زمین لرزه

شهلا عطایی

زمین لرزه و خطرات مرتبط با آن

زمین لرزه لرزش و جنبش شدید ویا خفیف قشر کر ه ی زمین که به نقصان درجه حرارت مواد مرکزی واحداث چین خو ردگی وفشار یا در اثر انفجارهای اتشفشانی به وقوع می پیوندد.زلزله در حقیقت در بیشتر نواحی اتشفشانی امری عادی است.واغلب قبل ویا هم زمان با انفجار اتفاق می افتد .اصل زلزله تکتونیکی است واحتمالا وجود یک شکست لازمه ان است.موج های زلزله دست کم در سه جهت اتفاق می افتد.ودر یک مساحت قابل ملاحظه از مکان اصلی به طور جداگانه حس میشوند.بالاترین زیان ناشی از زلزله همیشه در مرکز زلزله نیست اما در مکان هایی که موج های زلزله به صورت مایل به سطح می رسند ونزدیک مرکز زلزله باشند دارای بالاترین زیان میباشند.

محلی که منشا زلزله بوده وانرژی از انجا خارج میشود را کانون زلزله ونقطه بالای کانون در سطح زمین را مرکز سطحی زلزله میگویند.

انواع گسل زلزله:سه نوع عمده گسل وجود دارند که ممکن است موجب زلزله شوند.عادی یا نرمال – معکوس وضربه ای –لغزشی.گسل نرمال عمدتا در حوضه هایی رخ میدهد که پوسته مانند مرز واگرا ایجاد میشود.وگسل معکوس در مناطقی که پوسته مانند مرز همگرا که در حال کوتاه شدن است رخ میدهد.وگسل های لغزشی ساختمانهای شیب داری دارند که دو طرف گسل به صورت افقی در کنار یکدیگر میلغزند.

انواع زمین لرزه:زمین لرزه ها ممکن است به طور طبیعی پدید ایند ویا بر اثر رویدادهای ساخت بشر به وقوع بپیوندند.

1-رویدادهای طبیعی (زمین لرزه های زمین ساختی):برخورد یک شهاب سنگ-زمین لرزه های اتشفشانی-زمین لرزه های فرو ریختی-زمین لرزه های اقیانوسی.

2-رویدادهای ساخت بشر (زمین لرزه های القایی):انفجارهای زیرزمینی(ازمایش هسته ای)-زمین لرزه های ناشی از رویدادهای کنترل شده.

زمین لرزه های زمین ساختی:یکی از انواع لرزه با منشا طبیعی است که بر اثر رها شدن ناگهانی انرژی ذخیره شده در اثر برهم کنش دریا یا چند صفحه پوسته ایجاد میشود.

زمین لرزه های اتشفشانی:این نوع زمین لرزه بر اثر باز شدن ناگهانی کانالهایی در پوسته زمین حرکات سریع ماگما-فرو ریختن سقف کانالهای زیرزمینی-مخازن تخلیه شده از ماگماویا بر اثر تراکم بیش از اندازه گاز وفشار ناشی از ان و....ایجاد میشود این زمین لرزه ها گاهی بر روی زمین روی میدهند.که به نام زمین لرزه های انفجاری خوانده میشوند.

زمین لرزه های فرو ریختی :بر اثر فرو ریختن غارها وکانالهای زیرزمینی لرزه هایی ایجاد میشوند .این تکانها همواره بسیار کوچک بوده وتنها اهمیت محلی دارند.

زمین لرزه های القایی :بر اثر ابگیری یا تغییرات ناگهانی سطح اب دریاچه های پشت سدها ترزیق اب یا سیالهای دیگربه داخل زمین ویا استخراج انها مخصوصا در جاهایی که گسل های فعال وجود دارند زمین لرزه هایی ایجاد میشود .در واقع دلیل اصلی این لرزه ها را میتوان بارگذاری سریع بر روی زمین ویا برداشتی ناگهانی بارزیادی از روی زمین ذکر کرد.

زمین لرزه های ناشی از رویدادهای کنترل شده:انفجارهای نظامی وصنعتی ،همچنین امد وشد ویا فعالیتهای ساختمانی،لرزه هایی را ایجاد مینماید که شدت زمان وقوع ومحل انها قابل پیش بینی هستند.

موجهای لرزه ای:پس از اینکه در داخل زمین زلزله ای به وجود اید وانرژی زمین ازاد شده به صورت امواج ارتعاش در کلیه جهات منتشر شده وانرژی زلزله را با خود منتقل میکند امواج زمین لرزه ،با توجه به حرکتشان در داخل یا سطح زمین به دو دسته امواج داخلی یا پیکری وامواج سطحی تقسیم میشوند.

امواج پیکری یا درونی:این امواج در درون زمین حرکت کرده ودر تمامی جهات منتشر میشوند وبا سرعتی بیشتر از موجهای سطحی حرکت میکنند این امواج خود به دو دسته طولی یا اولیه و امواج عرضی یا ثانویه تقسیم میشوند.

امواج طولی یا تراکمی یا اولیه یا p :امواج تراکمی از همه محیط هاییکه توان تحمل فشار را دارند (گازها ،جامدات ومایعات)عبور میکنند ذراتی که تحت تاثیر موج طولی قرار میگیرنددر جهت انتشار موج به جلو یا عقب نوسان میکنند دلیل نامگذاری این امواج به نام امواج اولیه ،سرعت بالای این امواج مباشد چرا که اولین موجی که از زلزله احساس میشود امواج طولی میباشد این امواج با وجود سرعت بالای انتقال چون بسیار سریعتر از سایر امواج (یعنی انرژی خود را از دست میدهند)باعث ایجاد خرابی زیادی در زلزله نمیشوند.

امواج برشی یا ثانویه :این امواج تنها در محیط هایی که میتوانند در برابر تغییر شکل جانبی مقاومت کنند مانند محیط جامد منتشر میگردند .ودر مایعات وگازها منتقل نمیشوند .در این امواج ارتعاش ذرات محیط بر جهت حرکت موج میباشد.

امواج سطحی:امواج سطحی بیشترین انرژی ناشی از تکانهای کم عمق را دارا بوده وعامل اصلی خرابی های ناشی از زمین لرزه میباشند این گروه از امواج پس از تداخل موجهای داخلی در امتداد حد فاصل ها ،شروع به ارتعاش کرده وعمق نفوذ محدودی دارند .از این رو همواره در نزدیکی سطح های ناپیوستگی متمرکز میشوند وبه دو دسته امواج لاو و ریلی تقسیم میشوند.

امواج لاو:این موج شبیه موج برشی است با این تفاوت که ذرات ماده به موازات سطح زمین ودر جهت عمود بر انتشار موج حرکت کرده و ذرات در صفحه قاعم حرکت ندارند .امواج لاو قدری سریعتر از امواج ریلی حرکت کرده و زودتر بر روی لرزه نگاشت ظاهر میشود.

نظریه بازگشت کشسان:بر طبق این نظریه نیروی تغییر شکل دهنده یفعال پوسته زمین که موجب تغییر شکل صفحه ها (خمشدگی،کشیدگی وفشردگی)اصطکاک بین صفحه های برخورد کننده ،گرادیان بالای دما و....میشوند به طرز قابل توجهی در افزایش تنش نقش دارند .این نیروها در قسمتهای سطحی که سنگهار رفتار خمیدگی کمتری از خود نشان میدهند .به تدریج باعث تغییر کشسان سنگ میشوند .ترک خوردن سنگ معمولا از نقطه کانون شروع وبا سرعت حدود سه کیلومتر بر ثانیه در امتداد صفحه منتشر میشود .به این ترتیب انرژی ای که به صورت تنش کشسان در سنگ ذخیره شده بود به طور ناگهانی ازاد شده و ایجاد زمین لرزه میکند.

بزرگی زمین لرزه:بزرگی زلزله برابر است با لگاریتم دامنه حداکثر حرکت در مبنای ده (برحسب میکرون)که توسط لرزه سنج استاندارد ووداندرسون در فاصله صد کیلومتری از مرکز زلزله ثبت شده اند . $M=\log_{10} A$

همچنین جهت تعیین انرژی آزاد شده توسط هر زلزله رابطه ای توسط ریشتر که میزان انرژی آزاد شده بر حسب ارگ را بر اساس بزرگی آن مشخص می کنند.

$\log E=11.4+1.5M$

با یک محاسبه ساده می توان نشان داد که با افزایش یک درجه ای اندازه بزرگی زلزله مقدار انرژی آزاد شده تقریبا 32 برابر میگردد،این مقدار را با اعداد ررمی نشان می دهند و دارای 12 درجه مختلف است.

مرکالی:یک مقیاس زمین لرزه است که برای اندازه گیری شدت یک زلزله را اندازه میگیرد.وبا مقیاس بزرگای گشتاوری که معمولا برای یک زلزله گزارش میشود وشدت زلزله را بر اساس میزان انرژی ازاد شده آن اندازه میگیرد متفاوت میباشد .

اثار زمین لرزه:لرزاندن و گسیختگی زمین :از اثرات اصلی ایجاد شده توسط زمین لرزه ها هستند ومنجر به اسیب ساختمتنها ودیگر سازه های سفت وسخت میشود .شدت عوارض بستگی به بزرگی زلزله ،فاصله از مرکز زلزله وشرایط زمین شناسی محل دارد.تکانهای زمین را با شتاب زمین اندازه گیری میکنند اصولا به دلیل انتقال حرکت لرزه ای از خاک سفت به خاک سطحی نرم ،تمرکز و ذخیره انرژی لرزه ای در کانون زلزله به علت نوعی تنظیم هندسی میباشد

رانش زمین و بهمن :زلزله همراه با طوفان شدید ،فعالیت اتش فشانی ،وبرخورد موج ساحلی واتش سوزی بزرگ میتواند منجر به عدم ثبات شیب زمین وخطر بزرگی در زمین شناسی باشد.

اتش سوزی :زلزله میتواند با صدمه زدن به قدرت برق یا خطوط گاز ،منجر به اتش سوزی میشود .در صورت صدمه به شبکه ابرسانی واز دست دادن فشار ،جلوگیری از گسترش اتش سوزی نیز ممکن است مشکل شود.

روانگرایی خاک :روان گرایی خاک یا شبیه به مایع عمل کردن خاک وقتی رخ میدهد .که به خاطر تکانها دانه های مواد اشباع شده با اب (شن وماسه)به طور موقت استحکام خود را از دست داده واز شکل جامد به حالت روان تبدیل میشوند .روانگرایی خاک میتواند ساختارهای سفت وسخت ،مانند ساختمان وپلها را کج کند یا به ساختارهای فرو رونده تبدیل کند .برای مثال در زلزله الاسکا ،روانگرایی خاک باعث شد ساختمانهای بسیاری فرو ریزند.

سونامی:سونامی(موج هایی بلند با ارتفاع زیاد)امواج طولانی مدت دریا هستند که توسط حرکت ناگهانی حجم زیادی از اب تولید میشوند .سونامی همچنین میتواند هزاران کیلومتر در سراسر اقیانوس حرکت تند ساعتها بعد از زلزله ای که ان را تولید کرده سواحل دور را تخریب کند .

سیل:سیل جزو اثرات ثانویه زلزله است .زلزله ممکن است موجب ریزش خاک کوه شود وجریان رود خانه را مسدود کند ودر نتیجه سیل جاری میشود.

تاثیر زلزله بر سازه های زیر زمینی مانند تونل :تونل های راه اهن حساسیت زیادی در برابر جابه جایی وجود دارد .زیرا امکان قطع شدن ریلها یا مختل شدن سیستم انها به واسطه جابه جایی حاصل از گسلش وجود دارد .جابه جایی برشی در یک پهنه باریک در دو طرف گسل اثار تخریبی شدیدی بر روی سازه های زیرزمینی خواهد داشت.به طور کلی تونلها در برابر زلزله نسبت به سایر سازه های سطحی پایدارترند .چرا که جابه جایی زمین ،دامنه حرکات شتاب وسرعت ذره ای زمین عموما با زیاد شدن عمق ،کاهش میابد.به استثنای فرکانس زلزله که به منبع تولید موج بستگی دارد وتابع عمق زمین نمیباشد .ومیزان جابه جایی ناشی از گسلش در عمق بیشتر از سطح است.

شکل واندازه تونل :اگر درجه مقطع تونل بزرگتر باشد حساسیت ان به زلزله بیشتر است .یکی از موارد بزرگ بودن موضعی تونل ها ،در تقاطع ها وایستگاهای مترو میباشد .همچنین وجود دو یا چند تونل در کنار هم باعث تمرکز تنش های استاتیکی در محیط بین تونل ها میشود .

امواج تولید شده در حین حرکت ،تحت تاثیر خواص زمین قرار میگیرند امواج فشاری وبرشی در سطح برخورد با لایه های مختلف دچار انعکاس وانکسار مشوند وهمین امر باعث افزایش ویا کاهش دامنه نوسانها میشود .و از طرف دیگر وضعیت خاک تحت الا وقتی توپوگرافی یک ناحیه ممکن است عامل افزایش اساسی در جنبش های سطح زمین گردد.

عوامل اسیب رساننده به تونل ها در هنگام زلزله:شامل حرکت گسل های متقاطع با تونل ،لغزش بلوکهای سست ،شکست زمین وریزش خاک ،لرزش وارتعاش و اسیب دیدگی پوشش وتاثیر عوامل ناشی زلزله مانند روانگرایی زمین لغزش هستند
عواملی که بر رفتار تونل تاثیر گذارند عبارت اند از
قطر تونل –عمق تونل –نوع خاک (رسوبی،سنگی)طبیعت پوشش تونل ومنطقه قرار گیری تونل.

امواج اولیه که به موازات محور طولی تونل یا سازه زیرزمینی انتشار می یابند تونل را در جهت طولی دچار فشار یا کشش میکنند که میتواند باعث ایجاد ترکهای کششی یا خرد شدگیهای فشاری در امتداد ان گردد .امواج برشی که بخش اصلی انرژی را منتقل میدهند چنان چه در جهت طولی انتشار یابند باعث ارتعاش در جهت عمود بر محور تونل شدهویا ایجاد جابه جایی های برشی اسیب های زیادی را به فضای زیرزمینی وارد میکنند چنانچه جهات برخورد این امواج با تونل مایل یا عمود باشد باز هم اشکال دیگری از تغییر مکان در فضای زیرزمینی ایجاد میگرد در حالی که گستیختگی های ناشی از گسلش یا زمین لغزه معمولا جهت تغییر شکل از بررسی های ساختگاهی قابل پیش بینی است.

گسلش در واقع عامل ایجاد کننده زلزله است در حوزه های مختلف مهندسی عمران وساخت وساز در مطالعات اسیب پذیری شهری به دلیل محدود بودن ابعاد سازه ها واحتمال بسیار کم تقاطع این سازه ها خط گسلش این قسمت از اهمیت زیادی بر خوردار نیست ولی در حوزه تونل سازی ،به دلیل ویژگی اصلی این سازه ها که طو لانی بودن انها میباشد احتمال تقاطع این سازه ها با محل گسلش بسیار زیاد واجتناب ناپذیر است.

بیشینه شتاب زمین :از معیارهای مهم در طراحی وعلت اصلی اسیبها ،بیشینه شتاب زمین در هنگام زلزله میباشد که بر اساس ضریبی از شتاب جاذبه زمین سنجیده میشود .علاوه بر این معیارهای دیگری از جمله بیشینه سرعت ذره ایدر سطح زمین در تعیین میزان خرابی ها تعریف شده اند .به طور کلی بررسی ها نشان میدهند که اگر شتاب سطحی بیشینه تا 0.2 باشد اسیبی به تونل وارد نمیشود ولی اگر این شتاب بین 0.2 تا 0.5 باشد صدمات خفیفیف وقابل تعمیر خواهد بود واز 0.5 به بالا اسیبها شدید خواهد بود .

فناوری های نوین مقابله با زلزله در ژاپن :

1-ضربه گیرها :به منظور کنترل لرزشهای وارد امده به ساختمان ،امروزه استفاده از لاستیکهای ضربه گیر ساختار لایه ای در پایه های ساختمان بسیار متداول شده است . این لاستیکها ساده ترین ضربه گیر هایی هستند که میتوان در اکثر ساختمانها نصب وتا حد بسیاری مانع از وارد امدن ضربه به سازه ی بالای ان گردد .در کنار ضربه گیر های لاستیکی به کار گیری نوعی سیستم هیدرو لیکی دیگر که در طبقات فوقانی ساختمان کاربرد دارد نیز استفاده شده است این سیستم که نوعی ضربه گیر هیدرو لیکی است سبب میشود تا جابه جایی های افقی طبقات بالای ساختمان تا 50 درصد مستهلک شود .

2-اتصالات الو روی پلاستیکی :ویژگی اصلی الیاژ الومینیوم وروی قدرت تحمل کشش وفشار متناوب بسیار ودر نتیجه جذب وخنثی نمودن ضربات میباشد از این الیاژ برای ساخت اتصالات سازه استفاده شده است .این اتصالات میتوانند تا دو برابر اندازه اولیه خود کشیده یا فشرده شده بدون انکه شکسته شوند و به این ترتیب بخشهای در طول زلزله در جای خود باقی مانده وسازه سر پا می ماند.

3-سطوح لغزنده :نع اوری دیگر استفاده از سطوح فلزی خاصی است که از جابه جایی اشیا ووسایل داخل ساختمان بر اثر نیروی وارد امده از سطح وناشی از زلزله ممانعت به عمل اورد .وبه این ترتیب از اسیب رسیدن به ساکنین جلوگیری میشود .استفاده از این سطوح ساده فلزی در کف ساختمانهای اداری ومسگونی سبب میشود تا تجهیزات اداری بر اثر زمین لرزه های تا 7 ریشتری کمترین مقدار جابه جایی را داشته واز واژگون شدن انها جلوگیری میکند .

4-تعلیق ساختمان:نو اوری دیگر که به صورت ازمایشی اجرا شده است سیستم تعلیق تمام خانه بر روی بستری از هوا ی فشرده است در این فناوری خانه ای به وزن 80 تن در زمان زلزله به صورت شناور در می اید در این روش وجود یک سنسور ،بروز زلزله را تشخیص داده وبلافاصله هوای فشرده در زیر ساختمان ترزیق میشود وتمامی ساختمان را به اندازه 2 تا 3 سانتیمتر از زمین بلند میکند واز انتقال هر نوع نیرویی به ساختمان جلوگیری میکند .

فواید زلزله :1-موجب رانده شدن مواد معدنی از عمق به سطح میشود .

2-نیروهای به وجود اورنده زلزله باعث ایجاد رشته کوه ها وتنوع در توپوگرافی واب هوای زمین میشود .

3-کمک به زمین شناسان جهت اطلاع از ساختمان داخل زمین

4-معیارهای مهم در پیش بینی فوران اتش فشان ها

نتیجه گیری :علت اصلی زلزله ،گرمای زیاد داخل کره ی زمین است درون زمین بسیار داغ است وحرارت ان به 5 تا 6 هزار درجه سانتی گراد میرسد هر جا که حرارت باشد حرکت هم هست پس حرارت مرکز زمین منتقل میشود به لایه های بالا انها را به حرکت در می اورد .هر جا که لایه ها نازکتر وضعیفتر باشند شکستگیهایی پدید می اید که گسل خوانده میشود در سطح کرهی زمین در مسیر رشته کوه های الپ –هیمالیا که کوهای جوان هستند لایه ها سست وشکننده هستند .

گسل تبریز به دلیل بیشترین ساخت ساز وتراکم جمعیت خطرناکترین گسل ایران است.

طی چند دهه اخیر استانداردهایی برای ساخت ساختمانها در نظر گرفته شده تا مقاومت انها در برابرنیروی امواج زمین لرزه افزایش یابد که از جمله انها میتوان به تقویت مصالح اشاره کرد طراحی بناها به شیوه ای که از انعطاف پذیری لازم برای جذب ارتعاش ها برخوردار باشند بدون انکه تخریب شوند بتوانند ضربه ها را بگیرند ویکی دیگر از مولفه های امادگی در برابر زلزله اموزش مردم با زلزله است.

- **منابع**

1_ طاهری، م. و یزدان ستا، ج، 1387، تحلیل لرزه ای تونل های زیزمینی با مقطع دایره، دومین کنفرانس ملی سد و نیروگاه های برق آبی

2_ سایت رسمی ویکی پدیا