# زلزلہ مُزاحِم عمارتیں

# Earthquake-safe Buildings

ترقی پذیر ملکوں میں مکانوں کو زلزلے سے محفوظ رکھنے کے بارے میں معلوماتی مضامین

*اینڈریو چارلسن*

*پہلا ایڈیشن، مارچ ۲۰۲۲ء*

**شائع کردہ: ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا، EERI کے ذریعے**

EERI

This tutorial was first published by the Earthquake Engineering Research Institute, a nonprofit corporation, in 2022. The Earthquake Engineering Research Institute is the leading non-profit membership organization dedicated to understanding earthquake risk and increasing earthquake resilience in communities worldwide.

This tutorial was written and reviewed by volunteers, all of whom participate in EERI and IAEE's World Housing Encyclopedia project.

Any opinions, findings, conclusions, or recommendations expressed herein are the author's and do not necessarily reflect the views of any organization.

Copies of this publication may be downloaded from the World Housing Encyclopedia website at http://www.world-housing.net/.

This publication is intended to be translated into other languages and to be modified as required to suit the conditions in those countries, with acknowledgement to EERI and removal of EERI's logo and branding. Permission from the publisher to disseminate part or all of this publication is unnecessary.

## Acknowledgements:

This document was developed and reviewed by an international team of experts from The World Housing Encyclopedia project, who volunteered their time and knowledge. Comments from the following reviewers have been especially appreciated: Svetlana Brzev, Marjorie Greene, Shannon Spiers, Dustin Cook, Lars Abrahamczyk and Reza Imani. Thanks to Brijhette Farmer for drawing the diagrams. Unless otherwise noted, all photographs were taken by Andrew Charleson. The articles were translated in Hindi by Manish Kumar and J Kavya Harshitha. Anagha C and Anushree reviewed the translated version.

Translation from Hindi into Urdu was done by Mubashshir Ahsan, while Mohammad Aslam and Mohammad Asim reviewed the translated text.

## About the World Housing Encyclopedia:

The World Housing Encyclopedia (WHE) is an Encyclopedia of Housing Construction in Seismically Active Areas of the World, hosted by the Earthquake Engineering Research Institute (EERI) and the International Association for Earthquake Engineering (IAEE). The goals of the WHE are:

- To share knowledge on housing construction practices
- To encourage use of earthquake-resistant technologies
- To develop guidelines and technical resources for improving seismically vulnerable construction
- To offer services and technical support to communities across the world on earthquake resistant housing technologies

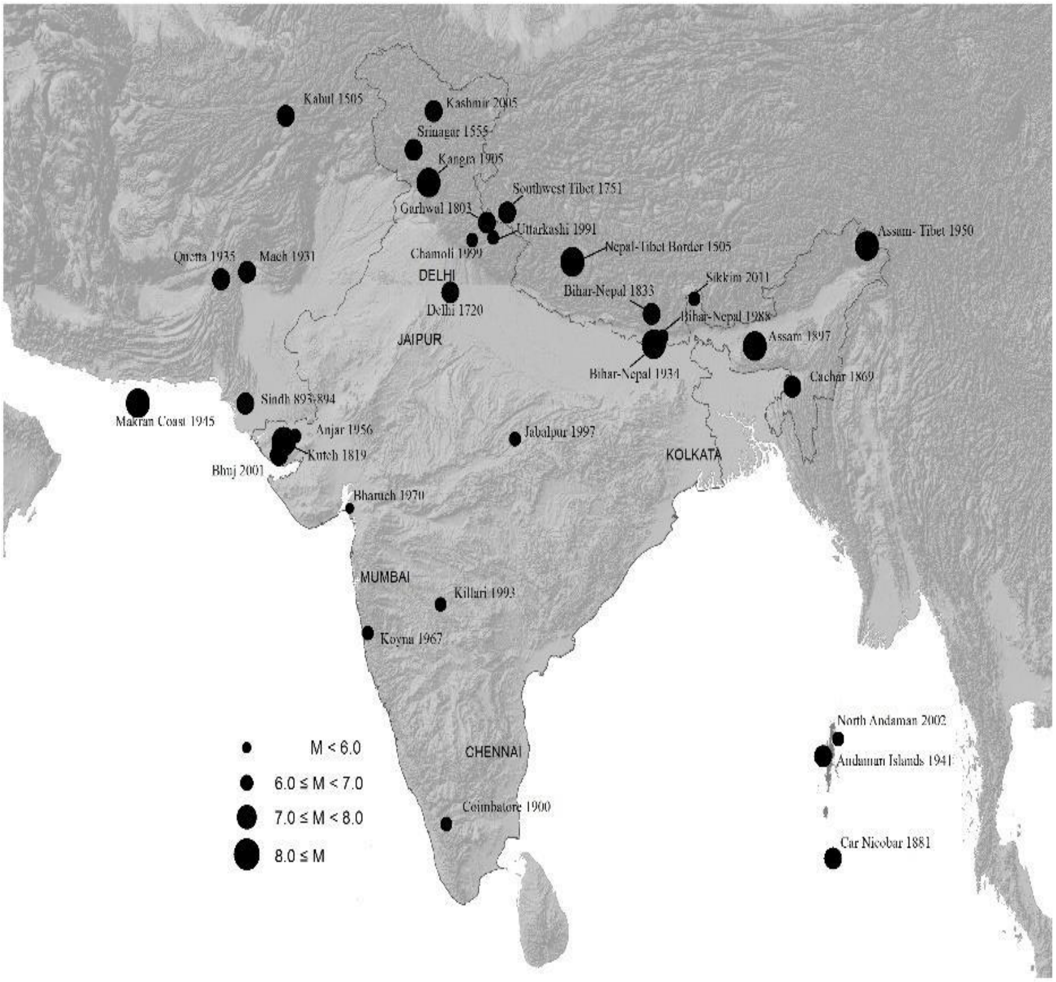
# فہرستِ مضامین

باب (۱): زلزلہ اور بھارت – ایک تعارف
باب (۲): زلزلے سے مکان کی بنیادوں کا تحفظ
باب (۳): زلزلے کا مقابلہ کرنے کے لیے تین ساختی نظام
باب (۴): زلزلے کے دوران ساختی دیواریں سب سے زیادہ مؤثر کیوں ہوتی ہیں؟
باب (۵): کیا دیواریں مکان کو زلزلے سے بچانے میں مدد دیتی ہیں؟
باب (۶): مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کے ستون (column) اور بیم (beam) والی عمارتیں زلزلے میں کیسے کام کرتی ہیں؟
باب (۷): اینٹ کے مکانوں کو زلزلہ مزاحم بنانے کے اصول
باب (۸): مکان کے حصّوں کو جوڑ کر زلزلے سے بچاؤ کی صلاحیت کو بڑھانا
باب (۹): زلزلہ مزاحم مکان بنانے میں مقامی معلومات کا کردار
باب (۱۰): زلزلے کے دوران اینٹ کی دیواروں کا اثر
باب (۱۱): عمارت کے ڈھانچے پر کمزور، لچکدار منزل (soft story) کے اثرات
باب (۱۲): ایک غیرمسلسل(discontinuous) دیوار کا عمارت کی ساخت پر اثر
باب (۱۳): چھوٹے ستون (Short Column) کا تعمیری نظام پر اثر
باب (۱۴): زلزلے کے دوران مکان میں مروڑ (twisting) سے بچاؤ
باب (۱۵): زلزلے کے دوران عمارتیں آپس میں ٹکراتی کیوں ہیں؟
باب (۱۶): عمارت بنانے کے اصول اور طےشدہ ضابطے
باب (۱۷): مکانوں سے جُڑے ضابطوں کی اہم باتیں
باب (۱۸): ضابطوں (codes) کے مطابق بنے مکانوں کے فائدے اور اُس کے حدود
باب (۱۹): مکانوں کی تعمیری منصوبہ بندی کے دوران جائزے کی اہمیت
باب (۲۰): مکانوں کی تعمیر کے وقت جانچ اور نظرِ ثانی کی اہمیت
باب (۲۱): مکان کے غیرتعمیراتی (non-structural) حصوں کو نقصان سے بچانا
باب (۲۲): تعمیر شدہ مکانوں کی زلزلہ برداشت کرنے کی صلاحیت بڑھانا(Retrofitting)
باب (۲۳): مکانوں کو زلزلہ مزاحم بنانے کے جدید طریقے
باب (۲۴): زلزلے سے تحفظ میں شہری منصوبہ بندی (urban planning) کا کردار
باب (۲۵): مکانوں پر سونامی کے اثرات: ایک جائزہ

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۱): زلزلہ اور بھارت – ایک تعارف

زلزلے کیوں آتے ہیں؟ ہم زمین کی سخت اوپری پرت کرسٹ (crust) پر رہتے ہیں۔ کرسٹ اپنی نچلی پرت جس کو مینٹل (mantle) کے نام سے جانا جاتا ہے اور جو کچھ حد تک سیّال ہوتی ہے) کے اوپر آہستہ آہستہ تیرتی رہتی ہے۔ دہائیوں یا صدیوں تک چلنے والے اس عمل میں کرسٹ کے بڑے حصوں کے درمیان تناؤ بڑھتا جاتا ہے۔ پھر ایک جھٹکے کے ساتھ یہ برّاعظمی یا بین البرّاعظمی چٹانیں ایک دوسرے سے تھوڑی الگ ہو جاتی ہیں۔ اس کی وجہ سے کرسٹ میں لرزش پیدا ہوتی ہے، جسے ہم زلزلے کی شکل میں دیکھتے ہیں۔ بھارت میں زلزلوں (تصویر (۱) دیکھیں) کی وجہ سے جان و مال کا کافی نقصان ہوا ہے۔

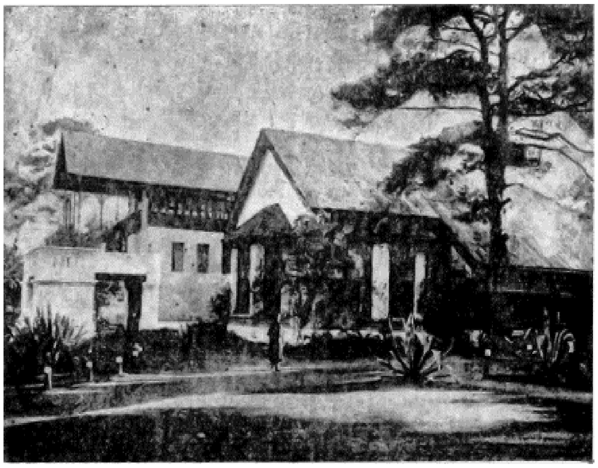



تصویر (۱) ۔ برّ صغیر ہند میں آئے کچھ بڑے زلزلے

*)adopted from Jain 2016 under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License available at http://creativecommons.org/licenses/by/4.0(*

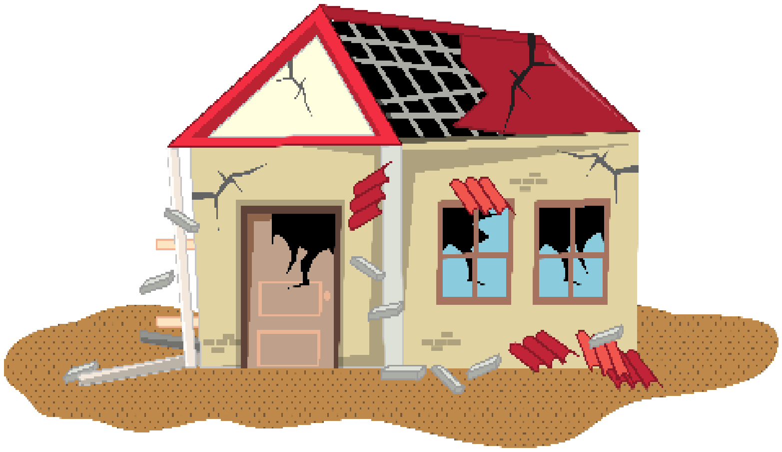
بھارت کے شمالی اور شمال مشرقی حصوں جیسے جموں، کشمیر، لداخ، ہماچل پردیش، پنجاب، دہلی، اتراکھنڈ، اتر پردیش، بہار، مغربی بنگال، آسام، سکّم، اور منی پور میں درمیانے سے شدید درجے کے زلزلے آتے رہے ہیں۔زلزلے کے دوران زمین کی سطح میں ہر طرف لرزہ پیدا ہوتا ہے۔ہمیں زمین پر کھڑے رہنے میں دقت ہو سکتی ہے۔کبھی کبھی زمین کھسکنے (landslide) اور زمین کے مائع بننے (liquefaction) کا مشاہدہ بھی کیا گیا ہے۔حالانکہ سب سے زیادہ مسئلہ عمارتوں کے ساختی (structural) حصے کو ہونے والے نقصان سے ہوتا ہے۔تصویر (۲) میں ۱۸۹۷ء کے آسام زلزلے کی وجہ سے ایک سرکاری عمارت کو پہنچنے والے نقصان کو دکھایا گیا ہے۔

زلزلے کے دوران عمارتیں ہر سمت میں ہلتی ہیں۔سب سے زیادہ جھٹکے اوپری منزلوں میں محسوس ہوتے ہیں۔اُس وقت عمارتوں کے ساختی حصوں، جیسے دیواروں اور ستونوں میں غیر معمولی دباؤ پیدا ہو جاتا ہے۔اِس کیفیت کو ہم یوں سمجھ سکتے ہیں جیسے ایک شخص سیدھا کھڑا ہو اور کوئی اُسے ایک طرف سے دھکا دے تو اُس کے سر میں پاؤں کی بہ نسبت زیادہ جھٹکا محسوس ہوگا۔اور جب وہ شخص گرنے سے بچنے کی کوشش کرے گا،تو اس کے پاؤں اور جسم کے دوسرے حصوں میں بھی اضافی دباؤ پیدا ہو جائے گا۔اسی طرح عمارت کی دیواروں اور ستونوں پر بھی زلزلے کے دوران دباؤ پڑتا ہے۔بعض حالات میں یہ دباؤ اتنا بڑھ جاتا ہے کہ عمارت گر سکتی ہے،جس سے انسانی جانوں کو خطرہ لاحق ہو سکتا ہے۔


(الف) زلزلے سے پہلے

(ب) زلزلے کے بعد

تصویر (۲): شیلانگ (میگھالیہ) کی ایک سرکاری عمارت جو ۱۸۹۷ء کے آسام زلزلے سے متاثر ہوئی (Oldham 1899)



تصویر (۳)۔ زلزلے کے جھٹکوں کے دوران ایک گھر میں ممکنہ نقصانات

خوشی کی بات یہ ہے کہ زلزلے سے بچاؤ کرنے والے مکان بنانا زیادہ مشکل کام نہیں ہے۔زلزلے کے وقت عمارتوں کو ہونے والے بڑے نقصانات سے بچایا جاسکتا ہے یا کم کیا جا سکتا ہے۔اس کتاب کے اگلے ابواب میں اس موضوع پر تفصیل سے بات کی گئی ہے۔اگر ہم بھارت اور دنیا کے دوسرے ملکوں میں اپنائے گئے اصولوں اور طریقوں پر عمل کریں، اور وقت کے ساتھ اُن میں بہتری لاتے رہیں،تو ہم اپنے آپ کو، اپنے گھر والوں کو، اور آنے والی نسلوں کو زلزلے کے خطرے سے بچا سکتے ہیں۔

بھارت کے زیادہ تر علاقوں میں کسی مکان کی عمر کے دوران زلزلہ آنے کا امکان کافی زیادہ ہے، شاید کسی سڑک حادثے کے امکان سے بھی زیادہ۔ ایسی عمارتیں بنانا جو زلزلے کے اثرات کو برداشت کرسکیں، کوئی دشوار کام نہیں ،بس اُس کے لیے کچھ احتیاط اور تھوڑی سی سمجھ داری کی ضرورت ہوتی ہے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:


Oldham, R. D., 1899. Report on the Great Earthquake of 12th June 1897. Memoirs of the Geological Survey of India, Volume 29, pp. 1-379.

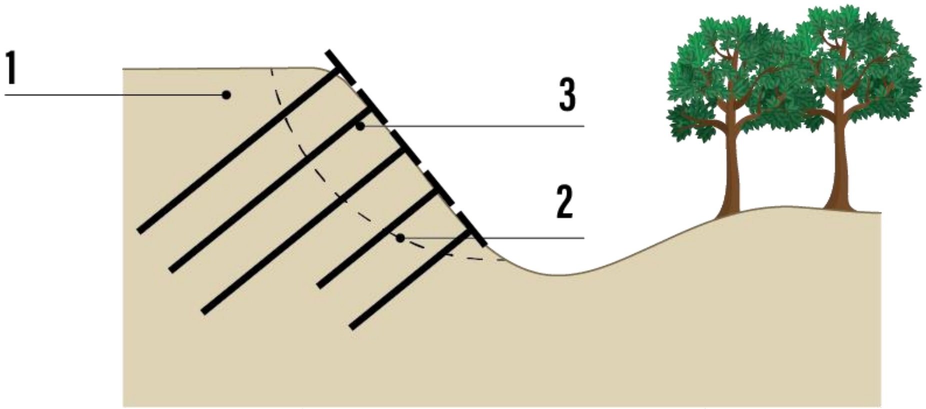
Jain, S. K., 2016. Earthquake Safety in India: Achievements, Challenges and Opportunities, Bulletin of Earthquake Engineering, Volume 14, pp. 1337-1436.

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۲): زلزلے سے مکان کی بنیادوں کا تحفظ

مکان کی تعمیر کے وقت ہماری پوری کوشش ہوتی ہے کہ وہ مضبوط چٹانوں پر بنے تاکہ مٹی اور بنیاد کی مضبوطی سے جڑے مسائل سے بچا جا سکے۔زلزلے کے جھٹکوں کے دوران مٹی کا رویہ بعض اوقات غیر متوقع ہوتا ہے،اور یہ رویہ عمارت کے لیے خطرناک بھی ثابت ہو سکتا ہے۔

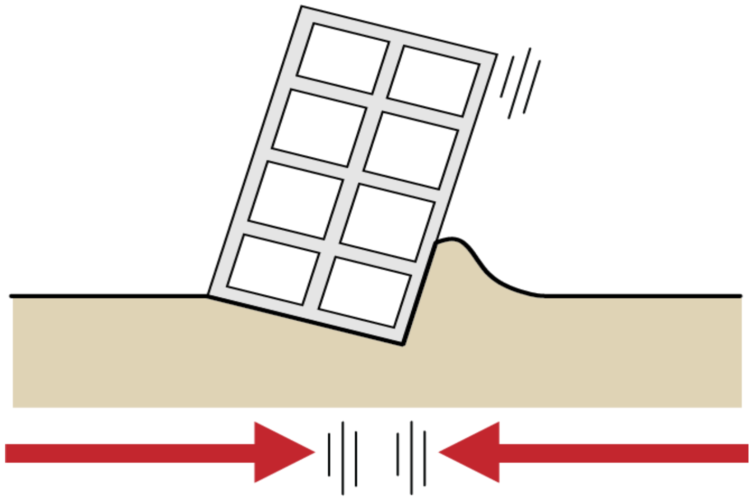
مٹّی اور بنیاد کی مضبوطی کو سب سے زیادہ خطرہ تیز ڈھلانوں سے ہوتا ہے۔ ایسی جگہوں پر زمین کھسکنے (landslide) کا امکان زیادہ ہوتا ہے۔ اور کئی بار بڑی بڑی چٹانیں بھی نیچے لڑھک جاتی ہیں۔ اِن سے مکانوں اور بستیوں کو کافی نقصان پہنچ سکتا ہے۔ تاہم، ان خطرات سے بچنے کے لیے انجینئرنگ حل دستیاب ہیں۔مثال کے طور پر اگر زمین کی سطح پر بارش کے پانی کے نکاس کا بہتر انتظام کیا جائےتو پانی کی وجہ سے زمین کھسکنے کے واقعات کو روکا جا سکتا ہے۔جیسا کہ تصویر (۱) میں دکھایا گیا ہے،لمبے گراؤنڈ اینکرز (ground anchors) کا استعمال کرکے بھی زمین کے کھسکنے پر قابو پایا جاسکتا ہے۔ البتہ اس طریقے پر عمل کرنے میں لاگت زیادہ آ سکتی ہے۔




تصویر (۱) : ایک کمزور ڈھلان کو اسٹیل سے بنے ’’گراؤنڈ اینکرز‘‘ کے ذریعے مضبوط کرنے کی کوشش

کئی بار ہموار زمین پر بھی زلزلے کی وجہ سے بنیاد کے آس پاس کی مٹی میں خرابیاں پیدا ہو جاتی ہیں۔ یہ خاص طور پر تب ہوتا ہے جب مٹی ریتیلی اور کمزور ہو، اور زیر زمین پانی کی سطح بہت اونچی ہو۔ زلزلے کے دوران مٹی اور پانی آپس میں مل کر کیچڑ بن جاتے ہیں۔ اس عمل کو ''زمین کا مائع بن جانا'' (Liquefaction)کہتے ہیں۔ زلزلے کے دوران تیار کیچڑ پر بنے مکان آہستہ آہستہ جھکنے یا دھنسنے لگتے ہیں، اور اکثر مکمل طور پر زمین بوس ہوجاتے ہیں (تصویر (۲) ملاحظہ کریں)۔ انٹرنیٹ پر زمین کے مائع بن جانے کی وجہ سے مکانات پر پڑنے والے اثرات کی بہت سی تصویریں اور ویڈیوز موجود ہیں۔ جیسا کہ ۲۰۱۸ء میں انڈونیشیا کے شہر پالو (Palu) میں آنے والے زلزلے میں دیکھا گیا تھا، کبھی کبھی کئی مکان ایک ساتھ کیچڑ میں بہہ جاتے ہیں یا زمین میں سما جاتے ہیں۔

اوپر بیان کی گئی ممکنہ خرابیوں کو مدِّنظر رکھتے ہوئے یہ ضروری ہے کہ بنیاد کے پاس کی مٹی کی جانچ کی جائے۔ چھوٹے گھروں کے لیے آسان طریقے سے جانچ جا سکتی ہے، لیکن بڑی عمارتوں یا منصوبوں کے لیے زیادہ گہری جانچ کی ضرورت ہوتی ہے۔جانچ کے نتیجوں کی مدد سے ایک سول انجینئر یہ طے کرسکتا ہے کہ مٹی گھر کا وزن سنبھال سکتی ہے یا نہیں۔ عام طور پر ایسے تجربات کے لیےپہلے زمین میں گہرے سوراخ بنائے جاتے ہیں۔ یہاں سے مٹی کے نمونے اکٹھے کیے جاتے ہیں، جس کی لیبارٹری میں جانچ ہوتی ہے۔ اس سے مٹی کی قسم اور مضبوطی کے بارے میں پتہ چلتا ہے۔بڑی تعمیراتی اسکیموں کے لیے کسی زمین کی جانچ کے ماہر انجینئر (Geotechnical) کی مدد لینا ضروری ہے۔ اُس کی مدد سے مٹی کی جانچ کی جاسکتی ہے اور نتیجوں کا تجزیہ کیا جاسکتا ہے۔ اُس سے حاصل ہونے والی جانکاری کی مدد سے یہ طے کیا جاسکتا ہے کہ بنیاد کی ساخت کیسی ہونی چاہیے۔ اگر مکان کسی ڈھلان یا کمزور مٹی پر بنایا جا رہا ہو، تو یہ انجینئر اس کی حفاظت کے لیے خاص مشورے بھی سکتے ہیں۔



تصویر (۲) : زلزلے کے وقت کمزور مٹی کیچڑ میں بدل سکتی ہے، جس کی وجہ سے مکان جھک سکتے ہیں۔

تصویر (۳): لیبارٹری میں جانچ کے لیے مٹی کے نمونے لیے جا رہے ہیں۔

مکان مالکوں کے لیے بنیاد کے آس پاس کی مٹی کی مکمل اور درست جانچ کروانا نہایت ضروری ہے۔ یہ جانچ عمارت کی منصوبہ بندی کےآغاز میں ہی کر لینی چاہیے، تاکہ بعد میں کسی خطرے یا خرابی سے بچا جاسکے۔ یہ جانچ خاص طور پر اُس وقت بہت اہم ہوجاتی ہے جب مٹی کمزور اور ریتیلی ہو۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

**References:**

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier. Chapter 7, pp. 113-123.

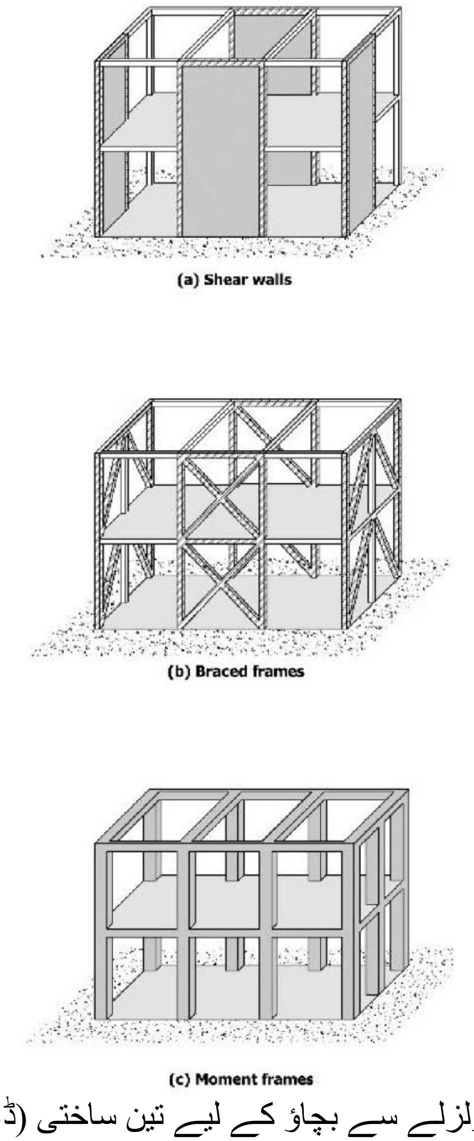
Moller, E., 2016. Demonstrate liquefaction: shaky sediments. Exploratorium Teacher Institute. https://www.youtube.com/watch?v=Kkgt-cPjBwA (accessed 8 May 2020).

Murty, C. V. R., 2005. Earthquake Tip 30: What is important in foundations of earthquake-resistant Buildings? IITK-BMTPC “Learning earthquake design and construction”, NICEE, India. http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip30.pdf (accessed 5 May 2020).

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

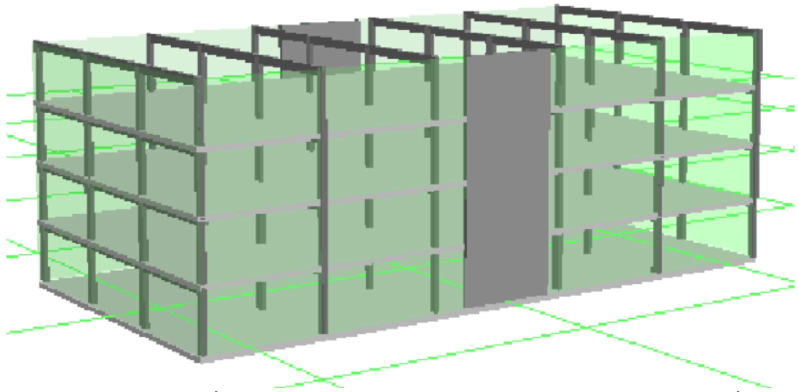
## باب (۳): زلزلے کا مقابلہ کرنے کے لیے تین ساختی نظام

کسی بھی شہر میں عمارتیں مختلف قسم کی ہوتی ہیں۔ کچھ مکان اونچے ہوتے ہیں، کچھ چھوٹے۔ کچھ عمارتیں تنگ جگہ میں بنی ہوتی ہیں،جبکہ کچھ بہت بڑی ہوتی ہیں، جیسے کوئی شاپنگ مال۔ بھلے ہی یہ عمارتیں ایک دوسرے سے کتنی ہی مختلف کیوں نہ دکھائی دیں، لیکن زلزلے کے جھٹکوں کا سامنا کرنے کے لیے یہ تین میں سے کسی ایک ساختی نظام کا استعمال کرتی ہیں۔یہ تین اہم ساختی نظام ہیں:شیئر وال (Shear Wall)، بریسڈ فریم (Braced Frame) اورمومینٹ فریم (Moment Frame) (تصویر (۱) دیکھیں) ۔




تصویر (۱): زلزلے سے بچاؤ کے لیے تین ساختی (ڈھانچاتی) نظام۔

جب کوئی معمار اور سول انجینئر کسی نئی عمارت کا نقشہ بناتے ہیں، تو وہ عام طور پر تصویر (۱) میں دکھائے گئے تین میں سے کسی ایک ساختی نظام کا انتخاب کرتے ہیں۔کبھی کبھی ان میں سے دو نظام ایک ساتھ بھی استعمال کیے جاتے ہیں۔ یہ دونوں نظام الگ الگ سمتوں سے آنے والے زلزلے کے جھٹکوں کا مقابلہ کرتے ہیں (تصویر (۲) دیکھیں)۔اس طرح کے ساختی نظام سے عمارت ہر سمت سے آنے والے زلزلے کے اثرات کو برداشت کرنے کے قابل ہو جاتی ہے۔



تصویر (۲): چھ مومینٹ فریم (Moment Frame) عمارت کی چھوٹی سمت میں زلزلے کا مقابلہ کرتے ہیں، جبکہ دو شیئر وال (Shear Wall) عمارت کی لمبی سمت میں زلزلے کا مقابلہ کرتے ہیں (تصویر میں چھت دکھائی نہیں گئی ہے)۔

ہر ساختی نظام بنیاد سے لے کر چھت تک سیدھا ہوتا ہے۔ شیئر وال، بریسڈ فریم اور مومینٹ فریم کی تعداد کئی باتوں پر منحصر ہوتی ہے، جیسے اس علاقے میں زلزلے کی شدت، عمارت کا سائز، اور اس علاقے میں عمارت کی اہمیت۔ مومینٹ فریم کا استعمال آج کل کافی عام ہے (تصویر ۳ دیکھیں)۔ ان فریموں میں بیم (Beam) اور ستون (Column) آپس میں انتہائی مضبوطی کے ساتھ جُڑے ہوتے ہیں (مزید تفصیل کے لیے باب (۶) دیکھیں)۔ فریم نظام کی ایک اہم خوبی یہ ہے کہ اس کے ذریعے دستیاب جگہ (Space) کا بہتر استعمال ممکن ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر اس نظام میں کھڑکیاں آسانی سے دی جا سکتی ہیں، اور اندرونی سجاوٹ کے مختلف انداز اپنانے کی بھی گنجائش ہوتی ہے۔یہ نظام باقی دونوں ساختی نظاموں کے مقابلے میں زیادہ لچکدار (Flexible) ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے اس میں جھکاؤ (Deflection) اور ممکنہ نقصان کا خطرہ نسبتاً زیادہ ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ ان نظاموں کے تجزیے کے لیے اعلیٰ تکنیکی مہارت کی ضرورت ہوتی ہے، اور تعمیر کے دوران اگر کوئی غلطی ہو جائے تو وہ فریم کی کارکردگی پر نمایاں اثر ڈال سکتی ہے۔مومینٹ فریم عموماً مضبوط کنکریٹ (Reinforced Concrete) یا اسٹیل سے بنائے جاتے ہیں، جبکہ چھوٹے مکانوں میں لکڑی سے بنے فریموں کا بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

تصویر (۳): دو فور-بے (Four-Bay) مومینٹ فریم اس مکان میں زلزلے کی قوتوں کا مقابلہ کریں گے۔ ایسے فریم مکان کی دوسری جانب بھی لگائے جاتے ہیں۔

بریسڈ فریم میں ترچھے ساختی حصے (Elements) ہوتے ہیں، جو بیم اور ستون کے ساتھ مل کر مثلث (تکون) کی شکل بناتے ہیں (تصویر (۴) دیکھیں)۔ یہ حصے عام طور پر اسٹیل سے بنے ہوتے ہیں، اور ان کا استعمال کم اونچائی والی عمارتوں (جیسے کہ گودام) میں عام ہے۔ بریسڈ فریم کی مضبوطی کافی حد تک ویلڈنگ (Welding) کے معیار پر منحصر ہوتی ہے۔ اگر ویلڈنگ درست طریقے سے نہ کی گئی ہو، تو یہ اسٹیل بریسز بڑے زلزلے کے دوران نقصان کا شکار ہو سکتے ہیں۔

تصویر (۴): اوپر دکھائی گئی عمارت میں ایک سمت میں بریسڈ فریم زلزلے کا مقابلہ کرے گا، جبکہ دوسری سمت میں مومینٹ فریم استعمال کیے گئے ہیں۔

شیئر وال یا ساختی دیواریں (structural walls) تینوں ساختی نظاموں میں زلزلے کے مقابلے میں سب سے زیادہ مضبوط مانی جاتی ہیں (تصویر (۵) دیکھیں)۔ دنیا بھر میں زلزلوں

کے دوران ان نظاموں کی کارکردگی سب سے بہتر رہی ہے۔ جتنی زیادہ دیواریں ہوتی ہیں، مکان اتنا ہی مضبوط ہوتا ہے۔ ایسی صورت میں زلزلے کے دوران مکان میں جھکاؤ بھی کم ہوتا ہے۔اونچی عمارتوں کے لیے عام طور پر شیئر وال مضبوط کنکریٹ ( Reinforced Concrete) سے بنائی جاتی ہیں۔ چھوٹے مکانوں کے لیے محصور چنائی کی دیواریں (Confined Masonry)(باب (۴) دیکھیں) کافی سمجھی جاتی ہیں۔ کئی ایسے ملک جہاں اکثر زلزلے آتے ہیں، جیسے امریکہ اور نیوزی لینڈ ، وہاں چھوٹے مکانوں میں پلائی وُڈ (Plywood) یا جِپسم پلاسٹر بورڈ (Gypsum Plasterboard)سے بنی ساختی دیواروں کا بھی استعمال زلزلے کے خلاف مزاحمت کے لیے کیا جاتا ہے۔ خاص تکنیک سے تیار کردہ لکڑیوں، جیسے کراس لیمنیٹڈ ٹمبر (Cross-Laminated Timber)، کا استعمال بھی اب شیئر وال کی طرح مکانات میں بڑھتا جا رہا ہے۔

تصویر (۵): ایک مضبوط کنکریٹ (*Reinforced Concrete*) ساختی دیوار (*structural wall*) ایک سمت میں زلزلے کا مقابلہ کرے گی۔ ایسی ہی ایک دیوار مکان کی دوسری طرف بھی ہونی چاہیے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا (http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل

مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

References:


Braced Frame. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. https://taxonomy.openquake.org/terms/braced-frame-lfbr.

Charleson, A. W., 2008. *Seismic design for architects – outwitting the quake*. Elsevier: Oxford. Chapter 4 "Vertical structure", pp. 63-91.

Moment Frame. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. https://taxonomy.openquake.org/terms/moment-frame-lfm.

Murty, C. V. R., 2005. *How do earthquakes affect reinforced concrete buildings – Earthquake Tip 17*. IITK-BMTPC "Learning earthquake design and construction", NICEE, India. http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip17.pdf (accessed 5 May 2020).

Murty, C. V. R., 2005. *Why are buildings with shear walls preferred in seismic regions?– Earthquake Tip 23*. IITK-BMTPC "Learning earthquake design and construction", NICEE, India. http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip17.pdf (accessed 5 May 2020).

Wall. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. https://taxonomy.openquake.org/index. php/terms/wall-lwal.

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

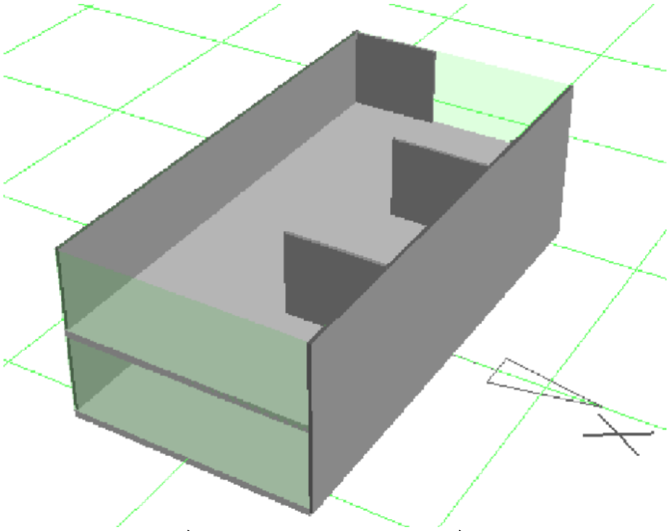
## باب (۴)    : زلزلے کے دوران ساختی دیواریں سب سے زیادہ مؤثر کیوں ہوتی ہیں؟

گزشتہ باب میں اُن تین ساختی نظاموں پر گفتگو کی گئی ہے جو عمارتوں کو زلزلے سے محفوظ رکھنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ان تینوں نظاموں میں شیئر وال (shear wall) ممکنہ طور پر سب سے زیادہ کارآمد ہوتی ہیں، اور تعمیر کے دوران کی جانے والی غلطیوں کا اثر بھی ان پر نسبتاً کم ہوتا ہے۔ دنیا بھر میں زلزلوں کے دوران شیئر وال نظام کی کارکردگی اچھی دیکھی گئی ہے (تصویر (۱) دیکھیں)۔ زیادہ تر صورتوں میں شیئر وال کا استعمال کم اونچائی والے مکانوں میں کیا جاتا ہے۔ درمیانے یا زیادہ اونچے مکانوں میں بنیادی طور پر مومینٹ فریم (moment frame) کا ہی استعمال ہوتا ہے۔ یہ دھیان دینے کی بات ہے کہ زلزلے کے دوران اس قسم کے ساختی نظام کو زیادہ نقصان پہنچ سکتا ہے۔ چلی ایک ایسا ملک ہے جہاں اکثر بڑے زلزلے آتے رہتے ہیں۔ وہاں کے کئی مکانوں میں شیئر وال کا استعمال دیکھا گیا ہے، اور ایسے مکانوں کو زلزلے کے دوران بہت کم نقصان پہنچا ہے۔

تصویر (۱): زلزلے سے متاثر ایک مکان۔سفید اینٹوں سے بنی دیواروں کی وجہ سے نقصان کم ہوا۔اس دیوار کے بالکل سامنے ایک لچکدار ساختی نظام ہے، جس میں بہت زیادہ جھکاؤ (deformation) کی وجہ سے  سامنے کا حصہ ٹوٹ گیا ہے، اور اسے پلائی وُڈ (plywood) سے ڈھانپ دیا گیا ہے۔

شیئر وال میں استعمال ہونے والا مٹیریل مکان کی اونچائی پر منحصر ہوتا ہے۔ایک یا دو منزلہ مکانوں کے لیے (confined masonry)   یعنی مضبوط فریم میں بند کی گئی اینٹوں کی دیواریں (تفصیل کے لیے باب (۷) دیکھیں) استعمال کی جاتی ہیں، کیونکہ یہ طریقہ آسان

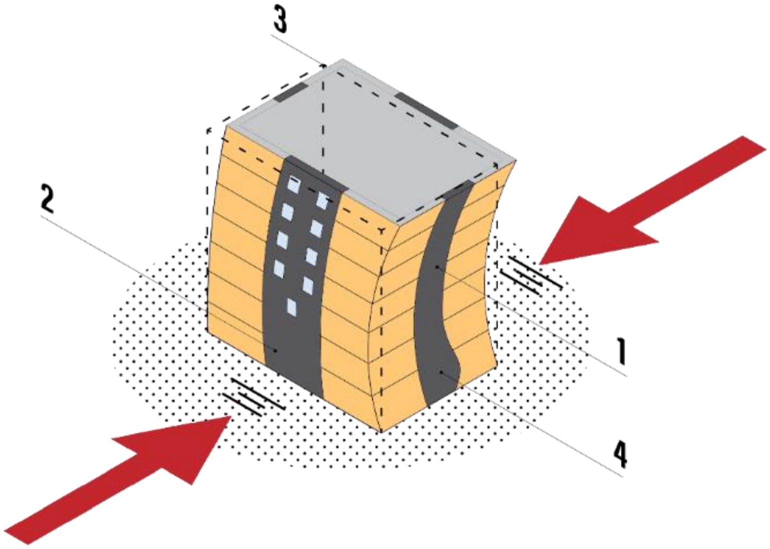
بھی ہے اور کم خرچ بھی (تصویر (۲) دیکھیں)۔ایسے مکانوں میں ٹائی بیم (tie beam) اور ٹائی کالم (tie column) کا سائز مومینٹ فریم (moment frames) کے بیم اور کالم کے مقابلے میں کم ہوتا ہے۔جیسا کہ پہلے بتایا گیا ہے، دیواروں کے استعمال سے مکانوں میں جھکاؤ (deformation) کم ہوتا ہے۔ ایسے مکانوں میں اینٹ کی دیواروں، تقسیم کرنے والی دیواروں، اور مکان کے باقی حصوں میں زلزلے کے دوران کم نقصان ہوتا ہے۔حالانکہ ان مکانوں میں اندرونی سجاوٹ اور قدرتی روشنی کی گنجائش دوسرے مکانوں کے مقابلے میں کم ہوتی ہے۔اس کے علاوہ ان کی بنیاد بنانے میں خرچ بھی زیادہ آتا ہے۔ایسے ملکوں میں جہاں اکثر زلزلے آتے ہیں، وہاں اونچی عمارتوں میں عام طور پر مضبوط کنکریٹ کی دیواریں استعمال کی جاتی ہیں۔یہ دیواریں مضبوط بنیادوں سے شروع ہو کر مکان کی چھت تک جاتی ہیں (تصویر (۳) دیکھیں)۔نیچے کی منزلوں میں ایسی دیواروں کے درمیان کھڑکیاں یا دروازے نہیں دیے جاتے۔مکان کی ہر منزل کا شیئر وال سے مضبوطی سے جُڑا ہونا ضروری ہوتا ہے۔



تصویر (۲): یہ دو منزلہ عمارت کنکریٹ کے فریم میں بند اینٹوں (confined masonry) سے بنائی گئی ہے۔اس میں لمبی دیواریں مکان کی لمبائی والی سمت سے آنے والے زلزلے کا مقابلہ کرتی ہیں،جبکہ تین چھوٹی دیواریں اُن جھٹکوں کو روکتی ہیں جو عمارت پر آڑھی سمت سے آتے ہیں۔اس تصویر میں ستون (columns) اور کمرے تقسیم کرنے والی دیواریں (partition walls) نہیں دکھائی گئی ہیں۔

تصویر (۳): ایک زیر تعمیر عمارت۔دیواریں مختلف سمتوں سے آنے والے زلزلے کا مقابلہ کرتی ہیں۔ایک سمت میں اسٹیل فریم (steel frame) بھی کچھ حد تک مدد کرتا ہے۔

حفاظتی نقطۂ نظر سے شیئر وال کی لمبائی اور موٹائی مناسب ہونی چاہیے۔ پتلی دیواریں زلزلے کے دوران بہت زیادہ مڑ سکتی ہیں اور نقصان کا شکار ہوسکتی ہیں۔ اگر دیواروں کی لمبائی مناسب نہ ہو تو مکان میں جھکاؤ (deformation) کافی زیادہ ہوسکتا ہے۔ اینٹوں سے بنے چھوٹے مکانوں کے لیے لمبائی اور موٹائی سے متعلق رہنما اصول دستیاب ہیں (Meli 2011)۔ اس کے علاوہ اسٹیل کی سلاخوں (steel rods) کو درست طریقے سے رکھنا بھی بہت ضروری ہے (Carlevaro 2018)۔ اونچی عمارتوں کے لیے دیواروں کا ڈیزائن کسی تربیت یافتہ سول انجینئر کے ذریعے ہی تیار کیا جانا چاہیے۔



تصویر (۴): دو پتلی دیواریں زلزلے کا مقابلہ کرتی ہیں۔حالانکہ ان میں جھکاؤ (deflection) کافی زیادہ ہوتا ہے۔دوسری سمت میں نسبتاً لمبی دیواریں زلزلے کا مقابلہ کرتی ہیں۔مکان کی اصل حالت بھی تصویر میں ٹوٹی ہوئی لکیروں (۳) اور (۴) کے ذریعے دکھائی گئی ہے۔اس سے صاف ظاہر ہوتا ہے کہ دیواریں نیچے بنیاد کے قریب کافی زیادہ مڑ رہی ہیں۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا (http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:


Carlevaro, N., Roux-Fouillet, G., and Schacher, T., 2018. Guide book for building earthquake-resistant houses in confined masonry. Guide book for technical training for earthquake-resistant construction of one to two-storey buildings in confined masonry. Swiss Agency for Development and Cooperation Humanitarian Aid and Earthquake Engineering Research Institute. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2018/11/Guide-book-for-building-eq-re-houses-in-cm_version-1806.pdf (accessed December 2019).

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier. Chapter 5, pp. 66-76.

Meli, R., Brzev, S., Astroza, M., Boen, T., et al., 2011. Seismic design guide for low-rise confined masonry buildings. EERI and IAEE. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/08/ConfinedMasonryDesignGuide82011.pdf(accessed April 2020).

Murty, C. V. R., 2005. *Why are buildings with shear walls preferred in seismic regions?– Earthquake Tip 23*. IITK-BMTPC "Learning earthquake design and construction", NICEE, India. http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip17.pdf (accessed 5 May 2020).

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

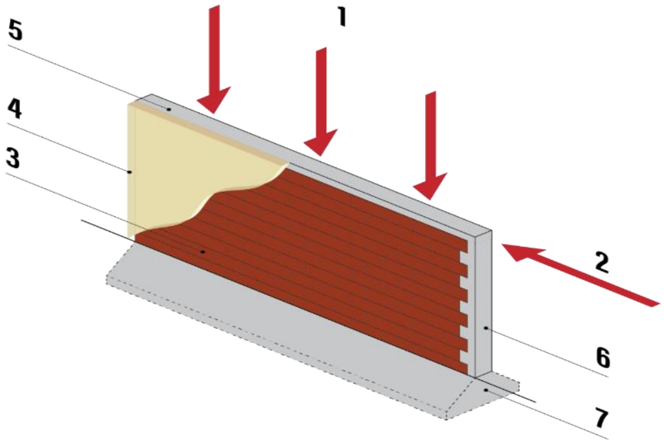
## باب (۵): کیا دیواریں مکان کو زلزلے سے بچانے میں مدد دیتی ہیں؟

دیواریں تقریباً ہر مکان میں ہوتی ہیں۔ یہ ہمیں باہر کے قدرتی حالات، جیسے تیز دھوپ اور بارش سے بچاتی ہیں۔ بھارت میں زیادہ تر دیواریں اینٹوں کی بنی ہوتی ہیں، جن کے اوپر پلاسٹر کرنے بعد اُنہیں رنگا جاتا ہے۔ عام طور پر دیواریں مکان کی باہری حصّوں میں بنائی جاتی ہیں، لیکن کبھی کبھی یہ مکان کے اندر بھی ہوتی ہیں۔ انہی دیواروں میں کھڑکیاں اور دروازے لگائے جاتے ہیں، اور انہی کے درمیان لوگ رہتے ہیں اور اپنے روزمرہ کے کام کرتے ہیں۔ مکان کی چھت اور باقی منزلیں بھی انہی دیواروں پر ٹکی ہوتی ہیں۔

اینٹ کی دیواروں کے کچھ فائدے بھی ہیں اور کچھ کمزوریاں بھی۔ آئیے پہلے اُن کے دو فائدےمند پہلوؤں پر نظر ڈالتے ہیں۔ اینٹ کی دیواریں خاصی مضبوط ہوتی ہیں، اور اپنے اوپر آنے والے وزن کو آسانی سے برداشت کر سکتی ہیں۔ زلزلے کے دوران یہ دیواریں اپنی لمبائی کی سمت میں کافی مضبوطی سے مزاحمت پیدا کر سکتی ہیں۔ ان دیواروں کی زلزلہ مزاحم صلاحیت خاص طور پر اُس وقت زیادہ ہوجاتی ہے، جب اینٹ کی دیواریں پہلے بنائی جاتی ہیں اورپھر اُن کے کناروں پر مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کے بیم (beam) اور ستون (column) ڈھالے جاتے ہیں۔ اس طرح کے محفوظ تعمیراتی نظام کو ''محصور چنائی '' (Confined Masonry[1]) کہا جاتا ہے۔ بھارت میں اس طرح کے سسٹم کا اچھا خاصا استعمال ہوتا ہے۔ کنکریٹ کے بیم اور ستون اینٹ کی دیوار کو دباؤ میں رکھتے ہیں، جس کی وجہ سے یہ دیوار اپنی سطح سے باہر نہیں گرتی (تصویر (۱) اور (۲) دیکھیں)۔ ایسے کنکریٹ کے بیم اور ستون کے بغیر اینٹ کی دیواریں زلزلے کے دوران خاصی غیر محفوظ ہوسکتی ہیں۔

---

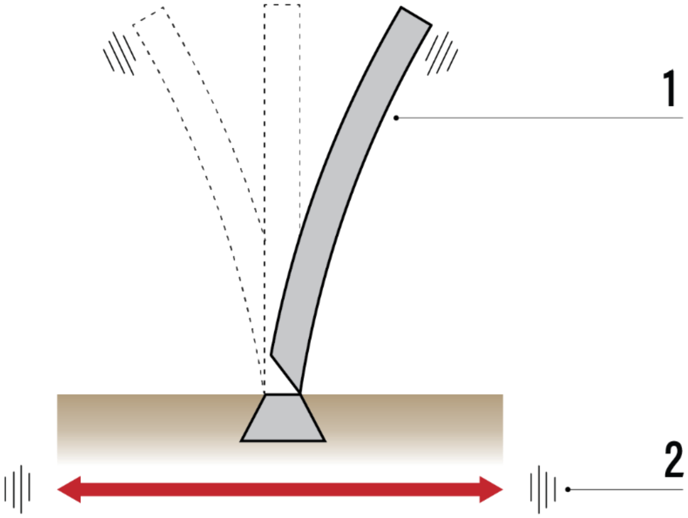
[1] ایک تعمیراتی طریقہ جس میں اینٹ یا پتھر کی دیواروں کو مضبوط کنکریٹ کے ستونوں اور شہتیروں سے گھیر کر زلزلے کے خلاف مضبوط بنایا جاتا ہے۔ یہ طریقہ دیواروں کو بکھرنے سے بچاتا ہے اور عمارت کی پائیداری بڑھاتا ہے۔




تصویر (۱):   ایک دیوار کششِ ثقل سے پیدا ہونے والے وزن (۱) اور اپنی لمبائی کی سمت میں زلزلے سے پیدا ہونے والی طاقت (۲) کو مضبوطی سے برداشت کر سکتی ہے۔ اینٹ (۳) کی دیوار وں پر پلستر (۴) کیا گیا ہے۔ اس دیوار کی بنیاد (۷) دیوار کی پوری لمبائی تک ہوتی ہے۔ اینٹ کی دیوار کو ٹائی بیم (۵) اور ٹائی ستون (۶) کے ذریعے محدود (confined) کیا گیا ہے۔

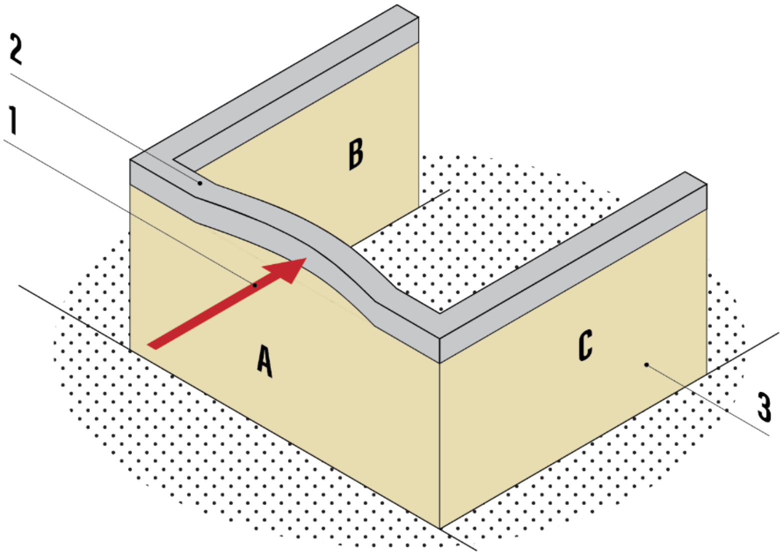
تصویر (۲):   ایک زیرِ تعمیر محصور چنائی (confined masonry) والی عمارت۔

لیکن اینٹ سے بنی دیواروں میں کیا کمزوریاں ہوتی ہیں؟ عام طور پر دیواروں کو آس پاس کی سیدھی کھڑی دیواروں اور چھت کا سہارا ملتا ہے۔ ایسی دیواروں کی زلزلہ مزاحم صلاحیت اپنی موٹائی کی سمت میں بہت کم ہوتی ہے (تصویر (۳) دیکھیں)۔ اس کی مثال تاش کے پتوں سے بنے کسی نازک گھر سے دی جا سکتی ہے۔ اگر کسی ایک پتے کو ایک یا دو پتوں کا سہارا نہ ملے، تو وہ گر جاتا ہے۔ آپ خود بھی یہ تجربہ کر کے دیکھ سکتے ہیں۔




تصویر (۳): دیوار کی پتلی سمت (۱) اس تصویر میں دکھائی گئی ہے، جس کی زلزلہ مزاحم صلاحیت اس پتلی سمت میں کافی کم (۲) ہو سکتی ہے۔

دیواریں ایک دوسرے کو پتلی سمت (dimension) میں زلزلہ مزاحم صلاحیت بڑھانے میں سہارا دیتی ہیں۔ ٹائی بیم (tie beam) کا استعمال بھی زلزلہ مزاحم صلاحیت بڑھانے کے لیے کیا جاتا ہے (تصویر (۴) دیکھیں)۔ دھیان دینے والی بات یہ ہے کہ ان دیواروں اور ٹائی بیم کا آپس میں ۹۰ درجے کے زاویے پر جُڑا ہونا ضروری ہے، ورنہ زلزلے کے دوران دیوار کے گرنے کا خطرہ برقرار رہتا ہے۔ زلزلے کے دوران صرف ٹائی ستون (tie column) (تصویر (۱) دیکھیں) پتلی سمت میں زیادہ مؤثر نہیں ہو سکتے۔




تصویر (۴):    مکان کا ایک حصہ۔ دیوار A کو اپنی پتلی سمت (dimension) میں آنے والے زلزلے (۱) سے بچانے کے لیے دیوار B اور C، نیز  ٹائی بیمز (۲) کا سہارا حاصل ہوتا ہے۔دیوار A کے اوپر والی ٹائی بیم دیواروں B اور C کی ٹائی بیم سے جُڑی ہوئی ہے۔

مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کے مکانوں میں دیواریں مکان کا وزن نہیں سنبھال سکتیں۔ ایسے مکانوں میں ان دیواروں کو زلزلے کے دوران کمزور (پتلی) سمت میں گرنے سے بچانے کے لیے مناسب تدابیر کرنا ضروری ہوتا ہے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس  سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید  ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

References:

Carlevaro, N., Roux-Fouillet, G., and Schacher, T., 2018. Guide book for building earthquake-resistant houses in confined masonry. Guide book for technical training for earthquake-resistant construction of one to two-storey buildings in confined masonry. Swiss Agency for Development and Cooperation Humanitarian Aid and Earthquake Engineering Research Institute.http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2018/11/Guide-book-for-building-eq-re-houses-in-cm_version-1806.pdf (accessed December 2019).

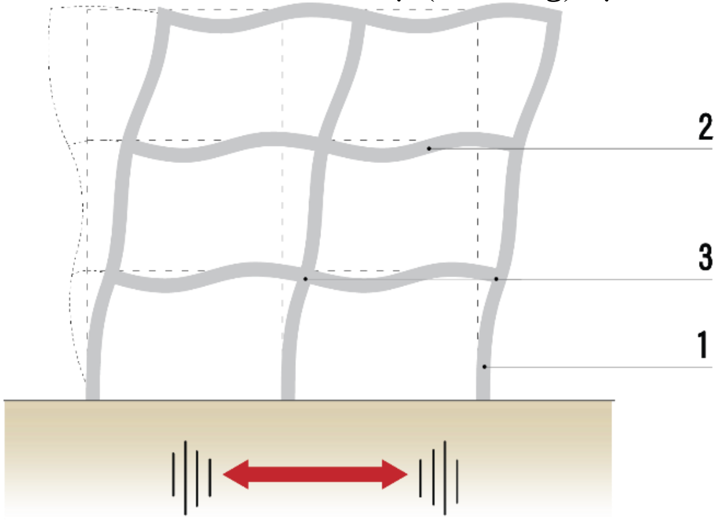
# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۶): مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کے ستون (column) اور بیم (beam) والی عمارتیں زلزلے میں کیسے کام کرتی ہیں؟

جیسا کہ پہلے ذکر کیا گیا ہے، ایک یا دو منزلہ مکانوں میں عام طور پر اینٹ کی دیواروں یا پھر لکڑی کے فریم کے ساتھ اینٹ کی دیواروں کا استعمال ہوتا ہے۔لیکن کئی اونچی عمارتوں میں مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کے ستون (columns) اور بیمز (beams) کا استعمال کیا جاتا ہے، جن پر مکان کی منزلیں (جیسے کہ چھت) ٹکی ہوتی ہیں۔بیم (beam) عام طور پر زمین کے متوازی (parallel) ہوتی ہیں، جب کہ ستون نیچے سے اوپر کی طرف ہوتے ہیں۔ایسے ڈھانچے اسٹیل سے بھی بنائے جا سکتے ہیں، جو مکان کے اپنے وزن اور زلزلے کے دوران پیدا ہونے والی طاقت کا مقابلہ کرتے ہیں۔

سب سے پہلے مضبوط کنکریٹ کے ڈھانچے کو دیکھتے ہیں (تصویر ۱)۔اس میں بیم، ستون، چھت اور باقی منزلیں ہوتی ہیں۔اس ڈھانچے کے بننے کے بعد دیواریں لگائی جاتی ہیں۔دیواروں کے مقابلے میں ستون کافی پتلے ہوتے ہیں۔ساختی نظام (structural system) میں ستونوں کا کردار بہت اہم ہوتا ہے، کیونکہ پورے مکان کا وزن انہی پر ہوتا ہے۔زلزلے کے دوران دائیں بائیں جھٹکوں کی وجہ سے ان ستونوں میں خم (bending) آتا ہے۔یہ ضروری ہوتا ہے کہ ایسی حالت میں ستون کو کوئی نقصان نہ پہنچے،ورنہ پورے مکان کے گرنے کا خطرہ ہوتا ہے۔

تصویر (۱):    زلزلے کی حالت میں بیم اور ستون ہی زلزلے کا مقابلہ کریں گے۔خیال رہے، اِن مکانوں میں ابھی دیواریں اور بیرونی تہہ (cladding) نہیں لگائی گئی ہیں۔




تصویر (۲):    ایک ستون (۱) اور بیم (۲) سے بنی فریم والی ساخت زلزلے کے دوران دائیں بائیں ہلتی ہے۔دھیان دیں کہ خم (bending) بیم اور ستون دونوں میں آتی ہے۔بیم اور ستون کے درمیان کا جوڑ (joint) مضبوط ہونا چاہیے (۳)۔

زلزلے کے دوران ستونوں کی بہتر کارکردگی کے لیے بیم کا سہارا ضروری ہوتا ہے۔یہ بیم فرش (floor) کے مقابلے میں موٹی ہوتی ہیں اور مضبوطی سے ستونوں سے جُڑی ہوتی ہیں۔ان جوڑوں (joints) میں خاص قسم کے آہنی سریے (reinforcement steel) کی ضرورت ہوتی ہے۔بیم اور ستونوں سے بنے فریموں میں ستونوں کو بیم کے مقابلے میں زیادہ مضبوط بنایا جاتا ہے۔یعنی جب ستون مُڑتے ہیں تو بیم بھی اُس کے ساتھ مُڑتی ہے۔اس طریقے سے بنی عمارتیں نسبتاً زیادہ مضبوط اور کم لچکدار ہوتی ہیں، اور ان میں نقصان ہونے کا امکان کم ہوتا ہے۔

چونکہ ستون ایک مکان کے سب سے اہم ساختی (structural) حصے ہوتے ہیں، اس لیے اُن کا محفوظ ہونا نہایت ضروری ہے۔اگر اُن میں زیادہ نقصان ہوا، تو اِس سے مکان کے گرنے کا خطرہ ہوتا ہے۔عام طور پر انجینئر ستونوں کی حفاظت کے لیے دو طریقے استعمال کرتے ہیں۔سب سے پہلی کوشش یہ ہوتی ہے کہ ستون کا سائز بڑا رکھا جائے۔پتلے ستون زلزلے کے دوران آسانی سے مُڑ جاتے ہیں۔اسی لیے ستون کا موٹا ہونا ضروری ہوتا ہے۔اس کے علاوہ ستونوں میں ان کی لمبائی کی سمت میں اور اُس کی عمودی (یعنی زمین کے متوازی) سمت میں کافی مقدار میں اسٹیل کی ضرورت ہوتی ہے (تصویر ۳ دیکھیں)۔زمین کے متوازی سطحوں میں لگائی گئی اسٹیل کی سلاخیں ستونوں کو مُڑنے یا ٹوٹنے سے روکتی ہیں۔

تصویر (۳): کنکریٹ ڈالنے سے پہلے ستونوں میں لگائی گئی اسٹیل کی سلاخیں دیکھی جا سکتی ہیں۔یہ سلاخیں نیچے سے اوپر کی طرف لگی ہوتی ہیں اور مڑنے (bending) کے خلاف مزاحمت کرتی ہیں۔اس کے علاوہ زمین کے ساتھ ساتھ لگی سلاخیں کنکریٹ کو ٹوٹنے اور الگ ہونے سے بچاتی ہیں۔

ستونوں کی حفاظت کا دوسرا طریقہ یہ ہے کہ انہیں بیم سے زیادہ مضبوط بنایا جائے۔اس کی وجہ سے زلزلے کے تیز جھٹکوں کے دوران جان بوجھ کر کمزور بنائی گئی بیم میں پہلے نقصان ہوتا ہے۔یہ نقصان ایک محدود حصے تک ہی رہتا ہے۔اس طرح ستون محفوظ رہتے ہیں۔

ایسی زلزلہ مزاحم ساختیں جن میں ان دونوں طریقوں کا خیال رکھا جاتا ہے، ان میں عموماً ستون بڑے اور بیم ذرا چھوٹی ہوتی ہیں۔اس کے علاوہ ستون اور بیم کے درمیان کے جوڑ (joints) بھی کافی مضبوط بنائے جاتے ہیں۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:

Murty, C. V. R., et al., 2006. At risk: the seismic performance of RC frame buildings with masonry infill walls. California, World Housing Encyclopedia. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/05/RCFrame_Tutorial_English_Murty.pdf (accessed 8 June 2020).

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

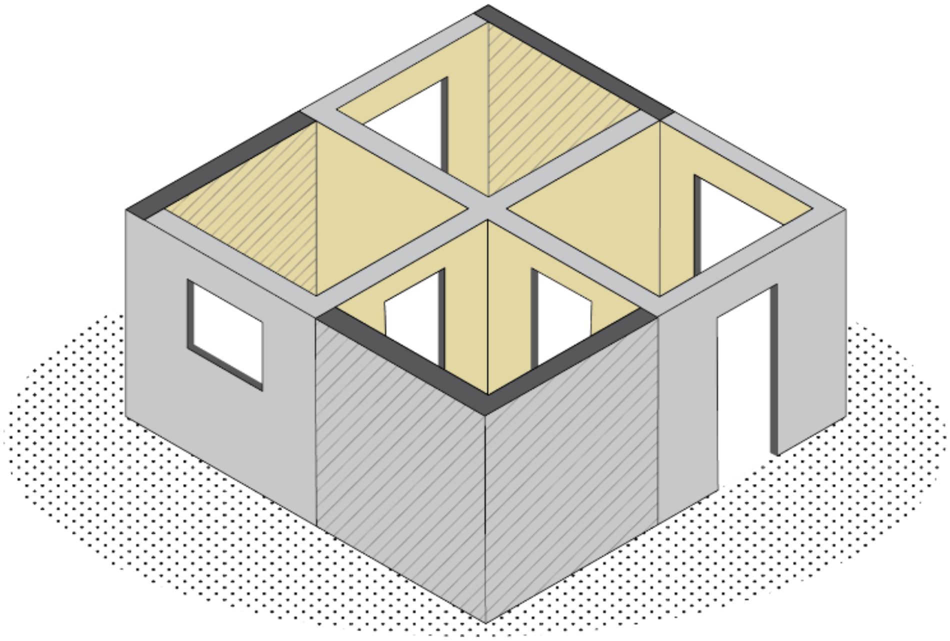
## باب (۷): اینٹ کے مکانوں کو زلزلہ مزاحم بنانے کے اصول

باب (۵) میں اینٹ کی دیواروں کے بارے میں عام معلومات دی گئی ہیں۔ہندوستان میں زیادہ تر چھوٹے مکانات اینٹ کی دیواروں سے ہی بنائے جاتے ہیں۔اُس باب میں یہ بات بیان کی گئی تھی کہ دیواریں اپنی لمبائی کی طرف سے تو مضبوط ہوتی ہیں،لیکن اُن کے سامنے یا پہلو کی سمت نسبتاً کمزور رہتی ہیں۔اینٹ کی دیواروں کو اچھے قسم کے سامان (جیسے کہ سیمنٹ اور ریت) استعمال کرکے مضبوط فریم میں بنی دیوار ( confined masonry)جیسا بنایا جانا چاہیے۔یعنی ہر اینٹ کی دیوار کے چاروں طرف ایک ٹائی بیم (tie beam) اور ٹائی کالم (tie column) ہونا چاہیے۔ہر منزل پر یہ بیم ساتھ والی چھت کے ساتھ ہی ڈالنی چاہیے۔

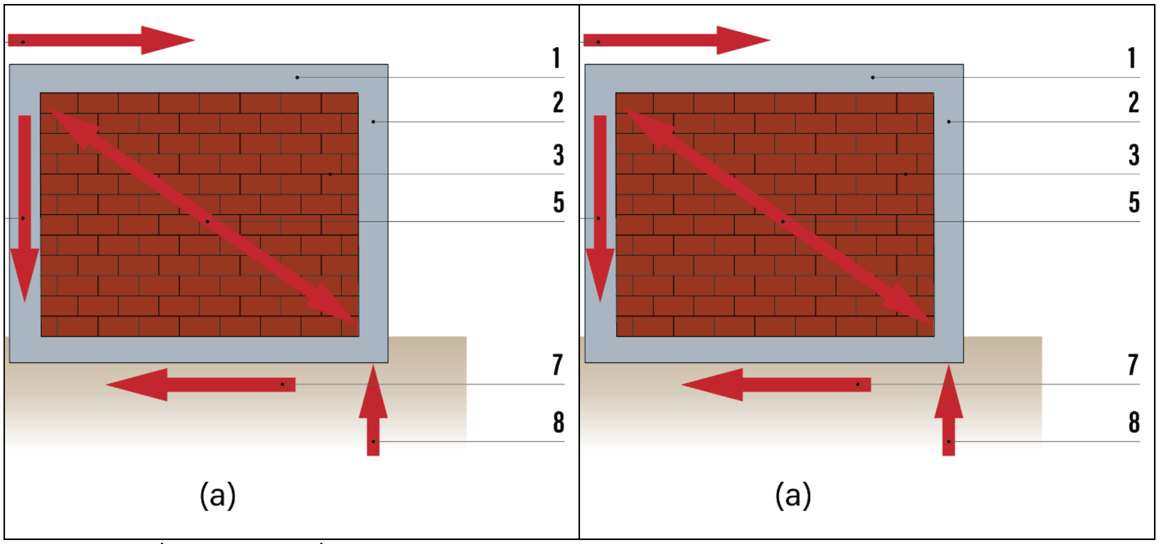
اِن دیواروں کا استعمال ہم چھوٹے مکانوں ، جیسے کہ دو منزلہ عمارت میں کس طرح کریں؟ سب سے پہلی دھیان میں رکھنے والی بات یہ ہے کہ اِن دیواروں کا مقصد مکان کے اندر زلزلہ برداشت کرنے کی صلاحیت کو بڑھانا ہوتا ہے۔ اس لیے ہمیں درجِ ذیل چار اصولوں پر عمل کرنا چاہیے:

1. ہر گھر میں کم از کم دو مضبوط دیواریں ایک سمت میں، اور دو مضبوط دیواریں اُس کے آمنے سامنے والی سمت میں ہونی چاہیے۔ زلزلے کے دوران زمین ہر سمت میں ہلتی ہے، اس لیے مکان کا دونوں اہم افقی (horizontal) سمتوں میں مضبوط ہونا ضروری ہے (تصویر (۱) دیکھیں)۔ اگرچہ ہر دیوار کو محصور چنائی (confined masonry) کے اصول پر بنایا جانا چاہیے، لیکن مضبوط دیواروں میں دروازے یا کھڑکیاں نہیں ہونی چاہیے، کیونکہ اِن کی وجہ سے دیواریں کمزور ہو جاتی ہیں (تصویر (۲) دیکھیں)۔ اس کے علاوہ دیواروں کی موٹائی بھی مناسب ہونی چاہیے، تاکہ وہ پوری اونچائی تک دیواروں کا وزن برداشت کرسکے۔ بہرحال، ہر

مضبوط دیوار کی لمبائی، اُس منزل کی اونچائی کا کم از کم ۵۰/ فیصد ہونی چاہیے۔ اس موضوع پر مزید تفصیل کے لیے Meli (2011) سے رجوع کیا جا سکتا ہے۔



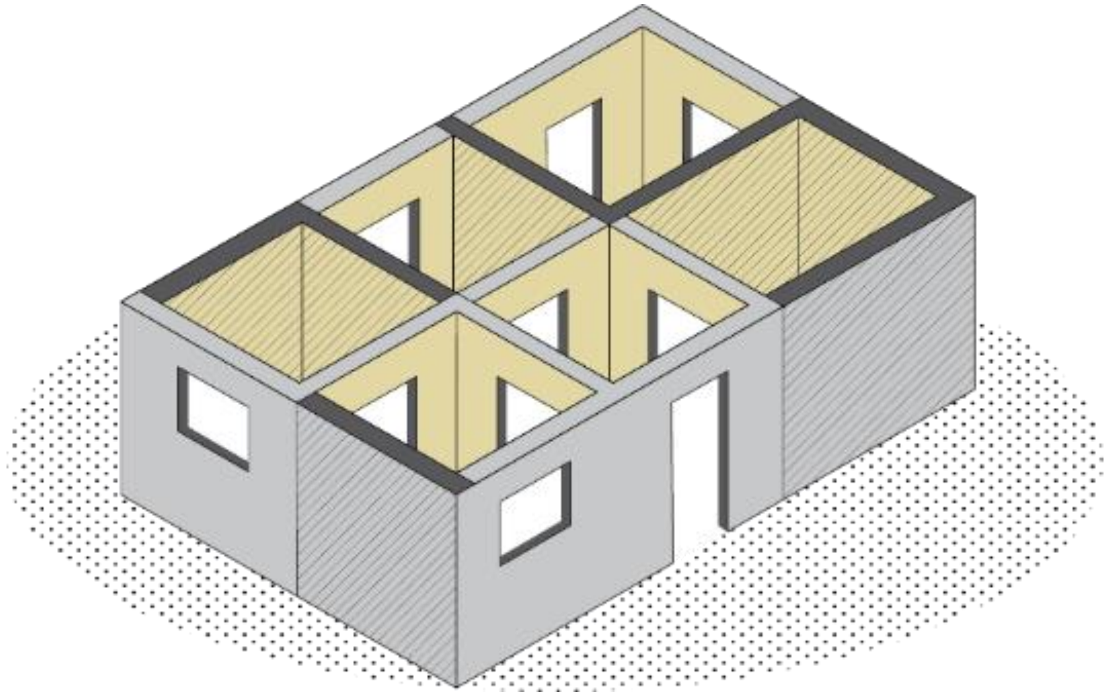
تصویر (۱): اس چھوٹے مکان میں دو مضبوط دیواریں (جنہیں ترچھی لکیروں سے دکھایا گیا ہے، اور جن میں دروازے یا کھڑکیاں بھی نہیں ہیں) زلزلے کے خلاف دونوں بنیادی سمتوں—یعنی دائیں بائیں اور آگے پیچھے کی طرف—سے تحفظ فراہم کرتی ہیں۔




تصویر (۲): ایک محصور چنائی (Confined Masonry) کی دیوار میں ٹائی بیم (۱)، ٹائی کالم (۲)، اور اینٹوں کی دیوار (۳) شامل ہیں۔ یہ دیواریں زلزلے (۴) کا مقابلہ ترچھی (diagonal) سمت میں دباؤ

(۵) اور ٹائی کالم میں تناؤ (۶) کے ذریعے کرتی ہیں۔ آخرکار، زمین خود ہی عمارت کی بنیادوں کے ذریعے، افقی (horizontal) (۷) اور عمودی (vertical) (۸) زلزلے کی طاقتوں کا مقابلہ کرتی ہے۔ اس تصویر کے حصے (b) میں دیوار میں ایک دروازہ دکھایا گیا ہے، جس کی وجہ سے ترچھی سمت میں دیوار کی زلزلہ برداشت کرنے کی صلاحیت متاثر ہوتی ہے۔

2. مضبوط دیواریں پورے مکان کے اندر ہر سمت میں برابر برابرتقسیم ہونی چاہیے (تصویر (۳) دیکھیں)۔ ایک سمت میں زیادہ دُوری پر بنائی گئی متوازی دیواریں زلزلے کے دوران مکان میں ہونے والے مروڑ (twisting) کا مضبوطی سے مقابلہ کرتی ہیں۔ دونوں اہم افقی سمتوں میں لمبی اور موٹی دیواروں کا مناسب تعداد میں ہونا ضروری ہے۔ دیواروں کی لمبائی، موٹائی اور تعداد کو مکان کے سائز اور اینٹوں کے معیار کی بنیاد پر طے کیا جا سکتا ہے۔



تصویر (۳): مضبوط دیواریں مکان کے ہر حصّے میں یکساں طور پر موجود ہیں۔ ایک سمت میں چار تو دوسری سمت میں تین دیواریں زلزلے کے اثرات کو روکنے کا کام کرتی ہیں۔ ان تمام دیواروں کا آپس میں ٹائی بیم کے ذریعے جُڑا ہونا ضروری ہے۔

3. ٹائی بیم دیواروں کے اوپری حصوں کو آپس میں جوڑنے کا کام کرتی ہیں۔ یہ بیم نہ صرف دیواروں کو ایک جگہ محدود (confine) رکھتی ہے، بلکہ دیواروں اور ٹائی کالم کو بھی آپس میں جوڑنے کا کام بھی کرتی ہیں۔

4. کسی ایک سمت کی مضبوط دیواریں بنیاد سے لے کر چھت تک مسلسل ہونی چاہییں۔ مثال کے طور پر کسی دو منزلہ عمارت میں دوسری منزل کی مضبوط دیوار پہلی منزل کی مضبوط دیوار کے ٹھیک اوپر ہونی چاہیے۔ اس کے علاوہ دونوں منزلوں کی دیواریں بھی ایک جیسی ہونی چاہیے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

References:

Boen, T., et al., 2009. Buku saku Persysaratan pokok rumah yang lebih aman. PU and JICA. https://www.jica.go.jp/indonesia/indonesian/office/topics/pdf/buku_saku_0.pdf (accessed 11 April 2020).

Carlevaro, N., Roux-Fouillet, G., and Schacher, T., 2018. Guide book for building earthquake-resistant houses in confined masonry. Swiss Agency for Development and Cooperation Humanitarian Aid and EERI. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2018/11/Guide-book-for-building-eq-re-houses-in-cm_version-1806.pdf (accessed December 2019).

Meli, R., Brzev, S., Astroza, M., Boen, T., et al., 2011. Seismic design guide for low-rise confined masonry buildings. EERI and IAEE. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/08/ConfinedMasonryDesignGuide82011.pdf (accessed April 2020).

Public Works Department, 2016. Izin mendirikan bangunan Gedung, No. 05/PRT/M/2016. http://ciptakarya.pu.go.id/pbl/index.php/preview/55/permen-pupr-no-05-tahun-2016-tentang-izin-mendirikan-bangunan-gedung (accessed 11 April 2020).

For other free and downloadable detailed information, visit https://confinedmasonry.org/.

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۸): مکان کے حصّوں کو جوڑ کر زلزلے سے بچاؤ کی صلاحیت کو بڑھانا

ایک مکان کے کئی حصے ہوتے ہیں۔ کچھ حصے، جیسے کہ فرش، چھت، ستون، بیم اور دیواریں، مرکزی ڈھانچے میں شامل ہوتے ہیں۔ وہیں دوسری طرف، تقسیم کرنے والی دیواریں، بیرونی پردے کی دیواریں، اور سیڑھیاں مرکزی ڈھانچے کا حصہ نہیں ہوتیں۔ اگرچہ مکان میں ان کی ضرورت ہوتی ہے، لیکن ساخت کے لحاظ سے مکان ان کے بغیر بھی کھڑا رہ سکتا ہے۔

کسی زلزلے کے دوران مکان اور اس کے حصے کافی زور سے ہلتے ہیں۔ سب سے زیادہ جھٹکا اُفُقی (horizontal) سمتوں میں ہونے والی لرزش سے ہوتا ہے۔ زلزلے کے جھٹکے کئی بار پورے مکان کو ہی گرا دیتے ہیں۔ دنیا کے کئی ملکوں میں زلزلے کے وقت ایسے بھیانک مناظر دیکھنے کو ملے ہیں۔

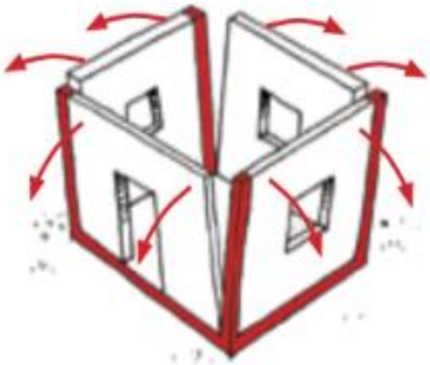
زلزلے کے دوران مکانوں کو ہونے والے شدید نقصان سے بچایا جا سکتا ہے۔ اس کے لیے ضروری ہے کہ مکان کے مرکزی ڈھانچے کے حصوں کو آپس میں جوڑ کر رکھا جائے۔ ایسا ہر فرش اور چھت کے لیے کرنا چاہیے۔ دیواروں کو بھی ہر فرش اور چھت پر ٹائی بیم کے ذریعے باندھنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ ٹائی بیم عام طور پر مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) سے بنی ہوتی ہیں۔ آسان زبان میں کہا جائے تو یہ مکان کو ایک پٹّی (belt) سے باندھنے جیسا ہوتا ہے، تاکہ مکان کے حصّوں کو پھیلنے اور گرنے سے روکا جاسکے۔ (تصویر (۱) دیکھیں)۔

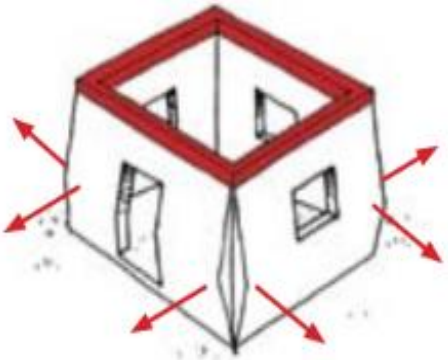
تصویر (۱)۔ زلزلے کے دوران ایک متاثرہ مکان کو ٹائی بیم کے ذریعے جوڑ کر رکھا جا سکتا ہے، جو ایک مضبوط پٹّی (belt) کی طرح کام کرتی ہے۔

دلچسپ بات یہ ہے کہ جب مکان کے فرش مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کے بنے ہوتے ہیں، تو الگ سے ٹائی بیم کی ضرورت نہیں پڑتی۔ ویسے تو فرش کا استعمال لوگوں کے رہنے اور سامان رکھنے کے لیے ہوتا ہے، لیکن جب زلزلہ آتا ہے تو یہی فرش اور چھت اپنی اپنی جگہ پر مکان کو جوڑنے یا باندھنے کا کام بھی کرتے ہیں (تصویر (۲) دیکھیں)۔ ایک فرش یا چھت کی وجہ سے مکان کے حصے ایک ساتھ ہلتے ہیں۔ اس سے مکان کے حصوں کے ٹوٹ کر بکھرنے کا امکان کم ہو جاتا ہے۔ مکان کے حصوں کو جوڑنے یا باندھنے کے لیے چھت میں الگ سے اسٹیل دینے کی بھی ضرورت نہیں پڑتی۔

تصویر (۲)۔ مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) سے بنی ہوئی چھتیں بیم اور ستونوں کو آپس میں جوڑتی ہیں، جس کی وجہ سے زلزلے کے دوران مکان کے تمام حصے اُفُقی سمتوں میں ایک ساتھ جُڑے رہتے ہیں۔

کچھ مکانوں میں فرش اور چھت نہیں ہوتے ہیں، یا پھر لکڑی کے بنے فرش اینٹ کی دیواروں کے سہارے ٹکے ہوتے ہیں۔ ایسے مکانوں میں ایک سطح کو جوڑ کر رکھنا مشکل ہوتا ہے۔ ایسی صورت میں ٹائی بیم بہت کارگر ثابت ہوتی ہیں (تصویر (۳) دیکھیں)۔ یہ بیم مکان کے باہری حصّے اور اس کے اندر کی دیواروں کو آپس میں جوڑنے میں مدد کرتی ہیں۔ اس طریقے سے دیواریں اور ستون زلزلے کے وقت ٹوٹ کر الگ ہونے سے بچ جاتے ہیں۔ ٹائی بیم سے بنے ہوئے فریم ایک فرش یا چھت کے مقابلے میں زیادہ لچکدار تو ہوتے ہیں، لیکن زلزلے کے دوران بہت کارگر ثابت ہوتے ہیں۔





تصویر (۳)۔ زلزلے کے دوران مکان کی دیواروں کو گرنے سے بچانے کے لیے صرف ستون کافی نہیں ہوتے، بلکہ فرش اور چھت کے درجے پر ٹائی بیم کی بھی ضرورت ہوتی ہے۔( *From Guide book for building earthquake resistant houses in confined masonry; World Housing Encyclopedia, 2018* )

حاصلِ کلام یہ ہے کہ بنیاد سے لے کر چھت تک مکان کے ہر درجے پر اُس کے حصوں کو آپس میں جوڑ کر رکھنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ اس کے لیے مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) سے بنی ہموار چھت یا پھر ٹائی بیمیں بہت کارگر ثابت ہوتی ہیں۔

اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا (http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

References:


Bothara, J., and Brzev, S., 2011. A Tutorial: Improving the Seismic Performance of Stone Masonry Buildings. Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, California, U.S.A., Publication WHE-2011-01, 78 pp. www.world-housing.net/tutorials/stone-tutorials (accessed 10 July 2020).

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects – outwitting the quake. Elsevier: Oxford. Chapter “Horizontal structure”, pp. 49-61.

Murty, C. V. R., 2005. Why are horizontal bands necessary in masonry buildings – Earthquake Tip 14. IITK-BMTPC “Learning earthquake design and construction”,

NICEE, India. http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip14.pdf (accessed 5 May 2020).

Swiss Agency for Development and Cooperation SDC, 2018. Guidebook for building earthquake-resistant houses in confined masonry. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2018/11/Guide-book-for-building-eq-re-houses-in-cm_version-1806.pdf (accessed 5 May 2020).

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۹) : زلزلہ مزاحم مکان بنانے میں مقامی معلومات کا کردار

بھارت اور دوسرے ملکوں میں زلزلے کے دوران کئی بار روایتی مکانوں کی کارکردگی جدید مکانوں کے مقابلے میں بہتر دیکھی گئی ہے۔ روایتی مکانوں میں عمارت سازی کا سامان،مکانوں کی بناوٹ اور ڈیزائن کا طریقہ، نیز دیواروں اور ستون جیسے ساختی اجزاء کے درمیان جوڑ، مقامی معلومات کی بنیاد پر طے کیے جاتے ہیں۔

نئے طرز کےمکان بنانے والے انجینئروں اور کاریگروں کو یہ سوچنے کی ضرورت ہے کہ زلزلے سے بچاؤ کی طاقت بڑھانے کے لیے مقامی طریقوں میں سے کون سی باتیں نئے مکانوں میں اپنائی جا سکتی ہیں۔ اس کے لیے ہمیں پرانے روایتی مکانوں کی خاص باتوں پر دھیان دینا ہوگا۔ ان مکانوں میں عام طور پر درج ذیل میں سے ایک یا زیادہ باتیں دیکھنے کو ملتی ہیں:

- لکڑی یا بانس سے بنے فرش، چھتیں اور دیواریں
- مکانوں کا ہلکا ہونا (اگرچہ ہلکی چھت کے فائدے ہیں، لیکن یہ بھی ضروری ہے کہ چھت ٹکڑوں میں نہ بٹی ہو، جیسے کہ ٹائلوں والی چھت)
- بیم اور ستونوں کے درمیان لچکدار جوڑ ہونا ، اور
- مکان اور اس کی بنیاد کے درمیان کمزور یا لچکدار جوڑ کا ہونا

روایتی طریقوں سے بنے ہوئے مکان عام طور پر ہلکے اور لچکدار ہوتے ہیں۔ ایسے مکان زلزلے کے دوران اُفقی سمتوں میں زیادہ حرکت کرتے ہیں۔ اس کے علاوہ اگر یہ مکان اپنی بنیاد سے کمزور طریقے سے جُڑے ہوں، تو زلزلے کے جھٹکوں سے کچھ حد تک راحت مل سکتی ہے۔ موجودہ زلزلہ مزاحم ڈیزائن میں اس قسم کی باتیں کافی مددگار ثابت ہو سکتی ہیں۔ مثال کے طور پر، زلزلے کی شدّت مکان کے وزن کے تناسب سے ہوتی ہے، اس لیے تعمیراتی ساز و سامان کا ممکن حد تک ہلکا ہونا مکان کے لیے بہتر ہوتا ہے۔ زلزلے کے لحاظ سے ایک ہلکا مکان، بھاری مکان کے مقابلے میں زیادہ محفوظ سمجھا جاتا ہے۔

اگر مکان مضبوط مٹی پر بنا ہے، تو اُس کا لچکدار ہونا زلزلے کے لحاظ سے فائدہ مند ہو سکتا ہے۔ حالانکہ اِس میں کچھ نقصان بھی ہے۔ ایسے مکان زلزلے کے دوران اُفُقی سمتوں میں زیادہ ہلتے ہیں (تصاویر (۱) اور (۲) دیکھیں)۔ اس وجہ سے ایسے مکانوں میں نقصان زیادہ ہو سکتا ہے۔ عام طور پر مکان میں بہت زیادہ لچک نہیں ہونی چاہیے۔ مکان اور اس کی بنیاد کے درمیان لچکدار جوڑ فائدے مند ہو سکتے ہیں، بشرطیکہ مکان اپنی بنیاد سے ہر حال میں جُڑا رہے۔''بیس آئسولیشن (base isolation)[1]'' نامی ایک جدید تکنیک (تفصیل کے لیے باب (۲۳) دیکھیں) کا استعمال اہم عمارتوں (جیسے اسپتال) میں کیا جا سکتا ہے۔ اس تکنیک میں زیادہ تر لچک اور اُفُقی جنبش عمارت کی بنیاد کے اوپر رکھے گئے مخصوص آلات (devices) میں ہی جذب ہو جاتی ہے۔ یہ آلات ایسے جھٹکوں کو برداشت کرنے کے لیے ڈیزائن کیے جاسکتے ہیں۔

تصویر (۱)۔ زلزلے کے اُفُقی جھٹکوں کے دوران ایک حد سے زیادہ لچکدار مکان۔

تصویر (۲)۔ روایتی مکانوں کی ایک اور مثال

---

[1] یعنی زلزلے کے جھٹکوں کو بنیاد تک پہنچنے سے روکنے والا نظام

افسوس کی بات ہے کہ پرانے طریقوں کو آج کے مکانوں میں شامل کرنا آسان نہیں رہا۔ اس کی بڑی وجہ یہ ہے کہ آج کے مکان، پرانے مکانوں سے کافی مختلف ہوتے ہیں۔ آج کل زیادہ تر نئے مکان اینٹ اور کنکریٹ جیسے بھاری سامان سے بنائے جاتے ہیں (تصویر (۳) دیکھیں)۔ ایسے مکان عام طور پر کم لچکدار رکھے جاتے ہیں تاکہ زلزلے کے وقت نقصان کم ہو۔ بہرکیف! مکان اور اس کی بنیاد کے بیچ لچکدار جوڑ ڈالنا ایک مشکل اور مہنگا کام ہوتا ہے۔

تصویر 3۔ مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) اور اینٹ سے ایک محصورچنائی (confined masonry) عمارت کی تعمیر۔

بھارت میں کچھ خاص قسم کے تعمیراتی نظام، مثلاً کشمیر میں ''دھجّی دیواری'' (Jain 2016)طریقے نے زلزلے کے دوران بہت اچھا مظاہرہ کیا ہے۔ اس نظام میں لکڑی سے بنا فریم اینٹ کی دیواروں کو مضبوطی سے جوڑ کر رکھتا ہے۔ اس کا اثر کافی حد تک جدید ''محصور چُنائی'' (confined masonry) مکانوں جیسا ہوتا ہے۔

اصولی طور پر مقامی علم اور طریقوں کا استعمال مکانوں کی زلزلہ برداشت کرنے کی صلاحیت بڑھانے کے لیے کیا جاسکتا ہے، لیکن آج کے مکان پرانے مکانوں سے کافی مختلف ہوتے ہیں، اسی لیے زیادہ تر اصولوں کو عملی طور پر استعمال کرنا مشکل ہو جاتا ہے۔ مکان کا وزن کم رکھنا زلزلے کے وقت حفاظت کے لحاظ سے بہت فائدہ مند ہوتا ہے اور یہ بات جدید مکانوں پر بھی لاگو ہوتی ہے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا (http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:

Jain, S. K., 2016. Earthquake Safety in India: Achievements, Challenges and Opportunities, Bulletin of Earthquake Engineering, Volume 14, pp. 1337-1436.

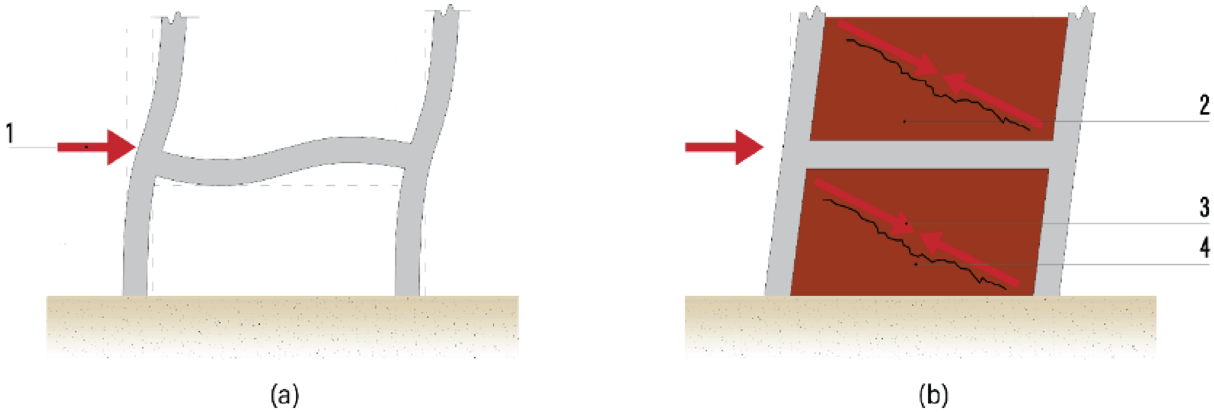
# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۱۰) : زلزلے کے دوران اینٹ کی دیواروں کا اثر

اکثر ایسا ہوتا ہے کہ اینٹ کی دیواروں کا استعمال فریم والی تعمیراتی طرز میں کیا جاتا ہے۔ یہ دیواریں فریم کے بیم (beam) اور ستونوں (columns) کے بننے کے بعد کھڑی کی جاتی ہیں۔ مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) سے بنے فریم عام طور پر زلزلہ برداشت کرنے میں مرکزی کردار ادا کرتے ہیں۔ ان گھروں میں عموماً اینٹ کی دیواروں کو ایک بھراؤ (infill) کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ ایسے مکان بظاہر محصور چنائی (confined masonry) جیسے لگ سکتے ہیں (دیکھیے باب 7)، لیکن یہ دونوں تعمیراتی طریقے آپس میں مختلف ہوتے ہیں۔

اینٹ کی دیواریں مٹی یا کنکریٹ کی اینٹوں سے بنی ہوتی ہیں۔ اِن اینٹوں کو سیمنٹ مورٹار (cement mortar) یا سیمنٹ-چونا مورٹار (cement-lime mortar) سے جوڑا جاتا ہے۔ اگر اِن دیواروں میں چھوٹی کھڑکیاں بھی ہوں، تب بھی یہ دیواریں بنیادی ڈھانچے یعنی مضبوط کنکریٹ فریم (frame) کے مقابلے میں زیادہ سخت اور مضبوط ہوتی ہیں۔ اکثر اوقات اِن کی وجہ سے زلزلے کے دوران نقصان میں کمی آتی ہے، لیکن بعض صورتوں میں ان کا اثر اُلٹا بھی ہو سکتا ہے۔

زلزلے کے جھٹکوں کے دوران بیم اور ستونوں سے بنے فریم مڑتے ہیں اور افقی سمتوں میں جھولتے ہیں (دیکھیے تصویر a1)۔ لیکن اگر فریم کے درمیان اینٹ کی دیواریں ہوں تو یہ دیواریں بھی زلزلے کی طاقتوں اور بیم و ستون میں پیدا ہونے والی مڑنے کی کیفیت (bending) کا مقابلہ کرتی ہیں۔ اس دوران اینٹ کی دیواروں کے ترچھی (diagonal) طرف شدید دباؤ (compression) پیدا ہوتا ہے، جس کی وجہ سے ترچھی سمت میں دراڑیں بھی پڑ سکتی ہیں۔ اِس دباؤ کی وجہ سے بیم اور ستونوں کے جوڑوں (joints) کے آس پاس بھی دراڑیں آسکتی ہیں (دیکھیے تصویر b1)۔ ان ترچھی دراڑوں کی وجہ سے یہ دیواریں عمارت کی سطح کے عمودی رخ میں آنے والے زلزلے کے جھٹکوں سے گر سکتی ہیں۔ بعض اوقات ان دیواروں کے کچھ حصے، یا پوری کی پوری دیوار ہی عمارت کے باہر جا گرتی ہے (دیکھیے تصویر ۲)۔ انٹرنیٹ پر ‘‘masonry infill earthquake damage’’ تلاش کر کے ایسی متعدد تصویری دیکھی جا سکتی ہیں۔

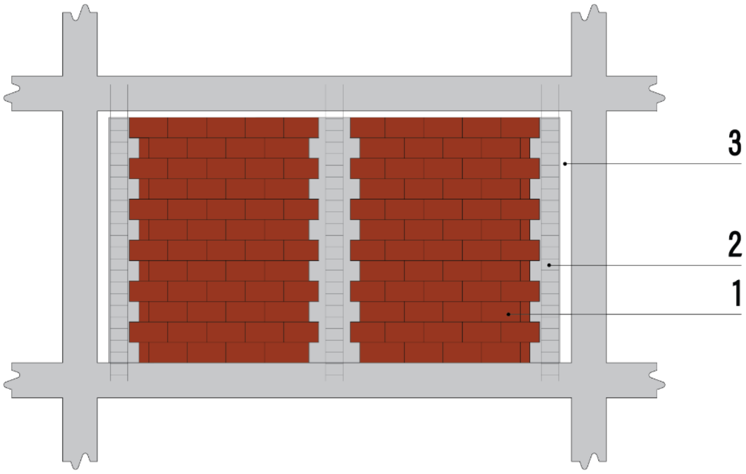



تصویر (۱):(a) بیم اور ستونوں سے بنا ہوا ایک فریم زلزلے کے جھٹکوں کے دوران مڑتا ہے اور افقی سمت میں ہلنے لگتا ہے (۱)۔ (b) اگر فریم کے بیچ میں اینٹ کی دیوار ہو تو اس میں ترچھی سمت میں ایک طرح کی دباؤ والی پٹی (compression strut) بنتی ہے (۳)، جو فریم کے مڑنے اور ہلنے کو کچھ حد تک کم کرتی ہے۔ لیکن اسی دباؤ کی وجہ سے دیوار میں ترچھی دراڑیں بھی پڑ سکتی ہیں (۴)۔

تصویر (۲): زلزلے سے متاثر اینٹ کی دیواریں، جن میں سے کچھ مکان کے باہر گر گئی ہیں۔

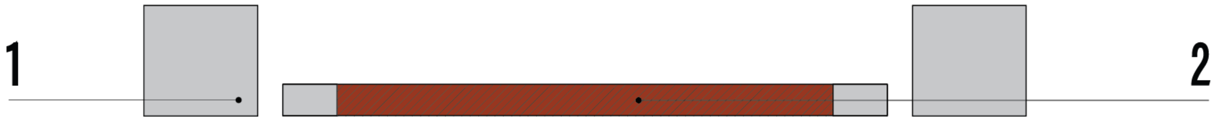
بیم اور ستونوں پر کھڑی عمارت میں اینٹ کی دیواریں (masonry infill walls) مددگار ثابت ہو سکتی ہیں، بشرطیکہ کچھ اصولوں کا خیال رکھا جائے۔ اینٹ کی دیواروں کو عمارت میں متوازن (symmetric) طریقے سے رکھا جانا چاہیے۔ اس کے علاوہ یہ دیواریں زمین سے لے کر چھت تک مسلسل ہونی چاہیے۔ ان دیواروں کو سیدھے کھڑے رہنے کے لیے حفاظت کرنا بھی ضروری ہے، جس کی وضاحت آگے کی گئی ہے۔ آخر میں، یہ بات بھی ضروری ہے کہ جس طرح بیم اور ستونوں کا ڈیزائن کسی ماہر سول انجینئر کے ذریعے کیا جاتا ہے، ویسے ہی اینٹ کی دیواروں کا ڈیزائن بھی ایک قابل انجینئر سے کروانا چاہیے۔

جب اوپر بیان کی گئی شرطیں پوری نہیں کی جاتیں، تو اینٹ کی بھراؤ دیواریں ( infill walls) خود بھی نقصان کا شکار ہو سکتی ہیں، اور ساتھ ہی ستونوں کو بھی نقصان پہنچا سکتی ہیں۔ ایسی صورت میں کسی عمارت کے اندر زلزلے سے بچاؤ کے طریقے بہت کم رہ جاتے ہیں۔ ایک راستہ یہ ہے کہ اینٹ کی دیواروں کی جگہ ہلکی اور لچک دار آگ سے بچاؤ والی مواد، جیسے سیمنٹ کی تختی (cement board)کو بھراؤ کے طور پر استعمال کیا جائے۔ اس کے علاوہ شیشےکی پرت (glazing) کا استعمال بھی کیا جا سکتا ہے۔ اس طریقے سے عمارت کے اصل ڈھانچے کو نقصان سے بچایا جاسکتا ہے۔بعض اوقات اینٹ کی دیواروں کا استعمال نہایت ضروری ہوتا ہے۔ ایسی صورت میں بیم اور ستونوں کے ساتھ تھوڑی سی جگہ چھوڑ کر دیواریں بنائی جا سکتی ہیں، اور اس خالی جگہ کو مناسب مواد (جیسے ربڑ) سے بھرا جا سکتا ہے (دیکھیے تصویر ۳)۔ اس طریقے میں بیم اور ستونوں کو مڑنے (bending) کے لیے کافی جگہ دی جا سکتی ہے۔ تاہم دیوار کو عمارت کے بنیادی ڈھانچے سے جوڑنے کے لیے بھی مناسب طریقے اپنانے چاہیے، جیسے دیوار کو اسٹیل کی سلاخوں کے ذریعے فرش (floor) سے مضبوطی سے جوڑنا۔ ایک اور طریقہ یہ ہے کہ دیواروں کو فریم کے بالکل سامنے یا پیچھے بنایا جائے، تاکہ بیم اور ستون آسانی سے مڑ سکیں (تصویری دیکھیے (۴) اور (۵) ۔

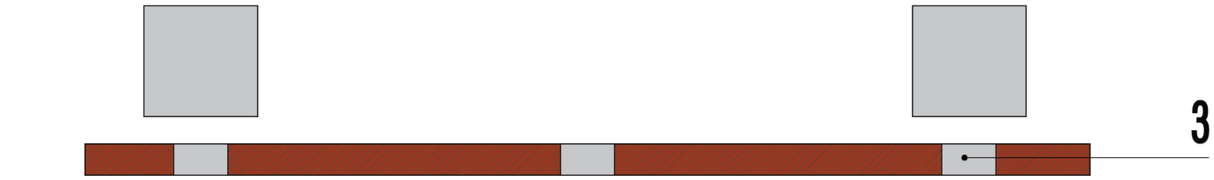



تصویر (۳): اینٹ کی دیوار (۱) کو اس کی سطح کی عمودی سمت میں حرکت سے بچانے کے لیے ٹائی کالم (۲) کا استعمال کیا گیا ہے۔ یہ دیوار بیم اور ستونوں سے کچھ فاصلے پر تعمیر کی گئی ہے (۳)، اور اس فاصلے کو کسی نرم مادّے سے پُر کرکے بند کر دیا گیا ہے۔

تصویر (۴):  دیوار کی مضبوطی کے لیے ایک ٹائی کالم (tie column) لگایا گیا ہے (S. Brzev)۔




(a)




(b)

تصویر (۵):  حصہ (a) میں ستونوں (۱) کے پلان ویو (plan view) دکھایا گیا ہے، جو دیوار (۲) کے دونوں طرف ہیں۔ دیوار کے دونوں *سِروں* پر چھوٹے ستون دیوار کو سہارا دینے کے لیے لگائے گئے ہیں۔تصویر کےحصہ (b) میں دیوار اور اسے سہارا دینے والے ستون (۳) کو اصل ڈھانچے کے ستونوں سے کچھ فاصلے پر رکھا گیا ہے، تاکہ بیم اور ستون آسانی سے مڑ سکیں۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ

انسائیکلوپیڈیا (http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

References:


Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 159-168.

Infilled frame. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. https://taxonomy.openquake.org/terms/infilled-frame.

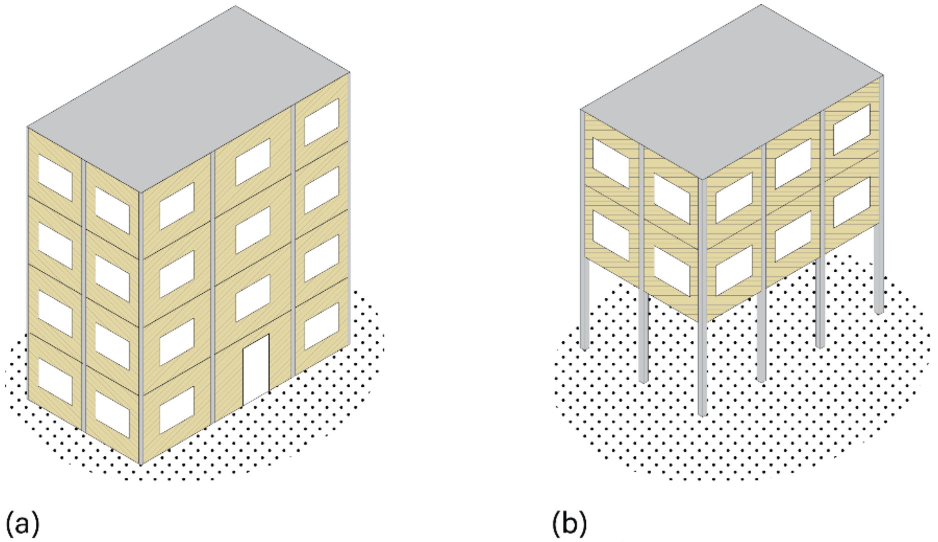
Murty, C. V. R., et al., 2006. At risk: the seismic performance of RC frame buildings with masonry infill walls. California, World Housing Encyclopedia. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/05/RCFrame_Tutorial_English_Murty.pdf (accessed 8 June 2020).

Semnani, S. J., Rodgers, J. E., and Burton, H. V., 2014. Seismic Design Guidance for New Reinforced Concrete Framed Infill Buildings. Geohazards International. https://4649393f-bdef-4011-b1b6-9925d550a425.filesusr.com/ugd/08dab1_5710341c7b304eef9d79bfd50efe839a.pdf (accessed 8 June 2020).

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۱۱): عمارت کے ڈھانچے پر کمزور، لچکدار منزل (soft story)[1] کے اثرات

تصویر (۱) میں دکھائے گئے دو مکانوں کا آپس میں موازنہ کریں۔ ان دونوں مکانوں کے ستون (column) اور بیم (beam)عمارت کا وزن اٹھانے کی صلاحیت رکھتے ہیں، لیکن سوال یہ ہے کہ جب ان عمارتوں پر افقی (horizontal)سمت سے زور پڑے گا، تو کیا دونوں پر اس کا اثر ایک جیسا ہو گا؟ایسے افقی زور یا دباؤ تیز ہواؤں کی وجہ سے بھی پیدا ہو سکتے ہیں،لیکن سب سے زیادہ افقی زور زلزلے کے دوران آتا ہے، جب زمین ہر سمت میں ہلنے لگتی ہے۔




تصویر (۱): حصہ (a) میں دکھائے گئے مکان میں بھراؤ (infill) اور تقسیم کرنے والی (partition) دیواریں ہر منزل میں موجود ہیں،جبکہ حصہ (b) میں دکھائے گئے مکان میں یہ دیواریں سب سے نچلی منزل میں نہیں ہیں ۔یہ منزل کمزور / لچک دار (soft story) ہے۔

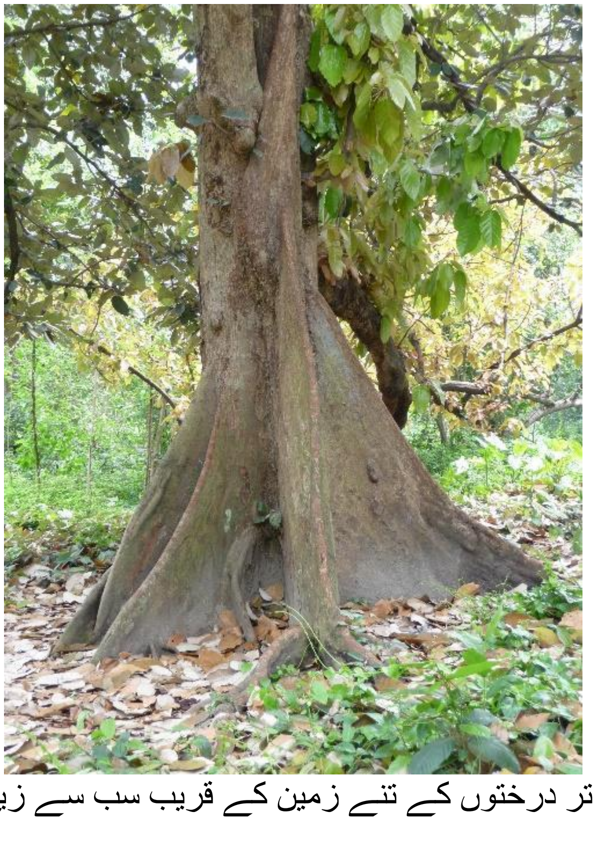
پہلا مکان (دیکھیے تصویر 1(a) افقی زور برداشت کرنے کی زیادہ صلاحیت رکھتا ہے۔ ہر منزل میں مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کے ستون ، بیم، اور دیواریں مل کر زلزلے کے دباؤ کا مقابلہ کرتی ہیں۔ہر منزل کے اندر زلزلہ برداشت کرنے کی صلاحیت تقریباً یکساں ہے۔ وہیں دوسری طرف، تصویر 1(b) میں دکھائے گئے مکان میں سب سے نچلی منزل پر کوئی بھی دیوار نہیں ہے، جس کی وجہ سے یہ منزل اوپر کی منزلوں کے

---

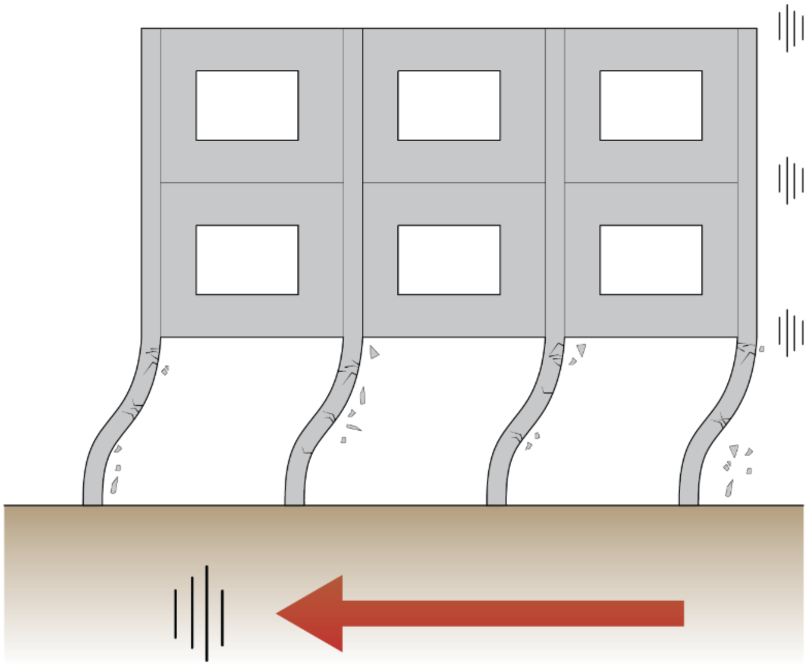
[1] soft story : ایسی منزل جو باقی منزلوں کے مقابلے میں کمزور یا زیادہ لچک دار ہو، اور زلزلے میں سب سے زیادہ متاثر ہو سکتی ہے۔

مقابلے میں نہایت کمزور ہے۔شاید اس منزل کو گاڑیوں کی پارکنگ کے لیے استعمال کیا جاتا ہو۔ عام خیال یہی ہے کہ عمارت کی سب سے نچلی منزل کو باقی منزلوں کے مقابلے میں زیادہ مضبوط ہونا چاہیے۔اس کی مثال ایک درخت کے تنے سے لی جاسکتی ہے (دیکھیے تصویر (۲)۔زیادہ تر درختوں کا تنا زمین کے قریب سے زیادہ موٹا ہوتا ہے، کیونکہ وہیں پر تیز ہوا کی وجہ سے تناؤ یا دباؤ سب سے زیادہ پڑتا ہے۔مکانوں کی تعمیر میں بھی اسی اصول کو اپنانا چاہیے، اور عمارت کے نچلے حصے کو سب سے زیادہ مضبوط بنایا جانا چاہیے۔

تصویر 1(b)میں دکھائے گئے مکان میں سب سے زیادہ نقصان عمارت کے اسی حصے میں ہوتا ہے جو سب سے کمزور ہوتا ہے، یعنی نچلی منزل کے ستون (دیکھیے تصویر ۳)۔یہ ستون افقی سمت میں جھولتے ہیں، مڑتے ہیں (bend)اور کمزور ہو کر ٹوٹنے لگتے ہیں۔کئی مرتبہ نقصان اس حد تک بڑھ جاتا ہے کہ یہ ستون عمارت کا وزن اٹھانے کی صلاحیت کھو بیٹھتے ہیں۔نتیجتاً، ستون منہدم ہو جاتے ہیں اور پوری عمارت زمین بوس ہوجاتی ہے۔نچلی منزل مکمل طور پر تباہ ہو جاتی ہے، جبکہ اوپری منزلوں کو بھی جزوی نقصان پہنچ سکتا ہے۔ایسی صورتِ حال میں انسانی جانوں کے ضائع ہونے کا اندیشہ بہت زیادہ ہوتا ہے۔



تصویر (۲): زیادہ تر درختوں کے تنے زمین کے قریب سب سے زیادہ مضبوط ہوتے ہیں۔



تصویر (۳):   ایک کمزور / لچک دار منزل (soft story) کے ستون زلزلے کے دوران شدید طور پر مڑتے (bend)  اور نقصان کا شکار ہو تے ہیں۔

کمزور / لچک دار منزلوں کا اثر بڑے زلزلوں میں سب سے زیادہ دکھائی دیتا  ہے (دیکھیے تصویر ۴)۔قارئین انٹرنیٹ پر "soft story building" تلاش کر کے اس کی تصویریں دیکھ سکتے ہیں۔اچھی بات یہ ہے کہ اس طرح کے نقصان کو روکا جا سکتا ہے۔اگر انجینئر اور کاریگر علاقائی ڈیزائن اور ساخت سے متعلق رہنما اصولوں پر عمل کریں، تو کمزور / لچک دار منزلوں کے اثرات سے بچا جا سکتا ہے ،یعنی یہ ممکن ہے کہ تمام منزلوں کو یکساں مضبوط بنایا جائے۔مزید معلومات کے لیے "مراجع" (References) دیکھیں۔

بہت سے مکانوں میں کمزور / لچک دار منزل موجود ہوتی ہے (دیکھیے تصویر ۵)۔ایسے مکانوں کی بھی زلزلہ برداشت کرنے کی صلاحیت کو بڑھانا ممکن ہے۔دنیا کے کئی شہروں میں اس مقصد کے لیے مہم چلائی گئی ہے۔ اس کام کے لیے نئی قسم کی دیواریں یا ڈھانچے لگائے جا سکتے ہیں، جیسے بریسڈ فریم (braced frame)یا مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کی دیوار۔ ایسے طریقے اپنانا بعض دفعہ مشکل ہوتا ہے، کیونکہ یہ مکان میں رہنے والوں کے لیے تکلیف دہ بھی ہو سکتے ہیں، اور ان پر خرچ بھی زیادہ آتا ہے۔ ہاں اگر نئے مکان بناتے وقت کمزور یا لچک دار منزل ہی نہ رکھی جائے، تو یہ ایک زیادہ آسان اور بہتر حل ہو سکتا ہے، اور یہ تبھی ممکن ہے جب کاریگر اور سول انجینئر کے درمیان اچھی سمجھ ہو اور وہ باہمی مشورے سے اپنے کام کو انجام دیں۔اس سے نہ صرف عمارت کا ڈھانچہ بہتر ڈیزائن کیا جا سکتا ہے، بلکہ تعمیراتی لاگت میں بھی کمی آ سکتی ہے۔

تصویر (۴):اس مکان کی سب سے نچلی منزل کمزور / لچک دار تھی، جو ایک درمیانے درجے کے زلزلے میں تباہ ہو گئی۔ (N. Vesho)

تصویر (۵):مکان میں سب سے نچلی منزل کمزور / لچک دار ہے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے

اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا (http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:

Charleson, A.W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 144-148.

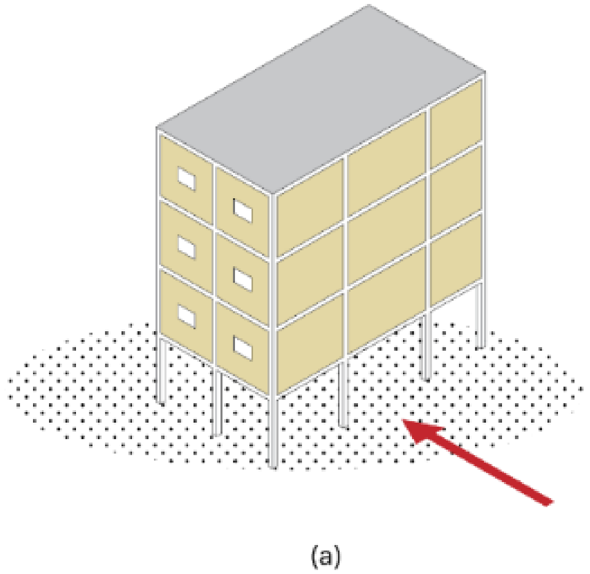
Murty, C. V. R., 2005. Why are Open-Ground Storey Buildings Vulnerable in Earthquakes? Earthquake Tip 21. IITK-BMTPC “Learning earthquake design and construction”, NICEE, India. http://www.iitk.ac .in/nicee/EQTips/EQTip17.pdf (accessed 5 May 2020).

Soft Storey. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. https://taxonomy.openquake.org /terms/soft-storey-sos#.

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۱۲): ایک غیرمسلسل(discontinuous) دیوار کا عمارت کی ساخت پر اثر

ایسے مکانوں میں جہاں زلزلے کے دباؤ کا مقابلہ کرنے کے لیے بنیادی طور پر دیواریں استعمال کی جاتی ہیں، وہاں یہ ضروری ہے کہ دیواریں بنیاد سے لے کر چھت تک مسلسل بنی ہوں۔ یہ اصول ہر قسم کی دیوار پر لاگو ہوتا ہے، وہ چاہے مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کی ہو یا محصور چنائی (confined masonry) کی۔ یہ اصول اُس وقت بھی لاگو ہوتا ہے جب دیوار اینٹوں کی ہو یا صرف بھراؤ دیوار (infill) کے طور پر استعمال کی جا رہی ہو۔ ایسی دیواریں کافی مضبوط اور سخت ہوتی ہیں، اسی لیے زلزلے کے دوران یہ عمارت کے ڈھانچے کا حصہ بن جاتی ہیں۔
غیر مسلسل (discontinuous) دیواریں بنیادی طور پر دو قسم کی ہوتی ہیں۔ پہلی قسم میں دیواریں ایک کو چھوڑ کر مکان کی ہر منزل میں ہوتی ہیں ( تصویر 1(a) دیکھیے)۔اکثر ایسا ہوتا ہے کہ سب سے نچلی منزل کھلی رکھی جاتی ہے۔ ایسی تعمیری ساخت میں ایک کمزور ، لچک دار منزل (soft story) شامل ہوتی ہے، جو زلزلے کے دوران آسانی سے نقصان کا شکار ہو سکتی ہے۔ کمزور ، لچک دار منزل سے پیدا ہونے والے خطرات کی وضاحت باب (۱۱) میں موجود ہے۔

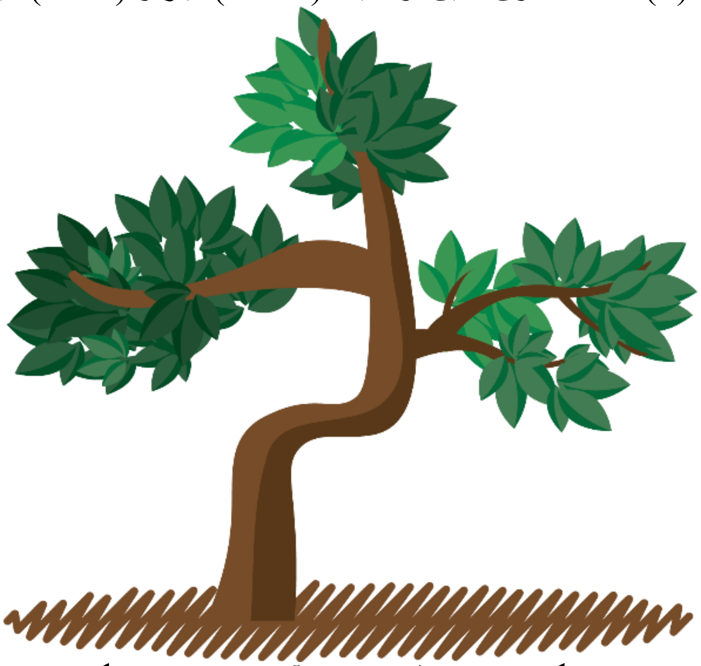



تصویر (۱)۔ دو طرح کی غیر مسلسل (discontinuous) دیواریں ۔ (a) سب سے نچلی منزل میں بھراؤ (infill) دیواریں موجود نہیں ہیں، اور(b) سب سے نچلی منزل کی دیواریں اوپر والی منزل کی دیواروں کے مقابلے میں کچھ کھسکی ہوئی ہیں۔

دوسری قسم کی غیر مسلسل (discontinuous) دیواریں اپنے اوپر کی دیواروں سے تھوڑی الگ واقع ہوتی ہیں (تصویر 1(b) دیکھیے)۔ ایسی بھراؤ والی (infill) دیواریں ہر منزل میں ہو سکتی ہیں، لیکن سب سے نچلی منزل میں یہ دیواریں مکان کے اندر کی طرف ہوتی ہیں۔ایسی حالت میں اوپر کی دیواریں نیچے کی دیواروں کے سے تھوڑی باہر ہوتی ہیں، جیسا کہ پلان ویو (plan view) میں دیکھا جا سکتا ہے (تصویر (۲) دیکھیے)۔اس طرح کے اوفسیٹ (offset) کی وجہ سے زلزلے کے دوران دیوار کو نقصان پہنچ سکتا ہے۔ ایسے اوفسیٹ (offset) کسی درخت میں آنے والے اچانک خم (kink) کی طرح ہوتے ہیں (تصویر (۳) دیکھیے)جو تیز ہواؤں میں ٹوٹ سکتا ہے۔ کسی بھی تعمیری نظام میں اس طرح کی اچانک تبدیلیاں زلزلے کا مقابلہ کرنے کے لحاظ سے اچھی نہیں ہوتیں۔تو پھر اس مسئلے کا حل کیا ہے؟

اس بات کا خیال رکھنا ضروری ہے کہ اوفسیٹ دیواریں مرکزی تعمیری نظام کا حصہ نہ بنیں۔ ایسے تمام حصے، جیسے بیم (beam) اور ستون (columns) جو مرکزی نظام کا حصہ ہوتے ہیں، اُن میں اتنی طاقت ہونی چاہیے کہ وہ اوفسیٹ دیواروں کی سمت میں آنے والے زلزلے کے دباؤ کو برداشت کر سکیں۔ مکان کے منصوبے کے وقت ہی اوفسیٹ دیواروں کو اینٹوں کے بجائے ہلکی پھلکی اور آگ سے محفوظ رکھنے والی دیواروں(جیسے سیمنٹ کی چادروں [board]) سے بنانا چاہیے۔ البتہ، ایسی دیواروں میں زلزلہ برداشت کرنے کی طاقت بہت کم ہوتی ہے۔ایک دوسرا طریقہ یہ ہے کہ اوفسیٹ دیواروں کو مرکزی تعمیری نظام سے بالکل الگ کردیا جائے (باب (۱۰) دیکھیے)۔

تصویر (۲):      مکانوں میں اوفسیٹ (offset) بھراؤ (infill) دیواریں۔



تصویر (۳): درخت میں اگر کہیں موڑ (kink) آ جائے تو وہ جگہ کمزور ہو جاتی ہے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:

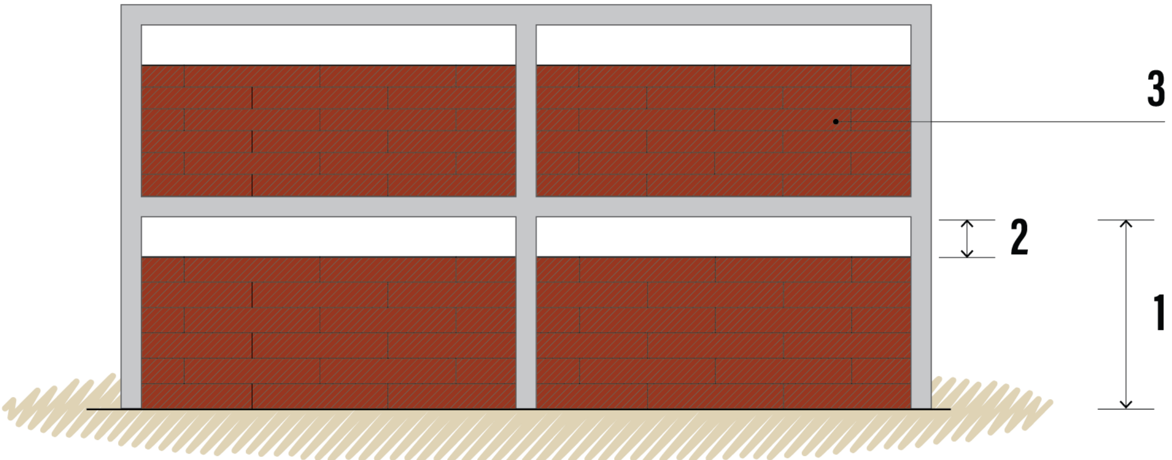
Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 151-153.

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۱۳): چھوٹے ستون (Short Column[1]) کا تعمیری نظام پر اثر

جب کسی مکان کے وزن کو اٹھانے کی بات آتی ہے تو ایک لمبا ستون بعض اوقات مسئلہ پیدا کر سکتا ہے، خاص طور پر اُس وقت جب اس کی موٹائی اور چوڑائی کم ہو (یعنی اس کا کراس سیکشن [cross-section] چھوٹا ہو)۔ اسی طرح زلزلے کے پہلو سے ایک اور بڑی مشکل اُس وقت پیش آتی ہے جب کسی عمارت میں چھوٹا ستون موجود ہو۔ حالانکہ چھوٹا ستون، کھلی منزل (open story) جتنی سنگین خرابی پیدا نہیں کرتا، لیکن جس مکان میں ایسے ستون ہوتے ہیں، وہ زلزلے کے دوران اچھا مظاہرہ نہیں کر پاتے۔

چھوٹے ستون کی حالت اُس وقت پیدا ہوتی ہے جب فریم کے بیچ کی دیوار (infill wall) پوری اونچائی تک نہ جائے (تصویر (۱) اور (۲) دیکھیں)۔انگریزی میں چھوٹے ستون کو ''کیپٹیو کالم'' (captive column) بھی کہہ سکتے ہیں، کیونکہ زلزلے کے دوران ان ستونوں کے کچھ حصے دیواروں کی وجہ سے جھکنے (bending) سے رُک جاتے ہیں۔جس کے نتیجے میں ستون میں پیدا ہونے والا زیادہ تر جھکاؤ اُس کے صرف ایک چھوٹے حصے تک محدود رہ جاتا ہے ، جو بعد میں ایک سنگین مسئلے کی صورت اختیار کرلیتا ہے۔

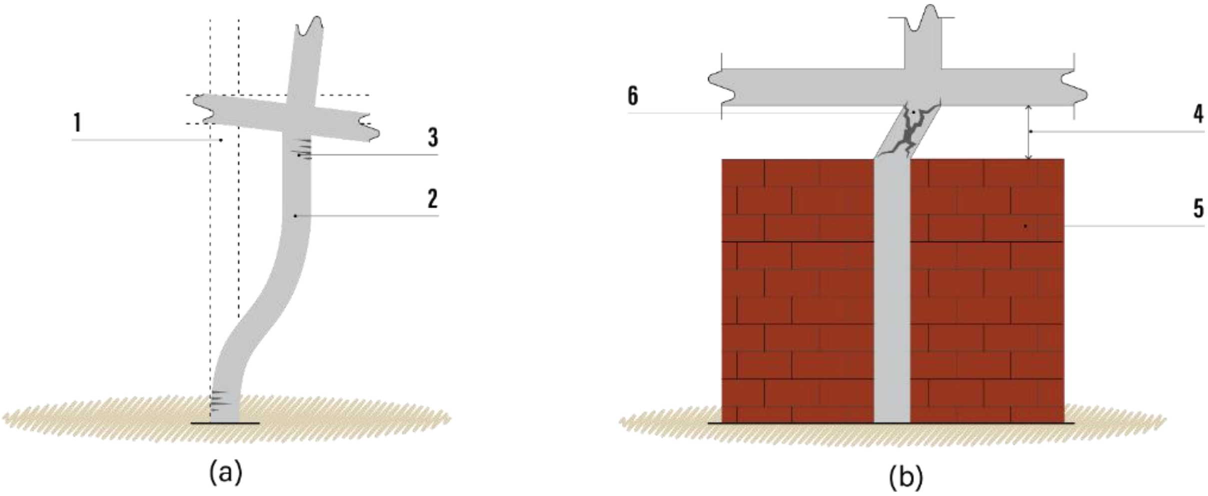



[1] Short Column : شارٹ کالم اُس ستون کو کہتے ہیں جو لمبائی میں چھوٹا اور موٹائی میں نسبتاً زیادہ ہوتا ہے۔ عام طور پر اگر کسی ستون کی لمبائی اور موٹائی کے درمیان تناسب ۱۲ سے کم ہو، تو اُسے شارٹ کالم کہا جاتا ہے۔ ایسے ستون زلزلے کے دباؤ سے جھکنے کے بجائے دب کر ٹوٹ جاتے ہیں۔

تصویر (۱)۔ ایک مکان کے ایک حصے کی تصویر، جس میں چھوٹے ستون دکھائے گئے ہیں۔زلزلے کے دوران، ستون پوری اونچائی (۱) تک نہیں جھکتا، بلکہ جھکاؤ صرف کھڑکی (۲) تک محدود رہتا ہے۔ستون کے باقی حصوں میں موجود اینٹ کی دیواریں (۳) اس جھکاؤ کو روک دیتی ہیں۔

عام اونچائی والے ستون زلزلے کے دوران آسانی سے افقی (horizontal) سمتوں میں جھک سکتے ہیں۔اس دوران اُن میں معمولی دراڑیں پڑ سکتی ہیں۔ دوسری طرف، جب کسی ستون میں جھکنے کی حرکت (bending) دیواروں کی وجہ سے جزوی طور پر رُک جاتی ہے، تو جو جھکاؤ پوری لمبائی میں پھیلنا چاہیے تھا، وہ صرف ستون کے ایک چھوٹے سے حصے میں محدود ہو جاتا ہے۔اس چھوٹے حصے میں زیادہ افقی تبدیلی (deformation) آنے کی وجہ سے ستون کو اندرونی نقصان پہنچتا ہے۔اس کے علاوہ، ایک چھوٹا ستون کافی سخت ہوتا ہے، جس کی وجہ سے وہ زیادہ جھک نہیں پاتا ، اور یوں وہ ایک گاجر کی طرح ٹوٹ جاتا ہے۔ ایسے ستون میں ترچھی (diagonal) دراڑیں پیدا ہو جاتی ہیں، اور کنکریٹ ٹوٹ کر متاثرہ حصے سے الگ ہو جاتا ہے (تصویر (۴) دیکھیں)۔ مکان کا وہ حصہ کچھ حد تک بیٹھ جاتا ہے، اور بعد میں اُسے گرا دینا پڑتا ہے۔اس قسم کے نقصان کی تصویری مثالیں انٹرنیٹ پر ''short column effect'' تلاش کر کے دیکھی جا سکتی ہیں۔

تصویر (۲)۔ عام اونچائی والے ستون، آدھی اونچائی کی دیواروں کی وجہ سے چھوٹے ہو گئے ہیں۔اِس کا اثر اِن ستونوں کی زلزلہ برداشت کرنے کی صلاحیت پر پڑتا ہے۔

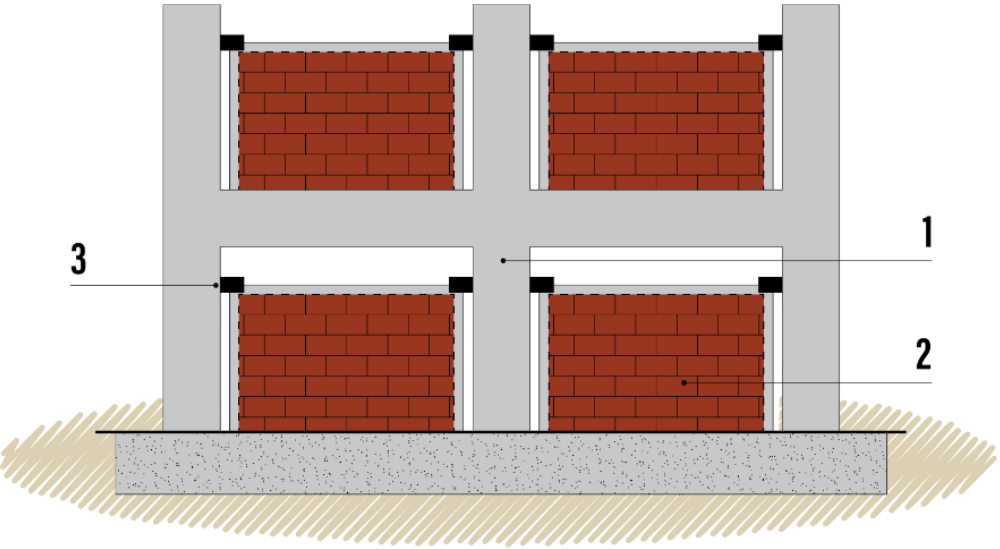



تصویر (۳)۔ (a) زلزلے کے دوران (۱) عام اونچائی والا ستون، افقی سمت میں ہلنے (۲) کے دوران جھکتا (bent) ہے۔اس عمل میں ستون میں دراڑیں (۳) پیدا ہو سکتی ہیں، لیکن پھر بھی یہ مضبوط رہ سکتا ہے۔تصویر کے حصے (b) میں دیوار کے اوپر بنی کھڑکی (۴) اور اینٹ کی دیواروں (۵) کی وجہ سے ستون میں پیدا ہونے والی سنگین دراڑوں اور نقصان کو دکھایا گیا ہے۔

تصویر (۴)۔ زلزلے سے متاثر ایک ٹوٹا ہوا چھوٹا ستون۔

چھوٹے ستون سے بچنے کے کئی طریقے ہیں۔کھڑکیوں کی لمبائی کو کم کیا جا سکتا ہے، تاکہ وہ ستونوں کے کناروں سے کافی فاصلے پر رہیں۔ اس کے علاوہ دیواروں کو ہلکی اور آگ سے بچاؤ والی چیزوں سے بنایا جا سکتا ہے، جیسے کہ سیمنٹ بورڈ ( cement board)۔ ایسی دیواریں ستونوں کو پوری اونچائی تک عام طریقے سے جھکنے (bend)

سے نہیں روکیں گی۔ایک اور طریقہ یہ ہو سکتا ہے کہ دیواروں کو ستونوں سے الگ کر دیا جائے۔ستون اور دیوار کے درمیان کی جگہ کو مناسب طریقے سے کسی نرم چیز (جیسے ربڑ) سے بند کیا جا سکتا ہے۔زلزلے کے دوران ایسی دیواروں کو سنبھالا دینے کے لیے الگ سے انتظامات کیے جانے چاہیے (تصویر (۵) دیکھیں)۔




تصویر (۵)۔ ایک مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کے فریم میں ممکنہ چھوٹے ستون (۱)، اور ٹائی کالم (tie column) اور ٹائی بیم (tie beam) سے محصور (confined) اینٹ کی دیواریں۔اینٹ کی دیواریں ستونوں سے الگ ہیں، لیکن اوپری کنارے پر وہ اسٹیل کے بریکٹ (brackets) کے ذریعے ستون سے جُڑی ہوئی ہیں(۳)۔اس سسٹم میں ستون اور دیوار کے درمیان حرکت ممکن ہوتی ہے، اور یہ بریکٹ زلزلے کے دوران دیواروں کو باہر گرنے سے بھی روکتے ہیں۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکان، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہیں۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں ۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:


Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp.148-151.

Murty, C. V. R., 2005. Why are Short Columns more Damaged During Earthquakes? Earthquake Tip 22. IITK-BMTPC “Learning earthquake design and construction”, NICEE, India. http://www.iitk.ac.in/nicee /EQTips/EQTip17.pdf (accessed 5 May 2020).

Short Column. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. https://taxonomy.openquake. org/terms/short-column-shc.

Video: Captive column by Cale Ash, Academy of Earthquake Safety. https://www.youtube.com/watch?v =kRG3XwOvzuo.

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۱۴): زلزلے کے دوران مکان میں مروڑ ((twisting[1])) سے بچاؤ

زلزلے کے دوران ہر مکان میں کچھ نہ کچھ حد تک مروڑ (torsion / twisting) آتے ہیں۔ اِس مروڑ کا مطلب یہ ہے کہ اگر مکان کو اوپر سے دیکھا جائے، تو وہ اپنی اصل حالت کے مقابلے میں کچھ حد تک گھوم (rotate)جاتا ہے۔ زلزلے کے دوران مکان میں مروڑ کاآنا ایک فطری بات ہے۔لیکن اگر مکان میں ہم آہنگی (symmetry) نہ ہو (تصویر ۱(a) دیکھیں)، تو اِس مروڑ کا دائرہ ٔ کار کافی پھیل جاتا ہے۔

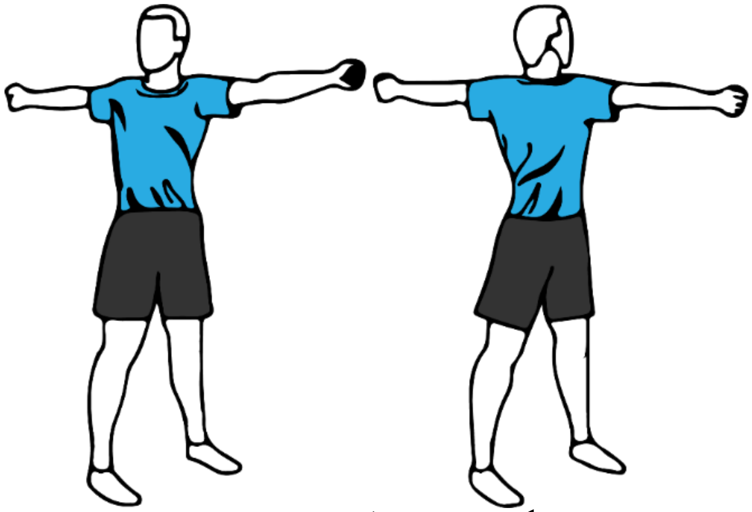
(a) (b)

تصویر (۱)۔ دو مکانوں کے نقشے (plan) دکھائے گئے ہیں۔ حصہ (a) میں دونوں افقی (horizontal) سمتوں میں زلزلے کا مقابلہ کرنے کے لیے ایک ایک دیوار موجود ہے۔یہ دیوار مکان کے رقبے کے لحاظ سے ہم آہنگ (symmetric) نہیں ہے، اور اسی وجہ سے زلزلے کے دوران اس میں اچھا خاصا زیادہ مروڑ پیدا ہوگا۔تصویر کے حصہ (b) میں دونوں اہم افقی سمتوں میں دیواریں ہم آہنگی کے ساتھ دی گئی ہیں۔ایسے مکان میں زلزلے کے دوران تقریباً کوئی مروڑ پیدا نہیں ہوگا۔

اس مسئلے کو بہتر طور پر سمجھنے کے لیے ایک سادہ تجربہ کیا جا سکتا ہے۔اپنے جسم کو استعمال کر کے یہ اندازہ لگایا جا سکتا ہے کہ ایک مکان کو زلزلے کے دوران کیسا محسوس ہوتا ہوگا۔سب سے پہلے سیدھے کھڑے ہو کر اپنی بانہیں پھیلائیں۔پھر اپنے سر اور کندھوں کو باری باری دونوں سمتوں میں گھمائیں (تصویر (۲) دیکھیں)۔اس حرکت کے دوران آپ اپنے جسم میں مروڑ کو محسوس کر سکیں گے۔

---

[1] دھچکے سے عمارت کا گھوم جانا، مراد ہے۔

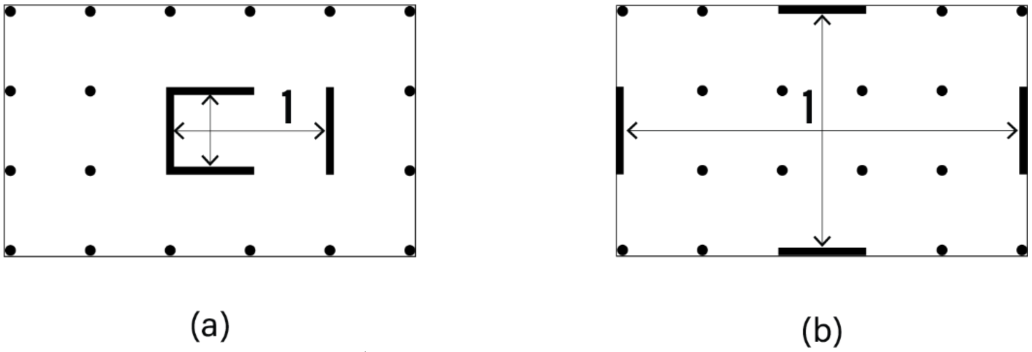


تصویر (۲)۔ اپنے جسم کو گھما کر مروڑ (twisting / torsion) کا تجربہ کرنا۔

جب آپ اپنے جسم کو گھماتے ہیں، تو آپ محسوس کر سکتے ہیں کہ آپ کے ہاتھ کتنے گھومے ہیں (یعنی آپ کے کانوں کے مقابلے میں)۔کہنے کا مطلب یہ ہے کہ آپ کے کان اس گھماؤ کے مرکز (یعنی سر) کے قریب ہیں، جب کہ آپ کی انگلیاں اس مرکز سے دور۔اس لیے تصویر (۲) والے تجربے میں آپ کے ہاتھوں میں آپ کے کانوں کے مقابلے زیادہ حرکت ہوتی ہے۔ اب اپنے جسم کا موازنہ ایک اونچی عمارت سے کریں (تصویر (۳) دیکھیں)۔اس عمارت کے اندر کنکریٹ (concrete) سے بنا ہوا ایک مرکزی حصہ ہے، اور اس کے اردگرد ایک فریم ڈھانچہ موجود ہے۔تصور کریں کہ آپ کی بانہوں کی لمبائی تک میں اُس مکان کے کئی ستون (columns) ہیں۔جب آپ یا وہ مکان مُڑتے ہیں، تو جو ستون مرکز سے زیادہ فاصلے پر ہیں، اُن میں نسبتاً زیادہ حرکت پیدا ہوتی ہے۔اس عمل کے دوران اِن ستونوں کو بہت زیادہ نقصان پہنچتا ہے۔

تصویر (۳)۔ ایک مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کے مرکزی ڈھانچے والی زیرِ تعمیر عمارت۔

سول انجینئروں اور معماروں کے پاس کسی مکان میں مروڑ پر قابو پانے اور ستونوں میں نقصان کم کرنے کے دو طریقے ہوتے ہیں۔پہلا طریقہ یہ ہے کہ بوجھ اُٹھانے والی (load-bearing) دیواریں، ستون اور فریم پورے مکان میں ہم آہنگ (symmetrical) ہوں، اور ایک توازن کے ساتھ پائی جائیں (تصویر ۱(b) دیکھیں)۔دوسرا طریقہ یہ ہے کہ ہر بڑی افقی (horizontal) سمت میں، ایک دوسرے سے مناسب فاصلے پر کم از کم دو مضبوط دیواریں ہوں۔اگر یہ دیواریں مکان کی بیرونی حد پر ہوں، تو زلزلے کے دوران مکان میں پیدا ہونے والے مروڑ میں کافی کمی آ سکتی ہے۔ان طریقوں سے ستونوں میں ضرورت سے زیادہ حرکت کو روکا جا سکتا ہے (تصویر (۴) دیکھیں)۔




تصویر (۴)- دو مکانوں کے نقشے (plan) دکھائے گئے ہیں- تصویر کے حصّہ (a) میں زلزلہ سے بچاؤ والی دیواریں تقریباً ہم آہنگ (symmetric)طریقے سے دونوں سمتوں میں فراہم کی گئی ہیں-اگرچہ یہ دیواریں نسبتاً ایک دوسرے کے کافی قریب (۱) ہیں-دوسری طرف حصّہ (b) میں دیواریں زیادہ سے زیادہ فاصلے (۱) پر دی گئی ہیں، جس کی وجہ سے مکان میں زلزلے کے دوران مروڑ پر بہتر قابو ممکن ہو پاتا ہے-

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی مکانوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے-امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی- یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے- یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے- منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں- اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے-

## References:

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 128-132.

Murty, C. V. R., 2005. How Buildings Twist During Earthquakes? Earthquake Tip 7. IITK-BMTPC "Learning earthquake design and construction", NICEE, India. http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip07.pdf (accessed 5 May 2020).

Torsion eccentricity. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model.

https://taxonomy.openquake.org/terms/torsion-eccentricity-tor.

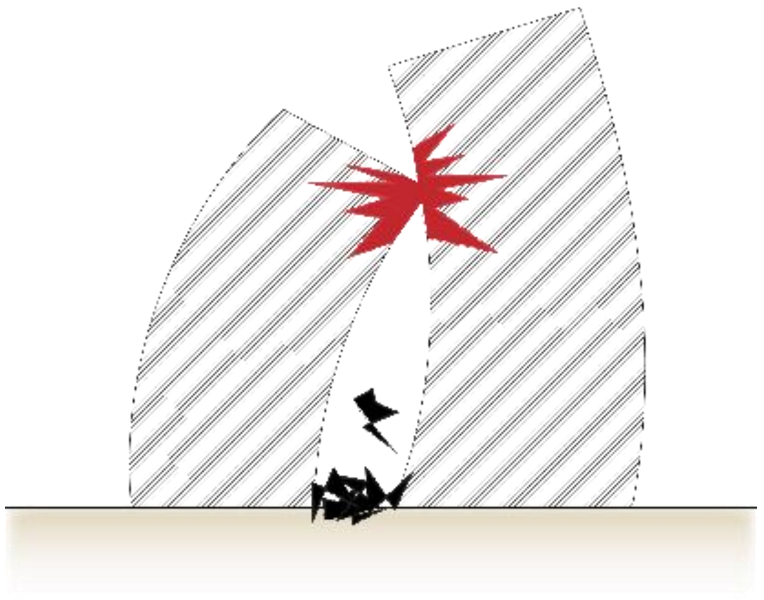
# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۱۵): زلزلے کے دوران عمارتیں آپس میں ٹکراتی کیوں ہیں؟

کیا آپ نے کبھی لوگوں سے کھچا کھچ بھری کسی سواری (جیسے بس یا ریل گاڑی) میں سفر کیا ہے؟ایسے میں آپ دوسرے لوگوں کے بالکل پاس کھڑے ہوتے ہیں۔جب بس یا ریل گاڑی اپنی رفتار یا سمت بدلتی ہے، تو سب کے جسم ہلتے ہیں۔اس دوران آپ اپنے ساتھ کھڑے مسافر سے ٹکرا جاتے ہیں۔

زلزلے کے دوران بھی کچھ ایسا ہی ہوتا ہے۔جب زمین ہلتی ہے تو عمارت میں ہونے والی تبدیلی (deformation) زمین کے مقابلے میں کچھ زیادہ ہوتی ہے۔دوسری بات یہ ہے کہ عمارتیں ہمیشہ ایک ہی انداز میں نہیں ہلتیں۔ایک زلزلے کے دوران ایک عمارت بائیں طرف جا سکتی ہے، تو اس کے برابر والی عمارت دائیں طرف۔یہ سب کچھ زلزلے کی نوعیت اور ان عمارتوں کی ساخت پر منحصر ہوتا ہے۔عام طور پر زلزلے کے دوران اونچی عمارتوں میں یہ تبدیلی نسبتاً زیادہ ہوتی ہے۔

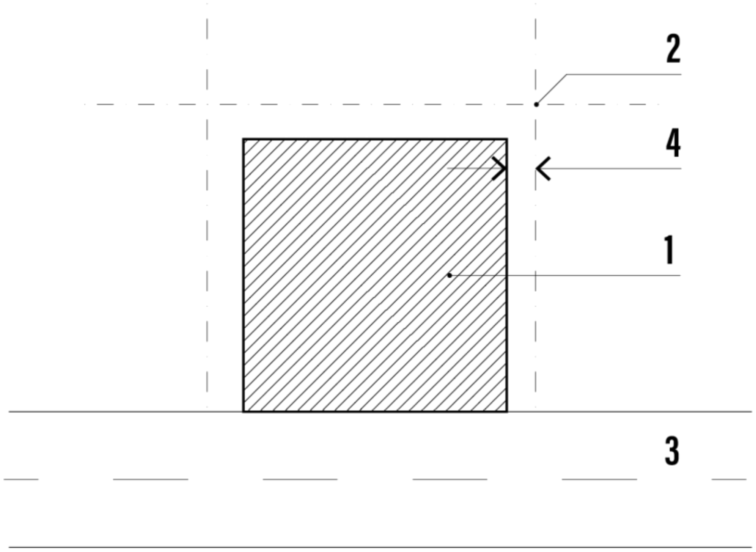
اگر عمارتیں ایک دوسرے کے بہت قریب بنائی گئی ہوں، تو یہ قدرتی بات ہے کہ زلزلے کے دوران ان کے آپس میں ٹکرانے کا امکان رہے گا۔اگر دو عمارتیں آپس میں ٹکراتی ہیں، تو اس سے نقصان بھی ہوسکتا ہے (تصویر (۱) اور (۲) دیکھیں)۔انٹرنیٹ (Internet) پر ''earthquake building pounding'' تلاش کرکے عمارتوں کے آپس میں ٹکرانے سے ہونے والے نقصان کی تصویریں دیکھی جا سکتی ہیں۔



تصویر (۱)۔ دو مکانوں کے درمیان جگہ کم ہونے کی وجہ سے یہ زلزلے کے دوران آپس میں ٹکرا رہے ہیں۔

زلزلے کے دوران عمارتوں کو آپس میں ٹکرانے سے روکنے کا طریقہ نہایت آسان ہے۔مکانوں کو اپنی زمین کی حد میں تھوڑا اندر کی طرف بنانا چاہیے۔البتہ جہاں سڑک ہو، وہاں اس کی ضرورت نہیں پڑتی۔مکان کے چاروں طرف اتنی خالی جگہ ہونی چاہیے کہ زلزلے کے وقت وہ اپنی ہی زمین کی حد میں رہے اور آس پاس کے مکانوں سے نہ ٹکرائے (تصویر (۳) دیکھیں)۔ایسا انتظام دنیا کے کئی شہروں میں دیکھنے کو ملتا ہے۔

تصویر (۲)۔ زلزلے کے دوران دو مکانوں میں ٹکراؤ ہوا ہے، جن میں سے ایک کو نسبتاً زیادہ نقصان پہنچا ہے۔




تصویر (۳)۔ ایک مکان کا پلان ویو (plan view) (۱)، جو زمین کی حدود (۲) کے اندر اور ایک سڑک (۳) کے قریب واقع ہے۔ مکان تین کناروں سے تھوڑی دوری (seismic gap) (۴) پر بنایا گیا ہے۔

دو عمارتوں کے درمیان موجود اِس فاصلے کو عموماً زلزلہ جاتی وقفہ ( seismic separation gap) کہا جاتا ہے۔سوال یہ ہے کہ یہ فاصلہ کتنا ہونا چاہیے؟یہ فاصلہ عمارت کی اونچائی اور اس کی لچک پر منحصر ہوتا ہے۔ایسی عمارتوں کے لیے جو بہت زیادہ لچکدار ہوں، زلزلے سے متعلق ضابطوں (codes) میں یہ فاصلہ عمارت کی اونچائی کا ۲ فیصد تک رکھنے کی ہدایت دی گئی ہے۔اس طرح ایک چار منزلہ عمارت کے لیےیہ فاصلہ ۲۴۰ ملی میٹرکا ہوگا۔ہاں، اگر عمارت کو کچھ کم لچکدار بنا دیا جائے ، مثلاً زیادہ ستون یا دیواروں کے ذریعے ، تو اس فاصلے کو کچھ کم بھی کیا جا سکتا ہے۔ اسی طرح عمارتیں جب ایک دوسرے کے کافی قریب ہوں تو اس فاصلے کو کسی نرم مادّے سے پُر کیا جا سکتا ہے (تصویر (۴) اور (۵) دیکھیں)۔

تصویر (۴)۔ دو عمارتوں کے درمیان زلزلہ جاتی وقفے (seismic separation gap) میں ایک نرم مادّہ۔

تصویر (۵)۔ تصویر (۴) میں دکھائے گئے نرم مادّے کا قریبی منظر

اگر عمارتوں کے درمیان فاصلہ کم ہو، تو زلزلے کے دوران اِن کے باہمی ٹکراؤ کو روکنا بہت مشکل ہے۔اگر اِن عمارتوں کی منزلیں (floors) ایک ہی اونچائی پر ہوں، تو نقصان کا امکان کچھ کم ہوتا ہے۔ ہاں، سب سے زیادہ نقصان اُس وقت ہوتا ہے جب ایک عمارت کی منزل دوسری عمارت کے ستونوں (columns) سے ٹکرا جائے۔ اس کا ایک حل یہ ہو سکتا ہے کہ عمارت کی بیرونی دیوار کے قریب، عمارت کے اندر ایک اضافی ستون بنا دیا جائے۔

اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:
مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی عمارتوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔ یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ (http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔ منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

References:

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 137-139.

Pounding potential. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. https://taxonomy.openquake.org/terms/pounding-potential-pop.

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۱۶): عمارت بنانے کے اصول اور طےشدہ ضابطے

عمارت سازی کے لیے بنائے گئے اصول (codes) اور طےشدہ ضابطوں (standards) کا سب سے پہلا مقصد یہ ہوتا ہے کہ عمارتیں مضبوط اورمحفوظ بنیں۔ان ہدایات کے درست استعمال سے عمارت میں پیدا ہونے والی کمزوریوں (جیسے عمارت کی عمر کے دوران بیم (beam) میں زیادہ جھکاؤ یا خرابی) سے بچا جا سکتا ہے،اور اس کے ساتھ ساتھ عمارت میں لگنے والے سامان کو بھی بہتر طریقے سے استعمال میں لایا جا سکتا ہے۔یہ اصول اور طےشدہ طریقے عام طور پر ماہر انجینئر، یونیورسٹیوں کے اساتذہ، سرکاری اداروں کے افسران اور تجربے کار کاریگروں کی مشترکہ کوشش سے تیار کیے جاتے ہیں۔یہ لوگ دوسروں ملکوں میں نافذ اصول اور طےشدہ طریقوں میں وقت کے ساتھ ہونے والی تبدیلیوں پر بھی نظر رکھتے ہیں۔اگر یہ تبدیلیاں مقامی حالات کے مطابق ہوں، تو اُسے ان اصولوں میں شامل کرلیتے ہیں۔ اور جب یہ دستاویز چھپ کر سامنے آتی ہیں، تو انہیں ایک مضبوط اور کم خرچ عمارت سازی کے لیے جدید رہنما اصولوں کے طور پر تسلیم کیا جاتا ہے۔

تصویر (۱)۔ ایک تجربہ گاہ میں مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) سے بنے ستونوں (columns) اور بیم (beams) کا تجربہ

ہر صنعت کی طرح تعمیراتی صنعت (construction industry) میں بھی وقت کے ساتھ تبدیلیاں آتی رہتی ہیں۔نئے تعمیراتی مواد، تعمیر کی نئی تکنیک، اور ڈیزائن کے نئے نئے انداز مسلسل تیار کیے جاتے ہیں۔عمارتیں بنانے والے ماہرین اور تحقیق کرنے والے لوگ مسلسل نئی چیزیں ایجاد کرتے رہتے ہیں۔ اس لیے ضروری ہے کہ عمارت سازی کے اصول اور ضابطوں کو بھی لگاتار نئے سرے سے ترتیب دیتے رہنا چاہیے۔اگر ایسا نہ کیا جائے، تو بننے والی عمارتیں نہ صرف غیر محفوظ ہو سکتی ہیں بلکہ اُن پر لاگت بھی زیادہ آ سکتی

ہے۔

عمارت سازی سے متعلق اصول و ضابطے تعمیرات کے بہترین طریقوں کا انتخاب کرتے ہیں۔ ان اصولوں پر عمل کرناانسانی معاشرے کی حفاظت کے لیے نہایت ضروری ہیں۔اگر ان کی پابندی نہ کی جائے، تو اس کے سنگین نتیجے سامنے آ سکتے ہیں۔مثال کے طور پر، اگر کوئی ڈاکٹر آپ کی صحیح جانچ نہ کرے ( جیسے خون کا دباؤ، یا ایکس رے وغیرہ)، تو بیماری کی پہچان غلط ہوسکتی ہے۔ایسی صورت میں ممکن ہے کہ آپ کو غلط دوا دی جائے، جو آپ کی بیماری پر اثر نہ کرے، بلکہ اُسے مزید بڑھا دے۔اسی طرح عمارت سازی کے اصول و ضابطے آپ کے لیے ایک مضبوط سہارا ہوتے ہیں،جن پر عمل کر کے عمارتوں کو محفوظ، کارآمد اور پائیدار بنایا جا سکتا ہے۔

تصویر (۲)۔ اس مکان میں پری اسٹریسڈ کنکریٹ (prestressed concrete[1])کا استعمال ایک نئے طریقے سے کیا گیا ہے۔

مشکل حالات میں ان اصولوں پر عمل کرناسب سے زیادہ ضروری ہوتا ہے، خاص طور پر جب ذاتی معلومات اور تجربہ کم ہو۔زلزلے سے بچاؤ والی عمارتوں کا ڈیزائن اور اُسے تیار کرنا ایسا ہی ایک معاملہ ہے۔کسی کاریگر، انجینئر یا عمارت بنانے والے نے شاید خود اپنی آنکھوں سے یہ نہ دیکھا ہو کہ زلزلے کے دوران عمارتوں پر کیا گزرتی ہے،اور یہ کہ نقصان کس طرح آہستہ آہستہ بڑھتا جاتاہے، یہاں تک کہ پوری عمارت زمین بوس ہو جاتی ہے۔اسی طرح اکثر معماروں نے تجربہ گاہوں میں ستونوں، بیموں اور عمارتوں پر کیے گئے وہ تجربے بھی نہیں دیکھے ہوتے،جن میں یہ جانچا جاتا ہے کہ زلزلے کے دوران مختلف قسم کے تعمیری ڈھانچے کس طرح کام کرتے ہیں۔ ایسی صورت حال میں، جبکہ

[1] پری اسٹریسڈ کنکریٹ ایک خاص قسم کی مضبوط کنکریٹ ہوتی ہے جس میں اسٹیل کی تاروں یا سلاخوں کو پہلے سے کھینچ کر کنکریٹ میں ڈالا جاتا ہے، تاکہ کنکریٹ میں دراڑ نہ پڑے اور وہ زیادہ بوجھ برداشت کر سکے۔

لوگوں کے پاس ذاتی مشاہدہ، مکمل معلومات یا زلزلہ سے متعلق عملی تجربہ موجود نہ ہو،تو عمارت سازی کے وہ اصول و ضابطے جو ماہرین نے تیار کیے ہیں، بہت اہم ہو جاتے ہیں۔یہ اصول اور ضابطے ہماری محدود معلومات، کم تجربے اور سمجھ بوجھ کی کمی کو پورا کرنے میں مدد دیتے ہیں،اور ہمیں ایک ایسا راستہ دکھاتے ہیں جس پر چل کر ہم مضبوط، محفوظ اور پائیدار عمارتیں بنا سکتے ہیں۔

عمارت سازی کے اصول اورضابطوں میں عمارت کے ڈیزائن اور تعمیر سے جُڑے مختلف مرحلوں کے لیے رہنما ہدایات دی گئی ہوتی ہیں (تصویر (۳) دیکھیں)۔سول انجینئروں اور کاریگروں کو چاہیے کہ ڈیزائن اور تعمیر کے دوران ان ضابطوں اور رہنما اصولوں پر لازمی طور پر عمل کریں۔عمارت بنانے والوں کو یہ بھی یقینی بنانا چاہیے کہ جو تعمیراتی سامان استعمال کیا جا رہا ہے اور جس طریقے سے کام ہو رہا ہے،وہ سب بھی طےشدہ معیار کے مطابق ہو۔ان اصولوں کی پابندی کرنا خود آپ ہی کے فائدے میں ہے۔اگر کہیں اِن میں کوئی کمی کوتاہی رہ جائے تو ممکن ہے کہ آپ کی عمارت زلزلے کے وقت محفوظ نہ رہ سکے۔اسی لیے عمارت سازی کے اصول اور ضابطوں میں جو ہدایتیں دی گئی ہیں، اُن پر ہر حال میں عمل کیا جانا چاہیے۔

تصویر (۳)۔ ایک زیرِ تعمیر مکان کی بنیاد۔انجینئروں نے عمارت سازی کے اصولوں اور طےشدہ طریقوں کی مدد سے ری اِنفورسنگ اسٹیل (reinforcing steel) کی مقدار اور اُس کی درست جگہ طے کی ہے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی عمارتوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔ یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ

انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔ منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

# زلزلہ مزاحم عمارتیں
## باب (۱۷): مکانوں سے جُڑے ضابطوں کی اہم باتیں

مکانوں سے جُڑے جو ضابطے (regulations) ہوتے ہیں، وہ تعمیری اصولوں (codes) اور معیاروں (standards)کی بنیاد پر طے کیے جاتے ہیں۔ان ضابطوں پر عمل کرنا ہماری حفاظت کے لیے نہایت ضروری ہوتا ہے۔ ان کے ذریعے عمارتوں کا ایک محفوظ اور صحت مند نظام (network) قائم کیا جا سکتا ہے۔مثال کے طور پر کسی بھی بستی یا شہر میں عمارتوں کا استعمال گھروں، اسپتالوں، اسکولوں، دکانوں وغیرہ کے لیے کیا جاتا ہے۔ اس پورے سسٹم کا بہتر طریقے سے چلنے کے لیے ضروری ہے کہ ہر عمارت محفوظ ہو۔ مکانوں سے جُڑے ان ضابطوں پر عمل کر کے اُنہیں زلزلے سے محفوظ بنایا جا سکتا ہے۔

اب سوال یہ ہے کہ ان ضابطوں میں کیا کچھ شامل ہونا چاہیے؟اور انہیں زلزلہ مزاحم بنانے کے نقطۂ نظر سے کس طرح زیادہ کارآمد بنایا جا سکتا ہے؟اس سلسلے میں درج ذیل پانچ تجویزیں پیش کی جارہی ہیں:

**۱۔ سماجی حالات اور امیدوں کی جھلک ہونی چاہیے:**

مکانوں سے جُڑے ضابطے سماج کے لحاظ سے ہونے چاہییں، اور اُن میں معاشرتی اور اقتصادی حالات کا بھی خیال رکھا جانا چاہیے۔ساتھ ہی، لوگوں کی امیدوں اور توقعات کی بھی جھلک ہونی چاہیے (تصویر (۱) دیکھیں)۔کم آمدنی والے ملکوں کے ضابطے، زیادہ آمدنی والے ملکوں جیسے نہیں ہو سکتے۔ضابطے تیار کرتے وقت ایک کھلی بحث ہونی چاہیے، تاکہ وہ مقامی حالات کے مطابق اور اقتصادی لحاظ سے سستے ہوں۔یہ بھی ضروری ہے کہ تعمیری ضابطوں میں مقامی طور پر رائج تعمیراتی طریقے شامل کیے جائیں۔اکثر ایسے گھروں کو لوگ بغیر کسی انجینئر کی مدد کے خود ہی بنا لیتے ہیں ۔ایسے گھر روایتی طرز کے بھی ہو سکتے ہیں، اور بعض اوقات یہ ٹکڑوں میں بھی بنائے جاتے ہیں (تصویر (۲) دیکھیں)۔

تصویر (۱) انسان ایسے مکانوں میں رہنا چاہتے ہیں جو زلزلے کے وقت محفوظ ہوں۔

اس طرح کے مکانوں کو زلزلے کے وقت محفوظ رکھنے کے لیے تعمیری ضابطے اور اُن پر عمل ضروری ہے۔

۲. **انصاف پسندی:** یہ بات بہت ضروری ہے کہ تعمیری ضابطے (Sanctions) ہر فریق کے نقطۂ نظر کو مناسب طور پر شامل کریں۔ ایسا نہیں ہونا چاہیے کہ کوئی ایک گروہ یا صنعت کار (manufacturer) ان ضابطوں سے ناجائز فائدہ اُٹھائے۔

**۳ ۔ دستاویزوں کا آسانی سے سب کے پہنچ میں ہونااور صاف زبان کا استعمال**:مکانوں سے متعلق ضابطے ہر اُس فرد اور گروہ کو (جیسے سول انجینئر، کاریگر، اور عمارت بنانے والے) آسانی سے دستیاب ہونے چاہئیں۔ اِن دستاویزوں کا استعمال تربیت کے لیے بھی ضروری ہوتا ہے۔ اِنہیں انٹرنیٹ پر بھی فراہم کیا جا سکتا ہے۔ اِن ضابطوں کی زبان اور مطلب بالکل صاف اور واضح ہونا چاہیے، تاکہ پڑھنے والوں کو یہ بات آسانی سے سمجھ میں آ جائے۔ اِن ضابطوں میں شفافیت کا ہونا بہت ضروری ہے۔

**۴۔ بدلتے ہوئے حالات اور نئی جانکاریوں کو شامل کرنا** :اگرچہ عمارت سازی کی صنعت میں تبدیلیاں بہت دھیرے دھیرے آتی ہیں (خاص طور پر اگر اس کا موازنہ آئی ٹی جیسی صنعتوں سے کیا جائے)، پھر بھی مکانوں سے متعلق ضابطوں کو وقت کے ساتھ بدلتے رہنا چاہیے۔ اگر ان میں وقت وقت پر تبدیلی نہ کی جائے، تو نئے تحقیقی کام آگے نہیں بڑھ پاتے، اور عمارت بنانے کے بہتر اور سستے طریقے عام استعمال میں نہیں آپاتے۔اسی طرح جو غیرمحفوظ طریقے پہلے سے رائج ہیں،اُن میں بھی لگاتار بہتری لانے کی کوشش کرنا چاہیے، اور یہ بہتری عمارت سازی سے جُڑے اصولوں اور ضابطوں کے ذریعے لائی جاسکتی ہے (تصویر (۳) دیکھیں)۔یہ ضابطے اور اصول وقت کی موجودہ معلومات، تکنیکی جانکاریوں اور عمارت بنانے کے طریقوں کو سامنے رکھ کر بنانا چاہیے۔

تصویر (۳): مکانوں سے متعلق ضابطوں میں نئی تعمیراتی چیزوں کے استعمال کے لیے محفوظ اور آسان طریقے اپنائے جاسکتے ہیں۔ مثلاً تصویر میں ہلکی اینٹیں دیکھی جا سکتی ہیں۔

**۵۔ عمارت سازی سے متعلق تمام ضابطوں کے ساتھ میل کھانا** :مکانوں سے جُڑے ضابطوں پر عمل کروانے کے لیے ایک قانونی اور انتظامی بندوبست ہونا چاہیے۔ اس کے لیے ضروری ہے کہ لوگوں کو صحیح معلومات دی جائے اور ضابطوں پر عمل کو یقینی بنایا

جائے۔ اسی طرح عمارت سازی سے جُڑے سبھی لوگوں کو اِن باتوں سے آگاہ کیا جائے، ان میں مکان بنانے والے، مکان کے مالک، سرکاری افسران اور انجینئر سب شامل ہیں۔ انہیں سمجھانے کے لیے ہر سطح پر ماہر لوگوں کی مدد لی جا سکتی ہے۔سرکاری محکمے بھی اِس کام میں مدد دے سکتے ہیں، لیکن ان کا اصل کام یہ ہونا چاہیے کہ وہ ضابطوں پر آسان، کم خرچ اور صاف طریقے سے عمل کروائیں۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی عمارتوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔ یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔ منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:

Hoover, C. A. and Greene, M. eds, 1996. Construction quality, Education, and Seismic Safety. EERI, Oakland, U.S.A., 68pp.

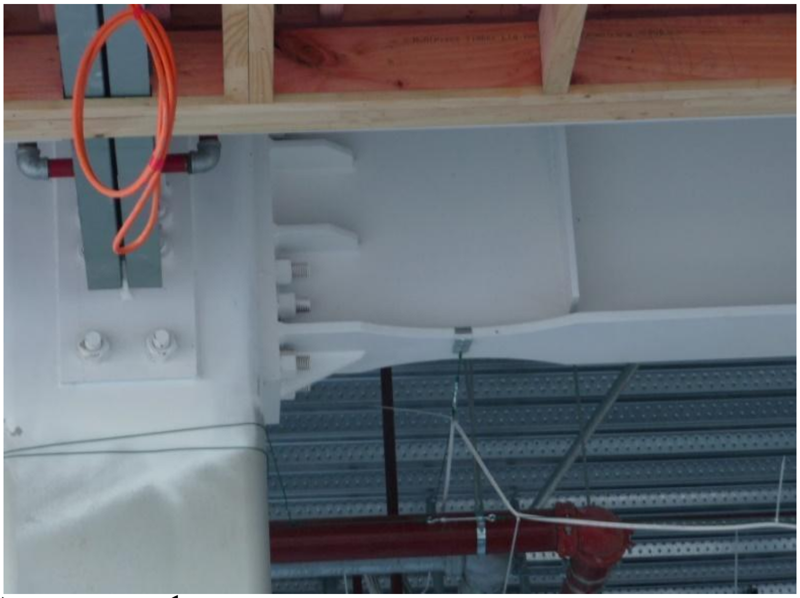
Moullier, T., 2015. Building regulation for resilience: managing risks for safer cities. Word Bank Group and GFDRR, Washington, U.S.A. 136 pp. https://www.preventionweb.net/publications /view/48493 (accessed 23 April 2020).

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۱۸): ضابطوں (codes) کے مطابق بنے مکانوں کے فائدے اور اُس کے حدود

زلزلے سے بچاؤ کے لیے کسی مکان کا تکنیکی خاکہ یا ڈیزائن اور اُس کا بنایا جانامقامی ضابطوں کے مطابق ہونا ضروری ہے۔ اگر ایسا نہیں ہوتا ہے، تو مکان درمیانے یا بڑے زلزلوں کے دوران نقصان کا شکار یا پورے طور پر زمیں بوس بھی ہوسکتا ہے۔ دھیان دینے والی بات یہ ہے کہ ضابطوں کے مطابق بنے مکانوں کو بھی زلزلے کے دوران کافی نقصان پہنچ سکتا ہے۔ اس کے کئی وجوہات ہیں، جنہیں آگے تفصیل سے سمجھایا گیا ہے۔

ضابطوں (codes) کے مطابق بنے مکانوں میں زلزلے کے دوران ہونے والے نقصان کی پہلی وجہ یہ ہے کہ ضابطے صرف کم از کم معیار طے کرتے ہیں۔ ایسے مکان زلزلہ برداشت کرنے والے (earthquake-resistant) ہو سکتے ہیں، لیکن زلزلے سے مکمل محفوظ (earthquake-proof) نہیں ہوتے یعنی زلزلہ پروف نہیں ہوتے۔ضابطے بنانے والے ماہرین کا ماننا ہے کہ زلزلہ برداشت کرنے کی صلاحیت کو بہت زیادہ بڑھانا مالی اعتبار سے ممکن نہیں ہوتا۔ اسی لیے کسی مکان کا تکنیکی خاکہ یا ڈیزائن سب سے شدید زلزلے کو سامنے رکھ کر نہیں کی جاتی۔کسی بھی مکان کی عمر کے دوران اتنے بڑے زلزلے آنے کا امکان بہت کم ہوتا ہے۔ اس لیے عام طور پر مکانوں کے ڈیزائن کی بنیاد نسبتاً کسی چھوٹے زلزلے پر رکھی جاتی ہے ، مثلاً کوئی ایسا زلزلہ جس کے آنے کا امکان ۵۰ سال (جو کہ ایک اوسط مکان کی عمر سمجھی جاتی ہے) میں ۱۰ فیصد ہو۔ایک طرح سے دیکھا جائے تو ضابطوں کا بنیادی مقصد لوگوں کی جان بچانا ہوتا ہے، نہ کہ مکان کی حفاظت۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ کسی بڑے زلزلے کے دوران، ضابطوں کے مطابق بنائے گئے مکان گر تو نہیں جائیں گے، لیکن اُنہیں شدید نقصان ضرور پہنچ سکتا ہے، اور اس کی مرمت کروانا کافی مہنگا بھی ہوسکتا ہے۔



تصویر (۱): ایک زیرِ تعمیر مکان میں، بائیں طرف ایک ستون دکھایا گیا ہے اور اسٹیل کی ایک بیم اس ستون سے جُڑی ہوئی ہے۔ دھیان دیجیے کہ بیم کی نچلی پلیٹ (flange) چوڑائی میں چھوٹی کر دی گئی ہے۔اسی کمزور حصے میں زلزلے کے دوران ایک ساختی فیوز (structural fuse) بنے گا۔ اس حصے میں موجود اسٹیل کے اندر بہت زیادہ خرابی آسکتی ہے، لیکن یہ ٹوٹے گا نہیں۔

کسی چھوٹے زلزلے کو سامنے رکھ کر خاکہ تیار کرنے کے علاوہ، ضابطوں (codes) کے مطابق کسی مکان کا ڈیزائن زلزلے کے ممکنہ دباؤ سے کافی کم ہوتا ہے۔اس کا مطلب یہ ہے کہ زلزلے کی حالت میں، مکان کے ستون (columns)، بیم (beams) اور دیواروں کو کچھ نقصان پہنچ سکتا ہے، لیکن وہ اچانک ٹوٹ کر زمین بوس نہیں ہوں گے۔انجینئر کئی بار ساختی فیوز (structural fuse) کی بات کرتے ہیں، خاص طور پر بیم میں (تصویر (۱) دیکھیں)۔جس طرح ایک سرکٹ (circuit) میں فیوز نازک برقی آلات اور مشینوں کی حفاظت کرتا ہے، اسی طرح کم اہمیت والے حصوں (جیسے بیم) میں موجود ساختی فیوز، مکان کے زیادہ اہم حصوں (جیسے ستون) کی حفاظت کرتے ہیں۔اگر مکانوں کے تکنیکی ڈیزائن اور اُس کی بناوٹ ایسی ہو کہ اُن میں کوئی نقصان نہ پہنچے، تو ایسے مکانوں کو تقریباً پانچ گنا زیادہ مضبوط بنانا پڑے گا۔اس کا مطلب یہ ہوگا کہ مکان کے ستون اور بیم اپنے عام سائز سے کہیں زیادہ بڑے ہوں گے۔

ضابطوں (codes) کے مطابق بنے ہوئے مکانوں میں زلزلے کے دوران نقصان پہنچنے کی ایک اور وجہ cladding (حفاظتی تہہ) اور partition (تقسیم کرنے والی) دیواروں کو پہنچنے والا ضرر ہے۔ اس کے علاوہ کمروں کے اندر موجود سامان اور مشینوں کو بھی نقصان پہنچ سکتا ہے۔ زلزلے کے دوران فرش (floors) افقی (horizontal)سمتوں میں ہلتے ہیں۔ اسی وجہ سے اینٹ کی دیواروں کو نقصان پہنچ سکتا ہے۔ ساتھ ہی چھوٹے موٹے سامان بھی اِدھر اُدھر بکھر سکتے ہیں (تصویر (۲) دیکھیں)۔

تصویر (۲): اگر ڈیزائن صحیح طریقے سے نہ کیا گیا ہو، تو زلزلے کے دوران مکان کے اندر اینٹ کی دیواروں کو کافی نقصان پہنچ سکتا ہے۔

ضابطے (codes) دراصل بڑے زلزلوں کے امکانات،نیز اُسے سامنے رکھ کر کی جانے والی ڈیزائن اور اُسے بنانے میں آنے والے خرچ کے درمیان ایک توازن طےکرتے ہیں۔ مکان کس قسم کا ہے، اور اُسے کم از کم کتنا مضبوط ہونا چاہیے، یہ بھی اِنہی ضابطوں کے ذریعے طے کیا جاتا ہے۔مثلاً ایک اسپتال کی عمارت کو دفتر کی عمارت کے بہ نسبت زیادہ مضبوط بنایا جاتا ہے۔چونکہ ضابطے صرف کم از کم معیار بتاتے ہیں، اس لیے ایک مکان مالک چاہے تو اپنےمکان کو زلزلے کی شدّت کے پیشِ نظر مضبوط سے مضبوط تر بنوا سکتا ہے۔ یا پھر اُن میں زلزلہ روکنے والا نظام، جیسے زلزلہ جدا کرنے والی تکنیک (seismic isolation) بھی لگا سکتا ہے۔ (دیکھیے: باب ۲۳)۔ہندوستان میں اس تکنیک کا استعمال کئی عمارتوں میں کیا جا چکا ہے، اور رفتہ رفتہ اس کا رواج بڑھتا جا رہا ہے۔ایسی تکنیک سے تیار کیے گئے مکان اگرچہ کچھ زیادہ مہنگے ہوسکتے ہیں،لیکن ان کی خوبی یہ ہوتی ہے کہ ان میں زلزلے کے دوران نقصان بہت کم ہوتا ہے، اور زلزلے کے فوراً بعد ان مکانوں میں روز مرّہ کے کام کاج دوبارہ شروع کیے جا سکتے ہیں۔ایسی عمارتوں کے لیے زلزلے کے وقت ہونے والے شدید نقصان کا بیمہ کروانا بھی ممکن ہوپائے گا۔

تصویر (۳)۔ بہار کے پٹنہ میں زلزلہ جداکاری (Seismic Isolation) تکنیک سے تعمیر شدہ پولیس ہیڈکوارٹر

(*source:* *https://www.jagran.com/bihar/patna-city-bihar-police-hq-shifted-in-its-new-hightech-building-know-its-specialities-jagran-special-18522551.html*)

تصویر (۴)۔ ایک دائرہ نما (circular) ربڑ بیئرنگ (bearing) میں کئی باریک اسٹیل کی پلیٹیں ہوتی ہیں، جن کے اوپر اور نیچے ربڑ کی تہیں چڑھی ہوتی ہیں۔ اس قسم کے آلات کو عمارت کے ہر ستون کے نیچے نصب کر کے عمارت کو زلزلے کے دوران افقی (horizontal) سمتوں میں ہونے والی حرکت سے جدا (isolate) کیا جا سکتا ہے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی عمارتوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔ یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔ منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۱۹): مکانوں کی تعمیری منصوبہ بندی کے دوران جائزے کی اہمیت

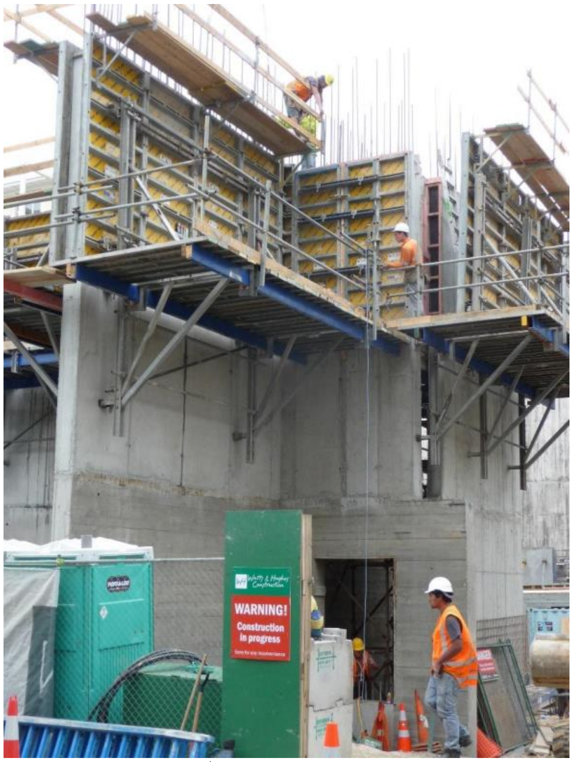
انسانوں سے غلطیاں ہو جاتی ہیں۔ زیادہ تر غلطیوں کے نتیجے بہت سنگین نہیں ہوتے، لیکن کچھ کے ضرور ہوتے ہیں۔ ان غلطیوں کے کئی اسباب ہوسکتے ہیں۔ بعض غلطیاں انجانے میں ہوتی ہیں، جیسے دھیان کی کمی، ذہنی یکسوئی یا ضروری معلومات کا نہ ہونا۔کبھی کبھار کچھ غلطیاں جان بوجھ کر بھی کی جاتی ہیں۔ لوگ کئی بار پیسے کی بچت یا ذاتی فائدے کے لیے شارٹ کٹ راستہ اختیار کرتے ہیں اور منصوبوں پر صحیح طریقے سے عمل نہیں کرتے۔عمارت سازی کے شعبے میں کی جانے والی غلطیوں کی وجہ سے لوگوں کی جان کو خطرہ لاحق ہوسکتا ہے، خاص طور پر کسی بڑے زلزلے کے وقت۔تکنیکی منصوبہ بندی یا ڈیزائن یا مکان بنائے جانے کے وقت اِن غلطیوں کا پتا آسانی سے نہیں چلتا، لیکن انہی کی بنیاد پر یہ کہا جاسکتا ہے کہ کوئی مکان زلزلے کے وقت سلامت رہے گا یا زمین بوس ہو جائے گا (تصویر (۱) دیکھیے)۔

تصویر (۱)۔ اگر مضبوط کنکریٹ (reinforced concrete) کی دیوار میں کئی اسٹیل کی سلاخیں نہ ہوں تو شدید نقصان ہو سکتا ہے۔

کئی صنعتی ادارے ایسی پریشانیوں سے بچنے اور تحفظ بڑھانے کی خاطر جانچ پڑتال کے

ایک جامع طریقۂ کار پر عمل کرتے ہیں۔ ہوائی صنعت اس کی بہترین مثال ہے۔اگر آپ کسی معاون پائلٹ (co-pilot) کی ذمّےداریوں کا جائزہ لیں تو آپ دیکھیں گے کہ جانچ پڑتال کرنا اُس کے کام کا ایک اہم حصہ ہے۔ پرواز سے جُڑے کئی پہلو ایسے ہوتے ہیں جن کی جانچ لازمی ہوتی ہے۔ اگر کسی ایک پہلو، مثلاً ایندھن کی جانچ رہ جائے تو اس کےخطرناک نتیجے دیکھنے کو ملتے ہیں۔ اسی لیے چیک لسٹ (checklists) حفاظتی نقطۂ نظر سے بے حد اہم مانی جاتی ہیں۔

ہم میں سے شاید ہی کوئی ایسا ہو جسے یہ پسند ہو کہ اُس کے کام کی جانچ کوئی دوسرا کرے۔ لیکن یہ عمل ضروری ہے، خاص طور پر اُن صورتوں میں جب کسی غلطی کے خطرناک نتیجے سامنے آسکتے ہوں۔مکانوں کی تکنیکی منصوبہ بندی اورتعمیر بھی ایک ایسا ہی میدان ہے۔ کسی سول انجینئر کے لیے ایک عام مکان کا ڈیزائن تیار کرنا کوئی بہت مشکل کام نہیں ہے، اگر صرف مکان، اس کے اندر رہنے والے لوگ اور چیزوں کا دھیان رکھنا ہو۔لیکن جب کسی بڑے زلزلے کے دوران پیدا ہونے والے جھٹکوں اور تباہی کو سامنے رکھ کر ڈیزائن تیار کرنا ہو تو کام کچھ مشکل ہوجاتا ہے۔ اس کے لیے اضافی علم، بہتر فہم، اور مناسب تجربہ درکار ہوتا ہے۔ایسی صورت میں غلطیوں کا امکان ہمیشہ موجود رہتا ہے۔ اسی لیے ضروری ہے کہ اصل ڈیزائن تیار کرنے والے انجینئر سے الگ، کوئی دوسرا ماہر اس ڈیزائن کا جائزہ لے۔ حساب کتاب، منصوبوں، اور دیگر تفصیلات کی جانچ اور اُس پرنظرثانی لازمی ہے۔اس سے یہ یقینی بنایا جا سکتا ہے کہ مکان کی منصوبہ بندی اور تعمیر، طے شدہ ضابطوں اور معیارات کے مطابق ہو رہی ہے یا نہیں۔ (تصویر (۲)دیکھیے)




تصویر (۲)۔ ان مضبوط (reinforced concrete) کنکریٹ کی دیواروں کی جانچ اورنظرثانی، ڈیزائن و تعمیر، دونوں مرحلوں پرکی گئی۔ اس سے یہ یقینی بنایا جا سکا کہ منصوبہ بندی اور اُس پر عمل اچھے ڈھنگ سے ہواہے۔

آپ اپنے سول انجینئر سے ضرور پوچھیں کہ اب تک کون کون سی جانچ یا نظرثانی کی گئی ہے۔ یہ بھی معلوم کریں کہ یہ جانچ کس نے کی ہے؟ کیا یہ جانچ آزادانہ طور پر کی گئی ہے؟یعنی کسی ایسے صنعتی ادارے کے انجینئر نے اس کا جائزہ لیا ہے جو اِس منصوبے سے وابستہ نہ ہو؟ اگر ایسا نہیں ہوا ہے، تو ایسی جانچ ضرور ہونی چاہیے، بھلے ہی اِس کے لیے زیادہ پیسے کیوں نہ لگیں۔ایسی جانچ کے بعد تعمیر سے جُڑے تمام دستاویزوں سرکاری منظوری کے لیے متعلقہ دفتر میں جمع کرائے جاتے ہیں۔ اگرچہ سرکاری دفتر اِن دستاویزوں کی تکنیکی جانچ نہ بھی کرے، تب بھی آپ کسی حد تک یقین کر سکتے ہیں کہ اس مکان میں مناسب زلزلہ مزاحم صلاحیت موجود ہے۔البتہ یہ بات ضرور دھیان میں رکھنی چاہیے کہ تعمیر اُنہیں طریقوں سے کی جائے جیسا کہ ان دستاویزات اور تکنیکی منصوبے میں درج ہے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی عمارتوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں،

نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔ یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔ منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۲۰): مکانوں کی تعمیر کے وقت جانچ اور نظرِ ثانی کی اہمیت

باب (۱۹) میں مکان کے ڈیزائن، منصوبہ بندی اور تعمیری ضابطوں پر عمل سے متعلق جانچ پڑتال (checks) پر زور دیا گیا تھا۔ وہاں یہ بات بتائی گئی تھی کہ مکان بنانے کی منظوری ملنے سے پہلے ایسی جانچ پڑتال کرالینا نہایت ضروری ہے۔ اورتعمیر سے پہلے ہر حال میں یہ جانچ مکمل ہوجانی چاہیے۔ اس سے مکان مالک کو یہ اطمینان ہوتا ہے کہ تعمیری ضابطوں کی پیروی کی گئی ہے، اور مکان میں مناسب حد تک زلزلہ مزاحم صلاحیت موجود ہے۔

اگلا چیلنج اُس وقت سامنے آتا ہے جب مکان بننا شروع ہوتا ہے۔ دوسروں کی طرح، مکان بنانے والی کمپنیاں (companies) بھی جانے انجانے میں غلطیاں کر بیٹھتی ہیں۔ ان میں سے کئی کمپنیاں تو عمارت کے تعمیری ڈیزائن پر عمل ہی نہیں کرتیں۔ بعض دفعہ وہ اسٹیل کی سلاخیں ہٹا دیتی ہیں، انہیں غلط طریقے سے موڑ دیتی ہیں، کنکریٹ (concrete) میں سیمنٹ (cement) کی مقدار کم کر دیتی ہیں، یا خراب اینٹیں لگا دیتی ہیں (تصویر (۱) دیکھیے)۔ اگر جانچ اور نظرثانی نہ کی جائے، تو نیا نیا بننے والا مکان بھی زلزلے کے وقت غیرمحفوظ ثابت ہو سکتا ہے۔ آپ کو جگہ جگہ ایسے خراب اور کمزور عمارتیں دیکھنے کو مل جائیں گی (تصویر (۲) دیکھیے)۔ لیکن اگر مکان بنانے والی کمپنی منصوبے اور ڈیزائن کے عین مطابق کام کرے، تو زلزلے کے وقت مکان کے محفوظ رہنے کا امکان زیادہ ہوتا ہے۔

تصویر (۱)۔ اسٹیل کی ایک چھڑ کی جانچ کی جا رہی ہے۔ یہ دیکھنا ضروری ہے کہ تعمیر میں استعمال ہونے والا سامان معیار کے مطابق ہے۔

اکثر ایسا ہوتا ہے کہ آپ کے آس پاس کے تعمیراتی محکمے تعمیر کے دوران استعمال میں آنے والے سامان کی کوالٹی چیک کے لیے کچھ اصول بناتے ہیں۔ اگر ایسا ہے، تو ان اصولوں پر ضرور عمل کریں۔ لیکن اگر ایسا نہیں ہے، تو بہتر یہ ہے کہ آپ نے جس سول انجینئر سے مکان کا ڈیزائن بنوایا ہے، اُس سے درخواست کریں کہ وہ تعمیر کے دوران وقت وقت پر آکر معائنہ کرتا رہے۔اس کا مطلب یہ ہے کہ انجینئر کو وقت وقت پر مکان بنائے جانے کی جگہ پر خودجا کر مختلف کاموں کا جائزہ لیتے رہنا چاہیے۔خاص طور پر جب کوئی اہم کام کیا جا رہا ہو (تصویر (۳) دیکھیے)۔ مثلاً، جب ستونوں میں کنکریٹ بھرنے کا کام ہو رہا ہو یا فارم ورک (formwork) لگانے سے پہلے اسٹیل کی سلاخیں رکھی جا رہی ہوں، تو ان کا معائنہ ضروری ہوتا ہے۔ اپنے انجینئر سے یہ بھی ضرور پوچھیں کہ تعمیر کے کام میں کیا کیا بدلاؤ ہونے چاہیے تاکہ آخر میں یہ ثابت کیا جا سکے کہ مکان کی تعمیر پورے طور پر ڈیزائن اور دوسرے ضابطوں کے مطابق ہوئی ہے۔

تصویر (۲): اس ستون (column) میں لگائی گئی سلاخیں کئی لحاظ سے تعمیری ضابطوں اور معیاروں کے مطابق نہیں ہیں۔ کسی درمیانے یا بڑے زلزلے کے دوران اس میں شدید نقصان کا امکان ہے۔

تصویر (۳): کسی مکان کے بنائے جاتے وقت انجینئر کو بار بار اُس جگہ جانا چاہیے، تاکہ یہ دیکھا جاسکے کہ تعمیر منصوبے اور معیاروں کے مطابق ہو رہا ہے یا نہیں۔

کچھ لوگ مکان بناتے وقت معیار کی جانچ پر آنے والے خرچ سے بچنا چاہتے ہیں۔ ایسی صورت میں تعمیر میں ہونے والی غلطیوں یا بلاوجہ کی گئی تبدیلیوں کا پتا لگانابہت مشکل ہے۔ لیکن یہ تو بہر طور ضروری ہے نا کہ مکان میں زلزلے سے بچاؤ کی صلاحیت ہو، اور اس کے لیے ڈیزائن کی باریکیوں کا خیال رکھا جائے، تو پھر کیوں خود کو اور دوسروں کو ،ناقص تعمیر کی وجہ سے زلزلے کے خطرے میں ڈالیں؟ آج کی معمولی سی بچت کل کو جان لیوا ثابت ہو سکتی ہے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی عمارتوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔ یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔ منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل

مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

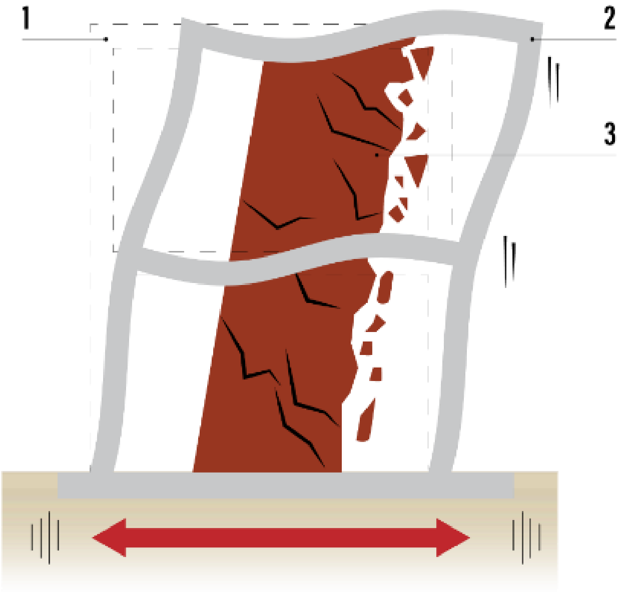
# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۲۱): مکان کے غیرتعمیراتی (non-structural) حصوں کو نقصان سے بچانا

اس مجموعے کے زیادہ تر ابواب زلزلے کے دوران مکانوں کے بنیادی ڈھانچے (structural system) اور مکانوں میں رہنے والے انسانوں کی حفاظت کے بارے میں ہیں۔ اِن مضامین کا اصل مقصد مکانوں کے بنیادی ڈھانچے کو زلزلے کے دوران شدید نقصان سے بچانا ہے۔ اگر کسی مکان کا بنیادی ڈھانچہ محفوظ رہتا ہے، تو اس سے لوگوں کی جان کو بھی کم خطرہ ہوتا ہے۔ اور اس طرح زلزلے کے بعد تباہ شدہ مکانوں کے بنیادی ڈھانچوں کی کم خرچ میں مرمت کرنا بھی ممکن ہو سکتا ہے۔ لیکن مکان کے باقی حصوں میں ہونے والے نقصان کا کیا کیا جائے؟

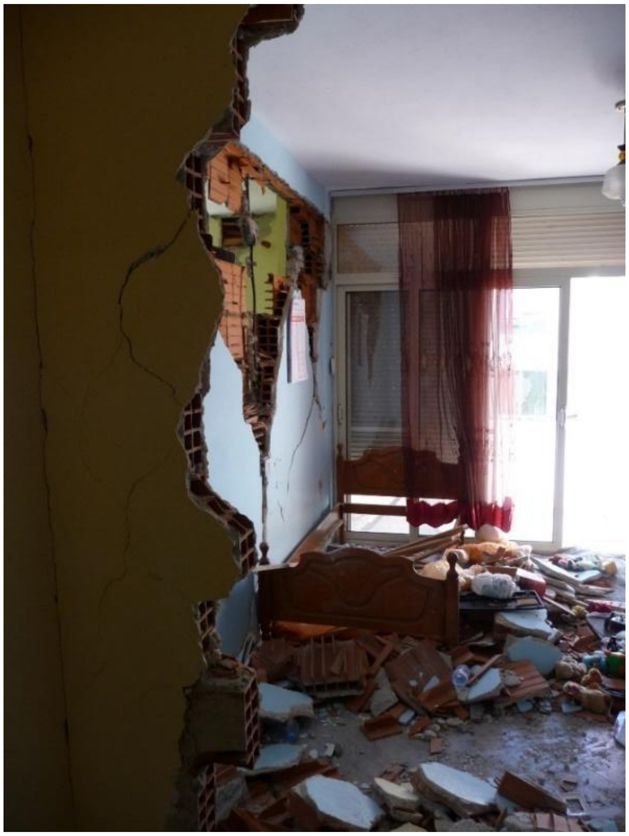
اگر خرچ کے لحاظ سے دیکھا جائے تو بنیادی ڈھانچے کا حصہ پورے مکان کا تقریباً ۳۰ فیصد، جب کہ مکان کے باقی حصوں کا خرچ ۷۰ فیصد تک ہوسکتا ہے۔ مکان کے اِن حصوں کو عام زبان میں غیرتعمیراتی عناصر (non-structural elements) کہا جاتا ہے۔ اس میں چمنی، چھتوں کی ٹائلس، بیرونی دیواریں (claddings)، شیشے لگانا (glazing)، تقسیم کرنے والی دیواریں (partition walls)، فالس سیلنگ (false ceilings)، اور مکینیکل (mechanical) اور برقی (electrical) آلات شامل ہو سکتے ہیں۔ اس کے علاوہ ہمیں مکان کے اندر موجود دوسری باقی چیزوں کے بارے میں بھی سوچنا چاہیے، جو کہ کافی مہنگی ہو سکتی ہیں۔ یہ غیرتعمیراتی عناصر صرف مہنگے ہی نہیں ہوتے، بلکہ زلزلے کے دوران اِن میں ہونے والا نقصان جان لیوا بھی ثابت ہوسکتا ہے یا ہمیں چوٹ بھی پہنچا سکتا ہے۔

غیرتعمیراتی حصوں میں نقصان کے دو سبب ہوتے ہیں۔ سب سے پہلا سبب یہ ہے کہ بنیادی ڈھانچہ زلزلے کے دوران افقی (horizontal) سمتوں میں ٹیڑھا (deform) ہو جاتا ہے۔ اس کے علاوہ ان نقصانات کی دوسری وجہ یہ ہے کہ زلزلے کے دوران بنیادی ڈھانچے میں تیز جھٹکے (acceleration) پیدا ہوتے ہیں۔ انٹرنیٹ پر "nonstructural earthquake damage" تلاش کرنے پر اس سے جُڑی کئی تصویریں دیکھی جا سکتی ہیں۔




تصویر (۱)۔ زلزلے سے پہلے (۱) اور زلزلے کے دوران (۲) ایک بنیادی فریم (structural frame)۔ منزلوں (floors) کے اوپر اور نیچے کی تقسیم کرنے والی (partition) دیواریں (۲) فریم میں ٹیڑھا پن پیدا ہونے کی وجہ سے خراب ہو سکتی ہیں۔

زلزلے کے دوران افقی جھکاؤ (deflection) اور ٹیڑھا پن (deformations) کی وجہ سے اینٹ کی بیرونی اور تقسیم کرنے والی (partition) دیواروں میں نقصان پہنچ سکتا ہے۔ جب کوئی اوپری منزل نچلی منزل کے مقابلے میں زیادہ کھسکتی ہے تو ایسی دیواروں کو نقصان پہنچنے کا امکان زیادہ ہوتا ہے (تصویر (۱) دیکھیے)۔یہ بات غور کرنے کے لائق ہے کہ بنیادی فریم (structural frameworks) ایسی دیواروں کے مقابلے میں کافی زیادہ لچک دار ہوتے ہیں۔ ان دیواروں کو نقصان سے بچانے کے لیے یا تو انہیں بھی لچک دار بنایا جاسکتا ہے، یا پھر انہیں ستونوں (columns) اور اوپر کی منزل سے الگ رکھا جا سکتا ہے۔ البتہ، دونوں صورتوں میں عمارت کے نقشے (architectural design) میں خاص احتیاط برتنا ضروری ہوتا ہے۔

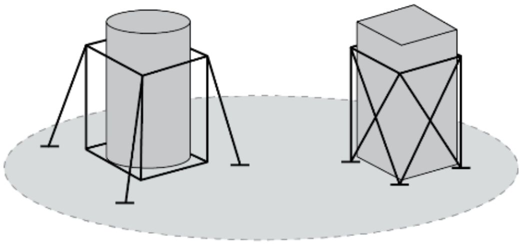


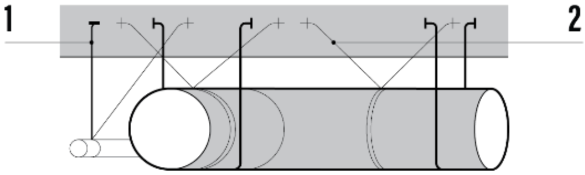
تصویر (۲)۔ زلزلے کے دوران تباہ  ہونے والی دیواریں جان لیوا ہو سکتی ہیں۔

**تصویر (۳)۔ اینٹوں سے بنی ایک چمنی چھت کے قریب سے ٹوٹ کر نیچے گر گئی ہے۔ چمنی کا باقی بچا حصہ بھی برباد ہوچکا  ہے۔**
(N. Allaf)

زیادہ تر غیرتعمیراتی عناصر زلزلے کے دوران جھٹکوں کی شدت (acceleration) کی وجہ سے نقصان کا شکار ہوجاتے ہیں۔ بہت تیز جھٹکوں کی صورت میں یہ عناصر ٹوٹ سکتے ہیں، اور ان کے جوڑ بھی الگ ہو سکتے ہیں، جس کے نتیجے میں وہ زمین پر گر سکتے ہیں (تصویر (۲) اور (۴) دیکھیے)۔ اگر مکان کے اندر موجود چیزیں فرش یا دیوار سے مضبوطی کے ساتھ جُڑی نہ ہوں تو زلزلے کے دوران وہ اچھل کر دور جا سکتی ہیں۔ ایسی صورت میں یا تو وہ خود ٹوٹ جائیں گی، یا کسی کو چوٹ پہنچا سکتی ہیں۔پچھلے زلزلوں سے ہمیں یہ سبق ملا ہے کہ غیرتعمیراتی عناصر کو فرش، دیواروں یا ستونوں سے مضبوطی سے باندھ کر رکھنا چاہیے۔ پانی کی ٹنکیوں اور دیگر تمام آلات کو ہر صورت میں اچھی طرح باندھ دینا چاہیے، ورنہ وہ زلزلے کے دوران کھسک سکتے ہیں یا اُلٹ سکتے ہیں۔ کئی بار ایسا بھی ہوتا ہے کہ خود اُن آلات کو تو زیادہ نقصان نہیں پہنچتا، لیکن اُن کے تیز ہلنے کی وجہ سے آس پاس کی دوسری چیزوں کو اچھا خاصا نقصان ہو جاتا ہے۔ مثلاً اُن کے ہلنے کے دوران شارٹ سرکٹ (short-circuit) ہو سکتا ہے، جس سے آگ لگنے کا اندیشہ ہوتا ہے۔FEMA E-74 رپورٹ میں غیرتعمیراتی عناصر کو تعمیری ڈھانچے سے جوڑ کر رکھنے کے چند عام اور بہتر طریقے بیان کیے گئے ہیں۔ ان میں سے کئی طریقوں پر آنے والا خرچ نسبتاً بہت کم ہے۔ ایسی صورت میں عقل مندی اسی میں ہے کہ ان سستے اور کفایتی طریقوں کو مناسب طور پر استعمال میں لایا جائے۔

تصویر (۴)۔ اس مکان کی زیادہ تر باہری دیواریں (claddings)اور شیشے(glazing) ایک زلزلے کے دوران ٹوٹ پھوٹ کا شکار ہو گئے۔




(c)

**تصویر (۵)۔ پانی کی ٹنکی (a) اور آلات (b) کو زلزلے کے دوران نقصان سے بچانے کے لیے انہیں عمارت کے بنیادی ڈھانچے سے جوڑنا ضروری ہے۔ اس کے علاوہ، تصویر کے حصے (c) میں پائپوں اور ڈکٹوں (ducts) کو ہینگر تاروں (hanger wires) (۱) کے ساتھ ساتھ دوسرے سہارے دینے والے تاروں (۲) سے بھی سہارا دیا گیا ہے۔**

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی عمارتوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔ یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔ منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:

Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 173-186.

FEMA, 2012. Reducing the Risks of Nonstructural Earthquake Damage—A Practical Guide (FEMA E-74) https://www.fema.gov/media-library-data/1398197749343-db3ae43ef771e639c16636a48209926e/FEMA _E-74 _ Reducing _the_Risks_of _Nonstructural_Earthquake_Damage.pdf.

Murty, C. V. R., 2005. How can Non-structural Elements be protected against Earthquakes? Earthquake Tip 27. IITK-BMTPC "Learning earthquake design and construction", NICEE, India. http://www.iitk.ac.in/nicee/EQTips/EQTip27.pdf (accessed 5 May 2020).

Nonstructural. Mitigation Center. Earthquake Engineering Research Institute. https://mitigation.eeri.org/category/structures/non-structural-abc-testing.

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

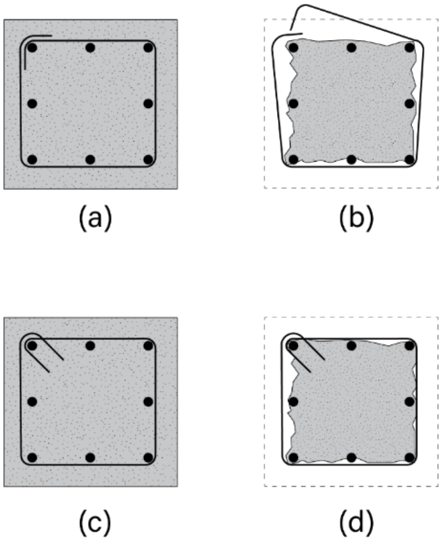
## باب (۲۲): تعمیر شدہ مکانوں کی زلزلہ برداشت کرنے کی صلاحیت بڑھانا(Retrofitting)

بھارت اور دنیا کے دوسرے علاقوں میں مکان عام طور پر تعمیراتی ضابطوں (codes) اور معیاروں (standards) کے مطابق بنائے جاتے ہیں۔ پھر بھی بہت سے مکان زلزلے کے لحاظ سے غیر محفوظ رہ جاتے ہیں۔ اس کے کئی سبب ہوسکتے ہیں: مثلاً بعض اصولوں پر پوری طرح عمل نہ کیا گیا ہو، یا پھر وقت کے ساتھ ضابطوں میں تبدیلی کے نتیجے میں اب اُن مکانوں میں زلزلہ برداشت کرنے کی اضافی صلاحیت درکار ہو گئی ہو۔ ایسے مکانوں کی مضبوطی بڑھانے کے عمل کو ''ریٹروفٹنگ'' (retrofitting) کہا جاتا ہے۔ اس عمل کی مثال ایک بیمار شخص کے علاج کے لیے کی جانے والی سرجری سے دی جا سکتی ہے۔ اسی لیے ایسی کئی اسکیموں کو ''زلزلہ سرجری'' (seismic surgery) کام نام بھی دیا گیا ہے۔

زلزلے کے لحاظ سے حسّاس علاقوں میں مکانوں کی ریٹروفٹنگ کی ضرورت کئی وجہوں سے پیش آ سکتی ہے۔ مثال کے طور پر، اگر کسی مکان کو غیرمحفوظ پایا جائے تو اس کی ریٹروفٹنگ ضروری ہوجاتی ہے۔ اگر یہ کام بڑے پیمانے پرکیا جائے تو پورے شہر کے مکانوں کو مضبوط بنایا جا سکتا ہے، اور کسی بڑے زلزلے کی صورت میں ممکنہ جانی و مالی نقصان اور اس کے نتیجے میں پیدا ہونے والے ذہنی صدمے کو کم کیا جا سکتا ہے۔ ریٹروفٹنگ ہی وہ واحد راستہ ہے جس کے ذریعے آنے والے زلزلے کے دوران جان و مال، رہائشی عمارتوں اور روزگار کو بچایا جا سکتا ہے۔ عام طور پر ریٹروفٹنگ والے کام میں اُن عمارتوں کو ترجیح دیتے ہیں جو زیادہ اہم ہوتے ہیں، جیسے اسپتال اور اسکول وغیرہ۔

ریٹروفٹنگ کے پہلے مرحلے میں مکان کی موجودہ حالت کا باریک بینی سے جائزہ لیا جاتا ہے۔ ایک تجربہ کار انجینئر مکان میں موجود بڑی خامیوں کو فوراً بھانپ لیتا ہے۔ مثال کے طور پر، اگر کسی مکان میں کمزور و لچکدار منزل (soft story) موجود ہو (دیکھیے: باب ۱۱)، یا دیواریں مسلسل نہ ہوں (discontinuous walls) (دیکھیے: باب ۱۲)، تو کسی بڑے زلزلے کی صورت میں وہ مکان زمین بوس ہوسکتا ہے۔ مکان کی عمر سے بھی اُس زمانے کی رائج تعمیراتی تکنیکوں کا اندازہ لگایا جا سکتا ہے۔ مثلاً، کنکریٹ سے بنے زلزلہ مزاحم مکان ۱۹۸۰ء کی دہائی سے بننے شروع ہوئے تھے۔ مکان کی تعمیر میں استعمال ہونے والے مواد (Material) کو سمجھنا بھی بہت ضروری ہے۔ اگر پچھلے زلزلوں کے دوران عمارتوں کی کارکردگی کا جائزہ لیا جائے تو اندازہ ہوتا ہے کہ وہ مکان جن کی اینٹ کی دیواریں بغیر لوہے کی سلاخوں یا چھڑوں (reinforcement) کے بنی ہوں، اُن میں

ریٹروفٹنگ کی ضرورت سب سے زیادہ ہوتی ہے۔




تصویر (۱):حصہ (a) میں ایک ستون (column) کا کٹا ہوا پار (cross-section) دکھایا گیا ہے جس میں ۹۰ ، درجے کے *مُڑے ہوئے سِرے*bend) ) نظر آ رہے ہیں۔ زلزلے کے دوران ایسے ستون کو نقصان پہنچنا طے ہے، جس کی وجہ سے وہ موڑ کھل سکتے ہیں اور باندھنے والی سلاخ (tie) بے کار ہو سکتی ہے (دیکھیے: حصہ (b)۔حصہ (c) میں باندھنے والی سلاخ کو تعمیراتی ضابطوں (codes) کے مطابق ۱۳۵ ، درجے پر موڑا گیا ہے۔ اگر زلزلے کے دوران ستون کو نقصان پہنچ بھی جائے، تب بھی یہ باندھ (tie) اثردار رہےگا۔ (دیکھیے: حصہ d))۔

اگر ابتدائی جانچ سے یہ اندازہ ہو کہ مکان کو ریٹروفٹنگ کی ضرورت ہے، تو پھر ایک تفصیلی معائنہ کیا جا سکتا ہے۔ اس کے لیے مکان کے کچھ تعمیری حصوں کو جزوی طور پر توڑ کر یہ دیکھا جا سکتا ہے کہ کیا لوہے کی سلاخیں (steel rods) صحیح طریقے سے لگائی گئی ہیں یا نہیں (دیکھیے: تصویر ۱)۔

ایک اہم سوال یہ ہے کہ ریٹروفٹنگ کس حد تک کی جائے؟ کیا مکان کو اتنا مضبوط بنایا جائے کہ وہ آج کی جدید ترین ضابطوں کے مطابق ہوجائے، یا پھر کچھ کم درجے کی ریٹروفٹنگ سے بھی کام چل سکتا ہے؟ حالانکہ کم درجے کی ریٹروفٹنگ میں زلزلے کے دوران نقصان کا خطرہ زیادہ ہوتا ہے۔ چونکہ ریٹروفٹنگ کوئی سستا یا آسان کام تو ہے نہیں، اس لیے کئی بار کچھ سمجھوتے کرنے پڑتے ہیں۔ ان تمام باتوں کو ذہن میں رکھ کر ہی ریٹروفٹنگ کی منصوبہ بندی اور تفصیلات تیار کی جاتی ہیں۔

کسی مکان کی ریٹروفٹنگ کئی طریقوں سے کی جا سکتی ہے۔ ہر مکان کو الگ انداز سے

دیکھنے کی ضرورت ہوتی ہے، بالکل اُسی طرح جیسے ایک ڈاکٹر اپنے ہر مریض کا الگ الگ جائزہ لیتا ہے۔ کچھ مکانوں میں دیگر مکانوں کی بہ نسبت زیادہ مرمت درکار ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر، کچھ مکانوں میں دونوں سمتوں میں نئی مضبوط دیواریں یا سہارا دینے والی لوہے کی سلاخیں (braces) لگانی پڑتی ہیں ( تصویر (۲) اور (۵) دیکھیے)۔ جبکہ بعض دوسرے مکان ایسے بھی ہوتے ہیں جن میں صرف ایک سمت میں ہی یہ مضبوط اجزاء (elements) لگانے سے کام چل جاتا ہے۔ کچھ اور مکانوں میں صرف بھاری اینٹ کی دیواروں کی جگہ ہلکی دیواریں لگا دینا کافی ہوتا ہے۔ اورکئی بار ایسا بھی ہوتا ہے کہ کسی مکان میں کسی بھی طرح مناسب زلزلہ مزاحم صلاحیت پیدا نہیں کی جا سکتی، ایسی صورت میں پرانا مکان گرا کر نیا مکان بنانا زیادہ بہتر ہوتا ہے۔ اگر آپ انٹرنیٹ پر ‘‘retrofitting building for earthquakes’’ تلاش کریں تو اس موضوع پر کئی مثالیں دیکھی جاسکتی ہیں۔

تصویر (۲)۔ اس اسپتال کی ریٹروفٹنگ میں دونوں سمتوں میں دو نئی تعمیری (structural) دیواریں اور اُن کی بنیادیں (foundations) بنائی گئی ہیں۔

بہرحال، ریٹروفٹنگ ایک مہنگا عمل ہے، اور ہر صورت میں اسے انجام دینا ممکن بھی نہیں ہوتا۔ البتہ، مٹی کے بنے ہوئے گھروں (adobe housing) کو مضبوط بنانے کے کچھ نسبتاً سستے طریقے موجود ہیں (2011 Vargas-Neumann)۔ اکثر ایسا ہوتا ہے کہ ہمارے پاس وسائل اور ذرائع محدود ہوتے ہیں، جس کی وجہ سے ہمیں غیر محفوظ مکانوں میں رہنا پڑتا ہے۔ لیکن مستقبل کے لیے مکانوں کی زلزلہ مزاحم صلاحیت کو یقینی بنانا بھی ہے

حد ضروری ہے۔ اس طرح وقت کے ساتھ آہستہ آہستہ سبھی مکان زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنائے جا سکتے ہیں۔

تصویر (۳). اس مکان کے پچھلے حصے میں نسبتاً موٹی ساخت دیکھی جا سکتی ہے، جو پرانے فریم ورک (framework) کے اوپر کنکریٹ کا نیا فریم ورک ہے۔

تصویر (۴). ریٹروفٹنگ کے لیے اسٹیل کے بریسز (braces) لگائے گئے ہیں۔

تصویر (۵). اس اینٹ کی دیوار میں لکڑی کے فرش کو اسٹیل کے بریس لگا کر مضبوطی دی گئی ہے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی عمارتوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں،

نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔ یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔ منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:


Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 187-205.

Retrofit. Mitigation Center. Earthquake Engineering Research Institute. https://mitigation.eeri.org/category/structures/retrofit-abc-testing.

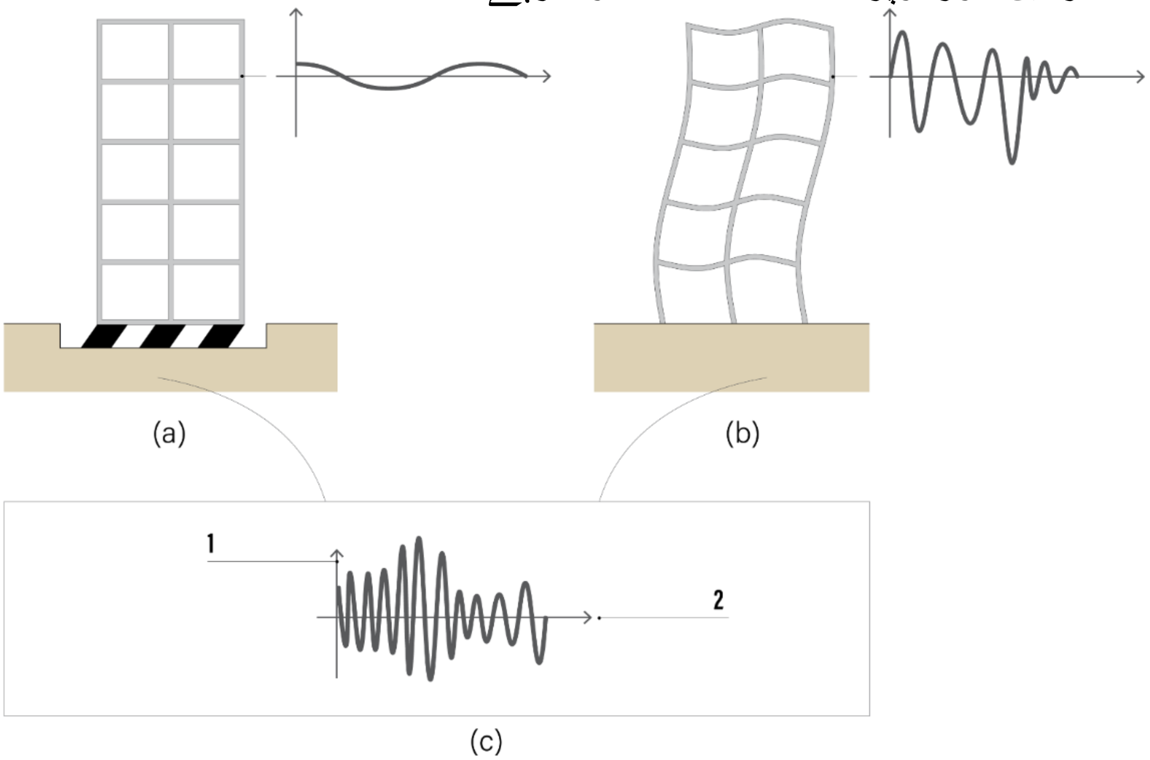
Murty, C. V. R., et al., 2006. At risk: the seismic performance of RC frame buildings with masonry infill walls. California, World Housing Encyclopedia. http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/05/RCFrame_Tutorial_English_Murty.pdf (accessed 8 June 2020).

Vargas-Neumann, J., et al., 2011. Building hygienic and earthquake-resistant adobe houses using geomesh reinforcement.http://www.world-housing.net/wp-content/uploads/2011/06/Adobe-Geomesh-Arid_Tutorial_English_Blondet.pdf.

## باب (۲۳): مکانوں کو زلزلہ مزاحم بنانے کے جدید طریقے

دنیا بھر کے سول انجینئروں کا ماننا ہے کہ کسی مکان کو زلزلہ مزاحم بنانے کے لیے اس کی بنیادوں کا مضبوط ہونا بے حد ضروری ہے۔مگر عجیب بات ہے کہ ایک طرف یہی مضبوط بنیادیں زلزلے کے وقت مکان کو بیٹھ جانے یا جھک جانے سے بچاتی ہیں، وہیں دوسری طرف، یہی بنیادیں زمین کی لرزش کو اوپر کی منزلوں تک پہنچا دیتی ہیں، جس کی وجہ سے اوپر کی منزلوں میں نسبتاً زیادہ جھٹکے محسوس ہوتے ہیں۔

۱۹۶۰ء کی دہائی میں ایک نئی تکنیک آزمائی گئی، جسے زلزلہ جدا کاری ( seismic isolation) تکنیک کہا جاتا ہے۔ اس تکنیک کی مدد سے مکان کو زلزلے کے اثرات سے بڑی حد تک محفوظ رکھا جا سکتا ہے۔ اس میں مکان اور بنیاد کے درمیان زلزلہ کو الگ کردینے والے کچھ خاص آلات لگائے جاتے ہیں، جو افقی (چوڑائی کی طرف) حرکت میں لچکدار ہوتے ہیں اور عمودی (اونچائی کی طرف) سخت ہوتے ہیں (تصویر (۱) اور (۲) دیکھیے)۔اس تکنیک کو بیس آئسولیشن (base isolation) بھی کہا جاتا ہے۔ اس کے استعمال سے زلزلے کے وقت زمین کی تھرتھراہٹ سے پیدا ہونے والی توانائی کا صرف تھوڑا سا حصہ ہی مکان تک پہنچ پاتا ہے۔ اسے یوں سمجھا جا سکتا ہے جیسے کسی مکان کو گیند والے رولروں (ball-bearings) پر رکھ دیا گیا ہو،یعنی جب زمین ہلے تو یہ رولر نیچے حرکت کر لیں، اور اوپر کا حصہ نسبتاً محفوظ رہے۔




تصویر (۱): (a) زلزلہ جدا کاری (base isolation) تکنیک سے بنے مکانوں میں زلزلے کے دوران جھکاؤ یا کجی کم ہوتی ہے،جبکہ (b) ایک عام سی عمارت میں یہی جھکاؤ یا ٹیڑھا پن بہت زیادہ ہوتا ہے۔اوپر کے دونوں مکانوں کے لیےزمین کی جنبش (ground acceleration) برابر ہے (c)،لیکن (a)

میں دکھائے گئے مکان میں خرابی (b) کے مقابلے میں کافی کم ہے۔

سب سے پہلے زلزلہ جداکاری تکنیک کےجو آلات بنائے جاتے تھے، وہ ربڑ کے بڑے بڑے ٹکڑوں اور اسٹیل کی تہوں کو ملا کر بنائے جاتے تھے۔ بعد میں ان کے بیچ میں سیسے (lead) کا ایک ٹکڑا بھی شامل کیا جانے لگا، جس کی مدد سے یہ آلات زلزلے کی کچھ توانائی کو جذب (absorb) کرنے کے قابل ہوگئے۔ اس کے بعد اور بھی کئی قسم کے آلات تیار کیے گئے۔ ان میں ایک مثال ''فرکشن پینڈولم'' (Friction Pendulum™) کی ہے۔ اس آلے میں دو سطحوں کے درمیان حرکت ہوتی ہے، اور ان کے بیچ رگڑ (friction) کو بہت کم رکھا جاتا ہے۔ اگر آپ (seismic isolation devices) انٹرنیٹ پر تلاش کریں تو اس موضوع پر مزید معلومات حاصل کی جا سکتی ہیں۔

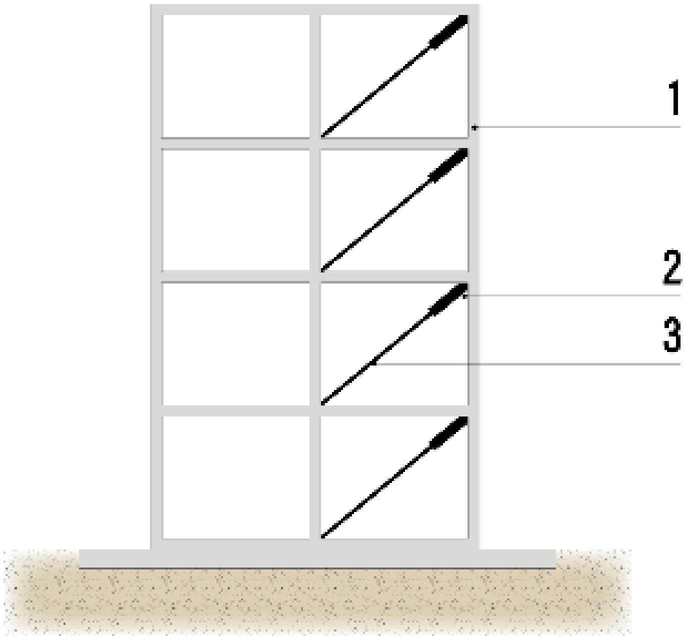
تصویر (۲)۔ مکان کے نیچے سیاہ رنگ کے دو بیلن نما (cylindrical) جدا کاری کے آلات (isolation devices) دیکھے جا سکتے ہیں، جو بولٹوں (bolts) کے ذریعے بنیاد اور ستون (column) سے جوڑے گئے ہیں۔

زلزلہ مزاحم صلاحیت کے لحاظ سے، زلزلہ جدا کاری (seismic isolation) تکنیک کو ایک سونے کے معیار (gold standard) کے طور پر دیکھا جاتا ہے۔ یہ تکنیک عمارت کے تعمیری (structural) اور غیر تعمیری (non-structural) حصوں کے ساتھ ، عمارت کے اندر موجود سامان کو بھی زلزلے کے دوران محفوظ رکھنے میں سب سے زیادہ کارگر مانی جاتی ہے۔ جاپان، کیلی فورنیا اور نیوزی لینڈ میں زیادہ تر نئے اسپتال اسی زلزلہ جدا کاری (seismic isolation) تکنیک پر بنائے جا رہے ہیں۔

مکانوں کی زلزلہ مزاحم صلاحیت بڑھانے کے کچھ اور جدید طریقے بھی رائج ہیں۔ مثلاً، مکانوں میں ڈیمپر (damper)بھی لگائے جا سکتے ہیں، جس سے زلزلے کا اثر کم ہوتا ہے۔ یہ ڈیمپر گاڑیوں میں استعمال ہونے والے شاک ابزاربر (shock absorbers) کی طرح کام کرتے ہیں، اور کئی بار ان کی شکل بھی ایک جیسی ہوتی ہے(تصویر (۳) دیکھیے)۔زلزلے کے دوران جب مکان میں لرزش پیدا ہوتی ہے تو یہ ڈیمپر اُسے کم کرنے میں کافی کارگر ثابت ہوتے ہیں۔ عام طور پر انہیں ڈائگنل بریسز (diagonal braces) کے اُوپر یا نیچے لگایا جاتا ہے (تصویر (۴) دیکھیے)۔ ایک دوسرا طریقہ یہ ہے کہ پوری بریس (brace) ہی ایسی بنائی جائے کہ وہ ڈیمپر کا کام بھی انجام دے۔ ایسے آلے کو بکلنگ ریسٹرینڈ بریس (buckling restrained brace) کہا جاتا ہے (تصویر (۵) دیکھیے)۔

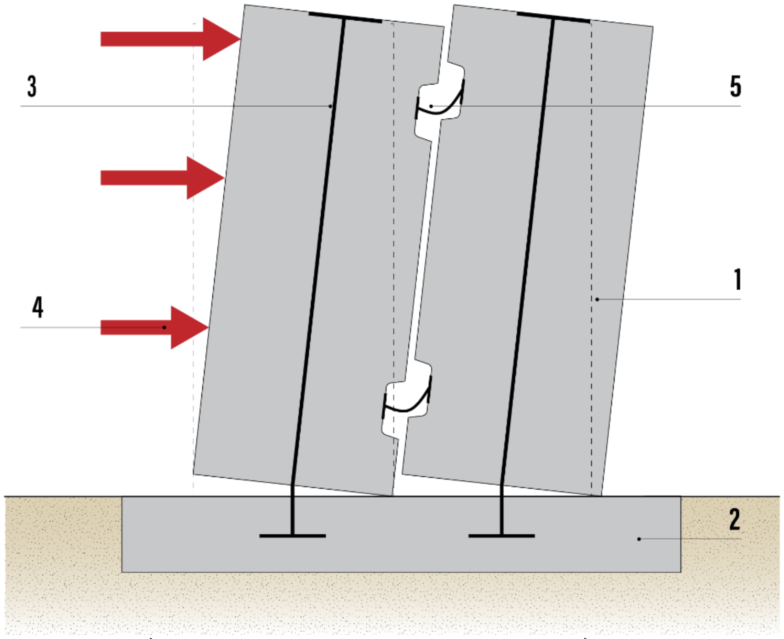
حال کے برسوں میں تعمیراتی ڈیزائن کا ایک نیا نظریہ سامنے آیا ہے، جسے نقصان سے بچاؤ والا ڈیزائن (damage-avoidance design) کہا جاتا ہے۔ اس طرزِ تعمیر میں مکان کے خاص تعمیری حصے، جیسے دیواریں اور فریم (frame)، اس انداز میں تیار کیے جاتے ہیں کہ زلزلے کے دوران اُنہیں کسی طرح کا نقصان نہ پہنچے۔ اس نئے نظریے کے مطابق، زلزلے کے جھٹکے سے جو نقصان ہوتا ہے، وہ پہلے سے طے شدہ توانائی جذب کرنے والے پرزوں (absorbers) تک محدود رکھا جاتا ہے، جنہیں زلزلے کے بعد آسانی سے بدلا جا سکتا ہے(تصویر (۶) اور (۷) دیکھیے) ۔

تصویر (۳): زلزلے کے دوران جھٹکوں کو کم کرنے کے لیے استعمال ہونے والا ڈیمپر (damper)۔




تصویر (۴): بیم (۱) اور ستونوں سے بنے فریم والے مکان میں ترچھے بریسز (diagonal braces) (۳) کے اوپر ڈیمپرز (dampers) (۲) لگے ہوئے ہیں۔

تصویر (۵): دو بکُلِنگ ریسٹرینڈ بریسز (buckling-restrained braces) زلزلے کی طاقت کا مقابلہ کرنے کے ساتھ ساتھ مکان میں پیدا ہونے والے جھٹکوں کو بھی کم کرتے ہیں۔




تصویر (۶): آس پاس بنی دو کنکریٹ کی دیواریں (۱)، بنیاد (۲) سے اسٹیل کی سلاخوں (۳) کے ذریعے جُڑی ہوئی ہیں، جو زلزلے کے دوران کھنچاؤ برداشت کرتی ہیں۔ اس عمل میں اسٹیل کی پٹّیاں (۵) مُڑتی ہیں اور ایک حد تک زلزلے کی توانائی کو جذب کر لیتی ہیں، جس کے نتیجے میں مکان کے ردِّعمل (response) میں کمی آتی ہے۔

تصویر (۷): دو دیواروں کے درمیان نصب ایک توانائی جذب کرنے والا آلہ (absorber)۔

موجودہ زمانے میں ڈیزائن کے جو طریقے رائج ہیں، اُن کے مقابلے میں اوپر بیان کی گئیں

تمام تکنیکیں کافی پیچیدہ  ہیں۔ اس لیے اس طرح کی تکنیک کا استعمال صرف ماہر اور تجربہ کار سول انجینئروں کی نگرانی میں ہی کیا جانا چاہیے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی عمارتوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔ یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔ منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:

Advanced Technologies Introduction. World Housing Encyclopedia, EERI. https://www.world-housing.net/major-construction-types/advanced-technologies-introduction.

BRANZ. Concrete structures: techniques and devices used to create a low-damage buildings using concrete. http://www.seismicresilience.org.nz/topics/superstructure/commercial-buildings/concrete-structures/ (accessed 15 June 2020).

Charleson, A. W., and Guisasola, A., 2017. Seismic isolation for architects. London, Routledge.

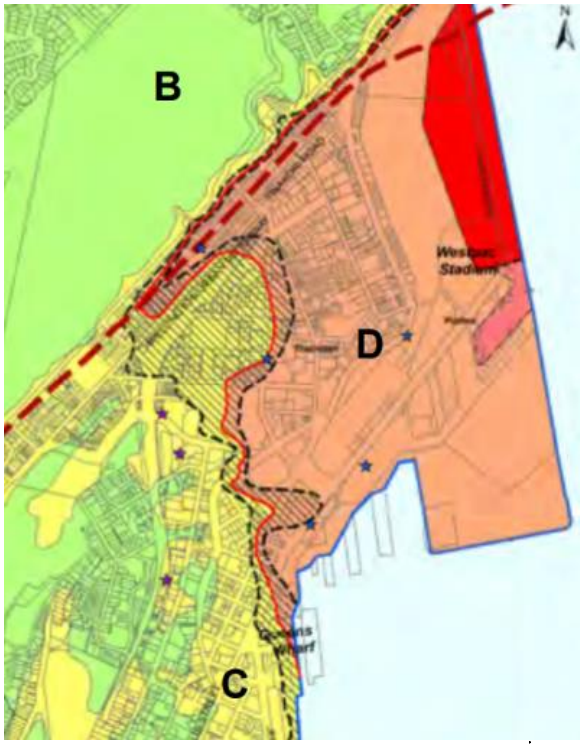
Equipped with base isolation and/or energy dissipation devices. Glossary for GEM Taxonomy. Global Earthquake Model. https://taxonomy.openquake.org/terms/equipped-with-base-isolation-and-or-energy-dissipation-devices-dbd.

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۲۴): زلزلے سے تحفظ میں شہری منصوبہ بندی (urban planning) کا کردار

اس باب میں پچھلے ابواب کی بہ نسبت ایک زیادہ وسیع اور ہمہ گیر نقطۂ نظر اپنایا گیا ہے۔ یہاں اس بات کی وضاحت کی گئی ہے کہ شہری منصوبہ بندی (urban planning) کے ذریعے کس طرح کسی علاقے، شہر یا بستی کو زلزلے کے شدید اور تباہ کن اثرات سے بچایا جا سکتا ہے۔ جس طرح عوامی فلاح کی اسکیموں (جیسے صاف پانی اور صحت و صفائی) کے ذریعے، متعدی بیماریوں پر قابو پایا جا سکتا ہے،اُس کی روک تھام کی جاسکتی ہے، اُسی طرح شہری منصوبہ بندی کو، زلزلوں کے نقصانات کم کرنے کے لیے، بہتر ڈھنگ سے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اس سے زلزلے کے بعد اُس علاقے کی سرگرمیوں کو دوبارہ معمول پر لانے میں آسانی ہوتی ہے۔

شہری منصوبہ سازوں کو، کسی علاقے کی ترقی کا خاکہ تیار کرنے کے لیے، سب سے پہلے زلزلے کے لحاظ سے حسّاس علاقوں کے نقشوں (Seismic Hazard Maps) کی ضرورت پڑتی ہے۔ ایسے نقشوں میں سرگرم زلزلہ خیز فالٹ لائنوں (active earthquake faults) کی معلومات ہوتی ہیں (ایسے علاقوں میں تعمیر نہیں ہونی چاہیے)۔ اس کے علاوہ، جن علاقوں میں کمزور مٹی (soft soil) کی موٹی تہیں پائی جاتی ہیں، وہ بھی ان نقشوں میں نشان زد ہوتے ہیں ( تصویر (۱) دیکھیے)۔ ان نقشوں میں زلزلے کی وجہ سے مٹی کے کیچڑ جیسے بن جانے (soil liquefaction)، زمین کھسکنے (landslide) یا چٹانوں کے گرنے (rockfall)، اور سونامی کے لحاظ سے حساس علاقوں کو بھی دکھایا جاتا ہے۔ ان معلومات کی روشنی میں شہری منصوبہ سازوں کی یہ کوشش ہوتی ہے کہ اہم عوامی سہولتوں جیسے فائر اسٹیشن (fire stations) اور اسپتالوں کو محفوظ علاقوں میں بنایا جائے۔ کسی علاقے کے سب سے خطرناک حصے میں عوامی پارک بنائے جا سکتے ہیں۔ اگر انٹرنیٹ پر ''city seismic hazard map'' تلاش کیا جائے تو دنیا بھر میں استعمال ہونے والے ایسے نقشے دیکھے جا سکتے ہیں۔




تصویر (۱): ویلنگٹن، نیوزی لینڈ کا زلزلے سے متعلق (seismic) معلوماتی نقشہ۔ علاقے B میں زلزلے کی شدت سب سے کم ہوگی۔ اس سے کچھ زیادہ شدت علاقے C میں محسوس ہوگی۔ علاقے D میں زلزلہ سب سے زیادہ شدت کا ہوگا، اور اس علاقے کے اندر بھی سب سے خراب صورت حال سرخ رنگ والے حصے میں ہوگی (Wellington City Council)۔

شہری منصوبہ سازوں (urban planners) کے لیے دوسری سب سے اہم چیز ہوتی ہے ’’ممکنہ زلزلے کے خطرات کا نقشہ‘‘ (seismic vulnerability map)۔ اس نقشے میں یہ دکھایا جاتا ہے کہ کون کون سے مکان زلزلے کے لحاظ سے زیادہ خطرے میں ہیں۔ اس نقشے میں دی گئی معلومات یا تفصیلات گھروں کو دیکھ کر اور ماہر انجینئروں کی جانچ پڑتال کے بعد تیار کی جاتی ہے ( تصویر (۲) دیکھیے)۔ جب اس نقشے کو زلزلے کے اعتبار سے حسّاس علاقے والے نقشے (seismic hazard map) کے ساتھ استعمال کیا جاتا ہے، تو کسی علاقے میں ممکنہ نقصانات کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے، جس سے اس علاقے کی بہتر منصوبہ بندی میں مدد ملتی ہے۔ مثال کے طور پر، سرکاری ادارے اس طرح کی معلومات کو سامنے رکھ کر، ایسے علاقوں میں زمینیں زمین خرید سکتے ہیں تاکہ سڑکوں کو چوڑا کیا جا سکے۔ اس سے ٹریفک آسان ہوگا اور ایمرجنسی خدمات، جیسے ایمبولینس یا آگ بجھانے والی گاڑیاں، تیزی سے اُس علاقے تک پہنچ سکیں گی۔ زلزلے کے دوران اگر آگ لگ جائے تو اُسے بجھانا بھی آسان ہوجائے گا۔ اس کے علاوہ، حکومت ان حساس علاقوں کے مکان مالکوں کی مدد سے اُن کے گھروں کو زیادہ مضبوط بنا سکتی ہے۔ اگر ایسا نہ کیا گیا، تو یہ خدشہ باقی رہے گا کہ یہ قیمتی تاریخی علاقے کسی روز کسی شدید زلزلے کی تاب نہ لاکر ہمیشہ کے لیے صفحۂ ہستی سے مٹ نہ جائیں۔

تصویر (۲). ایک شہر کا ’’ممکنہ زلزلے کے خطرات کا نقشہ‘‘ (seismic vulnerability map)، جس میں مکانوں کی قسمیں اور دوسری جانکاریاں دی گئی ہیں (M. Tafti) ۔

شہری منصوبہ سازوں (urban planners) کو، الگ الگ شعبوں کے ماہر ین کے ساتھ مل کر، ایک ٹیم کی شکل میں کام کرنا چاہیے۔ اس طرح کی ٹیم میں ایسےانجینئرز ( structural engineers) ضرور ہونے چاہیے جنہیں عمارتوں کو مضبوط سے مضبوط تر بنانے کی مہارت ہوتی ہے۔ اکثر دیکھا گیا ہے کہ کچھ شہروں میں ایسے ضابطے (regulations) بن جاتے ہیں جن سے جانے انجانے میں عمارتیں کمزور بن جاتی ہیں، یعنی جن میں زلزلے کو برداشت کرنے کی صلاحیت کم ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر، اگر کسی شہر میں،عمارتوں

کے نیچے کی منزل (ground floor) پر، گاڑیوں کی پارکنگ بڑھانے کی اجازت دے دی جائے، تو اس سے عمارتوں میں کمزور اور لچکدار منزل (soft story) کا مسئلہ پیدا ہو سکتا ہے ( باب (۱۱)دیکھیے)۔ اسی طرح اگر بالکونیوں یا عمارت کے اوپری حصوں کو، سڑک کی طرف بڑھانے کی اجازت دی جائے، تو اس سے دیواروں میں بےترتیبی یا رکاوٹ (discontinuous walls) پیدا ہو سکتی ہے ( باب (۱۲)دیکھیے)۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی عمارتوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔ یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔ منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:

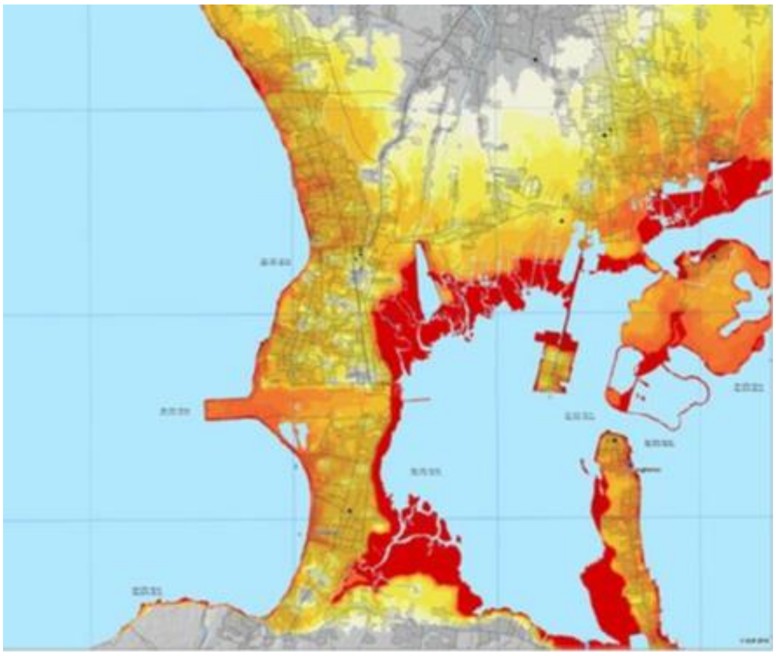
Charleson, A. W., 2008. Seismic design for architects: outwitting the quake. Oxford, Elsevier, pp. 233-242.

# زلزلہ مزاحم عمارتیں

## باب (۲۵):مکانوں پر سونامی کے اثرات: ایک جائزہ

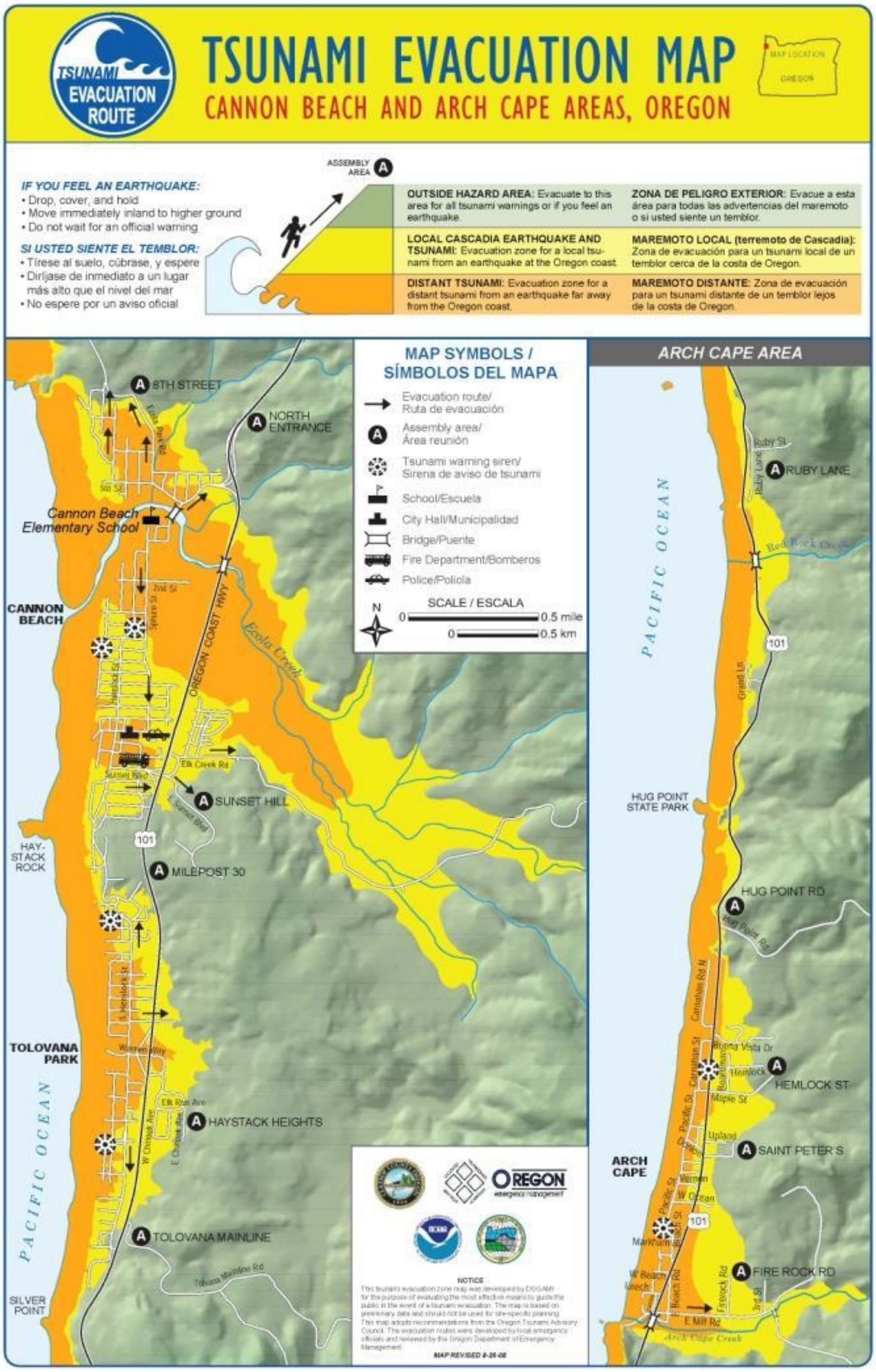
۲۶ دسمبر ۲۰۰۴ء کے سُوماترا زلزلے اور اس کے نتیجے میں آنے والی ہند مہا ساگر کی سونامی نے بڑے پیمانے پر تباہی مچائی۔ اس سانحے کے بعد عام لوگوں میں، سمندر کے اندر آنے والے زلزلوں اور اُن سے جُڑے خطرات کے بارے بیداری پیدا ہوئی۔ بحرالکاہل (Pacific Ocean) کے کنارے واقع ''پیسیفک رِم' (Pacific Rim) کے ایک بڑے حصے میں سونامی سے آنے والے سیلاب (inundation) کا خطرہ ہمیشہ بنا رہتا ہے۔سونامی کی تباہ کاریوں اور اس سے ہونے والے جانی و مالی نقصان کا ذکر دنیا بھر کے درجنوں دیہاتوں اور شہروں میں ملتا ہے۔سونامی کی بلندو بالا اورتیز رفتار لہریں جب زمین سے ٹکراتی ہیں، تو ان کے راستوں میں پائی جانے والی رکاوٹوں پر زبردست دباؤ پڑتا ہے۔ عام طور پر لکڑی کے بنے مکانات ایسی لہروں کے سامنے ٹک نہیں پاتے۔ یہاں تک کہ پتھر، اینٹ یا کنکریٹ سے بنے مکان بھی تباہ ہوسکتے ہیں، خاص طور پر جب پانی کی اونچائی تقریباً دو میٹر تک ہو اور وہ تیزی سے بہہ رہا ہو۔

سونامی کے خطروں کو سمجھنے کا آغاز ماہر تعمیرات (architects) اور منصوبہ ساز (planners) اُس علاقے کے سیلابی نقشے (inundation maps) سے کرتے ہیں (تصویر (۱) دیکھیے)۔اس جانکاری کو'' زلزلے کے لحاظ سے حسّاس علاقے'' والے نقشے (seismic hazard map) میں بھی شامل کیا جاسکتا ہے (باب (۲۴)دیکھیے)۔ ان جانکاریوں سے جُڑی غیر یقینی باتوں (uncertainties) اور اندازوں (assumptions)کو دھیان میں رکھتے ہوئے، سونامی کے اثرات کو کم کرنے کے طریقوں پر غور کیا جا سکتا ہے۔ حالانکہ یہ طریقے کافی محدود ہیں، جیسے سونامی روکنے والی دیواریں (tsunami walls) بنانا، کم اونچائی والے پودے گھنی قطاروں میں لگانا، یا پھر انسانی بستیوں کو دوبارہ بسانا (relocation)۔ جاپان میں مضبوط کنکریٹ(reinforced concrete)سے بنی بڑی بڑی دیواروں کے ذریعے، مچھلی پالنے والے گاؤں کو سونامی سے بچایا جاتا رہا ہے۔ ان دیواروں کو بنانے میں کافی خرچ آتا ہے، اور ان سے ماحول پر بھی بُرا اثر پڑتا ہے، لیکن یہ دیواریں گھنے درختوں کی قطاروں کے مقابلے میں کہیں زیادہ کارگر ثابت ہوتی ہیں۔ اگرچہ یہ پودے سونامی کی کچھ توانائی جذب کر لیتے ہیں، لیکن بعد میں ان کے ٹوٹے ہوئے حصے پانی کے ساتھ بہہ کر خطرے کو بڑھا دیتے ہیں۔ کئی دیشوں میں سونامی کی زد میں آجانے والی بستیوں کو دوبارہ بسائے جانے کا کام بھی ہوتا رہا ہے۔



تصویر (۱)۔ بَالی جزیرے کے مختلف علاقوں میں سونامی کے دوران ممکنہ پانی کی اونچائی کو دکھانے والا نقشہ (Roshan et al. 2016)

سونامی کی پیشگی اطلاع دینے والے سسٹم (early-warning systems) اور مناسب نکاسی کے راستوں کی پہچان اور تیاری کے ذریعے بھی بہت سی جانیں بچائی جا سکتی ہیں۔ لیکن کچھ جگہوں پر، سونامی کا پانی ہموار ساحلی علاقوں میں کافی دور تک پھیل جاتا ہے۔ کئی بار سونامی کی خبر صرف چند منٹ پہلے ملتی ہے، اور ایسے میں کسی محفوظ مقام تک پہنچنے کا وقت نہیں بچتا۔ ایسی صورت میں جان بچانے کا سارا دار و مدار سونامی کے لیے بنائی گئی بلند پناہ گاہوں (tsunami vertical evacuation centers) پر ہوتا ہے (تصویر (۳) دیکھیے)۔




تصویر (۲): سونامی کے وقت محفوظ مقام کی طرف نکلنے(evacuation ) کا رہنما نقشہ (Oregon State University) ۔

تصویر (۳): سونامی سے بچاؤ کے ایک چھوٹی سی پناہ گاہ (evacuation)، جو عام طور پر آس پاس کے لوگوں کے کام آتا ہے۔

سونامی سے بچاؤ کے لیے پناہ گاہ ایسی ہونی چاہیے، جہاں لوگ سونامی کےدوران پانی کی ممکنہ اونچائی سے اوپر محفوظ رہ سکیں۔ اس پناہ گاہ میں مناسب زلزلہ مخالف صلاحیت (earthquake-resistant capacity) ہونی چاہیے، یعنی اسے عام مکانوں کے مقابلے میں کہیں زیادہ دباؤ اور جھٹکوں کو برداشت کرنے کے لیے ڈیزائن کیا جانا چاہیے۔ اس کے بنانے میں تعمیری ضابطوں (codes) کی مکمل پابندی بھی ضروری ہے۔ یہ بات بھی دھیان میں رہے کہ ایسی پناہ گاہیں تیز رفتار بہتے پانی اور اُس میں بہنے والی چیزوں کے ٹکراؤ کو برداشت کر سکے۔

## اس سلسلۂ مضامین کے بارے میں:

مضامین کے اس سلسلے میں زلزلوں اور عمارتوں پر اُن کے اثرات کا جائزہ لیا گیا ہے اور ساتھ ہی عمارتوں کو زلزلہ برداشت کرنے کے قابل بنانے کے طریقوں کو بھی سمجھایا گیا ہے۔امید ہے کہ اس کتاب سے مکان مالکوں، تعمیراتی صنعت سے وابستہ پالیسی سازوں، نگران اداروں اور انجینئروں کو مدد ملے گی۔ یہ مضامین بنیادی طور پر ورلڈ ہاؤسنگ انسائیکلوپیڈیا(http://www.world-housing.net/)کے اینڈریو چارلسن اور اُن کے ساتھیوں کی کاوش ہے۔ یہ علمی کام ارتھ کوئیک انجینئرنگ ریسرچ انسٹی ٹیوٹ(https://www.eeri.org/)اور انٹرنیشنل ایسوسی ایشن آف ارتھ کوئیک انجینئرنگ(http://www.iaee.or.jp/)کے اشتراک اور سرپرستی میں انجام پایا ہے۔ منیش کمار نے بھارت میں زلزلے کی صورتِ حال کو مؤثر طور پر پیش کرنے کے لیے اصل مضمون میں کچھ مناسب تبدیلیاں کی ہیں۔ اس مضمون کا ہندی سے اُردو ترجمہ محمد مبشر احسن نے انجام دیا ہے، اور اس کی نظرِ ثانی محمد اسلم اور محمد عاصم نے کی ہے۔

## References:

Roshan, A.D., Basu, P.C. & Jangid, R.S. Tsunami hazard assessment of Indian coast. Nat Hazards 82, 733–762 (2016).

National Tsunami Hazard Mitigation Program, 2001. Designing for tsunamis: seven principles for planning and designing for tsunami hazards. https://nws.weather.gov/nthmp/documents/designingfortsunamis.pdf (accessed 16 June 2020).

Wegscheider, S, et al., 2011. Generating tsunami risk knowledge at community level as a base for planning and implementation of risk reduction strategies, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11, 249–258.