه نسبتا نیرومندی با بزرگای ۶/۱ درجه در مقیاس ریشتر حد فاصل

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

درود تا بروجرد را به وسعت ۲۵۰ کیلومتر مربع را به لرزه درآوده خسارات زیادی برجای گذاشت بر اثر این زمین لرزه در بخشهایی از این دشت روانگرایی ماسه مشاهده شد (Pevert, 2008:13 ؛ پاکزاد ومیرزایی،۱۳۸۶: ۱۱).

بررسی الگوی توزیع فضایی گسل های موثر در محدوده مورد مطالعه

مهمترین و اصلی ترین گسل ثبت شده در محدوده مورد مطالعه گسل درود است که بخشی از گسل اصلی زاگرس به درازای ۶۵۵ کیلومتر به شمار می رود. گسل درود از نوع امتداد لغز راست گرد است که به واسطه دامنه و گسترش خود منشع زایش مجموعه ای از گسل های فرعی و بعضا اصلی در مقیاس محلی شده است(فاطمی عقداء، ۱۳۸۵ :۲۳). مجموعه گسل های دارای رخنمون در محدوده مورد مطالعه بر اساس الگوی سایزبندی گسلهای کواترنری در گروه های ذیل قابل تقسیم بندی هستند(Villy, 2003:22).

- گسل های اصلی (گسل با درازای بیش از ۱۰ کیلومتر): این گروه از گسل ها برابر داده های مستخرج از نقشه زمین شناسی رقومی بروجرد، مشتمل بر گسل درود به عنوان اصلی ترین گسل با روند شمال غربی - جنوب شرقی با طول ۱۰۰ کیلومتر،گسل ورکوه با طول ۴۵ کیلومتر، گسل شاه نشین با طول ۴۳ کیلومتر، گسل احمد علی با طول ۴۱ کیلومتر، گسل حسین ابن علی با طول ۳۵ و گسل گاومیر با طول ۳۴ کیلومتر می باشند (شکل ۱)؛

- گسل های متوسط (گسل با درازای بین ۲ تا ۱۰ کیلومتر): در محدوده مورد مطالعه ۳۵ گسل متوسط وجود دارد که به صورت دو مجموعه گسل در شمال غرب و جنوب شرق منطقه واقع شده اند (شکل۱)؛

-گسل های فرعی (گسل با طول کوتاه تر از ۲ کیلومتر): مبتنی بر نقشه رقومی مورد استفاده در این تحقیق،حدود ۱۰۰ گسل فرعی در محدوده مورد مطالعه قابلیت استخراج دارند،که به صورت سه مجموعه گسلی در نوار جنوبی با روند شمال غربی جنوب - شرقی و یک مجموعه در شمال شرق دیده می شوند (شکل ۲).

روش مطالعه

داده های مورد استفاده در این تحقیق مشتمل بر :

۱- تصاویر اخذه شده از ماهوارهIRS-P5 و سنجنده Cartosat به شماره گذر۳۷۱ و سطر ۲۳۴مربوط به ۳۰ اوت ۲۰۰۷با دقت مکانی ۲,۵ متر

۲- نقشه های زمین شناسی رقومی شده برو جرد با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰

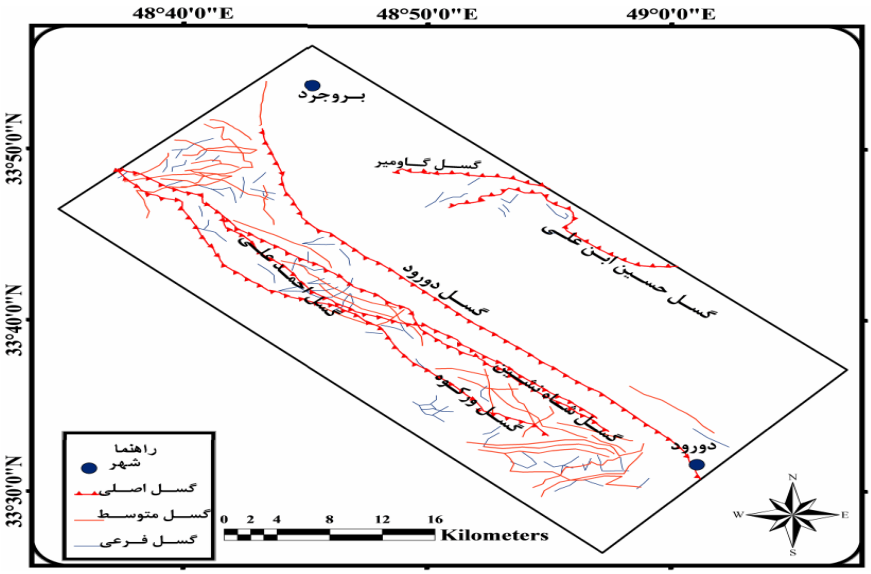
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

۳- DEM مستخرج از فتوگرامتری ماهواره ای با دقت ۵ متر

۴- داده های حاصل از پیمایش زمینی در ۳ مرحله هریک به میزان ۸ تا ۱۴ روز

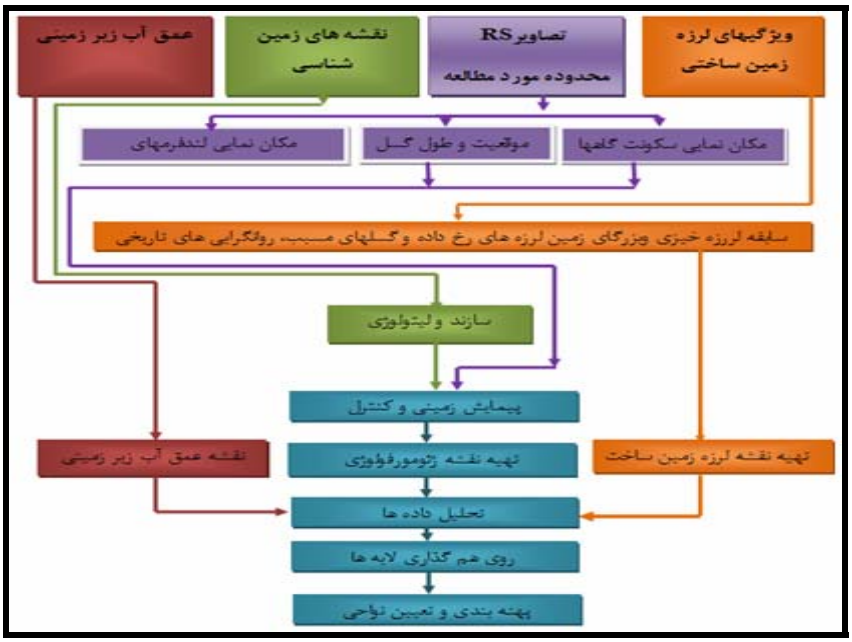
۵- داده های اخذ شده از منابع رسمی تولید آمار و اطلاعات، گزارشها، اطلاعات تاریخی و مجموعه منابع علمی در رابطه با موضوع تحقیق؛

روش تحقیق به کار رفته در بررسی روانگرایی بر اساس تحلیل و استدلال قیاسی در چهار چوب یافته های حاصل از تکنیکهای آزمایشگاهی به منظور پردازش داده و عملیات پیمایشی برای پهنه بندی روانگرایی از محدوده مورد مطالعه بوده است. مراحل انجام این تحقیق در دیاگرام ذیل معرفی شده است (شکل۳).



شکل (۲) نقشه گسل های دشت سیلاخور

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل(۳) مراحل انجام تحقیق به منظور استخراج نقشه پهنه های روانگرایی

در مرحله اول این تحقیق بر اساس مطالعات پیشین برای گسل های درود بزرگی ۷ ریشتر، گسل ورکوه بزرگی ۶/۲، گسل شاه نشین بزرگی ۵/۹ ریشتر، گسل احمد علی بزرگی۵/۹۴ ریشتر، گسل حسین ابن علی بزرگی ۵/۸۴ ریشتر و برای گسل گاومیر بزرگی ۵/۸۲ ریشتر در نظر گرفته شد و با اعمال مدلهای ریاضی لایه محدوده خطر لرزه ای تهیه شد. در مرحله دوم ضمن مبنا قرار دادن نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از تصاویر ماهواره ای و نقشه های زمین شناسی با استفاده از این تصاویر و نقشه های زمین شناسی لندفرمهای ژئومورفولوژیکی منطقه مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به مقیاس تصاویر تحدید و علامت گذاری شده و نقشه ژئومورفولوژی منطقه ترسیم شد. در مرحله سوم با استفاده از داده های عمق آب زیرزمینی نقشه سطح ایستابی محدوده مورد مطالعه ترسیم شد. در محله چهارم با مراجعه به منطقه مورد مطالعه نتایج حاصل از سه مرحله قبل مورد بازبینی مستقیم قرار گرفته و اصلاح گردید. در مرحله پنجم از روی هم گذاری سه لایه نقشه محدوده خطر لرزه ای، نقشه سطح ایستابی و نقشه ژئومورفولوژی، نقشه پهنه بندی روانگرایی ترسیم بدست آمد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

یافته ها

معیار فاصله ماکزیمم

همانطور که در مباحث قبل بیان شد با استفاده از روابط ارائه شده و بزرگی پیش بینی شده برای گسل های محدوده مورد مطالعه به بررسی محدوده روانگرایی برای منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است که نتایج آن در ذیل آمده است (جدول۳).

جدول(۳) محدوده در معرض روانگرایی ناشی از گسل های محدوده مورد مطالعه

گسل	بزرگای محتمل	کوریبایاشی و تاتسوکومو (km)	امبرسیز (km)	کوریبایاشی و تاتسوئوکا (km)	لیو و زیو (km)	امبرسیز (km)	واکاماتسو (km)
درود	۷/۰۱	۶۳	۱۲۰	۱۸۸	۴۴	۷۱	۷۱
ورکوه	۶/۲	۱۵	۳۲	۷۹	۹	۲۶	۲۶
شاه نشین	۵/۹۸	۱۰	۲۰	۵۸	۶	۱۸	۱۸
احمد علی	۵/۹۴	۹	۱۸/۵	۵۴	۵	۱۷	۱۷
حسن ابن علی	۵/۸۴	۸	۱۵	۴۷	۴	۱۴	۱۴
گاومیر	۵/۸۲	۷	۱۴/۵	۴۵	۴	۱۳	۱۳

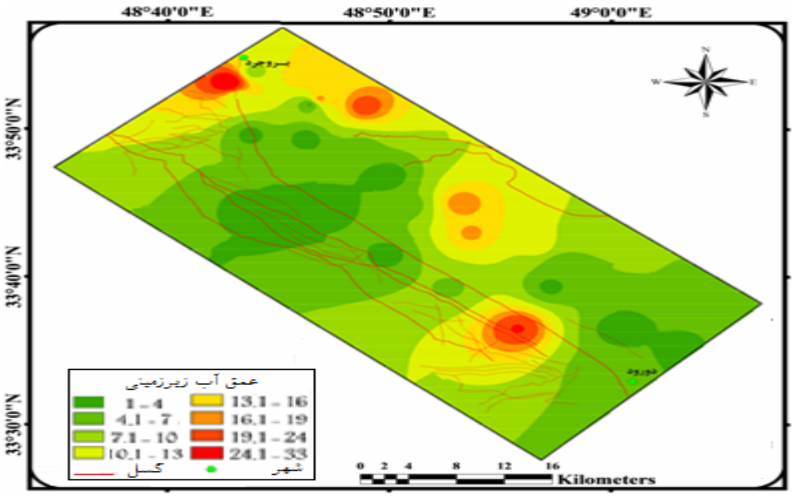
محدوده مورد مطالعه که وسعتی حدود ۱۲۱۴ کیلومتر دارد دارای ابعادی در حدود ۲۴×۵۰ کیلومتر می باشد. با توجه به اینکه گسل های محدوده در طول محدوده امتداد دارند و عرض محدوده ۲۴ کیلومتر است. نتایج به دست آمده نشان می دهد که وسعت محدوده در معرض خطر روانگرایی از مرزهای محدوده مورد مطالعه گسترش بیشتری دارد. بر این اساس منطقه مورد مطالعه از نظر توان لرزه ای و وقوع روانگرایی مستعد می باشد.

وضعیت آب زیر زمینی

دشت سیلاخور به علت وجود نهشته های آبرفتی همانند یک سفره آب زیرزمینی عمل کرده است که تراز آب زیرزمینی از دامنه های شمال شرقی و جنوب غربی به سمت مرکز دشت به افقهای سطحی نزدیک تر می شود. شکل (۴) وضعیت میانگین سطح آبهای زیر زمینی در منطقه مورد مطالعه طی سالهای ۸۱ تا ۸۷ ارائه داده است. بر اساس این نقشه در قسمتهای مرکزی دشت عمق آب به افقهای ۱ متری رسیده است. دامنه تغیرات فصلی سطح ایستابی در محدوده مورد مطالعه در بعضی نقاط به ۴ متر می رسد طبق آمارهای به دست آمده از شرکت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

آب منطقه ای در طول ۸ سال آماری سطح ایستابی در منطقه در تیر ماه به بالاترین و در مهر ماه به پایین ترین حد خود می رسد.

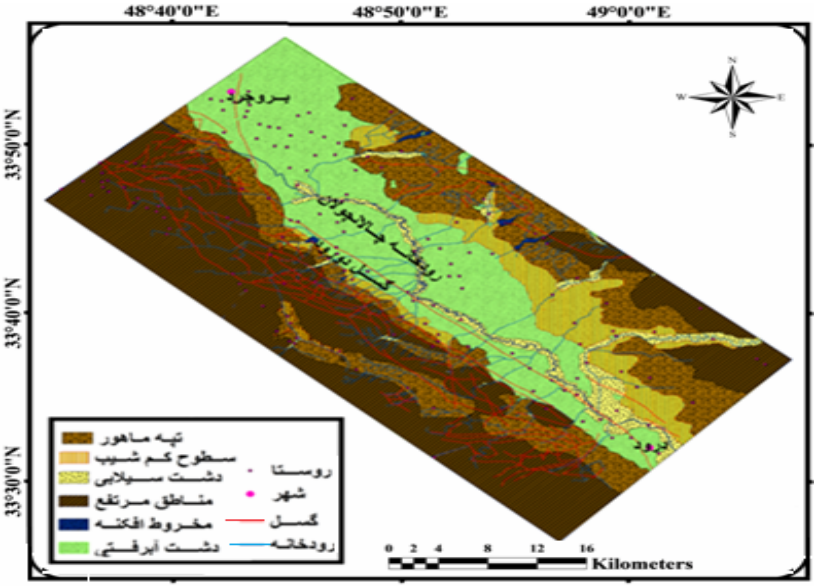


شکل (۴) نقشه میانگین سالانه عمق آب زیرزمینی در محدوده مورد مطالعه

ویژگیهای ژئومورفولوژیک

در این مرحله با استفاده از تصاویر ماهواره ای، عکسهای هوایی، نقشه شیب، نقشه زمین شناسی منطقه و بازدید میدانی واحدهای ژئومورفولوژیکی منطقه تفکیک و نقشه ژئومورفولوژی منطقه تهیه گردید. بدین صورت که در مرحله اول با استفاده از تصاویر ماهواره ای واجد قابلیت استریویی DEM و نقشه شیب منطقه تهیه شد. در محله دوم با استفاده از تصاویر ماهواره ای، نقشه شیب، عکسهای هوایی و نقشه زمین شناسی عوارض ژئومورفولوژیکی منطقه شناسایی و محدوده آنها با دقت تحدید شد. در مرحله سوم با مراجعه به منطقه صحت اطلاعات ثبت شده مورد بازبینی و تصحیح قرار گرفت و نقشه نهایی ترسیم گردید(شکل۵). بر اساس نقشه ژئومورفولوژی منطقه ۲۳ درصد(۲۷۹ کیلومتر مربع) از وسعت منطقه را تپه ماهور، ۵/۳ درصد (۶۵ کیلومتر مربع) دشت سیلابی، ۳۴/۲ درصد (۴۱۶کیلومتر مربع) مناطق مرتفع، ۸ درصد (۹۸کیلومتر مربع) سطوح هموار با شیب ملایم، ۶ درصد (۷۲ کیلومترمربع) مخروط افکنه و ۲۳/۳ درصد (۲۸۴کیلومتر مربع) دشت آبرفتی در بر گرفته است.

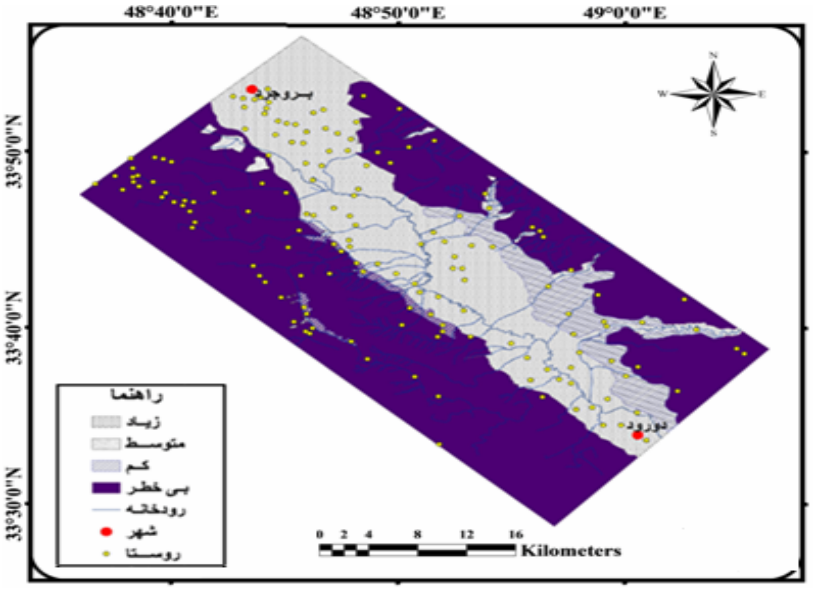
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل (۵) نقشه نقشه ژئومورفولوژی دشت سیلاخور

در مرحله بعد بر اساس جدولهای(۱و۲) نقشه نقشه روانگرایی بر ساس نقشه ژئومورفولوژی منطقه در ۴ طبقه خطر(زیاد، متوسط، کم و بی خطر) دسته بندی شد (شکل ۶). بر اساس این نقشه ۲۸/۶ درصد (۲۴۹ کیلومتر مربع) از محدوده مورد مطالعه از لحاظ ژئومورفولوژیکی دارای خطر زیاد روانگرایی، ۶ درصد (۷۲ کیلومتر مربع) از محدوده مورد مطالعه دارای خطر متوسط، ۸ درصد (۹۸ کیلومتر مربع) از محدوده مورد مطالعه دارای خطر کم و ۵۵/۲ درصد (۶۹۵ کیلومتر مربع) از لحاظ ژئومورفولوژیکی بدون خطر روانگرایی می باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

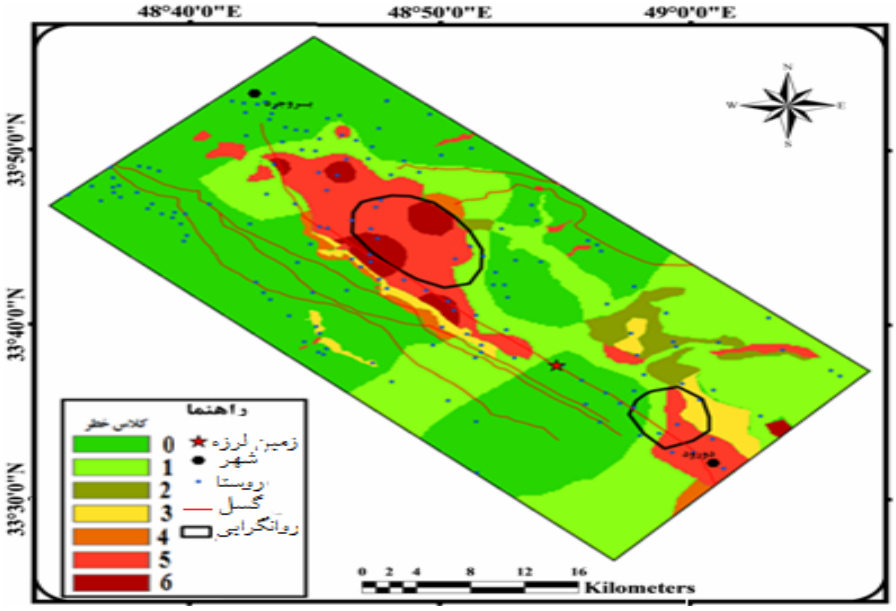


شکل (۶) نقشه پهنه بندی خطر روانگرایی بر اساس نقشه ژئومورفولوژی

نتیجه گیری

با انطباق سه لایه ویژگیهای لرزه زمین ساخت، عمق آب زیرزمینی و نقشه زمین شناسی، نقشه روانگرایی محدوده مورد مطالعه تهیه شد. با توجه به این که لایه اول یعنی استعداد لرزه ای برای تمام منطقه یکسان وجود دارد این لایه برای تمام منطقه به صورت یک لایه مستعد روانگرایی در نظر گرفته شده و نقشه پهنه بندی روانگرایی براساس امتیاز دهی نقشه ژئومورفولوژی و عمق آب زیر زمینی حاصل شد. برای این کار در هر دو لایه به بیشترین میزان خطر امتیاز۳، به خطر متوسط امتیاز ۲، به خطر کم امتیاز ۱ و به مناطق بدون خطر امتیاز صفر داده شده است. در نقشه پهنه بندی خطر میزان خطر هر پهنه از جمع امتیازات لایه هایی حاصل می شود که با آن همپوشانی دارند. بنا بر این نقشه پهنه بندی نهایی میزان خطر روانگرایی را در ۷ کلاس نشان می دهد که در آن کلاس ۶ دارای بیشترین خطر و کلاس صفر دارای کمترین میزان خطر می باشد(شکل ۷).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل (۷) نقشه نهایی پهنه بندی خطر روانگرایی در محدوده مورد مطالعه و موقعیت روانگرایی های ناشی از زمین لرزه سال ۱۳۸۵ که در روی آن مشخص شده است

بر اساس نقشه پهنه بندی خطر روانگرایی محدوده موردمطالعه ۷ درصد (۸۲ کیلومتر مربع) از محدوده مورد مطالعه در منطقه خطر روانگرایی کلاس ۶، ۲۱درصد (۲۵۵ کیلومتر مربع) در محدوده خطر کلاس ۵، ۵ درصد (۵۲ کیلومتر مربع) در محدوده خطر کلاس ۴، ۴ درصد (۴۶ کیلومتر مربع) در محدوده خطر کلاس ۳، ۵ درصد (۵۷ کیلومتر مربع) در محدوده کلاس خطر ۲، ۳۰ درصد (۳۶۷ کیلومتر مربع) در محدوده کلاس خطر ۱ و ۲۸ درصد از محدوده مورد مطالعه در کلاس خطر صفر قرار می گیرد (جدول۶-۴). طی زمین لرزه سال ۱۳۸۵ که با بزرگای ۶/۲ در مقیای ریشتر در محدوده مورد مطالعه رخ داد در قسمتهایی از بخشهای مرکزی دشت سیلاخور روانگرایی ماسه مشاهده شد. از روی هم گذاری این مناطق با نقشه پهنه بندی روانگرایی منطقه مشخص می شود که این مناطق تاحدود زیادی منطبق بر کلاس خطر ۵ و ۶ می باشند(شکل ۷).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

منابع و ماخذ

۱-امبرسیز. ن. ن. ؛ چ. پ. ملویل.(۱۳۷۰) **تاریخ زمین لرزه های ایران، ترجمه ابولحسن کرده**؛ انتشارات آگاه، چاپ اول.

۲-بوستانی ماوی، داود (۱۳۷۳) **بررسی پتانسیل وقوع روانگرای خاک در ناحیه ای از جنوب و جنوب غربی** ، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده عمران دانشگاه تربیت مدرس.

۳-پاسه، حمید (۱۳۸۸) **مطالعه عددی روانگرایی پی های آبرفتی سدهای خاکی تحت بار گزاری زلزله**، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی عمران – مکانیک خاک و مهندسی پی دانشگاه تربیت مدرس.

۴-پاکزاد،م؛ میرزایی،ن.(۱۳۸۶) **بررسی سازو کار کانونی زلزله ۱۱ فروردین ۱۳۸۵ درب آستانه سیلاخور**؛ مجله فیزیک زمین فضا، (۳) ۳۳، ۷۳-۸۶.

۵-سکوند؛ حبیب (۱۳۸۵) تحلیل و **بررسی مخاطرات ژئومورفولوژیکی ناشی از رخداد زمین لرزه در دشت سیلاخور**، پایان نامه کارشنساسی ارشد جغرافیا طبیعی دانشگاه تربیت مدرس دانشکده علوم انسانی.

۶-شعبانی، رحمت اله(۱۳۷۳) **تحلیل هیدرو مورفولوژی حوضه آبریز سیلاخور بمنظور کاربرد در عمران**، دانشگاه تربیت مدرس

۷-فرزانه، اورنگ (۱۳۷۵) **مطالعه پتانسیل روانگرایی زمینهای ماسه‌ای منطقه بابلسر، پایان نامه کارشناسی ارشد**، مهندسی عمران دانشگاه تهران.

Ambraseys, N.N. (1988) **Earthquake Engineering and Structural Dynamics**, Engineering Seismology, Vol.17, PP.1-105

Dewoolkar.M.M,H.-Y.Ko,R.Y.S.Pak.(2000)**Experimental developments for studying walls with liquefiable backfills**, Soil Dynamics And Earthquake Enginering.no 19.

Helle. S. K., Noralf, R, Bjorg .S.(2007) **Neotectonic faulting and the Late Weichselian shoreline**, gradients in SW Norway, Journal of Geodynamics

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

Karastathis. V.K, Karmis .P, Novikov.T. A, Roumelioti. Z., (2010) **The contribution of geophysical techniques to site characterisation and liquefaction risk assessment**, Case study of Nafplion City, Greece, Journal of Applied Geophysics 72

Kuribayashi, E. and Tatsuoka, F.(1975) **Brief Review of soil liquefection during earthquakes in Japan**, Soils and Foundation, Vol. 15, No. 4.

Liu, Y.and Zio, J.F.(1984) **Seismic Liquefaction of Sand**, Earthquake Press, China (in Chinese).

Mohammad Hosseini, S.M., S.M. and Mosalmanzadeh,A., " Interaction of Sheet Pile Quay walls and the Liquefied Backfill Soils" Electronic Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 9, (EJGE),2004.

Mir Mohammad Hosseini, S.M., Arefpour, B. and Ghasemi, A.(1997) Manual **of zonation on seismic geotechnical hazards**. The Technical Committee for Earthquake Geotechnical Engineering, TC4 Orensea. R.P., I. Morimoto, Y. Yamamoto, T. Yumiyama, H.

Yamamoto, K. Sugawara, (2003) **Study on wall-type gravel drains as liquefaction countermeasure for underground structures**, Soil Dynamics and Earthquake Engineering 23.

Peyret. M, F. Rolandone, S. Dominguez, Y. Djamour5 and B. Meyer, 2008: **Source model for the Mw 6.1, 31 March 2006**, Chalan-Chulan, Earthquake (Iran) from InSAR, Terra Nova, Vol.20, pp.126–133.

Tsutsumi.H, Yasuhiro. S., Andrei.I. (2007**) Late Quaternary faulting along the western margin of the Poronaysk Lowland in central Sakhalin**, Russia, Tecnophysics 405.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

Villy A. Konogianny &StathisC. Stiros, (2003) **Earthquakes and Seismic Faulting Effects on Tunnels**, Turkish Journal of Earth Sciences Vol. 5, pp 12-16.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]