ارزیابی شاخص آسیب‌پذیری ساختگاه در شمال شهر مشهد

یوسف محمدی مقدم*[۱]، ناصر حافظی مقدس[۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین‌شناسی مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

۲-دکتری زمین شناسی مهندسی، دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

Yousefm20@gmail.com

چکیده

در این پژوهش قابلیت آسیب پذیری ساختگاه شمال شهر مشهد در هنگام وقوع زلزله مورد بررسی قرار گرفته است.به طوری که با استفاده از داده های میکروترمور در شمال شهر مشهد و برآورد خصوصیات لرزه ای ساختگاه مورد نظر، به وسیله روش نسبت طیفی مولفه افقی به قائم (H/V) مقدارشاخص آسیب پذیری ساختگاه (Vulnerability indices) را برآورد نموده. بدین جهت برداشت های میکروترمور در ٦٨ ایستگاه در شمال شهر مشهد برداشت گردید سپس مقادیر فرکانس غالب و فاکتور تقویت ساختگاه در هر ایستگاه را تعیین نموده، و با توجه به فرکانس غالب و فاکتور تقویت ساختگاه شاخص آسیب پذیری در هر ایستگاه را بدست آورده.

کلمات کلیدی: شمال شهر مشهد، میکروترمور،شاخص آسیب پذیری(kg)،نسبت طیفی مولفه افقی به قائم (H/V).

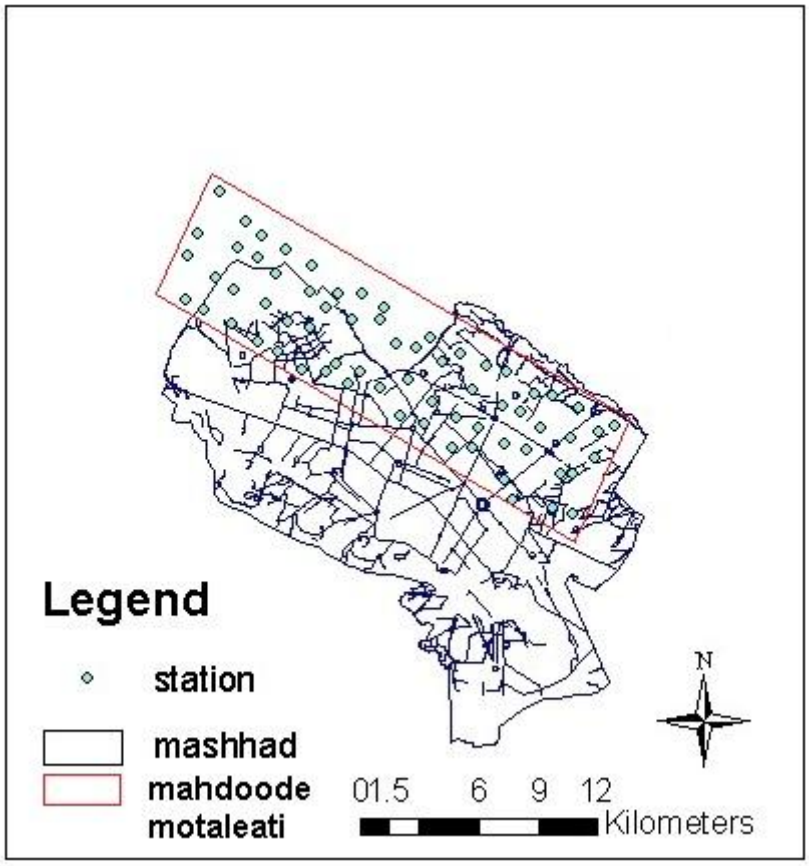
مقدمه

زلزله هر ساله خسارت جانی و مالی زیادی را به جامعه بشری وارد می کند، بررسی الگوی خرابی در زلزله‌های گذشته نشان می دهد، که شرایط خاک در یک ساختگاه ممکن است اثر قابل توجهی روی سطح لرزش زمین و متعاقب آن خرابی‌های وارده، داشته باشد. بخش عمده‌ای از این خرابی‌ها را می توان به وجود نهشته‌های رسوبی دوران کواترنر نسبت داد.که با تعین خصوصیات لرزه ای زمین می توان نقاط ضعف ساختگاه را شناسایی نمود. با افزایش پایداری سازه ها و بناها در مقابل زلزله و شناسایی نقاط ضعف آنها می تواند به طور قابل توجهی خرابی ها و خسارات ناشی از زلزله را کاهش داد (Nakamura Y.,2008). و با توجه به اینکه ساختگاه شهر مشهد بر روی آبرفت های عهد حاضر واقع شده است و حضور گسل توس در محدوده شمالی شهر مشهد و تاثیرات آبرفت برخصوصیات امواج لرزه ای بررسی قابلیت آسیب پذیری ساختگاه محدوده مورد نظر ضروری می باشد. بدین جهت پس از بررسی خصوصیات لرزه ای ساختگاه مورد بررسی نقاط ضعف ساختگاه تعیین و شناسایی شده است. از جمله مطالعاتی که در این زمینه انجام شده می توان به مطالعات انجام شده توسط (Nakamura Y., 2008) اشاره نمود که به بررسی شاخص آسیب پذیری ساختگاه با بکارگیری میکروترمورها پرداخته است.

در این مقاله شاخص آسیب پذیری ساختگاه شمال شهر مشهد با بکارگیری میکروترمورها بدست آمده است، برای این منظور از روش ناکامورا(۱۹۸۹) و معیارهای پروژه (SESAME, 2004) جهت پردازش داده ها استفاده شده است.برای بدست آوردن خصوصیات لرزه ای ساختگاه از روش نسبت طیفی (h/v) میکروترمور (Nakamura .Y.,1989) استفاده گردیده است. در نهایت با استفاده از خصوصیات لرزه ای ساختگاه، مقدار شاخص آسیب پذیری (kg) را بدست آورده.

۱- موقعیت منطقه مورد بررسی

منطقه مورد مطالعه شامل محدوده شمالی شهر مشهد می باشد که جانمایی آن در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.که از اراضی الهیه در غرب شروع شده، و تا التیمور و گلشهر در شرق مشهد ادامه دارد. شهر مشهد از نظر ساختاری بین دو پهنه کپه داغ در شمال و بینالود در جنوب واقع شده است.که بافت سطحی منطقه مورد نظر از رسوبات کواترنری تشکیل شده است. رسوبات غرب منطقه بیشتر ناشی از رسوبگذاری مسیل های است که از ارتفاعات دگرگونی جنوب غرب مشهد سرچشمه گرفته اند، که از رسوبات درشت دانه (شن و ماسه) تشکیل شده و با حرکت به سمت شرق به ترتیب ماسه ای و سیلتی می شوند (حافظی مقدس ن.، ۱۳۸۷).



شکل ۱ – موقعیت منطقه مطالعاتی و ایستگاه های برداشت میکروترمور

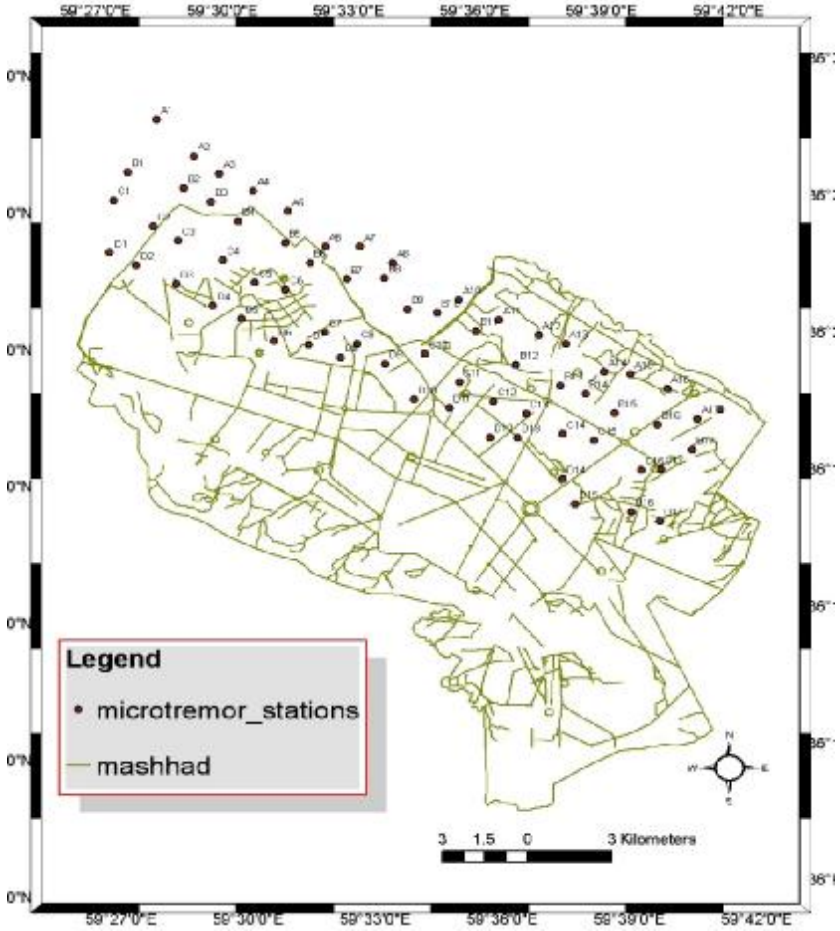
۲- اندازه‌گیری و پردازش ریز ارتعاشات:

معیار انتخاب شبکه اندازه گیری و پیاده کردن نقاط برداشت براساس اطلاعات موجود زمین شناسی و ژئوتکنیکی منطقه بوده است. بر این اساس منطقه به ۶۸ شبکه تقسیم گردید و برداشتها در داخل شبکه ها صورت گرفت. مدت زمان اندازه گیری برای هر برداشت ۱۵ دقیقه با فرکانس نمونه برداری ۱۰۰ دور در ثانیه بود. جهت برداشت میکروترمورها از دستگاه لرزه سنج سه کاناله

SL07 استفاده شده، دستگاه SL07 یک لرزه سنج سه کاناله ساخت شرکت سارا(SARA) ایتالیا است. این لرزه سنج دارای یک رقومی کننده سه کاناله ۲۴ بیتی، یک گیرنده GPS و یک واحد پردازنده مرکزی با قابلیت ذخیره رکوردها است. فرکانس طبیعی این دستگاه ۲ هرتر و با میرایی ۰/۷ می باشد.جهت پردازش ریزارتعاشات از روش نسبت طیفی (nakaruma Y.,1989)استفاده شده، به همین جهت داده ها را وارد نرم افزار Geopsy کرده. که پس از وارد نمودن داده ها به نرم افزار Geopsy، و با اعمال فیلتر باتروورث باندگذر (Butterworth bandpass)و تصحیح خط اساس توسط نرم افزار geopsy و همچنین با اعمال طیف فوریه داده¬ها به قلمرو فرکانس وارد گشته و نسبت طیفی مولفه افقی به قائم را بدست آورده. در نهایت مقادیر فرکانس غالب و دامنه اوج (h/v) را برای هر ایستگاه بدست آورده، که در جدول شماره یک مقادیر فرکانس غالب و دامنه برای ایستگاههای مختلف آورده شده است.و در شکل ۲ موقعیت استگاه های برداشت میکروترمور نشان داده شده است.

جدول ۱-مقادیر فرکانس غالب و دامنه برای ایستگاههای مختلف

station	فرکانس غالب	دامنه (H/V)	kg	station	فرکانس غالب	دامنه (H/V)	kg
A1	1.07	2.2	4.7	C1	0.78	5.0	31.4
A2	0.69	5.2	38.4	C2	0.71	3.0	12.7
A3	0.65	3.9	23.3	C3	0.98	3.0	9.2
A4	0.63	2.6	10.8	C4	0.59	9.1	139.7
A5	0.74	4.7	29.2	C5	0.72	2.2	6.8
A6	0.63	3.2	16.4	C6	0.67	2.2	7.3
A7	0.70	2.4	8.0	C7	0.64	2.3	8.3
A8	0.72	2.0	5.8	C8	0.61	5.6	52.5
A10	0.62	3.3	17.7	C10	1.10	1.3	1.5
A11	0.74	2.7	9.7	C11	0.63	2.2	7.6
A12	0.65	4.8	35.2	C12	0.67	2.2	7.4
A13	0.61	7.3	87.6	C13	0.63	2.1	6.7
A14	0.63	9.1	131.0	C14	0.63	2.2	8.0
A15	0.64	5.2	42.7	C15	0.88	2.4	6.5
A16	0.67	5.7	49.0	C16	0.72	2.2	6.6
A17	4.05	3.8	3.6	C17	0.72	3.8	20.3
B1	0.63	9.0	128.0	D1	1.01	2.2	4.9
B2	0.90	3.5	13.8	D2	1.08	2.6	6.3
B3	0.85	3.3	13.2	D3	1.20	2.1	3.6
B4	0.61	3.1	16.2	D4	1.06	2.1	4.2
B5	0.74	1.7	4.1	D5	0.66	1.3	2.4
B6	0.61	2.4	9.4	D6	0.94	3.3	11.4
B7	0.72	4.7	31.4	D7	0.88	2.5	7.0
B8	0.63	2.8	12.0	D8	0.77	4.6	27.7
B9	0.66	2.4	8.4	D9	0.80	2.6	8.3



شکل ۲ – موقعیت نقاط برداشت میکروترمورها

۳- بحث و بررسی

در این مقاله روش نوینی جهت بررسی سریع و دقیق مقاومت ساختگاه در برابر زمین لرزه با استفاده از میکروترمور (microtermor) و تعیین شاخص آسیب پذیری ساختگاه به کار گرفته شده است. شاخص آسیب پذیری بیانگر تغییرشکل زمین و سازه در زمان وقوع زلزله است، بر طبق بررسی های انجام شده توسط ناکامورا مشخص گردیده که اگر با مطالعه اولیه، نقاط ضعف ساختگاه شناسایی شوند، با اقدامات لازم می توان آسیب سازه ها را کاهش داد. علاوه بر این با محاسبات دقیق بر اساس تخمین دقیق آسیب به هنگام وقوع زمین لرزه، می توان از وقوع فاجعه ثانویه جلوگیری و تا حد قابل ملاحظه ای خسارات را کاهش داد.و اگر این نقاط ضعف را شناسایی کنیم قبل از اینکه زلزله به سازهها خسارت وارد کند می توانیم آنرا تقویت کنیم.علاوه بر این اگر خصوصیات لرزه ای ساختگاه را شناسایی کنیم، توزیع شدت زلزله در منطقه را می توان به دقت تخمین زد.

با توجه به اینکه خسارات وارده توسط زلزله به عواملی از قبیل دوره،قدرت و مدت زمان حرکات لرزه ای بستگی دارد که این پارامترها نیز به خود زلزله بستگی دارند که توسط خصوصیات لرزه ای ساختگاه تحت تاثیر قرار می گیرند. بنابراین نقاط ضعف را می توان توسط شناسایی خصوصیات لرزه ای ساختگاه پیدا کرد.جهت شناسایی خصوصیات لرزه ای ساختگاه از روش نسبت

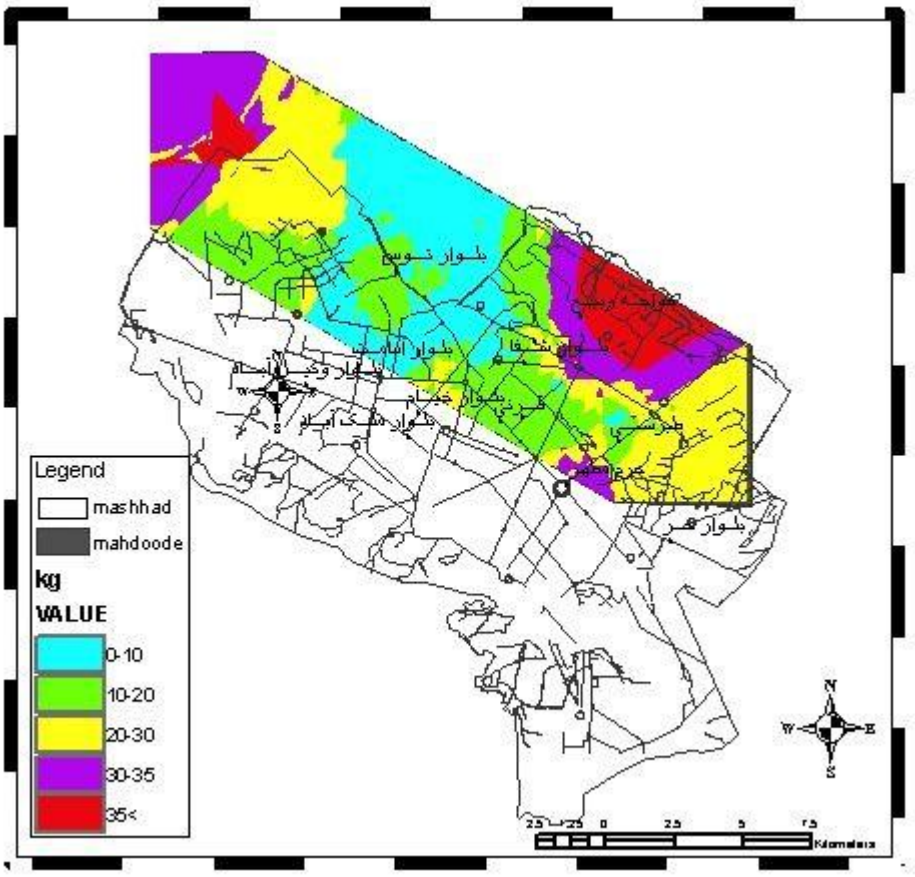
طیفی مولفه افقی به قائم میکروترمور(nakamora Y.,1989) استفاده شده است که خصوصیات لرزه ای ساختگاه در جدول شماره ۱ ارائه شده است و با بررسی نتایج میکروترمور در هر شبکه تطابق خوبی بین نسبت طیفی میکروترمور با ساختارهای زمین-شناسی مشاهده شده است. با توجه به اینکه شاخص آسیب پذیری بیانگر تغییر شکل زمین در زمان وقوع زلزله می باشد،

اگر خصوصیات لرزه ای ساختگاه که بر آسیب زمین لرزه تاثیر دارند به خوبی شناخته شوند، خسارات ناشی از زمین لرزه تا حد زیادی کاهش می یابد. بنابراین kg را می توان به عنوان شاخصی برای بیان تغییر شکل نقاط بررسی شده بیان کرد، که میزان kg در هر ایستگاه با استفاده از رابطه ارائه شده توسط (nakamura Y.,2003)(رابطه1) بدست آمده است.

$$kg=\frac{A^2}{F} \qquad (1)$$

که در اینجا A فاکتور تقویت ساختگاه و F فرکانس غالب بدست آمده با استفاده از دادهای میکروترمور می باشد. میزان kg برای هر ایستگاه در جدول شماره یک آورده شده است.

بنابراین میزان kg در هر شبکه را می توان به عنوان راهکاری جهت پیشگویی آسیب زلزله در آن شبکه در نظر گرفت. طبق نتایج بدست آمده از زلزله(Hokkaido-Toho-Oki 1994) در ژاپن و مقایسه مقادیر kg با میزان خسارت وارده، kg با مقادیر بالا منطبق بر مکانهای است که مستعد آسیب بیشتری هستند. (Nakamura Y.,2003)پس از بدست آوردن میزان kg در هر ایستگاه نقشه شاخص آسیب پذیری منطقه مورد نظر تهیه گردیده است. نقشه شاخص آسیب پذیری منطقه در شکل (۳)نشان داده شده است، با بررسی نقشه بدست آمده به خوبی مشخص می شود که بیشترین میزان kg در محدوده آرامگاه خواجه ربیع که گسل توس سبب بالا آمدن زمین شده است؛ بدست آمده است. که نشانگر آن است که این منطقه مستعد آسیب بیشتری بوده است، و همچنین کمترین میزان kg را بلوار توس دارا می باشد.



شکل ۳ – نقشه شاخص آسیب پذیری منطقه

٤- نتیجه گیری

با تفسیر میزان شاخص آسیب پذیری در محدوده مورد نظر نتایج زیر بدست آمده

-بیشترین میزان شاخص آسیب پذیری(kg) در محدوده آرمگاه خواجه ربیع بود ه، که منطبق بر محدوده عبور گسل توس می باشد.

-کمترین میزان شاخص آسیب پذیری(kg) در حاشیه بلوار توس بدست آمده

-با توجه به این میزان kg بیانگر مقدار تغییر شکل ایجاد شده در زمین می باشد بنابراین میزان kg در هر ایستگاه مبین میزان خسارت وارده در آن نقطه در زمان وقوع زلزله می باشد

۵-منابع

حافظی مقدس، ن.، ۱۳۸۷ ، گزارش ریز پهنه بندی لرزه ای شهر مشهد، سازمان زمین شناسی واکتشافات معدنی کشور مدیریت منطقه شمال شرق.

Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. *Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI)*, V. 30, No.1.

Sesame, (2004). Guidelines for the implementation of the H/V spectralratio technique onambient vibrations-measurements, processing and interpretations,SESAME European research project EVG1-CT-2000-00026, deliverable D23.12.

Nakamura, Y. (2008). SEISMIC VULNERABILITY INDICESFOR GROUND AND STRUCTURESUSING MICROTREMOR