جیوٹیکٹانکس

ڈاکٹر رؤف نظامی

انتساب

ناعمہ اعوان کے نام

(1962-2017)

ایک سلیقہ شعار، غمگسار، مخلص و مدبّر خاتون کے نام! جس نے مجھ ایسے "ان گھڑ" شخص کو شراکتِ حیات کا شرف بخشا۔ وہ جیالوجسٹ نہ تھی مگر یہ کتاب جو اس وقت آپ کے ہاتھوں کے لمس سے باریاب ہو رہی ہے، کا مسوّدہ اس خاتون نے لکھا، کسی بھی قسم کے حذف و اضافہ و غلطی سے پاک متن کے ساتھ۔ اگر میں زندگی میں کچھ کر پایا ہوں تو یہ سب اس کی شراکتِ حیات کے نام ہے!

پیش لفظ

اللہ تعالیٰ نے ہمارے مسکن ، زمین کو فرش (فرشاً) بنایا (الذّاریات۔(48:51 ۔ اچھی طرح ہموار (مہدون: الذّاریات۔ 48:51 اور مہداً: النبا ۔(6:78 کیا اور اسے چادر کی طرح (بساطاً) بچھا دیا(نوح (19:71- ۔ اس کو سب مخلوقات کے لیے (الرّحمن (10:55- بنایا۔ اس طرح کہ اسے زندوں اور مردوں کے لیے کفایت کرنے والی (کفاتا : المرسلات۔ (26.25:77 کی حیثیت دی۔ اس سب اہتمام کے بعد اِسے انسان کے تابع کر دیا(ذلولاً: الملک۔(15:67 ۔ اب انسان نے ان صفات سے متّصف زمین کے بے پناہ وسائل سے کماحقہ، استفادہ کرنا ہے اور اس میں چین اور سکون سے زندگی گزارنا ہے جبکہ اس کے قدرتی ماحول سے نباہ کرنا ہمیشہ سے انسان کے لیے ایک چیلنج رہا ہے۔ اس چیلنج سے عہدہ برآ ہونے کے لیے ضروری ہے کہ زمین کے بارے میں اس کے ہر زاویہ اور پہلو کے اعتبار سے گہری جانکاری پر انسان کو دسترس حاصل ہو۔ زیرِ نظر تصنیف اِسی سمت میں ایک مثبت علمی قدم ہے۔

ارضیات (جیالوجی) زمین کی ابتدا و ارتقاء اور اس کے ماحول کے سائنسی مطالعہ کا نام ہے۔ اس شعبۂ علم کے تحت زمین کے چٹانی مادوں، اس کی اندرونی و بیرونی

ساخت و پرداخت، اندرونِ زمین، زیرِ زمین اور بیرونِ زمین جاری و ساری طبعی عوامل و مظاہر کی تفہیم و تشریح پر بحث و تمحیص کی جاتی ہے۔ جیکوٹیٹ نکس جیالوجی کا ایک نہایت اہم ذیلی مضمون ہے۔ اس میں زمین کے آرکی ٹیکچر اور اس کی بنت و بناوٹ میں واقع ہونے والی نہایت آہستہ رو، تیز رو، بہت تیز اور اچانک (لمحاتی) تبدیلیوں کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ جیالوجی کا بالعموم اور جیکوٹیٹ نکس کا بالخصوص تعلّق براہِ راست انسانی زندگی، اس کی سرگرمیوں اور اس کے ماحول کے ساتھ جڑا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ زلزلوں کی آمد آنِ واجد میں پہلے سے جاری انسانی سرگرمیوں کے فوری تعطّل کا باعث بنتی ہے۔ زلزلوں کی وقوع پذیری ار ان کے طبعی اسباب کا مطالعہ جیکوٹیٹ نکس کا ایک اہم موضوع (سائز مولوجیکوٹیٹ نکس) ہے۔

سائنس کے قومی زبان میں ابلاغی تناظر کے حوالے سے دیکھا جائے تو صوتِ واقعہ ''اردو سائنس کے گیسو ابھی منت پذیرِ شانہ ہیں'' کی عکاسی کرتی ہے۔ ایسے میں سائنس کا ایک اہم شعبۂ علم ہونے کے ناطے ''اردو ارضیات'' بھی اپنے گیسو سنوارتی دکھائی دیتی ہے۔ اسی تناظر میں یہ کتاب ایک اپنی سی علمی کوشش اور کاوش کی صورت میں ورطۂ تحریر میں لائی گئی ہے۔

یہ لائقِ مطالعہ کتاب کل سترہ ابواب پر مشتمل ہے۔ اس کے پہلے آٹھ ابواب میں جیکوٹیٹ نکس کے مختلف تصوّرات کے جنم، سائنسی مفروضوں کی نمود، اساسی نظریات کی استواری اور اس کے ایک باضابطہ مضمون کی حیثیت میں پروان چڑھنے اور علوم ارضی کی دنیا میں قبولِ عام حاصل کرنے کے مراحل پر سیر حاصل علمی لوازمات پیش کیے گئے ہیں۔ آخری سات ابواب میں جیکوٹیٹ نکس کے عملی و اطلاقی پہلوؤں پر

مباحث شاملِ اشاعت ہیں۔ علومِ زلزلہ (Seismology) اور ساختی ارضیات (Structural Geology) کی صورتِ حال کی تشریح و توضیح خطۂ پاکستان کے پس منظر اور پیش منظر میں سپردِ قلم کی گئی ہے۔ امید ہے کہ اساتذہ، طلباء اور سائنسی علوم کا شوق مطالعہ رکھنے والے قارئین کو جیالوجی اور جیوفزکس کے عملی و نظری تصوّرات کو سمجھنے میں آسانی محسوس ہو گی اور اس علمی کاوش کی شکل میں یہ کتاب سب کے لیے مفید ثابت ہو گی۔ اپنی زنبیل میں حرف و لفظ کے تار و پود سمیٹتے ہوئے یہی مقصود پیش نظر رہا۔

یہ امر نہایت خوش آئند ہے کہ قومی اور مقامی سطح پر گزشتہ چند برسوں میں متعدّد ''محبّانِ اردو'' تنظیمات و افراد قومی خدمت کے میدان میں اترے اور قومی و آئینی تقاضوں کے مطابق تعلیمی و عدالتی اور انتظامی ہر پہلو کے اعتبار سے نفاذِ اردو کے لیے قابلِ قدر مساعی کیں اور اس کے نتیجے میں بیداری کی ایک جاندار لہر پیدا کرنے میں کامیاب ہوئے۔ اِس ضمن میں پاکستان قومی زبان تحریک کی بھرپور اور کامیاب عوامی و قانونی اور آئینی جدّوجہد کو سلیوٹ کرنا انصاف و اخلاق کا متقاضی ہے۔ بحیثیت قومی زبان ملکی سطح پر فروغِ اردو کے لیے اس ''تقاضۂ وقت تحریک'' کی گراں قدر خدمات کا اعتراف کرنا اردو سائنس کے ساتھ یک گونہ تعلّق خاطر رکھنے والوں کا ایک قومی فریضہ ہے۔ تنفیذ و ترویجِ اردو کے لیے پیرانہ سالی کے باوجود اس تحریک کے بانی صدر جناب ڈاکٹر محمد شریف نظامی کی اَن تھک مساعی کی کھلے دل کے ساتھ تحسین و تعریف قومی زبان کے ساتھ والہانہ وابستگی کا ایک احسن استعارہ ہے۔ یہاں ان کے بے لوث رفقائے کار کا ذکر نہ کرنا ناانصافی ہو گی۔ تحریک کے ابتدائی مرحلے میں جواں سال سیکرٹری جنرل جناب فیاض احمد ایڈووکیٹ کی کئی سال تک شبانہ روز محنت، مسلسل مالی تعاون کے حوالے سے

جناب محمد شعیب (گوجرانوالہ)، جناب ڈاکٹر انعام الٰہی، جناب پروفیسر ارشد جاوید اور جناب پروفیسر نصیر الدین ہمایوں (لاہور) اور اعلیٰ عدالتوں میں مقدمات کی اعزازی پیروی اور فیصلہ کن قانونی و آئینی جدوجہد کے لیے نامور قانون دان جناب اے۔کے ڈوگر اور ان کے ساتھ جناب سکندر جاوید ایڈووکیٹ کی بے لوث خدمات انتہائی قابلِ تعریف ہیں۔ قوم ان صاحبانِ کردار کی نہایت شکر گزار ہے۔

انسانی تہذیب و تمدّن نے دنیا بھر میں ماضی و حال دونوں میں جہاں کہیں اعلیٰ مقام حاصل کیا، قومی زبان کا کردار نہایت نمایاں اور مثبت رہا۔ اردو سائنس بورڈ اس ''عصری بصیرت'' کی سمت میں اداراتی سطح پر اردو سائنس کے میدان میں تصنیف و تالیف و ترجمہ کا میلان رکھنے والے اہلِ علم و فن کی بھرپور سرپرستی کر رہا ہے۔ اسی اثبتِ عمل کی رو میں حال ہی میں بورڈ کی ذمّہ داریاں سنبھالنے والے جناب پروفیسر ڈاکٹر ناصر عباس نیرّ بجا طور پر داد و تحسین کے مستحق ہیں کہ ان کی سربراہی میں کیے گئے بصیرت افروز انصرامی اقدامات کے نتیجے میں بورڈ کی کارکردگی ایک بلند لہر کی شکل اختیار کر گئی ہے اور اس کی اشاعتی و ابلاغی سرگرمیوں میں ایک نمایاں اٹھان دکھائی دے رہی ہے۔

پاکستان میں اپنے موضوع یعنی جیکٹاٹ نکس پر اس اوّلین کتاب کے تحریری مراحل میں پنجاب یونیورسٹی لاہور کے ایم فل اسکالرز جناب یاسر عزیز اور جناب عبدالرحمن کے پر خلوص تعاون کے لیے بھرپور شکریہ ! بورڈ کی تصنیفی و اشاعتی سرگرمیوں کے روح و رواں جناب جمیل احمد اور جناب فیضان اللہ خاں کی رہنمائی و دلنوازی پر والہانہ سپاسِ تشکر ! میرے آبائی علاقے سے تعلّق رکھنے والے ادارہ علوم ارضی، پنجاب یونیورسٹی لاہور کے ہونہار طالب علم محمد قمر کا گاہے بگاہے ذہانت سے

بھرپور تعاون بھی شکریہ کا مستحق ہے۔ بورڈ کے گرافک آرٹسٹ جناب محمد طارق صاحب کی تکنیکی اشکال کی تہذیب و تشکیل میں ماہرانہ مشاورت و محنت اور اردو کمپوزرز جناب محمد جمیل صاحب اور جناب محمد رفیق صاحب کی کتاب کے متن کی نہایت ذمّہ دارانہ کمپوزنگ پر زبردست شکریہ! اور اسی طرح کسی طور پر یہ اظہارِ تشکّر کم نہیں کہ محبّی و مخلصی جناب ارشد محمود (کلّی کارپوریشن، لاہور) اس راہ میں قدم قدم پر حوصلہ بڑھانے کا فریضہ ادا کرتے رہے۔

حرفِ آخر بھی ہے اور حرفِ گزارش بھی! علوم ارضی کے ماہرین، محققین، اساتذہ، طلباء اور ارضیات کا شوقِ مطالعہ رکھنے والے علم دوست قارئین سے کہ کوئی بھی علمی کاوش کی جائے تو وہ کمی و کوتاہی سے پاک نہیں ہوتی اور اصلاح و بہتری کی گنجائش ہر وقت موجود رہتی ہے۔ اس کتاب میں کچھ اچھا لکھ پایا ہوں تو یہ میرے استاذِ محترم جناب پروفیسر ڈاکٹر ریاض احمد شیخ صاحب مدّظلّہ العالی کی نہایت قابل رہنمائی کے سبب ہے اور کہیں جھول رہ گیا ہے تو اس کا باعث میری نالائقی ہے۔ میں اُن تمام اہلِ علم کا پیشگی شکریہ ادا کرتا ہوں جو از راہِ مہربانی اس کتاب پر مجھے اپنے قیمتی تنقیدی مشوروں سے سرفراز کریں گے اور اِن کے ''اک حرفِ حوصلہ افزائی'' پر تو ان کے لیے میری ممنونیت بے کنار ہو جائے گی۔ میری ملتمس نگاہیں مشفق و مکرّم اہلِ علم و ہنر کی علمی نوازشات کی راہ مسلسل تکتی رہیں گی۔

رؤف نظامی

12 رمضان المبارک 1439ھ

باب 1

جیوٹیکٹانِکس: ایک تعارف

(Geotectonics: An Introduction)

اللہ تعالیٰ مجدہٗ کریم نے انسان کے سیّارۂ سکونت، زمین، کے اندر اس کے ابتدائی تخلیقی مرحلے میں ہی ایسے طبعی و کیمیائی عوامل شامل کئے کہ اس سیّارے کی آفرینش (Origin) کے وقت سے لیکر آج تک اس کی ہیئت، ساخت اور بناوٹ میں یہ عوامل مسلسل تغیّر و تبدّل کا عمل جاری رکھے ہوئے ہیں۔ زمین کی ساخت اور اس کے آرکی ٹیکچر (Architecture) میں تبدیلی اور تغیّر پذیری کے اس عمل کا تعلیمی و تحقیقی مطالعہ علومِ ارضی (Geology) کا ایک اہم شعبہ ہے۔ اس شعبہء علم کو اردو زبان میں زمینی ساختمانیات اور انگریزی زبان میں جیوٹیکٹانکس کہتے ہیں۔ جیوٹیکٹانکس یونانی زبان کے دو الفاظ: جیو (Geo) اور ٹیکٹانکس (Tectonics) کا مرکّب ہے۔ ''جیو'' کا مطلب زمین اور ''ٹیکٹانکس'' کا مطلب ہے، ساخت و تعمیر کے متعلّق علم۔ جبکہ خود ٹیکٹانکس کا لفظ یونانی زبان کے ایک لفظ ٹیکٹاز (Tectos) سے مشتق ہے۔ ٹیکٹاز کا معنی ہے: تعمیر کرنے والا (Builder)

جیوٹیکٹانِکس کی تعریف

ان اصطلاحی الفاظ کی روشنی میں جیوٹیکٹانکس یعنی زمینی ساختمانیات کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے:"علوم ارضی کی وہ شاخ، جس میں زمین کی علاقائی (Regional) اور عالمی (Global) ساختوں (Structures)، ان زمینی ساختوں میں تغیّر و تبدّل سے متعلّق فیچرز (Deformational features) اور ان کی تشریح و توضیح پر بحث کی جاتی ہے اور (لاکھوں برسوں پر محیط) ارضیاتی وقت کے ساتھ ان میں واقع ہونے والے تغیّر و تبدّل کی تاریخ کا مطالعہ کیا جاتا ہے"۔

جیوٹیکٹانکس کی تعریف اس طرح بھی کی جاسکتی ہے:

"علومِ ارضی کی وہ شاخ جس میں زمین کے مختلف اجزا اور حصّوں کی حرکات (Motions) اور ان حرکات کی بنا پر علاقائی اور عالمی پیمانے (Scale) پر قشرِ ارض (Earth Crust) اور بالائی مانٹل (Upper Mantle) میں واقع ہونے والے تغیّر و تبدّل کی تاریخ کا مطالعہ کیا جاتا ہے"۔ گویا جیوٹیکٹانکس کے شعبۂ علم میں مندرجہ ذیل دو اہم زمینی امور کا مطالعہ اور ان پر بحث و تمحیص کی جاتی ہے۔

(1 چٹانی طبقوں (Rock blocks) اور ٹیکٹانی پلیٹوں (Tectonic plates) کی حرکیات (باب۔7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ)

(2 ان حرکیات کی وجہ سے قشرِ ارض اور بالائی مانٹل کے زمینی پرتوں (Layers) میں ساختی تغیّر و تبدّل کی وقوع پذیری

لہٰذا علمی چھان پھٹک (Considered review) کے بعد قائم ہونے والے

جیوٹیکٹانکس کے تصوّرات (Themes) کچھ اس طرح قرار پائے ہیں:

الف) زمین میں زیرِ مشاہدہ زمینی ساختوں کی اساسی (Basic) اقسام کا تعیّن کرنا تاکہ آگے چل کر ان پر مطالعاتی بحث و تمحیص کرنا آسان ہو جائے۔

ب) چٹانوں کے میکانی انداز (Mechanism) پر تحقیقی بحث و تمحیص کرنا کہ جس کے تحت ان میں تغیّر واقع ہوتا ہے۔

ج) چٹانوں میں واقع ہونے والے تغیّر و تبدّل کے ماڈلز (Models) کی تیّاری تاکہ روئے زمین پر ان سے ملتی جلتی ارضی وٹیکٹانی صورتِ حال پر ان کا اطلاق کیا جاسکے۔

دراصل یہ وہ اہم نکات ہیں جو علاقائی اور عالمی پیمانے پر قشرِ ارض اور بالائی مانٹل میں وقوع پذیر تغیّر و تبدّل اور ارضیاتی پیمانۂ وقت (Geological Time Scale) کے تحت اس تغیّر و تبدّل کی تاریخ کے تحقیقی مطالعہ کے لئے بنیادی علمی و عملی لوازمہ مہیّا کرتے ہیں۔

علاقائی اور عالمی ساختیں

ہم یہ جان چکے ہیں کہ جیوٹیکٹانکس کا موضوعِ مطالعہ و بحث علاقائی اور عالمی پیمانے کی زمینی ساختیں اور ان میں وقوع پذیر تغیّر و تبدّل ہے۔ علاقائی و عالمی پیمانے کی اتنی بڑی زمینی ساختوں کے حوالے سے دیکھا جائے تو انسان کی قوّتِ مشاہدہ نہایت محدود ہے، یعنی انسان اپنے سامنے کی اور صرف اپنے قریبی گرد و پیش میں نہایت چھوٹی مقامی سطح کی چٹانی ساختیں دیکھنے کی قابلیّت رکھتا ہے۔ جبکہ علاقائی اور عالمی پیمانے کی زمینی ساختیں اس کے مشاہدات کے دائرے سے کافی بڑی جسامت (Size) کی حامل ہوتی ہیں۔ لہٰذا یہ

بات ضروری قرار پاتی ہے کہ جیوٹیکٹانکس کے تعلیمی و تحقیقی مطالعات کا آغاز پہلے قدم کے طور پر درمیانی لمبائی چوڑائی (Mesoscopic Scale) رکھنے والی چٹانی ساختوں کے مشاہدات و مطالعات سے کیا جائے۔ واضح رہے کہ چٹانی طبقوں اور ٹیکٹانی پلیٹوں کی حرکات کی وجہ سے زمینی ساختوں میں واقع ہونے والے تغیّر و تبدّل کا دائرہ (Range نہایت ہی چھوٹے یعنی خورد بینی جسامت (Mesoscopic scale) سے لیکر وسیع و عریض علاقائی و عالمی سائز تک وسیع ہے، یعنی اس میں نہایت چھوٹی سے چھوٹی خورد بینی چٹانی ساختوں سے لے کر بہت بڑی علاقائی و عالمی سائز کی زمینی ساختیں سب شامل ہیں۔

علومِ ارضی میں برپا ہونے والا ایک علمی انقلاب

جیوٹیکٹانکس کی موجودہ اصطلاحی تعریف اس کے اساسی لوازم، تصوّرات، زمینی و چٹانی ساختوں کے تغیّر و تبدّل پر بحث و تمحیص اور اس علمی شاخ کی ارضیات کے علمی میدان میں اہمیّت و وقعت، یہ سب مرہونِ منت ہیں علوم ارضی میں برپا ہونے والے ایک علمی انقلاب کے۔ اس بہت بڑے علمی انقلاب کی بنیاد ٹیکٹانی پلیٹوں کے نظریہ (Theory of Plate Tectonics) کا علومِ ارضی کے جدید تحقیقی میدان میں سامنے آنا (Emergence)، اس کا وجود پذیر ہونا اور اس جدید نظریہ کے نکات کا ترتیب پانا (Formulation) ہے (باب۔7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ)۔

اس جدید نظریہ کے پروان چڑھنے کے مراحل پر تفصیلی مباحث، باب۔3: برّاعظموں کا کھسکاؤ (Continental Drift)، باب۔4 : پھیلتے سمندری فرش (Seafloor Spreading)، باب۔5 : زمینی مقناطیسیت (Geomagnetism) اور باب۔6

زمین کے رواں دواں مقناطیسی قطبین (Polar Wandering) میں دیئے گئے ہیں۔ دراصل یہ جدید نظریہ قشرِارض اور بالائی مانٹل کی چٹانوں کی ٹوٹ پھوٹ (Fracturing) اور ان کے مڑنے تڑنے (Folding) سے متعلّق بڑے پیمانے کی تقریباً تمام حرکیات اور ان کے نتیجے میں واقع ہونے والے زمینی و چٹانی تغیرّ و تبدّل کے سائنسی مطالعات کا ایک قابلِ اطلاق (Applicable) ڈھانچہ (Frame work) فراہم کرتا ہے۔ اس نظریہ نے علاقائی زمینی تغیرّ و تبدّل کے مطالعۂ تاریخ اور ان زمینی و چٹانی ساختوں کی ٹیکٹانی توضیحات (Interpretations) کی ایک نئی بنیاد مہیّا کی ہے۔ جس کی وجہ سے ان تمام طبعی عوامل کو منطقی انداز میں سمجھنا اور بیان کرنا آسان ہو گیا ہے۔

جیوٹیکٹانکس: ایک نہایت اہم مضمون

جیوٹیکٹانکس کے نفسِ مضمون میں ٹیکٹانی پلیٹوں کے نظریہ کے نکات کو سمو دینے اور ان نکات کی توضیحات کے سما جانے کے بعد علومِ ارضی کی کوئی ایک شاخ بھی ایسی نہیں کہ جس کے علمی مباحث میں جیوٹیکٹانکس کی تشریحات موجود نہ ہوں۔ الغرض آج جیو ٹیکٹانکس کی علمی روشنی کے بغیر علومِ ارضی کے کسی ذیلی مضمون (Sub-discipline) میں معقول اور قابلِ قبول علمی بحث و تمحیص نہیں کی جاسکتی (شکل نمبر 1.1) یہی وجہ ہے کہ ماہرینِ ارضیات جیوٹیکٹانکس کو علوم ارضی کا ایک ذیلی مضمون ہونے کے باوجود اسے علوم ارضی کے تمام ذیلی مضامین کا مادر مضمو Mother of all Geological Sciences) قرار دیتے ہیں۔ آج ان تمام ذیلی مضامین کی علمی و

درسی کتابوں اور تحقیقی مقالات (Research papers) میں جیو ٹیکٹانکس کی تشریحات روح رواں کی حیثیت رکھتی ہیں۔

باب2

زمین کی اندرونی ساخت

(Internal Structure of Earth)

اللہ جلّ جلالہٗ کی بے کراں کائنات کے اس چھوٹے سے گوشے میں انسان کا رہائشی سیّارہ ''زمین'' نظامِ شمسی کی تخلیق کے ساتھ ہی وجود میں آ گیا تھا۔ علومِ ارضی میں رب کائنات کے اس عظیم تخلیقی منصوبے کے ایک چھوٹے سے جزو یعنی زمین کی تخلیق سے متعلّق کئی مفروضے (Hypotheses) اور نظریات (Theories) پیش کئے گئے ہیں۔ ان میں سحابی نظریہ (Nebular Theory)، عظیم دھماکے کا نظریہ (Big Bang Theory) اور توام ستاروں کا نظریہ (Twin Stars Theory) زیادہ مشہور ہیں۔ تاہم یہ اور دوسرے تمام نظریات مکمّل طور پر اس امر کی وضاحت نہیں کرتے کہ

مسلسل کوشش کرتا رہا ہے۔ جس کے نتیجے میں اب ہمارے پاس کرۂ زمین کے متعلّق بے پناہ مصدّقہ معلومات جمع ہو چکی ہیں۔ آیئے! دیکھتے ہیں کہ بیرونِ زمین اور اندرونِ زمین سے متعلّق یہ معلومات کیا ہیں؟ اور کیسے حاصل ہوئی ہیں؟

آپ کو معلوم ہو گا کہ زمین کا استوائی قطر 12844 کلو میٹر ہے۔ ایسے میں ہزاروں کلو میٹر قطر رکھنے والی زمین کی اندرونی ساخت اور اس کے اندر موجود مادّوں (چٹانوں، دھاتوں اور معادن) کے متعلّق جاننے کے لئے کیا کیا جائے؟ کیوں کہ اتنی زبردست گہرائی تک خود پہنچنے یا آلات پہنچانے کا کوئی براہ راست (Direct) ذریعہ سرے سے موجود ہی نہیں تو کیا جاننے کے کوئی بالواسطہ (Indirect) ذرائع ہیں؟ اور اگر ہیں تو وہ کیا ہیں؟ کیا زمین کی اندرونی ساخت کے بارے میں ان ذرائع سے قابل اعتماد معلومات حاصل ہو سکتی ہیں؟ کیا ان کی کوئی سائنسی اہمیّت ہے؟ اِس باب میں زمین کی اندرونی ساخت کے بارے میں انہی امور پر تفصیلی بحث کی جارہی ہے۔ مزید برآں ان کی سائنسی اہمیّت اور نظری و عملی افادیت پر بھی بات کی جائے گی۔

طبعی نقطۂ نظر سے زمین کو چٹانوں پر مشتمل ایک کُرّہ (Sphere) کہا جاتا ہے۔ یہ کُرّہ جزوی طور پر پانی سے ڈھکا ہوا ہے اور اس کے گرد ہوا کا ایک دبیز غلاف بھی چڑھا ہوا ہے۔ تازہ ترین پیمائشی مطالعات اور مصنوعی سیّاروں کے ذریعے کئے گئے مشاہدات کی مدد سے معلوم ہوا ہے کہ زمین کا استوائی قطر 12,844 کلو میٹر اور قطبی قطر 12,703 کلو میٹر ہے۔ جبکہ استوائی محیط 40,059 کلو میٹر ہے۔ اسی بنا پر زمین کے مکمّل طور پر ایک گیند کی طرح گول ہونے کا نظریہ مسترد کیا جا چکا ہے۔ درحقیقت یہ اپنی تیز گردشی حرکت اور گھمائو کے زیر اثر اپنے قطبین سے قدرے پچک گئی ہے۔ اور ایک ”کُرہ نما“

(Spheroid) کی شکل میں ڈھل گئی ہے۔

جیسا کہ اوپر ذکر ہوا ہے ہمارے پاس زمین کے اندرنی مادّوں (Materials) کا پتا چلانے یا ان کا مطالعہ کرنے کا کوئی براہ راست طبعی وسیلہ نہیں ہے۔ اس طرح ہم اندرونِ زمین کا براہِ راست مشاہدہ کرنے سے یکسر قاصر ہیں۔ اس لئے کہ نہ تو ہم زمین کے اندر ہزاروں کلو میٹر اتھاہ گہرائیوں میں پائے جانے والے میٹیریلز کو بچشمِ سر خود دیکھ سکتے ہیں، اور نہ ہم زیرِ زمین مادوں اور ان کے خواص کا براہِ راست مطالعہ کرنے کے لئے چند سو میٹر گہرائی سے زیادہ کوئی گڑھا کھود سکتے ہیں۔ جدید آلات اور ماڈرن ٹیکنالوجی کے علی الرّغم اب تک زمین کے اندر صرف 12 کلو میٹر کی گہرائی تک کنواں کھودا جا سکا ہے۔ تا کہ سائنسی مطالعات کے لئے زمین کے اندر سے کچھ براہ راست نمونے حاصل کئے جا سکیں۔ اس ضمن میں اصل مشکل یہ ہے کہ جب ہم گہرے سے گہرا کنواں کھودنے کی کوششیں کرتے ہیں، تو اندرونِ زمین کا درجہ حرارت تیزی کے ساتھ بڑھتا چلا جاتا ہے، حتیٰ کہ صرف چند کلو میٹر کی گہرائی پر یہ سینکڑوں درجہ سینٹی گریڈ تک جا پہنچتا ہے اور آلات اور برمے پگھل جاتے ہیں۔ لہٰذا اس قدر بلند درجہ حرارت پر ان میٹیریلز کا نمونہ حاصل کرنا اور مطالعہ کرنا عملاً ناممکن ہے۔ مزید برآں زیرِ زمین بے پناہ دباؤ کئی اور مشکلات پیدا کر دیتا ہے۔ قشرِ ارض کی موٹائی اوسطاً 45 کلو میٹر اور زمین کی ضخامت 6370 کلو میٹر تسلیم کی جاتی ہے۔ بلحاظِ حجم دیکھا جائے تو زمین کے کل حجم کے مقابلے میں قشرِ ارض محض ایک باریک سا چھلکا لگتا ہے۔ یوں سمجھئے کہ یہ زمین کے کل حجم کے ایک فیصد سے بھی کم ہے۔ گویا ہم اس پتلے سے زمینی چھلکے کا بھی مکمّل طور پر براہِ راست مطالعہ و مشاہدہ کرنے کے قابل نہیں ہیں۔ اگر ہم سطحِ زمین سے کئے جانے والے براہِ راست زیرِ زمین مشاہدات کا

جائزہ لیں تو ہم اب تک فقط ایک بہت چھوٹی سی کسر (Fraction) کے برابر مطالعہ کر پائے ہیں۔ واضح رہے کہ زمین کے اندرونی مادوں کا براہِ راست مطالعہ کرنے کی غرض سے قابلِ رسائی مادے صرف مندرجہ ذیل دو صورتوں میں دستیاب ہو سکتے ہیں:

(1) قشرِ ارض کے اندر چند ہزار میٹر کی گہرائی تک کھدائی (Drilling) اور کٹائی (Cutting) کر کے بمشکل چند سینٹی میٹر کا قطر رکھنے والے چٹانی گولائی (Drill cores) کی شکل میں زمین کے اندرونی مادوں کے بہت محدود نمونے حاصل ہوتے ہیں۔

(2) کنوئوں کی کھدائی کے ذریعے حاصل ہونے والے ریزہ شدہ چٹانی ٹکڑوں (Drill cuttings) کے نمونے کئی ہزار میٹر کی گہرائی تک مل سکتے ہیں۔ اس کا صاف مطلب یہ ہے کہ ان ٹوٹے پھوٹے اور غیر متصل چٹانی نمونوں (Samples) کا مطالعہ کر کے ہم کوئی جامع اور نتیجہ خیز معلومات حاصل نہیں کر سکتے۔ تو پھر سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ ان مخدوش اور محدود حالات میں آخر کیا کیا جائے کہ فی زمانہ میّسر جدید ترین اور نہایت موثر آلات و ذرائع کی مدد سے اندرونِ زمین کا مطالعہ کر کے ہم اپنے علم میں قابلِ قدر اضافہ کر سکیں۔ اس ضمن میں بہت سارے جواب طلب سوالات کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔ مثلاً یہ کہ اندرونِ زمین کے جامع (Comprehensive) مطالعہ کے کیا کیا ذرائع ہو سکتے ہیں؟ کیا کوئی ایسا براہِ راست وسیلہ ہے؟ جس سے ہم زمین کے اندر پائے جانے والے مادوں کا مطالعہ کر سکیں۔ اگر اس سوال کا جواب "ہاں" میں ہے تو اندرونِ زمین کے براہِ راست مطالعہ کرنے والے امور کیا ہیں؟ کیا زمین کی اندرونی ساخت کا مطالعہ کرنے کیلئے ان براہِ راست ذرائع کے کوئی استفادی پہلو (Merits) ہیں؟ اسی طرح کیا کوئی بالواسطہ ذریعہ ہے یا ایک سے زیادہ ذرائع موجود ہیں کہ ہم زمین کی موجودہ اندرونی ترکیب اور ساخت کا

مطالعہ کر سکیں؟ یہ بالواسطہ ذرائع اگر کوئی ہیں، تو یہ کیا کیا ہو سکتے ہیں؟ کیا یہ بالواسطہ ذرائع مطالعہ کے قابل اعتماد ذرائع ہیں؟ اندرونِ زمین کا مطالعہ کرنے کے لئے ان ذرائع کی تفصیلات کیا ہیں؟ زمینی مطالعے کے ان ذرائع سے کیا اور کیسی معلومات حاصل ہو سکتی ہیں؟ ان تمام ذرائع سے اب تک جو معلومات حاصل ہوئی ہیں، کیا وہ علوم ارضی اور جیوٹیکٹانکس میں بطور خاص کوئی قابلِ قدر اہمیّت رکھتی ہیں؟ آتش فشانی ایک ایسا قدرتی مظہر ہے کہ جس کے ذریعے زمین کے بہت سے اندرونی مادے اُبل کر سطحِ زمین پر آجاتے ہیں۔ اس طرح ہم آتش فشاں چٹانوں اور معادن کا براہِ راست مشاہدہ اور مطالعہ کر سکتے ہیں۔ اس ذریعے سے ہم اندرونِ زمین کے بارے میں کس حد تک قابلِ قدر حصولِ علم (Knowledge) کر سکتے ہیں؟ اسی طرح ارضی سائنس دانوں کے نزدیک بلند و بالا آتش فشاں پہاڑ اور چوٹیاں زمین کے اندرونی مادوں سے مل کر بنی ہیں تو کیا ان کا مطالعہ کر کے زمین کی اندرونی ہیئتِ ترکیبی کے بارے میں بھروسے کے قابل اہم معلومات اکٹھی کی جا سکتی ہیں؟ علاوہ ازیں یہ سوالات بھی ہمارے سنجیدہ سوچ وبچار کے متقاضی ہیں کہ ہمیں اندرونِ زمین کے بارے میں ٹھوس علم رکھنے کی آخر ضرورت کیا ہے؟ اس علم کے تحقیقی، علمی اور تعلیمی مضمرات کیا ہیں؟ کیا زمین کی اندرونی ساخت کا علم آپ کے لئے، میرے لئے اور تمام نوعِ انسانی کے لئے اہم ہے؟ اگر جواب "ہاں" میں ہے تو یہ سب کچھ ہمارے لئے کیا خاص اہمیّت رکھتا ہے؟ زمین کی اندرونی ساخت اور ہیئت کے بارے میں آئندہ سطور اسی غور و فکر پر مشتمل ہیں اور ہمارے رہائشی کرۂ کے اندر جھانکنے کے لئے ایک دریچہ وا کرتی ہیں۔ آیئے! دیکھتے ہیں، زمین کے اندر کیا پایا جاتا ہے؟

سائنسدانوں کے نزدیک اندرونِ زمین کا مطالعہ کرنے کے دو ذرائع ممکن ہیں:

(1 بلاواسطہ یا براہِ راست مطالعات کے ذرائع

(2 بالواسطہ مطالعات کے ذرائع اور ان کی تکنیکات (Techniques

(1 براہِ راست ممکن ذرائع

اندرونِ زمین پائی جانے والی چٹانوں کے سطحِ زمین پر ظاہر (Expose) ہونے اور کسی حد تک ان کے زیرِ زمین (Subsurface) پائے جانے کے باوجود ہم ان چٹانوں کا براہِ راست مطالعہ کرسکتے ہیں، مثلاً ہم زمین کے اندر موجود ماتل کی ایسی چٹانوں کا مطالعہ براہِ راست کرسکتے ہیں جو آتش فشانی کے ذریعے سطحِ زمین پر آ جاتی ہیں، جیسے بسالٹی (Basaltic) لاوا کے بہاؤ کے نتیجے میں بننے والی چٹانیں، ہیرا بردار (Diamond bearing) ستون نما کمبرلائٹ چٹانیں (Kimberlite pipes) زمین کی طویل دراڑوں سے ابلنے والے لاوے (Fissure eruptions) سے بننے والی پلوٹانی (Plutonic) چٹانیں۔ اسی طرح ہم برِّاعظمی قشر (Continental Crust) کے نچلے حصّے کے ساتھ ملحقہ سمندری قشر (Oceanic Crust) کی چٹانوں کا مطالعہ بھی کرسکتے ہیں۔ بلاواسطہ یا براہِ راست مطالعات کے ذرائع درج ذیل ہیں:

i- گہرے کنوئوں کی کھدائی

زیرِ زمین چٹانوں کے نمونے لینے اور ان کا براہِ راست مطالعہ کرنے کے لئے اب تک ترقّی یافتہ ممالک میں کئی گہرے کنوئیں کھودے گئے ہیں۔ تاہم دنیا بھر میں گہرا ترین کنواں کھودنے کا سہرا سابق سوویت روس کے سر بندھا۔ بیس برس (1969-89) کی محنتِ

شاقہ کے بعد بارہ کلو میٹر کی گہرائی پر اس کنوئیں کی کھدائی ترک کرنا پڑی۔ تب اس کے پیندے کا درجہ حرارت C190o ریکارڈ کیا گیا۔ ان گہرے کنوئوں کی کھدائی کے عمل سے جہاں زیرِ زمین چٹانوں کے نمونے حاصل ہوئے۔ وہاں یہ بھی معلوم ہوا کہ زمین کے اندر گہرائی میں اضافہ کے ساتھ درجہ حرارت اور زمینی دبائو میں بھی اضافہ ہوتا جاتا ہے۔

ii- شہابیوں (Meteorites) کا مطالعہ

خلائی و ارضی سائنس کے ماہرین کا خیال ہے کہ شہابیے بھی دراصل زمین کی تخلیق کے وقت وجود میں آگئے تھے۔ لہٰذا یہ زمینی مادوں کے بارے میں اہم معلومات فراہم کرسکتے ہیں۔ زمین جب سورج سے پگھلے ہوئے عظیم و ضخیم لوتھڑے کی شکل میں جدا ہوئی تو اس سے الگ ہونے والے چھوٹے بڑے ٹکڑے ارضیاتی وقت (اربوں کروڑوں سال) کے ساتھ ٹھنڈے ہو کر شہابیوں کی شکل میں نظامِ شمسی کے سیّاروں کے درمیان موجود خلائوں میں گھومنے لگے۔ اب تک زمین پر گرنے والے ایسے کئی شہابیوں کا مطالعہ کیا گیا ہے۔ شہابیوں کے مطالعات سے معلوم ہوا کہ ان کے دھاتی اجزا میں لوہا بلحاظ وزن غالب مقدار میں پایا جاتا ہے جبکہ اس دھاتی اجزائی ترکیب کا تقابل زمین کے بالائی پرتوں (قشر اور مانٹل) کی اجزائی ترکیب کے ساتھ کیا گیا تو پتا چلا کہ ان بالائی پرتوں میں لوہے کی نہایت قلیل مقدار پائی جاتی ہے۔ لہٰذا یہ نتیجہ اخذ کیا گیا کہ زمینی لوہا زیادہ کثافت کے زیرِ اثر جوفِ ارض (Core) میں اکٹھا ہو گیا ہے۔

iii- بالائی مانٹل کی چٹانوں اور معادن کا مطالعہ

بالائی مانتل کی چٹانوں اور معادن کا مطالعہبالائی مانٹل میں پائی جانے والی ایک معدن ،پیریڈوٹائٹ (Peridetite)) کے ٹیکٹانی عوامل سے سطح پر نمودار ہونے سے ممکن ہوا۔ پاکستان میں، ایک مثال کے طور پر، یہ چٹان شاہراہِ قراقرم (KKH) پر بیشام سے کم و بیش 20 کلو میٹر آگے جیجال کے علاقے میں ملتیہے۔ انچٹانوں کے مطالعات سے معلوم ہوا ہے کہ زمین کی گہرائی میں جاتے ہوئے چٹانوں اور معادن کی کثافت میں اضافہ ہوتا جاتا ہے۔

ہیرا برادر چٹان کمبرلائٹ شاذونادر وجود میں آنے والے میگما (Rare magma) سے بنتی ہے اور مانٹل کے اندر سے 150 تا 200 کلو میٹر تک کی گہرائی سے قشرِ ارض کی سطح پر ستون نما راستوں (Pipes) کے ذریعے اوپر آتی ہے۔ سطح ارض پر کمبرلائٹ چٹان کا مطالعہ کرنے سے بالائی مانٹل میں 150 کلو میٹر کی گہرائی پر زمینی دباؤ، مقدارِ حرارت، چٹانی ترکیب اور مختلف معادن مثلاً گارنٹ (Garnet)، ایکلو گائٹ (Eclogite ان کے قلمائو (Crystallization) کے احوال کا علم حاصل ہوتا ہے۔

اسی طرح بالائی مانٹل کی چٹانوں کے مطالعہ کا ایک اور ذریعہ آتش فشانی کا عمل ہے۔ دراصل آتش فشانی کے عمل سے بالائی مانٹل کے چٹانی ٹکڑے اور پگھلا ہوا مواد لاوا کی صورت میں ان پہاڑوں سے زمین کی سطح پر برآمد ہوتا رہتا ہے۔ جس میں مانٹل کی چٹانوں کے اجنبی ٹکڑے (Xenoliths) بھی ملتے ہیں۔ ان میں پیریڈوٹائٹ کے ٹکڑے مانٹل کے چٹانی مواد کا مطالعہ کرنے کا موقع فراہم کرتے ہیں۔ مزید برآں زیرِ سمندر آتش فشانی کے عمل سے بننے والی چٹان، بسالٹ بھی پیریڈوٹائٹ کے اجنبی چٹانی ٹکڑوں سے بھرپور ہوتی ہے اور اندرونِ مانٹل کے طبعی و کیمیائی خواص جاننے کا ایک مزید

اہم ذریعہ ہے۔ مانٹل کی ان تمام زیرِ زمین چٹانوں کے براہِ راست مطالعات کے باوجود ہم قشرِ ارض کے نیچے موجود 2900 کلو میٹر ضخامت رکھنے والے مانٹل کی صرف ایک معمولی جھلک دیکھ پاتے ہیں۔ جبکہ سائنسی کاوشوں اور تحقیق کے لئے ہمیں زمین کی اتھاہ گہرائیوں اور زمین کی تمام کی تمام اندرونی ساخت کے بارے میں بہت زیادہ علم حاصل کرنے کی ضرورت ہے اور اس کا حصول بہر حال صرف بالواسطہ مطالعات کے ذریعے ہی ممکن ہو سکتا ہے۔

(2 بالواسطہ مطالعات

زمین کی اندرونی ساخت سمیت اس کے اندر پائی جانے والی چٹانوں، معادن اور مادوں کا بالواسطہ مطالعہ کرنے کے لئے اب تک انسان نے اپنی سائنسی و علمی تحقیقات کی روشنی میں مختلف تکنیکات وضع کی ہیں اور اس کے لئے موزوں آلات بھی ایجاد کر لئے ہیں۔ اس طرح اندرونِ زمین سے متعلّق کافی قابلِ بھروسہ معلومات مہیّا ہو گئی ہیں۔

پس منظر

تقریباً تین سو سال قبل مشہور انگریز سائنس دان آئزک نیوٹن (Isaac Newton) نے سیّاروں اور ان کی کششِ ثقل کے مطالعات کے ذریعے حساب لگایا کہ سطحِ زمین پر پائی جانے والی چٹانوں کی مجموعی کثافت (Density) کے مقابلے میں زمین کی اوسط کثافت دوگنا ہے۔ اس بنا پر اس نے نتیجہ اخذ کیا کہ سارے کا سارا اندرونِ زمین لازمی طور پر زیادہ کثافت رکھنے والی چٹانوں اور مادوں سے مل کر بنا ہوا ہے۔ اندرونِ زمین میں کیا کچھ پایا جاتا ہے؟ اور اس کی ساخت کیا ہے،؟ اس کے بارے میں نیوٹن کے زمانے سے لے کر

اب تک ہمارے علم میں بے پناہ اضافہ ہوا ہے۔ تاہم اس کے باوجود اندرونِ زمین پائے جانے والے مادوں کی کثافت کا یہ بالواسطہ تخمینہ آج بھی درست قرار دیا جاتا ہے۔ ارضی سائنسدانوں کو 1950ء سے بھی پہلے زمین کے تین بڑے اور ضخیم پرتوں (Layers) کے بارے میں علم ہو چکا تھا۔ البتہ ان سے متعلّق مزید تفصیلات 1960ء کی دہائی میں زیر زمین نیوکلیائی بم کے تجربات کے دوران میں اور اس کے بعد کے زمانے میں حاصل ہوئیں۔ ان زبردست نیوکلیائی دھماکوں کے نتیجے میں مصنوعی زلزلاتی لہریں پیدا ہوئیں۔ جو زمین کی سطح سے زمین کے اندرون میں سے گزرتی چلی گئیں۔ زلزلہ پیما آلات (Seismographs) کی مدد سے ان کو کرۂ ارض کے مختلف حصّوں میں ریکارڈ کیا گیا اور پھر ان کے مطالعہ و تجزیہ سے زمینی پرتوں کے بارے میں جاننے کی کوششیں کی گئی۔ نتیجتاً اس ذریعے سے بیش بہا معلومات حاصل ہوئیں

اندرونِ زمین سے متعلّق مزید علم قدرتی زلزلوں کے ذریعے پیدا ہونے والی لہروں کا مطالعہ کرنے سے بھی حاصل ہوا۔ یہاں یہ امر دلچسپی کا باعث بنے گا کہ ہزاروں برس پہلے قدیم یونانی سائنسدانوں کو زمین کی تہہ دار ساخت کا علم تھا۔ لیکن ان کی حد بندی (Boundary) ضخامت (Thickness) اور ان کے اجزائے ترکیبی (Composition) کے بارے میں وہ کچھ نہ جانتے تھے۔ البتہ انہیں یہ علم تھا کہ زمین گول ہے اور اس کا قطر تقریباً 12750 کلو میٹر ہے۔ تاہم بیسویں صدی کی آمد سے پہلے تک کسی کو وثوق کے ساتھ یہ معلوم نہیں تھا کہ ہمارا رہائشی سیّارہ تین بہت بڑے اور ضخیم پرتوں (Layers) سے مل کر بنا ہوا ہے۔ یعنی انسان اس حقیقت سے نابلد تھا کہ قشرِ ارض، مانٹل اور جوف ارض (Core) اس کے تین بڑے پرت ہیں اور گٹھلی کی طرح

اندر موجود جوفِ ارض کے اوپر مانٹل اور پھر اس کے اوپر قشرِ ارض کا پتلا سا پرت لپٹا ہوا ہے۔

دو بیرونی غلافوں میں لپٹا ہونے اور اندرونِ زمین اتھاہ گہرائی میں گٹھلی کی طرح پائے جانے کے باوجود جوفِ ارض ہماری زمین کا وہ پہلا اندرونی ساختی حِصّہ ہے جو تین بڑی اور ضخیم زمینی پرتوں میں سب سے پہلے دریافت ہوا۔ اسے 1960ء میں ایک ماہر علوم زلزلہ اولڈہم (R. D. Oldham) نے دریافت کیا تھا۔ اس مقصد کے لئے اس نے زلزلوں کے تاریخی ریکارڈ کا گہری نظر سے مطالعہ کیا اور اس مطالعے کی بنا پر جوفِ ارض کی موجودگی کا پتا چلایا۔ تین صدی قبل نیوٹن نے اپنی خداداد اصلاحیّت سے زمین کی مجموعی اوسط کثافت کا جو بالواسطہ تخمینہ پیش کیا تھا، جوفِ ارض کی دریافت کے بعد اس کی سائنسی وضاحت کے لئے ایک اور اہم ثبوت ثابت ہوا۔

بالواسطہ مطالعات کے تین اہم ذرائع درج ذیل ہیں:

i- جدید ترین تجربہ گاہوں میں مانٹل کی چٹانوں کا مطالعہ

ii- زلزلاتی لہروں کے ذریعے مطالعہ

iii- زمینی مقناطیسیت

i- جدید ترین تجربہ گاہوں میں مانٹل کی چٹانوں کا مطالعہ

آتش فشانی سے بننے والی چٹانوں اور معادن کو جدید ترین تجربہ گاہوں میں ماڈرن ٹیکنالوجی کی مدد سے مصنوعی طور پر پیدا کردہ شدید ترین دباؤ اور بلند ترین درجہ حرارت پر رکھ کر پرکھا جاتا ہے تاکہ معلوم ہو سکے کہ یہ کتنے دباؤ اور درجہ حرارت پر مستحکم

(Stable) رہتی ہیں؟ یا نہیں رہ سکتیں۔ ان بالواسطہ تجربات سے بھی مانٹل میں پائی جانے والی چٹانوں اور معادن کے طبعی و کیمیائی خواص اور اس کی ساخت و پرداخت کے بارے میں بہت اہم اور بنیادی معلومات حاصل ہوئیں۔

ii- زلزلاتی لہروں کے ذریعے مطالعہ

پورے زمینی کرّہ کا بالواسطہ مطالعہ کرنے کا ایک بڑا جامع، موثر اور باوثوق ذریعہ "قدرتی" زلزلے ہیں۔ تاہم "مصنوعی" زلزلوں کا مطالعہ کر کے بھی اندرونِ زمین کے بارے میں بیش بہا معلومات ملتی ہیں۔ ایٹمی دھماکوں کے تجربات کے دوران میں ان دھماکوں کی شدّت کا اندازہ ان سے پیدا ہونے والے مصنوعی زلزلوں کی شدّت سے لگایا جاتا ہے۔ اس مقصد کے لئے دنیا بھر میں زلزلہ پیمائی کے لئے مختلف ممالک میں قائم سٹیشن ایک نیٹ ورک سے منسلک ہیں۔ مرکزِ زلزلہ سے خارج ہونے والی توانائی زلزلاتی لہروں کی شکل میں پوری زمین کے اندر سے گزرتی ہے۔ تو یہ زلزلاتی لہریں زمین کے اندر موجود مختلف معادن، چٹانوں اور میٹیریلز میں سے گزرتے وقت ان کے خواص کے مطابق تیزی سے یا سست رفتاری سے سفر کرتی ہیں یا پھر سرے سے غائب ہو جاتی ہیں۔ زلزلہ پیما مراکز میں ان لہروں کی پیدائش کا اور ان کے پہنچنے کا وقت ریکارڈ کر لیا جاتا ہے۔ زلزلاتی لہروں کے ریکارڈ سے زمین کی کیا کیا "اندرونی معلومات" حاصل ہوئیں اور کس طرح؟ اس کا احوال آئندہ سطور میں تین بڑے زمینی پرتوں کے تفصیلی مطالعہ میں زیر بحث لایا جائے گا۔

iii- زمینی مقناطیسیت (Geomagnetism)

کرۂ ارض ایک بہت بڑا دو قطبی (Bipolar) مقناطیس ہے۔ یعنی اس کے دو قطب (Poles) ہیں: شمالی قطب اور جنوبی قطب۔ یہ قطبین زمینی مقناطیسیت اور جوفِ ارض کے آپس کے تعلّق کو جاننے کا اہم ذریعہ ہیں۔ لوہا اور نکل (Nickel)، ایسی مقناطیسی دھاتیں ہیں جو اپنی زیادہ کثافت کی وجہ سے جوفِ ارض میں مرتکز ہو گئی ہیں (جدول نمبر 2.1)۔ ان کے گرد جب مثبت اور منفی آئن رکھنے والا پگھلا ہوا چٹانی مواد درجہ حرارت کے فرق سے اور اپنے محور (Axis) پر زمین کی گردش (Rotation) کے باعث حرکت کرتا ہے، تو ان دھاتوں میں مقناطیسی خصوصیّات پیدا ہو جاتی ہیں۔ زمینی مقناطیس کا برقناطیسی (Electromagnetic) تجربات کی روشنی میں مطالعہ جوفِ ارض کے ذیلی پرتوں کے بارے میں بنیادی آگاہی فراہم کرتا ہے۔

تین بڑے زمینی پرت کیسے وجود میں آئے؟

علومِ ارضی کے ماہرین کے مطابق ہماری زمین پانچ ارب سال پہلے بہت سے مختلف مادوں کے ایک عظیم و ضخیم ملغوبہ (Conglomeration) کی شکل میں وجود میں آئی تھی۔ جس کے بعد اس پر ایک طویل ارضیاتی دور ایسا گزرا کہ یہ بیرونی فضا اور دوسرے سیّاروں سے بروئے کار آنے والے بہت سے عوامل اور مظاہر کی زد میں رہی۔ مثلاً شہابیوں کی گاہے ہلکی، بگاہے تیز بارش کی زد میں آتی رہی۔ ان نہایت تیز رفتار تصادمات (Impacts) کے نتیجے میں حرارت کی بے پناہ مقدار پیدا ہوئی، جس نے اس نوزائیدہ سیّارے کو مزید پگھلا دیا۔ کم و بیش چار ارب سال پہلے یہ عہد ختم ہوا۔ تب سے اب تک یہ مسلسل ٹھنڈا ہو رہا ہے۔ اس دوران میں زیادہ کثیف مادّے مثلاً لوہا، نکل اور

دوسری دھاتیں وغیرہ جو شہابیوں کے ٹکرانے سے اس میں شامل ہوتی رہیں، بھاری ہونے کی وجہ سے نیچے زمین کے مرکز کی طرف غرق ہوتی گئیں اور بالآخر یہاں اکٹھی ہو گئیں۔ اس طرح جوفِ ارض وجود میں آ گیا۔ بہت کم کثافت کے حامل ہلکے اور کم وزن اجزاء جو دُم دار ستاروں (Comets) کے ٹکرائو کے نتیجے میں اس میں شامل ہوتے رہے تھے۔ آہستہ آہستہ اوپر کی جانب اٹھتے گئے اور زمین کی بیرونی سطح پر جمع ہو گئے۔ یوں کم کثافت والے مادوں مثلاً سلیکیٹس (Silicates) اور آکسیجن کے دوسرے مرکّبات سے قشرِ ارض شکل پذیر ہوا۔ کثافت کی بنیاد پر علیحدہ کاری کے بعد جوفِ ارض اور قشرِ ارض کے درمیان میں درمیانی کثافت رکھنے والے مرکبات باقی بچ گئے۔ اور مانٹل کی شکل میں اس کا جزو بن گئے۔

بعد کے ارضیاتی ادوار میں زمین کے گرد کافی عرصہ مختلف گیسوں کے مرغولے لپٹے رہے۔ ایک زمانہ اس پر ایسا بھی گزرا کہ فضا میں آبی بخارات سمٹ کر بارش برساتے رہے، جو اس کی بالائی سطح کو ٹھنڈا کرنے اور اس پر کروڑوں برس پہلے سمندروں کو وجود میں لانے کا باعث بنے۔

اربوں سالوں کے ارضیاتی عمل سے ہماری زمین کے جو تین ضخیم پرت (شکل نمبر 2.1 وجود میں آئے، ان کی مماثلت ایک انڈے یا ایک سیب کی اندرونی ساخت کے ساتھ کی جا سکتی ہے۔ زمین کی اس تہہ دار ساخت کا ابلے ہوئے انڈے اور سیب کی ساخت کے ساتھ موازنہ کریں تو انڈے اور سیب کے چھلکے کا موازنہ قشرِ ارض سے کیا جا سکتا ہے۔ جبکہ انڈے کی سفیدی اور سیب کے گودے کا موازنہ مانٹل سے۔ اسی طرح انڈے کی زردی اور سیب کے بیجوں والے حصّے کا موازنہ جوفِ ارض سے کیا جا سکتا ہے۔ تاہم ارضی

سائنسدانوں کی مزید تحقیق کے نتیجے میں معلوم ہوا ہے کہ مانٹل اور جوفِ ارض مزید دو حصوں میں منقسم ہیں۔ مانٹل کے دو حصّے بالائی اور زیریں مانٹل جبکہ جوفِ ارض کے دو حصّے بیرونی اور اندرونی جوفِ ارض ہیں۔ اگرچہ مانٹل اور جوف ارض کی موٹائی تقریباً برابر ہے۔ مگر بلحاظ حجم جوفِ ارض زمین کے حجم کا 15٪ ہے۔ جبکہ مانٹل 84٪ اور قشرِ ارض کم و بیش زمین کے حجم کا بمشکل 1٪ ہے۔

قشرِ ارض

قشرِ ارض بیرونی پرت ہونے کی بنا پر زمین کے باقی دو پرتوں کے مقابلہ میں بہت پتلا، باریک، سخت اور ٹھوس ہے۔ سمندروں کے نیچے قشرِ ارض مزید پتلا ہو جاتا ہے۔ یہاں تک کہ بعض اوقات اس کی موٹائی صرف 5 کلو میٹر رہ جاتی ہے۔ مثال کے طور پر بحر الکاہل کے سمندری فرش کی موٹائی تقریباً 5 کلو میٹر ہے، البتہ برِّاعظموں کے نیچے قشرِ ارض کی موٹائی اوسطاً 45 کلو میٹر ہے جبکہ بڑے بڑے کوہستانی سلسلوں کے نیچے اس کی موٹائی کافی زیادہ بڑھ جاتی ہے، جیسا کہ پاک و ہند میں کوہستانِ ہمالیہ، یورپ میں ایلپس (Alps) اور امریکا میں سیر انواڈا (Sierranevada) کے نیچے قشرِ ارض کی موٹائی بڑھ کر ایک سو کلو میٹر تک جا پہنچتی ہے۔

اس کا مطلب ہے کہ قشرِ ارض کی ضخامت ایک جگہ سے دوسری جگہ تبدیل ہو جاتی ہے۔ اس کی مزید مثالیں بڑی دلچسپی کے ساتھ نوٹ کی جاسکتی ہیں، مثلاً جزائر ہوائی، جو بحر الکاہل میں واقع ہیں، کے نیچے سمندری قشر تقریباً 5 کلو میٹر موٹا ہے۔ مشرقی کیلیفورنیا (امریکہ) کے پہاڑوں کے نیچے قشرِ ارض کی موٹائی 25 کلو میٹر جبکہ امریکہ میں واقع

گریٹ ویلی (Great Valley) کے نیچے یہ ضخافت 60 کلو میٹر ماپی گئی ہے۔ جیسا کہ پہلے بھی ذکر کیا گیا ہے، عظیم کوہ ہمالیہ (شمال مغربی پاکستان) کے نیچے بعض مقامات پر قشرِ ارض کی ضخامت کا تخمینہ تقریباً 150 کلو میٹر لگایا گیا ہے۔

قشرِ ارض کی اجزائی ساخت کم کثافت والی کیلشیم اور سوڈیم ایلومینیم سلیکیٹ معاون پر مشتمل ہے (جدول نمبر 2.1)۔ دوسرے پرتوں کے مقابلے میں بہت زیادہ ٹھنڈا ہونے کی وجہ سے اس کی ساخت چٹانی ہے اور ٹوٹنے پھوٹنے والی یعنی پھوٹک (Brittle خاصیّت کی حامل ہے۔ چنانچہ اس میں دراڑیں (Fracturcs) اور فالٹس (Faults) پیدا ہوگئے ہیں۔ فالٹس زمین پر زلزلے پیدا کرنے کا سبب بنتے رہتے ہیں۔ ارضی سائنس دانوں کے نزدیک قشرِ ارض کی دو قسمیں ہیں: برّاعظمی قشرِ ارض اور سمندری یا بحری قشرِ ارض (شکل نمبر 2.1

برّاعظمی قشرِ ارض

اس کی ضخامت مجموعی طور پر 45 کلو میٹر ہے۔ البتہ کوہستانی سلسلوں کے نیچے اس کی موٹائی 100 کلو میٹر تک جا پہنچتی ہے۔ اس کی چٹانوں کی عمومی ترکیب گرینٹ دار (Granitic) ہے۔ واضح رہے گرینٹ آتش فشانی کے عمل سے بننے والی ایک آتشی چٹان (Igneous) ہے جو میگما کے زمین کی سطح پر آنے سے پہلے ہی کسی گہرائی پر رک جانے اور آہستہ آہستہ ٹھنڈا ہونے پر وجود میں آتی ہے۔ بعد ازاں، یہ چٹانیں پلیٹوں کے ٹیکٹانی عمل سے اوپر سطحِ زمین پر ابھر آتی ہیں۔ برّاعظمی قشرِ ارض کی اجزائی ترکیب زیادہ تر فیلسک (Felsic) ہے یعنی فیلسپار (Feldspar) اور سلیکا (Silica) والی۔ اس کی

چٹانوں کا رنگ بالعموم سفیدی مائل ہوتا ہے۔ اس قشر کی کثافت تقریباً 2.54 گرام فی مکعب سینٹی میٹر (سم) ہے (جدول نمبر 2.1)۔ اس کی چٹانوں کی ارضیاتی عمر سمندری قشر کی چٹانوں کی ارضیاتی عمر کے مقابلے میں بہت ہی زیادہ ہے۔ ان کی عمر کا اندازہ 3.8 سال لگایا گیا ہے۔

سمندری قشرِ ارض

اس کی موٹائی اوسطاً 15 کلو میٹر ہے۔ اس کی اجزائی ترکیب بسالٹی (Basaltic) ہے۔ بسالٹ نسبتاً زیادہ کثافت رکھنے والی ایک آتشی چٹان ہے جو زمین سے باہر آنے والے لاوا کے ٹھنڈا ہونے پر وجود میں آتی ہے۔ بحری قشر کی چٹانوں کا سرچشمہ (Source) مانٹل ہے۔ یہ قشر میفک (Mafic) یعنی میگنشیم اور لوہے والی چٹانوں سے مل کر بنا ہوا ہے۔ زیر سمندر رہونے کی وجہ سے اس کے اوپر سیڈیمنٹس (Sediments) کی ایک تہہ بچھ گئی ہے۔ اس کا رنگ بالعموم گہرا سیاہی مائل اور کثافت تقریباً 3.3 گرام فی مکعب سم ہے (جدول نمبر 2.1)۔ برِّاعظموں کے مقابلے میں اس کی ارضیاتی عمر بہت ہی کم ہے۔ اب تک کی تحقیقات کے مطابق قدیم ترین سمندری قشر کی ارضیاتی عمر صرف 18 کروڑ (180 ملین) سے 20 کروڑ (200 ملین) سال ریکارڈ کی گئی ہے۔ جیسا کہ اوپر ذکر ہوا برِّاعظمی قشر کی عمر تین ارب سال سے بھی زیادہ ہے۔

مانٹل

زمین کا یہ درمیانی پرت 2900 کلو میٹر ضخیم ہے۔ مانٹل لوہے، میگنیشیم، ایلومینیم، سلیکان اور آکسیجن پر مشتمل مرکّبات سے مل کر بنا ہے۔ یہ پرت پیریڈوٹائٹ چٹان (کیلشیم اور

آئرن کا ایک سیلیکیٹ)، کمبر لائٹ اور ایکلو گائٹ نامی معاون پر مشتمل زمینی مادوں کا پگھلا ہوا مرکبّ ہے (جدول نمبر 2.1)۔ اس کی ہیئتِ ترکیبی ٹھوس مگر پگھلی ہوئی چٹانوں پر مشتمل ہے۔ چونکہ سینکڑوں درجہ سینٹی گریڈ درجہ حرارت پر ہونے کی وجہ سے یہ چٹانیں پگھلی ہوئی حالت میں رہتی ہیں لہٰذا یہ آہستہ آہستہ اپنی شکل اور حالت بدلتی رہتی ہیں۔ جدید تحقیق سے معلوم ہوا ہے کہ ان چٹانوں میں پلاسٹک (Plastic) کی سی خصوصیّات پائی جاتی ہیں۔ ایسے میٹیریل ٹھوس ہونے کے باوجود بہت ہی آہستہ آہستہ بہنے کی صلاحیّت کے حامل ہوتے ہیں اور وقت کے ساتھ اپنی شکل تبدیل کر سکتے ہیں یعنی ان کا طبعی طرزِ عمل پلاسٹک جیسا (Plastic behavior) ہوتا ہے۔ زلزلاتی لہروں کے مطالعات کے مطابق مانٹل کا 100 کلو میٹر کی گہرائی سے 250 کلو میٹر کی گہرائی کے درمیان کا علاقہ کم ولاسٹی والا زون (Low Velocity Zone) کہلاتا ہے یعنی اس زون میں سے گزرتے ہوئے زلزلاتی لہروں کی ولاسٹی کم ہو جاتی ہے۔ زمین کے حجم کا غالب حِصّہ یعنی 84٪ حِصّہ مانٹل پر مشتمل ہے۔ سائنسی تحقیقات کے مطابق مانٹل کے اندرونی حصّے میں درجہ حرارت 1000 درجے سینٹی گریڈ سے بھی زیادہ ہوتا ہے (شکل نمبر 2.2 یہی وجہ ہے کہ مانٹل کی چٹانیں نیم پگھلی سے پوری پگھلی ہوئی حالت میں ملتی ہیں۔

قشرِ ارض اور مانٹل کے درمیان ایک حد واقع ہے۔ یہ حد کوئی کھینچی ہوئی لائن نہیں بلکہ یہ مختلف ضخامت رکھنے والے قشرِ ارض کے نیچے اور مانٹل کے اوپر پگھلے ہوئے چٹانی مواد پر مشتمل ایک زون ہے۔ اس حد کو موہو رو ویلک عدم تسلسل (Mohorovicic Discontinuity) کا نام دیا گیا ہے۔ اختصار کے لئے اسے صرف موہو (Moho) عدم

تسلسل بھی کہا جاتا ہے (جدول نمبر 2.1)۔ دراصل اس کا یہ نام اس کو دریافت کرنے والے ارضی سائنسدان کے نام پر رکھا گیا۔ یہ ایک کروشیائی (Croation) سائنسدان تھا اور اس کا نام اندریجہ موہو روویگ (Andrija Mohorovicic) تھا۔ اس زیرِ زمین عدم تسلسل کو ظاہر کرنے والی حد کو آج تک کسی نے نہیں دیکھا۔ تاہم اسے زلزلاتی لہروں کی اندرونِ زمین رفتار میں ایک دم اضافہ ہونے کی بنا پر دریافت کیا گیا۔

موہو عدم تسلسل کے بعد نیچے مزید گہرائی میں زلزلاتی لہروں کی رفتار میں ایک دم اضافہ ہو جاتا ہے۔ جس کی بنا پر یہ باور کیا گیا کہ اس کے نیچے چٹانوں کی نوعیّت تبدیل ہو گئی ہے۔ دراصل زلزلاتی لہروں کے مختلف مادوں میں سے گزرنے کے تجربات کر کے یہ اخذ کیا گیا ہے کہ چٹانوں اور معادن کی کثافت میں اضافے کے ساتھ ان لہروں کی ولاسٹی میں بھی اضافہ ہوتا جاتا ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ مانٹل قشرِ ارض کے نیچے واقع ہے اور نیم ٹھوس چٹانوں کے ایک کثیف اور گرم پرت پر مشتمل ہے۔ قشرِ ارض کے مقابلے میں اس کے اندر لوہے، میگنیشیم اور کیلشیم کی زیادہ مقدار پائی جاتی ہے (جدول نمبر 2.1) اور یہ اس کے مقابلے میں زیادہ گرم اور زیادہ کثیف بھی ہے۔ گہرائی کے ساتھ زمین کے اندر درجہ حرارت اور دباؤ میں اضافہ ہوتا چلا جاتا ہے جو دراصل اس تبدیلی کا باعث بنتا ہے۔

کم ولاسٹی والے زون کے نیچے مانٹل کے بالائی حصّے میں ایک ٹرانزیشن (Transition) زون ہے۔ اس زون کے اوپر اور نیچے عدم تسلسل کی موجودگی کی نشاندہی اس بنا پر کی گئی کہ زلزلاتی لہروں کی ولاسٹی میں تبدیلیاں ان لہروں کے کم کثافت والی معادن سے زیادہ کثافت والی معادن میں گزرنے کی وجہ سے پیدا ہوتی ہیں۔ مانٹل کو مزید دو پرتوں میں

تقسیم کیا جاتا ہے، یعنی بالائی مانٹل اور زیریں مانٹل (شکل نمبر 2.3

بالائی مانٹل

بحری قشرِ ارض اور موہو عدم تسلسل کے نیچے واقع مانٹل کا یہ بالائی ذیلی پرت قریباً 840 کلو میٹر ضخیم ہے۔ اس میں پائی جانے والی چٹانوں کی کثافت 3.5 سے 4.4 گرم فی سم ہے۔ ان چٹانوں میں زیادہ اہم پیریڈوٹائٹ، اولیوین، ایکلو گائٹ اور گارنٹ ہیں۔ قشرِ ارض سے اس پرت میں داخل ہوتے ہی زلزلاتی لہروں کی ولاسٹی 7 کلو میٹر فی سیکنڈ سے بڑھ کر ایک دم 8 کلو میٹر فی سیکنڈ ہو جاتی ہے (جدول نمبر 2.1

زیریں مانٹل

جیسا کہ نام سے ظاہر ہے، مانٹل کی یہ زیریں ذیلی پرت ہے۔ یہ پرت تقریباً 2060 کلو میٹر موٹی ہے۔ یہاں پر چٹانوں اور معادن کی کثافت میں مزید اضافہ ہو جاتا ہے یعنی کثافت کا رینج بڑھ کر 4.5 سے 10 گرام فی مکعب سم ہو جاتا ہے۔ بدیہی طور پر کثافت میں اضافہ کے ساتھ زلزلاتی لہروں کی ولاسٹی میں بھی مزید اضافہ ہو جاتا ہے، لہٰذا یہ رفتار بڑھ کر 10 کلو میٹر فی سیکنڈ تک جا پہنچتی ہے۔ زیریں مانٹل میں پائی جانے والی چٹانیں اور معادن میگنشیم اور سلیکان کے مختلف مرکّبات پر مشتمل ہیں (جدول نمبر 2.1

مانٹل کے نیچے 2900 کلو میٹر کی گہرائی پر ایک اور عدم تسلسل ریکارڈ کیا گیا ہے، جسے گُٹن برگ عدم تسلسل (Gutenberg Discontinuity) کہتے ہیں۔ اس عدم تسلسل کو دریافت کرنے والے سائنسدان کا نام، بینو گٹن برگ (Beno Gutenberg) ہے۔ اس عدم تسلسل کی دریافت بھی زلزلاتی لہروں کی ولاسٹی میں ایک دم اضافہ ہونے کی بنا پر

عمل میں آئی۔ گُٹن برگ عدم تسلسل دراصل مانٹل اور جوفِ ارض کے درمیان حد بندی کی نشاندہی کرتا ہے(شکل نمبر2.3

جوفِ ارض

جوفِ ارض کی مماثلت کسی پھل (مثلاً سیب) کے گٹھلی یا بیج والے حصّے کے ساتھ کی جاسکتی ہے۔ زمین کا یہ اندرونی حِصّہ ہزاروں کلومیٹر کی گہرائی پر زمین کے مرکز میں واقع ہے اور مانٹل سے قریباً دوگناہ کثیف ہے کیونکہ اس کی اجزائی ترکیب پتھریلی (Stony کی بجائے دھاتی (Metalic) ہے یعنی یہ مقناطیسی دھاتوں، لوہے، نکل اور ان کی بھرتوں (Alloys) پر مشتمل ہے(جدول نمبر 2.1)۔ واضح رہے کہ جوفِ ارض کی ہیئتِ ترکیبی میں لوہا غالب مقدار میں پایا جاتا ہے۔

جوفِ ارض کی دریافت بھی زلزلاتی لہروں کے زمین میں سے گزرنے کے انداز کا مطالعہ کرنے سے ہوئی۔ علومِ زلزلہ کے ماہرین جانتے ہیں کہ زلزلاتی لہریں دو مختلف میٹیریلز کی درمیانی حد (Interface) پر مڑ جاتی ہیں (Refraction)یا منعکس (Reflection)ہو جاتی ہیں، بالکل اسی طرز پر جس طرح منشور میں سے گزرتے ہوئے روشنی کی لہریں مڑ جاتی ہیں یا اس کی سطح پر منعکس اور منتشر ہو جاتی ہیں۔ اسی طرح زلزلاتی لہروں کی مختلف اقسام، مختلف اشیاء میں سے گزرتے ہوئے مختلف طرزِ عمل ظاہر کرتی ہیں۔ جس کا انحصار اس شے یا میٹریل کی نوعیّت اور طبعی خاصیّتوں پر ہوتا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ زلزلاتی لہروں کی دو اقسام ہیں: پی (P) اور ایس (S)۔ پی لہریں مائع اور ٹھوس دونوں طرح کے مادوں میں سے گزر جاتی ہیں اور منعطف (Refract) بھی ہوتی

ہیں۔ جب کہ ایس لہریں سیّال چیزوں، جیسے ہوا اور پانی میں سے نہیں گزر سکتیں۔ وجہ اس کی یہ ہے کہ سیّال اشیاء ذرّات کی پہلو بہ پہلو حرکت کا ساتھ نہیں دیتیں، جس کی وجہ سے ایس لہریں ان اشیاء کی حد پر ہی دم توڑ دیتی ہیں۔

ماہرینِ علومِ زلزلہ نے ایسی زلزلاتی لہروں کے ریکارڈ کا، جو پورے کرۂ ارض پر نمودار ہو کر ریکارڈ کی جاسکیں، مطالعہ کر کے یہ بات نوٹ کی کہ زمین کے محیط کے مطابق سطحِ ارض پر مرکزِ زلزلہ سے تقریباً105o سے آگے ایس زلزلاتی لہریں تقریباً مکمّل طور پر غائب ہو جاتی ہیں۔ یہاں تک کہ یہ کم رفتار ایس لہریں جب پورے افق کا (یعنی زمین کے گرد) چکر کاٹ کر پہنچیں تو ریکارڈ کی گئیں۔ لہٰذا105o کے زاویاتی (Angular) فاصلہ کے بعد کا علاقہ ایک شیڈوزون (Shadow Zone) کے طور پر ظاہر ہوا یعنی اس علاقے میں کوئی زلزلاتی لہر ریکارڈ نہ ہوئی۔ یہ تو ممکن ہے کہ بہت بڑے فاصلوں پر کچھ پی لہریں پہنچ جائیں اور ریکارڈ کر لی جائیں، لیکن ایس لہریں قطعاً نہیں پہنچتیں، لہٰذا اس زون کو ایس لہروں کے شیڈوزون کا نام دیا گیا (شکل نمبر 2.4)۔ شیڈوزون میں ایس لہروں کی عدم موجودگی کی بنا پر یہ نتیجہ اخذ کیا گیا کہ بیرونی جوفِ ارض پگھلی ہوئی حالت میں ہے اور سیّال خصوصیات کا حامل ہے۔

ارضی سائنسدانوں نے یہ رائے اس بنا پر قائم کی کہ چوں کہ ایس لہریں مائعات اور سیّال اشیاء میں سے نہیں گزر سکتیں اور ایس لہروں کے شیڈوزون کی بنا پر ہم جانتے ہیں کہ ایس لہریں جوفِ ارض میں سے بھی نہیں گزر سکیں، لہٰذا یہ رائے قائم کرنا ایک منطقی امر تھا۔ جبکہ پی لہریں اس میں سے گزر جاتی ہیں اور ان کی ولاسٹی بھی مزید کم ہو جاتی ہے۔ واضح رہے کہ پی لہروں کا رخ مڑنے (Refraction) کی وجہ سے ان کا بھی ایک شیڈوزون بنتا

ہے۔ جہاں پی لہریں ناپید ہوتی ہیں اور زلزلہ پیما کے ریکارڈ میں کہیں ظاہر نہیں ہوتیں، اسے پی لہروں کا شیڈو زون کہتے ہیں (شکل نمبر 2.4)۔ مانٹل کی طرح زلزلاتی لہروں کے مطالعہ کی بنا پر جوفِ یرض کو بھی دو حصّوں میں تقسیم کیا جاتا ہے یعنی بیرونی جوفِ ارض اور اندرونی جوفِ ارض میں (شکل نمبر 2.3):

بیرونی جوفِ ارض

بیرونی جوزفِ ارض یہ 2200 کلو میٹر ضخیم ہے اور نکل، لوہے اور ان دھاتوں کی بھرتوں پر مشتمل ہے، جبکہ اس میں تقریباً 10٪ گندھک اور آکسیجن بھی پائی جاتی ہے (جدول نمبر 2.1)۔ یہاں درجہ حرارت 3700 سینٹی گریڈ تک جا پہنچتا ہے (شکل نمبر 2.2)۔ یہی وجہ ہے کہ بیرونی جوفِ ارض پگھلی ہوئی حالت میں ہے، اور جیسا کہ اوپر ذکر ہوا، سیّال خصوصیّات کا حامل ہے۔

اندرونی جوفِ ارض

اس کا نصف قطر 1278 کلو میٹر ہے اور بیرونی جوفِ ارض کی طرح نکل، لوہے اور ان دھاتوں کی بھرتوں پر مشتمل ہے (جدول نمبر 2.1)۔ تاہم یہ بیرونی جوفِ ارض کے برعکس ٹھوس ہے، کیونکہ یہاں پر زمین کی تمام بیرونی تہوں کا اس قدر زیادہ دبائو (چار ہزار کلو بار سے بھی زیادہ دبائو) پڑتا ہے جس کی بدولت یہ عملاً ٹھوس حالت میں ہے۔ بمفہومِ دیگر دبائو ہٹنے پر جوفِ ارض کا یہ اندرونی حِصّہ بھی پگھل کر سیّال حالت اختیار کر سکتا ہے، کیوں کہ یہاں درجہ حرارت 4300° سینٹی گریڈ سے بھی زیادہ ہو جاتا ہے (شکل نمبر 2.2)۔ اندرونی جوفِ ارض کے بارے میں یہ رائے کہ یہ ٹھوس ہے، پی

اور ایس لہروں کے اس حصّے میں سے گزرنے کے انداز کے مطالعہ اور اس کی طبعی خصوصیّت کی بناپر قائم کی گئی ہے۔

جوفِ ارض کی جسامت کی پیمائش

علومِ ارضی اور علومِ زلزلہ کے ماہرین نے زلزلاتی لہروں کے مطالعہ کی بنا پر بالواسطہ ریاضیاتی طریقے سے زمین کی اتھاہ گہرائیوں میں ہزاروں درجے سینٹی گریڈ کے حامل جوفِ ارض کی جسامت کی پیمائش کر کے علومِ زلزلہ (Seismology) کی اہمیّت اُجاگر کی۔ جسامت کا ایک سادہ سا اور کافی حد تک درست تخمینہ اس طرح لگایا جاسکتا ہے کہ اگر ہم فرض کریں کہ آخری ایس لہر شیڈوزون سے پہلے 105° درجے پر شروع ہو کر خطِ مستقیم میں زمین کے اندر سفر کرتی ہے۔ اب اگر زمین کے محیط پر 105° کے نقطہ کو مرکزِ زمین سے ایک خط کے ذریعے ملا دیا جائے اور اسی طرح ایس لہر کے خطِ مستقیم میں سفر کر کے دوسری طرف نکلنے کے نقطہ کو بھی خط کے ذریعے مرکزِ زمین سے ملا دیا جائے تو ایک تکون بامثلّث بن جاتی ہے۔ مرکزِ زمین پر بننے والے 105° کے زاویے کو دوبرابر حِصّوں میں تقسیم کرنے والے یعنی اس کی تنصیف کرنے والے خط کو ایس لہر کے خطِ مستقیم والے راستے سے ملا دیا جائے تو اس طرح دو قائمۃ الزاویہ (Right angle) تکونیں بن جاتی ہیں (شکل نمبر 2.5)۔ ان دو میں سے کسی بھی تکون پر ٹریگنومیٹری (Trigonometry) کے ایک بہت ہی سادہ سے کلیے کے ذریعے جوفِ ارض کا نصف قطر باآسانی معلوم کیا جاسکتا ہے یا دوسرے لفظوں میں اس کی جسامت کی پیمائش کی جاسکتی ہے:

قاعدہ (جوفِ زمین کا قطر) = B

وتر (کرۂ ارض کا نصف قطر) = H

یا $B/H = Cos105_0/2$

$B = H \times Cos105_0/2$

اگر ہم تھوڑی دیر کے لئے اس نقطہ پر غور کریں کہ زمین بحیثیت ایک سیّارہ کے سو میں سے ننانوے (99 فیصد) حصّے میں ہزاروں درجے سینٹی گریڈ درجہ حرارت رکھنے والی آگ سے بھری ہوئی ہے، ایسی زبردست آگ سے کہ جس نے چٹانوں اور پتھروں کو پگھلا دیا ہے۔ اس کے اوپر کل حجم کے ایک فیصد سے بھی کم پر مشتمل ایک نہایت ہی باریک چھلکا (یعنی قشرِ ارض) ہے، جس کے نیچے چٹانیں اور پتّھر کھولتے اور ابلتے ہوئے لاوے کی شکل میں اس کمزور چھلکے (یعنی قشرِ ارض) کو پھاڑ کر نکل نکل پڑتے ہیں (آتش فشانی کا عمل)۔ دوسرے لفظوں میں گویا ہم دہکتی بھڑکتی آگ کے سمندر میں ایک پتلے سے تختے پر تیر رہے ہیں۔ کیا یہ صورتِ حال روئے زمین پر موجود ہر ذی روح اور ذی شعور کو جھنجھوڑنے کے لئے کافی نہیں؟ یہ امر یقیناً زبردست حکمت اور تدّبر رکھنے والے اپنے خالق کو پہچاننے کے لئے کافی ہے تو یہی بات زمین پر اکڑ کر نہ چلنے کا عہد کرنے کے لئے بھی کافی ہے۔ قرآن کے الفاظ میں "تم زمین پر اکڑ کر نہ چلو! یقیناً تم زمین کو نہ تو پھاڑ سکتے ہو اور نہ تم پہاڑوں کو نیچا دکھا سکتے ہو" (سورۃ بنی اسرائیل: آیت 37)۔

باب3

برِّاعظموں کا کھسکائو

جگہ مسلسل تبدیل کرتے رہے ہیں۔ اور یہ عمل آج بھی بدستور جاری ہے" اس دائمی ارضیاتی عمل کو "برِّاعظموں کی حرکت پذیری کا نظریہ" (Theory of Continental Drift) کہا جاتا ہے۔ یہ نظریہ بھرپور طریقے سے سب سے پہلے جرمن ماہر موسمیات، الفریڈ ویگنر (Alfred Wegener, 1880-1930) نے 1912ء میں پیش کیا۔ برِّاعظموں کی حرکت پذیری کا یہ نظریہ آگے چل کر اپنے اندر عظیم معانی و مفاہیم رکھنے والا نظریہ ثابت ہوا۔ اسے "الہامی دانش" کا نتیجہ قرار دینا بالیقین درست ہو گا۔ تاہم یہ خیال کہ برِّاعظم ہمیشہ اپنی موجودہ جگہوں پر نہیں تھے بہت پرانا ہے۔

بیسویں صدی میں ویگنر کے یہ نظریہ پیش کرنے سے قریباً تین سو سال قبل اس خیال کا اظہار سب سے پہلے ولندیزی (ڈچ) نقشہ نویس ابراہام آرٹیلیئس (Abraham Ortelius) نے 1596ء میں اپنی کتاب تھیسارس جیوگرافکس (Thesaurus Geographicus) میں کیا تھا۔ یہ خیال ایک نہایت سادہ سے جغرافیائی مشاہدے کی بنیاد پر پیش کیا گیا۔ آرٹیلیئس نے یہ خیال ظاہر کیا کہ برِّاعظم شمالی امریکا اور برِّاعظم جنوبی امریکا سیلابوں اور زلزلوں کی وجہ سے افریقہ اور یورپ سے ٹوٹ کر الگ ہوئے ہیں۔ اس نے یہاں تک کہا کہ جن دراڑوں کے پڑنے پر یہ جدا ہوئے، وہ بجائے خود اس بات کو ظاہر کرتی ہیں۔ اگر کوئی دنیا کا نقشہ اپنے سامنے رکھے اور نہایت توّجہ کے ساتھ بحرِ اوقیانوس کے دونوں جانب واقع ان برِّاعظموں کے متقابل ساحلی کناروں کا جائزہ لے تو ان کناروں کے باہمی تطابق کو دیکھتے ہوئے اس خیال کی تصدیق کرنی پڑتی ہے (شکل نمبر 3.1

17ویں صدی میں سر فرانسیس بیکن نے بھی برّاعظم افریقہ اور برّاعظم جنوبی امریکا کے ساحلوں کے اس حیران کن تطابق کو محسوس کیا۔ اس نے نوٹ کیا کہ برِّاعظم جنوبی امریکا اور برِّاعظم افریقہ کے آمنے سامنے والے ساحل ایک دوسرے میں پیوست ہوتے ہوئے نظر آتے ہیں۔ علاوہ ازیں بینجمن فرینکلن (Benjamin Franklin) نے بھی مذکورہ ساحلوں کے اس عجیب و غریب شکلیاتی تطابق کی نشاندہی کی تھی۔

آرٹیلیئس کا یہ خیال کم و بیش اڑھائی سو سال بعد انیسویں صدی میں اہم جغرافیائی استدلال کے ساتھ منظر عام پر آیا۔ 1858ء میں ایک اور جغرافیہ دان انتونیو سنائیڈر پیلی گرینی (Antonio Snider-Pellegrini) نے برِّاعظم جنوبی امریکا اور برِّاعظم افریقہ کے دو نقشے یہ دکھانے کے لئے تیّار کئے کہ یہ دونوں برِّاعظم کسی زمانے میں اکٹھّے تھے اور بعد میں کیسے ایک دوسرے سے ٹوٹ کر الگ ہو گئے۔ اسی طرح ویگنر سے محض چند برس پہلے 1910ء میں فرینک ٹیلر (Frank Taylor) نے بھی یہی خیال ظاہر کیا تھا۔

ان سب سائنسدانوں نے اپنی اپنی جگہ پر کم و بیش ایک ہی خیال ظاہر کیا کہ ارضیاتی تاریخ کے قدیم ادوار میں یہ برِّاعظم (افریقہ اور جنوبی امریکا) باہم جڑے ہوئے تھے اور ایک بہت بڑے برِّاعظم کا حِصّہ تھے۔ بعد ازاں بعض عالمی ارضیاتی عوامل کے زیرِ اثر اس بڑے برِّاعظم کے درمیان پہلے ایک بڑی دراڑ پڑی۔ اس دراڑ نے ایک گہرے شگاف کی شکل اختیار کی اور پھر آہستہ آہستہ یہ ایک دوسرے سے پرے ہٹتے گئے۔ شگاف چوڑا ہوتا گیا تو اس میں ارد گرد موجود سمندر کا پانی داخل ہو گیا۔ اس طرح ایک نیا سمندر وجود میں آ گیا، جسے آج ہم بحرِ اوقیانوس کے نام سے جانتے ہیں۔ ارضیاتی وقت (یعنی لاکھوں برس)

گزرنے کے ساتھ ان برِّاعظموں کے درمیان فاصلہ بہت زیادہ ہوتا گیا اور سمندر وسیع تر ہوتا چلا گیا۔ حتیٰ کہ آج ہم انہیں موجودہ پوزیشن پر دیکھ رہے ہیں (شکل نمبر 3.2

1912ء کے بعد "حرکت پذیر برِّاعظموں" کا یہ خیال ویگنر کی بھرپور کوششوں کی بنا پر سنجیدگی سے لیا جانے لگا، حتّٰی کہ اسے ایک بھرپور سائنسی نظریہ یعنی "برِّاعظموں کا کھسکاؤ" کا نام دیا گیا۔ اگرچہ بحر اوقیانوس کے دونوں جانب واقع برِّاعظموں کے بالمقابل ساحلوں کے تطابق کو محسوس کر کے ویگنر سے بہت پہلے کئی ارضیاتی سائنس دان وقتاً فوقتاً یہ خیال پیش کرتے رہے تھے، مگر اس پر مزید کوئی پیش رفت نہ ہوئی۔ ویگنر کا اعزاز یہ ہے کہ اس نے اپنے سابقین کی طرح محض خیال پیش کر کے اسے نظر انداز نہیں کیا بلکہ اسے ایک سنجیدہ اور قابل غور سائنسی مذاکرہ کا روپ دیا۔ اسے اپنی بات کے درست ہونے کا پورا یقین تھا، مگر سائنسی دنیا میں کوئی بات محض اس لئے نہیں تسلیم کر لی جاتی کہ کسی بڑی شخصیّت نے کہہ دی ہے۔ اس کو منوانے کے لئے ٹھوس ثبوت پیش کرنا لازمی ہوتا ہے۔ لہٰذا وہ اس کے ثبوت ڈھونڈنے میں جُت گیا۔

برِّاعظموں کی آہستہ رو حرکت پذیری کے اس خیال کو پہلے پہل ایک مفروضہ قرار دیا گیا تھا۔، مگر ویگنر کی شبانہ روز محنت اور توّجہ سے جلد ہی اس مفروضہ کو نظریہ (Theory) کا درجہ مل گیا۔

الفریڈ ویگنر

بہت سے دوررس سائنسی مضمرات رکھنے والے اس انقلابی نظریہ کے پیش کار الفریڈ ویگنر کو ہمیشہ ایک نابغۂ عصر سائنس دان کے طور پر یاد رکھا جائے گا۔ الفریڈ ویگنر جرمن تھا اور

پیشے کے اعتبار سے ماہرِ موسمیات ۔ویگنر یہ نظریہ پیش کرنے کے بعد ایک ماہرِ علومِ ارضی کے طور پر پہچانا جانے لگا۔ اس موضوع پر اپنی کتاب ''برِّاعظموں اور سمندروں کی ابتداء''(Origin of Continents and Oceans) میں اس نے لکھا کہ بیس کروڑ سال پہلے سارے برِّاعظم ابتدائی طور پر باہم ایک جگہ پر اکٹھّے تھے اور ایک بہت بڑے برِّاعظم کی شکل میں موجود تھے۔ اس نے اس برِّاعظم کو ''پانجیا'' (Pangaea) کانام دیا(شکل نمبر3.3۔ب)۔ پانجیا کا مطلب ہے ''تمام زمین''یعنی خشکی کے تمام ٹکڑے۔ اس وقت خشکی کے اس عظیم اور اکیلے ٹکڑے کے گرد چاروں جانب ٹھاٹھیں مارتا ایک تنہا بحر ذخّار پوری دنیا کو اپنی لپیٹ میں لئے ہوئے تھا۔ دنیا کے اس واحد سمندر کو پینتھالاسا(Panthalasa) کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے۔ اس قدیم ارضیاتی دور پر لاکھوں سال گزرنے کے بعد عالمی ارضیاتی عوامل کے زیرِ اثر زمین کے اس اکلوتے برِّاعظم کے آرپار ایک بہت بڑی دراڑ پڑ گئی، جو وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ وسیع سے وسیع تر ہوتی گئی۔ اس وسعت پذیر دراڑ میں ارد گرد موجود سمندر کا پانی داخل ہو گیا۔ اور لاکھوں برس پر محیط آہستہ رو ارضیاتی عمل سے یہاں ایک بالکل نیا سمندر وجود میں آگیا۔ اس نوزائیدہ سمندر کو ٹیتھیز(Tethys) کانام دیا گیا۔ اس طرح پانجیا دو بڑے برِّاعظموں میں بٹ گیا۔ شمال میں واقع برِّاعظم کو لاریشیا(Laurasia) اور جنوبی برِّاعظم کو گونڈوانا لینڈ(Gondwanaland) کانام دیا گیا(شکل نمبر3.4۔الف)۔

برِّاعظموں کی یہ نہایت سست رفتار حرکت پانجیا میں دراڑ پڑنے کے بعد سے لے کر اب تک مستقلاً جاری ہے۔ تاہم یہ رفتار نہایت ہی کم ہے۔ اس قدر کم کہ اس کا قابلِ محسوس مشاہدہ ہم اپنی پوری زندگی میں بھی نہیں کر سکتے۔ ایسا ہے تو پھر سوال یہ پیدا ہوتا ہے کہ

آخر اس نہایت آہستہ رد عمل کا مشاہدہ کس طرح ممکن ہوا؟ اور سائنس دان اس کا مشاہدہ کس طرح کرتے ہیں؟ دراصل اس عمل کی تحقیق میں دل چسپی رکھنے والے اور اس پر مامور سائنس دان سالہا سال تک حسّاس سائنسی آلات کی مدد سے چھوٹی چھوٹی پیمائشیں مسلسل کرتے رہتے ہیں۔ ان پیمائشوں کے جامع مطالعے سے وہ یہ باور کرنے کے قابل ہو جاتے ہیں کہ کسی زیرِ تحقیق مقام پر نہایت ہی کم رفتار پر ہونے والی حرکت واقعی عمل پذیر ہو رہی ہے۔ انہی پیمائشی مطالعات سے معلوم ہوا کہ برِّاعظموں کی آہستہ رو حرکت پذیری ایک دائمی عمل ہے اور یہ ازل تا ابد جاری رہے گا۔

جیسا کہ پہلے ذکر ہوا، الفریڈ ویگنر ایک ماہرِ موسمیات تھا۔ لمبے بحری سفروں پر جانے والے جہازراں موسمی کیفیّات کا احوال اور ان کے متعلّق پیش گوئی معلوم کرنے کے لئے ویگنر سے رابطہ رکھتے تھے اور اس کی ہدایات کے مطابق اپنے پروگرام ترتیب دیتے تھے۔ پیشہ ورانہ فرائض کی ادائیگی کے دوران میں ایک دن اس کی توّجہ برِّاعظم افریقہ اور برِّاعظم جنوبی امریکا کے بالمقابل ساحلوں پر مرکوز ہوئی۔ اس نے محسوس کیا کہ وسیع و عریض بحر اوقیانوس کے دونوں کناروں پر واقع ان برِّاعظموں کے بالمقابل ساحلی کناروں کی ساخت اور شکل کچھ اس طرح کی ہے کہ اگر ان کو قریب لا کر آپس میں ملایا جائے تو یہ ایک دوسرے میں پیوست (Fit) ہو جاتے ہیں، بالکل اسی طرح کہ جیسے تصویری ٹکروں (Jigsaw puzzle) کو آپس میں جوڑ کر تصویر مکمّل کی جاتی ہے (شکل نمبر 3.1)۔ غور و فکر کا یہ لمحہ دور رس تبدیلیوں کا حامل ثابت ہوا۔ ایک تبدیلی تو یہ ہوئی کہ ویگنر "ماہرِ موسمیات" سے "ماہرِ ارضیات" بن گیا اور علوم ارضی اس کی علمی و تحقیقی کاوشوں کا مرکز بن گئے۔ دوسری تبدیلی ایک بہت بڑی تبدیلی ثابت ہوئی اور علومِ

ارضی میں عظیم نظریاتی و تحقیقی انقلاب کا باعث بنی۔ دوبرِّاعظموں کے بالمقابل ساحلی تطابق اور پیوست ہونے کی سادہ سی شہادت (Evidence) کے بل پر پیش کئے جانے والے اس نظریے نے زمین کے بطور سیّارہ اندرونی اور بیرونی طور پر ساکت و جامد (Dormant) ہونے کے صدیوں پرانے تصوّر کی تردید کر دی اور کرۂ ارض کے ایک متّحرک (Dynamic) اور ''زندہ'' سیّارہ ہونے کے تصوّر نے جنم لیا۔ اس تصوّر کے مطابق سطحِ زمین پر واقع سمندروں میں موجود پانی ہر وقت رواں دواں رہتا ہے۔ کرۂ ہوائی میں ہوائیں بھی ایک خطّے سے دوسرے خطّے کی طرف مسلسل چلتی رہتی ہیں اور زمین کے بیرونی پرت کے نیچے پگھلی ہوئی چٹانیں اندر ہی اندر نیچے سے اوپر، اِدھر سے اُدھر اور اوپر سے نیچے نہایت آہستہ روی سے حرکت کرتی رہتی ہیں۔ گویا اندرونِ زمین اور بیرونِ زمین ہر جگہ حراری توانائی (Heat energy) تحریک پیدا کئے رکھتی ہے۔

بھرپور علمی مباحث

اس نظریہ پر بھرپور علمی مباحث کا آغاز 1912ء میں اس وقت ہوا، جب ویگنر نے پہلی مرتبہ جرمن جیولوجیکل ایسوسی ایشن کے اجلاس میں اپنا نظریہ پیش کیا۔ اسی سال اس نے اس موضوع پر ایک تحقیقی مقالہ لکھا اور پھر اس پر مزید مباحث شامل کر کے 1915ء میں اسے ایک کتاب کی شکل 1922ء میں ویگنر کی مذکورہ بالا کتاب کا انگریزی میں ترجمہ ہوا اور اس طرح انگریزی دان طبقوں میں اس نظریہ کا مطالعہ کرنے والوں کی تعداد میں قابلِ قدر اضافہ ہوا۔ 1923ء میں فرانس کی جیولوجیکل سوسائٹی، برٹش ایسوسی ایشن برائے ترویجِ سائنس کے جیولوجیکل سیکشن اور برطانیہ کی رائل

جیولوجیکل سوسائٹی کی منعقد کردہ بہت سی کانفرنسوں میں بھی اس نظریے پر گرما گرم بحث کی گئی۔ اس نظریے پر نہایت دقیق نظر سے لکھا گیا فلپ لیک (Flip Lake) کا ایک وقیع مضمون مشہور سائنسی جریدہ نیچر (Nature) میں شائع ہوا۔ اس مضمون میں اس نظریہ پر بھرپور تنقید کی گئی تھی۔ 15 نومبر 1926ء کو امریکن ایسوسی ایشن آف پیٹرولیم جیالوجسٹس یا اے اے پی جی (AAPG) نے ایک مجلسِ مذاکرہ منعقد کی، جہاں اس نظریے پر سیر حاصل بحث کی گئی۔ اس میں پیش کئے گئے تحقیقی مقالات 1928 میں ''دی تھیوری آف کونٹی نینٹل ڈرِفٹ'' (The Theory of Continantal Drift) کے عنوان سے شائع کئے گئے۔ اس مجموعہ میں ویگنر کا خود پیش کردہ ایک تحقیقی مقالہ بھی شامل تھا۔

ویگنر کے مطابق تمام موجودہ برّاعظم اس واحد عظیم برّاعظم سے ٹوٹنے کے بعد سمندری فرش پر سرکتے ہوئے اپنی موجودہ جگہوں پر پہنچے ہیں۔ اس کا خیال تھا کہ برّاعظم سمندر میں ہل چلانے کے سے انداز میں سرکتے ہوئے حرکت پذیر رہتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ان کے اگلے کناروں پر اونچے اونچے پہاڑ وجود میں آگئے ہیں۔ بیسویں صدی کے ابتدائی برسوں کے دوران میں علمی پس منظر کو سامنے رکھتے ہوئے جہاں تک ممکن تھا، ویگنر نے برّاعظموں کی حرکت پذیری کا نظریہ دنیا کے سامنے پیش کیا۔ تاہم اس کے زمانے میں اس نظریے کے اثبات میں کوئی واضح اور دوٹوک دلیل یا شہادت فراہم نہ ہو سکی کہ اس پر کوئی حتمی رائے قائم کرنے میں مدد ملتی۔ چنانچہ ویگنر کے ان خیالات کو کچھ زیادہ مقبولیت نہ مل سکی۔ یہ عدم مقبولیت ان اعتراضات کی بنا پر بھی تھی جو اگلی سطور میں پیش کئے جارہے ہیں۔

ویگنر کے نظریے کو شمالی نصف کرّے خصوصاً امریکا میں، جہاں ماہرینِ ارضیات کی بڑی تعداد تحقیقی کاموں میں شب و روز مصروف رہتی تھی، کچھ خاص پذیرائی نہ مل سکی۔ اسی طرح بیسویں صدی کے پورے نصفِ اوّل کے دوران میں اس نظریہ کو سائنسدانوں کی بہت کم حمایت دستیاب ہوئی۔ البتہ جنوبی نصف کرے میں رہنے والے کچھ ماہرینِ ارضیات ویگنر کے اس نظریے سے بہت متاثّر ہوئے۔ اس کی وجہ یہ تھی کہ دونوں زیر بحث برِّاعظموں (یعنی برِّاعظم افریقہ اور برِّاعظم جنوبی امریکا) میں ایک ہی نوع اور عمر کے رکاز (فوسلز) دریافت ہو چکے تھے (شکل نمبر 3.5)۔ یہ نو دریافت رکاز اس بات کا مضبوط سائنسی ثبوت تھا کہ ارضیاتی ماضی میں یہ برِّاعظم باہم مل کر خشکی کے ایک ہی ٹکڑے کی صورت اختیار کئے ہوئے تھے۔

ویگنر کے نظریہ پر تنقید کا جائزہ

ویگنر کے نظریے پر اس کے ہم عصر ارضی سائنس دانوں کا سب سے بڑا اعتراض یہ تھا کہ بے انتہا بھاری خشکی کے ان ٹکڑوں کو ایک جگہ سے دوسری جگہ دھکیلنے کے لئے درکار اتنی زبردست قوّت کون سی ہے؟ اور اس کے مہیّا ہونے کے طبعی اسباب کیا ہیں؟ جبکہ سمندری فرشوں پر ہل کے سے انداز میں کسی بھی جانب حرکت کرنا انتہائی مشکل بلکہ ناممکن ہے، کیونکہ ہم جانتے ہیں کہ سمندری فرش اور چٹانیں بہت زیادہ مضبوطی کی حامل ہوتی ہیں۔

اس اعتراض کو ویگنر نے یہ کہہ کر دور کرنے کی کوشش کی کہ اس کے لئے ایک نہیں دو قوّتیں موجود ہیں۔ ایک تو زمین کے تیزی سے گھومنے کی وجہ سے پیدا ہونے والی مرکز

گریز قوّت ہے، جسے تماسی قوّت (Tangential force) کا نام بھی دیا جاتا ہے۔ دوسری قوّت سمندر میں آسمانی اجسام کی ثقلی کشش (Gravitation) کے ذریعے پیدا ہونے والے جوار بھاٹے اور دیو قامت لہروں کی مجموعی طاقت سے فراہم ہوتی ہے۔ اس وقت کے تمام سائنس دانوں نے اس جواز کو محض تاویل قرار دیا اور اس نظریے کو کلیتاً مسترد کر دیا۔ جبکہ ایک ارضی طبیعیاتی سائنس دان (Geophyscist) نے باقاعدہ ریاضیاتی حساب کتاب سے ثابت کیا کہ کسی بھی برِّاعظم کو ہلانے کے لئے جس قدر قوّت درکار ہے، اس کے مقابلے میں ویگنر کی تجویز کردہ قوّتیں نہایت حقیر اور بہت ہی چھوٹی ہیں۔ تاہم اس کے باوجود ویگنر نے ہمّت نہیں ہاری اور اپنے نظریے کے اثبات پر ڈٹا رہا۔

ویگنر نے خشکی پر رہنے والے جانداروں (Reptiles) کے رکازوں کی دریافت کی بنا پر موجودہ پھیلے ہوئے برِّاعظموں پر ان رکازوں کی موجودگی کو اس نظریے کے ثبوت میں پیش کیا۔ تاہم اس نظریے پر تنقید کرنے والے ماہرینِ ارضیات نے رائے ظاہر کی کہ ہو سکتا ہے یہ جاندار ایک برِّاعظم سے دوسرے پر ان برِّاعظموں کے درمیان موجود زمینی پلُوں (Land bridges) کے ذریعے پہنچ گئے ہوں جو کہ بعد میں سمندر میں پانی کی سطح بلند ہونے پر معدوم ہو گئے اور اب ہمیں یہ کہیں دکھائی نہیں دیتے۔ اس تنقیدی رائے پر مزید تنقید کی گئی اور سمندروں میں ان زمینی پلوں یا راستوں کے وجود ہی سے انکار کر دیا گیا۔ کیونکہ اُس زمانے میں ان زمینی پلوں کی موجودگی یا غیر موجودگی کو ثابت کرنا بہت مشکل تھا۔ اس لئے کہ تب سمندری فرشوں کے خدوخال اور ان کی اونچائی گہرائی معلوم نہ تھی اور نہ یہ معلوم کرنے کے ذرائع دستیاب تھے۔

اسی طرح مختلف برِّاعظموں پر ملنے والے مختلف النّوع پودوں کے رکازوں کے پائے جانے

کے بارے میں یہ عذر پیش کیا گیا کہ یہ تو ہوا یا سمندری لہروں کے ذریعے بآسانی ایک جگہ سے دوسری جگہ پہنچ سکتے ہیں۔ لہٰذا ان کا ایک سے زیادہ برِّاعظموں پر ملنا اس بات کا قطعی ثبوت نہیں قرار پا سکتا کہ قدیم ارضیاتی دور میں یہ سارے برِّاعظم باہم اکٹھّے تھے۔ ویگنر کے خیالات کے حامی بعض سائنسدانوں نے زمین کے مقناطیسی قطبین کے رواں دواں ہونے کے نظریے (Polar Wandering) کو برِّاعظموں کی حرکت پذیری کی دلیل کے طور پر پیش کیا۔ اس نظریہ کے مطابق قطب شمالی اور قطب جنوبی اپنا مقام تبدیل کرتے رہتے ہیں اور ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہوتے رہتے ہیں۔ اس دلیل کو یہ کہہ کر ردّ کر دیا گیا کہ ضروری نہیں کہ قطبین برِّاعظموں کی حرکت پذیری کی بنا پر اپنی جگہ بدلتے ہوں۔ یہ بھی تو ممکن ہے کہ برِّاعظم اپنی جگہ پر قائم و دائم رہے ہوں جبکہ صرف قطبین کی جگہ بدلتی رہتی ہو۔

ویگنر نے کہا تھا کہ برِّاعظموں کی اگلی جانب جو بڑے بڑے کوہستانی سلسلے پائے جاتے ہیں، یہ برِّاعظموں کی حرکت کے باعث سمندری فرش کے دھکیلے جانے اور اکھاڑے جانے کی بنا پر وجود میں آئے ہیں۔ جواباً ریاست ہائے متحدہ امریکا میں ماہرینِ ارضیات کی ایک غالب اکثریّت نے خیال ظاہر کیا کہ ویگنر کے اس نقطۂ نظر کو درست تسلیم کرنے سے سمندری چٹانوں کی زبردست مضبوطی کے بارے میں ہمارے علم کی نفی ہوتی ہے۔

ویگنر نے اس آہستہ رو حرکت کے لئے درکار توانائی کا جو ذریعہ بتایا، وہ زمین کی محوری گردش کے نتیجے میں پیدا ہونے والی مرکز گریز قوّت اور کشش ثقل کی مجموعی توانائی ہے۔ ویگنر کے خیال کے مطابق سورج اور چاند کی کشش ثقل کی وجہ سے جو دیو قامت سمندری لہریں پیدا ہوتی ہیں ان لہروں کی توانائی بھی اس حوالے سے ایک اہم عامل ہے۔ تاہم ان

قوّتوں کی اثر پذیری کا نہایت محتاط جائزہ لینے پر معلوم ہوا کہ یہ اتنی طاقتور بھی نہیں کہ وہ کسی چھوٹے سے زمینی ٹکڑے کو ہلکی سی جنبش ہی دے سکیں، چہ جائیکہ عظیم الجثہ برِّاعظموں کو حرکت دے سکیں۔ بہر حال اس ضمن میں ویگنر کے ناقدین کا خیال درست تھا۔

اس کے ہم عصر ماہرینِ ارضیات کے تنقیدی جائزوں کے مطابق برِّاعظم جنوبی امریکا اور برِّاعظم افریقہ کے بالمقابل ساحلوں کی شکلوں کا تطابق اگرچہ حیران کن ہے۔ تاہم یہ محض ایک اتفاق ہو سکتا ہے۔ اگر دونوں برِّاعظموں کی شکل و صورت آج باہمی مطابقت رکھتی بھی ہے تو لاکھوں سال میں ہونے والے کٹاؤ کے عمل کی بنا پر اور اس جاری عمل کی بدولت مستقبل میں یہ سب کچھ تبدیل ہو جائے گا، اس لئے کہ کٹنے پھٹنے کا عمل سمندری ساحلوں پر واقع ہونے والا ایک مستقل عمل ہے۔ ان کے خیال کے مطابق محض عارضی ساحلی تطابق کے معمولی سے مشاہدے پر ویگنر نے ایک بڑا نظریہ پیش کر دیا۔

مندرجہ بالا مباحث کے نتیجے کے طور پر بالکل ابتداء میں ماہرینِ ارضیات کی ایک بڑی اکثریّت نے اسے ایک مضحکہ خیز خیال قرار دیا۔ ان کے خیال میں ان دو سوالات کا جواب دینا نہایت ضروری تھا کہ آخر یہ برِّاعظم کس طرح اور کس قوّت کے زیرِ اثر حرکت کرتے ہیں؟ خواہ یہ حرکت کتنی ہی آہستہ رو کیوں نہ ہو۔ ان سوالات کا قابلِ تشفی جواب ویگنر کی زندگی میں نہ دیا جا سکا۔ چنانچہ اس نظریے کو مکمّل طور پر غیر حقیقی قرار دے کر رد کر دیا گیا۔

تاہم ماہرینِ علومِ ارضی جنگِ عظیم دوم کے زمانے تک برِّاعظموں کی حرکت پذیری کے اس نظریہ کو تسلیم کرنے یا نہ کرنے کے مخمصے میں پھنسے رہے اور بٹے بھی رہے۔ یورپ

میں بھی یہ نظریہ 1950ء کی دہائی تک وسیع پیمانے پر قبولِ عام حاصل نہ کر سکا تھا۔ البتہ جنگِ عظیم دوم کے بعد زیادہ حسّاس آلات کی ایجادات اور ماڈرن سائنسی جانکاری کے نتیجے میں ارضیاتی طبیعیاتی شواہد آنے اور جمع ہونے لگے تو بالآخر اس نظریے کی حمایت میں متعدّد و مضبوط دلائل میّسر آ گئے۔

متذکرہ بالا دونوں متقابل برّاعظموں (افریقہ اور جنوبی امریکا) میں جانوروں اور پودوں کے ایک جیسے رکازوں کی موجودگی کے انکشاف (شکل نمبر 3.5) اور ان برّاعظموں میں ایک ہی معدنی ترکیب اور عمر رکھنے والی چٹانوں کی دریافت (شکل نمبر 3.6) کی بنا پر مشرق و مغرب میں اس نظریے کی قبولیّت میں اضافہ ہوا۔ جنوبی افریقہ سے تعلّق رکھنے والے دو ماہرینِ ارضیات، الیگزینڈر دوتوئے (Alexandr du toi) اور آرتھر ہومز (Arthor Holmes) ویگنر کے نظریے کے پرجوش حامی تھے۔ اس نظریے کی صداقت تسلیم کرانے کے ضمن میں ان دونوں ماہرینِ ارضیات نے بہت کام کیا۔ جس کی بنا پر شمالی امریکا کے ماہرین علومِ ارضی بھی اسے درست ماننے پر تیّار ہو گئے۔ 1960ء کی دہائی میں رابرٹ ایس ڈیٹز (Robert S. Dietz)، بریوس ہیزن (Bruce Heezen) اور ہیری ہیس (Harry Hess) نے اس سلسلے میں زبردست ارضیاتی تحقیقی کاوشیں انجام دیں۔ پھر اسی زمانے میں جوہانس برگ یونیورسٹی میں علومِ ارضی کا پروفیسر، جے توزو ولسن (J. Tuzo Wilson) نے، جو ویگنر کے نظریے کا ایک زبردست حامی تھا، برّاعظموں کی حرکت پذیری کا ایک نیا طریقِ عمل پیش کیا۔ اس نے ویگنر کے اس خیال کی تصدیق کی کہ پانجیا پہلے دو بڑے برّاعظموں میں ٹوٹ کر تقسیم ہوا۔ ان میں سے ایک بڑا برّاعظم جو شمالی نصف کرے کی طرف حرکت کر گیا تھا، کو لاریشیا کا

نام دیا گیا۔ جبکہ جنوبی نصف کرے کی طرف بڑھنے والا برّاعظم گونڈوانا کے نام سے موسوم ہوا(شکل نمبر 3.4۔الف)۔ بعد کے ارضیاتی ادوار میں لاریشیا اور گونڈوانا کی مزید ٹوٹ پھوٹ عمل میں آتی رہی۔ اس طرح موجودہ زمانے کے مختلف چھوٹے بڑے برّاعظم وجود میں آگئے(شکل نمبر 3.4۔ب)۔ ویگنر کے نظریے کی حقانیت کے ثبوت میں ان تمام ماہرینِ ارضیات کے فراہم کردہ جدید سائنسی انکشافات نے بڑا اہم کردار ادا کیا۔ نتیجتاً ان سائنس دانوں کی تحقیقی کاوشوں کے سبب برّاعظموں کی حرکت پذیری کا زیرِ بحث متنازعہ نظریہ ایک بڑے اور وقیع نظریہ کے طور پر بالاتّفاق تسلیم کرلیا گیا۔ نہ صرف یہ، بلکہ آگے چل کر یہ نظریہ علومِ ارضی میں ایک انقلاب آفریں اور کہیں زیادہ وقعت اور اہمیّت کے حامل نظریہ یعنی "ساختمانی پلیٹوں (Tectonic plates) کے نظریہ" کا حِصّہ بن گیا۔ بالالفاظِ دیگر یہ ساختمانی نظریہ درحقیقت ویگنر کے پیش کردہ خیالات کا جدید پرتو ہے۔ "ساختمانی پلیٹوں کا نظریہ" کیا ہے؟ اس پر "باب۔ 7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ" میں تفصیلی بحث شامل کی گئی ہے۔

برّاعظموں کی حرکت کے لئے درکار توانائی کا ذریعہ

برّاعظموں کی آہستہ رو حرکت کے لئے درکار قدرتی توانائی اور قابلِ عمل قدرتی عامل، آرتھر ہومز نے 1928ء میں تجویز کیا۔ آرتھر ہومز ایک نامور ارضیات دان تھا۔ اس کا خیال تھا کہ زمین کے اندر موجود زبردست حرارت اندر ہی اندر پگھلی ہوئی چٹانوں میں حملی رویں (Convectional currents) پیدا کرنے کا باعث بنتی ہے۔ اس کے تجویز کردہ طریقِ عمل کے مطابق نیچے سے نہایت گرم پگھلا ہوا چٹانی مواد کثافت کم ہونے کی

وجہ سے اوپر کی طرف ابلتا ہوا اٹھتا ہے اور ٹھنڈے قشرِ ارض کے ساتھ اتصال کے بعد ٹھنڈا ہونے لگتا ہے۔ اس ٹھنڈا ہونے کے عمل میں اس کی کثافت زیادہ ہو جاتی ہے اور مزید ٹھنڈا اور ثقیل ہونے پر اِدھر اُدھر لُڑھکنے کے بعد ایک بار پھر نیچے کی طرف چلا جاتا ہے۔ نہایت ٹھنڈے اور نہایت گرم چٹانی مواد کا یہ حراری چکّر قشرِ ارض کے نیچے کئی جگہوں پر جاری ہے۔ آرتھر ہومز کے خیال کے مطابق چٹانی مواد کی یہ رویں برّاعظموں کے نیچے بلند ہوتی ہیں اور ادھر ادھر لڑھک کر بالآخر سمندروں کے نیچے پہنچ کر پھر مانٹل کی گہرائیوں میں غرق ہو جاتی ہیں۔ دراصل عملاً یہ پگھلی ہوئی ٹھوس چٹانیں ہی مانٹل میں ایسی رویں پیدا کرنے کا باعث ہیں۔ کیوں کہ اندرونِ زمین سیّالات (Fluids) کی کوئی اور ایسی قسم نہیں پائی جاتی جو ان روئوں کے پیدا کرنے کا باعث بن سکتی ہو۔

1930ء میں ویگنر گرین لینڈ (Greenland) میں گلیشیرز پر تلاش و تحقیق کی ایک مہم کے دوران برفانی تودے کے نیچے دب کر مر گیا۔ اس طرح اسے اپنی زندگی میں یہ موقع نہ مل سکا کہ وہ آرتھر ہومز کے خیالات اپنا کر برّاعظموں کی حرکت پذیری کے نظریے کے اثبات میں استعمال کر سکتا۔

آرتھر ہومز کا شمار ویگنر کے اوّلین حامیوں میں کیا جاتا ہے۔ اس کے تجویز کردہ طریقِ عمل کے مطابق برّاعظموں کی آہستہ رو حرکت پذیری دراصل اندرونِ زمین مانٹل میں پیدا ہونے والی حملی رووں کی وجہ سے ہوتی ہے۔ یہ اُس قدیم خیال کے برعکس ایک نظریہ تھا جس کے مطابق یہ سمجھا جاتا تھا کہ برّاعظم مانٹل کے پگھلے ہوئے چٹانی مواد کے اوپر نہایت آہستہ آہستہ تیرتے رہتے ہیں۔ جس طرح دودھ کے اوپر بالائی کی موٹی تہہ تیرتی نظر آتی ہے۔

پلیٹ ٹیکٹانکس کے نظریے کے مطابق زمینی پلیٹوں یا جغرافیائی اصطلاح میں "برِّاعظموں کی آہستہ رو حرکت پذیری" بحری فرشوں کے پھیلاؤ کے ذریعے روبہ عمل ہے (باب۔4 : پھیلتے سمندری فرش)۔ بحری فرشوں کے پھیلاؤ کے نظریے کی رو سے سمندری فرشوں کے وسط میں واقع دیوار نما چٹانوں (Mid-oceanic ridges) میں آتش فشانی کا عمل جاری رہتا ہے۔ ان چٹانوں کے اُوپر اُوپر وسط میں واقع طویل دراڑوں سے نکلنے والے لاوے کے ٹھنڈا ہونے سے نئی چٹانیں وجود میں آتی ہیں۔ اس طرح سمندری فرشوں کے رقبے میں اضافہ ہوتا رہتا ہے۔ جبکہ بحری فرشوں کے بعض دوسر حصّ ّے گہری بحری کھائیوں (Trenches) میں دھنستے جاتے ہیں۔ اس دھنسائو کی وجہ سے بحری فرشوں کے رقبے میں کمی ہو جاتی ہے۔ کھائیوں میں دھنسنے والا سمندری فرش بالآخر مانٹل کی گہرائیوں تک پہنچ جاتا ہے اور دوبارہ پگھل کر اس کا حِصّہ بن جاتا ہے۔

گلیشئرز (عظیم برفانی تودوں اور اجسام) پر تحقیقی کاوشیں سرانجام دینے والے سائنس دانوں نے اپنے تحقیقی کام کی بنیاد پر برِّاعظموں کی حرکت پذیری کے حق میں ایک اور ناقابل تردید ثبوت پیش کیا۔ اس تحقیق کے مطابق کاربونی فیرس دور (Carboniferous Period) کے اختتام یعنی تقریباً 290 ملین سال (29 کروڑ سال) پہلے گونڈوانا قطب جنوبی کے علاقے میں واقع تھا۔ اس علاقے میں گلیشئرز کی حرکت پذیری اور پھیلاؤ کے نقشہ کا بغور جائزہ لیا جائے تو صاف دکھائی دیتا ہے کہ اس علاقے سے آغاز ہونے والے گلیشئر سازی کے مراکز اردگرد کے تمام برِّاعظموں میں پھیلے ہوئے دکھائی دیتے ہیں (شکل نمبر 3.7)۔ اس امر کی شہادت گلیشئرز کے ذریعے

بننے والی قدیم چٹانوں یعنی ٹِلائٹ (Tillite) میں خاص رخ کی حامل لکیروں اور لائنوں (Striations) کے پائے جانے سے ملتی ہے۔ ان قدیم چٹانوں میں گلیشئرز کی حرکت کی وجہ سے بننے والی باریک لائنوں کا رخ خطِ استواء (Equator) سے شروع ہوتا ہے اور زمین کے قطب کی جانب جاتا دکھائی دیتا ہے (شکل نمبر 3.7)۔ درحقیقت اگر ہم برِّاعظموں کی وقوع پذیری کا جائزہ لیں تو یہ آج کے دور میں گلیشئرز کی پوزیشن کے حوالے سے بالکل الٹے رُخ والی لائنیں محسوس ہوتی ہیں۔ جو دراصل مذکورہ بالا قدیم ارضیاتی ادوار میں گلیشئرز اور برِّاعظموں کی باہمی وقوع پذیری کے مطابق وجود میں آئی تھی۔ یہ دریافت ایک بہت بڑی ارضیاتی شہادت ثابت ہوئی جو اس حقیقت کی نہایت صحت کے ساتھ تصدیق کر دیتی ہے کہ قدیم ارضیاتی زمانے سے برِّاعظم آہستہ آہستہ ایک دوسرے سے دور ہو رہے ہیں اور یہ کہ یہ کبھی ایک تنہا اور عظیم برِّاعظم کی شکل میں باہم اکٹھے تھے۔

جنوبی قطب پر اکٹھے واقع تمام چھوٹے بڑے برِّاعظم سمٹ کر واحد جنوبی سپر برِّاعظم کی شکل میں موجود تھے جو بعد میں آہستہ آہستہ ایک دوسرے سے دور ہوئے اور شمال کی جانب بڑھتے گئے۔ اس حقیقت کا ثبوت عظیم برفانی چادروں (Sheats) کے مشاہدے بھی سے ملتا ہے۔ ان شیٹس کا مجموعی حجم کرۂ ارض پر 50 درجے عرض بلد کے دائرے کو پوری طرح بھر دیتا ہے۔ یہ وسیع و عریض چادریں موجودہ دور کے برِّاعظموں کی حدود کو عبور کرتی نظر آتی ہیں اور ایک مرکزی مقام سے باہر کی طرف پھیلتی ہوئی دکھائی دیتی ہیں۔

آج ایک دوسرے سے دور دور پھیلے برِّاعظموں پر پائی جانے والی ایک جیسی اور ہم عمر

چٹانوں، معادن، فاسلز اور آب و ہوا کے ایک جیسے آثار، برِّاعظموں کے متقابل ساحلوں کے شکلیاتی تطابق اور گلیشئری لکیروں کے رُخوں کے تصدیق کرنے والے انداز (Patterns)، وہ ناقابلِ تردید سائنسی حقائق و اکتشافات ہیں کہ ان کی جانکاری کے بعد برِّاعظموں کی نہایت آہستہ رو حرکت پذیری کا نظریہ ایک جگمگاتی سائنسی حقیقت بن چکا ہے۔

باب4

زمینی مقناطیسیت

(Geomagnetism)

Çاللہ جلّ جلالہٗ کے جلال و جمال کی لامتناہی آیات اس بے کراں کائنات کی وسعتوں میں ہر جگہ موجود نظر آتی ہیں۔ روئے زمین پر بسنے والے ہر انسان کے لئے ایک ناگزیر اَمر یہ ہے کہ وہ ایک سے دوسری جگہ پہنچنے کے لئے کسی آسان راستے کا متلاشی ہوتا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ

کے لئے ایک نہایت آسودہ آغوش ثابت ہوئی ہے۔ وہیں اس کے طبعی وجود میں اس خالقِ ارض و سمانے ایک بہت بڑا مقناطیس بھی رکھ دیا ہے۔ جس کی وجہ سے سطحِ زمین پر کسی بھی برِّ اعظم یا سمندر میں اپنا راستہ تلاش کرنا اور بحری اور برّی وسعتوں کو پاٹ کر اپنی منزلِ مقصود پر پہنچنا نہایت آسان ہو گیا۔

پس منظر

سورج کے گرد گردش کرنے والے سیّاروں میں تیسرے مدار میں گھومنے والا ہمارا رہائشی سیّارہ، زمین دراصل ایک بہت بڑا مقناطیس ہے۔ زمینی مقناطیسیت کا ثبوت فراہم کرنے کے لئے کسی لمبے چوڑے سائنسی تجربے یا تحقیق کی ضرورت نہیں پیش آتی۔ روز مرّہ زندگی میں سفر اور سیّاحت کے لئے ہر کہ ومہ کے استعمال میں آنے والا قطب نما اس کا بیّن ثبوت ہے۔ تاہم کئی سو سال سے اس کے استعمال میں ہونے کے باوجود قدیم انسان کو زمینی مقناطیسیت کا علم نہ تھا۔ لہٰذا قطب نما کو ایک پر اسرار آلہ خیال کیا جاتا تھا۔

اگر انسانی تاریخ کے قدیم ادوار میں جھانک کر دیکھا جائے تو معلوم ہوتا ہے کہ انسان گزشتہ کئی ہزار سالوں سے اس عظیم زمینی مقناطیس اور اس کے دو قطبوں (قطبِ شمالی اور قطبِ جنوبی) کی مدد سے نہ صرف اپنا راستہ تلاش کرتا بلکہ اپنی منزل پر پہنچنے کے لئے موزوں راستے کا تعیّن بھی کرتا آرہا ہے۔ تب انسان زمینی مقناطیسیت کے اسرار و رموز سے پوری طرح آگاہ نہ تھا۔ محض ایک اتّفاقی تجربے کی بنیاد پر قطب نما (شکل نمبر 4.1 ایجاد کر کے اسے سفر و سیّاحت کے لئے ایک نہایت سادہ مگر بہت مفید سہولت کے طور پر استعمال کرتا رہا۔ یوں زمینی مقناطیسیت قدیم زمانے سے انسان کے تجربے اور مشاہدے

میں شامل رہی۔ تاہم یہ ایک اسرار تھا اور اس اسرار سے پردہ انیسویں صدی میں علومِ ارضی کے میدانِ علم میں جدید تحقیقات کے فروغ کے سبب اٹھا۔ زمینی مقناطیسیت کے نہایت سادہ مگر وسیع الاستعمال پہلو کے حوالے سے انسان نے جب علومِ ارضی میں سائنسی و تحقیقی کاوشوں اور مہمات کا آغاز کیا، تو اکیسویں صدی تک پہنچتے پہنچتے معلوم ہوا کہ زمینی مقناطیسیت اَن گنت مضمرات کی حامل ہے۔

تاریخ کے مطالعہ کی روشنی میں غالب امکان یہ ہے کہ قطب نما قدیم ترین چینی ایجاد ہے۔ اسے سب سے پہلے "چن شہنشاہیت" (Qin Dynasty 221-206) کے دوران میں چین میں پہلی مرتبہ تیّار کیا گیا۔ قدیم زمانے میں چین کے نجومی اور جوتشی قسمت کا حال بتانے کے لئے ایک پتّھر استعمال کرتے تھے، جسے آج ہم لوڈ اسٹون (Loadstone) کے نام سے جانتے ہیں۔ لوڈ اسٹون ایک قدرتی مقناطیسی خصوصیّت رکھنے والا پتّھر ہے جو لوہے کے آکسائیڈ سے بنی ایک معدن پر مشتمل ہوتا ہے۔ آزادانہ لٹکانے پر یہ شمال اور جنوب کا رخ اختیار کر کے ساکن ہو جاتا ہے۔ چینی جوتشی اسے قسمت کا حال بتانے والی تختیاں تیّار کرنے کے لئے استعمال کرتے تھے۔ اسی دوران کسی کو خیال ہوا کہ اس کو تو زیادہ بہتر طور پر جغرافیائی سمتوں کے تعیّن کے لئے بھی استعمال کیا جاسکتا ہے اور یہ تھا، قدرت کی طرف سے انسان کو عطا ہونے والا پہلا "قطب نما"۔

پہلے پہل اسے چوکور تختے پر سمتوں کے تعیّن اور ستاروں کے مقامات ظاہر کرنے کے لئے بنایا گیا۔ سمتوں کی نشاندہی کے لئے مقناطیسی سوئی کا سب سے پہلا استعمال چین ہی میں آٹھویں صدی عیسوی میں کیا گیا۔ جبکہ 850ء سے 1050ء کے دوران میں بحری جہازوں کے ذریعے سمندروں میں سفر کرنے کے لئے قطب نما کا استعمال عام ہو گیا۔ تاریخی

ریکارڈ سے پتا چلتا ہے کہ وہ اوّلین انسان جس نے سمندری سفر کے لئے قطب نما کا سب سے پہلے بھرپور استعمال کیا، اس کا تعلّق بھی چین کے صوبہ ینان (Yanan) سے تھا۔ اس چینی جہازراں کا نام ژنگ ہی (Zhenghe) تھا۔ اس نے 1405 1433ء کے درمیان ساتوں سمندروں میں قطب نما کی مدد سے سفری مہمّات انجام دی تھیں۔

قطب نما سے مسلمانوں کا تعارف دسویں صدی عیسوی میں ہوا کہ جب مسلمان تاجروں نے چین میں تجارتی سفر اختیار کئے۔ اس کے بعد مسلمان سائنسدانوں نے اسے ترقّی دی اور اس کی سمتوں کے تعیّن کرنے کے ضمن میں پائی جانے والی خامیوں کو دور کیا۔ یوں اسے سفر کے لئے زیادہ قابلِ اعتماد آلہ بنا دیا۔ اس طرح چین سے قطب نما مسلم ریاستوں میں اور پھر مسلمانوں کے ذریعے یورپ تک پہنچا۔ خیال کیا جاتا ہے کہ بارہویں صدی عیسوی میں مقناطیسی قطب نما کی ایک بہت ہی سادہ شکل لازمی طور پر بحیرۂ روم (Mediterranian Sea) میں زیرِ استعمال آچکی تھی۔ تاہم اس زمانے تک قطب نما کی سوئی کا رُوئے زمین پر ہر جگہ ''سمتِ شمال'' کی نشاندہی کرنا ایک معمّہ اور اسرار بنا ہوا تھا۔ کھوج اور جستجو کی عظیم انسانی صلاحیتّیں اس اسرار کے رازوں سے پردہ سرکانے اور بالآخر اسے آشکار کرنے میں کامیاب ٹھہریں۔

قدیم زمانے ہی سے انسان یہ سوچ سوچ کر حیران ہوتا تھا کہ کسی بھی دھات سے بنی سوئی کے بجائے صرف مقناطیسی سوئی ہی کیوں شمالاً جنوباً ٹھہرتی ہے؟ کیا اس کی وجہ کوئی طبعی قوّت (Physical force) ہے کہ جس سے انسان ابھی تک نابلد ہے؟ اگر ایسا تھا تو اس نامعلوم طبعی قوّت کی حقیقت کیا تھی؟ بارہویں صدی عیسوی تک کسی ذہین سے ذہین انسان یا اعلیٰ دماغ سائنسدان کے سان گمان میں بھی یہ بات نہیں آسکی تھی کہ یہ زمین

خود ایک بہت بڑا دو قطبی مقناطیس ہے۔ اس بارے میں تحقیق و جستجو سے ثابت شدہ سائنسی مظہر اور مشاہدے تک پہنچنے کے لئے انسانی غور و فکر نے کئی منزلیں طے کیں۔

پرانے زمانے میں قطب نما کی لوہے سے تیّار کردہ سوئیوں کو پہلے ذکر کردہ ایک قدرتی مقناطیسی پتّھر، لوڈ اسٹون سے رگڑ کر مقناطیسیت پیدا کی جاتی تھی۔ واضح رہے کہ لوڈاسٹون مقناطیسی معدن، میگنیٹائیٹ(Fe_3O_4) پر مشتمل ایک چٹان ہے۔ کہا جاتا ہے کہ یہ قدرتی مقناطیسی پتّھر یعنی لوڈ اسٹون ہزاروں سال پہلے ایشیائے کوچک (Asia Minor) کے ایک علاقے میگنیشیا(Magnesia) میں دریافت ہوا تھا۔ جہاں اس کے کافی بڑے ذخائر پائے جاتے تھے۔ اس پتّھر کے ذریعے مقنائی ہوئی (Magnetized) سوئیاں ایک چھوٹے سے دو قطبی مقناطیس کے طور پر کام کرتی تھیں۔ اس سے یہ گمان کیا جاسکتا تھا کہ یہ ارد گرد موجود کسی دوسرے مقناطیس کے ساتھ باہمی تعامل (Interaction) کا نتیجہ تھا۔ لیکن یہ کوئی دوسرا مقناطیس کیا تھا؟ اور کہاں واقع تھا؟ اس کا ابھی تک کسی کو علم نہ تھا۔ پندرھویں صدی میں بحری سفر کرنے والے جہاز رانوں نے نوٹ کیا کہ مقناطیسی قطب نما زمین کے شمال کے حقیقی رُخ کی ٹھیک ٹھیک نشاندہی نہیں کرتا۔ کہا جاتا ہے کہ 1490ء کی دہائی میں بحر اوقیانوس کے آر پار سمندری سفر کے وقت کولمبس بھی اس مسئلے سے واقف تھا۔

انیسویں صدی کے پہلے نصف میں جب لوہے اور فولاد کے بحری جہاز عام استعمال میں آگئے تو دیکھا گیا کہ بذاتِ خود جہاز کا لوہے سے بنا ڈھانچہ قطب نما کی سمتِ شمال کی نشاندہی کرنے کے عمل پر اثر انداز ہوتا ہے۔ اس مسئلے کو سمجھنے اور حل کرنے کی کوششیں کرنے والے اوّلین سائنسدان، جی۔ بی۔ ایری (G. B. Airy) نے 1838

میں رین بو (Rain Bow) نامی آہنی بحری جہاز کو جو بھاپ سے چلتا تھا، اپنے تجربات کے لئے استعمال کیا اور مقناطیس اور سمتِ شمال کی نشاندہی کے باہمی تعلّق کو سمجھنے کی کوششیں کی۔ تاہم اس سلسلے میں پہلا سنجیدہ علمی کام 1600ء میں ولیم گلبرٹ (William Gilbert) نے کیا۔ اس نے مقناطیسیت پر ڈی میگنیٹ (Demagnet) کے نام سے ایک تفصیلی مقالہ شائع کیا۔ جس میں اس نے میگنیٹائیٹ کی خصوصیّات اور استعمالات تفصیل کے ساتھ بیان کئے۔

ہینس کرسچین آرسٹڈ (Hans Christian Orsted) نے مختلف تجربات کے بعد انکشاف کیا کہ جب ایک مقناطیسی قطب نما کی سوئی کے پاس تار میں برقی رو چھوڑی جاتی ہے تو سوئی اس برقی رو سے متاثّر ہوتی ہے۔ اس تجربے کی روشنی میں معلوم ہونے والے طبعی مظہر کو اس نے برقناطیسیت (Electromagnetism) کا نام دیا۔ اس تجربے سے یہ پتا بھی چلا کہ برقی قوّت اور مقناطیسی قوّت کا آپس میں گہرا تعلّق ہے۔ بعد میں جیمز کلارک میکسویل (James Clark Maxwell) نے 1864ء میں دریافت کیا کہ برقی توانائی کو مقناطیسی توانائی اور مقناطیسی توانائی کو برقی توانائی میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ یہ دریافت جہاں زمینی مقناطیسیت کو سمجھنے اور زمین کی اندرونی ساخت خصوصاً جوفِ ارض کے بارے میں بالواسطہ واقفیّت کا ذریعہ بنی، وہاں جدید دور میں یہ بڑے پیمانے پر الیکٹرانی مواصلات (Electronic communication) کا ایک نہایت اہم ذریعہ بھی ثابت ہوئی۔ 1825ء میں برطانوی موجد ولیم اسٹرجن (William Sturgeon) نے برقی مقناطیس ایجاد کیا اور اس کی مدد سے صرف سات اونس وزن رکھنے والے لوہے کے ٹکڑے سے (جس کے گرد برقی تار لپیٹی گئی تھی، اور اس میں بیٹری سیل سے برقی رو

چھوڑی گئی تھی) نو پائونڈ تقریباً چار کلو گرام کا وزن اٹھانے کا مظاہرہ کیا۔ اس اوّلین برقی مقناطیس کی جدید ترین شکل آج ہزاروں ٹن وزن اٹھانے والی کرینوں کی شکل میں موجود ہے۔

1820ء تک مقناطیسیت دو قسم کے مقناطیسوں سے پیدا کی جاتی تھی:

(1 قدرتی مقناطیس یا "لوڈاسٹون" سے

(2 لوہے سے بنائے گئے مقناطیس سے، جس کو لوڈاسٹون سے رگڑ کر مقناطیسیت پیدا کر کے تیّار کیا جاتا تھا۔

انیسویں صدی کے نصفِ آخر میں برقناطیسیت کی دریافت نے زمینی مقناطیسیت کے راز کو بھی افشا کر دیا۔ آج ہم جانتے ہیں کہ جیسے جیسے زمین کے اندر گہرائی میں جائیں، اس کے درجہ حرارت میں مسلسل اضافہ ہوتا جاتا ہے۔ حتیٰ کہ چند سو کلومیٹر کی گہرائی میں درجہ حرارت 1000 ڈگری سینٹی گریڈ سے بھی بڑھ جاتا ہے۔ جب بعض سائنسدانوں نے یہ خیال پیش کیا کہ جوفِ ارض مقناطیسی خصوصیّات رکھنے والی دھاتوں یعنی لوہے اور نکل سے مل کر بنی ہے اور زمینی مقناطیسیت کا یہی سبب ہے تو مادام کیوری نے تجربات کر کے یہ ثابت کیا کہ مقناطیسی خصوصیّات رکھنے والی اکثر معادن 500 ڈگری سینٹی گریڈ درجہ حرارت پر اپنی یہ خصوصیّت کھو دیتی ہیں۔ جبکہ 700 ڈگری سینٹی گریڈ درجہ حرارت کے بعد کسی بھی قسم کے زمینی چٹانی یا دھاتی میٹریل کی مقناطیسی خصوصیّات بالکل باقی نہیں رہتیں۔ ان ثابت شدہ سائنسی حقائق اور جوفِ ارض کے مقناطیسی دھاتوں پر مشتمل ہونے کے انکشافات کے ہوتے ہوئے یہ سوال مزید اہمیّت اختیار کر گیا کہ پھر زمینی مقناطیسیت کا آخر سبب کیا ہے؟ کیونکہ زمینی مقناطیسیت کی موجودگی بہر حال ایک ناقابلِ

انکار حقیقت تھی اور صدیوں سے قطب نما کے استعمال کی شہادت کی وجہ سے ناقابلِ تردید تھی۔ برقناطیسیت کی دریافت اور سائنسدانوں کے مسلسل غور و فکر کے نتیجے میں اس اہم سوال کا جواب بھی مل گیا۔

زمینی مقناطیسیت کی قدرتی میکانیت (Natural Mechanism)

جوفِ ارض میں موجود مقناطیسی دھاتیں بیرونی جوفِ ارض میں پگھلی ہوئی حالت میں ایک سیّال (Fluid) کے طور پر جبکہ اندرونی جوفِ ارض میں یہی دھاتیں ٹھوس شکل میں پائی جاتی ہیں (باب۔2: زمین کی اندرونی ساخت)۔ سائنسدانوں نے جوفِ ارض میں زمینی مقناطیسیت کے پیدا ہونے کی مماثلت ایک سادہ سی ایجاد، ڈائنمو (Dynamo) کے ساتھ کر کے علومِ ارضی کے اس قدیم عقدے کو حل کر دیا۔ اس مماثلت اور اس سے متعلق پوری سائنسی تفصیلات کے بیان کو "ڈائنمو تھیوری" (Dynamo Theory) کا نام دیا گیا۔

طبیعیات کے برقناطیسی نظریہ کے مطابق ہم ایک مقناطیسی دھاتی سلاخ کے گرد بجلی کا تار لپیٹ کر اور پھر اس میں برقی رو چھوڑ کر اس دھاتی سلاخ کو ایک برقی مقناطیس میں تبدیل کر سکتے ہیں۔ اس کی عملی مثال برقی مقناطیسی کرین ہے۔ اسی طرح اس کے برعکس اگر ایک مقناطیسی دھاتی سلاخ کے گرد بجلی کا تار لپیٹ کر اس سلاخ کو تیزی سے گھمایا جائے تو برقی رو پیدا کی جا سکتی ہے۔ اس کی مثال ڈائنمو ہے۔ سائیکلوں، موٹر سائیکلوں اور گاڑیوں میں اسی میکانیت کے ساتھ برقی رو کے ذریعے روشنی پیدا کی جاتی ہے۔ ان انکشافات اور جوفِ ارض کی ساخت کے بارے میّسر جان کاری کی روشنی میں ماہرینِ

ارضیات نے قرار دیا کہ بیرونی جوفِ ارض میں مقناطیسی دھاتیں پگھلی ہوئی حالت میں پائی جاتی ہیں۔ اس امر کی شہادت زلزلاتی لہروں کے مطالعے سے ملی۔ زلزلاتی لہروں، ایس اور پی، کے اندرونِ زمین سے گزرنے کے دوران میں ان کی ولاسٹی میں کمی یا اضافہ اور ان کے گزر جانے یا نہ گزر سکنے کے مشاہدات کی بنا پر جوفِ ارض کو دو ذیلی حصّوں میں تقسیم کیا گیا۔ اسی بنا پر یہ قرار دیا گیا کہ بیرونی جوفِ ارض سیّال ہے اور اندرونی جوفِ ارض ٹھوس ہے۔ جبکہ جوفِ ارض کے یہ دونوں حصّے مقناطیسی دھاتوں، لوہے، نکل اور ان کی بھرتوں پر مشتمل ہیں (با 2: زمین کی اندرونی ساخت)۔ بیرونی جوفِ ارض سیّال ہونے کی وجہ سے مثبت اور منفی آئنوں (Ions) میں بٹا ہوا ہے۔ زمین جب اپنے محور پر تیزی سے گردش کرتی ہے تو اندرونی جوفِ ارض ٹھوس ہونے کی وجہ سے تیزی کے ساتھ گردش کرتا ہے۔ لیکن بیرونی جوفِ ارض سیّال ہونے کی وجہ سے اس قدر تیزی سے گردش نہیں کرتا اور اس کا پگھلا ہوا مواد اندرونی جوفِ ارض کے مقابلے میں مسلسل پیچھے رہ جاتا ہے۔ اس طرح مثبت اور منفی اجزاء میں حرکت کے جزوی فرق کی وجہ سے ڈائنمو تھیوری کے مطابق اس میں مقناطیسی خصوصیّات پیدا ہو جاتی ہیں اور بیرونی جوفِ ارض کو ایک بہت بڑے (ہزاروں کلومیٹر طویل نصف قطر رکھنے والے) مقناطیس میں تبدیل کر دیتی ہیں۔ طبعی اور ارضی علوم کی جدید ترین تحقیقات اس قدرتی میکانیت کی تصدیق کرتی ہیں اور زمینی مقناطیسیت کی ہر جگہ موجودگی اور مشاہدے کا سائنسی جواز فراہم کرتی ہیں۔

زمینی مقناطیس کے خواص

ہم جانتے ہیں کہ زمینی مقناطیس کے دو قطب ہیں: قطبِ شمالی اور قطبِ جنوبی۔ زمینی مقناطیس ایک سلاخی مقناطیس (Bar magnet) کی طرح کام کرتا ہے اور اس کے بھی دو قطب ہوتے ہیں (شکل نمبر 4.2)۔ ہر مقناطیس کی طرح زمینی مقناطیس کا بھی ایک مقناطیسی فیلڈ ہے۔ اس کی مقناطیسی لہریں جنوبی قطب سے نکل کر شمالی قطب میں جذب ہو جاتی ہیں۔ یہ فیلڈ قطبین پر طاقت ور اور استوائی علاقوں میں قدرے کمزور ہو جاتا ہے۔ زمینی مقناطیسی فیلڈ کے دو اہم اجزاء ہیں۔ پہلا جزو "دو قطبی فیلڈ" (Dipole field) کہلاتا ہے۔ یہ جزو یا حِصّہ میگنٹ کا زیادہ مستحکم حِصّہ باور کیا جاتا ہے۔ دوسرا جزو "ماسوا دو قطبی فیلڈ" (Non-dipole field) ہے۔

زمینی مقناطیس ایک غیر مستحکم اور غیر مستقل مقناطیس ہوتا ہے اور جغرافیائی لحاظ سے وقت اور مقام کے حوالے سے متغیّر (Variable) خیال کیا جاتا ہے۔ اس کے متغیّر ہونے کا سبب مانٹل کے اندر پگھلے ہوئے مواد کی مسلسل تغیّر پذیر گردش ہے۔ ماہرینِ ارضیات نے تسلسل کے ساتھ مشاہدات کرنے کے بعد نوٹ کیا کہ زمینی مقناطیس کے شمالی قطب کا مرکزی مقام آرکٹک برِّاعظم میں واقع ہے۔ تاہم یہ اس علاقے میں مستقلاً ایک سے دوسری جگہ سرکتا رہتا ہے۔ اس تبدیلی کی رفتار نہایت ہی آہستہ یعنی چند سینٹی میٹر فی سال ہے۔ ان مشاہدات سے پتا چلا ہے کہ کوئی طبعی عامل زمین کے مقناطیسی فیلڈ کو قدرتی طور پر متغیّر اور غیر مستحکم رکھتا ہے۔

سائنسدانوں کے نزدیک زمین کا مقناطیسی فیلڈ بیرونی جوفِ ارض کے پگھلا ہونے کی وجہ

سے اس کے اندر موجود برقی فیلڈ کی گردش (Rotation) کی بنا پر پیدا ہوتا ہے۔ جیسا کہ پہلے بھی ذکر ہوا، زمین کا مقناطیسی فیلڈ ایک سلاخی مقناطیس کی طرح کام کرتا ہے۔ زمینی مقناطیس کا محور (Axis) اور زمین کا گردشی محور الگ الگ ہیں اور ایک دوسرے سے مختلف ہیں۔ زمین کا مقناطیسی محور اس کے گردشی محور سے کچھ درجے کی زاویائی دوری پر واقع ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ زمین اپنے محور پر گھوم رہی ہے۔ سائنس دانوں کے خیال کے مطابق یہ محور ایک خطِ مستقیم کے ذریعے جغرافیائی قطبین کو آپس میں ملا رہا ہے۔ مقناطیسی قطبین دراصل اس گھومنے والے محور کے گرد اپنی جگہ تبدیل کرتے ہوئے نہایت آہستہ آہستہ چکر لگا رہے ہیں (شکل نمبر 4.3)۔ یعنی جغرافیائی اور مقناطیسی قطب ایک ہی جگہ پر واقع ہونے کے بجائے ایک دوسرے سے کچھ فاصلے پر واقع ہیں (شکل نمبر 4.2)۔ تازہ ترین تحقیقات کے مطابق یہ ایک دوسرے سے 11.5 درجے کے زاویائی فاصلے پر واقع ہیں۔ اسی طرح یہ بھی باور کیا جاتا ہے کہ ان کے درمیان اس سے زیادہ زاویائی دوری کبھی واقع نہیں ہوئی۔

زمین کے اندر مدفون (Sub-surface) مقناطیسی معادن، چٹانوں اور دھاتوں کی تلاش کاری کے لئے جنگ عظیم دوم (1945ء) کے بعد کی دہائی کے اوائل میں ایک بڑا کارآمد آلہ ایجاد ہوا جسے مقناطیسیت پیما (Magnetometer) کا نام دیا گیا۔ یہ آلہ زمینی مقناطیسیت کے مطالعہ کے لیے بھی بڑا مفید ثابت ہوا۔ اس آلے کی مدد سے ہم ہوائی جہاز کے ذریعے فضائی (Airborne) مقناطیسی سروے بھی کر سکتے ہیں۔ یہ آلہ اتنا کارآمد ثابت ہوا کہ اس کے ذریعے ہم نہ صرف خشکی پر زمین کی چٹانوں کے، بلکہ سمندری فرش کی چٹانوں کے مقناطیسی خواص کے مطالعات بھی کر سکتے ہیں۔ دراصل

مقناطیسیت پیما فضائی سروے کے دوران میں سمندروں اور برِّاعظموں میں جن مقامات پر مقناطیسیت کی طاقت (Strength) معمول سے ہٹ کر کم یا زیادہ مقدار میں ہو، ان کی نشاندہی بڑے اچھے طریقے سے کر دیتا ہے۔ اسی طرح کسی جگہ مرکوز ہو کر مقناطیسیت اپنے ارد گرد کے علاقے کی نسبت زیادہ پائی جاتی ہو تو اس کی حد بندی (Delineation) کی جاسکتی ہے۔ اس واضح فرق والے یا غیر معمولی مقناطیسیت رکھنے والے علاقوں (Anomalies) کا جائزہ لینے کے بعد ماہرینِ ارضیات نے اس کی وجوہ پر غور و خوض کیا۔ نتیجتاً پتا چلا کہ ان غیر معمولی مقناطیسی مقداروں کی موجودگی کا باعث درج ذیل دو امور ہیں:

-1 اُس مقام پر چٹانوں کی مختلف اقسام کا پایا جانا

-2 بیرونی جوفِ ارض میں حراری حملی رووں (Convectional currents) کی گردش کے انداز میں غیر معمولی فرق کا واقع ہونا

قدیم مقناطیسیت (Paleomagnetism)

زمینی مقناطیسیت کے مطالعہ کا ایک اہم میدان قدیم مقناطیسیت ہے۔ قدیم مقناطیسیت سے مراد ارضیاتی ماضی کے ادوار کے دوران میں زمینی مقناطیسی فیلڈ کے رُخ کی تبدیلی کا مطالعہ ہے یعنی موجودہ ارضیاتی دور میں اس کا شمالی قطب گزشتہ ادوار میں جنوبی قطب میں تبدیل ہوتا رہا اور جنوبی قطب شمالی قطب میں (شکل نمبر 4.4)۔ قدیم مقناطیسیت کا مطالعہ ایسی چٹانوں کے مقناطیسی خواص کا جائزہ لے کر کیا جاتا ہے کہ جن کی معدنی ترکیب میں مقناطیسی لوہا رکھنے والی معادن (میگنیٹائٹ وغیرہ) پائی جاتی ہیں۔ گویا زمین

کے مقناطیسی فیلڈ کے مطالعہ کا ایک اہم ذریعہ میگنیٹائٹ کی حامل چٹانوں کا مطالعہ ہے۔ بالعموم ایسی چٹانیں آتشی چٹانیں ہوتی ہیں۔ ہوتا یوں ہے کہ جب کسی آتش فشاں کے پھٹنے کے بعد لاوا بہہ نکلتا ہے اور پھیلنے کے بعد آہستہ آہستہ ٹھنڈا ہونے لگتا ہے تو پگھلے ہونے کے دوران میں اس کے اندر موجود میگنیٹائٹ کی ننھی قلمیں ننھے مُنّے قطب نمائوں کے طور پر کام کرتی ہیں اور اس ارضیاتی دور میں پائے جانے والے زمین کے مقناطیسی فیلڈ کے رخ کے مطابق رخ اختیار کر لیتی ہیں۔ یوں لاوا ٹھنڈا ہونے پر اپنے اختیار کردہ مخصوص رخ پر مقناطیسی فیلڈ ان چٹانوں میں ہمیشہ کے لئے محفوظ ہو جاتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ سطح زمین پر پائی جانے والی مقناطیسی خصوصیّات کی حامل وو لکانی چٹانیں(Volcanic rocks)اس مقصد کے لئے بہترین چٹانیں ثابت ہوتی ہیں کیونکہ میگنیٹائٹ کی بہت ہی چھوٹی قلموں کی رخ بندی سائنسدانوں کو اس قابل بنا دیتی ہے کہ وہ قدیم ارضیاتی ادوار میں مقناطیسی شمالی قطب کی ماقبل موجودگی کے علاقوں کی نشاندہی کر سکتے ہیں۔

ہم جانتے ہیں کہ لوہابردار معادن مثلاً میگنیٹائٹ ایک آتشی چٹان بسالٹ میں ایک لازمی جزو کے طور پر پائی جاتی ہے۔ بسالٹ کے علاوہ دوسری آتشی چٹانوں میں بھی لوہابرادر معادن کا پایا جانا معلوم ہے۔ ان چٹانوں میں میگنیٹائٹ کی ننھی قلمیں ان کے ٹھنڈا ہو کر ٹھوس شکل میں ڈھلنے پر اُس وقت کے زمینی مقناطیسی فیلڈ کے مطابق اختیار کردہ رخ پر ہمیشہ کے لئے محفوظ ہو جاتی ہیں۔

زمین کی قدیم مقناطیسیت سے متعلّق اس وقت سائنسی دنیا میں مختلف مطالعات کئے جا رہے ہیں۔ چنانچہ زمین کے قدیم مقناطیسی فیلڈ کا مطالعہ کرنے کے لئے مقناطیسیت پیما

کے ذریعے موزوں آتشی یا دوسری اقسام کی چٹانوں کے مقناطیسی خواص کا جائزہ لیا جاتا ہے۔ اسی طرح مختلف ارضیاتی ادوار اور علاقوں سے حاصل کردہ چٹانوں کے نمونوں میں پائے جانے والے مقناطیسیت کے فرق کا مطالعہ کر کے گزشتہ ارضیاتی ادوار میں واقع ہونے والی مقناطیسی تبدیلیوں کا نقشہ تیّار کرلیا جاتا ہے۔ ان مختلف چٹانوں میں مقناطیسیت کا رخ شمال کی طرف ہوتا ہے یا پھر جنوب کی طرف۔ یوں مختلف ارضیاتی ادوار میں زمینی مقناطیسیت کے اندر واقع ہونے والی بڑی تبدیلیوں کا مطالعہ کرنا نہایت آسان ہو گیا ہے۔

زمین کی قدیم مقناطیسیت کے متعدّد مطالعات اور جائزوں کے بعد یہ حقیقت کھل کر سامنے آگئی ہے کہ زمین کا مقناطیسی فیلڈ وقت کے ساتھ اپنی سمت اور شدّت (Intensity) دونوں تبدیل کرتا رہا ہے۔ بیسویں صدی کے نصفِ آخر سے لے کر اکیسویں صدی کی پہلی دہائی تک زمینی مقناطیسیت پر کئے جانے والے مطالعات کی روشنی میں زمین کی قدیم مقناطیسیت کو دو اہم میدانوں میں تقسیم کیا گیا ہے:

(1) قطبین کی نقلِ مقامی (Polar Wandering)

(2) مقناطیسی قطبیت کا اُلٹ پھیر (Magnetic Polarity Reversals)

(1) قطبین کی نقلِ مقامی

قطبین کی نقلِ مقامی سے مراد اس امر کا مطالعہ ہے کہ زمین کا مقناطیسی شمالی قطب زمین کے گردشی محور کے لحاظ سے مستقلاً اور مسلسل اپنی جگہ تبدیل کرتا رہتا ہے (شکل نمبر 4.3)۔ اس مقصد کے لئے قطب نما کی مدد سے کام کرنا اور شمالی قطب کا رخ متعیّن

کرنے کے لئے (Orienteering) تبدیل ہوتے ہوئے مقناطیسی جھکاؤ (Inclination) کا معلوم ہونا ضروری قرار پاتا ہے۔

(2) مقناطیسی قطبیت کا اُلٹ پھیر

اس سے مراد یہ ہے کہ مختلف ارضیاتی ادوار کے کبھی کم اور کبھی زیادہ وقفوں کے دوران میں زمین کے مقناطیسی میدان کی قطبیت مسلسل کبھی نارمل اور کبھی اس کے برعکس ہوتی رہی ہے (شکل نمبر 4.4)۔ واضح رہے کہ سائنسی مطالعات میں کسی قسم کے ابہام کے پیدا ہونے کے امکان کو ختم کرنے کے لئے سائنس دانوں نے بالاتّفاق یہ طے کیا ہے کہ شمالی قطب کے موجودہ رخ کو نارمل باور کیا جائے گا۔ لہٰذا مقناطیسی قطبیت کے اُلٹ پھیر کے مطالعات اس طے کردہ رخ کے مطابق کئے جائیں گے۔ معلوم ہے کہ یہ اُلٹ پھیر پوری ارضیاتی تاریخ میں وقت کے لحاظ سے بے قاعدہ (Irregular) وقفوں کے ساتھ وقوع پذیر ہوتا رہا ہے۔ برطانوی ماہرِ طبیعیات، بلیکٹ (P. M. S. Blackett) اور روسی سائنسدان عمانوائل ویلی کووسکی (Immanual Velikovsky) نے سب سے پہلے زمین کی قدیم مقناطیسیت کا تفصیل کے ساتھ مطالعہ کرنے کا اعزاز حاصل کیا۔ قدیم زمینی مقناطیسیت کے مطالعے کے حوالے سے دو واقعات کو اہم سنگِ میل خیال کیا جاتا ہے۔ پہلا سنگ میل یہ ہے کہ 1950ء کی دہائی میں ایک نئی ٹیکنالوجی، میگنیٹو میٹر یعنی مقناطیسیت پیما کی ایجاد کی صورت میں ظاہر ہوئی۔ اس کے ذریعے زیرِ بحث علمی میدان کے مختلف پہلوئوں کا مطالعہ کرنا نہایت آسان ہو گیا۔ 1972ء میں جیولاجیکل سائنسز کی بین الاقوامی یونین (IUGS) کے زیر اہتمام ارضیاتی ادوار میں زمینی قطبیت کا

پیمانہ وضع کرنے کے لئے قائم کردہ کمشن (Polarity Time Scale Commision) کی تشکیل اور اس مقصد کے لئے اس کے اوّلین اجلاس کا انعقاد، اس سلسلے کا دوسرا اہم سنگ میل ہے۔

مقناطیسی قطبیت کے اُلٹ پھیر کا باقاعدہ سائنسی مطالعہ کرنے کے لئے، جیسا کہ پہلے ذکر ہوا، سائنسدانوں نے باہمی مشاورت کے بعد موجودہ شمالی مقناطیسی قطب کو نارمل قطبیت جبکہ اس کے اُلٹ قطبی رخ کو برعکس قطبیت قرار دیا۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ برعکس قطبیت کے ارضیاتی ادوار کے دوران میں چٹانوں کے اندر محفوظ ہونے والے میگنیٹائٹ کی قلموں کے رخ کو قطب نما کی سوئی جنوب کی سمت میں دکھائے گی، یعنی مقناطیسی سوئی کا جھکاؤ یا رخ موجودہ مقناطیسیت کے برعکس ہو گا۔ سائنسدانوں کی تازہ ترین تحقیقات کے مطابق سینوزوئک (Cenozoic) ارضیاتی دور میں زمینی قطبیت کا یہ الٹ پھیر اوسطاً ہر پچاس لاکھ سال کے بعد واقع ہوتا رہا۔ یہ نتیجہ وسط بحری چٹانی دیوار (Mid-ocearic ridge) کے دونوں طرف فرشِ سمندر کی متوازی مقناطیسی پٹیوں (Magnetic strips) پر مقناطیسی تغیّرات کا مطالعہ کرنے کے بعد نکالا گیا۔ فرشِ سمندر پر پائے جانے والے ان مقناطیسی تغیّرات کی ارضیاتی عمر اور فاصلے (Spacing) کی مدد سے سمندری فرشوں کے پھیلاؤ (Seafloor spreading) کی رفتار معلوم کی جاسکتی ہے (باب ۔5 :پھیلتے ہوئے سمندری فرش)۔ ارضی سائنسدانوں کے نزدیک زمینی مقناطیسیت میں آخری بڑا تغیّر اور اُلٹ پھیر آج سے تقریباً سات لاکھ سال پہلے واقع ہوا تھا۔ ایک سائنسی مطالعے کے مطابق گزشتہ آٹھ کروڑ برسوں کے دوران میں زمین کے مقناطیسی فیلڈ میں 170 مرتبہ زمینی قطبیت کا تغیّر واقع ہو چکا ہے۔ جدید تحقیقات کی

روشنی میں بالعموم یہ خیال کیا جاتا ہے کہ اب تک ایسی نو(9) بہت بڑی مقناطیسی تبدیلیاں واقع ہو چکی ہیں۔ جبکہ ایسی چھوٹی چھوٹی تبدیلیوں کی تعداد کے بارے میں اختلاف پایا جاتا ہے تاہم یہ چھوٹی چھوٹی تبدیلیاں بھی کافی تعداد میں واقع ہو چکی ہیں۔

جہاں تک زمینی مقناطیسیت کی قطبیت کے اُلٹ پھیر کی امکانی وجوہ کا تعلّق ہے تو سائنسدانوں کا خیال ہے کہ اگر جوفِ ارض میں کوئی تھرتھراہٹ (Vibration) یا اُتھل پتھل واقع ہو تو اس کا لازمی نتیجتاً زمینی مقناطیس کے قطبین کی برعکس تبدیلی کی شکل میں نکلتا ہے۔ تاہم یہ سوال ابھی تک جواب طلب ہے کہ وہ کون سا ایسا نہایت طاقت ور قدرتی عامل ہے جو مقناطیسی جوفِ ارض کو ہلا دینے کی صلاحیّت رکھتا ہے۔ اس ضمن میں ایک اہم مگر سائنسی حلقوں میں متنازعہ نقطۂ نظر، ویلی کووسکی نے 1940ء میں پیش کیا۔ جس کے مطابق تحریر شدہ تاریخ سے پہلے اور اس کے دوران میں کسی بڑے ستارے کے نظامِ شمسی کے دوسرے سیّاروں کے قریب بطورِ خاص زہرہ اور مریخ کے قریب آنے پر زمین کے اندر ایک زبردست ثقلی طوفان (Gravitational catastroph) برپا ہوا، جو اس برعکس قطبی رُخ اختیار کرنے کی بڑی وجہ بنا۔ ویلی کووسکی کے نزدیک ان ثقلی اثرات نے فلکی میکانیات (Celestial Mechanics) میں اس تبدیلی کی وقوع پذیری میں ایک اہم کردار ادا کیا۔ بعض سائنسدانوں نے علمی بنیادوں پر اس نظریے کو بڑی شدّومد کے ساتھ مسترد کر دیا تھا۔ تاہم اقرار، اعتراض اور استرداد کے باوجود یہ علمی تنازعہ آج بھی جاری ہے اور کسی حتمی موقّف سے تاحال محروم ہے۔

زمینی مقناطیسیت کے مضمرات محض قطب نما اور اس کے ذریعے روئے زمین پر سیر و سفر (Navigation) میں آسانی فراہم کرنے تک محدود نہیں، بلکہ زمین کی قدیم

مقناطیسیت کے جدید مطالعات سے اس کے علوم ارضی میں وسیع اور دوررس سائنسی مضمرات کی نشاندہی بھی ہوئی ہے۔ مثلاً کرۂ زمین کے ایک متّحرک (Dynamic) سیّارہ ہونے کے تصوّر کو تقوّیت ملی۔ اس کے ذریعے سے زمین کے بیرونی پرت کے چھوٹی بڑی پلیٹوں میں بٹا ہونے اور ان پلیٹوں کی نہایت آہستہ رو حرکت پذیری کا عملی ثبوت بھی میّسر آیا۔ سمندری فرشوں کے پھیلاؤ کے نظریہ کی ٹھوس سائنسی بنیادوں پر تصدیق ہوئی اور علوم ارضی میں ایک انقلابی (Revolutionary) نظریہ یعنی ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ (Theory of Plate Tectonics) مؤثّر استدلال کے ساتھ پایہ ثبوت کو پہنچا۔ گویا ہماری زمین محض مقناطیسی خواص کی حامل نہیں بلکہ اس سے کہیں بڑھ کر اس کی مقناطیسیت علومِ ارضی کے مختلف سائنسی تصوّرات کو واضح کرنے میں بہت مددگار ثابت ہوئی ہے۔

باب5

پھیلتے ہوئے سمندری فرش

(Seafloor Spreading)

اللہ تعالیٰ نے اپنی حکمتِ بالغہ کے تحت زمین کی سطح کے دو تہائی حصّے پر نیلے پانی سے لبالب بھرے سمندر پھیلائے اور خشکی کے ٹکڑے محض ایک تہائی رقبے پر رکھّے۔ یوں ان ٹھاٹھیں مارتے سمندروں نے زمین کے دو تہائی رقبے پر نیلگوں اور نمکین پانی کے دبیز پردے کے نیچے بہت کچھ چھپا رکھّا ہے۔ سمندروں کے اندر پانی کے نیچے کیا کچھ چھپا ہے؟ اور کون کون سی طبعی سرگرمیاں زیرِ آب جاری ہیں؟ انسان کے لئے یہ امر ہمیشہ ایک پراسرار معمّہ بنا رہا ہے۔ اسی طرح یہ کہنا کس قدر عجیب لگتا ہے کہ سمندری فرش پھیل رہے ہیں؟ سمندر کے بپھرے ہوئے گہرے پانی کے نیچے انسان اپنے سر کی آنکھوں سے تو نہیں دیکھ سکتا، البتہ جب اس نے عقل و شعور کی آنکھ سے دیکھنے کی کوشش کی تو اسے نیلے پانی کے ان سمندروں سے کہیں بڑا تجسّس کا سمندر دکھائی دیا۔

ماضی میں انسان پانی کے اندر یا نیچے دیکھنے کی صلاحیّت نہیں رکھتا تھا۔ چنانچہ اکثر لوگ یہ خیال کرتے تھے کہ سمندر کا فرش (پیندہ) کسی میدان کی طرح کم و بیش ہموار اور سپاٹ ہے۔ اور اس پر کوئی پہاڑی سلسلہ یا کھائیاں وغیرہ نہیں پائی جاتیں۔ انیسویں صدی سے

پہلے سمندر کی گہرائی کے بارے میں زیادہ تر خیال آفرینی ہی کی جاتی تھی اور حقیقی صورتِ حال کسی کو معلوم نہ تھی۔ ایسے میں فرشِ سمندر کے پھیلائو کے بارے میں کیسے سوچا جاسکتا تھا۔ آج سے ایک صدی پہلے تک سمندروں کے بارے میں یہ اندازہ لگایا جاچکا تھا کہ ان کا وجود کم از کم چار ارب سال سے ہے۔ جس کا مطلب یہ تھا کہ سمندر میں رسوب (Sediment) بننے اور ان کے فرش پر تہہ نشین (Deposit) ہونے کا عمل بھی گزشتہ چار ارب سال سے جاری ہے۔ اس کا منطقی نتیجہ یہ ہونا چاہئے تھا کہ اربوں سال رسوب بننے اور جمع ہونے کی بدولت سمندری فرش

میں آنے والے برِّاعظموں اور سمندروں کے مقابلے میں کم عمر سمندری فرشوں کے تسلسل سے قائم رہنے کی وضاحت ہوتی ہو؟

اس مسئلہ کو حل کرنے کے لئے ماہرینِ ارضیات نے آج سے تقریباً پچاس برس قبل ایک مفروضہ قائم کیا کہ سمندری فرش مسلسل پھیل رہے ہیں۔ تاہم یہ امر اپنی جگہ قائم رہا کہ ان کی اس وسعت پذیری کا طرزِ عمل کیا ہے؟ اسی طرح اگر کم عمر سمندری فرش کی وضاحت کے سلسلے میں قائم کئے گئے اس مفروضے کے اس نکتہ کو بھی تسلیم کر لیا جائے کہ نیا سمندری فرش تسلسل کے ساتھ وجود میں آ رہا ہے تو اس کا واضح مطلب یہ ہوا کہ سمندری فرش کا رقبہ مسلسل بڑھ رہا ہے۔ جبکہ ہم یہ جانتے ہیں کہ سطحِ زمین کا مجموعی رقبہ تبدیل نہیں ہوتا۔ بہت سے ایسے شواہد موجود ہیں، جن سے ثابت ہوتا ہے کہ زمین کے رقبے میں لاکھوں برس سے کوئی تبدیلی نہیں آئی۔ مزید برآں ہم اگر تھوڑی دیر کے لئے اس بات کو درست مان لیں کہ نیا سمندری فرش مسلسل وجود میں آ رہا ہے تو پھر ایک نئے سوال کا سامنا کرنا پڑے گا کہ پھر پرانا فرش کہاں کھو جاتا ہے؟ ایک کے بعد دوسرا سوال اور پھر ایک اور سوال۔ ایک سوال کا جواب ملتا ہے تو ایک اور سوال پیدا ہو جاتا ہے۔

کیا ایسا تو نہیں کہ پھیلنے کے ساتھ ساتھ سمندری فرشوں کے سکڑنے کا عمل بھی جاری ہے؟ اگر جواب ہاں میں ہے تو پھر یہ سب کچھ کس طرح عمل پذیر ہو رہا ہے؟ فرشِ سمندر کے پھیلنے اور سکڑنے کا خیال کس نے سب سے پہلے پیش کیا؟ یہ عمل صرف سمندری فرش ہی پر کیوں ہو رہا ہے، برِّاعظموں پر کیوں واقع نہیں ہوتا؟ سمندری فرشوں کے پھیلاؤ کا یہ عمل کن قوّتوں کے زیر اثر انجام پا رہا ہے؟ کیا برِّاعظمی کھسکاؤ (باب۔ 3: برِّاعظموں کا کھسکاؤ) اور سمندری فرشوں کی وسعت پذیری کے نظریات

آپس میں مربوط ہیں؟

ماہرینِ ارضیات نے اس معمّے کو کس طرح حل کیا؟ اس کی تفصیل آئندہ سطور میں دی جا رہی ہے۔

سمندری فرش کے پھیلاؤ کا مفروضہ

سب سے پہلے "بحری فرشوں کے پھیلاؤ" کا مفروضہ 1928ء میں مولِن گراف (Molingraph) نے پیش کیا۔ اس نظریے کی تفصیل و تحقیق پر ایک مربوط مقالہ پیٹرولیم جیالوجسٹس کی امریکی تنظیم اے اے پی جی کے "سالانہ جرنل برائے سال 1928ء" میں نمایاں طور پر شائع کیا گیا۔ مولِن گراف اس وقت کے ڈیلٹ انسٹی ٹیوٹ آف ٹیکنالوجی (Delft Institute of Technology) اور موجودہ ڈیلٹ یونیورسٹی (Delft University) سے وابستہ تھا۔ اس نے یہ نظریہ بحرِ اوقیانوس کی وسعت پذیری اور مشرقی افریقی رِفٹ (East African Rift) کے پھیلاؤ کی وجوہ بیان کرنے کے لئے پیش کیا تھا۔

اس کے بعد اس مفروضہ پر مزید کام 1960ء کے اوائل میں پرنسٹن یونیورسٹی (Princeton University) میں تعینات امریکی ماہرِ ارضیات، رئیر ایڈمرل، ہیری ایچ ہیس (Harry H. Hess) نے کیا۔ اس مفروضہ کے مطابق یہ باور کیا گیا کہ بحری فرش عظیم و ضخیم وسط بحری دیوار نما چٹانوں یا چٹانی دیوار (Mid-oceanic ridge) کے دونوں اطراف میں پھیل رہا ہے۔ 1962ء میں ہیس نے اس کے اثبات میں وسط بحری دیوار نما چٹانی سلسلے میں واقع فعّال مراکزِ پھیلاؤ (Active spreading

centres) کی تفصیل بھی بیان کی۔ اس کے مطابق نیا سمندری فرش ان دیوار نما چٹانوں کے مقام پر اور ان چٹانوں کے دونوں اطراف میں پیدا ہوتا ہے۔ دراصل ان طویل مراکزِ پھیلاؤ پر نیچے سے میگما آتش فشانی کے عمل سے اوپر آتا ہے، جسے بسالٹی میگما کہتے ہیں۔ یہ میگما اوپر آکر لاوا کہلاتا ہے۔ وقت کے ساتھ یہ لاوا ٹھنڈا ہو کر سخت ہو جاتا ہے۔ اس طرح بننے والا نیا سمندری فرش یا قشر پہلے سے موجود سمندری قشر کے ساتھ "ویلڈ" ہو کر سمندری فرشوں کے رقبے میں اضافے کا موجب بنتا ہے۔

پسِ منظر

سولہویں صدی عیسوی کے ابتدائی برسوں میں چند مہم جو اور باہمّت بحری جہاز رانوں نے سادہ صوتی دستی آلات (Sonic handlines) کے ساتھ بحر اوقیانوس کے سمندری فرش کا سروے کیا۔ تو پہلی مرتبہ یہ بات معلوم ہوئی کہ کھلا سمندر ایک سے دوسرے مقام پر گہرائی کے لحاظ سے بہت زیادہ مختلف ہے۔ اس کے ساتھ ہی اس قدیم خیال کی تردید بھی ہو گئی کہ سمندری فرش چپٹا اور ہموار ہے اور اس کی گہرائی میں کوئی کمی بیشی نہیں ہوتی۔ آئندہ صدیوں میں دنیا بھر کے سمندروں میں دریافت کاری (Exploration) کا عمل دن بدن بڑے پیمانے پر انجام دیا جانے لگا تو سمندری فرش کے بارے میں معلومات میں گراں قدر اضافہ ہوا۔ سمندر کی گہرائی ماپنے والے جدید آلات اور تکنیکات کی ترقی و ترویج کا عمل انیسویں صدی کے دوران میں تیزی سے فروغ پذیر ہوا۔ اور نت نئے انکشافات تحقیقی دنیا کا ایک معمول بن گئے۔ حقیقت کشائی کے اس عمل کے سبب آج ہم جانتے ہیں کہ برِّاعظموں پر واقع ہونے والے بہت سے عمل پذیر

عوامل بالواسطہ اور بلاواسطہ بحری فرش کی حرکیات (Dynamics) کے ساتھ متعلّق اور منسلک ہیں۔

وسط بحری دیوار نما چٹانوں کی دریافت

انیسویں صدی کے دوران میں بحر اوقیانوس اور بحر کریبین (Caribbean Sea) کے گہرے سمندری علاقوں میں صوتی بازگشت (Echo-sounding) کے اصول پر کام کرنے والے آلات کے ذریعے جگہ جگہ سمندری گہرائی کی پیمائش کے سروے کئے گئے۔ 1855ء میں بحریہ کے ایک لیفٹیننٹ میتھیو مارے (Matthew Maury) نے سمندری گہرائیوں کی پیمائش والا چارٹ (Bathymetric chart) شائع کیا۔ اس چارٹ کی صورت میں پہلی دفعہ یہ شہادت ملی کہ وسطی بحر اوقیانوس میں زیر آب پہاڑ پائے جاتے ہیں۔ مارے نے ان آب دوز پہاڑوں کو "مڈل گراونڈ" کا نام دیا۔ اس کے بعد بحر اوقیانوس کے آرپار ٹیلی گراف کا تار بچھانے کے لئے بحری جہازوں کے ذریعے کئے گئے سروے میں بھی ان پہاڑوں کی موجودگی کی تصدیق ہوئی۔ سمندری گہرائیوں کی ابتدائی پیمائش کے نتیجے میں دریافت ہونے والے ان زیر آب پہاڑوں کے سلسلے کو بعد میں وسط اوقیانوسی دیوار نما چٹانوں (Mid-Atlantic Oceanic Ridge) کا نام دیا گیا (شکل نمبر 5.1)

پہلی عالمی جنگ (1914-18ء) کے بعد سمندری فرشوں کے خدوخال اور ان کی حقیقی طبعی صورتِ حال کے بارے میں ہمارے علم میں بہت اضافہ ہوا۔ اس جنگ کے بعد صوتی بازگشت کے اصول پر کام کرنے والے آلات، مثلاً ابتدائی سونار سسٹم

(Primitive SONAR system) کے ذریعے سمندری گہرائیوں کی پیمائش کرنے کا آغاز ہوا تھا۔ اس تکنیک میں آواز کا سگنل جہاز سے سمندری فرش کی طرف پھینکا جاتا ہے اور فرش سے ٹکرا کے واپس پہنچنے پر اس کا وقت نوٹ کر لیا جاتا ہے، جبکہ پانی کے اندر آواز کی رفتار معلوم ہے۔ اس طرح نیوٹن کی پہلی مساواتِ حرکت یعنی فاصلہ = رفتار × وقت (S=vt) کے ذریعے گہرائی کی پیمائش ہو جاتی ہے۔ عام طور پر آواز کا یہ سگنل یعنی پنگ (Ping) بجلی کے ذریعے پیدا کیا جاتا ہے۔ اس نہایت سادہ تکنیک کے ذریعے عالمی سمندروں میں مختلف جگہوں پر سمندری گہرائی کی پیمائش کی گئی۔ ان حاصل کردہ معلومات سے ظاہر ہوا کہ سمندروں میں ہموار فرش کے سابق تصوّر کے برعکس سمندری فرش بری طرح کٹا پھٹا اور اونچا نیچا ہے اور بلند و بالا چٹانوں، گہری کھائیوں اور کھاڑیوں پر مشتمل ہے۔ ان پیمائشوں سے یہ بات بھی نہایت اچھّے طریقے سے واضح ہو گئی کہ وسطی اوقیانوس میں زیر سمندر دیوار نما کوہستانی سلسلہ بھی بری طرح کٹا پھٹا ہے۔ یہ کوہستانی سلسلہ سمندر کے وسط میں پھیلا ہوا ہے اور اس چٹانی دیوار نے بحر اوقیانوس کو دو حصّوں میں تقسیم کر رکھا ہے۔

عالمی وسط بحری دیوار نما چٹانی سلسلے کی دریافت

1947ء میں امریکہ کے تحقیقی بحری جہاز اٹلانٹس (Atlantis) کی مدد سے ماہرینِ علومِ زلزلہ (Seismologists) نے سمندری فرش پر تحقیقی کام کا آغاز کیا تو فرشِ سمندر پر جمع شدہ رسوب (Sediments) کی تہہ پر تحقیق کے نتیجے میں علم ہوا کہ عام توقّع کے برخلاف یہ رسوبی تہہ بہت پتلی تھی۔ جیسا کہ اوپر ذکر ہوا، اس سے قبل یہ خیال پایا جاتا تھا

کہ اربوں سال سے سمندروں کی موجودگی کی وجہ سے یہ تہہ بہت ضخیم ہونی چاہیے۔ ماہرین کے لئے یہ نہ صرف حیرت انگیز انکشاف تھا، بلکہ ایک معمّہ سے کم نہ تھا۔ یہ معمّہ اس وقت حل ہوا، جب 1950ء کی دہائی کے دوران میں جدید آلات کی ایجاد کے بعد سمندروں میں دریافت اور تحقیق کا کام زیادہ وسیع پیمانے پر انجام دیا جانے لگا اور دنیا کے تمام ملکوں کے زیرِ اہتمام سمندروں کے سروے کئے جانے لگے۔ اس عالمی سطح کی تحقیقی سرگرمی کے نتیجے میں حاصل ہونے والی جامع معلومات ایک نئی دریافت کا موجب بن گئیں۔ پہلے علاقائی اور پھر عالمی سطح پر ان معلومات کی تجمیع و تجزیہ کے نتیجے میں معلوم ہوا کہ سمندری فرشوں پر عملاً پوری زمین کو اپنی لپیٹ میں لینے والا زیرِ آب چٹانوں کا ایک بہت بڑا دیوار نما سلسلہ کوہستان پایا جاتا ہے۔ اس دیواری چٹانی سلسلے کو "عالمی وسط بحری چٹانی دیوار" (Global mid-oceanic ridge) کا نام دیا گیا۔ یاد رہے کہ 1950 کی دہائی میں زلزلاتی لہروں کو ریکارڈ کرنے والے اور گہرائی کی نہایت درست پیمائش کرنے والے بہت ہی اعلیٰ قسم کے آلات میں ترقی کے سبب 1960ء کے ابتدائی برسوں ہی میں وسط اوقیانوسی چٹانی دیوار کی دریافت عمل میں آچکی تھی۔ اس اہم دریافت کے محض چند سال بعد 1960ء کی دہائی کے وسط میں زیرِ سمندر عالمی چٹانی دیوار کے اس سلسلے کی مکمّل دریافت کا عمل بھی انجام پا گیا۔

ان انکشافات کا جامع انداز میں عالمی سطح پر جائزہ لیا گیا تو معلوم ہوا کہ زیرِ آب دیوار نما چٹانوں کا یہ سلسلہ درحقیقت بہت زیادہ وسیع و عریض ہے اور کسی بل کھاتے ناگ کی طرح پھیلا ہوا ہے۔ یہ ہماری زمین کے تمام سمندروں کو بیچوں بیچ کاٹ کر دو حِصّوں میں تقسیم کرتا ہے (شکل نمبر 5.2)۔ یہ عظیم چٹانی دیواری سلسلہ بے پناہ طوالت اور وسعت

کا حامل ہے۔ اس کی کل لمبائی 65000 کلو میٹر ہے اور فرش سمندر سے اس کی اوسط بلندی ساڑھے چار کلو میٹر ہے جبکہ اس کی چوڑائی کئی سو کلو میٹر ہے۔ بعض جگہوں پر تو یہ سلسلۂ کوہستان 800 کلو میٹر سے بھی زیادہ چوڑا ہے۔ مزید برآں اس طویل اور بلند و بالا چٹانی دیوار کے بالائی حصّے کے درمیان سے گزرتے ہوئے ایک طویل اور گہرے شگاف (Rift valley) کا بھی پتا چلا (شکل نمبر 5.3)۔ یہ شگاف اکثر مقامات پر 35 سے لے کر 50 کلو میٹر تک چوڑا ہے۔ جبکہ چٹانی دیوار کے اوپر اس کی کل لمبائی کے ساتھ ساتھ واقع یہ شگاف کم و بیش 1600 میٹر گہرا ہے۔

وسط بحری دیوار نما چٹانوں کا یہ بل کھاتا ہوا سلسلہ دنیا بھر کے سمندروں کے کم و بیش وسط میں پھیلا ہوا ہے اور اس کا پھیلاؤ کوئی ہموار اور سیدھا راستہ (Smooth path) اختیار نہیں کرتا۔ چنانچہ یہ بہت سی جگہوں پر اپنے راستے سے ادھر ادھر ہٹ گیا ہے۔ دائیں بائیں ہٹاؤ والے ایسے مقامات کو فریکچر زون (Fracture zones) یا ٹرانسفارم فالٹ (Transform faults) کا نام دیا جاتا ہے (شکل نمبر 5.1 اور شکل نمبر 5.4 سلسلے کی دیواری بلندی (Crest) اور اس کے ساتھ متعلّق سارے ٹرانسفارم فالٹ ایسے مقامات ہیں کہ جہاں تقریباً اتھلے مراکز والے زلزلے (Shallow earthquakes) آتے رہتے ہیں۔ یہ ایسے زلزلے ہوتے ہیں جن کا مرکز کم گہرائی میں واقع ہوتا ہے۔ عالمی سمندروں میں یہ دیوار نما چٹانی سلسلہ روئے زمین پر بے پناہ جسامت اور طوالت رکھنے والا ایک عظیم زیرِ آب ارضیاتی فیچر ہے۔ بل کھاتی ہوئی لہراتی ہوئی یہ چٹانی دیوار اس قدر بڑی ہے کہ دیوارِ چین اس کے سامنے ہیچ ہے۔ غرضیکہ اتنا بڑا کوئی اور ارضیاتی فیچر سمندر یا خشکی پر کسی برّاعظم پر موجود نہیں۔

مقناطیسی پٹّیاں (Magnetic Strips) اور مقناطیسی قطبوں کا اُلٹ پھیر

زمین کی مقناطیسی خصوصیّات پر تحقیقی کام کا ڈول بھی 1950ء کی دہائی کے آغاز میں ڈالا گیا۔ تب سائنس دانوں نے اس کام کے لئے پہلی دفعہ مقناطیسی آلات استعمال میں لانا شروع کئے تھے۔ واضح رہے کہ زمین کی مقناطیسی خصوصیّات کی پیمائش جس آلے سے کی جاتی ہے، اسے میگنیٹو میٹر (Magnetometer) کہتے ہیں۔ یہ آلہ جنگِ عظیم دوم کے دوران ایجاد ہوا۔ اسے ہوائی جہاز پر نصب کر کے زمین کے مقناطیسی میدان کا ہوائی سروے (Airborne survey) کیا جاتا تھا۔ اس آلے اور سروے کا مقصد ابتداً جنگی نوعیّت کا تھا۔ اس کے ذریعے دشمن کی آب دوز کشتیوں کا سراغ لگایا جاتا تھا۔ زمانۂ جنگ کے اس کام کے دوران میں سائنس دانوں نے فرشِ سمندر پر کچھ غیر معمولی مقناطیسی تبدیلیاں نوٹ کیں۔ اگرچہ یہ انکشاف غیر متوقّع تھا، تاہم بالکل حیران کن بھی نہیں تھا۔ کیونکہ 1950ء کی دہائی کے دوران ہی میں فرشِ سمندر کی چٹانی ساخت کے بارے میں بہت اہم سائنسی معلومات جمع ہو چکی تھیں۔ تب تک ماہرینِ ارضیات یہ جان چکے تھے کہ فرشِ سمندر بسالٹ نامی آتش فشانی چٹان سے مل کر بنا ہے، جس میں لوہے کی معادِن کثیر مقدار میں پائی جاتی ہیں۔ ان معادن میں لوہے کی ایک قدرتی طور پر طاقتور مقناطیسی خصوصیّات رکھنے والی معدن ''میگنیٹائٹ'' بھی شامل ہے۔ بحری فرشوں کی چٹانوں میں میگنیٹائٹ کی موجودگی کی بنا پر مقناطیسی سوئی کے ذریعے کئے جانے والے پیمائش کے عمل کے خلط ملط ہو جانے کا ایسا تجربہ آئس لینڈ کے بحری جہاز رانوں کو 18ویں صدی کے

آخری سالوں میں ہو چکا تھا۔ دراصل کسی جگہ بحری قشری چٹانوں میں میگنٹائٹ کی معمول سے مختلف یعنی زیادہ یا کم مقدار میں موجودگی اس طرح کی خلافِ معمول مقناطیسی پیمائش کا موجب بن جاتی ہے۔ ابتداءً ان اتّفاقی تجربات اور بعدہٗ سائنسی بنیادوں پر غور و فکر کے نتیجے میں جلد ہی یہ بات کھل کر سامنے آگئی کہ بسالٹ میں میگناٹائٹ کی موجودگی اس چٹان کی مقناطیسی خصوصیّات کی پیمائش کرنے کے کام آسکتی ہے۔ اس طرح اس نئی سائنسی و تکنیکی دریافت کے ذریعے فرشِ سمندر میں واقع ہونے والی مقناطیسی تبدیلیوں کا مطالعہ کرنا ممکن ہو گیا۔ لہٰذا یہ تکنیک گہرے سمندری فرشوں کی تفصیلی جائزہ کاری کا ایک عمدہ ذریعہ ثابت ہوئی۔

بیسویں صدی کے آغاز میں قدیم مقناطیسیت (Paleomagnetism) کے ماہرین نے فرشِ سمندر کی چٹانوں کی مقناطیسی خصوصیّات کے مطالعات کا آغاز کیا۔ سب سے پہلے 1906ء میں فرانس کے برنارڈ برنہیس (Bernard Brunhes) اور پھر 1920ء کے عشرے میں جاپان کے موٹونوری میچویاما (Motonori Matuyama) نے دریافت کیا کہ فرشِ سمندر کی چٹانوں کو عمومی طور پر ان کی مقناطیسی خصوصیّات کے لحاظ سے دو گروپس میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔ چٹانوں کے ایک گروپ میں ایسی چٹانیں شامل ہیں، جن کے اندر موجود مقناطیسی معدن کی مقناطیسی خصوصیّات بھی وہی ہیں جو زمین کے موجودہ مقناطیسی فیلڈ کی خصوصیّات ہیں۔ سائنس دان اس چٹان کو ''نارمل'' مقناطیسی قطبیت (Normal Magnetic Polarity) کی حامل چٹان قرار دیتے ہیں۔ چٹانوں کے دوسرے گروپ کی مقناطیسی قطبیت اس کے برعکس ہوتی ہے۔ یعنی ان چٹانوں میں زمین کے موجودہ مقناطیسی فیلڈ کے الٹ مقناطیسی قطبیت پائی جاتی ہے۔ پہلے گروپ کی

چٹانوں میں میگنیٹائٹ کی معدن کی قلم (Crystal) کا شمالی رخ زمین کے مقناطیسی شمال کی طرف ہوتا ہے جبکہ چٹانوں کے دوسرے گروپ کی چٹانوں میں اس کا رخ الٹ ہوتا ہے یعنی اس کا جنوب زمین کے موجودہ مقناطیسی شمال کی طرف ہوتا ہے۔ مقناطیسی قطبوں کا یہ الٹ پھیر (Polar reversal) کیسے معلوم ہوا؟ اس سوال کا جواب آتش فشانی چٹانوں میں میگنیٹائٹ کی موجودگی کی مدد سے ملتا ہے۔

دراصل ہوتا یہ ہے کہ آتش فشانی کے ذریعے میگما یا لاوا کی صورت میں پگھلی ہوئی چٹانوں میں میگنیٹائٹ کی ننھّی منّی قلمیں نہایت چھوٹے چھوٹے مقناطیسوں کے طور پر کام کرتی ہیں اور پگھلی ہوئی ان چٹانوں میں زمین کے اُس وقت کے مقناطیسی فیلڈ کے مطابق رخ اختیار کر لیتی ہیں۔ یاد رہے ایسا اس وقت ہوتا ہے کہ جب میگما یا لاوا ابھی پگھلی ہوئی حالت میں ہوتا ہے۔ جب یہ پگھلی ہوئی چٹان آہستہ آہستہ ٹھنڈی ہو کر ٹھوس اور سخت چٹان کی صورت میں ڈھل جاتی ہے تو میگنیٹائٹ کی قلموں کا زمین کے مقناطیسی فیلڈ کے مطابق اختیار کیا ہوا رخ بھی وہیں محفوظ (Preserve) ہو جاتا ہے۔ یوں اس قدرتی عمل کے ذریعے مختلف ارضیاتی ادوار میں زمین کی مقناطیسی خصوصیّات ریکارڈ ہوتی جاتی ہیں۔ دوسرے الفاظ میں ٹھنڈی ہو کر ٹھوس بننے والی چٹانوں میں محفوظ ہو جاتی ہیں۔ اس قدرتی عمل کے تحت محفوظ شدہ سمندری فرش کی یہ مقناطیسی خصوصیّات اس وقت سامنے آنا شروع ہوئیں، جب 1950ء کی دہائی کے دوران میں سمندری فرشوں کی نقشہ سازی کا کام بھرپور انداز میں شروع ہوا۔ متعدّد سمندری فرشوں کی جامع نقشہ سازی کے بعد میتھیوز (Matthews) اور وائن (Vine) نے 1963ء میں بغرضِ تحقیق اس کا جائزہ لیا تو معلوم ہوا کہ مختلف ارضیاتی ادوار میں چٹانوں میں محفوظ ہونے والے سمندری

فرشوں کے مقناطیسی تغیّرات بے ترتیب یا ایک دوسرے سے الگ تھلگ انداز میں واقع نہیں ہوئے تھے، بلکہ ان تغیّرات کا وقوعی پھیلاؤ قابلِ شناخت اور ایک مخصوص ترتیب کے ساتھ موجود پایا گیا۔

جب میتھیوز اور وائن نے وسط بحری دیوار نما چٹانوں کے ایک بڑے علاقے کا نقشہ تیّار کر کے ان خاص مقناطیسی ترتیبوں (Magnetic patterns) کا بغور جائزہ لیا تو ایک اور دلچسپ انکشاف ہوا اور وہ یہ کہ مقناطیسی تغیّرات کی حامل یہ چٹانیں دو طرح کے مقناطیسی خواص رکھنے والی پٹیوں پر مشتمل ہیں اور زیبرا کراسنگ کی طرح کی خاص ترتیب میں یکے بعد دیگرے ایک دوسری کے ساتھ ملحق ملتی ہیں۔ اس کے ساتھ ہی یہ انکشا بھی ہوا کہ مختلف مقناطیسی خصوصیّات کی حامل چٹانوں کی یہ پٹّیاں باری باری متبادل ترتیب کے ساتھ واقع ملتی ہیں۔ یعنی ایک پٹّی نارمل مقناطیسی خصوصیّت کی حامل ہے تو اس سے ملحقہ پٹّی اس کے برعکس مقناطیسی خصوصیّت رکھنے والی ہوتی ہے۔ یہ پٹّیاں وسط بحری دیوار نما چٹانوں کے دونوں جانب متوازی ترتیب میں واقع ملتی ہیں اور باری باری نارمل رخ اور اس کے برعکس پھر نارمل اور پھر اس کے برعکس رخ کے ساتھ پائی جاتی ہیں ۔یکے بعد دیگرے پائی جانے والی مختلف مقناطیسی خصوصیّات کی حامل ان چٹانی پٹّیوں کو" مقناطیسی پٹیوں" کا نام دیا گیا (شکل نمبر 5.5 5.6

اس بار بار کی تبدیلیٔ رُخ سے ظاہر ہوتا ہے کہ زمین کا مقناطیسی فیلڈ ارضیاتی ماضی میں کئی مرتبہ اپنا رخ تبدیل کر چکا ہے۔ یہ عمل ہنوز جاری ہے اور مستقبل میں بھی جاری رہے گا۔ اس طبعی مظہر کو" زمین کے مقناطیسی قطبوں کا الٹ پھیر" کہتے ہیں۔ یہ پٹّیاں وسط بحری دیوار نما چٹانی سلسلے کے دونوں اطراف میں ایک جیسی ترتیب کے ساتھ ملتی ہیں۔

قطار اندر قطار پھیلی ہوئی پائی جاتی ہیں۔ ایک طرف کی پٹّیاں دوسری طرف آئینے کے عکس کے انداز میں اسی ترتیب کے ساتھ پڑی ملتی ہیں۔ یہ مقناطیسی پٹّیاں وقفے وقفے سے آتش فشانی کے عمل سے دونوں طرف ایک تسلسل اور ترتیب کے ساتھ وجود میں آتی رہتی ہیں۔ جب اس حیران کن ترتیب اور تسلسل کا بغور جائزہ لیا گیا تو پتہ چلا کہ جوں جوں ہم وسط بحری دیوار نما چٹانوں سے اس کے دونوں اطراف میں دور ہٹتے جائیں تو ان پٹیوں کی ارضیائی عمر میں اضافہ ہوتا چلا جاتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں یہ قدیم سے قدیم تر ہوتی جاتی ہیں۔ اس کا واضح مطلب یہ ہوا کہ کوئی پٹّی دونوں اطراف میں جتنی زیادہ دو ہو گی، اتنی ہی زیادہ قدیم ہو گی۔ یہ بات یوں بھی کہی جاسکتی ہے کہ اگر ہم دور جانے کے بجائے چٹانی دیوار کے قریب ہوتے چلے جائیں تو ان کی عمر کم ہوتی جاتی ہے (شکل نمبر 5.5)۔ اس ضمن میں ایک اہم بات یہ بھی دیکھنے میں آئی کہ ان دیوار نما چٹانوں کے محور (Axis) کے قریب واقع (کم عمر والی) چٹانیں زمین کی موجودہ قطبیت کے مطابق مقناطیسی قطبیت کی حامل ہیں یعنی ''نارمل'' مقناطیسی قطبیت کی حامل ہیں۔

اس ساری تفصیل سے ظاہر ہوتا ہے کہ آتش فشانی کے عمل کے نتیجے میں دیوار نما چٹانوں کے محور کے دونوں اطراف میں بننے والی چٹانی پٹّی بعد میں آتش فشانی کے برپا ہونے سے بننے والی نئی پٹّی کی وجہ سے وسطی دیوار نما چٹان کے محور سے دور ہوتی چلی جائے گی۔ گویا آتش فشانی کے بار بار واقع ہونے سے مقناطیسی پٹّیاں سامان بردار پٹے (Conveyor belt) کی طرح حرکت کرتی ہوئی وسط بحری چٹانوں سے دور ہٹتی چلی جاتی ہیں (شکل نمبر 5.5 اور شکل نمبر 5.6

1961ء میں ان چٹانوں پر کام کرنے والے ماہرینِ ارضیات نے یہ نظریہ پیش کیا کہ وسط

بحری دیوار نما چٹانیں دراصل کمزور ساخت رکھنے والے زونوں کی نشاندہی کرتی ہیں۔ جب سمندری فرش ان کی لمبائی کے رخ پر پھٹ کر دو حصّوں میں بٹ جاتا ہے تو زمین کے اندر ان کمزور اور گہرے زونوں سے نیا میگما بآسانی اوپر ابھر آتا ہے۔ اور یہاں سے آتش فشانی کے عمل کے نتیجے میں لاوا کی صورت میں ابل پڑتا ہے۔ یوں ٹھنڈا ہونے کے بعد یہ میگما یا لاوا نئے سمندری قشر کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ یہ عمل تسلسل کے ساتھ گزشتہ کروڑوں برسوں سے سمندری فرشوں پر واقع ہو رہا ہے۔ اس زبردست عمل کے تسلسل کے ساتھ واقع ہونے کے نتیجے میں وسط بحری دیوار نما چٹانوں کے طویل سلسلے نے جنم لیا ہے اور یہ وہ قدرتی عمل ہے جس کو ارضی ماہرین نے ''سمندری فرشوں کے پھیلاؤ'' کا نام دیا۔ وقت گزرنے کے ساتھ اس مفروضہ کے اثبات میں کئی طرح کی مزید شہادتیں اور دلائل میّسر آ گئے۔ جن کی بنا پر اس مفروضہ کو نظریہ کا درجہ مل گیا۔ نتیجتاً اس نظریہ کو بڑی تیزی سے حمایت حاصل ہوئی اور سمندری فرش اس نگاہ سے دیکھا جانے لگا کہ یہ زمین کے مقناطیسی میدان کے بار بار تبدیل ہونے کی تاریخ کی ایک قدرتی ''ٹیپ ریکارڈنگ'' ہے۔

پھیلاؤ کے اس عمل کے بارے میں باور کیا جاتا ہے کہ یہ پھیلاؤ دور پار کی دباؤ خیز قوّت (Far-field compressional force) کے زیرِ اثر واقع ہوتا ہے۔ آتش فشانی کے ذریعے پگھلی ہوئی مانٹل کی چٹان کا اس پھیلاؤ کے طویل محور میں سے باہر آنا پلیٹوں کے ایک دوسرے سے دور ہٹ جانے کے عمل کا غیر فعّال ردِّ عمل (Passive response) سمجھا جاتا ہے۔

سمندری فرشوں کے پھیلاؤ کی مزید شہادتیں

سمندری فرشوں کے پھیلاؤ کے نظریے کے اثبات میں اضافی شہادت سمندروں کے اندر پیٹرولیم کی تلاش کے کام کا آغاز ہونے پر میّسر آئی۔ جنگِ عظیم دوم کے بعد آنے والے برسوں میں برّاعظموں پر موجود پٹرولیم کے ذخائر تیزی کے ساتھ کم ہونے لگے تو سمندر کے اندر ساحلی علاقوں میں تیل کی تلاش کی کوششیں کی جانے لگیں۔ سمندری علاقے میں تیل کی تلاش کی خاطر تیل کمپنیوں نے بڑے بڑے بحری جہاز تیّار کئے جو بطورِ خاص اس قابل بنائے گئے کہ ان پر کھدائی کرنے والے رِگ (Rig) نصب کئے جاسکیں اور کھدائی میں استعمال ہونے والے کئی کئی کلو میٹر لمبے پائپ رکھنے اور اٹھانے کی گنجائش رکھتے ہوں۔ یہی بنیادی خیال بعد میں ایک تحقیقی بحری جہاز گلومر چیلنجر (Glomar Challenger) تیّار کرنے کا باعث بن گیا۔ اس بحری جہاز کو بطورِ خاص بحری ارضیات کے مطالعے کے لئے ڈیزائن کیا گیا تاکہ گہرے سمندری فرش سے بھی گولائی کھدائی کر کے چٹانی نمونے (Drill core samples) حاصل کئے جاسکیں۔ 1968ء میں اس جہاز کو ایک سال پر محیط سائنسی مہم پر روانہ کیا گیا۔ وسط اوقیانوسی دیوار نما چٹانوں کے آرپار گزر کر خاص خاص مقامات سے سمندری فرش کے نمونے حاصل کئے گئے۔ جب سائنس دانوں نے آئسوٹوپ کے طریقے اور رُکازیات (Paleontology) کی مدد سے ان نمونوں کی عمر معلوم کی تو سمندری فرشوں کے پھیلاؤ کی ایک اور زبردست شہادت مل گئی۔ اب ہم یہ بات یقینی طور پر کہہ سکتے ہیں کہ دیوار نما چٹانوں کے سلسلے کے ساتھ گزشتہ لاکھوں برسوں سے نیا بحری قشر تسلسل کے ساتھ بن رہا ہے۔ اس جاودانی عمل کی

روشنی میں برّاعظموں کی مسلسل آہستہ رو حرکت اور اپنی جگہ نہایت ہی آہستہ آہستہ تبدیل کرتے رہنے کی وضاحت بآسانی کی جاسکتی ہے۔

مسلسل نیا بحری قشر بننے کے اس عمل کے پیشِ نظر بعض ماہرینِ ارضیات نے شروع میں یہ خیال بھی ظاہر کیا تھا کہ زمانۂ آفرینش (Origin) سے کرۂ ارض کے حجم میں مسلسل اضافہ ہو رہا ہے۔ تاہم نام نہاد "وسعتِ ارضی کا مفروضہ" (Expanding Earth Hypothesis) برّاعظموں کی آہستہ رو حرکت پذیری کے حوالے سے ایک غیر تسلی بخش وضاحت قرار پایا۔ کیونکہ اس کی حمایت کرنے والے ماہرینِ ارضیات زمین کے حجم میں اتنی بڑی اور پھر (آتش فشانی کے حوالے سے) اس قدر اچانک وسعت پذیری کا کوئی مدلّل ارضیاتی میکانکی طریقہ نہ پیش کر سکے۔ اس کے برعکس ماہرینِ علومِ ارضی کی ایک بڑی اکثریّت کا نقطۂ نظر یہ ہے کہ 4.6 ارب سال پہلے وجود میں آنے کے بعد سے زمین کے حجم میں اگر کوئی تبدیلی ہوئی بھی ہے تو یہ بہت ہی کم ہے۔ چنانچہ اس ضمن میں کلیدی نوعیّت کا ایک بڑا سوال اٹھایا گیا اور وہ یہ کہ زمین کے حجم میں اضافہ کئے بغیر وسط بحری دیوار نما چٹانی سلسلے کے دونوں طرف مسلسل نیا قشر بننے کی وجہ سے سمندری قشر کے رقبے میں اضافے کی بات کیسے کی جاسکتی ہے؟ اس سوال نے ہیری ایچ ہیس کو بطورِ خاص جھنجھوڑا۔ بالآخر کافی غور و فکر کے بعد اس نے یہ موقّف اختیار کیا کہ اگر زمینی قشر وسط سمندری دیوار نما چٹانوں کے سلسلے کے اطراف میں وسعت پذیر ہے اور زمین کے حجم یا رقبے میں کوئی اضافہ بھی نہیں ہوتا تو یہ لازماً کسی دوسری جگہ سے سکڑ رہا ہے۔

ہیری ایچ ہیس کا یہ موقّف درست ثابت ہوا۔ ماہرینِ ارضیات کی سائنسی تحقیقات کے نتیجے میں معلوم ہوا کہ برّاعظموں کے کناروں پر واقع سمندری کھائیاں (Trenches

ایسے مقامات ہیں کہ جہاں سمندری قشر دوبارہ مانٹل میں غرق ہوتا رہتا ہے۔ ایسا مقام جہاں پرانے سمندری فرش کا مانٹل میں غرق ہونے کا عمل انجام پا رہا ہو، سب ڈکشن (Subduction zone) کہلاتا ہے۔ غرق ہونے والا بحری قشر یا ساختمانیات (Tectonics) کی اصطلاح میں بحری لِتھوسفیئر (Lithosphere) اپنے بے پناہ وزن کے زیرِ اثر ساری پلیٹ کو نیچے کی طرف کھینچتا ہے اور اس طرح پلیٹ کے ہٹاؤ کے عمل میں ایک قوّت کے طور پر کام کرتا ہے۔ اس قوّت کو کھچاؤ بذریعہ سلیب (Slab pull) کہا جاتا ہے۔ واضح رہے کہ ان طبعی حرکیات کی وجہ سے سب ڈکشن زون میں بہت زیاہ زلزلے آتے ہیں۔

اصطلاح ''بحری فرشوں کی وسعت پذیری'' کی تخلیق

یہ اصطلاح سب سے پہلے ہیری ایچ ہیس اور رابرٹ ایس ڈائٹز (Robert S. Deitz) نے استعمال کی جو امریکی ساحلی علاقوں اور نہایت چھوٹی چھوٹی پیمائشوں کا سروے (Geodetic servey) کرنے والے اداروں کے ساتھ منسلک سائنس دان تھے۔ ڈائٹز اور ہیس دراصل اُن اوّلین سائنس دانوں میں سے تھے، جنہوں نے سمندری فرشوں کی وسعت پذیری کے وسیع مفہومات کا ادراک کیا۔ جیسا کہ پہلے ذکر ہوا، ہیس نے یہ خیال پیش کیا تھا کہ نیا بحری قشر مسلسل وسط بحری دیوار نما چٹانوں کے دونوں اطراف میں تسلسل کے ساتھ وسعت پذیر رہتا ہے اور پھر لاکھوں سالوں کے عمل میں سمندری قشر کسی دوسری جگہ واقع سمندری کھائیوں میں غرق ہوتا رہتا ہے۔ یہ سمندری کھائیاں نہایت گہری اور تنگ ہیں۔ انتہائی گہرے نالوں کی مانند ایسی کھائیاں بحرالکاہل کے

کنارے کے ساتھ ساتھ پھیلی ہوئی ہیں۔ ان کھائیوں میں سب سے گہری سمندری کھائی، میریاناٹرینچ(Mariana Trench) ہے۔ اس کی گہرائی کا اندازہ آپ اس طرح لگائیں کہ اگر اس کے اندر دنیا کی بلند ترین چوٹی (8848 میٹر بلند) مائونٹ ایورسٹ رکھ دی جائے تو یہ پوری کی پوری اس میں غرق ہو جائے گی۔ اس کے بعد اس کے اوپر 1498 میٹر بلند کوہِ سکیسر (واقع ضلع خوشاب، پاکستان) رکھیں تو یہ بھی مکمّل طور پر اس میں ڈوب جائے گا۔ اس گہری ترین کھائی کی گہرائی 10994 میٹر سے بھی زیادہ ہے۔ہیس کے مطابق بحر اوقیانوس مسلسل وسعت پذیر ہے جبکہ بحر الکاہل مسلسل سکڑ رہا ہے، کیونکہ ایک درجن سے زائد سمندری کھائیاں اسی سمندر میں واقع ہیں (شکل نمبر 5.6)۔ جیسے جیسے وسعت پذیر دیوار نما چٹانوں کے سلسلے کے ساتھ دونوں اطراف میں نیا سمندری قشر وجود میں آرہا ہے، تیسے تیسے پرانا سمندری قشر اِن کھائیوں میں غرق ہوتا جارہا ہے۔ یوں زمین کے رقبے میں مجموعی طور پر کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی۔

اس بحث سے یہ بات سامنے آئی کہ سمندری فرش نئے قشر کے بننے اور پرانے سمندری قشر یا لتھوسفیئر کے سب ڈکشن زون میں غرق ہونے کی وجہ سے تسلسل کے ساتھ مستقلاً ری سائیکل (Recycle) ہوتا رہتا ہے۔

پھیلتے سمندری فرشوں کے نظریہ کے نکات کی بدولت سائنس دانوں کے اٹھائے ہوئے تمام سوالات کا جواب نہایت وضاحت کے ساتھ مل گیا۔ ان میں اہم ترین سوالات درج ذیل ہیں:

-1 زمین کا حجم سمندری فرشوں کی وسعت پذیری کے باوجود کیوں نہیں بڑھتا؟

-2 سمندری فرشوں پر اربوں سال سے موجود ٹھاٹھیں مارتے سمندروں میں سیڈیمنٹس

(Sediments) کی اتنی کم مقدار کیوں پائی جاتی ہے؟

-3 سمندری چٹانوں کی عمر برّاعظموں پر موجود چٹانوں کی عمر سے بہت کم ہے۔ آخر ایسا کیوں ہے؟

ان سوالات اور ان جیسے دوسرے سوالات کا نہایت مختصر جواب یہ ہے کہ سمندری قشر مسلسل "ری سائیکل" ہو رہا ہے۔

سمندری فرشوں کے پھیلاؤ کا زلزلوں کے ساتھ تعلّق

20 ویں صدی کے دوران میں دنیا بھر میں زلزلہ نگاروں (Seismographs) کا زیادہ سے زیادہ استعمال ہونے لگا تو سائنس دانوں کو زلزلوں کے بارے میں بہت سی نئی نئی معلومات حاصل ہوئیں۔ ان معلومات سے یہ اہم حقیقت سامنے آئی کہ زلزلہ واقع ہونے کے مقامات دنیا کے چند مخصوص حِصّوں میں مرتکز دکھائی دیتے ہیں۔ بطورِ خاص وسعت پذیر وسط بحری دیوار نما چٹانوں اور سمندری کھائیوں کے علاقوں میں ان کا نمایاں ارتکاز دیکھنے میں آیا۔ 1920ء کی دہائی کے آخر میں اور پھر اس کے بعد علومِ زلزلہ کے ماہرین نے سمندری کھائیوں کے متوازی واقع کئی نمایاں زلزلاتی زونوں یعنی کئی سبڈکشن زونوں کی نشان دہی کر لی تھی اور معلوم ہو گیا تھا کہ ان زونوں کی زمین کے اندر گہرائی کئی سو کلو میٹر تک ہے۔ یہ بھی دیکھا گیا کہ افقی سطح کے ساتھ ان زونوں کے مقامات کی سطح کے جھکاؤ کا زاویہ 40° سے 60° تک ہے۔ زمین کے اندر تک گڑے اور پھیلے ہوئے ان زلزلاتی زونوں کو سب سے پہلے جاپان کے ایک سائنس دان کائیوو داتی (Kiyoo Wadate) اور ایک امریکی سائنس دان ہیوگو بنی اوف (Hugo Benioff) نے

دریافت کیا۔ اسی بنا پر ان زونوں کو انہی ماہرینِ زلزلہ کے اعزاز میں ''وداتی بنی اوف Wadate-Benioff Zone) کا نام دیا گیا۔ تاہم بعد ازاں یہ نام مختصر ہو کر صرف بنی اوف زون رہ گیا (شکل نمبر 5.7

1960ء کی دہائی میں معیاری زلزلہ نگاروں کے عالمی نیٹ ورک (World-Wide Standard Seimographs Network) یا مختصراً ڈبلیو ڈبلیو ایس ایس این (WWSSN)) کے قیام کے ساتھ عالمی سطح پر زلزلوں کی وقوع پذیری کا مطالعہ کرنے میں بہت زیادہ پیش رفت ہوئی۔ یہ نیٹ ورک بنیادی طور پر 1963ء میں نیوکلیائی ہتھیاروں کے برسرِ زمین ٹیسٹوں پر پابندی کے معاہدے پر عمل درآمد کی نگرانی کے لئے قائم کیا گیا تھا۔ لیکن بعد میں علومِ زلزلہ کے میدان میں بھی ایک بڑی علمی پیش رفت کا باعث بن گیا۔ اس نیٹ ورک کے آلات سے حاصل ہونے والا نہایت شاندار اور درست ڈیٹا علومِ زلزلہ کے ماہرین کے لئے بڑا کار آمد ثابت ہوا۔ اس ڈیٹا کی مدد سے سائنس دانوں نے دنیا بھر میں زلزلوں کے ارتکاز والے زونوں کی نقشہ سازی کا کام نہایت صحت اور درستی کے ساتھ انجام دیا۔

سمندری کھائیوں اور وسط بحری دیوار نما چٹانوں کے زلزلوں کے ساتھ تعلّق کے سلسلے میں ایک اہم سوال یہ تھا کہ اس تعلّق کی نوعیّت کیا ہے؟ اور یہ نوعیّت کس قدر اہم ہے؟ اس تعلّق کا تفصیلی مطالعہ سمندری فرشوں کی وسعت پذیری کے مفروضے کی تصدیق کرنے کے ساتھ اہم سائنسی دلائل فراہم کرنے کا باعث بنا۔ جیسا کہ پہلے ذکر کیا گیا ہے، زلزلوں کے مطالعہ کے ذریعے زلزلوں کے ارتکاز والے زونوں کی ٹھیک ٹھیک نشاندہی ممکن ہوئی۔ مزید برآں ہیس کی اس پیشن گوئی کی تصدیق بھی ہو گئی کہ سمندری قشر وسط

بحری دیوار نما چٹانوں کے دونوں اطراف میں وجود پذیر ہو رہا ہے اور اس کے ساتھ ہی سمندری کھائیوں کے زونوں یعنی سبڈکشن زونوں کے ذریعے واپس مانٹل میں دھیرے دھیرے دھنس رہا ہے۔ گویا سمندری فرشوں کے پھیلاؤ کے نتیجے میں قشرِ ارض کے رقبے میں ہونے والا اضافہ سبڈکشن زونوں میں غرق ہو جاتا ہے۔ یوں قشرِ ارض کا مجموعی رقبہ وہی رہتا ہے۔ اس میں کمی یا اضافہ نہیں ہوتا۔

آج ''سمندری فرشوں کی وسعت پذیری'' کے نظریہ کے بڑے بڑے نکات کے اثبات میں متعدّد ارضیاتی شہادتیں دستیاب ہو چکی ہیں۔ سب سے پہلے تو یہ کہ جیسے جیسے وسط بحری دیوار نما چٹانوں کی طرف بڑھیں، بسالٹی سمندری قشر اور اس کے اوپر جمع ہونے والے رسوب کی عمر کم ہوتی جاتی ہے اور رسوب کی تہہ پتلی ہوتی جاتی ہے۔ یہ بات گہرے سمندری فرشوں کی کھدائی کے ذریعے حاصل کردہ چٹانی نمونوں کے مطالعہ سے ظاہر ہوئی۔ دوسری اہم شہادت سمندری فرش تشکیل دینے والی چٹانیں برِّاعظموں پر پائی جانے والی چٹانوں کے مقابلے میں بہت زیادہ کم عمر ہیں۔ ایک جائزے کے مطابق سمندری فرش کی کسی بھی چٹان کا کوئی نمونہ بیس کروڑ (200 ملین) سال سے زیادہ قدیم نہیں۔ اس کے مقابلے میں برِّاعظموں پر واقع چٹانوں کی کم از کم عمر بھی تین ارب برس سے زیادہ ہے۔ لہٰذا جدید تحقیق کے نتائج سے اس بات کی تصدیق ہو گئی ہے کہ سمندری فرش وجود میں آنے کے بعد بیس کروڑ سال سے کم عرصے میں گہری بحری کھائیوں کے راستے دوبارہ مانٹل میں غرق ہو جاتا ہے۔

1960ء کی دہائی کے وسط تک زمین کے مقناطیسی فیلڈ کی قطبیت کے وقفہ وقفہ سے الٹ پھیر کی تاریخ کا کافی علم حاصل ہو گیا تھا۔ لہٰذا مقناطیسی قطبوں کی تاریخ کی مدد سے نارمل

اور اس کے الٹ قطبیت کا ایک ٹائم سکیل تیّار کیا گیا۔ اس ٹائم سکیل کے جائزے سے پتہ چلا کہ گزشتہ 76 ملین (7 کروڑ 60 لاکھ) سالوں کے دوران میں زمین کا مقناطیسی فیلڈ 171 مرتبہ بدلا ہے۔

وسط بحری دیوار نما چٹانوں کے سلسلے کے قریب کئے گئے مقناطیسی سروے کے جائزے سے معلوم ہوا کہ لمبائی کے رخ پر متوازی ترتیب پائی ہوئی نارمل قطبیت اور اس کے برعکس قطبیت کی حامل مقناطیسی پٹّیاں طوالت پذیر رفٹ کے ساتھ ساتھ متوازی پھیلتی چلی جاتی ہیں (شکل نمبر 5.6 زمین کی مقناطیسی تاریخ کی ریکارڈنگ، پھیلتے ہوئے سمندری فرشوں کی صورت میں نہایت ہی کم رفتار مقناطیسی ٹیپ ریکارڈنگ کے طور پر ہوئی اور سمندری چٹانوں میں محفوظ ہو گئی۔ اسی طرح سمندری فرشوں کی نہایت آہستہ رو حرکت اور وسعت پذیری کا مسلسل ریکارڈ بھی بحری فرشوں کی چٹانوں میں محفوظ ہو چکا ہے۔

مزید برآں وسط بحری دیوار نما چٹانوں میں پیدا ہونے والے فریکچر زونوں کے مطالعہ سے پتا چلا کہ یہ زون وسط بحری چٹانی دیوار کے مختلف حصوں کو پھِسلا کر اِدھر اُدھر دائیں بائیں ہٹا دیتے ہیں (شکل نمبر 5.4)۔ یہ امر بھی اپنی جگہ پر بحری فرشوں کے پھیلاؤ کی تصدیق کرتا ہے۔

باب6

زمین کے رواں دواں مقناطیسی قطبین

(Polar Wandering)

اللہ تعالیٰ نے ہمارے رہائشی سیّارے کو اس بے کراں کائنات کے ایک پُر سکون گوشے میں کچھ اس طرح تخلیق کیا کہ اسے زندگی کے لئے نہایت ساز گار اور پرورش آفریں ماحول سے مزیّن کیااور اس کو ایک زندہ اور متّحرک سیّارہ(Dynamic planet)بنایا۔ ہم جانتے ہیں کہ زمین ایک بہت بڑا دو قطبی مقناطیس ہے (باب۔4

اگر شمالی مقناطیسی قطب کے ارضیاتی وقت کے ساتھ اپنی جگہ تبدیل کرتے رہنے کے عمل پر غور کریں تو قدرتی طور پر ذہن میں سوال پیدا ہوتا ہے کہ مقناطیسی قطبین کی اس نقلِ مقامی کی وجہ کیا ہے؟ کیا اس کی وجہ قطبین پر کروڑوں ٹن برف اور گلیشیئرز کی موجودگی ہے؟ کیا یہ ممکن ہے کہ ماضی میں مختلف ارضیاتی ادوار کے دوران قطبین پر معمول سے کہیں زیادہ برف جم گئی ہو؟ اور اگر یہ فرض کر لیا جائے کہ ایسا کبھی ہوا ہو گا یا ہو سکتا ہے تو اس کا امکان کس قسم کے ماحولیاتی حالات میں ہو سکتا ہے؟ پھر یہ سوال بھی ذہن میں جنم لیتا ہے کہ کیا اربوں ٹن برف کی یہ مقدار واقعی زمین کے گردشی محور کو اپنی جگہ سے ہلا سکتی ہے؟ اسی طرح اس امکان پر بھی غور کیا جا سکتا ہے کہ کیا کبھی آسمان پر نظر آنے والے ستاروں کے اثراتی میدان (Star field) کی پوزیشن میں کوئی غیر معمولی تبدیلی واقع ہوئی؟ اور کیا اس غیر معمولی تبدیلی کا تذکرہ قدیم ترین تحریروں میں ملتا ہے؟ اگر ان امکانات کو درست تسلیم کیا جائے کہ زمین کے گردشی محور کی جگہ تبدیل ہو جائے یا سٹار فیلڈ میں تبدیلی آجائے تو کیا یہ دو عظیم عوامل مقناطیسی قطبین کی نقل مقامی کا باعث بن سکتے ہیں؟ اگر محض اسی امکان کو تسلیم کر لیا جائے کہ شمالی قطب اپنی جگہ تبدیل کرتا رہا تو قابل غور امر یہ ہے کہ کیا جگہ کی تبدیلی کا یہ عمل اچانک واقع ہوتا ہے؟ یا پھر نہایت آہستہ آہستہ؟ مثلاً چند سنٹی میٹر فی سال، جسے ہم انسان اپنی روز مرّہ زندگی میں محسوس نہیں کر سکتے اور اس طرح کی نہایت آہستہ رو تبدیلی سے زمین کے اندر واقع ہونے والے قدرتی عوامل اور انسانی زندگی کے معمولات میں بھی کوئی بڑا فرق واقع نہیں ہوتا اور ایسے میں کوئی اچانک تبدیلی دیکھنے میں نہیں آتی۔

اسی طرح یہ بات بھی قابل غور ہے کہ اگر زمین کے گردشی محور کی پوزیشن میں کوئی

تبدیلی واقع ہو تو پھر اس تبدیلی کی کتنی بڑی مقدار قشرِ ارض کو بڑے پیمانے پر اپنی جگہ سے ہٹا اور پھسلا (Displace) سکتی ہے؟ اگر ایسی کوئی تبدیلی عالمی سطح پر ہمارے زمانے سے قبل ارضیاتی ماضی میں واقع ہوئی ہے تو کیا ایسا ایک یا ایک سے زیادہ مرتبہ ہوا ہے؟ اگر ایسا ہوتا رہا ہے تو کیا ہم مستقبل میں اس کی پیش گوئی کر سکتے ہیں کہ پھر ایسا کب ہو گا؟ اس سوال پر غور و فکر بھی اہمیّت کا حامل ہے کہ اگر قطبین پر برف کی ضخیم تہیں اس کی نقل مقامی کا باعث ہیں تو کیا جدید انسان اپنے عزم و ارادے اور ماڈرن ٹیکنالوجی کے بل پر اس عمل کو محدود کر سکتا ہے؟ پھر کیا حادثاتی طور پر ایسا ہونا ممکن ہے؟ ان سارے سوالات کے جوابات تلاش کرنا آج کے انسان کی عملی و تحقیقی جدّوجہد کا ایک بہت بڑا سرنامہ ہے۔ مگر کیا اس سوال پر بھی غور کرنا چاہئے کہ قطبین اپنی جگہ تبدیل کر بھی رہے ہیں یا نہیں؟ یعنی کیا یہ ممکن ہے کہ قطبین تو ساکن ہوں مگر برِّاعظم اپنی جگہوں سے آہستہ آہستہ کھسکتے رہتے ہوں۔ جس کی بنا پر ان کا جغرافیائی مقامِ وقوع تبدیل ہوتا رہا ہے۔ اس سارے پسِ منظر میں ارضیاتی سائنسدانوں کے سامنے آج سب سے بڑا سوال یہ ہے کہ دیکھا جائے کہ دراصل عملاً ہو کیا رہا ہے؟ اور کیسے واقع ہو رہا ہے؟

چٹانوں میں محفوظ قدیم ارضیاتی آب و ہوا کے آثار اور قدیم مقناطیسیت کے ریکارڈ کی بنیاد پر ماہرینِ ارضیات کے نزدیک ''قطبین کی نقلِ مقامی'' کے الفاظ سے دو واضح اور مختلف معانی برآمد ہوتے ہیں۔ جزوی طور پر اس اختلافِ معانی کی وجہ یہ ہے کہ قطب سے مراد مقناطیسی قطب بھی ہو سکتا ہے اور جغرافیائی قطب بھی (شکل نمبر 4.2)۔ لہٰذا اگر اس طرح کی کوئی نقلِ مقامی ماضی میں واقع ہوئی ہے تو دونوں اقسام کے قطبین میں سے کس کی؟ یعنی مقناطیسی قطبین کی یا جغرافیائی قطبین کی؟ یا پھر ایسا ہے کہ یہ دونوں قسم کے

قطبین زمین کے ارضیاتی ماضی میں اپنی جگہ مسلسل تبدیل کرتے رہے ہیں۔

قطبین کی نقلِ مقامی کا نظریہ پیش کرنے والا اوّلین سائنسدان، چارلس ایچ ہیپ گُڈ (Charles H. Hapgood) تھا۔ بنیادی طور پر ہیپ گڈ تاریخ کا پروفیسر تھا۔ اس نے اپنے چند شاگردوں کے توّجہ دلانے پر اٹلانٹس (Atlantis) نامی گمشدہ برِّاعظم کو تلاش کرنے کے لئے اس کی کھوج لگانے اور اس پر تحقیق کا آغاز کیا۔ اسی اثناء میں اس کا خیال ہیو آکن کلاس برائون (Hugh Auchincloss Brown) نامی سائنسدان کے نظریات کی طرف مڑ گیا۔ برائون کے نظریات کے مطابق زمین کے گردشی محور کو، اس کا زاویہ بڑے پیمانے پر تبدیل، کر کے تبدیل شدہ نئے زاویے پر دوبارہ ٹکایا جاسکتا ہے۔ تاہم کافی غور و فکر کے بعد ہیپ گُڈ اس نتیجے پر پہنچا کہ پوری زمین کو اس کے محور کے گرد کسی نئی پوزیشن پر نہیں لے جایا جاسکتا۔ البتہ صرف اس کے بیرونی قشر کا حرکت کرنا یا پھسلنا ممکن ہے۔ یہ اسی طرح ہے کہ جیسے سنگترے کے اوپر ڈھیلے ڈھالے چھلکے کو ہم اس کے اندر موجود غیر متّحرک رس بھرے حصّے کے اوپر پھسلا سکتے ہیں۔ ہیپ گُڈ کے ان خیالات اور اس کے غور و فکر پر مبنی ایک مضمون 1958ء میں "زمین کا اپنی پوزیشن تبدیل کرتا ہوا قشر" (Earth's Shifting Crust) کے عنوان سے شائع ہوا۔ اس کام میں اس کے ساتھ جیمز ایچ کیمبل (James H. Campbell) نامی ایک ماہر ریاضی دان اور انجینئر بھی شامل تھا۔ اس مضمون میں زمین پر شمالی قطب کی جگہ تبدیل کرنے کی وضاحت نقشوں کے ذریعے کرنے کی کوشش کی گئی تھی۔

ہیپ گُڈ کے مطابق اگر ہم شمالی قطب کے موجودہ مقام کو پیشِ نظر رکھتے ہوئے بغور جائزہ لیں تو اس قطب کے گزشتہ کم از کم تین مقامات کی شناخت کی جاسکتی ہے۔ شکل نمبر

6.1 میں ان تین مقامات کو قدرے خام اندازے کے مطابق نقطوں کے ذریعے دکھایا گیا ہے۔ ہیپ گڈ کے خیال میں ایک جگہ سے دوسری جگہ پر منتقل ہونے کے واقعات ایک دم یا تیزی کے ساتھ ظہور پذیر نہیں ہوئے تھے، بلکہ یہ عمل نہایت آہستہ روی کے ساتھ دھیرے دھیرے واقع ہوا۔ اس طرح کہ ایک سے دوسری جگہ منتقلی کے عمل میں تقریباً پانچ ہزار سال لگے۔ اس سلسلے میں اس نے جو سائنسی ثبوت اور شہادتیں اکٹھی کیں، ان کی توضیح و تشریح کی بنا پر اس نے لکھا کہ ایسی تقریباً ہر منتقلی کے بعد شمالی قطب اندازاً تیس سے تیس ہزار سال کے عرصے تک اسی نئی جگہ پر برقرار رہا۔

شمالی قطب کی پہلی پوزیشن تقریباً 80,000 سال پہلے برّاعظم شمالی امریکہ کے یوکون (Yokon) نامی علاقے میں تھی۔ یہاں سے شمالی قطب مشرق کی طرف تقریباً 75 ہزار سال پہلے بحیرۂ گرین لینڈ کی طرف منتقل ہو گیا۔ اس دوسری پوزیشن پر آنے کے بعد آج سے تقریباً 55 ہزار سال پہلے یہ قطب کسی دوسری جگہ پر منتقل ہونا شروع ہوا تو جنوب مغرب کی طرف آج کل خلیج ہڈسن (Hudson Bay) کہلانے والے علاقے کی طرف منتقل ہو گیا۔ یہ منتقلی تقریباً 50 ہزار سال پہلے مکمّل ہوئی۔ شمال قطب کی تیسری (موجودہ) پوزیشن کی طرف منتقلی آج سے تقریباً 17 ہزار سال پہلے شروع ہوئی اور شمال کی طرف منتقل ہونے کے بعد تقریباً 12 ہزار سال سے شمالی قطب موجودہ پوزیشن پر واقع ہے۔

ہیپ گُڈ نے دلائل کے ساتھ مزید واضح کیا کہ قطب اگرچہ تھوڑے سے فاصلے پر ہی کیوں نہ ایک سے دوسری جگہ منتقل ہوں، مثلاً صرف چالیس درجے (40°) کے اندر اندر تو اس تھوڑی سی تبدیلی کے مقابلے میں خطِ استوا کی پوزیشن میں کہیں زیادہ بڑی

تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ لہٰذا خطِ استوا کی نئی پوزیشن کافی فاصلے پر جا کے منتقل ہوتی ہے۔
شکل نمبر 6.2 میں دو مختلف ارضیاتی ادوار میں خطِ استوا کے تبدیل شدہ مقامات دکھائے گئے ہیں۔ اگرچہ ان مقامات کا تعیّن قدرے ڈھیلے ڈھالے انداز میں کیا گیا ہے اور ہم اسے بالکل درست نہیں کہہ سکتے۔ تاہم اس کے باوجود اس شکل سے یہ بات ضرور کھل کر سامنے آجاتی ہے کہ شمالی قطب کی پوزیشن میں تبدیلی کی صورت میں خطِ استوا کی پوزیشن میں واقع ہونے والے فرق کا حجم کتنا بڑا ہے؟ اگر ہم خطِ استوا کی موجودہ پوزیشن کا موازنہ ماضی کی مختلف پوزیشنوں کے ساتھ کریں تو ہم دیکھیں گے کہ خطِ استوا کے ٹراپکس (Tropics) کی لائن سے آگے منتقل ہونے کی صورت میں سب ٹراپکس (Sub-tropics) کا مقام اور نام ہی تبدیل ہو جاتا ہے۔ پوزیشن کی اس تبدیلی کا قدرے خام اندازہ ہم موجودہ جغرافیہ کے مطالعہ کے ذریعے کر سکتے ہیں، مثلاً دنیا میں کئی علاقے، جہاں پہلے ماضی میں صحرا پائے جاتے تھے، پھر وہاں جنگلات اُگ آئے۔ یوں یہ علاقے اب جنگلات کے علاقوں میں ڈھل گئے ہیں۔ صحرائوں سے جنگلوں کی طرف یہ تبدیلی محض خطِ استوا کی نئی جگہ پر منتقلی کی وجہ سے ہوتی ہے۔ اب ذرا اس جغرافیائی حقیقت پر توجّہ مبذول کریں کہ آج کل برازیل اور ایمزون کے جنگل کی شکل میں جو علاقے موجود ہیں، کیا یہ خطِ استوا کی ماضی کی تینوں پوزیشنوں پر واقع رہے ہوں گے؟ سعودی عرب بہر صورت بہت ہی قریب واقع رہا ہو گا۔ کیا ایسا نہیں ہوا؟
ہیپ گُڈ نے قطبین کی نقلِ مقامی کے حوالے سے اپنی تحقیق کی روشنی میں جو نتائج اخذ کئے، اس کی سائنسی شہادت پیش کرنے کے لئے اس نے ارضیاتی ماضی میں برپا ہونے والے برفانی ادوار (Glacial periods) اور ان کے درمیان غیر برفانی وقفوں کا بغور

مطالعہ کیا۔ گویا اس نے غیر برفانی (گرم) اور برفانی (سرد) ادوار کے نتیجے میں زمین پر واقع ہونے والی جغرافیائی تبدیلیوں کے گہرے مطالعہ سے سائنسی شہادتیں جمع کیں مثلاً ایمزون کے جنگلات، برازیل کے علاقے اور سعودی عرب کا صحرا جن کا اوپر ذکر ہوا۔

شکل نمبر 6.3 میں برِّاعظم یورپ اور برِّاعظم شمالی امریکہ میں مختلف ادوار میں شمالی قطب کی نقلِ مقامی کے راستے اور مقامات دکھائے گئے ہیں۔ اس شکل کو بغور دیکھنے سے یہ محسوس ہوتا ہے کہ ایک ہی ارضیاتی دور میں دو مختلف برِّاعظموں میں شمالی قطب کی نقلِ مقامی کے دو مختلف واقعاتی سلسلے رونما ہوئے ہیں۔ تاہم یہ مشکل آپ سے آپ ختم ہو جاتی ہے۔ جب اس ارضیاتی دور میں برِّاعظم یورپ کی جگہ کو سلائیڈ کر کے واپس مغرب کی طرف لایا جائے تو یہ دونوں نقلِ مقامی کے راستے ایک دوسرے کے اوپر منطبق ہو جاتے ہیں۔ گویا نقل مقامی کے بظاہر نظر آنے والے دو راستے دراصل ایک ہی راستہ تھا۔ کیوں؟ اس لئے کہ اس ارضیاتی دور میں یہ دونوں برِّاعظم باہم اکٹھے تھے۔

شکل نمبر 6.4 میں مختلف سائنسدانوں اور سائنسی تحقیق کرنے والے گروپوں کی تحقیق کے نتیجے میں جنوبی اور شمالی قطب کے نقلِ مقامی کے بہت سے راستے دکھائے گئے ہیں۔ اس شکل کے مشاہدہ سے اندازہ لگایا جاسکتا ہے کہ ماہرینِ ارضیات اور سائنس دانوں کی کتنی بڑی تعداد اس علمی میدان میں تحقیقی مطالعات میں مصروفِ کار ہے۔

برِّاعظموں کی سست رو حرکت پذیری کے سبب آج ہم برِّاعظموں اور موجودہ سمندروں کو جن جغرافیائی مقامات پر دیکھتے ہیں، قدیم ارضیاتی ادوار میں وہ ان مقامات پر نہ تھے۔ بلکہ باہم اکٹھے تھے (باب 3: براعظموں کا کھسکاؤ)۔ شکل نمبر 6.5 میں خشکی کے تمام زمینی ٹکڑوں کے ایک جگہ پر اکٹھا واقع ہونے اور اُس ارضیاتی دور میں اس وقت کے برِّاعظموں

کی پوزیشن کے حوالے سے شمالی قطب کی پوزیشن دکھائی گئی ہے۔

تاریخی پس منظر

1892ء میں جوزف ایڈیمر (Joseph Adhemar) نامی ریاضی دان نے خیال پیش کیا کہ قطبین پر برف کی نہایت ضخیم تہہ جم جانے سے زمین وقفے وقفے سے تھرتھراجاتی (Flip flop) ہے۔ ایسا ہونے پر قطبین کے مقام کی تبدیلی کے مطابق خطِ استوا کی پوزیشن بھی تبدیل ہو جاتی ہے۔ تاہم ہیوایکن کلاس برائون کا نقطۂ نظر یہ تھا کہ یہ درست ہے کہ ایڈیمر کے پیش کردہ ماڈل کے مطابق قطبین واقعی اپنی جگہ تبدیل کرتے ہیں۔ تاہم یہ تبدیلی اچانک اور ایک دم واقع ہوتی ہے اور تباہی کی (Catastrophic) صورت اختیار کرتی ہے۔ اسی طرح یہ بھی درست ہے کہ قطبین پر برف کا بے پناہ مقدار میں جمع ہونا گردشی محور میں تھرتھراہٹ پیدا کرتا ہے اور اس کے کپکپانے کا باعث بنتا ہے۔ برائون کے نقطۂ نظر کے مطابق اس تبدیلی کا دورانیہ 70 لاکھ سال ہوتا ہے۔ تاہم اس نظریے کے اوّلین پیش کاروں میں ہیپ گڈ کے پیش کردہ نظریات کو سب سے زیادہ سراہا اور درست مانا جاتا ہے۔

ہیپ گُڈ نے ایڈیمر کے پیش کردہ ماڈل کی بنیاد پر یہ خیال پیش کیا کہ برف کی بے انتہا مقدار کسی ایک قطب پر یا دونوں پر جمع ہو کر زمین کے گردشی توازن کو غیر مستحکم کر دیتی ہے۔ جس کی بنا پر جوفِ ارض ٹھوس اور جامد ہونے کی وجہ سے بیرونی قشرِ ارض کے بہت بڑے حصّے یا تقریباً تمام قشر کو اپنے اردگرد پھسلانے کا سبب بنتا ہے۔ اُس کے خیال کے مطابق دراصل بیرونی قشرِ ارض ہی وہ زمینی حِصّہ ہے جو محور کے رُخ اور مقام کو قائم رکھتا

ہے۔ اس ضمن میں اس نے دلائل کے ساتھ یہ نقطۂ نظر پیش کیا کہ مقناطیسی قطب کی ایک مقام سے دوسرے مقام تک تبدیلی کا دورانیہ اندازاً پانچ ہزار سال ہوتا ہے۔ جس کے بعد کم و بیش بیس ہزار سال کے عرصے تک قطبین ساکن رہتے ہیں اور اپنی جگہ تبدیل نہیں کرتے۔ اسی طرح اس نے ریاضیاتی حساب کتاب کرنے کے بعد یہ خیال بھی پیش کیا کہ قطبین کی ایک سے دوسری جگہ نقلِ مقامی کا زاویائی علاقہ چالیس درجے 40o)) سے زیادہ کبھی نہیں ہوتا۔ اس نے ارضیاتی ماضیٔ قریب میں شمالی قطب کے تبدیلیٔ مقامات کی مثالیں پیش کیں، مثلاً یوکون کا علاقہ۔

خلیج ہڈسن، بحر اوقیانوس میں آئس لینڈ اور ناروے کے درمیان ایک مقام ہے جو قطبین کی نقلِ مقامی کے ضمن میں نہایت آہستہ حرکت پذیری کی ایک واضح مثال ہے۔ اس مثال سے پتا چلتا ہے کہ اگر کوئی تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں تو ان کی ایک بہت بڑی تعداد کی حیثیت بہت معمولی نوعیّت کی تبدیلیوں کی ہوتی ہے اور اس میں کسی قسم کی تباہی کا عنصر شامل نہیں ہوتا۔ اس کے بالکل برعکس سائنسدانوں کا ایک گروہ قطبین کی نقلِ مقامی کے عمل کا ایک ڈرامائی منظر پیش کرتا ہے۔ ان کے نزدیک یہ نقلِ مقامی بڑی تیزی کے ساتھ واقع ہوتی ہے اور اس دوران میں جغرافیائی تبدیلیاں بھی ڈرامائی انداز میں وسیع پیمانے پر تیزی کے ساتھ واقع ہوتی ہیں۔ جبکہ بعض علاقوں میں زلزلوں اور سونامی طوفانوں کی وجہ سے محدود پیمانے پر تباہی بھی ہوتی ہے۔

مزید نقطہ ہائے نظر

مقناطیسی قطبین کی نقلِ مقامی کے ضمن میں کچھ مزید نظریات بھی پیش کئے جاتے ہیں،

مثلاً ان میں سے ایک نقطۂ نظر کے مطابق غیر معمولی مقناطیسی قوّت کا حامل کوئی سیّارہ وسیع و عریض خلا میں جب چلتے چلتے ہماری زمین کے کافی قریب آگیا تو اس نے عارضی طور پر زمین کے مقناطیسی میدان کا رخ تبدیل کر دیا۔ یہ عمل لتھوسفیئر کو مانٹل کے اوپر گھسیٹتے اور پھسلاتے ہوئے کسی نئے گردشی محور پر لے آیا۔ بعد میں اس سیّارے کے دور چلے جانے پر (جہاں وہ زمین پر اپنے اثرات نہیں ڈال سکتا تھا) سورج کے مقناطیسی فیلڈ نے دوبارہ زمین کے مقناطیسی فیلڈ کا تعیّن کیا۔

ایک اور نظریے کے مطابق انتہائی تیز ولاسٹی کے ساتھ حرکت کرنے والا ایک سیّارچہ (Asteroid) یا کوئی دم دار ستارہ زمین کے ساتھ ایک ایسے زاویے سے زور کے ساتھ ٹکرایا کہ پوری کی پوری زمین ہل کر رہ گئی اور اس اثناء میں اس کا محور بھی تبدیل ہو گیا۔

اسی طرح ایک اور نظریے کے مطابق اس تبدیلی کا باعث جوفِ ارض اور مانٹل کی حد بندی (CMB: Core Mantle Boundary) کے نشیب و فراز پر پیدا ہونے والے زبردست مدّ و جذر (Perturbations) ہیں۔ یہ مدّ و جذر مانٹل کی گردشی رفتار کے مقابلے میں جوفِ ارض کی مختلف اور نسبتاً تیز رفتار گردش کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں اور گردشی محور کے ویکٹر (رُخ) میں تبدیلی کا باعث بنتے ہیں۔ نتیجتاً جوفِ ارض اور مانٹل کی حد بندی پر چٹانی مواد ایک نئی ترتیب اختیار کرتا ہے اور یہ نو ترتیبی اپنی جگہ پر قطبین کی نقلِ مقامی کا سبب بنتی ہے۔

ویگنر کا نظریہ اور شمالی قطب کی نقلِ مقامی کا مفروضہ

اب تک صرف شمالی قطب کے حوالے سے نقلِ مقامی پر بات کی گئی۔ آئندہ سطور میں

مزید امکانات زیرِ بحث آئیں گے۔

ویگنر نے قدیم مقناطیسیت کی شہادت کی بنیاد پر نتیجہ اخذ کیا کہ قطبین اور خطِ استوا کی ظاہری پوزیشن تمام ارضیاتی ادوار میں آہستہ روی کے ساتھ حرکت پذیر رہی ہے۔ ویگنر کے نقطہ نظر کے مطابق اس کے توضیحی امکانات ایک سے زیادہ ہوسکتے ہیں، مثلاً

(1 برِّاعظم ساکن رہے جبکہ قطبین عملاً حرکت پذیر رہے (شکل نمبر 66.۔الف) یا

(2 قطبین ساکن رہے جبکہ برِّاعظم آہستہ آہستہ اپنی جگہ سے کھسک کر جگہیں تبدیل کرتے رہے (شکل نمبر 66.۔ب) یا

(3 دونوں حرکت پذیر رہے۔

1912ء میں جب ویگنر نے برِّاعظموں کی آہستہ رو حرکت پذیری کا نظریہ پیش کیا تو سائنسدانوں کے ایک گروپ نے یہ نقطۂ نظر اختیار کیا کہ قطبین اپنی جگہوں پر ہی قائم رہے جبکہ برِّاعظم اپنی جگہ تبدیل کرتے رہے۔ دوسری جانب قطبین کی نقلِ مقامی کے حامی ماہرینِ ارضیات کا نقطۂ نظر تھا کہ برِّاعظم تو اپنی اپنی جگہ پر ساکن رہتے ہیں البتہ قطبین اپنی جگہ مسلسل تبدیل کرتے رہتے ہیں (شکل نمبر 6.6 الف اور ب)۔ معاملہ کچھ بھی ہو، ماہرینِ ارضیات کہتے ہیں کہ بہر حال بظاہر ایسا لگتا ہے کہ قطبین اپنی جگہ تبدیل کرتے رہے ہیں۔ اس لئے کہ مقناطیسی قطبین اور جغرافیائی قطبین زمانۂ موجود میں ایک دوسرے کے بالکل قریب واقع ہیں تو ممکن ہے کہ ان دونوں طرح کے قطبین کی نقلِ مقامی کا عمل واقع ہوا ہو۔ لہٰذا ماہرینِ ارضیات اور سائنس دانوں کی اکثریّت مذکورہ بالا تین امکانات میں سے تیسرے اور آخری امکان کی تائید کرتی ہے۔ اِن کے خیال کے مطابق یہی سب سے زیادہ ممکن بات ہے۔

1940 1950ء کی دہائی میں علومِ ارضی میں انجام پانے والے تحقیقی کام کے سبب نئے سائنسی حقائق اور دلائل میّسر آنے پر برّاعظموں کی آہستہ رو حرکت پذیری (باب۔3 :برّاعظموں کا کھسکاؤ) کے نظریے کا احیاء ہو گیا۔ بعد میں فرشِ سمندر کے پھیلاؤ کے مفروضے (باب۔5: پھیلتے ہوئے سمندری فرش) کی تصدیق ہونے پر پلیٹ ٹیکٹانکس کا جدید نظریہ (باب۔7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ) وجود میں آیا۔ ارضیات کے میدان میں یہ نئی تحقیقی کاوشیں دو علمی میدانوں میں انجام دی گئیں:

اوّل: فرشِ سمندر کا مطالعہ

دوم: چٹانوں میں پائی جانے والی مقناطیسیت کے حوالے سے جیوفیزیکل تحقیقات

ان دو سائنسی میدانوں میں علمی پیش رفت کے سبب قطبین کے تسلسل کے ساتھ مقام تبدیل کرتے رہنے کے بارے میں قائل کرنے والی نئی اور ٹھوس سائنسی شہادت چٹانوں میں پائی جانے والی مقناطیسیت سے ملی۔ ویگنر کے زمین کے جغرافیائی قطبین کی گردش اور حرکت پذیری پر کام کی بنا پر ہم جانتے ہیں کہ مقناطیسی قطبین جغرافیائی قطبین کے ہمیشہ قریب موجود رہتے ہیں۔ ارضیاتی تاریخ کے دوران میں مقناطیسی قطبین کے مقامِ وقوع میں تبدیلی کے حوالے سے کی گئی پیمائشوں کے مطابق یہ قطبین سال بہ سال نہایت آہستہ آہستہ حرکت کرتے ہوئے اپنا مقام تبدیل کرتے رہے ہیں۔ جبکہ مقناطیسی قطبین کی اس حرکت پذیری اور تبدیلیٔ مقام کے باوجود مقناطیسی قطبین آج بھی جغرافیائی قطبین کے قریب واقع ہیں۔

جب مقناطیسی قطبین کی حرکت پذیری پر بات کی جائے تو دراصل ان قطبین کی حرکت پذیری سے متعلّق مقناطیسی شہادت پر بحث کی جاتی ہے۔ چونکہ مقناطیسی اور جغرافیائی

قطبین ایک دوسرے کے قریب قریب واقع ہیں، لہٰذا یہاں جغرافیائی قطبین کی ظاہری حرکت پذیری کے بارے میں بھی ضروری نکات بیان کئے جائیں گے۔ باب۔4 : زمینی مقناطیسیت میں آپ پڑھ چکے ہیں کہ اکثر چٹانوں میں ان کے وجود میں آنے کے وقت زمین کے مقناطیسی فیلڈ کی قوّت اور سمت بھی ریکارڈ ہو جاتی ہے۔ اس باب میں آپ نے یہ بھی پڑھا کہ بہتے ہوئے لاوے میں ٹھنڈی ہوتی ہوئی بسالٹی چٹانوں میں موجود ایک معدن میگنٹائیٹ کی قلمیں ننھّی منّی کمپاس سوئی کے طور پر کام کرتی ہیں۔ جب میگما یا لاوا "کیوری پوائنٹ" (ایک خاتون سائنس دان، مادام کیوری کے نام پر جس نے یہ دریافت کیا کہ 500 درجے سینٹی گریڈ سے زیادہ درجہ حرارت پر مقناطیسی خواص رکھنے والی تمام معادن یہ خواص کھو دیتی ہیں) کے درجہ حرارت سے نیچے گر کر ٹھنڈا ہونے لگتا ہے تو زمین کے مقناطیسی فیلڈ کا ریکارڈ محفوظ ہو جاتا ہے۔ علاوہ ازیں لوہابردار سیڈیمینٹری چٹانوں مثلاً سرخ شیل میں بھی زمینی مقناطیسیت ریکارڈ ہو سکتی ہے۔ ان چٹانوں کی قدیم مقناطیسیت کی پیمائش کی جاسکتی ہے اور ماضی میں پائے جانے والے مقناطیسی فیلڈ کی سمت اور قوّت کا پتا چلایا جاسکتا ہے۔

مقناطیسی قوّت کی لائنیں شمالی مقناطیسی قطب کے قریب پہنچتے پہنچتے کافی جھک جاتی ہیں (شکل نمبر 6.7)۔ مقناطیسی الائینمنٹ (سیدھ) کے جھکاؤ (Dip) کو میگما یا لاوا کے مقام سے قطبین تک کا فاصلہ معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ کیوں کہ یہ جھکاؤ اُبھرتے میگما یا بہتے لاوے میں موجود مقناطیسی معاون کے اندر محفوظ ہو چکا ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اس فاصلے کا تعلّق بھی اُسی دور سے ہو گا کہ جس ارضیاتی دور میں میگما یا لاوا کے انجماد کا یہ عمل واقع ہوا تھا۔ لہٰذا حسابی عمل کر کے اس معلوم کردہ

فاصلے کی مدد سے ارضیاتی ماضی میں قطبین کے قدیم مقاماتِ وقوع چٹانوں کی قدیم مقناطیسیت کے ذریعے معلوم کئے جاسکتے ہیں۔ چونکہ مقناطیسی معادن میں محفوظ مقناطیسی الائینمنٹ کا رخ مقناطیسی قطب کی طرف ہوتا ہے۔ لہٰذا اس الائینمنٹ کے جھکائو سے پتا چل سکتا ہے کہ مقناطیسی قطب اس دور میں ان چٹانوں کے مقام وقوع سے کتنا دور تھا؟ مثلاً شمالی امریکہ میں پرمیین (Permian) ارضیاتی عہد کے لاوا کے بہائو کی مدد سے مشرقی ایشیا میں پرمیین دور کے مقناطیسی قطب کے مقامِ وقوع کا سراغ لگایا گیا۔ ہر ارضیاتی دور کے لحاظ سے اُس دور میں شمالی امریکہ میں پائی جانے والی چٹانوں کی مقناطیسیت کے مطالعے سے پتا چلا ہے کہ مقناطیسی قطب کی پوزیشن (مقامِ وقوع) مختلف ادوار میں مختلف رہی۔ گویا قدیم مقناطیسی شہادت ویگنر کے اس خیال کی تصدیق کرتی ہے کہ قطبین تسلسل کے ساتھ اپنا مقام تبدیل کرتے رہتے ہیں۔

شمالی قطب کے نقلِ مقامی کے نظریے کے مطابق زمین کا گردشی محور یعنی گردشی قطب جس جگہ پر ہے یہ ہمیشہ سے یہاں پر نہ تھا۔ بالفاظِ دیگر ارضیاتی ماضی میں اس کا مقام بھی مسلسل تبدیل ہوتا رہا ہے۔ یعنی طبعی اور مادی وجود رکھنے والے قطبین اپنی جگہ تبدیل کرتے رہے ہیں

قدیم مقناطیسیت پر کئے جانے والے مطالعات کے نتیجے میں تین نہایت ضروری علمی امور کی اہمیّت اُجاگر ہوئی۔ ان امور کا تعلّق چٹانوں میں محفوظ مقناطیسی ریکارڈ سے تھا۔

ان میں سب سے پہلی بات یہ کہ لاوا کے ٹھنڈا ہونے کی وجہ سے مقناطیسی معاون کے بننے کے وقت قطبیت (Polarity) کی نوعیّت کیا تھی؟ یعنی اس وقت زمین کا مقناطیسی میدان نارمل تھا یا نارمل کے الٹ؟ دوسری اہم علمی پیش رفت یہ کہ چٹان کے بننے کے

وقت مقناطیسی قطب کا رخ کیا تھا؟ (باب -4: زمینی مقناطیسیت)۔ تیسری اہم علمی پیش رفت مقناطیسی سوئی کے جھکاؤ (Inclination) کا معلوم ہونا تھا۔ واضح رہے کہ مقناطیسی سوئی کا جھکاؤ ایک ایسا زاویہ ہے جو آزادانہ گھومنے والا سلاخی مقناطیس افق کے ساتھ بناتا ہے۔ مقناطیسی سوئی کے اس جھکاؤ کے زاویے کی مقدار معلوم ہو جانے کی بنا پر یہ معلوم کرنا ممکن ہو گیا کہ چٹان کے بننے کے وقت مقناطیس قطب اس جگہ سے کتنا دور تھا؟ شکل نمبر 67. کی تفصیلات پر غور کرنے سے پتا چلتا ہے کہ مقناطیسی سوئی کا جھکاؤ عرض بلد کے ساتھ ساتھ بدلتا رہتا ہے۔ یہ جھکاؤ مقناطیسی خطِ استوا پر صفر درجے ہوتا ہے، جبکہ مقناطیسی قطب پر اس کا زاویہ 90o درجے ہوتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ قدیم چٹانوں میں محفوظ مقناطیسی سوئی کا جھکاؤ ایک ایسا ریکارڈ ہے جس کی مدد سے ہم خطِ استوا اور قطبین کے درمیان واقع کسی بھی طول و عرض بلد کا پتا چلا سکتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں اگر قدیم مقناطیسی عرض بلد کا وہ درجہ معلوم ہو جائے کہ جس پر مقناطیسی خواص رکھنے والی چٹان وجود میں آئی تھی اور ساتھ ہی اس کے مقناطیسی قطبین کی سمت معلوم ہو جائے تو اس مقناطیسی خواص والی چٹان کے وجود میں آنے کے وقت قدیم مقناطیسی قطب کا سطحِ ارض پر مقامِ وقوع معلوم کیا جا سکتا ہے (شکل نمبر 67

قدیم مقناطیسیت کے حوالے سے چند اوّلین مطالعات برِّ اعظم یورپ میں کئے گئے۔ اس برِّ اعظم میں پائی جانے والی چٹانوں کی ارضیاتی عمر میں کافی زیادہ فرق پایا جاتا ہے۔ یہ امر ان چٹانوں کی قدیم مقناطیسیت پر تحقیقی مطالعات کرتے ہوئے بڑا مددگار ثابت ہوا۔ ان مطالعات سے بھی یہی پتا چلا کہ زمین کا شمالی مقناطیسی قطب اپنا مقامِ وقوع مسلسل تبدیل کرتا رہا ہے اور یہ کہ شمالی مقناطیسی قطب اپنے موجودہ مقام کے لحاظ سے آہستہ

آہستہ شمال مغرب کی طرف سرکتا جا رہا ہے۔ یہ تبدیلیٔ مقام باقاعدہ ایک طریقے اور ضابطے کے مطابق واقع ہوتی ہے نہ کہ بے ترتیب انداز میں (Randomly)۔ برِّاعظم شمالی امریکا میں بھی مقناطیسی قطب کے مقام کی یہ تبدیلی چٹانوں کی قدیم مقناطیسیت کے مطالعے کے ذریعے معلوم ہوئی۔ اس برِّاعظم میں شمالی قطب کی تبدیلیٔ مقام کا راستہ برِّاعظم یورپ میں شمالی قطب کے تبدیلی کے راستے سے مختلف لیکن اس کے متوازی تھا۔ اسی اثناء میں جلد ہی جنوبی برِّاعظموں میں کئے گئے قدیم مقناطیسیت کے مطالعات کے نتائج بھی سامنے آ گئے۔ ان نتائج سے بھی تصدیق ہوئی کہ ماضی کے ارضیاتی ادوار میں مقناطیسی قطب کے مقامِ وقوع میں ایک باقاعدہ ضابطے اور طریقے کے مطابق تبدیلی واقع ہوتی رہی ہے۔ تاہم اس کے ساتھ ایک اور پہلو بھی سامنے آیا کہ مختلف برِّاعظموں کے لئے تبدیلی کے یہ راستے مختلف ہیں۔

اس ضمن میں بعض سائنسدانوں نے یہ خیال پیش کیا کہ ممکن ہے کہ ارضیاتی ماضی میں زمین کے کئی یا ایک سے زیادہ مقناطیسی قطب رہے ہوں اور یہ کسی طرح کے باضابطہ طریقے کے مطابق اپنی جگہ تبدیل کرتے اور بالآخر ایک دوسرے میں ضم ہو جاتے رہے ہوں۔ تاہم اس خیال کے مقابلے میں نہایت معقول بات یہ سامنے آئی کہ مقناطیسی قطب تو ہمیشہ سے صرف اور صرف ایک ہی تھا اور وہ بھی ایک ہی جگہ پر وقوع پذیر رہا۔ البتہ شمالی قطب کے اس مقام کے لحاظ سے برِّاعظم مختلف سمتوں میں حرکت پذیر رہے ہوں گے۔ قدیم مقناطیسیت کے مطالعات سے قبل سائنس دان فقط اس قدر جانتے تھے کہ زمین کا ایک مقناطیسی فیلڈ ہے جو زمین کے بیرونی مائع جوفِ ارض میں چٹانی مواد کے بہاؤ کی وجہ سے پیدا ہوتا ہے اور اس میں اتّھل پتّھل زمین کی گردشی حرکت کی وجہ سے

پیدا ہوتی ہے۔ بنابریں مقناطیسی قطبین میں تھوڑی بہت لڑکھڑاہٹ بھی ہو سکتی ہے۔ تاہم انہیں ہمیشہ گردشی قطبین کے قریب تر رہنا چاہئے۔ لہٰذا مقناطیسی عرض بلد معلوم کرنے کے لئے جغرافیائی عرض بلد کا جاننا کافی ہو سکتا ہے۔

تاہم بعد ازاں دریافت ہوا کہ برِّاعظم شمالی امریکا میں دریافت کردہ قطبین کی بظاہر حرکت پذیری کا راستہ یورپ کے دریافت کردہ ایسے ہی راستے سے مختلف ہے۔ حتیٰ کہ ہم جدید زمانے میں شمالی قطب کی موجودہ پوزیشن تک پہنچ جاتے ہیں۔ اسی طرح یہ کہ یورپ اور شمالی امریکا گزشتہ ارضیاتی زمانے میں ایک دوسرے سے ملحق اور اکٹھے تھے۔ نیز قدیم مقناطیسیت کے ریکارڈ سے بھی ظاہر ہوا کہ ان دونوں برِّاعظموں کا قطب ان کے ایک دوسرے سے ٹوٹ کر جدا ہونے سے پہلے تک ایک ہی تھا۔ اسی طرح چٹانوں کے قدیم مقناطیسی فیلڈ کے ریکارڈ سے مزید ظاہر ہوا کہ ان چٹانوں کا تسلسل اور وجود ہر برِّاعظم میں پایا جاتا ہے۔ لہٰذا ان دریافتوں کے بعد معاملہ اتنا سادہ نہ رہا اور ماہرین ارضی طبیعیات مزید الجھن کا شکار ہو گئے۔

کوئی ابہام نہیں

اس صورتِ حال میں ماہرینِ ارضیات نے واضح کیا کہ شمالی قطب کی نقلِ مقامی کے نظریے اور پلیٹ ٹیکٹانکس کے نظریے کے درمیان کسی قسم کے ابہام کا شکار نہیں ہونا چاہئے۔ پلیٹ ٹیکٹانکس کا نظریہ علومِ ارضی میں ایک تسلیم شدہ نظریہ کی حیثیت رکھتا ہے (باب۔ 7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ)۔ اس کے مطابق سطحِ ارض ٹھوس حالت رکھنے والی کئی پلیٹوں پر مشتمل ہے۔ یہ پلیٹیں ایک پگھلے ہوئے چٹانی مواد کے اوپر جسے استھینو سفیئر

(Asthenosphere) کہتے ہیں، تیرتے اور پھسلتے ہوئے نہایت آہستہ آہستہ حرکت کرتی رہتی ہیں۔ اسی طرح برِّاعظموں کی آہستہ رو حرکت پذیری کے نظریے کے بارے میں بھی کوئی ابہام نہیں ہونا چاہئے۔ اس نظریے کے مطابق برِّاعظم رُوئے زمین پر آہستہ آہستہ حرکت کرتے رہتے ہیں، جس کے نتیجے میں نئے برِّاعظم اور سمندر بنتے اور بڑے برّاعظم ٹوٹتے رہتے ہیں۔ یہ عمل کروڑوں برس کے عرصے پر محیط ہوتا ہے۔ مقناطیسی قطبین، پلیٹوں اور برِّاعظموں کی آہستہ رو حرکت دراصل ان تینوں نظریات کا ایک مشترک نکتہ ہے، جس کی بنا پر یہ تینوں نظریات ایک دوسرے کو درست ثابت کرتے نظر آتے ہیں۔

اسی طرح مقناطیسی قطب کے اپنا مقام مسلسل تبدیل کرتے رہنے کے نظریے کے حوالے سے ارضیاتی مقناطیس کے الٹ پھیر کے نظریے کے ساتھ بھی ابہام کا شکار نہیں ہونا چاہیے۔ واضح رہے کہ سائنسی حلقوں میں شمالی قطب کی نقلِ مقامی کے مقابلے میں ارضیاتی مقناطیس کی اُلٹ پھیر کا نظریہ زیادہ مقبول ہے۔ مقناطیسی قطبین کی نقلِ مقامی کے ضمن میں جو امر ابہام پیدا کرتا ہے وہ دراصل مقناطیسی قطبین کی نقلِ مقامی کے عمل کو برِّاعظموں کی حرکت پذیری کے مظہر کے ذریعے سمجھنے کی کوششیں کرنا ہے۔ جب کہ ہم جانتے ہیں کہ زمین کا مقناطیسی فیلڈ غیر مستحکم رہتا ہے اور اپنی مقدار (Magnitude) اپنا رُخ (Direction) اور اپنی قطبیت ارضیاتی زمانے کے ساتھ ساتھ تبدیل کرتا رہتا ہے۔

موجودہ زمانے میں مقناطیسی قطبین زمین کے حقیقی (True) قطبین یعنی جیوغرافیائی قطبین سے صرف تقریباً بارہ درجے (12o) کے زاویاتی فاصلے پر ہٹ کر واقع ہیں یعنی

زمین کے گردشی محور کے قطبین مقناطیسی قطبین سے صرف تقریباً بارہ درجے 12o) کے زاویاتی فاصلے پر واقع ہیں، جبکہ پانچ کروڑ سال قبل مقناطیسی قطبین موجودہ مقام سے کافی دور واقع تھے۔ چنانچہ اس وقت سے لے کر اب تک اپنے موجودہ مقام تک پہنچنے کا راستہ شمالی قطب نے ایک طویل قوس کی شکل میں طے کیا۔ اس کی بہترین وضاحت اس طرح کی جاسکتی ہے کہ شمالی امریکا اور یورپ دونوں کا مقناطیسی قطب ایک تھا۔ تاہم لیٹ ٹرائی ایسک (Late Triassic) عہد میں یہ دونوں برِّاعظم ایک دوسرے سے پرے ہٹنے لگے اور ان کے درمیان میں ارضیاتی وقت کے ساتھ بحر اوقیانوس کا ٹھاٹھیں مارتا سمندر وجود میں آگیا۔

جدید تحقیقی سرگرمیاں

یہ تو معلوم ہو چکا کہ زمین کا مقناطیسی فیلڈ مسلسل تبدیلی اور نقلِ مقامی کے طبعی مظاہر کے ساتھ روئے ارض پر رواں دواں ہے۔ البتہ اس پر تحقیق کرنے والے سائنسدان آج بھی زمین کے مقناطیسی فیلڈ کے اس پہلو کو سمجھنے کی کوششیں کر رہے ہیں کہ یہ مسلسل تبدیل کیوں ہوتا رہتا ہے؟ ایسا ہوتا ہے تو کیسے؟ اور کیوں؟ ایسا کیا ہو رہا ہے کہ اس کی قطبیت اور اس کا رخ، سب کچھ تبدیل ہوتا رہتا ہے؟

جیولاجیکل سروے آف کینیڈا کے سائنسدان لاری نیووٹ (Larry Newit) تین یا چار سال کے وقفوں سے کینیڈا سے ملحق برِّاعظم آرکٹیکا کے اوپر اپنے سائنسی آلات کے ساتھ پرواز کرتے ہوئے شمالی قطب کی حرکت پذیری کے عمل کو جاننے، جانچنے اور اس کے شواہد اکھٹے کرنے کے ایک تحقیقی پراجیکٹ پر کام رہے ہیں۔ نیووِٹ نے اپنے تازہ

ترین حاصل کردہ شواہد کی بنا پر یہ نتیجہ اخذ کیا کہ شمالی قطب ہمیشہ آہستہ آہستہ حرکت کرتا رہتا ہے اور اپنی پہلی والی جگہ تبدیل کرتا رہتا ہے۔ یعنی چند برسوں کے بعد جائزہ لیا جائے تو یہ پہلے والی جگہ پر نہیں ہوتا۔

فی الحال شمالی قطب شمالی کینیڈا میں جس جگہ واقع ہے اس جگہ سے قریب ترین شہر ریزولیوٹ خلیج (Resolute Bay) تقریباً چھ سو کلو میٹر دور ہے۔ اس شہر کی جائے وقوع کی اس حیثیت کے حوالے سے یہاں ایک ٹی شرٹ بہت مشہور ہے، جس پر ''ریزولیوٹ دنیا کا آخری کنارا ہے۔'' لکھا ہوتا ہے۔ تاہم یہاں سے مزید آگے بھی دنیا کو دیکھا جاسکتا ہے، یہ آخری کنارا نہیں۔ شمالی قطب پر تحقیق کرنے والے سائنسدان عام طور پر خراب موسم کی صورت میں اس شہر میں قیام کرتے ہیں۔ اچھا اور ساز گار موسم آنے پر تحقیقی سرگرمیاں انجام دینے کے لئے شمالی قطب کے امکانی مقامِ وقوع کی طرف نکل جاتے ہیں۔ شکل نمبر 6.8 میں 1831ء سے 2001ء تک کے عرصے کے دوران کینیڈین آرکٹیکا کے علاقے میں شمالی مقناطیسی قطب کی نقلِ مقامی کا راستہ دکھایا گیا ہے۔ اس علاقے کا یہ نقشہ جیولاجیکل سروے آف کینیڈا کے سائنسدانوں نے تیّار کیا۔

''زمین کے مقناطیسی قطبین مسلسل حرکت کرتے اور اپنی جگہ تبدیل کرتے رہتے ہیں۔'' یہ جاننے کے لیے 1831ء میں جیمز راس (James Ross) نامی سائنسدان نے سب سے پہلے شمالی قطب کے مقامِ وقوع کا تعیّن کیا تھا۔ کئی برسوں پر محیط اور تھکا دینے والی تحقیقی سرگرمیوں کے بعد کامیابی کے سال یعنی 1831ء میں برِّاعظم آرکٹیکا کے تحقیقی سفر کے نتیجے میں اس نے شمالی قطب کے مقامِ وقوع کی نشاندہی کی تھی۔ یہ سفر کتنا مشکل اور دشوار گزار تھا؟ اس کا اندازہ اس بات سے لگایا جاسکتا ہے کہ اس کا جہاز چار

سال تک اس برِّاعظم میں چاروں طرف پھیلی برف کے اندر پھنسا رہا تھا۔ راس کے بعد رولڈ امنڈسن (Roald Amundsen) نامی جیالوجسٹ نے 1904ء میں شمالی قطب کی جائے وقوع کا دوبارہ تعیّن کیا تو پتا چلا کہ یہ جیمز راس کے دریافت کردہ مقام سے کم از کم پچاس کلومیٹر دور مزید شمال کی طرف منتقل ہو چکا تھا۔

شمالی قطب کا مقامِ وقوع تبدیل ہونے کی اس دریافت کے بعد دنیا بھر کے سائنسدانوں کی اس سائنسی معمّے کو حل کرنے کے حوالے سے دلچسپی میں ایک دم اضافہ ہو گیا اور اس علاقے میں مشکل حالات کے باوجود سائنسدانوں کے تحقیقی دوروں کی تعداد میں کئی گناہ اضافہ دیکھنے میں آیا۔ ان تحقیقات سے یہ بات کھل کر سامنے آئی کہ شمالی قطب ماضی کی نسبت فی زمانہ نہایت تیزی سے اپنی جگہ تبدیل کر رہا ہے۔ سائنسدانوں کی تحقیق کے مطابق زمین کا مقناطیسی فیلڈ اپنی جگہ بدلنے کے علاوہ اور حوالوں سے بھی تغیّر پذیر واقع ہوا ہے۔ مثلاً برِّاعظم افریقہ میں قطب نما کی سوئی ہر دس سال کے بعد تقریباً ایک ڈگری آگے سرک جاتی ہے۔

کمزور مقناطیسی فیلڈ

ارضی طبیعیات کے ماہرین کی تحقیق کے مطابق انیسویں صدی کے بعد سے اب تک پورے کرۂ ارض کے لحاظ سے زمین کا مقناطیسی فیلڈ دس فیصد کمزور پڑ گیا ہے۔ جب امریکن جیوفیزیکل یونین کے سائنسدانوں کے ایک حالیہ اجلاس میں اس دریافت کا انکشاف کیا گیا تو ذرائع ابلاغ نے اس انکشاف کو ہاتھوں ہاتھ لیا اور بہت سے اخبارات اور جرائد نے ایک خاص شہ سرخی کے ساتھ سنسنی پھیلا دی۔ شہ سرخی یوں تھی: ”کیا زمین کا

مقناطیسی میدان اختتام پذیر ہونے والا ہے؟''لیکن حقیقت میں ایسا کچھ نہیں تھا۔ اس کا مطلب صرف یہ تھا کہ ماضی کے مقابلے میں زمین کے مقناطیسی میدان میں ایک تبدیلی دیکھنے میں آئی ہے۔

ارضی طبیعیات کے مشہور سائنسدان گلیٹز مائر (Glatz-Maier) کے نزدیک زمین کے مقناطیسی فیلڈ کی قوّت میں ہونے والی دس فیصد کمی کا یہ مطلب نہیں کہ آنے والے زمانے میں مقناطیسی قطبین کا کوئی اُلٹ پھیر لازماً واقع ہونے والا ہے۔ بات دراصل یہ ہے گزشتہ تمام ارضیاتی ادوار میں زمین کا مقناطیسی فیلڈ اپنی قوّت کے اعتبار سے بڑھتا اور کم ہوتا رہا ہے۔ گلیٹز مائز کے مطابق اس نقطۂ نظر کے متعدّد ثبوت قدیم مقناطیسیت کے ریکارڈ کے مطالعات میں ملتے ہیں۔ امر واقعہ یہ ہے کہ زمین کا موجودہ مقناطیسی فیلڈ زمین کے عمومی مقناطیسی فیلڈ سے کہیں زیادہ قوّت کا حامل ہے۔

سائنسدانوں کے نقطۂ نظر کے مطابق بعض اوقات مقناطیسی میدان مکمّل طور پر ختم ہو جاتا ہے اور زمین کا شمالی اور جنوبی قطب دونوں اپنی جگہیں تبدیل کر لیتے ہیں۔ زمین کی قدیم ارضیاتی تاریخ میں قطبین کا یہ اُلٹ پھیر متعدّد مرتبہ واقع ہوتا رہا ہے۔ اس سے متعلق ریکارڈ کردہ سائنسی شواہد کرۂ ارض پر پائی جانے والی چٹانوں کی قدیم مقناطیسیت کی شکل میں ملتے ہیں۔ تاہم سائنسدان اب تک اس قابل نہیں ہو سکے کہ وہ اس اُلٹ پھیر کی پیش گوئی کر سکیں۔ اس میدانِ علم میں تحقیق کرنے والے سائنسدانوں کا خیال ہے کہ اس اُلٹ پھیر کا اوسط عرصہ تقریباً تین لاکھ سال ہے۔ جبکہ آخری مرتبہ قطبین کی یہ اُلٹ پھیر سات لاکھ اسی ہزار سال پہلے عمل پذیر ہوئی تھی۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اتنا عرصہ بیتنے کے بعد اب قطبین کی آئندہ اُلٹ پھیر قریبی زمانے میں متوقّع ہے۔

قطبین کی نقلِ مقامی کے مابعد اثرات

بعض ماہرینِ ارضیات کا مؤقف یہ ہے کہ مقناطیسی قطبین کی ماہیت اور کیفیّت میں تبدیلیاں ہفتوں اور دنوں میں واقع ہو سکتی ہیں۔ بلکہ یہاں تک کہ چند گھنٹوں میں بھی۔ جس کے نتیجے میں مختلف قیامت خیز مناظر دیکھنے کو ملتے ہیں۔ قطبین کی نقلِ مقامی کا نتیجہ سطحِ ارض کے ایک بہت بڑے علاقے میں بڑے پیمانے پر آب و ہوا میں تبدیلیوں کی صورت میں نکلتا ہے۔ قطبین کی نقلِ مقامی سے پہلے وہ علاقے جو خطِ استوا کے آس پاس واقع ہوتے ہیں۔ اس کے بعد مرطوب آب و ہوا والے علاقے بن جاتے ہیں اور مرطوب علاقے یا تو خطِ استوا کے زیادہ قریب ہو جاتے ہیں اور سخت گرم موسم والے علاقے بن جاتے ہیں یا پھر وہ برفانی علاقوں کے بہت قریب جا پہنچتے ہیں۔ لہٰذا یہ باور کیا جاتا ہے کہ قطبین کی نقلِ مقامی برِّاعظموں کی آہستہ رو حرکت پذیری جیسا سادہ عمل نہیں بلکہ وسیع و عریض مابعد اثرات کا حامل ایک ارضیاتی مظہر ہے۔

قطبین کی حقیقی نقلِ مقامی اس وقت واقع ہوتی ہے جب زمین کا گردشی محور وقت گزرنے کے ساتھ اپنی پوزیشن تبدیل کرتا ہے۔ ''سائنس'' نامی مشہور عالمی جریدے میں شائع ہونے والے ایک مقالے میں امریکا کی ٹیکساس یونیورسٹی اورا سکرپس (Scripps) انسٹی ٹیوٹ، کیلیفورنیا سے تعلّق رکھنے والے ماہرینِ ارضیات نے رپورٹ کیا کہ گزشتہ تقریباً 84 ملین برسوں کے دوران میں زمین کے گردشی قطبین کے مقام میں سولہ سے لے کر بیس مرتبہ تک تبدیلی واقع ہوئی ہے۔ اس سائنسی انکشاف کی بنیاد بحر الکاہل میں واقع ستائیس سمندری پہاڑوں سے حاصل کردہ مقناطیسی ڈیٹا ہے۔ اس ڈیٹا

کی مدد سے قطبین کی بظاہر نقلِ مقامی کا ایک مثالی اور بالکل واضح قوس نما خط کھینچا گیا۔ اس ڈیٹا کا تعلّق 125 سے 39 ملین برس کے دورانیے سے ہے۔ البتہ تقریباً 84 ملین برس پہلے کی قطبی پوزیشن پر پہنچنے کے لئے ایک بڑی چھلانگ کی شہادت ملتی ہے۔ اس پر تحقیق کرنے والے سائنسدان مقام کی اِس تبدیلی کا وقت ابھی تک متعیّن نہیں کر سکے۔ تاہم خیال کیا جاتا ہے کہ اس تبدیلی کے واقع اور مکمّل ہونے میں تقریباً دو ملین برس کا عرصہ لگ گیا ہو گا۔ جس کا مطلب ہے کہ تبدیلی کی شرح فی سال ایک میٹر سے کچھ زیادہ رہی۔ ایک ڈھیلے ڈھالے اندازے کے مطابق پلیٹ کی حرکت کی تیز ترین رفتار کو پیش نظر رکھ کر حساب لگایا جائے تو تبدیلی کی یہ رفتار دس گنا زیادہ تیز شرحِ تبدیلی بنتی ہے۔ اس تیز رفتار تبدیلی کی وجہ یہ ہے کہ قطبین کی اوپر ذکر کردہ نقلِ مقامی زمین کے اندر یا زمین کے اوپر کسی بہت بڑے حصّے کے تحرّک کے باعث گردشی محور کے مقام میں واقع ہونے والی تبدیلی کی بنا پر عمل پذیر ہوئی۔

کسی بھی دوسری گھومتی ہوئی شے کی طرح زمین بھی اس وقت سب سے زیادہ مستحکم دکھائی دیتی ہے کہ جب اس کی کمیّت کا ایک بہت بڑا حِصّہ گردشی محور سے جتنی ممکن دوری پر جا سکتا ہو، دور چلا گیا ہو یعنی خطِ استوا کے علاقے کے بالکل قریب۔ بصورتِ دیگر اگر کمیّت کا ایک بہت بڑا حِصّہ قطبین کی طرف حرکت کرنے لگے تو زمین کا رجحان یہ ہو گا کہ وہ اسے واپس خطِ استوا کی طرف کھینچ کر لے آئے۔ زمین کا گردشی محور ایسی صورتِ حال میں بھی خلا میں موجود پہلے والے ستاروں کی طرف ہی اپنا رُخ رکھے گا۔ البتہ سطحِ ارض پر قطب کی جائے وقوع کسی مختلف مقام پر منتقل ہو جائے گی۔ قطبین کی جائے وقوع میں اس طرح کی تبدیلی لانے کے لئے جتنے بڑے زمینی حِصّے کا ہٹائو درکار ہے، اس کا تعلّق

پلیٹوں کی حرکت پذیری کے ساتھ ہو سکتا ہے، یا مانٹل کے اندر کھولتے ابلتے چٹانی مواد کی تقسیم میں کسی بڑی تبدیلی کے ساتھ جڑا ہو سکتا ہے۔ ''سائنس'' نامی جریدے میں شائع ہونے والے ایک اور تحقیقی مقالے کے مصنّفین کی رائے ہے کہ موخر الذّکر تبدیلی کا امکان بہت زیادہ ہے۔ وہ اس ضمن میں طویل اور نارمل سُپر (Super) ارضیاتی عہد، کریٹیسی (Cretaceous) کے اختتام یعنی 83 ملین برس پہلے کے دور کی طرف اشارہ کرتے ہیں اور اسے ایک شہادت کے طور پر لیتے ہیں۔ واضح رہے کہ اس ارضیاتی عہد میں مانٹل کے اندر چٹانی مواد کی تقسیم میں ایک بڑی تبدیلی بہت بڑے پیمانے پر عمل پذیر ہوئی تھی۔

پرسٹن یونیورسٹی کے ایڈم مالوف (Adam Maloof) اور فرانس کی پال سیبیٹیئر (Paul -Sabatier) یونیورسٹی کے گالن ہال ورسن (Galan Halverson) نامی سائنسدانوں اور ماہرینِ ارضیات کی تازہ ترین تحقیقات کے مطابق درحقیقت زمین نے پری کیمبرئین (Pre-Cambrian) ارضیاتی عہد کے دوران میں یعنی تقریباً 800 ملین سال پہلے اپنے آپ کو ایک بار دوبارہ متوازن کیا تھا۔ یہ سائنسی انکشاف جزائر ناروے میں پائی جانے والی معادن پر تحقیق کی تفصیلات کو بنیاد بنا کر کیا گیا۔ ان معادن کا مطالعہ کرتے ہوئے مالوف اور ہال ورسن نے دریافت کیا کہ تب مقناطیسی قطب نے 50 درجے سے زیادہ زاویاتی فاصلے تک اپنی پوزیشن تبدیل کی تھی۔ یہ فاصلہ خطِ استوا اور الاسکا کے درمیان پائے جانے والے موجودہ فاصلے کے تقریباً برابر تھا۔ اس نقطۂ نظر کی مزید تائید اس ثبوت کی بنا پر بھی ہو گئی کہ جو ناروے میں پائے جانے والے سیڈیمنٹس کی بحری کیمسٹری (Sea chemistry) اور اس علاقے میں سطحِ سمندر میں واقع ہونے والی

تبدیلیوں کے ریکارڈ سے ملا تھا۔

یونیورسٹی آف نیوادا (Nevada) امریکا کے سائنسدان جیوفرے بلیووٹ (Geoffrey Bluewitt) نے دنیا بھر میں کسی بھی جگہ کی حدودِ اربعہ کا تعیّن کرنے کے نظام یعنی جی پی ایس (Global Positioning System) کا استعمال کرتے ہوئے قطبین پر پانی اور برف کی تقسیم بندی پر تحقیق کی اور نتیجہ نکالا کہ قطبین کے مقام پر چاہے نہایت معمولی سی تبدیلی ہو تب بھی قطبین کے علاقے میں بڑی موسمیاتی تبدیلیوں کا باعث بنتی ہے۔ اِن موسمیاتی تبدیلیوں کی بنا پر پانی اور برف کی تقسیم بندی میں تغیّرات رونما ہوتے ہیں۔

سائنسدان اس قدر طویل اور گہری تحقیقات انجام دینے کے باوجود قطبین کی حرکت پذیری اور نقلِ مقامی کے مختلف نظریات پر اب بھی مزید غور و فکر جاری رکھے ہوئے ہیں۔ لہٰذا اس ضمن میں کسی بھی وقت نئی سائنسی پیش رفت کی توقّع رکھنی چاہئے اور سائنسی و تحقیقی جرائد کا مطالعہ کرتے رہنا چاہئے تاکہ نہ تو ہم اس معاملے میں کسی ابہام کا شکار ہوں اور نہ غیر سائنسی تفصیلات میں الجھ کر کسی مغالطے میں پڑیں۔

مضمرات اور امکانات

مقناطیسی قطبین کے مقام پر واقع ہونے والی نہایت آہستہ تبدیلی کے بارے میں قائم کردہ مفروضے اور نظریات اب صرف ماہرینِ ارضیات اور طبعی سائنسدانوں کی علمی و تحقیقی کاوشوں کا موضوع نہیں رہے۔ اعلیٰ قسم کے نہایت حسّاس سائنسی آلات اور ماڈرن ٹیکنالوجی کی مدد سے سا 2010-11ء میں انجام دی گئی تحقیقات کی بنا پر یہ سائنسی

نظریہ ایک عملی مسئلے کا روپ دھار کر سامنے آیا ہے۔ اس سلسلۂ تحقیق سے منسلک سائنسدانوں نے انکشاف کیا ہے کہ شمالی مقناطیسی قطب آہستہ آہستہ روس کی طرف کھسک رہا ہے۔ جس کی وجہ سے ایک عملی مشکل پیش آ رہی ہے۔

امریکی ریاست فلوریڈا میں واقع ٹامپا (Tampa) ایئرپورٹ کا رن وے پروازوں کی آمدورفت کی وجہ سے کافی مصروف رہتا ہے۔ قطبین کی حالیہ نقلِ مقامی کی وجہ سے اب اس ہوائی اڈّے کا ڈیزائن دوبارہ تیّار کرنا پڑے گا۔ ایوی ایشن کے چارٹس پر اسے R/1L19 کے مقناطیسی کوڈ سے شناخت کیا جاتا ہے۔ قطبین کے مقام کی تبدیلی کی وجہ سے اب اس کا کوڈ R/36L18 سے بدل دیا گیا ہے۔ اعداد اور انگریزی حروف پر مشتمل اس کوڈ کا یہ مطلب ہے کہ شمال کی طرف سے اس ہوائی اڈّے پر آئیں تو یہ 360 درجے کی سیدھ میں واقع ہے۔ ٹامپا انٹرنیشنل ایئرپورٹ تقریباً عرض بلد 28 درجے شمال اور طول بلد 82.5 درجے مغرب پر واقع ہے۔ جنوری 1991ء سے لے کر جنوری 2011ء تک کے بیس سالوں کے دوران حقیقی جغرافیائی شمال کی نسبت سے زمین کے مقناطیسی شمال کے دور پرے ہٹتے جانے کے مطالعہ سے ظاہر ہوا کہ جنوری 1991ء میں یہ زاویاتی ہٹاؤ 372°' تھا۔ جبکہ کم سے کم چھ اور زیادہ سے زیادہ نو منٹ کی شرح سے آہستہ آہستہ پرے ہٹتے ہوئے جنوری 2011ء میں شمالی مقناطیسی قطب 544°' منٹ کے زاویاتی فاصلے تک پہنچ گیا ہے۔

شمالی مقناطیسی قطب کے دھیرے دھیرے اپنی جگہ تبدیل کرنے کے عمل سے اس ایئرپورٹ کے رن وے کی ہوابازی (Aviation) کی مقرر کردہ سیدھ میں واقع ہونے والا فرق شکل نمبر 6.9 میں دکھایا گیا ہے۔ اس فرق سے یہ واضح ہوتا ہے کہ مقناطیسی

قطبین کی نقلِ مقامی کے نظریہ کے مطابق مقناطیسی ڈیٹا کی تبدیلیوں کو نظر انداز کرنے کی صورت میں کیا خوفناک نتائج نکل سکتے ہیں۔ اس ایئرپورٹ پر بین الاقوامی پرواز کرنے والے کسی جہاز کے عملہ کو 1991ء والا ڈیٹا فراہم کرنے کی صورت میں جہاز رن وے پر اترنے کی بجائے ہوائی اڈے پر کہیں اور اتر کر بے پناہ جانی و مالی نقصان کا باعث بنے گا۔ اسی طرح 24 جنوری 2010ء کو برطانیہ کے اسٹین اسٹیڈ (Stanstead) ہوائی اڈے کے متعلّقہ حکام کی توّجہ اس طرف مبذول ہوئی کہ اسی قسم کا مسئلہ اس ہوائی اڈے کو بھی درپیش ہے۔ نتیجتاً قطبین کے مقام کی آہستہ آہستہ تبدیلی کی وجہ سے اس ایئرپورٹ کے رن وے کی نئی نشان بندی بھی اس تبدیلی کی روشنی میں کی گئی۔

پس قطبین کی نقلِ مقامی اب سائنسدانوں کی تحقیقاتی سرگرمیوں کا محض ایک مسئلہء تحقیق نہیں رہا، بلکہ جدید انسان کی عملی زندگی کی ایک حقیقتِ ثانیہ قرار پا چکا ہے۔ تاہم اس ضمن میں ایک بات ذہن میں رہنی چاہئے کہ ہماری زمین کے زیادہ تر عوامل میں تبدیلی ناخن بڑھنے کی رفتار سے بھی کہیں کم رفتار سے واقع ہوتی ہے۔ لہٰذا ان نہایت آہستہ رو تبدیلیوں کے فوری طور پر کسی بڑی زمینی اُتّھل پتّھل یا کسی ہلاکت خیز ناگہانی واقعہ کا موجب بننے کا امکان نہایت کم ہوتا ہے۔ بظاہر کئی ہزار سال سے بھی زیادہ مدّت گزرنے کے بعد تک کسی بڑی تبدیلی کے واقع ہونے کا امکان نہیں۔ سائنسدانوں کے ایک سے زیادہ اندازوں کے مطابق ایسے کسی ''ان ہونے'' تباہ کن واقعہ کے برپا ہونے کا امکان کم و بیش پانچ لاکھ برسوں کے بعد ہوتا ہے۔ اس لئے کسی سنسنی خیز کیفیّت میں مبتلا ہونے کی قطعاً ضرورت نہیں۔

زمین کی مقناطیسیت کا سبب بیرونی جوفِ ارض میں مقناطیسی دھاتوں یعنی لوہا، نکل اور ان

کی بھرتوں کی موجودگی ہے (باب۔4: زمینی مقناطیسیت)۔ جوفِ ارض کے اندر کا درجہ حرارت ہزاروں ڈگری سینٹی گریڈ تک جا پہنچتا ہے (شکل نمبر 2.2)۔ اس لئے زمین کا یہ اندرونی حِصّہ عملاً ابلتی کھولتی اور جوش کھاتی ہوئی دھاتوں کے سمندر کا منظر پیش کرتا ہے۔ اس بنا پر اس میں بڑے بڑے آتشی طوفان اٹھتے رہتے ہیں، عظیم بھنور بنتے رہتے ہیں اور منہ زور حراری حملی رویں "بھگدڑ" مچائے رکھتی ہیں۔ یہ سب مل کر اِس ابلتے کھولتے سمندر کے اندر واقع ہونے والی زبردست تبدیلیوں کا باعث بنتے ہیں۔ یہی زبردست تبدیلیاں زمین کے مقناطیسی میدان میں واقع ہونے والی تبدیلیوں، مقناطیسی قطبین کی نقلِ مقامی اوران کے اُلٹ پھیر کا موجب بنتی ہیں۔ لہٰذا یہ عین ممکن ہے کہ اچانک کسی وقت، مثال کے طور پر، جنوبی مقناطیسی قطب افریقہ کے کسی علاقے میں ظاہر ہو جائے یا شمالی قطب ٹاہیٹی (Tahiti) کے علاقے میں نمودار ہو جائے۔ ایسا ہونے کے باوجود اس نئی صورت حال میں بھی اس کی نوعیّت سیّاراتی (Planetary) مقناطیسی فیلڈ کی ہی رہے گی۔ روز مرّہ زندگی کے معمولات بدستور رواں دواں رہیں گے۔ کچھ نیا نہیں ہو گا اور یہ مقناطیسی فیلڈ خلائی شعاعوں اور شمسی طوفانوں سے بچانے کے لئے ہمارے لیے پہلے کی طرح ایک مضبوط قدرتی ڈھال بنا رہے گا، ان شاءاللہ!

باب 7

ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ

اسی طرح جہاں سطحِ زمین پر بہنے والے روپہلی آب و تاب لیے ندی نالوں میں آہستہ خرام رواں دواں پانی پر ایک دوسری سے لپٹی لہروں کے مناظر دکھائی دیتے ہیں، وہیں جھنجھناتے جھرنے اور چمکتے دمکتے چشمے بھی اپنی تمام تر دل کشی کے ساتھ موجود ہیں ۔مزید برآں چٹانوں، چوٹیوں، ڈھلانوں اور وادیوں کا سارا پانی اپنے دامن میں سمو اور سمیٹ لینے والی جھلیں بھی ہیں۔ کیا یہ سب روئے زمین پر زندگی کے اثر آفرین استعارے نہیں؟ جہاں یہ سب کچھ ہے، وہیں بلند و بالا پہاڑوں کو روندتے، فلک بوس چٹانوں اور سنگلاخ وادیوں کو کاٹتے، توڑتے، بل کھاتے، چیختے، چنگھاڑتے منہ زور دریا بھی ہیں، جو گہری وادیوں، کشادہ میدانوں اور لق و دق صحرائوں میں بہتے چلے جارہے ہیں۔ اس پر مستزاد کرۂ ارض کے گرد دو تہائی رقبے پر پھیلے سمندروں کے ساحلوں پر طوفانی اور سرکش لہروں کا اتار چڑھائو ہماری زمین کی طبعی زندگی کا بیّن ثبوت ہے۔ اسی طرح زمینی انگڑائی، جھرجھری، کپکپاہٹ، لرزاہٹ یا زلزلہ زمین کے تیز ترین لمحاتی تحرّک اور تباہی کا باعث بنتا ہے۔ ہمارے اس سیّارۂ سکونت کی فضائوں میں کبھی زندگی اٹھکیلیاں کرتی دکھائی دیتی ہے تو کبھی اس کے اوسان خطا ہو جاتے ہیں۔ صرف اس پر بس نہیں، زیرِ زمین ان سے کہیں بڑے طوفان برپا ہیں؟ یعنی زمین کی اوپری چٹانی پرت یا قشرِ ارض کے نیچے ہزاروں درجے سینٹی گریڈ پر پگھلتی چٹانیں کھول رہی ہیں۔ اس چٹانی پرت کی موٹائی سمندروں کے نیچے 5 سے 25 کلو میٹر کی گہرائی تک،، میدانوں اور کھلے علاقوں میں 45 سے 50 کلو میٹر تک جبکہ پہاڑی علاقوں میں یہ موٹائی 60 سے 100 کلو میٹر کی گہرائی تک اور بعض صورتوں میں بلند ترین چٹانی علاقوں میں اس کی موٹائی 150 کلو میٹر تک جا پہنچتی ہے۔ اس کے باوجود جب یہ زمین اپنے اندر ابلتے اور کھولتے چٹانی مواد کو سنبھال کر

رکھتے رکھتے اچانک آگ کے الاؤ اگلنے لگتی ہے تو جان کے لاگو ہو جاتی ہے۔ زمینی زندگی کی یہ جھلک، آتش فشاں سرگرمی (Volcanic activity) بھی دراصل سینۂ ارض پر انسانی زندگی کی سرگرمیوں کا باعث ہے۔ سچ یہ ہے کہ ہماری زمین ''زندہ'' نہ ہوتی تو ہم بھی اس پر زندہ نہ رہ سکتے۔ زمینی زندگی کے مظاہر کا مختصر احوال اور اس کی تفصیل جان لینے کے بعد اب آسانی سے یہ باور کیا جاسکتا ہے کہ ہمارا ''سکونتی سیّارہ'' ایک ساکت و جامد سیّارہ نہیں ہے۔ بلکہ ایک متحرّک، مستعد (Active) اور زندہ سیّارہ ہے۔

ٹیکٹانی (ساختمانی) پلیٹیں

جب ہمارا نظامِ شمسی تخلیق کے مراحل سے گزر رہا تھا، اس وقت زمین بھی باقی شمسی سیّاروں کی طرح ایک دہکتے ہوئے گولے کی شکل میں تھی۔ ارضیاتی وقت (لاکھوں برس) گزرنے کے ساتھ یہ ٹھنڈی ہوتی گئی۔ اس کا اوپری حِصّہ یا پرت سب سے پہلے ٹھنڈا ہوا۔ زمین کے اس اوپری چٹانی پرت کو عمومی ارضیات (General Geology) کے شعبۂ علم میں ''قشرِ ارض'' کا نام دیا جاتا ہے جبکہ یہ بالائی پرت یا بیرونی چھلکا جیوٹیکٹانکس (زمینی ساختمانیات) کے حوالے سے لیتھوسفیئر کہلاتا ہے۔ ٹھنڈا ہونے پر اس چھلکے کے چٹانی مواد کا حجم کم ہونے لگا۔ ہم جانتے ہیں کہ درجہ حرارت کم ہو تو چیزوں کا حجم بھی کم ہو جاتا ہے۔ یوں اس سکڑاؤ سے پورے لتھوسفیئر میں دراڑیں پڑ گئیں۔ جس طرح کہ چٹخے ہوئے انڈے کے چھلکے میں تڑکیں پڑ جاتی ہیں۔ اس طرح لیتھو سفیئر ٹوٹ پھوٹ کا شکار ہو کر چھوٹے بڑے برّی و بحری ٹکڑوں یا زمینی خطّوں میں بٹا ہو ہے۔ اِن خطّوں کے درمیان پڑی دراڑیں بل کھاتی ہوئی پورے کرۂ ارض پر پھیلی ہوئی

ہیں۔ اگر زمین کا سائز مرغی کے ایک انڈے کے برابر ہوتا تو یہ زیادہ ابلے ہوئے انڈے کے خول میں پڑی تڑکوں کی طرح دراڑوں سے بھری دکھائی دیتی (شکل نمبر 7.1

بے ترتیب تڑکوں اور دراڑوں کے درمیان میں چاروں طرف سے گھرا چھوٹا یا بڑا بری و بحری لیتھو سفیئر کا زمینی خطّہ یا ٹکڑا ایک الگ وجود کے طور پر لیا جاتا ہے اور ٹیکٹانی پلیٹ (Tectonic plate) کہلاتا ہے۔ جب ہم زمینی خطّوں پر مشتمل پلیٹوں کا ذکر کرتے ہیں تو دراصل ہم زمینی ساختمانیات کی اصطلاح لتھو سفیئر کی بات کر رہے ہوتے ہیں۔ لہٰذا جنہیں ہم عرفِ عام میں قشرِ ارض کی پلیٹیں کہتے ہیں، یہ دراصل لِتھو سفیری پلیٹیں ہیں۔ جیسا کہ اوپر ذکر ہوا، لتھو سفیئر زمین کا بالائی یا بیرونی پرت ہے۔ اس کی موٹائی بشمول قشرِ 150 کلو میٹر ہے۔ پلیٹ کی موٹائی صرف قشرِ ارض کی موٹائی تک محدود نہیں۔ ہم جانتے ہیں کہ خشکی پر قشرِ ارض کی موٹائی اوسطاً 45 کلو میٹر ہے۔ جبکہ بحری قشرِ ارض (Oceanic crust) اوسطاً 15 کلو میٹر ضخیم ہے۔ دراصل پلیٹ کی ضخامت میں قشرِ ارض اور قشرِ ارض کے نیچے مانٹل (Mantle) کی بالکل اوپری تہہ کو بھی شامل کیا جاتا ہے۔ اس لیے کہ مانٹل کی اس اوپری تہہ کی چٹانوں کی طبعی خصوصیّات قشرِ ارض کی چٹانوں کی طبعی خصوصیّات سے ملتی جلتی ہیں۔ اس بناء پر ساختمانی پلیٹوں کے نظریے میں قشرِ ارض اور مانٹل کی اوپری تہہ کی ایک جیسی طبعی خصوصیّات کی بناء پر ان کی مجموعی ضخامت کو لتھو سفیئر کا نام دیا گیا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ اس بالائی پرت میں پائی جانے والی پلیٹوں کو قشری پلیٹیں کہنے کی بجائے لتھو سفیئری پلیٹیں کہا جاتا ہے۔ دراصل یہی لتھو سفیری پلیٹیں، جہاں زمین کی ظاہری ساخت اور تعمیر کا اہم جزو ہیں، وہیں یہ ہماری زمین کی موجودہ ساخت اور تعمیری شکل میں آہستہ رو مگر مسلسل اور بتدریج تبدیلی لاتے رہنے

کا باعث بھی ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ان پلیٹوں کو ساختمانی پلیٹیں کہا جاتا ہے۔
چاروں طرف سے پلیٹوں کو گھیرنے والی بے ترتیب، منحنی اور مُڑی تُڑی دراڑیں ٹیکٹانی پلیٹوں کی حد بندی (Boundary) کرتی ہیں (شکل نمبر 7.2)۔ یہ ٹیکٹانی حد بندیاں کوئی ساکن یا جامد حد بندیاں نہیں۔ ان حد بندیوں کے دونوں جانب واقع ٹیکٹانی پلیٹیں مختلف افقی سمتوں میں متحرّک رہتی ہیں۔ البتہ یہ تحرّک بہت ہی آہستہ رو ہے، اتنا آہستہ رو کہ اسے روز مرّہ زندگی میں محسوس نہیں کیا جاسکتا۔ نہایت حسّاس سائنسی آلات کے ذریعے ان پلیٹوں کی رفتار کم و بیش 2 سینٹی میٹر فی سال ریکارڈ کی گئی ہے۔ البتہ کچھ مقامات پر بعض پلیٹوں کی سالانہ رفتار بیس سینٹی میٹر تک نوٹ کی گئی ہے۔ دو سینٹی میٹر کی رفتار کے ساتھ موازنہ کیا جائے تو کسی ٹیکٹانی حد بندی پر بیس سنٹی میٹر کی سالانہ رفتار سے متّحرک کسی پیٹ کا موجود ہونا ماہرین کے لئے باعثِ تحقیق و توجّہ ہوتا ہے۔ تیز رفتاری کی بنا پر اس ٹیکٹانی حد بندی کو ازراہِ دلچسپی ٹیکٹانی پلیٹوں کے ''موٹروے'' کا نام دیا جاسکتا ہے۔

زمین کی اندرونی ساخت بلحاظ میکانی خواص

(Mechanial Properties)

چٹانوں کی کثافت کے لحاظ سے زمین کی اندرونی ساخت سہ پرتی ہے۔ بیرونی پرت قشرِ ارض (کم کثافتی چٹانوں پر مشتمل) نچلا (یا درمیانہ) پرت مانٹل (وسط کثافتی چٹانوں کا ملغوبہ) اور گٹھلی کی مانند تیسرا اندرونی پرت جوفِ ارض (کثیر کثافتی دھاتوں اور ان کی بھرتوں پر مشتمل) ہے۔ جبکہ پلیٹ ٹیکٹانکس کے نظریے کے مطابق اور پلیٹوں کی حرکت پذیری کے حوالے سے بلحاظ میکانی خواص زمین کی اندرونی ساخت بھی تین پرتوں

پر مشتمل ہے۔ یہ تین پرت لیتھو سفیئر، استھینو سفیئر اور میزو سفیئر ہیں (شکل نمبر 7.3

1- لِتھو سفیئر (Lithosphere)

میکانی خواص کے لحاظ سے یہ زمین کا مضبوط بیرونی پرت ہے۔ لیتھو (Litho) کے معنی ہیں: پتّھر یا چٹان اور لتھو سفیئر کا مطلب ہے: چٹانی کرہ۔ چٹانوں پر مشتمل اور قشرِ ارض سے بالکل مختلف یہ پرت، اگرچہ قشرِ ارض کی طرح ٹھوس چٹانوں پر مشتمل ہے۔ تاہم اس کی طرح کہیں زیادہ، کہیں کم ضخیم نہیں، بلکہ زیرِ سطح 150 کلو میٹر کی گہرائی تک موٹائی کا حامل ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ یہ قشرِ ارض سے کہیں زیادہ موٹا اور ضخیم ہے۔ جبکہ قشرِ ارض لیتھو سفیئر کے اوپر لپٹا ہوا محض ایک چھلکا ہے۔

پورا قشرِ ارض اور مانٹل کا بالائی ترین حِصّہ مل کر لیتھو سفیئر کی تشکیل کرتے ہیں۔ جیسا کہ پہلے ذکر ہوا، سطحِ زمین سے اندرونِ زمین گہرائی میں اس کی ضخامت 150 کلو میٹر ہے (شکل نمبر 7.2)۔ دراصل جب ہم ٹیکٹیانی پلیٹوں کا ذکر کرتے ہیں تو محض عام فہم اسلوب کی خاطر انہیں ہم قشرِ ارض کی پلیٹیں کہتے ہیں۔ ورنہ حقیقت میں یہ لیتھو سفیئر ہے، جو چھوٹی بڑی مختلف بحری و برّاعظمی ٹیکٹانی پلیٹیوں میں بٹا ہوا ہے۔ یہ پلیٹیں آہستہ رو حرکت پذیری کے خواص کی حامل ہیں اور مختلف افقی سمتوں میں نہایت آہستہ روی کے ساتھ متحّرک رہتی ہیں

2- استھینو سفیئر (Asthinosphere)

بحوالہ میکانی خواص یہ زمین کا درمیانہ پرت ہے اور پگھلے ہوئے چٹانی مواد پر مشتمل

ہے۔ پگھلے ہوئے اِس زیریں زمینی پرت یا تہہ کو زبانِ ساختمانیات میں استھینو سفیر کہتے ہیں۔ استھینو یونانی زبان کا لفظ ہے۔ استھینو کے معنی ہیں: کمزور یعنی یہ پرت لیتھو سفیئر کی طرح ٹھوس اور سخت نہیں بلکہ پگھلا ہونے کی بنا پر پلاسٹکی خواص کا حامل ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ جوں جوں زمین کی گہرائی بڑھتی جاتی ہے، اس کا درجہ حرارت بھی بڑھتا جاتا ہے۔ حتّٰی کہ سطحِ ارض پر موجود سنگلاخ چٹانیں بھی ان زمینی گہرائیوں میں پگھلنے لگتی ہیں۔ سائنسی تحقیقات کے مطابق 150 کلو میٹر کی گہرائی پر یعنی لتھو سفیر کے نیچے یہ چٹانیں پگھلی ہوئی حالت میں ملتی ہیں۔ دراصل ٹھوس لِتھو سفیری پلیٹیں اس پگھلے ہوئے استھینو سفیئر کے اوپر کسی مقام پر موجود حالات کے مطابق اِدھر سے اُدھر پھسلتی رہتی ہیں، لہٰذا وقت کے ساتھ اس کی شکل و صورت مسلسل تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ تاہم شکلی تبدیلی کا یہ عمل نہایت ہی آہستہ رفتار کے ساتھ واقع ہوتا ہے۔ لیتھو سفیئر کی ٹیکٹانی پلیٹیں اس کے اوپر افقی سمت میں بہت آہستہ روی کے ساتھ پھسلتی ہوئی متحرّک رہتی ہیں۔ استھینو سفیئر کی ضخامت 150 کلو میٹر سے 750 کلو میٹر تک اوسطاً چھ سو کلو میٹر ہے (شکل نمبر 7.2

3- میزو سفیئر (Mesosphere)

میکانی خواص کے لحاظ سے تیسرا، آخری اور سب سے نچلا پرت 750 کلو میٹر کی گہرائی سے شروع ہو کر مانٹل اور جوفِ ارض کی حد بندی پر ختم ہوتا ہے (شکل نمبر 7.2) اور ہزاروں ڈگری درجہ حرارت کے حامل کھولتے ہوئے چٹانی مواد پر مشتمل ہے۔ بہت زیادہ درجہ حرارت پر ہونے کی بنا پر اس میں موجود چٹانی مواد کے حجم میں بے پناہ اضافہ ہو جاتا ہے

جو اس عظیم الجثہ پرت کی کثافت میں زبردست کمی کا باعث بنتا ہے۔ نتیجتاً اس پرت سے میگما کے بڑے بڑے مرغولے ایک دم اوپر اٹھتے ہیں اور اوپر اٹھتے ہی چلے جاتے ہیں اور استھینو سفیئر کو نہایت سرعت کے ساتھ عبور کر کے لیتھو سفیئر کے پیندے تک جا پہنچتے ہیں۔ چونکہ یہاں نسبتاً کم درجہ حراریت یعنی صرف چند سو ڈگری سینٹی گریڈ ہوتا ہے۔ لہٰذا یہ چٹانی مواد ٹھنڈا ہونے لگتا ہے تو اس کے درجہ حرارت میں زبردست کمی واقع ہو جاتی ہے۔ نتیجتاً اس کے حجم میں کمی واقع ہونے پر اس کی کثافت میں اضافہ ہو جاتا ہے، جس کی بنا پر یہ چٹانی مواد اِدھر اُدھر اور دائیں بائیں لڑھکتے ہوئے دوبارہ استھینو سفیئر او رمیزو سفیئر میں غرق ہونے لگتا ہے۔ اس عمل میں یہ چٹانی مواد اپنے اوپر واقع ٹیکٹانی پلیٹوں کو اپنے ساتھ کھینچتے اور گھسیٹتے ہوئے ان کی آہستہ رو حرکت کا موجب بھی بنتا ہے۔

ٹیکٹانی پلیٹوں کی آہستہ رو حرکت پذیری: پس منظر

سب سے پہلے روئے زمین پر برِّاعظموں کے آہستہ رو کھسکاؤ (Continental drift) کا خیال پیش کیا گیا۔ واضح رہے کہ یہ خیال کم و بیش دو صدی پہلے پیش کیا گیا تھا۔ تب اسے ایک غیر حقیقی اور عملاً ناممکن نقطۂ نظر سمجھا گیا۔ ایک باقاعدہ سائنسی خیال کی شکل میں پیش کئے جانے پر بھی اسے ایک سو سال سے زیادہ کا عرصہ بیت چکا تھا کہ جب 1912 میں ایک جرمن سائنس دان الفریڈ ویگنر نے یہ نظریہ ''برِّاعظموں کا کھسکاؤ'' کے نام سے پیش کیا (باب۔3: برِّاعظموں کا کھسکاؤ)۔ اگرچہ ابتدائی طور پر یہ خیال کئی ارضی سائنس دانوں نے انیسویں صدی کی وسطی دہائی کے دوران میں پیش کر دیا تھا، تاہم ویگنر کو یہ اعزاز حاصل ہے کہ اس نے اس نظریہ کو بڑے بھرپور سائنسی انداز میں ایک مکمّل

سائنسی نظریہ کی شکل میں پیش کیا۔ بیسویں صدی کے وسط تک یعنی 1953ء تک اسے قبولِ عام حاصل نہ ہو سکا تھا۔ لیکن چونکہ ویگنر نے جاندار سائنسی بحث و تمحیص کے لئے کافی نظری و عملی دلائل فراہم کر دیئے تھے، لہٰذا آگے چل کر یہی نظریہ سائنسی تحقیق کا رخ ٹیکٹانی پلیٹوں کی آہستہ رو حرکت پذیری کی طرف موڑنے والا نظریہ ثابت ہوا۔ چنانچہ یہ نظریہ آج بھی علومِ ارضی و جغرافیائی کے میدان میں زیرِ بحث لایا جاتا ہے

مزید سائنسی انکشافات کے بعد خصوصاً جنگِ عظیم دوم کے بعد کی دو دہائیوں میں کی گئی تحقیق و جستجو کے نتیجے میں اس حوالے سے واضح صورت حال سامنے آئی تو معلوم ہوا کہ یہ برِّاعظم نہیں، ٹیکٹانی پلیٹیں ہیں جو نہایت آہستہ رفتار سے حرکت کر رہی ہیں۔ اس وجہ سے ان پلیٹوں پر واقع سمندر، جزیرے اور برِّاعظم سبھی آہستہ آہستہ حرکت کر رہے ہیں، چونکہ اس حرکت کی رفتار نہایت کم یعنی دو سنٹی میٹر (اوسطاً) سالانہ ہے۔ لہٰذا عمومی زندگی میں یہ حرکت محسوس نہیں ہوتی۔ آج اس پر تمام ارضی و جغرافیائی سائنس دانوں کا یکسوئی اور یکسانی کے ساتھ مکمّل اتفاق ہے کہ زمین کے بالائی پرت، لیتھو سفیئر پر موجود ٹیکٹانی پلیٹیں افقی سمتوں میں نہایت آہستہ روی سے مسلسل حرکت پذیر رہتی ہیں۔

ٹیکٹانی پلیٹوں کی حرکت پذیری کے قدرتی اسباب

ٹھوس لتھو سفیری پلیٹوں کا پگھلے ہوئے نرم استھینو سفیئر کے اوپر اِدھر سے ادھر پھسلنا بعینہٖ ایسا ہے کہ جیسے بالائی کی موٹی تہہ گرم ہوتے ہوئے دودھ کے اوپر برتن میں اِدھر اُدھر تیرتی رہتی ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ کیتلی میں پانی گرم کریں تو پیندے والا گرم پانی

اوپر کی طرف اٹھتا ہے۔ کیوں؟ دراصل درجہ حرارت بڑھنے پر اس کی کثافت کم ہو جاتی ہے، یعنی ہلکا ہو کر یہ پانی اوپر کی طرف اٹھتا ہے۔ اس کی جگہ لینے کے لئے اوپر والا پانی چوں کہ نسبتاً قدرے ٹھنڈا یا کم گرم ہوتا ہے تو زیادہ کثافت کی وجہ سے نیچے چلا جاتا ہے۔ اس طرح گرم پانی کی رویں (Currents) مسلسل حرکت میں رہتی ہیں۔ یہ حراری حملی رویں (Convectional currents) کہلاتی ہیں۔ ایسی ہی رویں استھینو سفیئر میں پگھلے ہوئے چٹانی مواد کے اندر جنم لیتی اور متحرّک رہتی ہیں اور استھینو سفیئر کے اوپر لتھو سفیری پلیٹوں کی حرکت پذیری کا باعث ہیں (شکل نمبر 7.4

سوال یہ ہے کہ ان اربوں کھربوں ٹن وزنی، بہت بڑی جسامت اور ایک سو کلو میٹر سے زیادہ ضخامت رکھنے والی ٹیکٹانی پلیٹوں کو آخر کون سی ایسی بے پناہ قوّت ہے جو مسلسل حرکت میں رکھے ہوئے ہے؟ اس بے پناہ قوّت کا سرچشمہ کیا ہے؟ اور یہ سرچشمہ ہے کہاں؟ ماہرینِ علومِ ارضی کی تحقیقی کاوشوں کے نتیجے میں معلوم ہوا ہے کہ اس زبردست قوّت کا سرچشمہ دراصل قشرِ ارض کے نیچے مانٹل کے اندر واقع ہے، جہاں سینکڑوں درجہ حرارت پر پگھلا ہوا چٹانی مواد کھول رہا ہے۔ قشرِ ارض کے پیندے اور مانٹل کے بالائی حصّے یعنی قشرِ ارض اور مانٹل یا لتھو سفیر اور استھینو سفیر کی حد بندی پر درجہ حرارت فقط چند سو سنٹی گریڈ ہے۔ جبکہ مانٹل کے پیندے اور جوفِ ارض کے بالائی حصّے یعنی میزو سفیر اور جوفِ ارض کی حد بندی پر درجہ حرارت ہزاروں درجہ سنٹی گریڈ تک پہنچ جاتا ہے (شکل نمبر 2.2)۔ مذکورہ بالا حد بندیوں پر درجہ حرارت کا یہی عظیم فرق دراصل بے پناہ طاقت کا وہ عظیم سرچشمہ ہے جو ٹیکٹانی پلیٹوں کو مسلسل حرکت میں رکھے ہوئے ہے۔ درجہ حرارت کے اسی عظیم فرق کی بنا پر مانٹل کی پگھلی ہوئی چٹانی پرت کے اندر طاقتور حملی

حراری رووں کے زیرِ اثر مانٹل کے اوپر قشرِ ارض میں واقع ٹیکٹانی پلیٹیں بہت آہستہ آہستہ متحرّک رہتی ہیں۔

اندرونِ زمین عمل پذیر اس ارضیاتی مظہر کو قدرے زیادہ وضاحت کے ساتھ سمجھنے کی ضرورت ہے۔ زمین کے اندر ابلتا کھولتا چٹانی مواد درجہ حرارت کے متذکرہ بالا عظیم فرق کی وجہ سے اندرونِ زمین نیچے سے اوپر، ادھر سے ادھر اور اوپر سے نیچے دوڑ رہا ہے۔ اور نہایت طاقت ور حراری حملی روں کو مسلسل جنم دینے کا باعث ہے (شکل نمبر 7.4)۔ دراصل عملاً ہوتا کیا ہے؟ جوفِ ارض کے قریب چار ہزار سنٹی گریڈ سے زیادہ درجہ حرارت پر کھولتا ہوا کم کثافت چٹانی مواد (درجہ حرارت زیادہ ہوتا جائے تو حجم بڑھتا جاتا ہے اور کثافت کم ہوتی جاتی ہے) اوپر اٹھتا رہتا ہے۔ بالکل اسی طرح جس طرح کیتلی میں گرم پانی پیندے سے اوپر کی جانب اٹھتا ہے۔ یہ چٹانی مواد جب قشرِ ارض کے قریب پہنچتا ہے تو یہاں کافی کم درجہ حرارت ہونے کے سبب ٹھنڈا ہونے لگتا ہے، جس سے اس کی کثافت میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ نتیجتاً نسبتاً ٹھنڈا اور کثیف چٹانی مواد دائیں بائیں لڑھکتا ہوا دوبارہ مانٹل کی تہوں میں غرق ہونے لگتا ہے تو اِدھر اُدھر پھسلتے اور لڑھکتے ہوئے اپنے اوپر موجود ٹیکٹانی پلیٹوں کو گھسیٹتا ہوا اپنے ساتھ لے جانے کی کوششیں کرتا ہے۔ اس طرح یہ پلیٹیں مختلف افقی سمتوں میں ادھر سے ادھر آہستہ روی کے ساتھ حرکت کرتی رہتی ہیں۔

دوسرے الفاظ میں جوفِ ارض سے گرم ترین چٹانی مواد بلند درجہ حرارت پر ہونے کی وجہ سے اوپر کی جانب استھینو سفیئر اور پھر یہاں سے مزید اوپر لتھو سفیئر کی طرف بڑھتا ہے۔ لتھو سفیری پلیٹوں کا درجہ حرارت مقابلتاً بہت کم ہونے کی وجہ سے یہاں

پہنچنے پر گرم تر چٹانی مواد ٹھنڈا ہونے لگتا ہے اور درجہ حرارت کم ہونے پر کثافت میں اضافے کی وجہ سے پھر واپس زمینی گہرائیوں کا رخ کرتا ہے۔ کیتلی کی طرح اندرونِ زمین چٹانی مواد کی رویں مسلسل متحرّک رہتی ہیں۔ دراصل اوپر اٹھتا ہوا گرم ترین چٹانی مواد پلیٹوں کے پیندوں کا درجہ حرارت بڑھاتا ان کے حجم میں اضافہ کرتا اور انہیں اوپر اٹھانے کی کوشش کرتا رہتا ہے۔ اسی طرح ٹھنڈا ہو کر نیچے جاتے وقت افقی سمت میں پلیٹوں کو اپنے ساتھ گھسیٹنے (Dragging) کی کوشش کرتا ہے۔ مسلسل کئی برس تک اس عمل کے جاری رہنے سے اس کے اوپر موجود پلیٹ میں کسی فالٹ یا دراڑ کے دونوں طرف والے زمینی یا چٹانی طبق مستقل طور پر ایک خاص سمت میں دباؤ کے زیرِ اثر رہتے ہیں۔ جس میں وقت کے ساتھ مسلسل اضافہ ہوتا رہتا ہے۔ حتیٰ کہ دباؤ کی مقدار جمع ہوتے ہوتے اس قدر بڑھ جاتی ہے کہ زمینی طبق فالٹ پلین (Fault plane) پر ایک دم ایک جھٹکے سے دباؤ کی سمت میں حرکت کرتے ہیں۔ یہی جھٹکے کے ساتھ اچانک اور لحماتی حرکت زلزلے کا باعث بنتی ہے۔

ٹیکٹانی پلیٹوں یا چٹانی طبقوں کے کسی فالٹ پلین پر ایک دم تحرّک پذیر ہونے پر جو تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں، وہ زمینی ساخت کو آنِ واحد میں تبدیل کر کے رکھ دیتی ہیں۔ ان اچانک تبدیلیوں کے علاوہ ٹیکٹانی پلیٹوں کے نہایت آہستہ آہستہ اور مسلسل سرکتے اور کھسکتے رہنے کی وجہ سے دھیرے دھیرے آنے والی تبدیلیاں بھی عمومی ارضی ساخت میں تغیّر و تبدّل کا باعث بنتی ہیں۔ اربوں سالوں سے ایسی ہی جاری مسلسل عمل پذیر تبدیلیوں کے نتیجے میں نہایت گہری کھائیاں (Trenches)، مثلاً میریانا ٹرینچ (Mariana Trench) جس کی گہرائی دس ہزار نو سو چورانوے (10994) میٹر یا

چھتّیس ہزار دو سو چار فٹ (36204) ہے، زیرِ سمندر طویل کوہستانی سلسلے، مثلاً وسطی اوقیانوس کی میانِ بحر دیوار نما پہاڑیاں (باب۔5: پھیلتے ہوئے سمندری فرش)، فرش سمندر پر بکھرے جزیرے اور زیرِ آب چٹانیں، جبکہ برِّاعظموں پر ہزاروں میٹر بلند چوٹیاں مثلاً مائونٹ ایورسٹ (نیپال) اور کے ٹو (پاکستان) اور ایک سے زیادہ برِّاعظموں (ایشیا اور یورپ) پر پھیلے ہوئے عظیم کوہستانی سلسلے مثلاً ہمالیہ، قراقرم، ہندوکش اور پامیر وجود میں آئے۔

جدید تحقیق کے مطابق آج بھی ہمالیہ اور قراقرم میں سربلند فلک بوس چوٹیاں کم و بیش پانچ ملی میٹر سالانہ کی رفتار سے بلند ہو رہی ہیں اور آس پاس کے علاقوں میں آہستہ رو تبدیلیوں (مثلاً دریائوں اور ندیوں کے چٹانی کٹائوں میں اضافے) کا موجب بن رہی ہیں۔ انہیں وجوہ کی بنا پر لتھوسفیری پلیٹوں کو ماہرین ارضیات نے ساختمانی یا ٹیکٹانی پلیٹوں (یعنی زمینی ساخت میں تبدیلیاں لانے والی پلیٹوں) کے نام سے موسوم کیا۔

ٹیکٹانی پلیٹوں کی حرکیات

روئے زمین پر یہ متّحرک ٹیکٹانی پلیٹیں صرف افقی سمتوں ہی میں حرکت پذیر نہیں۔ بلکہ یہ نہایت آہستہ آہستہ عموداً اوپر کی طرف اٹھتی یا نیچے کی طرف دھنستی بھی ہیں۔ عمودی سمت میں اوپر کی طرف حرکت کو اٹھان (Uplift) اور نیچے کی جانب حرکت کو بٹھان (Subsidence) کہا جاتا ہے۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ یہ پلیٹیں ''گھومتی'' بھی ہیں۔ اس حرکت کو افقی چکر میں گھڑی وار یا مخالف گھڑی وار آہستہ رو گھمائو (Rotation) کہتے ہیں۔ کسی جگہ کوئی پلیٹ کسی دوسری پلیٹ کے اوپر چڑھ رہی ہے (Convergance) تو

کہیں مسلسل دو پلیٹیں آپس میں ٹکرائے جارہی ہیں اور یہ ٹکرائو (Collision) وقت کے ساتھ جاری وساری رہتا ہے۔ اسی طرح بعض مقامات پر دو پڑوسی پلیٹیں اپنی حد بندی پر ایک دوسری سے پرے ہٹتی اور مسلسل دور ہوتی چلی جاتی ہیں (Divergance)۔ اسی طرح یہ کسی حد بندی پر ایک دوسری کے ساتھ مس کر کے یا گھِس کر گزرتی ہیں (Transform)۔ گویا ان ٹیکٹانی پلیٹوں کو چاروں سمتوں میں اِدھر سے اُدھر اور یہاں سے وہاں افقی حرکت کرتے دیکھا جاسکتا ہے اور ان کی عموداً اٹھان اور بٹھان کا مشاہدہ بھی سطحِ ارض پر ہر جگہ اور ہر مقام پر کیا جاسکتا ہے

بھاری بھر کم زیادہ کثافت رکھنے والی اور ٹھنڈی یعنی مقابلتاً کم درجہ حرارت کی حامل بحری ٹیکٹانی پلیٹیں ہلکی پھلکی، کم وزن اور کم کثافت برّی ٹیکٹانی پلیٹوں کے نیچے دب جاتی ہیں (Subduct)۔ اس طرح یہ عمل ٹیکٹانی پلیٹوں کے نیچے دب جانے، زیرِ زمین دھنسنے (Thrusting)، بل کھانے (Folding)، اور شکست و ریخت کا شکار ہونے (Fracturing) کا باعث بن جاتا ہے۔

تھرسٹ فالٹ (Thrust Fault)

علاقائی اور عالمی وسعت کے حامل اور مختلف چٹانوں میں مقامی نوعیّت رکھنے والے چھوٹے بڑے فالٹس مختلف ٹیکٹانی اسباب و عوامل کی بنا پر زمین اور زمینی چٹانوں میں ٹوٹ پھوٹ کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔ ان کی کئی اقسام ہیں۔ مثلاً دھنسائو کے ٹیکٹانی عمل کے نتیجے میں درمیانی چٹانی ساختوں (Mesoscopic structures) سے لے کر علاقائی زمینی ساختوں (Regional structures

عالمی زمینی ساختوں (Global structures) کی شکل میں فالٹس یا دراڑوں کی ایک قسم وجود پذیر ہوتی ہے، جسے تھرسٹ فالٹ کا نام دیا جاتا ہے۔ یہ تھرسٹ فالٹ کس قسم کا فالٹ ہوتا ہے؟ تھرسٹ فالٹ دراصل ریورس (Reverse) فالٹ کی ایک قسم ہے۔ جب کوئی چٹانی طبق Block) (کسی دوسرے کے نیچے دھنسے لگے (شکل نمبر 7.5) یا کسی دوسرے طبق کے اوپر چڑھنے لگے اور اس دھنسائو یا چڑھائو کی پلین کا زاویہ، ریورس فالٹ کی پلین کے زاویہ (45o درجے) سے کم ہو یعنی 30o درجے کے آس پاس ہو تو اس طرح کے فالٹ کو تھرسٹ فالٹ کا نام دیا جاتا ہے۔ واضح رہے کہ بالعموم سہولت کے لئے اسے صرف تھرسٹ لکھا اور بولا جاتا ہے۔

گوندوانا سے ٹوٹ کر جنوب سے آنے والی پاک و ہند پلیٹ جب شمال میں لاریشیا پہنچی تو پہلے یوریشیائی پلیٹ کے نیچے دھنسنے لگی، دھنساؤ کا عمل مکمل ہونے پر ٹیکٹانی عمل شروع ہوا جو آج تک جاری ہے (تفصیل کے لئے اس باب کا سیکشن: ''ٹیکٹانی حدبندیوں کی اقسام'')۔ پاکستان کے شمال مغربی علاقوں میں اس دبائو خیز ٹیکٹانی ماحول کی بنا پر بہت سے چھوٹے بڑے تھرسٹ فالٹ وجود میں آگئے۔ واضح رہے کہ کوئی سی دو پلیٹوں کے دھنسائو اور ٹکرائو کا ٹیکٹانی عمل دونوں طرف سے دبائو (Compression) کا نتیجہ ہوتا ہے۔ اس عمل سے قشرِ ارض کے رقبے میں کمی واقع ہوتی ہے۔ جن علاقوں میں ایسے ٹیکٹانی ماحول کا غلبہ ہو، وہاں تقریباً سارے کے سارے چھوٹے بڑے فولڈ اور ریورس یا تھرسٹ فالٹ ہی وجود میں آتے ہیں۔ پاک و ہند پلیٹ اور یوریشیائی پلیٹ کا سارا علاقہ ان پلیٹوں کے دھنسائو اور ٹکرائو کی وجہ سے آج بھی دبائو خیز ٹیکٹانی ماحول (Compressional Tectoinc Regime) کے زیرِ اثر ہے۔

انقلابی نظریہ کے جنم کا پس منظر

پلیٹ ٹیکٹانکس، علومِ ارضی کے علمی میدان میں پروان چڑھنے والا ایک بالکل نیا نظریہ ہے اور ایک انقلابی نظریہ کی حیثیت سے جانا جاتا ہے۔ یہ انقلابی نظریہ قریباً ربع صدی پر مشتمل علمی و تحقیقی کاوشوں کے نتیجے میں پروان چڑھا اور 1950ء کی دہائی سے 1970 کی دہائی کے دوران میں شکل پذیر ہوا۔ دراصل اس دورانیے میں علومِ ارضی کے حوالے سے کی گئی تحقیق و جستجو کے نتیجے میں کافی نئی نئی دریافتیں ہوئیں۔ جنگِ عظیم دوم (1945ء) کے بعد جنگی پس منظر میں کی جانے والی سائنسی تحقیق و جستجو کی سرگرمیوں کو اس نظریہ کے پروان چڑھنے کی شروعات کا زمانہ قرار دیا جاتا ہے۔ 1960ء کی دہائی کے نصف آخر میں اس جدید نظریہ کے نکات ترتیب دیے گئے اور اس وقت تک کے دستیاب سائنسی و تحقیقی انکشافات کی روشنی میں ان کی نوک پلک درست کی گئی۔ 1965 میں جے توزو ولسن (J. Tuzo Wilson) نامی کینیڈا کے ایک ارضی سائنس دان نے پہلی مرتبہ "پلیٹ" کا لفظ ایک اصطلاح کے طور پر استعمال کیا (شکل نمبر 7.6)۔ آج علوم ارضی کی دنیا میں ہر خاص و عام "پلیٹ" کے اصطلاحی مفہوم سے اچھی طرح واقف ہے۔ "ٹیکٹانی پلیٹ" کہنا یا صرف "پلیٹ" کہہ دینا دراصل ایک ہی بات ہے۔

1970ء کے بعد یہ نظریہ تمام ارضیاتی علوم کے ماہرین کی نظر میں ایک جامع (Unifying) اور جدید نظریہ قرار پا چکا تھا۔ اسے "برِّاعظموں کے آہستہ رو کھسکاؤ" (باب۔3: برِّاعظموں کا کھسکاؤ) کے نظریہ کی جدید شکل خیال کیا جاتا ہے۔ تاہم 1912 تا 1932ء کے دوران میں جب براعظموں کے کھسکاؤ کا یہ نظریہ پیش کیا گیا اور پھر زیر

بحث رہا تو اس وقت تک اس آہستہ رو حرکت پذیری کی کوئی قابلِ قبول اور باوثوق سائنسی وضاحت کرنا ممکن نہ ہوا تھا۔ البتہ 1960ء کے عشرے کے آغاز تک یہ ممکن ہو چکا تھا کہ ماہرینِ ارضیات زیرِ آب بحری سروے کر کے سمندری فرشوں کے بارے میں ٹھوس سائنسی حقائق حاصل کر سکیں۔ وہ ان جدید حقائق کی مدد سے معلوم کرنے کے قابل ہو گئے تھے کہ زیرِ آب سمندری فرشوں پر ادران کے نیچے کون سی چٹانیں پائی جاتی ہیں؟ ان کی ساخت کیا ہے؟ سمندری فرشوں کے نیچے کون کون سے ارضیاتی عوامل کار فرما ہیں؟ اور کون سی طبعی و ارضی سرگرمیاں جاری ہیں (باب۔5: پھیلتے سمندری فرش)؟ اسی اثناء میں سائنسی تحقیقات کے نتیجے میں یہ امر بھی پایہ ثبوت کو پہنچ گیا کہ زمین ایک طرح کا دو قطبی مقناطیس ہے۔ اس کے باعث زمین کی "قدیم مقناطیسیت" (Poleomagnetism) کے بارے میں نہایت اہم معلومات کا حصول ممکن ہوا (باب۔ 4 : زمینی مقناطیسیت)۔ خصوصاً سمندری فرشوں پر مقناطیسی پٹیوں کے مطالعات اس ضمن میں کافی مدد گار ثابت ہوئے۔ اسی طرح روئے زمین پر زلزلوں اور آتش فشاں پہاڑوں کے مقاماتِ وقوع پر مشتمل سائنسی انکشافات نے اس نظریہ کی تشکیل میں اہم سائنسی جواز فراہم کئے، مثلاً بحر الکاہل کے مشرقی، شمالی اور مغربی کناروں پر "حلقہ آتش فشانی یا آتشیں حلقہ" (Ring of Fire) کی دریافت اس ضمن میں کافی اہم دریافت سمجھی جاتی ہے۔ دریں اثناء میں اندرونِ زمین ہزاروں درجے سنٹی گریڈ درجہ حرارت رکھنے والے چٹانی مواد کے آتش فشانی کے ذریعے سطحِ ارض پر اُبلنے اور اندرونِ زمین سے بے پناہ درجہ حرارت کے باہر کی طرف یعنی قشرِ ارض یا لتھو سفیئر کی طرف بہاؤ کے حوالے سے ٹھوس سائنسی تحقیق کے نتیجے میں اہم سائنسی انکشافات علومِ ارضی

کے علمی حلقوں میں بآسانی دستیاب ہو چکے تھے۔اسی طرح دنیا بھر میں نباتات اور حیوانات کے فاسلز کی شناخت، تنوّع اور وقوع پذیری نے اس ضمن میں مزید ٹھوس دلائل فراہم کئے۔

اسی بنا پر آج ماہرینِ ارضیات اس بات پر یقین رکھتے ہیں کہ موجودہ دور میں دکھائی دینے والا زمین کا عالمی جغرافیہ کروڑوں (دو کروڑ یا 200 ملین) برس پہلے کے زمینی جغرافیہ سے بہت مختلف تھا۔ آج برِّاعظموں کی شکل و صورت، ساخت اور محلِّ وقوع یکسر بدل چکے ہیں۔ اس جغرافیائی تغیّر و تبدل کی صرف اور صرف ایک ہی وجہ ہے، اور وہ یہ کہ تمام برِّاعظم اور سمندر لیتھو سفیئری پلیٹوں پر واقع ہیں جو ایک دوسرے کے لحاظ سے افقی سمتوں میں آہستہ رو حرکت کر رہی ہیں۔ واضح رہے کہ ان کی ہیئت و مقام میں تبدیلی کا یہ عمل آج بھی بدستور جاری و ساری ہے۔

پلیٹ ٹیکٹانکس یا ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ

ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ علومِ ارضی کے میدان میں ایک انقلابی نظریہ خیال کیا جاتا ہے، بالکل ایسے ہی جیسے فزکس کے میدان میں نیوٹن اور آئن سٹائن کے پیش کردہ نظریات کو بڑی اہمیّت دی جاتی ہے۔ علومِ ارضی میں یہ ایک ایسے جامع نظریہ کی حیثیتّ رکھتا ہے جو ہماری زمین کے تمام پہلوئوں یعنی سیّارہ ہونے کی حیثیتّ سے اس کے اندر اور باہر کیا کیا قدرتی عوامل کارفرما ہیں؟ اور یہ کیسے عمل پذیر ہو رہے ہیں؟ کی وضاحت بڑے اچھّے طریقے سے کرتا ہے۔ جیسا کہ پہلے بیان کیا گیا، جنگِ عظیم دوم کے بعد کم و بیش پچیس تیس سالوں کے دوران میں بحری فرشوں کی نوعیّت، زمین کی قدیم مقناطیسیت، سطحِ

ارض پر آتش فشاں پہاڑوں اور زلزلہ واقع ہونے کے مراکز کی مختلف علاقوں اور خطّوں میں تقسیم، اندرونِ زمین سے حرارت کے اخراج اور پوری سطحِ ارض پر پودوں اور جانوروں کے دریافت ہونے والے فاسلز کی علاقائی تقسیم جیسے نہایت اہم اور نئے سائنسی انکشافات اور ان سے متعلّقہ ٹھوس معلومات کے حصول کے بعد اس نظریے کے اہم نکات ترتیب دینانہایت آسان ہو گیا۔

اس نظریے کے مطابق اور جیوٹیکٹانکس کے لحاظ سے زمین کا بیرونی پرت یعنی لیتھوسفیئر قشرِ ارض اور اس کے بالکل نیچے مانٹل کے بالائی ترین حصّے پر مشتمل ہے۔ جیوٹیکٹانکس کے حوالے سے زمین کے میکانی خواص کو پیشِ نظر رکھا جائے تو لیتھوسفیئر قشرِ ارض سے ایک بالکل مختلف پرت ہے۔ اس کی اندرونِ زمین گہرائی میں ضخامت 150 کلو میٹر ہے۔ جبکہ قشرِ ارض کی اوسط موٹائی صرف 45 کلو میٹر ہے۔

کرۂ ارض کے گرد لپٹا ہوا یہ بیرونی پرت، لیتھوسفیئر کم و بیش بتیس ساختمانی پلیٹوں میں میں بٹا ہوا ہے۔ ان بتیس ساختمانی پلیٹوں میں بلحاظ حجم اور رقبہ بڑی پلیٹیں مختلف جسامت کے ساتھ تعداد میں آٹھ ہیں۔ جبکہ رقبہ اور جسامت کے لحاظ سے باقی چھوٹی پلیٹیں چوبیس ہیں۔ ان تمام چھوٹی بڑی ٹیکٹانی پلیٹوں کو ان کے علاقوں کی نسبت سے برّاعظموں ،ملکوں اور سمندروں سے منسلک مختلف جغرافیائی نام دیئے گئے ہیں۔ تاکہ کسی ابہام کے بغیر سائنسی کام اور تحقیقی امور بسہولت انجام دینے اور مختلف تحقیقی پروجیکٹس بآسانی بروئے کار لانے کے لئے ایک واضح اور غیر مبہم نومین کلی ایچر (Nomencleature) موجود ہو (شکل نمبر 7.2)

آٹھ بڑی ٹیکٹانی پلیٹیں یہ ہیں: افریقی ٹیکٹانی پلیٹ، شمالی امریکی ٹیکٹانی پلیٹ، جنوبی امریکی

ٹیکٹانی پلیٹ، یوریشیائی ٹیکٹانی پلیٹ، انڈو۔پاکستان (پاک وہند) ٹیکٹانی پلیٹ، آسٹریلیائی ٹیکٹانی پلیٹ، انٹارکٹکائی ٹیکٹانی پلیٹ اور پیسیفک ٹیکٹانی پلیٹ۔ قدرے چھوٹی ٹیکٹانی پلیٹوں میں سے چند ایک کے نام: کوکاس پلیٹ، عریبین پلیٹ، کریبین پلیٹ، نازکا پلیٹ، اسکوشیا پلیٹ اور فلپائنی سمندری پلیٹ ہیں (شکل نمبر 7.2)

ایسا ہے کہ کوئی بھی ساختمانی پلیٹ کلّی طور پر صرف خشکی کے ٹکڑے پر مشتمل ہو سکتی ہے۔ مثلاً یوریشیائی پلیٹ (Eurasian Plate)۔ پاکستان کے شمال اور شمال مغرب میں واقع یہ پلیٹ برِّاعظم یورپ کے تقریباً تمام ممالک اور علاقوں اور برِّاعظم ایشیاء کے تھوڑے سے شمال مغربی علاقے پر مشتمل ہے۔ اسی بنا پر اسے یوریشیائی پلیٹ کا نام دیا گیا ہے۔ اسی طرح کوئی پلیٹ کم و بیش یا کلّی طور پر بحری فرش اور سمندری علاقے پر مشتمل ہو سکتی ہے۔ مثلاً بحر الکاہل (Pacific) پلیٹ یا پیسفک پلیٹ، تقریباً تمام بحر الکاہل کے سمندری فرش پر مشتمل ہے۔ علاوہ ازیں بعض پلیٹیں خشکی والے اور سمندری دونوں قسم کے علاقوں پر مشتمل ہو سکتی ہیں۔ مثلاً آسٹریلیائی پلیٹ اور پاک وہند پلیٹ۔

زمین کے زمانۂ آفرینش (Origin) سے یہ ساختمانی پلیٹیں مسلسل مگر نہایت آہستہ روی کے ساتھ حرکت کر رہی ہیں۔ موجودہ زمانے میں پلیٹوں کی آہستہ رو حرکت کا اندازہ اوسطاً 2 سینٹی میٹر فی سال لگایا گیا ہے۔ تاہم یہ رفتار زمین کے مختلف علاقوں میں مختلف ہے۔ ماہرینِ ارضیات نے 5 7 10 17 سینٹی میٹر سالانہ کی رفتار بھی ریکارڈ کی ہے۔ فی الوقت پلیٹوں کی حرکت کی تیز ترین شرح 20 سینٹی میٹر سالانہ تک نوٹ کی گئی ہے۔ اس تیز ترین رفتار والی پلیٹ کا نام بحر الکاہل پلیٹ ہے جو کہ پاکستان سے بہت دور گلوب کے دوسری طرف واقع ہے

یہ ٹیکٹانی پلیٹیں اربوں کھربوں ٹن وزنی ہیں، بے پناہ حجم رکھتی ہیں اور نہایت آہستہ روی کے ساتھ حرکت کر رہی ہیں۔ لہٰذا ان کی نہایت آہستہ رو حرکت پذیری روز مرّہ زندگی کے معمولات میں محسوس نہیں ہوتی۔ بالکل ایسے ہی جس طرح انسانی بالوں یا ناخنوں کی نشوونما کی رفتار روز مرّہ کے معمولات کے دوران محسوس نہیں ہوتی۔ ان پلیٹوں کی اِدھر اُدھر مختلف سمتوں اور رفتاروں کے ساتھ حرکت پذیری کو ڈربی (Derby) کی ڈاجم کاروں کے مختلف سمتوں میں دوڑنے، گھومنے اور ٹکرانے کی مثال سے سمجھا جاسکتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ یہ ٹیکٹانی پلیٹیں روئے زمین پر کہیں ایک دوسری کے ساتھ ٹکرا رہی ہیں، کہیں ایک دوسری سے پرے ہٹ رہی ہیں اور کہیں ایک دوسرے کے ساتھ گھسٹ کر گزر رہی ہیں۔

ٹیکٹانی پلیٹوں کی حد بندی

جیسا کہ آپ اس باب کے ابتدائی حِصّہ میں پڑھ چکے ہیں کہ زمین کے بیرونی پرت یا غلاف کے مختلف چھوٹی بڑی ٹیکٹانی پلیٹوں میں بٹا ہونے کو اُبلے ہوئے انڈے کے چھلکے میں پڑنے والی بے ترتیب تڑکوں کی مثال سے سمجھا جاسکتا ہے۔ ان بے ترتیب تڑکوں میں گھرے علاقے یا ان کے درمیانی علاقے کو ٹیکٹانی پلیٹ کا نام دیا جاتا ہے۔ اس علاقے کے ارد گرد واقع چھوٹی بڑی تڑکیں یا دڑاریں پلیٹوں کی حد بندی کی نشاندہی کرتی ہیں۔ یعنی ٹیکٹانی پلیٹوں کے کنارے جہاں دوسری پڑوسی پلیٹوں کے کناروں کے ساتھ متصل ہوں، وہاں پر یہ ان کی حد بندی کی تشکیل کرتے ہیں۔ چونکہ مختلف پلیٹیں ایک دوسری کے لحاظ سے مختلف سمتوں میں آہستہ رو حرکت کر رہی ہیں، لہٰذا پلیٹوں کے ان کناروں یا

حد بندیوں پر رگڑ، گھسائو، دھنسائو، غرق گیری اور ٹکڑائو کے باعث زبردست ارضیاتی شکست و ریخت ہوتی ہے اور مختلف النّوع طبعی مظاہر اور ارضی عوامل شدّتِ عمل کے ساتھ واقع ہوتے رہتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ان حد بندیوں پہ واقع علاقے بھرپور ارضیاتی عوامل اور طبعی سرگرمیوں کے مراکز ثابت ہوئے ہیں۔ مثلاً ان علاقوں میں مختلف اوقات میں چھوٹے بڑے زلزلے واقع ہوتے رہتے ہیں، آتش فشاں پھٹتے رہتے ہیں، کبھی زمینی طبقات اچانک نیچے دھنسنے لگتے ہیں، لمبی اور گہری کھائیاں وجود میں آتی ہیں یا یہ طبقات نہایت آہستہ روی کے ساتھ اوپر اٹھتے چلے جاتے ہیں اور چھوٹے بڑے پہاڑوں کی شکل اختیار کرنے لگتے ہیں۔ گویا اس طرح پلیٹوں کے ان کناروں پر ٹیکٹانی ماحول کے مطابق کوہ سازی کا عمل (Mountain building) بھی انجام پاتا ہے۔ الغرض ان حد بندیوں پر مختلف اور زبردست ارضیاتی و طبعی سرگرمیاں مسلسل جاری و ساری رہتی ہیں۔ ٹیکٹانی پلیٹوں کے درمیان واقع حد بندیوں کی ایک بڑی تعداد کو براہِ راست نہیں دیکھا جاسکتا۔ کیونکہ یہ سطحِ ارض پر پھیلے دو تہائی سمندری پانی کی دبیز تہہ کے نیچے سمندری فرش پر واقع ہیں۔ البتہ سمندری پانی کے نیچے چھپی ان حد بندیوں کو مختلف سائنسی طریقوں اور ذرائع سے بالواسطہ دیکھا جاسکتا ہے۔ اب سائنسی تکنیکات کے ذریعے سمندری پانی کے نیچے ان حد بندیوں کی نہایت درست نقشہ کشی ممکن ہوگئی ہے۔ اسی طرح خلاء میں متحرک جدید ترین مصنوعی سیّارچوں (Satellites) کے ذریعے بھی ان کی نہایت صحیح پیمائش اور نقشہ کشی کی جاسکتی ہے

چونکہ ان حد بندیوں کے نزدیک وقتاً فوقتاً زلزلے آتے رہتے ہیں تو کہیں آتش فشانی کا عمل جاری رہتا ہے۔ یہ دونوں زمینی عوامل ان حد بندیوں کے آس پاس مرتکز دکھائی

دیتی ہیں، لہٰذا ان حد بندیوں کی نقشہ کشی میں زلزلوں اور آتش فشانی کے قدرتی عوامل کا واقع ہونا بہت مدد گار ثابت ہوا ہے۔

اپنے گھر کے محلِّ وقوع کا جائزہ

ایسے میں ٹیکٹانی پلیٹوں کی حد بندی کی نوعیّت کے لحاظ سے آپ اپنے گھر کے محلِّ وقوع کا جائزہ لے سکتے ہیں کہ آپ کا رہائشی علاقہ کس ٹیکٹانی پلیٹ کے رقبے کے وسط میں، اس کی حد بندی کے قریب یا قریب تر واقع ہے؟ اور ٹیکٹانی پلیٹوں کی حد بندی کے لحاظ سے آپ کے گھر کے محلِّ وقوع کی کیا اہمیّت ہے؟ اس حوالے سے یہ بھی دیکھیں کہ آپ کو کسی آنے والے وقت میں کس قسم کی صورتِ حال سے واسطہ پڑ سکتا ہے؟ چنانچہ پہلی فرست میں اب آپ کا کام یہ ہے کہ آپ کسی ماہرِ علومِ ارضی یا ماہرِ علومِ زلزلہ سے ملاقات کریں اور معلوم کریں کہ آپ کا گھر، گائوں یا شہر ٹیکٹانی پلیٹوں کے حوالے سے کہاں واقع ہے؟ کوئی زلزلہ آنے یا کوئی آتش فشاں پہاڑ پھٹنے کی صورت میں آپ کتنے محفوظ ہیں؟ آپ کو کیا حفاظتی تدابیر اختیار کرنی چاہئیں؟ اس حوالے سے باوثوق معلومات حاصل کر کے اس بات کو یقینی بنائیں کہ آپ ایک محفوظ علاقے میں رہائش پذیر ہیں کہ جہاں زلزلوں کے آنے اور آتش فشانی کے ارضیاتی عوامل کے واقع ہونے کے امکانات کم ہیں یا کوئی دوسری صورت ہے۔ ان امور کا علم ہونے کے بعد آپ نے باور کر لیا ہو گا کہ پلیٹ ٹیکٹانکس کے حوالے سے اپنے شہر، بستی اور گھر کے محلِّ وقوع کا جائزہ لینا کس قدر اہمیّت کا حامل ہے؟

ٹیکٹانی حد بندیوں کی اقسام

ان حد بندیوں پر ایک دوسری کے لحاظ سے ٹیکٹانی پلیٹوں کی باہمی حرکت کی نوعیّت کو پیش نظر رکھا جائے تو کوئی سی دو پڑوسی پلیٹوں کی حد بندی پر تین طرح کی باہمی حرکت ممکن ہے۔ بنابریں روئے زمین پر ان حد بندیوں کی درج ذیل تین بڑی اقسام پائی جاتی ہیں (شکل نمبر 7.7

پہلی قسم: ایک دوسری کی طرف بڑھتی ہوئی یا آپس میں ٹکراتی ہوئی ٹیکٹانی پلیٹوں کی حد بندی، کنورجینٹ باونڈری (Convergent boundary) یا 'سکڑتی حد بندی' کہلاتی ہے۔

دوسری قسم: ایک دوسری سے پرے ہٹتی یا دور ہوتی ہوئی پلیٹوں کی حد بندی کو ڈائیورجنٹ حد بندی (Divergent boundary) یا "پھیلتی حد بندی" کا نام دیا جاتا ہے۔

تیسری قسم: پہلو بہ پہلو آپس میں ایک دوسری کے ساتھ گھسٹ کر حرکت کرنے والی پلیٹوں کی بانڈوری کو ٹرانسفارم حد بندی (Transform boundary) یا "گھسٹتی حد بندی" کہا جاتا ہے۔

(1 سکڑتی حد بندی

دو پڑوسی پلیٹوں کے درمیانی کناروں پر مشتمل وہ علاقہ، جہاں ٹیکٹانی پلیٹیں ایک دوسری کی طرف بڑھتی رہتی ہیں، سکڑتی حد بندی کہلاتی ہے۔ چونکہ ٹیکٹانی پلیٹیں چٹانی میٹریل اور ساخت کے اعتبار سے برِّاعظمی یا بحری، دونوں طرح کی ہو سکتی ہیں، لہٰذا ان کی برِّاعظمی یا بحری نوعیّت کے لحاظ سے اس بائونڈری پر تین طرح کی صورتِ حال پیش

آسکتی ہے۔ گویا سکڑتی حد بندی کیدرج ذیل تین ذیلی اقسام ہو سکتی ہیں:

(i برِّا عظمی غرق گیری کا علاقہ (Continent-Oceanic Subduction Zone)

(ii بحری غرق گیری کا علاقہ (Oceanic-Oceanic Subduction Zone)

(iii ٹیکٹانی پلیٹوں کے ٹکرائو کا علاقہ (Continent-Continent Collision Zone)

(i برِّا عظمی غرق گیری کا علاقہ

اگر آمنے سامنے واقع ایک پلیٹ برِّا عظمی ہو اور دوسری بحری اور یہ ایک دوسری کی طرف بڑھ رہی ہوں تو سکڑتی حد بندی کی اس صورتِ حال کو برِّا عظمی غرق گیری کا علاقہ کہتے ہیں۔ اس صورت میں چونکہ بحری پلیٹ کی کثافت اور وزن زیادہ ہوتا ہے۔ کیوں کہ یہ پلیٹ زیادہ کثیف بسالٹی (Basaltic) چٹان پر مشتمل ہوتی ہے۔ جبکہ برِّا عظمی پلیٹ کی کثافت اور وزن مقابلتاً کم ہوتا ہے۔ اس لئے کہ یہ پلیٹ کم کثافتی گرینائٹی (Granitic) چٹان پر مشتمل ہوتی ہے۔ لہٰذا وزنی بحری پلیٹ ہلکی برِّا عظمی پلیٹ کے نیچے دب جاتی ہے اور برِّا عظمی پلیٹ بحری پلیٹ کے اوپر چڑھ جاتی ہے، جبکہ اپنے وزن کی بنا پر بحری پلیٹ قشرِ ارض کے نتیجے مانٹل کی تہوں میں نیچے ہی نیچے غرق ہوتی چلی جاتی ہے۔ یہ غرق ہونے والی پلیٹ اپنے ساتھ قشرِ ارض کو بھی نیچے کی طرف کھینچ کر مانٹل میں لے جاتی ہے۔ چونکہ دونوں پلیٹس ایک دوسری کی طرف مسلسل متحرک رہتی ہیں، لہٰذا پلیٹوں کی اس حد بندی پر مجموعی طور پر اس علاقے کا رقبہ مسلسل کم ہوتا رہتا ہے۔ اسی بنا پر اس حد بندی کو "باعثِ کمی رقبہ" حد بندی بھی کہتے ہیں۔

(ii بحری غرق گیری کا علاقہ

سکڑتی حد بندی پر واقع دو پلیٹوں کے باہمی تعامل کی ایک اور ممکن صورت یہ ہے کہ دونوں ٹیکٹانی پلیٹیں بحری پلیٹیں ہوں۔ اس صورت میں زیادہ ارضیاتی عمر کی حامل بحری پلیٹ مجموعی طور پر بہت کم درجہ حرارت ہونے کی وجہ سے زیادہ کثافت کی حامل ہوتی ہے جبکہ اس کی طرف بڑھتی ہوئی کم ارضیاتی عمر والی دوسری ٹیکٹانی بحری پلیٹ مجموعی درجہ حرارت زیادہ ہونے کے سبب کم وزن ہوتی ہے۔ لہٰذا یہ زیادہ عمر والی ٹیکٹانی پلیٹ کے اوپر چڑھ جاتی ہے اور زیادہ عمر والی پلیٹ اس پلیٹ کے نیچے دھنستی اور مانٹل میں غرق ہوتی چلی جاتی ہے۔ چونکہ یہاں بھی پلیٹوں کی اس حد بندی پر مجموعی طور پر اس علاقے کا رقبہ مسلسل کم ہوتا رہتا ہے۔ اس بنا پر اس حد بندی کو بھی "باعثِ کمیٔ رقبہ" حد بندی کہتے ہیں۔

(iii ٹیکٹانی پلیٹوں کے ٹکرائو کا علاقہ

سکڑتی حد بندی پر واقع ایک دوسری کی طرف بڑھنے والی دونوں پلیٹیں اگر برِّاعظمی پلیٹیں ہوں تو ان پلیٹیوں میں سے کوئی بھی نیچے نہیں دبے گی اور ان کا آپس میں ٹکرائو شروع ہو جائے گا۔ اس ٹکرائو کے نتیجے میں ٹیکٹانی پلیٹوں کی اس حد بندی پر پہاڑ بننے کے عمل کا آغاز ہو جاتا ہے۔ چونکہ یہ پلیٹیں مسلسل ایک دوسری کی طرف بڑھتی رہتی ہیں، لہٰذا وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ وجود میں آنے والے یہ پہاڑ رفتہ رفتہ اونچے ہوتے چلے جاتے ہیں۔ اس کی نمایاں مثال پاکستان میں ہمالیہ پہاڑوں کا وجود پذیر ہونا ہے۔ اس وقت پاک و ہند نامی برِّاعظمی پلیٹ جنوب کی طرف سے آکر شمال کی طرف مسلسل حرکت کر

رہی ہے، جبکہ شمال میں یوریشیائی پلیٹ جنوب کی سمت میں مسلسل بڑھ رہی ہے۔ یہ دونوں پلیٹیں برِّاعظمی ٹیکٹانی پلیٹیں ہیں، چونکہ دونوں کم کثافتی ہلکی پلیٹیں ہیں۔ لہٰذا ان دونوں میں سے کوئی بھی دوسری کے نیچے دبتی نہیں بلکہ یہ ایک ساتھ اوپر اٹھتی چلی جارہی ہیں۔ نتیجتاً یہاں پہاڑ سازی کا عمل جاری و ساری ہے۔ عظیم کوہستانِ ہمالیہ اس ٹکرائو کے نتیجے میں وجود میں آئے ہیں۔ دو کروڑ سال پہلے دیر، چترال، گلگت اور ہنزہ وغیرہ کے علاقوں میں ان پلیٹیوں کے ٹکرائو کا عمل شروع ہوا تھا۔

ہمالیہ پہاڑوں کے حوالے سے یہ امر بڑی دلچسپی کا باعث ہو گا کہ اگر یہاں پہاڑ بننے کے عمل کا جائزہ لیا جائے تو ہم دیکھتے ہیں کہصوبہ خیبر۔پی کے اور صوبہ پنجاب کی ہموار زمینوں کے بالکل سامنے شمال کی جانب اچانک بلند پہاڑی سلسلے دکھائی دیتے ہیں۔ ان پہاڑی سلسلوں سے آگے بڑھتے ہوئے ہم شمال کی جانب ان پلیٹوں کی حد بندی کی طرف جائیں تو ہم دیکھتے ہیں کہ ان پہاڑوں کی بلندی میں مسلسل اضافہ ہوتا جاتا ہے اور یہ بلندی کوہستانِ نمک (Salt Ranges-Pakistan) میں ایک دو ہزار میٹر سے بڑھتے بڑھتے بالآخر آٹھ ہزار میٹر سے بھی زیادہ بلند پہاڑوں کی شکل میں یعنی کے ٹو (K2) اور ماونٹ ایورسٹ کی چوٹیوں کی شکل میں دکھائی دیتی ہے۔

ان پلیٹوں کی ایک دوسری کی طرف حرکت پذیری کے باعث یہاں پر پہاڑ سازی کا یہ عمل آج بھی جاری و ساری ہے اور پاکستان میں واقع K-2 (کے ٹو) اور نیپال میں واقع ماونٹ ایورسٹ کی چوٹیاں مسلسل بلند ہو رہی ہیں۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ ان دونوں چوٹیوں کے درمیان بلند ہونے کا ٹیکٹانی عمل گزشتہ لاکھوں سالوں سے جاری ہے۔ جدید ترین سائنسی تحقیقات کے نتیجے میں یہ انکشاف ہوا ہے کہ مائونٹ ایورسٹ کے مقابلے میں

کے ٹو قدرے زیادہ رفتار کے ساتھ بلند ہو رہی ہے۔ بلندی ماپنے کے نہایت حسّاس آلات کی مدد سے معلوم ہوا ہے کہ مائونٹ ایورسٹ کے مقابلے میں کے ٹو کے بلند ہونے کی سالانہ رفتار ایک ملی میٹر زیادہ ہے۔ اس بنا پر ارضیاتی سائنسدانوں کا خیال ہے کہ ارضیاتی مستقبل قریب میں یعنی چند لاکھ سال بعد کے ٹو دنیا کی بلند ترین چوٹی قرار پائے گی اور مائونٹ ایورسٹ دوسرے نمبر پر چلی جائے گی۔

(2 پھیلتی حد بندی

ٹیکٹانی پلیٹوں کی دوسری حد بندی پھیلتی حد بندی کہلاتی ہے۔ اس حد بندی پر آمنے سامنے واقع پلیٹیں ایک دوسری سے پرے ہٹتی جاتی ہیں۔ اس حد بندی کے ساتھ خاص طور پر وابستہ ارضیاتی عمل آتش فشانی کا عمل ہے۔ پلیٹوں کے ایک دوسری سے پرے ہٹنے کی وجہ سے پیدا ہونے والے طویل شگاف سے ہر وقت لاوا اُبلتا رہتا ہے اور ان کے درمیان پیدا ہونے والے خلا کو پر کرتا رہتا ہے۔ وقت گزرنے کے ساتھ اس لاوے کے ٹھنڈا ہونے پر ان پلیٹوں کے دونوں طرف رقبے میں اضافہ ہوتا رہتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ ٹیکٹانی پلیٹوں کی اس حد بندی کو "باعثِ تعمیر (Constructive) حد بندی" بھی کہتے ہیں۔

مثال کے طور پر فرشِ سمندر پر چٹانی دیوار کی شکل میں میانِ بحری طویل دیوار نما پہاڑیاں (MORs: Mid-Oceanic Ridges) اور خشکی یعنی برِّاعظموں پر واقع پھیلتی کھائیوں کے علاقے (Rift zone)، مثلاً مشرقی افریقی رفٹ وادی (East African Rift Valley)۔ آئس لینڈ روئے زمین پر واحد ملک ہے جس کے عین درمیان سے

گزرتی ہوئی یہ پھیلتی حد بندی آگ کی لمبی دیواروں کا منظر پیش کرتی رہتی ہے۔ پھیلتی ٹیکٹانی حد بندی کی ایک اور خاص بات یہ ہے کہ اس حد بندی کا کم و بیش اٹھانونے فیصد حِصّہ زیر سمندر رہے اور چھوٹے بڑے مسلسل پہاڑوں کی شکل میں ایک چٹانی دیوار کی مانند بحری فرشوں پر پایا جاتا ہے (شکل نمبر 7.7)۔ یہ پہاڑی سلسلے اس حد بندی پر واقع ہونے والے مذکورہ بالا آتش فشانی کے عمل کی وجہ سے وجود میں آتے ہیں۔

(3 گھسٹتی حد بندی

ٹیکٹانی پلیٹوں کی یہ تیسری بڑی حد بندی ہے۔ جیسا کہ اوپر ذکر ہوا، اس حد بندی پر دو پڑوسی پلیٹیں ایک دوسری کے ساتھ رگڑ کھاتی اور گھسٹتی ہوئی افقی سمتوں میں حرکت پذیر رہتی ہیں۔ چونکہ کوئی پلیٹ یہاں پر دھنستی ہے، نہ پھیلتی ہے اور نہ اس حد بندی پر متعامل پلیٹوں کے رقبے میں کوئی کمی یا اضافہ ہوتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ اس حد بندی کو "محفوظ حد بندی" (Conservative boundray) کا نام دیا جاتا ہے۔ اسے ٹرانسفارم پلیٹ باؤنڈری (Transform Plate Boundray) بھی کہتے ہیں۔ پاکستان میں اس کی مثال صوبہ بلوچستان میں واقع آٹھ سو کلو میٹر طویل جنوب سے شمال کی طرف بڑھتا ہوا چمن ٹرانسفارم فالٹ ہے جو یوریشیائی ٹیکٹانی پلیٹ اور پاک و ہند ٹیکٹانی پلیٹ کے درمیان واقع ٹرانسفارم ٹیکٹانی حد بندی کی تشکیل کرتا ہے (باب ۔ 13 : زلزلہ وادیٔ زیارت 2008

ٹیکٹانی پلیٹوں کے نظریہ کا عام فہم ثبوت

اس نظریہ کا عام فہم ثبوت (Evidence) دنیا کے نقشے پر صرف ایک اچٹتی نظر ڈالنے

سے مل جاتا ہے۔ سطحِ ارض پر اس وقت موجود برِّاعظموں کے ساحلی کناروں پر تھوڑی سی توّجہ مرکوز کرنے پر بآسانی باور کیا جا سکتا ہے کہ کوئی سے دو بالمقابل برِّاعظموں کے کنارے آپس میں ایک دوسرے کے اندر فِٹ ہوتے دکھائی دیتے ہیں، جیسے یہ کبھی ماضی میں ٹوٹ کر ایک دوسرے سے جدا ہوئے ہوں۔ خصوصاً برِّاعظم افریقہ کا مغربی ساحلی کنارا اور برِّاعظم جنوبی امریکا کا مشرقی کنارا ایسے لگتے ہیں جیسے کسی جِگسا (Jigsaw) پزل کے آپس میں دو جڑنے والے ٹکڑے ہوں (شکل نمبر 3.1)۔ اسی طرح جنوب میں بحرِ اوقیانوس (Atlanfic Ocean) اور بحرِ کریبین کے کنارے بھی نہایت عمدگی کے ساتھ باہم فِٹ ہوتے دکھائی دیتے ہیں۔

پان جیا (Pangaea): ماضی کا واحد سپر (Super) برِّاعظم

الفریڈ ویگنر اور اس سے قبل کئی اور سائنس دانوں نے برِّاعظم افریقہ اور برِّاعظم جنوبی امریکا کے ان متقابل ساحلی کناروں کے آپس میں عمدگی کے ساتھ فٹ ہونے کے مشاہدہ کی بنا پر یہ خیال پیش کیا تھا کہ لگتا ہے کہ یہ برِّاعظم ارضیاتی ماضی میں (کروڑوں برس پہلے) کبھی باہم اکٹھے تھے اور آپس میں جڑے ہوئے تھے۔ الفریڈ ویگنر نے مزید سائنسی خیال آفرینی کرتے ہوئے یہ نظریہ پیش کیا کہ لگ بھگ بیس کروڑ (دو صد ملین) برس پہلے موجودہ ساتوں برِّاعظم ایک جگہ اکٹھے اور آپس میں جڑے ہوئے تھے۔ تب روئے زمین پر بس ایک ہی سپر برِّاعظم پایا جاتا تھا۔ اس عظیم اور قدیم واحد مہا برِّاعظم کو اس نے "پانجیا" کا نام دیا۔ یہ نام یونانی زبان کے دو لفظوں: پین (Pan) اور جیا (Gea) سے ماخوذ ہے۔ پین کا مطلب ہے: "تمام" اور جیا کے معنی ہیں: "زمین"۔ گویا اس کا معنی ہے:

"تمام زمین"، یعنی تمام زمینی ٹکڑے یا برّاعظم ایک جگہ مہا برّاعظم کی شکل میں باہم اکھٹے تھے (شکل نمبر 3.3)۔ پانجیا کی طرح تب پوری زمین پر سمندر بھی ایک ہی تھا۔ اس تنہا اور مہا سمندر کو ارضی سائنس دانوں نے پینتھالاسا (Panthalasa) کے نام سے موسوم کیا۔ ویگنر نے اپنے سائنسی نظریہ "برّاعظموں کے کھسکاؤ" (باب 3: برّاعظموں کا کھسکاؤ) کے تحت یہ خیال پیش کیا کہ عالمی سطح کے کسی بہت بڑے ارضیاتی عمل کے نتیجے میں پہلے پانجیا کے مختلف حصّوں میں دراڑیں پیدا ہوئیں جو رفتہ رفتہ گہرے شگافوں کی شکل اختیار کر گئیں۔ ٹوٹ پھوٹ کا شکار ہونے کے بعد کروڑوں برس گزرنے پر پانجیا کے ٹکڑے مختلف سمتوں میں دور ہٹتے گئے اور مہا سمندر کے اندر آہستہ آہستہ کھسکتے کھسکتے اپنے موجودہ جغرافیائی محلِّ وقوع پر پہنچ گئے، جہاں یہ آج پائے جاتے ہیں۔ اس طرح مہا سمندر بھی کئی چھوٹے بڑے سمندروں میں بٹ گیا۔

عالمی شکست وریخت کا عمل شروع ہوا تو سب سے پہلے مہا سمندر پینتھالاسا میں واقع مہا برّاعظم پانجیا دو ٹکڑوں میں تقسیم ہوا۔ اس کے نتیجے میں دو نئے سپر برّاعظم شمال میں لاریشیا (Laurasia) اور جنوب میں گونڈوانا لینڈ (Gondwanaland) وجود میں آ گئے۔ اس کے بعد مزید ٹوٹ پھوٹ کے نتیجے میں چھوٹے بڑے نئے برّاعظم وجود میں آتے گئے (شکل نمبر 3.4) اور نہایت کم رفتار یعنی اوسطاً دو سنٹی سالانہ کے حساب سے ایک دوسرے سے الگ ہو کر آہستہ آہستہ کھسکتے ہوئے دور ہٹتے گئے۔ کھسکاؤ کی یہ رفتار اس قدر کم ہے کہ کسی برّاعظم کے محلِّ وقوع میں کسی قابلِ ذکر تبدیلیٔ مقام کے لئے ایک دو کروڑ برس کی مدّت درکار ہوتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ بیس کروڑ سال پہلے کے قدیم ارضیاتی نقشے پر پانجیا کے قدیم محلِّ وقوع اور اس کے اجزائی برّاعظموں کے موجودہ محلّ

وقوع میں بیس کروڑ برس کا ایک طویل ارضیاتی عرصہ گزرنے کے بعد ایک بڑی تبدیلی واقع ہوئی۔ قدیم عالمی جغرافیائی اور جدید عالمی جغرافیائی نقشہ کا تقابلی مطالعہ کرنے پر اس تبدیلی کا جائزہ بآسانی لیا جاسکتا ہے (شکل نمبر 3.3 3.4)

ٹیکٹانی پلیٹوں کے نظریہ کی اہمیّت

علومِ ارضی کے میدان میں یہ جدید نظریہ نہایت اہمیّت کا حامل نظریہ ثابت ہوا ہے اور اس شعبۂ علم کے تمام زاویوں اور جہتوں کی قابلِ اطمینان وضاحت کرتا ہے۔ اس بنا پر یہ نظریہ اس میدانِ علم میں ایک جامع نظریہ کی اہمیّت اور مقام حاصل کر چکا ہے۔ اس نظریہ کے نکات کو پیش نظر رکھتے ہوئے اب ہم اس امر کی بخوبی وضاحت کر سکتے ہیں کہ زمین ایک متّحرک اور زندہ کرہ ہونے کے اعتبار سے کس طرح ایک متّحرّک اور مستعد (Active) سیّارہ ہے اور اس پر روبہ عمل مختلف النّوع عوامل کس طرح ایک دوسرے کے ساتھ مربوط انداز میں کام کر رہے ہیں۔ مثلاً زلزلوں کی آمد، آتش فشانی کا وقوع، کوہ سازی کا عمل، معدنی ذخائر کی تشکیل و ارتکاز، تیل اور گیس کے چشموں کنوئوں اور علاقوں کی زیرِ زمین موجودگی کے اسباب وعلل وغیرہ۔

ٹیکٹانی پلیٹوں کے نظریے کے قریب الحقیقت نکات کے بل پر آج محققین و ماہرینِ ارضیات اس قابل ہو چکے ہیں کہ مذکورہ بالا تمام ارضیاتی عوامل و اسباب کی قابلِ تسلیم توضیحات و منطقی توجیہات علمی و سائنسی انداز میں پیش کر سکتے ہیں۔ کولمبیا یونیورسٹی، پیلی سیڈز (Palisades)، امریکا کی لیمائٹ ڈوہرٹی ارتھ آبزرویٹری کے ماہرِ علومِ زلزلہ، نکولس وان ڈر ایلیٹ (Nicholus Van Der Elit) کا کہنا ہے کہ پلیٹ ٹیکٹانکس

دراصل علومِ ارضی میں پہلے سے زیرِ نظر کئی اہم نظریوں اور سائنسی مفروضوں (Hypotheses) کو باہم مربوط اور مجتمع کرنے والا نظریہ ہے۔ پلیٹ ٹیکٹانکس کا نظریہ سامنے آنے سے پہلے ماہرینِ ارضیات اپنے علاقے کے جیالوجیکل فیچرز کی وضاحت کرتے ہوئے کہتے تھے کہ یہ فیچر بس ہمارے علاقے کے لئے خاص ہیں۔ اسی علاقے میں پائے جاتے ہیں اور اس علاقے کے منفرد فیچر ہیں۔ تاہم اس جدید نظریہ نے ارضیاتی وضاحتوں اور صراحتوں (Explanations) کو باہم اکٹھا اور مربوط کر دیا ہے اور اب ہر علاقے اور خِطّے کے ارضیاتی و طبعی فیچرز کی وضاحت ٹیکٹانی پلیٹوں کی ایک دوسری کے لحاظ سے باہمی حرکت پذیری کے ذریعے بآسانی کی جاسکتی ہے۔ گویا اس نظریہ کی مدد سے گہرے سمندروں کے فرشوں پر موجود کھائیوں سے لے کر روئے زمین پر موجود نہایت بلند و بالا پہاڑوں سے متعلّق مختلف طبعی و حرکی فیچرز کی بخوبی وضاحت کی جاسکتی ہے۔ حتّیٰ کہ اس نظریہ کے نکات کی روشنی میں نامعلوم اور ان دیکھے علاقوں کے طبعی و ارضی فیچرز کی درست اندازہ کاری بھی کی جاسکتی ہے۔ باور کیجئے کہ کیا یہی ایک امر اس نظریہ کو علومِ ارضی میں ایک انقلابی نظریہ کے درجہ پر فائز کرنے کے لیے کافی نہیں؟

باب8

ٹیکٹانی زلزلہ

(Tectonic Earthquake)

اللہ تعالیٰ کی وسیع و عریض کائنات میں ہمارے ارد گرد پھیلی دنیا اس کائنات کی ایک چھوٹی سی اکائی ہے۔ رَبّ ذوالجلال کے اس ''کارخانہ قدرت'' میں ہر وقت اور ہر طرف اس کی مشیّت کارفرما ہے۔ وہ جس کے اذن کے بغیر ایک پتا نہیں ہل سکتا، زلزلہ ایسے بہت بڑے طبعی مظہر کے لئے طبعی اسباب کا روبہ عمل ہونا یقیناً اس ربِّ ذوالجلال کی کائناتی حکمت و تدبّر کا متقاضی ہے۔ اللہ تعالیٰ کی قدرتِ کاملہ کے انفس و آفاق میں ہر سو پھیلے آثار میں زلزلہ ایک ایسا طبعی مظہر ہے کہ جس کے واقع ہونے پر زیرِ اثر آبادیاں اور علاقے تہہ و بالا کر دینے والے زلزلاتی ارتعاش کے سامنے کلیتاً بے بسی کی تصویر بن جاتے ہیں۔

زلزلہ عربی زبان کا لفظ ہے، اس کے معنیٰ ہیں: ''زور زور سے ہلا ڈالنا''۔ یہ لفظ تیسویں پارہ کی سورۃ الزّلزال (99

میں اَرتھ کوئیک (Earthquake) کہتے ہیں۔

زلزلہ دراصل زمین کے اچانک کپکپانے، مسلسل لرزنے اور تھرتھرانے کا نام ہے۔ زلزلہ کے واقع ہونے پر ایک آدھ، چند یا متعدّد جھٹکے لگنے سے زمین ان جھٹکوں کی شدّت کے مطابق کانپنے اور لرزنے لگتی ہے۔ یہ جھٹکے بعض اوقات بہت چھوٹے اور محض تھوڑی دیر کے لئے لگتے ہیں۔ البتہ بعض دوسرے مواقع پر آنے والے زلزلے کے جھٹکے اتنے شدید ہوسکتے ہیں کہ ان سے چاروں طرف تباہی پھیل جاتی ہے۔ زلزلہ کی حقیقت کیا ہے؟ اور اس کے یہ جھٹکے کیوں آتے ہیں؟ اور کہاں سے آتے ہیں؟ یہ جھٹکے کبھی چھوٹے اور کبھی بڑے کیوں ہوتے ہیں؟ ان کے پیچھے کون سی زمینی طاقتیں اور طبعی اسباب کار فرما ہیں؟ یہ طبعی اسباب کیا ہیں؟ اور کیسے روبہ عمل ہوتے ہیں؟ زلزلہ آنے پر کیا ہوتا ہے؟ ایک دم زمین کیوں ہلا دی جاتی ہے؟ اتنی زبردست طاقتیں کہاں سے دستیاب ہوتی ہیں کہ جو اتنے عظیم الجثّہ اور عظیم الوزن زمینی خطّوں اور چٹانی طبقات کو تنکوں کی طرح ہلا کر اور جھنجھوڑ کر رکھ دیتی ہیں؟ زلزلہ کے بعد کس صورتِ حال کا سامنا کرنا پڑتا ہے؟ ایسے میں کیا کرنا چاہئے؟ زلزلہ آنے کے طبعی اسباب اور وجوہ کو سمجھنے کے لئے چٹانوں کی طبعی صورتِ حال میں آنے والی تبدیلیوں پر ایک گہری نگاہ ڈالنا ضروری ہے۔

زلزلہ کیا ہے؟

زلزلہ دراصل جھیل، تالاب یا کسی بھی ذخیرۂ آب میں پانی کی لہروں کے پیدا کردہ ارتعاش کی مانند زمینی سطح اور چٹانی طبقوں میں پیدا ہونے والے طبعی ارتعاش کا نام ہے۔

یہ زمینی ارتعاش آبی لہروں کی طرح ایک جگہ سے دوسری جگہ سفر کرتا ہوا پہنچتا ہے۔ ارتعاش کی یہ لہریں زلزلہ کے زمین دوز مرکز (Focus) سے اچانک توانائی کے اخراج کی وجہ سے پیدا ہوتی ہیں۔ توانائی کے اخراج کا یہ مرکز زیرِ زمین کسی گہرائی میں واقع ہوتا ہے۔ زلزلے کے اس زیرِ زمین مرکز کے عین عموداً اوپر سطحِ زمین پر مقامِ زلزلہ (Epicentre) واقع ہوتا ہے (شکل نمبر 8.1)۔ کسی زلزلے کے وقوع کا جغرافیائی نقشے پر تعیّن اسی مقام کے حوالے سے کیا جاتا ہے۔ کسی بھی طاقت یا شدّت (Intensity) یا مقدار (Magnitude) کے زلزلہ کے سطحِ زمین پر طبعی اثرات کے زیادہ یا کم ہونے کا انحصار مرکزِ زلزلہ کی گہرائی یا اس کے اُتھلے پن پر ہوتا ہے۔

زلزلاتی لہروں کی اقسام

زلزلے کے مرکز سے نکلنے والی توانائی کی لہریں ہر سمت میں (دائیں، بائیں، آگے پیچھے اور اوپر نیچے) ہم مرکز دائروں کی شکل میں پھیلتی چلی جاتی ہیں۔ توانائی کی یہ لہریں زلزلاتی لہریں (Seismic waves) کہلاتی ہیں۔ ان لہروں کو دو بڑے گروپوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔ ہر گروپ میں ان لہروں کی دو ذیلی اقسام ہیں۔ ان چار میں سے دو لہریں سطحِ زمین پر ارتعاش پیدا کرنے کا باعث بنتی ہیں۔ اس لئے ان کو سطحیہ لہریں (Surface waves) کہا جاتا ہے۔ سطحِ زمین پر سفر کرنے والی لہروں کی ایک قسم سطحِ زمین کے متوازی ارتعاش پیدا کرتی ہے اور زمین کو دائیں بائیں سمت میں جھنجھوڑتی ہوئی چلتی ہے۔ جبکہ دوسری لہر زمینی اجسام کو سمندری لہروں کی طرح اوپر نیچے اچھالتی ہوئی سفر کرتی ہے۔ زلزلے کی یہی لہر دراصل زیادہ تباہی اور بربادی کا باعث بنتی ہے۔ جبکہ باقی دو لہریں جسمیہ لہریں

(Body waves) کہلاتی ہیں۔ کیونکہ یہ اندرونِ زمین اندر ہی اندر سفر کرتی ہیں۔ جسمیہ زلزلاتی لہروں کی دو اقسام: پی (P) اور ایس (S) ہیں۔ ان میں پی۔ لہریں پہلے اور ایس۔ لہریں بعد میں زلزلہ پیما (شکل نمبر 8.2) پر پہنچتی ہیں۔

زلزلے کی توانائی

سوال یہ ہے کہ اربوں کھربوں ٹن وزنی زمینی طبق کو ایک دم جھنجھوڑ کر رکھ دینے والی اتنی زبردست توانائی کہاں سے آتی ہے؟ اور ہماری زمین کے اندر کسی گہرائی پر واقع مقام پر زلزلے کی صورت میں صرف اسی خاص مقام پر کیوں ظاہر اور خارج ہوتی ہے؟ اور مختلف وقتوں میں مختلف ملکوں میں مختلف جگہوں پر زلزلہ ظہور پذیر ہونے کی کیا وجوہ ہیں؟ ان تمام سوالات کے جواب جیوٹیکٹانکس میں "ساختمانی پلیٹوں کے نظریہ" (Theory of Plate Tectonics) نے فراہم کئے ہیں۔ جیسا کہ گزشتہ باب (باب 7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ) میں ذکر کیا گیا کہ اس نظریے کے مطابق لِتھوسفیئر کئی قسم کی چھوٹی بڑی دراڑیں، فالٹس اور رخنے پڑنے کی وجہ سے چھوٹے بڑے زمینی ٹکڑوں میں بٹا ہوا ہے۔ یہ فالٹس اور دراڑیں خشکی سے شروع ہوں تو ان کا تسلسل سمندروں میں بحری فرشوں پر بھی جاری رہتا ہے۔ جہاں سے یہ پھر کسی دوسری جگہ خشکی پر نمودار ہو جاتے ہیں۔ چاروں طرف سے دراڑوں میں گھرے ہوئے لیتھوسفیئر کے یہ چھوٹے بڑے ٹکڑے جیوٹیکٹانکس کی زبان میں پلیٹ کہلاتے ہیں۔ زمین کے زمانۂ آفرینش (Origin سے یہ ساختمانی پلیٹیں مسلسل مگر نہایت آہستہ روی کے ساتھ مختلف سمتوں میں حرکت کر رہی ہیں۔

ٹیکٹانی پلیٹوں کی مختلف سمتوں میں حرکیات کی وجہ سے ان میں موجود کسی فالٹ یا دراڑ کے دونوں اطراف والے زمینی یا چٹانی طبق مستقل طور پر ایک خاص سمت میں دبائو کے زیرِ اثر رہتے ہیں۔ لہٰذا مسلسل کئی برس تک کسی پلیٹ کے کسی خاص سمت میں حرکت کرتے رہنے سے اس سمت میں دبائو (Stress) پڑنے اور بڑھنے لگتا ہے اور اس میں وقت کے ساتھ مسلسل اضافہ ہوتا رہتا ہے۔ حتیٰ کہ دبائو کی مقدار جمع ہوتے ہوتے اس قدر بڑھ جاتی ہے کہ چٹانی طبق اسے مزید برداشت کرنے کے قابل نہیں رہتا اور دباؤ کی جمع شدہ مقدار (Threshold) اکی وجہ سے ایک دم جھٹکے کے ساتھ دبائو کی سمت میں حرکت کرتا ہے۔ زمینی طبق کی فالٹ پلین (Fault plane) پر ایک دم ایک جھٹکے کے ساتھ دبائو کی سمت میں یہی اچانک اور لمحاتی حرکت زلزلے کا باعث بنتی ہے۔ گویا اسی اچانک حرکت اور جھٹکے کا دوسرا نام زلزلہ ہے۔ اس زلزلاتی تحرّک کے نتیجے میں مرکزِ زلزلہ (Focus) سے توانائی خارج ہوتی ہے اور چاروں طرف پھیلتی چلی جاتی ہے۔

زلزلہ کتنی طاقت اور کتنی شدّت سے برپا ہو گا؟ اس کا انحصار کئی باتوں پر ہو سکتا ہے۔ مثلاً یہ کہ کسی مقامِ زلزلہ سے توانائی کی کتنی مقدار خارج ہو سکتی ہے؟ پھر اس مقدار کا دارومدار بھی کئی باتوں پر ہوتا ہے۔ مثلاً ٹیکٹانی دبائو کتنی قوّت کے ساتھ لگ رہا تھا؟ ایسا کتنی مدّت سے ہوتا رہا؟ دبائو یا توانائی کی کتنی مقدار جمع ہو چکی تھی؟ دراڑ یا فالٹ پلین کے دونوں جانب واقع چٹانی طبق (Block) کتنے حجم کے تھے اور ان کی جسامت کیا تھی؟ جس دراڑ یا فالٹ پر یہ زلزلاتی تحرّک پیدا ہوا وہ جمود یا ٹھہرائو کے زمانے میں کس قدر آپس میں پیوستہ (Interlocked) ہو چکا تھا؟ اس پس منظر میں بخوبی سمجھا جا سکتا ہے کہ ان طبعی اسباب کے ذریعے آنے والے زلزلوں کو ہم ٹیکٹانی زلزلے کیوں کہتے ہیں۔

زلزلوں کے برپا ہونے کی وجوہ ایک جیسی نہیں ہوتیں بلکہ نہایت متنوّع اور مختلف ہو سکتی ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ماہرینِ ارضیات نے زلزلوں کی ایک سے زیادہ اقسام بیان کی ہیں۔ لہٰذا زلزلوں کی مختلف طبعی وجوہ کو سامنے رکھتے ہوئے ان کو مندرجہ ذیل تین اقسام میں تقسیم کیا گیا ہے:

(1 ٹیکٹانی یا ساختمانی زلزلے

(2 آتش فشانی زلزلے

(3 تصادمی (Impact) زلزلے

(1 ٹیکٹانی زلزلے

ان تینوں اقسام کے زلزلوں میں ٹیکٹانی زلزلے سب سے زیادہ خطرناک واقع ہوئے ہیں۔ یہ زلزلے زمین کی اندرونی تہوں یا پرتوں میں چٹانوں کے ٹوٹنے پھوٹنے سے بننے والی دراڑ یعنی فالٹ پر ایک دم اور نہایت تیزی کے ساتھ ایک جھٹکے کی صورت میں اپنی جگہ سے سرکنے یا پھسلنے (Stick slip) سے پیدا ہوتے ہیں۔ ایک دم جھٹکے کے ساتھ سرکنے سے پہلے زمینی توانائی کے جمع ہونے کا عمل ایک مسلسل مگر نہایت ہی آہستہ رو طبعی عمل ہوتا ہے، جو بالآخر ٹیکٹانی زلزلوں کے جھٹکوں کا سبب بنتا ہے۔ قشرِ ارض کی زیریں پرتوں میں مختلف نوعیّت کی تبدیلیاں ایک تسلسل کے ساتھ وقوع پذیر ہوتی رہتی ہیں۔ جن کے نتیجے میں زمین کے اندر بعض مقامات پر توانائی جمع ہوتی رہتی ہے۔ جب یہ توانائی زیرِ زمین کسی مقام پر اتنی زیادہ مقدار میں جمع ہو جاتی ہے کہ وہاں کی چٹانی پرتیں اسے مزید نہیں سہار سکتیں تو ٹوٹ جاتی ہیں۔ اس طرح پڑنے والی دراڑ (فالٹ) کے دونوں

جانب میں سے کوئی ایک چٹانی طبق اوپر نیچے یا دائیں بائیں سمت میں تیز، لمحاتی اور زبردست حرکت کے ساتھ ایک دم پھسل کر زلزلاتی لہروں کی شکل میں حرکی توانائی کے اخراج کا سبب بنتا ہے۔ اس اخراجِ توانائی کے بعد زلزلہ کے علاقے کی چٹانی ترتیب (Sequence)، کم یا زیادہ حجم، جمود، چٹانی پیوستگی اور مضبوطی کے مطابق حالتِ توازن میں آنے کی کوششیں کرتا ہے۔ یوں زلزلے کی شدّت اور دورانیہ کا انحصار اس مقام پر جمع ہونے والی توانائی کی مقدار اور سمتِ اخراج، چٹانوں کی ترتیب، ساخت(Structure) اور مضبوطی اور زمین کے اندر دراڑ پڑنے کے مقام کی گہرائی پر ہوتا ہے۔

اندرونِ زمین چٹانوں کے اس طرح اچانک ٹوٹنے پھوٹنے پر توانائی کی لہریں اس مقام سے چاروں طرف بہنے لگتی ہیں اور اپنی شدّت اور مقدار کے مطابق دور دراز جگہوں تک پہنچ جاتی ہیں۔ توانائی کی انہی لہروں کے چلنے، بہنے اور پھسلنے سے زمین پر ہمیں جھٹکے محسوس ہوتے ہیں۔

زمین دوز چٹانوں میں جمع ہونے والی توانائی کہاں سے آتی ہے؟ اس نہایت سست رو اور تسلسل کے ساتھ جاری و ساری عمل کے اوّلین اسباب لِتھوسفیئر کی یا عرفِ عام میں قشرِ ارض کی پلیٹوں میں جنم لیتے ہیں۔ یہ ایک معلومہ حقیقت ہے کہ ہم جیسے جیسے زمین کے اندر گہرائی میں جاتے ہیں۔ درجہ حرارت میں اضافہ ہوتا چلا جاتا ہے۔ حتّٰی کہ نیچے کافی گہرائی میں چٹانیں پگھلی ہوئی حالت میں پائی جاتی ہیں۔ دراصل سورج سے جدا ہو کر وجود میں آنے کے موقع پر یا بوقتِ آفرینش، پورے کا پورا زمینی کرۂ ایک دہکتا ہوا انگارہ یا چٹانی لوتھڑا تھا۔ بعدہٗ جب زمین آہستہ آہستہ ٹھنڈی ہوئی تو اس کا بیرونی خول ٹھنڈا ہونے کی

بنا پر سکڑنے لگا۔ سکڑنے کی وجہ سے اس خول میں جگہ جگہ تڑکیں اور دراڑیں پڑ گئیں۔ ان دراڑوں کے درمیان گھرے زمینی خطّوں کو ٹیکٹانی پلیٹیں کہتے ہیں (باب۔ 7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ)۔ یہ پلیٹیں اندرونی پگھلے ہوئے مواد پر تیرتی رہتی ہیں، جیسے لکڑی کے چھوٹے بڑے تختے کسی جھیل میں تیر رہے ہوں۔ زمین کے موٹے اور فراخ چٹانی طبقوں پر مشتمل یہ پلیٹیں برِّاعظموں اور سمندری فرشوں کے نیچے استھینوسفیئر یا عرف عام میں مانٹل نامی دوسرے اندرونی پرت کے اوپر بچھی ہوئی ہیں اور مسلسل تیرنے کے دوران یہ پلیٹیں ایک دوسری کے ساتھ مس کرتی، رگڑ کھاتی اور پھسلتی ہوئی گزرتی ہیں۔ چونکہ ان کی رفتارِ حرکت بمشکل دو سینٹی میٹر سالانہ ہے۔ لہٰذا اس قدر کم رفتار کی وجہ سے کسی پلیٹ کی حرکت کی بنا پر کسی مقام پر جمع ہونے والی توانائی کو زلزلے کا باعث بننے سے پہلے کافی وقت درکار ہوتا ہے۔ تاہم کسی بھی پلیٹ کی ضخامت اور جسامت کا تصوّر کیا جائے تو سست روی کے باوجود اس کے زبردست دباؤ کا اندازہ کیا جاسکتا ہے۔ جب یہی غیر معمولی دباؤ یا دوسرے لفظوں میں زبردست توانائی ارد گرد کی چٹانوں کے لئے ناقابل برداشت ہو جاتی ہے تو منہ زور دھماکوں اور خوفناک گڑگڑاہٹ کے ساتھ کسی کمزور زمینی تہہ کی سمت میں بہہ نکلتی ہے اور قرب وجوار کے علاقوں میں زلزلہ برپا ہو جاتا ہے۔

زمینی پرتوں میں توانائی کی لہروں کا بہاؤ زلزلے کے علاوہ عام مشاہدے کی بات بھی ہے۔ کسی بھاری بھرکم روڈ رولر یا کسی مال و اسباب سے لدے پھندے بڑے ٹرالے کے کسی قریبی سڑک سے گزرنے پر آس پاس کے گھروں میں اس کی دھمک اور دھڑک کا اثر زمین کے تھرتھرانے اور کھڑکیوں اور دروازوں کے کھڑکھڑانے کی صورت میں ظاہر ہوتا ہے۔

ایک اندازے کے مطابق زمین پر ہر سال تقریباً دس لاکھ زلزلے آتے ہیں۔ جن میں سے ایک بہت بڑی اکثریّت کا ہمیں پتہ بھی نہیں چلتا کیونکہ وہ عموماً ویران اور غیر آباد علاقوں یا سمندروں میں آتے ہیں یا پھر اتنے کمزور ہوتے ہیں کہ انہیں روز مرّہ معمولات میں محسوس کرنا ممکن نہیں ہوتا۔ اندازہ لگایا گیا ہے کہ تقریباً 50 فیصد زلزلے پانی کی موٹی چادر کے نیچے سمندری فرش پر آتے ہیں۔ ان لاکھوں زلزلوں میں سے تقریباً چالیس ہزار زلزلے سائنسی آلات کے بغیر ہی انسان محسوس کرلیتا ہے۔ تاہم ان میں سے کم و بیش ایک سو زلزلے تباہ کن قسم کے ہوتے ہیں جبکہ سال میں ایک زلزلہ تو ایسا بھی آتا ہے جسے بجا طور پر قیامت خیز کہا جاسکتا ہے (شکل نمبر 8.4)۔ دنیا میں بیشتر بڑے بڑے زلزلے بحیرۂ روم کے نواحی ممالک اٹلی، ترکی، وغیرہ، بحرالکاہل کے ساحلی علاقوں، جزائر جاپان اور آس پاس کے ممالک، تائیوان وغیرہ میں آتے ہیں۔

زلزلے کے مرکزی مقام سے چاروں طرف پھوٹ بہنے والی توانائی جن لہروں کے ذریعے سفر کرتی ہے، انہیں سائزمِک (Seismic) یا زلزلاتی لہریں کہا جاتا ہے۔ جیسا کہ پہلے ذکر ہوا یہ لہریں چار قسم کی ہوتی ہیں اور ماہیّت میں بالکل ان لہروں کے مانند ہوتی ہیں، جو کسی تالاب میں پتّھر پھینکنے سے پانی کی سطح پر نمودار ہوتی ہیں اور پھینکنے کے مرکزی مقام سے ہم مرکز (Concentric) دائروں کی شکل میں کناروں کی طرف بڑھتی چلی جاتی ہیں۔ جس طرح پانی کی سطح پر تیرنے والی اشیاء ان لہروں کے گزرنے پر ہچکولے کھانے لگتی ہیں، بعینہ زیرِ زمین اٹھنے والی ان لہروں سے ان کے راستے میں آنے والی عمارات، آبادیوں، انسانوں اور جانوروں کو جھٹکے لگتے ہیں۔ نتیجتاً عمارات شکست و ریخت کا شکار ہوتی ہیں۔ کتنے ہی انسان لقمہ اجل بن جاتے ہیں اور ہزاروں جانور موت کے منہ میں

چلے جاتے ہیں۔

زلزلے کا نقطۂ ماسکہ یا زمین دوز مرکزِ زلزلہ (Focus) زمین کے اندر نچلی تہوں میں واقع ہوتا ہے (شکل نمبر 8.1)۔ زلزلے کے اس زمین دوز مرکزی مقام سے زلزلاتی لہریں پیدا ہوتی اور چاروں جانب بہنے لگتی ہیں۔ مرکزِ زلزلہ کی گہرائی کا انحصار مقامی ارضیاتی حالات پر ہوتا ہے، جبکہ مرکزِ زلزلہ کی زیرِ زمین گہرائی زلزلے کی شدّت پر اثر انداز ہونے والا ایک بڑا اہم عامل ہے۔ نہایت گہری زمینی تہوں سے پھوٹنے والا زلزلہ شدّت میں زیادہ ہونے کے باوجود اس زلزلے سے کم تباہ کن ہو سکتا ہے، جو کم شدّت کا ہو مگر زمین کی اُتھلی تہوں سے برپا ہوا ہو۔ بیشتر زلزلوں کا مرکزی مقام سات آٹھ سے چالیس 40 کلو میٹر تک گہرا ہوتا ہے۔ تاہم ایسے زلزلے بھی آتے رہتے ہیں، جو کم و بیش 900 کلو میٹر تک کی گہرائی میں واقع مرکزی مقام سے اٹھتے اور برپا ہوتے ہیں۔ کم گہرائی (دس کلو میٹر کے لگ بھگ) والے زلزلے زیادہ طاقتور زلزلاتی لہریں پیدا کرنے کی وجہ سے زیادہ طاقت ور گردانے جاتے ہیں۔ جبکہ زیادہ گہرائی (300 کلو میٹر سے لے کر 700 کلو میٹر) والے مرکزِ زلزلہ سے اگر بہت زیادہ توانائی بھی خارج ہو تو سطحِ زمین تک پہنچتے پہنچتے اس کی مقدار کافی کم ہو جاتی ہے، جس کی وجہ سے ایسے زلزلہ کو کم طاقتور گردانا جاتا ہے۔

اوپر ذکر کردہ ساختمانی یا ٹیکٹانی زلزلوں کے آنے کا سبب جیسا کہ پہلے بیان کیا گیا، قشرِ ارض کی پلیٹوں میں پڑی ہوئی دراڑوں، جنہیں علومِ ارضی میں فالٹس (Faults) کہتے ہیں، پر چٹانی طبقوں کا اچانک اور زبردست سرعت کے ساتھ حرکت کرنا ہے۔ اسی طرح ان فالٹس کی شاخوں اور ذیلی شاخوں پر ان کی طولی یا عرضی سمت میں زمینی پرتوں کی حرکت اور اس کے نتیجے میں پیدا ہونے والے چٹانی دباؤ سے بھی زلزلوں کا واقع ہونا ممکن

ہے۔

2) آتش فشانی زلزلے

بعض دوسرے زمینی عوامل، مثلاً آتش فشاں پہاڑوں کے پھٹنے کی وجہ سے آنے والے زلزلے آتش فشانی زلزلے کہلاتے ہیں اور زیرِ زمین اُبلتے ہوئے چٹانی مادے، "میگما" (Magma) کے اچانک اور زبردست توڑ پھوڑ کے ساتھ باہر نکلنے سے پیدا ہوتے ہیں۔ یہ گرم کھولتا ہوا چٹانی مادہ سطحِ زمین کے اوپر آکر "لاوا" (Lava) کہلاتا ہے۔ آتش فشاں پہاڑ پھٹنے پر آس پاس کے علاقے کی آبادیوں میں زمینی گڑگڑاہٹ سے جان ومال کا نقصان کم ہوتا ہے۔ البتہ آتش فشانی زلزلوں میں زیادہ تر نقصان آگ لگنے اور دور دور تک دہکتے ہوئے لاوے کے بہاؤ، زہریلی گیسوں کے اخراج اور انسانی آبادیوں پر نہایت گرم راکھ کے گرنے سے ہوتا ہے۔

3) تصادمی زلزلے

پہلی دو اقسام کے زلزلوں کے واقع ہونے کے اسباب کا تعلّق زمین کے طبعی عوامل یعنی ارضی اسباب سے ہے۔ تاہم اس زلزلہ نامی آفتِ ارضی کے اسباب سماوی بھی ہوسکتے ہیں، یعنی ان اسباب کا تعلّق فلکیاتی طبعی عوامل کے ساتھ ہوتا ہے۔ آسمان سے نازل ہونے والے یہ زلزلے معمولی قسم اور مقامی نوعیّت کے ہوتے ہیں۔ یہ زلزلے شہابِ ثاقب کے زمین سے ٹکرانے (تصادم) سے پیدا ہوتے ہیں۔ لہٰذا اپنی اسبابی نوعیّت کے اعتبار سے "تصادمی زلزلے" کہلاتے ہیں۔ شہابِ ثاقب جہاں گرتا ہے، وہاں ایک بہت بڑا گڑھا بن جاتا ہے اور آس پاس کے علاقے میں اس کی جسامت اور گرنے کی رفتار اور

شدّت کے مطابق زلزلہ برپا ہو جاتا ہے۔

نہایت چھوٹے چھوٹے زلزلے جو نہایت چھوٹے پیمانے اور نہایت کم تعداد میں برپا ہوتے ہیں، بڑے بڑے چٹانی تودے گرنے، اچانک غاریں منہدم ہونے یا ایٹمی دھماکوں سے پیدا ہوتے ہیں۔ پاکستان میں چاغی (بلوچستان) کے علاقے میں 28 مئی 1998ء کے روز پاکستان کی جانب سے کئے جانے والے ایٹمی دھماکوں نے زمینی تہوں میں جو زلزلاتی ارتعاش پیدا کیا۔ اسے دور دور تک ریکارڈ کیا گیا۔ انسانی تدبیر سے (Human induced) پیدا ہونے والے اس زلزلہ کی شدّت ریکٹر اسکیل پر 6.00 درجے تھی۔

زلزلہ پیما، زلزلہ نگار یا سائز موگراف (Seismograph)

زلزلے کی شدّت اور مقدار ماپنے کے لئے استعمال ہونے والے آلے کو زلزلہ پیما، زلزلہ نگار یا سائز موگراف کہتے ہیں (شکل نمبر 8.3)۔ یہ آلہ زلزلے کے مرکز سے چاروں اطراف میں پھیلنے والی زلزلاتی لہروں کو ریکارڈ کرتا ہے۔ اس آلے کو پتّھر کے ایک کالم سے مضبوطی کے ساتھ لگا دیا جاتا ہے، جو نیچے کافی گہرائی تک چٹان کے ساتھ جڑا ہوا ہوتا ہے۔ اس کے ساتھ سپرِنگ لگا کر نچلے سرے پر ایک وزن لٹکا دیا جاتا ہے۔ جس کے ساتھ ایک قلم منسلک ہوتا ہے۔ اس طرح کہ اس کے پہلو میں گھومتے ہوئے ڈرم پر چسپاں کاغذ پر نشان یا لکیر لگتی جاتی ہے (شکل نمبر 8.3)۔ اس نشان یا لکیر کی نوعیّت اور ہیئت کا مطالعہ کر کے زلزلے کی پیمائش کی جاتی ہے۔ یہ آلہ زلزلاتی لہروں کے علاوہ بحری موجوں، بادلوں کی گرج اور دوسرے اسباب سے پیدا ہونے والی چھوٹی چھوٹی ارتعاشی لہروں کو بھی محسوس اور ریکارڈ کر لیتا ہے۔ ریکارڈ کردہ زلزلاتی لہروں کی شدّت اور سائز کا تقابلی

مطالعہ کرنے کے لئے اسے کسی پیمانے (اسکیل) کے ساتھ مربوط کر دیا جاتا ہے۔

ریکٹر اسکیل

دنیا بھر میں زلزلہ پیمائی یعنی زلزلے کے چھوٹا یا بڑا (Magnitude) ہونے کی پیمائش ریکٹر اسکیل سے کی جاتی ہے۔ یہ اسکیل چارلس رِیکٹر (Charles Richter) نے 1935ء میں متعارف کرائی تھی۔ تب اس نے امریکی ریاست کیلی فورنیا کے جنوب میں آنے والے ایک زلزلے کے سائز کا اندازہ کرنے کی کوشش کی تھی۔ اس اسکیل پر زلزلے کی بڑائی (قوت کی مقدار) کا اندازہ اس امر سے کیا جاتا ہے کہ کسی زلزلے کے آنے سے زلزلائی توانائی کتنی مقدار میں خارج ہوئی؟ ریکٹر اسکیل کے مطابق ایک درجے کے زلزلے سے خارج ہونے والی توانائی کی مقدار اس قدر کم ہوتی ہے کہ اِسے محسوس نہیں کیا جاسکتا۔ ان لہروں کے نتیجے میں آنے والے زلزلے کے نحیف و نزاز جھٹکے صرف زلزلہ نگار ہی ریکارڈ کر سکتا ہے۔ دو درجے کا زلزلہ محض چند افراد کو اور وہ بھی اتفاقاً محسوس ہو جاتا ہے۔ تین درجے والے زلزلوں کو اکثر و بیش ہر کوئی محسوس کرلیتا ہے اور یہ زلزلے قدرے خوف و ہراس کا باعث بھی بنتے ہیں۔ اس اسکیل پر زلزلے کا ہر اگلا درجہ پہلے والے درجہ کے مقابلے میں دس گناہ زیادہ مقدار میں توانائی خارج کرنے کے ساتھ برپا ہوتا ہے۔ یوں چھ اور سات اور آٹھ درجے کے زلزلوں کے سائز اور ان کی بڑائی کا بخوبی اندازہ کیا جاسکتا ہے (شکل نمبر 8.4

روئے زمین پر اکیسویں صدی میں ریکارڈ کیا جانے والا سب سے بڑا زلزلہ، رِیکٹر اسکیل پر 9.1 درجے کا تھا (زلزلۂ سماٹرا، انڈونیشیا: 26 دسمبر 2004ء) اور یہ کسی قیامت سے کم نہ

تھا۔ اس نے اندازاً ٹی این ٹی نامی دھماکہ خیز مواد کے ایک بلین ٹن کے برابر توانائی کی لہریں خارج کیں، جو آناً فاناً چاروں طرف دندناتی، تباہی مچاتی پھیلتی چلی گئیں اور علاقے میں موجود ہر چیز کو گھاس پھوس کے تنکوں کی طرح اچھالتی گزر گئیں۔ تصوّر کیا جائے کہ Çس سے بڑے درجہ کا، مثلاً گیارا یا بارا درجے کا زلزلہ کس قدر تہس نہس کرنے والا ہو گا۔ قرآن کریم کے تیسویں پارے میں سورۃ القارعہ میں ارشاد ربانی ہے۔ ”ترجمہ: اس روز پہاڑ دھنکی ہوئی رنگین روئی کی طرح اڑ رہے ہوں گے“ (آیت 5)۔ خیال کیجئے کہ قرآنِ عظیم نے قیامت کا جو تصوّر دیا ہے، انسان اس کی تفہیم کے کس قدر قریب پہنچ چکا ہے۔

چونکہ اس اسکیل کی درجہ بندی کی بنیاد زلزلے سے خارج ہونے والی توانائی کی مقدار پر رکھّی گئ ہے۔ اس لئے اس کی دس اور اس سے زیادہ درجے کے زلزلوں کی زمین کو اُتھل پتّھل اور تہس نہس کر دینے کی قوّت، شدّت اور ناقابل تصوّر ہلاکت خیزی کا احوال بیان نہیں کیا جاسکتا (شکل نمبر 8.4)۔ اس لئے کہ یہ سب کچھ بیان کرنے کیلئے کوئی ذی روح زندہ ہی نہ بچے گا۔ اس اسکیل پر زلزلوں کی درجہ بندی کے لئے یہ کلیّہ استعمال کرنے کی بنا پر کہ ہر اگلے درجے کا زلزلہ اپنے سے پہلے آنے والے زلزلے سے دس گنا بڑا ہو گا، اسے کوئی آخری درجہ دے کر ختم نہیں کیا جاتا۔ بلکہ درجوں کی تعداد کو کھلا رکھا گیا ہے۔ اسی لئے اسے ایک ناتمام (Open ended) اسکیل کہا جاتا ہے۔ اس سے قبل زلزلے کی شدّت کا اندازہ یا پیمائش انسانی آبادیوں میں جانی و مالی نقصانات کی بنا پر کیا جاتا تھا۔ جانی و مالی نقصان کی کمی بیشی ماپنے کی بنیاد پر ایسا کرنے کا مطلب یہ تھا کہ کسی ویرانے میں آنے والا کوئی بڑا زلزلہ اس درجہ بندی کے لحاظ سے شہری املاک تباہ کرنے

اور ہزاروں انسانوں کو لقمہ اجل بنانے والے زلزلے سے چھوٹا قرار پائے گا۔ سائنسی مطالعات کے حوالے سے یہ ایک بڑا سقم تھا۔ جسے چارلس ریکٹر (1935) نے محسوس کیا اور اپنی وضع کردہ اسکیل کی بنیاد زلزلے سے خارج ہونے والی توانائی کی مقدار پر رکھی۔

اللہ تعالیٰ کا یہ بے پایاں فضل و احسان ہے کہ پاکستان کسی بہت بڑے زلزلے ایسی آفتِ ناگہانی سے اب تک محفوظ رہا ہے۔ اگرچہ ایک تحقیقی جائزے کے مطابق اب تک پاکستان میں پچاس ہزار سے زائد چھوٹے بڑے زلزلے ریکارڈ کئے گئے ہیں۔ البتہ کچھ بڑے بڑے زلزلے، مثلاً 1935 1955ء میں کوئٹہ، بلوچستان میں، 1974ء میں وادیٔ سوات کے علاقے پٹن میں، 2001ء میں (بھوج، بھارت کا زلزلہ) صوبہ سندھ کے سرحدی علاقے میں، 2005ء میں کشمیر اور صوبہ خیبر پی کے میں، 2008 زیارت، بلوچستان میں اور 2013 آواران، بلوچستان میں آنے والے زلزلے بڑے مہلک زلزلے ثابت ہوئے۔

زلزلہ سے وابستہ تباہ کن عوامل

زلزلہ بجائے خود ایک بہت بڑی قدرتی آفت ہے۔ اس پر مستزاد اس کے ساتھ کئی اور جان لیوا اور تباہ کن عوامل بھی ضمنی اور اضافی حیثیت میں وابستہ ہوتے ہیں اور مزید تباہی و بربادی کا باعث بنتے ہیں، مثلاً ٹوٹی ہوئی عمارات میں بجلی کے تاروں کے الجھنے اور گیس کے پائپوں کی لیکیج سے آگ لگ سکتی ہے، چٹانی تودہ باری افراد اور بستیوں کو اپنی لپیٹ میں لے سکتی ہے۔ اس طرح راستے مسدود ہو جاتے ہیں۔ یوں بچ جانے والوں کی مدد کرنا

ناممکن ہو جاتا ہے۔ پل اور سڑکیں ٹوٹ جاتیں ہیں۔ ڈیم ٹوٹ جاتے ہیں۔ نہروں میں شگاف پڑ جاتے ہیں۔ یہ صورتِ حال علاقے میں جگہ جگہ مقامی سیلاب کا باعث بن سکتی ہے۔ دریاتو وہ باری سے بند ہو جاتے ہیں۔ پھر اس کمزور اور عاضی بند کے ٹوٹنے پر بڑے ا در اچانک سیلاب (Flash flood) کا باعث بنتے ہیں۔ نتیجتاً تباہی میں اضافہ کرتے ہیں۔ دریائوں کی گزرگاہیں تبدیل ہونے کی صورت میں بھی تباہی کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔ سمندری فرش پر برپا ہونے والے زلزلے سونامی طوفان لاکر لاکھوں آبادیوں کو ملیامیٹ کر دیتے ہیں۔ اسی طرح کسی زمینی طبق کا ایک دم نیچے بیٹھ جانا (Subsidance) بھی انسانی مشکلات میں مزید اضافہ کر دیتا ہے۔

زلزلوں کے چند روشن پہلو

تمام قدرتی آفات وبلیّات میں زلزلہ ایک ایسا طبعی مظہر ہے کہ جو دیگر تمام قدرتی زمینی و سماوی آفتوں کے مقابلے میں سب سے کم وقت میں، بلکہ یوں کہیے کہ چند ثانیوں میں لاکھوں قیمتی جانوں کو ہڑپ کر جاتا ہے۔ تاہم اس آفتِ جان وجہاں اور بلائے ناگہاں کے چند روشن پہلو بھی ہیں۔

سائنسی اور تحقیقی میدان میں زلزلاتی لہروں کا سب سے بڑا عطیّہ: علومِ زلزلہ (Seismology) کا مضمون ہے۔ یہ ایسا نہایت قابلِ قدر شعبۂ علم ہے کہ جس میں ہم سطحِ زمین سے لے کر زمین کے مرکز تک اندرونی ارضی ساختوں اور پرتوں کے بارے میں زلزلاتی لہروں کی مدد سے حاصل ہونے والی جانکاری کا مطالعہ کرتے ہیں۔ اندرونِ زمین چٹانی مادوں کے کیمیائی و طبعی خواص اور ان کی کثافتوں کا علم، اندرونِ زمین ہزاروں

درجے سنٹی گریڈ کے ساتھ نہایت بلند درجہ حرارت اور بے پناہ دباؤ کے پائے جانے کا علم اور اس پر گراں قدر معلومات زلزلاتی لہروں کے گہرے مطالعے سے حاصل ہوتی ہیں۔ دوسرا بڑا عطیہ گرم پانی کے معدنی چشمے ہیں۔ شفائی اثرات کے لحاظ سے ان چشموں کا پانی آبِ حیات سے کسی طرح کم نہیں ہوتا۔ اسی طرح زلزلوں ہی کے نتیجے میں جغرافیائی تبدیلیاں رونما ہوتی ہیں، لینڈ اسکیپ تبدیل ہوتے ہیں، چٹانوں اور ڈھلوانوں کی ساخت اور نشیب و فراز بدل جاتے ہیں۔ بعض اوقات ان تبدیلیوں سے دل موہ لینے والی آبشاریں اور گنگناتے ہوئے جھرنے وجود میں آتے ہیں۔ مزید برآں ایک اور نہایت قابلِ ذکر اور لائق قدر پہلو تیل اور گیس کے زیرِ زمین ذخیروں کی دریافت سے متعلّق ہے۔ زلزلے کی مصنوعی لہریں پیدا کر کے زیرِ زمین چٹانوں میں پٹرولیم کی دریافت کا عمل سرانجام دیا جاتا ہے۔ ان نہایت قیمتی زمین دوز ذخائر کی دریافت میں ان لہروں کا کردار بہت زیادہ اہمیّت کا حامل ہے یعنی توانائی کے سرچشموں کی تلاش و دریافت کے عمل میں ان لہروں کا کردار نمایاں ہے۔ توانائی کہ جو آج کے اس جدید دور کے ترقی یافتہ انسان کا نفسِ ناطقہ بن چکی ہے۔

کم و بیش پونی صدی قبل قومی شاعر علّامہ اقبال علیہ الرّحمت نے بھی زلزلے کے چند روشن پہلوئوں پر اپنے اشعار میں روشنی ڈالی تھی:

زلزلے سے کوہ و در اڑتے ہیں مانندِ سحاب
زلزلے سے وادیوں میں تازہ چشموں کی نمود
ہر نئی تعمیر کو لازم ہے تخریبِ تمام
ہے اسی میں مشکلاتِ زندگانی کی کشود

(از مغانِ حجاز)

باب9

زلزلے کی پیش گوئی

(Prediction of Earthquake)

اللہ تعالیٰ کی اس لامحدود کائنات میں ہر آن ہر لمحے ان گنت قدرتی مظاہر وقوع پذیر ہو رہے ہیں۔ ان کا واقع اور عمل پذیر ہونا طبعی، کیمیائی اور حیاتیاتی اسباب کا مرہونِ منّت ہے۔ زلزلہ ان سارے اسباب کے روبہ عمل ہونے کا ایک زبردست قدرتی مظہر ہے۔ زلزلے کو واقع ہونے سے روکنا کسی طور انسان کے بس میں نہیں۔ ظاہر ہے کہ زلزلہ بے پناہ طاقتور قدرتی عوامل کا ایک منہ زور مظہر ہے اور ان عوامل پر قابو پانا کسی بھی طرح انسان کے لئے ممکن نہیں۔ تاہم اس کی پیش گوئی کر کے ممکنہ جانی ومالی نقصانات سے کسی حد تک بچا جاسکتا ہے۔ جبکہ صورتِ احوال یہ ہے کہ یہ پیش گوئی کرنا بھی تاحال ممکن نہیں ہوسکا۔ البتہ اس سمت میں انسان کی تحقیقی کاوشیں جاری ہیں۔ دنیا بھر میں ماہرینِ ارضیات وعلومِ زلزلہ اس ہدف کو حاصل کرنے پر اپنی توجّہ مرکوز رکھّے ہوئے ہیں۔

2004ء کو زیرِ سمندر، بحری فرش پر واقع ہونے والے آچے بانڈہ (سماٹرا، انڈونیشیا) کے زلزلے اور سونامی کے تفصیلی مطالعہ کے بعد امریکی ماہرِ ارضیات راجر بلہیم اور اس کی ٹیم نے امکانی پیش گوئی کر رکھی تھی کہ اب ایک سال کے عرصے سے بھی کم مدت میں پاک و ہند کے شمالی علاقوں میں کسی بھی وقت زلزلہ آسکتا ہے۔ یہ امکانی پیش گوئی بالکل درست ثابت ہوئی اور تقریباً ساڑھے نو ماہ بعد 8 اکتوبر 2005ء کو زلزلۂ کشمیر واقع ہو گیا۔ درست امکانی پیش گوئی کرنے کے قابل ہونا یقیناً زلزلوں کی پیشن گوئی کے حوالے سے انسانی تحقیق کے راستے کا ایک اہم سنگ میل ہے۔ مگر ایسی پیش گوئی کے ہوتے ہوئے بھی زلزلے کے نتیجے میں بے پناہ جانی و مالی نقصانات اور ان گنت مصائب و آلام کا مداوا نہیں ہو سکتا۔ اس لئے کہ صرف یہ معلوم ہونا کافی نہیں کہ کسی علاقے میں کسی بھی وقت زلزلہ وارد ہو سکتا ہے۔ پس جب تک کہ انسان متعیّن پیش گوئی کرنے کے قابل نہیں ہو جاتا، زلزلہ واقع ہونے کے نتیجے میں جانی و مالی تباہی سے نہیں بچا جا سکتا۔

پیشین گوئی کے ذرائع

زلزلوں کی تباہ کاریوں سے ممکن حد تک بچاؤ ہر دور کے انسان کا اوّلین ہدف رہا ہے۔ زلزلے کی پیش گوئی اس ضمن میں ایک نہایت اہم اقدام ثابت ہو سکتا ہے، لہٰذا قدیم زمانے سے انسان مختلف ذرائع کی مدد سے درست پیش گوئی کرنے کے لئے کوشاں رہا ہے۔ وقت گزرنے کے ساتھ انسان کے علم اور شعور میں اضافے اور جدید سائنسی تحقیقات و ایجادات کی بنا پر اب جدید ذرائع کی مدد سے بر وقت اور کامیاب پیش گوئی کرنے کے ضمن میں اہم پیش رفت کے امکانات پیدا ہو رہے ہیں۔ پیشن گوئی کے حوالے

سے قدیم و جدید ذرائع کا ایک مختصر جائزہ نیچے دیا جارہا ہے:

جانوروں کا طرزِ عمل

پہلے پہل پیش گوئی پر تحقیق کا آغاز زلزلے سے قبل پیش آنے والے حیران کن واقعات سے ہوا۔ زلزلہ زدہ علاقے میں عام لوگوں نے اور زلزلوں کا مطالعہ کرنے والے سائنس دانوں نے نوٹ کیا کہ زمین کے اندر رہنے والے حشرات، سطحِ زمین پر اور فضاء میں اڑنے والے چرند پرند زلزلہ برپا ہونے سے، بعض اوقات کئی دن اور بعض اوقات کئی گھنٹے، پہلے عجیب و غریب اور معمول سے ہٹ کر طرزِ عمل کا اظہار کرتے ہیں۔ مشاہدہ کیا گیا کہ بڑا زلزلہ آنے سے قبل پرندے اپنے گھونسلوں سے نکل کر شدید پریشانی کے عالم میں ادھر ادھر اڑنے لگتے ہیں۔ کوّے خلافِ معمول درختوں پر اکٹھے ہو کر بے ہنگم کائیں کائیں کر کے آسمان سر پر اٹھا لیتے ہیں۔

پرندوں اور کوّوں کے زلزلوں سے متعلّق اس عالمِ پریشانی کا خود مصنّفِ کتاب مشاہدہ کر چکا ہے۔ 12 اکتوبر 2005ء سے ایک ہفتے کے لیے مظفّر آباد میں پنجاب یونیورسٹی، لاہور کے ریلیف کیمپ میں ادارہ علومِ ارضی کے اساتذہ اور طلبہ کے ساتھ قیام کے دوران میں 16 اکتوبر 2005ء کو صبح نو دس بجے کے لگ بھگ کوّوں کا ایک دم شور برپا ہوا۔ ذرا دیر کے لئے سب لوگ متوّجہ ہوئے اور پھر اپنے اپنے کاموں میں مصروف ہو گئے۔ امدادی کاموں میں مصروفیّت کی وجہ سے درست وقت تو نوٹ نہ کیا جاسکا، تاہم اندازہ ہے کہ تقریباً دو اڑھائی گھنٹے کے بعد 5.3 درجے کا زلزلہ تباہ حال مظفّر آباد کے شکستہ در و دیوار کو پھر اپنے جھٹکوں کی زد میں لے چکا تھا۔ زلزلے کے مقامی متاثرین اور پسماندگان سے

انٹرویو کرنے پر معلوم ہوا کہ 8 اکتوبر 2005ء کے زلزلہ سے کم و بیش ایک دن پہلے پورا علاقہ حیرت انگیز حد تک پرندوں سے خالی ہو گیا تھا۔

مصنّف نے بطورِ خاص یہ بات نوٹ کرنے کی کوشش کی کہ بڑے زلزلہ کے بعد اب مظفّر آباد کی فضائوں میں کوئی پرندہ سب سے پہلے کب نظر آئے گا؟ یہ 14 اکتوبر 2005ء کی دوپہر تھی کہ جب کوئی اوّلین پرندہ (کوّا) دکھائی دیا۔ 8 اکتوبر 2005ء کے تباہ کن زلزلے کے تقریباً ایک ہفتہ بعد پرندے اس علاقے میں لوٹنا شروع ہوئے۔

اسی طرح ماضی میں مختلف علاقوں میں زلزلہ آنے سے قبل دیکھا گیا کہ کتّے آبادیوں سے نکل کر جنگلوں اور ویرانوں کا رخ کر لیتے ہیں اور عجیب و غیب آوازیں نکالتے اور حرکات کرتے ہیں۔ علاوہ ازیں دوسرے گھریلو اور جنگلی جانور بھی خلافِ معمول عجیب و غریب طرزِ عمل کا مظاہرہ کرتے دیکھے گئے۔ 26 دسمبر 2004ء کے زلزلے اور سونامی طوفان کے دوران خونخوار سمندری لہریں ساحلی علاقوں پر چڑھ دوڑیں۔ لاکھوں افراد ڈوب کر ناگہانی موت کا شکار ہوئے۔ مگر نوٹ کیا گیا کہ اتنے بڑے پیمانے پر جانوروں کی ہلاکت کی کوئی خبر پڑھنے کو نہیں ملی۔ اس کے برعکس سری لنکا سے خبر آئی کہ اس کے جنگلوں میں موجود تمام جنگلی جانور (ہاتھی، چیتے وغیرہ سب) سونامی کی آمد سے ایک دن پہلے محفوظ مقامات کی طرف فرار ہو چکے تھے۔

جانوروں کے اس غیر معمولی طرزِ عمل کی بنیاد پر چین میں 1975ء کے زلزلے کے موقع پر اس زلزلے سے چار گھنٹے قبل اس کی پیش گوئی کی گئی تھی۔ ایسا کرنے سے قبل مختلف مویشی فارموں میں موجود جانوروں کی روز مرّہ سے ہٹ کر غیر معمولی حرکات نوٹ کی گئیں۔ یہ بھی دیکھا گیا کہ سرد موسم بلوں میں گھس کر گزارنے والے جانور مثلاً سانپ،

مینڈک اور چوہے وغیرہ اچانک بلوں سے باہر آ گئے۔ یہ سب کچھ ان جانوروں کا معمول سے ہٹ کر ایک طرزِ عمل تھا۔ ان غیر معمولی مشاہدات کی بنیاد پر ماہرینِ زلزلہ نے یہ نتیجہ اخذ کیا کہ اس علاقے میں زلزلہ آنے کا غالب امکان ہے۔ لہٰذا یہ علاقہ فوراً خالی کرالیا گیا۔ ٹھیک چار گھنٹے بعد یہ پورا علاقہ زلزلاتی لہروں کی زد میں تھا۔ یقیناً یہ ایک بڑی کامیابی تھی کیونکہ اس طرح ہزاروں قیمتی انسانی جانیں بچالی گئیں۔

چینی سائنس دانوں کے کارآمد مشاہدات

اس ضمن میں چینی سائنس دانوں کے مزید کارآمد مشاہدات نہایت قابلِ توجہ ہیں اور متعیّن پیش گوئی کو عملی شکل دینے میں بڑے ممد ثابت ہوسکتے ہیں۔ سی چوآن (Sichuan) صوبے میں اگست 1976ء کے زلزلے کے حوالے سے چینی سائنس دانوں نے مشاہدہ کیا کہ اس زلزلے کی آمد سے قبل سانپ اس علاقے کو چھوڑ کر محفوظ مقامات کی طرف چلے گئے ہیں۔ اسی طرح جولائی 1976ء میں تانگ شان کے زلزلے میں بھی سانپوں نے ایسے ہی طرزِ عمل کا مظاہرہ کیا تھا۔ اس شہر میں زلزلہ آنے سے بہت پہلے یہ رینگنے والے جانور اس علاقے سے چالیس کلومیٹر دور ایک گڑھے میں اکٹھے ہوگئے تھے۔ چینی سائنس دانوں کے مطابق سانپ چونکہ بلوں میں رہتے ہیں، اس لیے وہ زیرِ زمین متوقّع تبدیلیوں کے بارے میں نسبتاً زیادہ حسّاس ہوتے ہیں۔

سائنس دانوں کا خیال ہے کہ ایسے مواقع پر جانوروں اور پرندوں کی چھٹی حس جلد بیدار ہو جاتی ہے اور وہ آنے والے خطرے کی بو بہت پہلے سونگھ لیتے ہیں۔ امّید ہے کہ مزید ایسے مشاہدات کے بعد جانوروں اور پرندوں کی حرکات و سکنات کو بطور خاص نوٹ کر

کے ان کے ذریعے زلزلوں کی بروقت پیش گوئی کی جاسکے گی۔

دیگر ذرائع

کسی علاقے یا خِطّے میں کسی متوقّع زلزلہ کے بارے میں پیش گوئی کر کے قبل از وقت اطلاع فراہم کرنے کی غرض سے جانوروں اور پرندوں کی حرکات وسکنات کے مطالعات کے علاوہ کئی اور پہلوئوں پر بھی تحقیق کی جارہی ہے۔ بعض اعتبارات سے انسانی کاوشیں اس ضمن میں حوصلہ افزا پیش رفت کے ساتھ کامیابی کی طرف گامزن ہیں۔ تاہم ابھی تک خطا سے پاک کوئی ایسا طریقہ یا آلہ وضع نہیں ہوا کہ جس کی مدد سے اس ہلاکت خیز آفتِ ارضی کا پیشگی علم ہو جائے اور انسانی جان ومال کے ناگہانی نقصانات سے بچا جاسکے۔

کنوئوں میں پانی کی سطح

سابق سوویت یونین (روس) چین اور جاپان میں ماہرینِ ارضیات اِکّاذُکّا زلزلوں کی درست پیش گوئی کرنے میں کامیاب ہوئے ہیں۔ روس میں غیر معمولی طبعی مشاہدات کی بنیاد پر 1978ء میں آنے والے ایک زلزلے کی قبل از وقت اطلاع دی گئی۔ وسطی ایشیائی روسی ریاستوں میں نوٹ کیا گیا کہ کنوئوں میں پانی کی سطح ایک دم گر گئی ہے۔ لہٰذا اس بنا پر اس علاقے میں زلزلہ آنے کی پیش گوئی کر دی گئی۔ یہ پیش گوئی حیرت انگیز حد تک درست ثابت ہوئی اور ٹھیک چھ گھنٹے بعد اس علاقے میں زلزلہ آگیا۔

فالٹ زون

جاپان میں آئے دن زلزلے آتے رہتے ہیں۔ صبح وشام چھوٹے چھوٹے زلزلے تو اس کئی جزیروں پر مشتمل ملک میں معمول کی بات ہے۔ 1986ء میں ایک فالٹ زون میں تحقیق

کے دوران غیر معمولی طبعی تبدیلیاں نوٹ کی گئیں۔ جن کی بنیاد پر نتیجہ نکالا گیا کہ اس فالٹ پر توانائی جمع ہونے کی وجہ سے آئندہ چند دنوں میں کسی بھی وقت زمینی طبقات متحرک ہو کر زلزلہ برپا کر سکتے ہیں۔ انسانی ذہانت جب تجسّس کا تعاقب کرتی ہے تو مُحیّرُ العقول کارنامے سرانجام دیتی ہے۔ جاپانیوں نے اس فالٹ لائن کی گہرائی تک ڈرلنگ کی اور اس میں مشینی دباؤ کے ساتھ بہت سا پانی داخل کر دیا۔ چند روز بعد واقعی زلزلہ آگیا۔ مگر نہایت معمولی جھٹکوں کے ساتھ بالکل ایسے جیسے زمین دھیرے دھیرے جھول رہی ہے۔ گویا انسانی تدبیر نے ایک بڑے زلزلے کو ایک چھوٹے زلزلے میں بدل دیا۔ دراصل پانی نے فالٹ لائن پر آمنے سامنے موجود چٹانوں اور زمینی طبقات کی مزاحمت کو نہایت کم کر دیا اور توانائی کے اخراج پر یہ چٹانیں اور طبقات ہولے سے آگے سلپ ہوئے اور اپنی جمودی قوّت اور توانائی کے توازن میں آنے پر ٹھہر گئے۔

زلزلے کی پیش گوئی پر جدید سائنسی تحقیق

گزشتہ چند برسوں میں زلزلاتی پیش گوئی پر تحقیق کی روشنی میں امریکی سائنس دانوں نے یہ نظریہ پیش کیا ہے کہ جس علاقے میں زلزلہ آنے والا ہو، اس علاقے کی سطحِ ارض پر موجود چٹانوں میں زلزلاتی لہروں کی رفتار میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ اسی طرح ان کی برقی و مقناطیسی مزاحمت بھی بڑھ جاتی ہے۔ لہٰذا یہ خیال پیش کیا گیا کہ چٹانوں کے ان طبعی خواص پر کام کر کے غیر معمولی مقداروں کا پتا لگنے پر زیرِ مطالعہ علاقے میں زلزلہ آنے کی پیش گوئی کی جاسکتی ہے۔

پاکستان میں دائود کالج آف انجینئرنگ اینڈ ٹیکنالوجی، کراچی کے سابق پرنسپل پروفیسر

ڈاکٹر عبدالرزّاق میمن کی 1969ء سے جاری تحقیق کے مطابق زلزلے اور برقناطیسی (برق مقناطیسی) مظہر کے درمیان گہرا تعلّق ہے۔ سائنسی تحقیقی نتائج کے مطابق کسی علاقے میں زلزلہ آنے والا ہو تو کئی دن پہلے اس علاقے میں برقناطیسی لہروں میں معمول سے زیادہ اضافہ ہو جاتا ہے اور ایسا کم از کم دو تین دن جاری رہتا ہے۔ زلزلہ واقع ہونے کے بعد دوبارہ یہ لہریں نارمل ہو جاتی ہیں۔ اس طرح کم از کم زلزلے کی دو تین دن پہلے پیشین گوئی کی جاسکتی ہے۔ امریکہ میں یونیورسٹی آف پنسلوانیا، فلاڈلفیا میں تحقیقی کام کے دوران 1989ء میں انہوں نے نتیجہ نکالا کہ زلزلے اور ان لہروں کے درمیان ایک یقینی تعلّق موجود ہے، جو زلزلے کی پیش گوئی کا ایک کامیاب طریقہ ثابت ہو سکتا ہے۔

اس وقت مصنوعی سیّاروں (Satelltes) کے ذریعے زلزلوں کی پیش گوئی پر بھی بڑے زور شور سے تحقیق کی جارہی ہے۔ روس کے اوٹو شمٹ انسٹی ٹیوٹ برائے زمینی طبیعیات (جیوفزکس) کی ایک رپورٹ میں بتایا گیا ہے کہ مصنوعی سیّاروں کے ذریعے کئی گھنٹے قبل زلزلے کا پتا چلایا جاسکتا ہے۔ زلزلے کی لہر اٹھنے سے پہلے زمین سے برقناطیسی موجیں خارج ہوتی ہیں، جو سگنل کی شکل میں مصنوعی سیّارے تک پہنچتی ہیں۔ چنانچہ انہیں سیّارے کے حسّاس آلات کے ذریعے ریکارڈ کرلیا جاتا ہے۔ تاہم اس میں بڑی دقّت یہ پیش آرہی ہے کہ ایسے سگنل صرف رات کے وقت ریکارڈ کئے جاسکتے ہیں۔ لہٰذا یہ محدود ریکارڈنگ پورے طور پر کام میں نہیں لائی جاسکتی۔ امّید ہے کہ مستقبلِ قریب میں ایسے حسّاس آلات وجود میں آجائیں گے کہ جو آنے والے وقتوں میں دن رات کام کریں گے اور زلزلوں کی ٹھیک ٹھیک پیشگی اطلاع دے سکیں گے۔ دُنیا قائم بُراُمّید!

باب10

سونامی

(Tsunami)

اللہ جلّ جلالہٗ نے اپنی تکوینی مشیّت کے تحت قشرِ ارض کے دو تہائی رقبے پر نہایت مضبوط بحری قشرِ ارض کے ساتھ سمندر اور ایک تہائی رقبے پر برِّ اعظم پیدا کیے۔ برِّ اعظموں پر آنے والے زلزلے براہِ راست جانی و مالی نقصانات کا باعث بنتے ہیں، جبکہ فرشِ سمندر یا بحری قشرِ ارض پر آنے والے زلزلے سونامی طوفان برپا کرنے کا باعث بنتے ہیں اور سمندری جزیروں اور ساحلی علاقوں کو تباہ و برباد کر کے رکھ دیتے ہیں۔ اس باب میں اس کی پیدائش، نوعیّت اور اس کے اسباب پر بحث کی جائے گی۔

سونامی کیا ہے؟

پیدا ہوتی ہے اور ساحلی علاقوں پر چڑھ دوڑتی ہے۔ بعض صورتوں میں خشکی پر بھی کافی دور تک جا کر تباہی مچاتی ہے اور جب اس کا زور ٹوٹ جاتا ہے تو اس کے پانی کا بیشتر حِصّہ واپس سمندر میں لوٹ جاتا ہے۔

سمندری زلزلہ (Seaquake)

سونامی کے آنے اور اس لہر کے اُٹھنے کا سب سے بڑا سبب سمندر کے پیندے یعنی فرشِ سمندر پر آنے والا زلزلہ ہے۔ دراصل سمندری زلزلے کے باعث سمندری فرش کے ٹوٹنے اور ایک حصّے کے ایک دم بلند اور متّحرک ہونے سے سونامی پیدا ہوتی ہے۔ جس وقت سمندری فرش اوپر کی طرف تیزی کے ساتھ اٹھتا ہے تو اس پر موجود اربوں ٹن پانی بھی زور کے ساتھ اوپر کو اچھلتا ہے اور دیوار نما لہروں کی صورت میں چاروں طرف پھیلتا چلا جاتا ہے (شکل نمبر 10.1

دل چسپ بات یہ ہے کہ گہرے سمندر میں سونامی کی بلندی عمومی سطحِ سمندر سے محض چند سنٹی میٹر زیادہ ہوتی ہے۔ لہٰذا گہرے سمندر میں اس کو پہچاننا بے حد مشکل ہوتا ہے۔ چنانچہ یہ عموماً بحری جہازوں کے نیچے سے بڑے آرام سے گزر جاتی ہے اور سمندری پانی میں ایک معمولی سے ابھار کے علاوہ کچھ محسوس نہیں ہوتا۔ البتہ اس کی لمبائی کئی سو کلو میٹر کے لگ بھگ ہو سکتی ہے۔

سونامی اور ساحلِ سمندر

سونامی کی یہی لہر ساحل کے قریب پہنچنے پر بلند سے بلند تر ہوتی چلی جاتی ہے۔ دراصل ساحل کی طرف سمندری فرش بلند ہوتا جاتا ہے جبکہ ساحل کے قریب شیلف کے علاقے

میں فرشِ سمندر کی بلندی میں تیزی سے اضافہ ہونے لگتا ہے۔ یہاں تک کہ کھلے سمندر سے ساحل تک کے چند کلو میٹر کے فاصلے پر شیلف کا پیندہ ہزاروں میٹر گہرائی سے اٹھ کر ساحل کی سطح تک بلند ہو جاتا ہے (شکل نمبر 10.2)۔ یہ سمندری علاقہ دراصل برِّاعظم کا ڈھلوانی کنارا ہوتا ہے۔ اصطلاحاً اسے برِّاعظمی شیلف (Continental shelf) کہتے ہیں۔

سونامی کی لہریں

سونامی کی لہریں جس طرح سمندر کی سطح کے اوپر تیز رفتاری سے آگے بڑھ رہی ہوتی ہیں۔ اسی طرح سمندر کے اندر اس کے فرش کی جانب بھی سفر کر رہی ہوتی ہیں اور فرش سے ٹکڑا ٹکڑا کر اِدھر اُدھر منتشر ہو رہی ہوتی ہیں۔ واضح رہے کہ سمندر کے اندر چلنے والی موجوں کی رفتار اوپر چلنے والی لہروں سے زیادہ ہوتی ہے، جونہی ساحل قریب آنے لگتا ہے اور برِّاعظمی شیلف کے علاقے کا آغاز ہوتا ہے۔ اس سے ٹکرا کر پلٹنے والی موجیں اور سطح کے اوپر چلنے والی موجیں آپس میں ٹکرانے لگتی ہیں۔ جس کی وجہ سے ایک طرف پانی کے اوپر چلنے والی موجوں کی رفتار کم ہو جاتی ہے، جبکہ دوسری طرف ان کی بلندی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ اسی بنا پر ساحلی علاقوں میں اُتھلے سمندر تک پہنچتے پہنچتے سونامی کی رفتار بہت کم اور اس کی اونچائی بہت زیادہ ہو جاتی ہے (شکل نمبر 10.3)۔ یاد رہے کہ یہ ''کم رفتار'' بھی پچاس ساٹھ کلو میٹر فی گھنٹہ سے کم نہیں ہوتی۔ جس وقت یہ موج ساحل پر نمودار ہوتی ہے تو پانی کی بلند قامت دیوار کی شکل اختیار کر چکی ہوتی ہے اور اپنے راستے میں آنے والی ہر چیز کو نگلتی، اُچھالتی، پٹختی اور تہس نہس کرتی چلی جاتی ہے۔

ساحلِ سمندر اور عجیب صورت حال

خوفناک اور تباہ کن سونامی کی آمد سے چند لمحے پہلے کبھی کبھی ساحل پر سمندر کا پانی پیچھے کی طرف سمٹنے لگتا ہے۔ یوں لگتا ہے کہ سمندر میں پانی کم ہو گیا ہے اور ساحل سے بہت دور چلا گیا ہے۔ ساحل پر موجود سیّاح سمندر کی اس عجیب صورت حال کے پیچھے چھپے خطرے سے بے خبر، اس منظر کو دلچسپی اور تجسّس سے دیکھتے ہیں۔ بعض سیّاح پانی کے اس غیر معمولی ہٹاؤ کی وجہ سے سمندر میں آگے تک چلے جاتے ہیں اور پھر چند ہی لمحے بعد دیکھتے ہی دیکھتے پانی کی دیوار موت کا فرشتہ بن کر سامنے آتی ہے اور سب کچھ اپنے اندر دبوچ لیتی ہے۔

سونامی لہر کی اس عجیب صورتِ حال کا تعلّق پانی میں بننے والی موجوں کی طبعی خصوصیّات سے ہے۔ اس قسم کی لہریں نشیب و فراز پر مشتمل ہوتی ہیں۔ سونامی کی وجہ سے پانی میں جب لہریں یا موجیں بنتی ہیں تو ان میں نشیب (Trough) اور فراز (Crest) دونوں پیدا ہوتے ہیں۔ (شکل نمبر 10.4)۔ فراز پانی کی عمومی سطح سے اوپر ایک ابھار کی شکل میں آگے بڑھتا ہے اور دو نشیبوں کے درمیان میں گھرا ہوتا ہے۔ اسی طرح ہر نشیب کے آگے اور پیچھے ایک ایک فراز ہوتا ہے۔ سمندر کے پر سکون ہونے کی صورت میں سمندر کی عمومی سطح کی نسبت فراز لہر کی بلندی کا باعث بنتا ہے جبکہ نشیب اس کی گہرائی کا۔ اب اگر سونامی کی موج کا نشیبی حِصّہ آگے ہو اور ساحل پر فراز سے پہلے پہنچے تو ساحل کا پانی اس نشیب کی طرف بہہ جاتا ہے۔ یوں سمندر کا پانی پیچھے کی طرف سمٹ جاتا ہے۔ ساحلی علاقہ خالی ہو جاتا ہے اور اس غلط فہمی کا باعث بنتا ہے کہ سمندر شاید پیچھے ہٹ گیا ہے (شکل نمبر

10.5

سونامی قدرت کی ان آفات میں سے ایک ہے، جن کے آگے آج کا ترقّی یافتہ انسان بے بس ہے۔ ہم ان آفات سے بچنے کے لئے بس اپنی سی کوشش کر سکتے ہیں۔ البتہ ان کی منہ زور نوعیّت کے سبب بے پناہ تباہی و بربادی ایک لازمی امر ہے۔ تاہم اس کا سامنا کرنے کے لیئے اس کی بروقت تیّاری اور پیش بندی کر کے اس تباہی و بربادی میں کسی حد تک کمی کی جا سکتی ہے۔

پاکستان کا ایک ہزار پچاس کلومیٹر (ساحلِ مکران: سات سو کلومیٹر اور ساحلِ کراچی و سندھ: تین سو پچاس کلومیٹر) طویل ساحلِ سمندر اور ساحلی علاقے سونامی طوفان کے مخفی خطرے کی زد میں ہیں۔ یاد رہے کہ ماضیٔ قریب میں قیامِ پاکستان سے دو برس قبل 28 نومبر 1945 کو ایک سونامی طوفان مکران، بلوچستان کے ساحلی علاقوں کو اپنی لپیٹ میں لے چکا ہے (باب۔11: سونامی کا خطرہ: پاکستان کی دہلیز پر)۔

باب11

سونامی کا خطرہ: پاکستان کی دہلیز پر!

اللہ تعالیٰ نے اپنی بے پایاں کریمی کے سبب انسان کو عقل ایسی نعمت عطا کی تا کہ وہ دنیا میں اس نعمت سے کام لے کر اپنی زندگی میں آسانی اور آسائش کے اسباب مہیّا کرے اور اس کی شکر گزاری کا رویّہ اختیار کرے۔ مشاہدہ اور تجربہ انسان کو غور و فکر کے مواقع فراہم کرتے ہیں۔ اس روشنی میں وہ اپنے لئے بہتر مواقع کا انتخاب کرنے کے قابل ہو جاتا ہے۔ مارچ 2011ء کے جاپانی زلزلے اور اس کے نتیجے میں برپا ہونے والی سونامی (باب۔16: جاپان کا کثیر جہتی زلزلہ و سونامی، 2011

جگہ آگ کا بھڑک اٹھنا، زمین کی بڑے پیمانے پر شکست و ریخت، پہاڑیوں، چٹانوں اور عمارات، مکانات اور گھر بار کا انہدام ان زلزلوں کا بدیہی نتیجہ رہا ہے۔ لیکن ان سب پر مستزاد زلزلے کے معاً بعد کسی طوفان کی طرح سونامی کے سانپ کا نمودار ہونا اور ساحلوں پر پہنچ کر تباہی و بربادی پھیلانا ایک مزید ممکنہ خطرہ ہے۔

اس پس منظر میں اس باب میں پاکستان کے ساحلی علاقوں میں زلزلے اور سونامی طوفان کے خطرات کے حوالے سے موجود ارضیاتی اور ٹیکٹانی حقائق کا ایک جائزہ پیش کیا جارہا ہے۔ علاوہ ازیں اس اہم حقیقت کی طرف توجّہ بھی مبذول کرانا ہے کہ جاپان اور پاکستان کے ساحلی علاقوں کے ''ٹیکٹانی ماحول'' میں خاصی مشابہت پائی جاتی ہے۔ اس کے علاوہ جاپان اور پاکستان کے حالات میں کئی اور مشابہتیں بھی پائی جاتی ہیں۔ مثلاً جاپانی بندر گاہوں کی طرح گوادر، پورٹ قاسم اور کراچی کی بندر گاہیں پاکستان کی معیشت اور صنعت و حرفت کی شہ رگ (Life line) ہیں۔ جاپان کے فوکوشیما نیوکلیئر پاور پلانٹ کی طرح پاکستان کا اہم ترین نیوکلیئر پاور پلانٹ، کینپ (KANUPP) بھی ساحلِ سمندر کے نزدیک واقع ہے۔ فولاد سازی ایسی اہم صنعتیں اور ہوائی اڈّے بھی ہمارے ساحلی علاقوں میں موجود ہیں۔ بطورِ خاص گوادر کی تعمیرِ نو اور علاقائی و ملکی معیشت کی ترقی اور فروغ میں اس کے کردار کے پس منظر میں اس علاقے کی ٹیکٹانی جائزہ کاری کی اہمیّت مزید بڑھ جاتی ہے۔

پاکستان اور جاپان کے ٹیکٹانی ماحول کا تقابل

ہم پڑھ چکے ہیں کہ زمین کا بالائی پرت، لتھوسفئیر سمیت قشرِ ارض زمین کے گرد لپٹے

ہوئے ایک مسلسل اور یکساں غلاف کی طرح نہیں ہے، بلکہ کئی چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں پر مشتمل ہے۔ لتھوسفیئر کے ان ٹکڑوں کو ٹیکٹانی پلیٹیں یا ساختمانی پلیٹیں کہا جاتا ہے۔ یہ پلیٹیں ساکن نہیں بلکہ انتہائی سست رفتاری سے متّحرک ہیں۔ اپنی اس حرکت کی وجہ سے یہ پلیٹیں ایک دوسری سے رگڑ کھاتی اور ٹکراتی ہیں۔ جس کے نتیجے میں اندرونِ زمین اور بیرونِ زمین کئی جغرافیائی اور طبعی مظاہر وجود میں آتے ہیں۔ اِن میں سے ایک زلزلوں کا وقوع پذیر ہونا ہے۔

جاپان ایک ایسا ملک ہے جو تین ٹیکٹانی پلیٹوں، پیسیفک پلیٹ (Pacific Plate) یوریشین پلیٹ (Eurasian Plate) اور فلپائن سی پلیٹ (Philippine Sea Plate) کے سہ پلیٹی سنگم (Triple junction) کے بالکل نزدیک واقع ہے۔ اس کے مشرق میں پیسفک پلیٹ ہے۔ جس کا بحری فرش یوریشین پلیٹ کے نیچے دھنس رہا ہے (شکل نمبر 11.4)۔ یہ مسلسل دھنسائو (Subduction) چھوٹے بڑے اور بہت بڑے زلزلے پیدا کرنے کا سبب بنتا رہتا ہے۔ آپ پڑھ چکے ہیں کہ ٹیکٹانکس کی زبان میں ایسے علاقے کو دھنسائو یا غرق گیری کا علاقہ کہا جاتا ہے (باب۔ 7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ)۔ یوریشین پلیٹ کے اسی مشرقی کنارے کے عین اوپر ملکِ جاپان آباد ہے (شکل نمبر 11.4

جنوب میں پاکستان کے ساحلی علاقے کا جاپان کے ٹیکٹانی ماحول سے ملتا جلتا ٹیکٹانی ماحول گوادر، مکران اور کراچی کے قریب پایا جاتا ہے۔ اس علاقے میں عربین پلیٹ کا بحری فرش (خلیج عمان اور بحیرۂ عرب) یوریشین پلیٹ کے نیچے دھنستا جا رہا ہے۔ ان دو ٹیکٹانی پلیٹوں کے جاری دھنسائو کی وجہ سے ازمنۂ قدیم اور ماضیٔ قریب میں زلزلے برپا ہوتے

رہے ہیں۔ جس طرح جاپان تین ٹیکٹانی پلیٹوں کے سنگم کے قریب واقع ہے، اسی طرح پاکستان کے ساحلی علاقے بطورِ خاص کراچی، تین ٹیکٹانی پلیٹوں یعنی عربین پلیٹ، پاک وہند پلیٹ اور یوریشین پلیٹ کے سہ پلیٹی سنگم کے پاس واقع ہیں (شکل نمبر 11.5

واضح رہے کہ دو ٹیکٹانی پلیٹوں کی حد بندی کا علاقہ جو بعض صورتوں میں بیسیوں کلومیٹر چوڑا اور سینکڑوں کلومیٹر طویل ہوتا ہے، ٹیکٹانی پلیٹوں کے ٹکرائو (Collision)، رگڑ (Strike-slip), دھنسائو (Subduction اور ہٹائو (Divergence) جیسی مختلف ٹیکٹانی سرگرمیوں کا مرکز ہوتا ہے (باب۔ 7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ)۔ ان میں سے ہر ایک ٹیکٹانی عمل کی قوّت، شدت اور مدّت کے مطابق زلزلوں اور آتش فشانیوں کے ارضیاتی مظاہر وقوع پذیر ہوتے رہتے ہیں۔ ایسے میں تصوّر کیا جاسکتا ہے کہ روئے زمین پر علاقے جہاں تین ٹیکٹانی پلیٹوں کی حد بندیاں آپس میں ملتی ہیں، وہاں ارضیاتی اور ٹیکٹانی سرگرمی کتنے بڑے پیمانے پر وقوع پذیر ہوتی ہوگی؟ اس کا تلخ تجربہ اہل جاپان کو ہو چکا ہے۔ جاپان کا کثیر جہتی زلزلہ و سونامی 2011ء زبردست ٹیکٹانی مظاہر کا عملی نمونہ ہیں (باب۔16: جاپان کا کثیر جہتی زلزلہ اور سونامی 2011

مکران سبڈکشن زون

مکران کے ساحلی علاقے میں عربین پلیٹ کا خلیج عمان اور بحیرۂ عرب کے سمندری فرش والا حِصّہ یوریشیائی پلیٹ کے نیچے دھنس رہا ہے۔ عربین پلیٹ جنوب سے شمال کی طرف اور یوریشیائی پلیٹ شمال سے جنوب کی طرف 15 ملی میٹر سالانہ کی رفتار سے ایک دوسری کی جانب حرکت کر رہی ہیں۔ عربین پلیٹ کے یوریشیائی پلیٹ کے نیچے دھنسنے کی وجہ

عربین پلیٹ کی کثافت کا زیادہ ہونا ہے، یعنی یہ پلیٹ مقابلتاً بھاری ہے۔ جبکہ یوریشیائی پلیٹ ہلکی یعنی اس کی کثافت مقابلتاً کم ہے (باب۔7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ)۔ اس زون کو بلوچستان کے ساحلی علاقے، مکران کے ساتھ جغرافیائی قربت کی بناپر "مکران سبڈکشن کہا جاتا ہے (شکل نمبر 11.3

ایکریشنری پرزم (Accretionary Prism)

بلوچستان کے ساحلی علاقے، مکران کے قرب وجوار میں عربین پلیٹ کے فرشِ سمندر والے حصّے کے شمالی جانب دبائو اور زیر پلیٹ دھنسائو کے نتیجے میں ایک اور ٹیکٹانی فیچر وجود پذیر ہوا ہے، جسے ایکریشنری پرزم کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے۔ اس علاقے کے سمندر، بحیرۂ عرب میں کئی چھوٹے بڑے دریا (دریائے سندھ کے علاوہ صوبہ سندھ اور صوبہ بوچستان سے بر آمد ہونے والے متعدّد چھوٹے چھوٹے دریا) گرتے ہیں۔ ان میں سب سے نمایاں مدریا، دریائے سندھ ہے۔ یہ سب دریا خشکی سے مٹی اور ریت وغیرہ بہا کر لاتے ہیں اور سمندر میں پھینکتے رہتے ہیں۔ اس طرح سمندر کے پیندے پر لاکھوں برس سے اس جاری عمل کے نتیجے میں رسوبات (Sediments) کی تہوں پر تہیں جمتی جاتی ہیں، جن کی مجموعی موٹائی کئی سو میٹر تک جا پہنچتی ہے۔ سبڈکشن کے عمل میں جب زیادہ کثافت رکھنے والی پلیٹ نیچے دھنستی جارہی ہوتی ہے تو اوپر والی (Overlying) پلیٹ کی سخت چٹائی ساخت اس پر نو تہہ شدہ رسومات کُھرچ کر اپنے آگے جمع کرتی جاتی ہے۔ یہ قدرتی ارضیاتی کُھرچائو کچھ اس طرح عمل پذیر ہوتا ہے کہ جس طرح بلڈوزر آگے بڑھتے ہوئے مٹی جمع کرتا جاتا ہے۔ اسی طرح جمع ہونے والی گاد، چٹانی مواد اور

سمندری رسوبات منشور (Prism) سے ملتی جلتی شکل میں جمع ہو جاتے ہیں۔ یہ رسوبات کُھرچائو کے عمل کے آغاز پر مقدار میں کم ہوتے ہیں اور وقت کے ساتھ جمع ہو کر مقدار میں زیادہ ہوتے جاتے ہیں۔ اس ٹیکٹانی عمل کو "ایکریشنری پرزم" کہتے ہیں (شکل نمبر 11.6)۔ اردو میں ایکریشن (Accretion) کے معنی "افزائش" کے ہیں۔ اسی بنا پر اس ٹیکٹانی عمل کو یہ نام دیا گیا ہے۔ سمندری فرش پر جمع اور تہہ شدہ گاد، چٹانی مواد اور رسوبات کے کُھرچائو کے لاکھوں برسوں پر محیط عمل سے بننے والے ایکریشنری پرزم کو بلوچستان کے ساحلی علاقے، مکران کی نسبت سے "مکران ایکریشنری پرزم" کے نام سے موسوم کیا گیا ہے (شکل نمبر 11.3)

زیر آب مکران سبڈکشن زون اور جزوی طور پر خشکی پر واقع مکران ایکریشنری پرزم ایک دوسرے کے متوازی مگر ایک دوسرے سے بیسیوں کلو میٹر کے فاصلے پر شرقاً غرباً پھیلے ہوئے ہیں اور مشرق میں حب شہر (پاکستانی بلوچستان) سے لے کر مغرب میں ایرانی بلوچستان تک کے سات سو کلو میٹر طویل علاقے پر وسعت پذیر ہیں۔ گویا مکران سبڈکشن زون کئی سو میٹر گہرے سمندر میں پاکستان اور ایران کے بلند و بالا ساحل کے متوازی پھیلا ہوا ہے۔

سمندری زلزلہ

کسی بھی سبڈکشن زون میں اوپر والی پلیٹ اور اس کے نیچے دھنسنے والی پلیٹ دونوں سخت اور ٹھوس ساخت اور کھربوں ٹن وزن کی حامل ہوتی ہیں، جس کے سبب سبڈکشن کے عمل کے دوران میں دونوں ایک دوسری کو بے انتہا مزاحمت پیش کرتی ہیں۔ لہٰذا

سبڈکشن زون میں فالٹ لائن (جہاں پر دھنسنے والی پلیٹ اور اس کے اوپر سوار پلیٹ ایک دوسری سے ملتی ہیں) پر توانائی جمع ہونے لگتی ہے اور پھر کئی برسوں پر محیط دورانیہ میں جمع ہوتے ہوتے بالآخر یہ توانائی آخری حدوں کو چھونے لگتی ہے۔ آخری حدیں چھونے والی توانائی کی اس مقدار کو توانائی کی تھریش ہولڈ مقدار (Threshold value) کہتے ہیں۔ پلیٹوں کی باہم مزاحمت اور توانائی کی یہ صورت حال پیدا ہونے کے بعد اگر وزن اور دباؤ کی مقدار میں ذرا سا بھی اضافہ ہو جائے تو دھنسنے والی پلیٹ اچانک نہایت تیزی کے ساتھ بالائی پلیٹ کے نیچے پھسل جاتی ہے۔ سمندر کے اندر گہرائی میں جس مقام پر پھسلنے کے عمل کا آغاز ہوتا ہے، اسے زلزلے کے "فوکس" یا مرکزِ زلزلہ کا نام دیا جاتا ہے (باب۔8 :ٹیکٹانی زلزلہ)۔ اس مقام سے توانائی کی جمع شدہ بے پناہ مقدار یک دم خارج ہوتی ہے اور اِس توانائی کے اخراج سے پیدا ہونے والی لہریں زلزلے کے فوکس سے ہر طرف پھیلتی چلی جاتی ہیں (شکل نمبر 8.1)۔ یہ لہریں چاروں طرف پھیلتے اور گزرتے ہوئے راستے میں آنے والے علاقوں کو لرزاتی، جھٹکے دیتی اور بالائی پلیٹ کے اوپر سمندری پانی کو اچھالتی چلی جاتی ہیں۔ اس صورتِ واقعہ کو "سمندری زلزلہ و سونامی" کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے (شکل نمبر 10.1

سونامی

اگر زلزلہ سمندری فرش پر سمندر کے اندر کسی جگہ واقع ہو تو 6.5 یا اس سے زائد درجے کا زلزلہ سونامی کی پیدائش کا سبب بن سکتا ہے، جیسے خلیج عمان اور بحیرۂ عرب کے بحری فرش پر مکران سبڈکشن زون میں 28 نومبر 1945ء کے روز آنے والا زلزلہ (شکل نمبر

11.3)۔ سونامی لہر کی عمودی بلندی کا انحصار سمندری زلزلے کی طاقت پر ہوتا ہے، جبکہ سونامی کی لہروں کے چاروں طرف پھیلنے اور آگے بڑھنے کی رفتار کا دارومدار سمندر کی گہرائی پر ہوتا ہے۔ گہرے سمندروں میں اس کی رفتار 400 کلو میٹر فی گھنٹہ سے 700 کلو میٹر فی گھنٹہ تک ہوتی ہے۔ ساحلی علاقوں کے نزدیک پہنچ کر سونامی کی رفتار تو کم ہو جاتی ہے لیکن سونامی لہر کی اونچائی میں زبردست اضافہ ہو جاتا ہے (شکل نمبر 10.2)۔ چند برس قبل مارچ 2011ء میں آنے والے کثیر جہتی جاپانی زلزلے میں خشکی پر سونامی لہر کی بلندی 30 میٹر ریکارڈ کی گئی، جبکہ سمندر میں اس لہر کی اونچائی دس میٹر تھی (باب۔16 جاپان کا کثیر جہتی زلزلہ و سونامی، 2011

ممکنہ پاکستانی سونامی

پاکستان میں متوقّع سونامی کے حوالے سے دوسرے ممالک کے گزشتہ تجربات کو، بطورِ خاص جاپان کے زلزلہ و سونامی، مارچ 2011ء کی صورت حال کو، پیش نظر رکھنا چاہئے۔ جیسا کہ پہلے ذکر ہوا قیام پاکستان سے صرف دو سال قبل 28 نومبر 1945ء کو مکران سبڈکشن زون میں ایک زلزلہ آیا تھا (شکل نمبر 11.3)۔ اس کے نتیجے میں سونامی کی موج ایک دم ابھری اور تیزی سے ساحلی علاقوں پر چڑھ دوڑی تھی۔ نتیجتاً مال و اسباب کے زبردست نقصان کے علاوہ چار ہزار قیمتی جانیں ضائع ہو گئیں۔ اس سونامی کی بلندی 15 میٹر یعنی تقریباً 50 فٹ تھی۔ اس سمندری زلزلے کے نتیجے میں ساحلِ مکران سے چند کلو میٹر کی دوری پر جگہ جگہ سے گادا اور گارے کا گرم آبی ملغوبہ (Mud) زمین کو پھاڑ کر ابلنے لگا اور چند ہی دنوں میں پورے علاقے میں گارے اور گاد پر مشتمل متعدّد چھوٹی

چھوٹی پہاڑیاں وجود میں آگئیں، جنہیں گادفشاں (Mud volcano) پہاڑیاں اور ٹیلے کہتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ مکران، بلوچستان کی ساحلی پٹّی کے ساتھ جگہ جگہ ایسے متعدّد گادفشاں پائے جاتے ہیں۔

سونامی کی بروقت خبر داری

2008ء میں حکومتِ پاکستان نے سونامی کی بروقت خبر داری کا مرکز (Tsunami Early Warning Centre) قائم کر دیا تھا۔ یہ مرکز دستیاب آلات اور سہولیات کے ذریعے چند منٹ کے اندر اندر دنیا بھر سے سونامی معلومات اکٹھی کر سکتا ہے۔ بتایا جاتا ہے کہ حصولِ معلومات کا یہ نظام اس قدر مستعد ہے کہ جاپانی سونامی کے ڈیٹا کی وصولی، اس کی تجزیہ کاری، ملک بھر میں ترسیل اور ابلاغ سمیت سب کام پندرہ منٹوں میں انجام پا گئے تھے۔ اس مرکز میں جدید ترین مشینیں اور آلات فراہم کئے گئے ہیں۔ تربیت یافتہ افرادی قوّت اس قابل ہے کہ موصولہ اطلاعات کے تجزیہ و ترسیل کا عمل منٹوں میں نمٹایا جاسکتا ہے۔ تاہم مزید قابل غور و فکر بات یہ ہے کہ چوں کہ مکران سب ڈکشن زون اور پاکستان کے ساحلی علاقوں کے درمیان فاصلہ صرف 50 کلو میٹر کے لگ بھگ ہے۔ لہٰذا کسی سمندری زلزلے اور نتیجتاً سونامی کا طوفان اٹھنے کے بعد باور کیا جاتا ہے کہ اس کی لہریں 10 سے 15 منٹ کے اندر قریبی ساحلی آبادیوں تک پہنچ کر تباہی مچادیں گی۔ جبکہ ایک گھنٹے کے اندر یہ لہریں ساحلی علاقے کو دور دور تک اپنی لپیٹ میں لے لیں گی۔ لہٰذا ان علاقوں میں اس سے کہیں زیادہ مستعد خبر داری نظام قائم کرنے کی اشد ضرورت ہے۔ علاوہ ازیں اس کے لئے ابلاغ کے مختلف ذرائع اختیار کئے جاسکتے ہیں۔ مثلاً وٹس

ایپ،، ایس ایم ایس، موبائل فون، ٹیلی فون اور فیکس کی مدد سے اہم اور خاص افراد اور اداروں کو وارننگ بھیجی جاسکتی ہے۔ ان افراد اور اداروں میں ذرائع ابلاغ، ضلعی و مقامی انتظامیہ، قدرتی آفات سے نمٹنے کے لئے قائم کردہ تنظیمیں، قانون نافذ کرنے والے ادارے، بچاؤ اور تحفّظ فراہم کرنے والی مددگار ایجنسیاں اور ان سب اداروں سے متعلّق ذمّہ دار شخصیات و افسران سبھی شامل ہیں۔

گوادر کی بندرگاہ پر پاکستان کے قومی محکمہ موسمیات نے اقوام متحدّہ کے ترقیاتی پروگرام ،یو این ڈی پی (UNDP) کے تعاون سے سائرن نصب کر رکھا ہے۔ تاہم 2011ء تک اسے بروئے کار نہیں لایا گیا تھا۔ اس نظام کے چالو ہونے پر کسی خطرے کی صورت میں محکمہ موسمیات کے سونامی وارننگ مرکز سے سائرن کا سوئچ دبایا جائے گا۔ تاہم سونامی کے مقام پیدائش کے کم فاصلے پر واقع ہونے کے پیش نظر مختلف موزوں مقامات پر متعدّد سائرن نصب کرنے کی اشد ضرورت ہے تاکہ خطرے کا شکار متوقّع آبادیوں کو دور دور تک فوری اور بروقت اطلاع پہنچائی جاسکے۔ یاد رہے کہ فاصلہ کم ہونے کی بنا پر ایک ایک منٹ بہت قیمتی ہے۔ چنانچہ ایک ایسا وارننگ سسٹم تشکیل دیا جانا چاہئے، جس کے ذریعے سونامی کی اطلاعات خطرے کا شکار تمام ساحلی آبادیوں تک براہ راست پہنچائی جاسکیں اور بالواسطہ ذرائع اختیار کرنے کا قدیم اور روایتی طریقہ یکسر ترک کر دیا جائے۔ واضح رہے کہ رائج الوقت طریقہ کار میں اوپر سے نیچے کی ترتیب کے ساتھ سرکاری دفاتر اور افسر شاہی کا عمل دخل پایا جاتا ہے۔ تجربہ شاہد ہے کہ سرخ فیتے کے احتساب کا موئثر نظام نہ ہونے اور عمومی بے حسی کے سبب بے پناہ وقت ضائع کر دیا جاتا ہے، جبکہ سونامی کی خوفناک لہروں کے پہنچنے سے پہلے اطلاع پہنچانے کے لئے درکار ایک ایک لمحہ

قیمتی ہوتا ہے۔

ہماری زمین ایک زندہ اور متحرّک سیّارہ ہے۔ اس پر جاری و ساری طبعی و ٹیکٹانی قدرتی مظاہر کے نتیجے میں دنیا کے مختلف خطّوں میں برِّاعظموں پر اور سمندروں میں چھوٹے بڑے زلزلے اور ان کے نتیجے میں سونامی طوفان ہمارے مہ و سال کا حِصّہ بنتے رہتے ہیں۔ ان طبعی اسباب کو تو روکا نہیں جاسکتا مگر اللہ تعالیٰ کی عطا کردہ عقل اور اخلاقی ذمّہ داری سے کام لے کر انسانی جان و مال کے اتلاف کو کم تو کیا جاسکتا ہے۔ لہٰذا اس حوالے سے تیّاری اور پیش بندی کرتے رہنے پر توجّہ مرکوز رکھّی جائے۔

باب12

زلزلہ کشمیر2005ء

اللہ تعالیٰ نے ہمارے ارد گرد پھیلی دنیا اور ہمارے پائوں کے نیچے بچھی زمین پر اپنی مشیّت و منشاء کی کار فرمائی کے لیے ان گنت طبعی اسباب پیدا فرمائے۔ ان قدرتی اسباب کے واقع ہونے کے انداز اور ان کے بروئے کار آنے کا روڈمیپ آج تک کسی انسان کی علمی دسترس میں نہیں آسکا۔ فی زمانہ سائنس و ٹیکنالوجی کی ترقّی زبردست انسانی کاوشوں کے سبب آسمانی بلندیوں کو چھو رہی ہے مگر آج کے دن بھی کسی طبعی سبب کے، زمین کے کسی بھی حصّے میں کسی بھی وقت پیدا ہونے اور روبہ عمل ہونے کے نظام الاوقات اور اس کے بالعد اثرات کے تنوّع اور وسعت پذیری کا احاطہ کرنا کسی کے بس میں نہیں۔8

کیا طبعی و ٹیکٹانی اسباب رہے ہوں گے ؟ اس علاقے میں موجود ٹیکٹانی پلیٹوں اور ان سے وابستہ چھوٹی بڑی دراڑوں، فالٹوں اور ان کی شاخوں (Splays) کے بارے میں ارضیاتی و ٹیکٹانی جانکاری ان طبعی و ٹیکٹانی اسباب کو سمجھنے میں مدد دے گی۔

پاک و ہند ''مسافر'' ٹیکٹانی پلیٹ

جس زمینی خطّے پر سری لنکا، برما، پاکستان، بھارت، نیپال، بھوٹان اور سِکّم واقع ہیں، اسے پاک و ہند ٹیکٹانی پلیٹ کا نام دیا جاتا ہے۔ اس پلیٹ کا ذکر آپ پہلے بھی پڑھ چکے ہیں۔ دراصل لاکھوں سال پہلے یہ نسبتاً چھوٹی پلیٹ، جنوبی قطب کے قریب واقع ایک بڑی پلیٹ، آسٹریلیائی پلیٹ کا حِصّہ تھی، وہاں سے ٹوٹ کر زیرِ زمین عمل پذیر ٹیکٹانی عوامل (باب۔8: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ) کے زیرِ اثر سرکتی اور پھسلتی ہوئی ہزاروں میل کا سفر طے کر کے آج پاکستان، بھارت اور نیپال کے شمال مشرقی و مغربی علاقوں میں پائی جاتی ہے (شکل نمبر 12.1)۔ جب یہ چھوٹی ''مسافر'' پلیٹ اس علاقے میں پہنچی تو یہاں پر پہلے سے ایک بہت بڑی برّاعظمی پلیٹ، یوریشیائی ٹیکنائی پلیٹ موجود تھی۔ چونکہ اس چھوٹی پاک و ہند پلیٹ کا اگلا حِصّہ ایک سمندر پر مشتمل تھا اور ہم جانتے ہیں کہ سمندری فرش خشکی کے ٹکڑوں (برِّاعظموں) کے مقابلے میں زیادہ کثیف اور وزنی ہوتا ہے (باب نمبر 8: ٹیکٹائی پلیٹوں کا نظریہ)۔ لہٰذا جب یہ دونوں ایک دوسرے کے آمنے سامنے ہوئیں، تو چھوٹے حجم اور وزنی فرش ہونے کی بنا پر پاک و ہند ٹیکٹانی پلیٹ کا اگلا حِصّہ بڑی برِّاعظمی پلیٹ یوریشیا کے نیچے دب گیا اور اس کے نیچے آہستہ آہستہ مانٹل کی تہوں میں غرق ہونے لگا۔ غرقابی کا یہ ٹیکٹانی عمل کم و بیش پچاس ملین برس (پانچ کروڑ) قبل شروع

ہوا تھا اس طرح کم و بیش بیس ملین (دو کروڑ) سال پہلے پاک و ہند پلیٹ کا سمندری فرش والا اگلا سارا حِصّہ مانٹل میں غرق ہو گیا۔ نتیجتاً اس طرح پاک و ہند پلیٹ کا برِّا عظمی حصہ، بڑی برِّا عظمی پلیٹ، یوریشیا کے سامنے آ گیا۔ نتیجتاً غرقابی کا ٹیکٹانی عمل ختم ہو گیا دونوں پلیٹوں کے برِّا عظمی ٹیکٹانی ٹکرائو کے عمل کا آغاز ہوا، جو اس لمحۂ موجود تک جاری ہے اور ارضیاتی مستقبل میں بھی جاری رہے گا۔ یہ ٹیکٹانی ٹکرائو ارضیاتی اور چٹانی طبقات کی بڑے پیمانے پر شکست وریخت کا باعث ہے اور علاقائی (Regional) اور عالمی (Global) پیمانے پر ساختمانی تغیّر وتبدّل پیدا کر رہا ہے۔ کسی چھوٹی سوزوکی کار کا کسی بڑے ٹرالے کے ساتھ آمنے سامنے سے تصادم ہو تو کار کے ساتھ جو کچھ ہوتا ہے وہی اس پاک و ہند پلیٹ کے ساتھ بھی ہوا۔ اس مسلسل دھنستے جانے اور بعدہٗ ٹکرانے کے نتیجے میں ایک تو اس کے اندر بے شمار چھوٹے چھوٹے اور کئی بہت بڑے فالٹ یعنی رخنے یا دراڑیں پیدا ہو گئیں۔ دوسرے اس مسلسل دھنسائو اور ٹکرائو کی وجہ سے وقتاً فوقتاً ان فالٹوں یا ان کی شاخوں پر چٹانی طبق (بلاک) اچانک حرکت پذیر ہو کر دبائو اور حرکت کی مقدار کے مطابق چھوٹے بڑے زلزلوں کا باعث بنتے رہتے ہیں۔ 1905ء میں کانگڑہ (مقبوضہ کشمیر) کا زلزلہ، 2001ء میں بھوج (بھارت) کا زلزلہ اور دسمبر 2004ء میں آنے والا آچے بانڈہ (سماٹرا، انڈونیشیا) کا زلزلہ (اور اس کے نتیجے میں آنے والی سونامی) 8 اکتوبر 2005ء کا یہ زیرِ بحث زلزلہ، ان زلزلوں کی محض چند مثالیں ہیں۔ علاوہ ازیں کوئٹہ میں 1935 1955ء میں، کراچی کے ساحلی علاقوں میں 1945ء میں، پٹن (سوات) میں 1974ء میں، زیارت میں 2008ء میں، آواران میں 2013 2016ء کا نیپال میں آنے والا زلزلہ اسی جاری ٹیکٹانی ٹکرائو کا بدیہی نتیجہ ہیں۔

جو عظیم علاقائی تھرسٹ فالٹس

یوریشیائی پلیٹ کے پاک وہند پلیٹ کے ساتھ جاری ٹکرائو کے نتیجے میں لاکھوں برس پہلے جو عظیم علاقائی تھرسٹ فالٹس وجود میں آئے، یہ سب پاک وہند پلیٹ کی وسیع پیمانے پر شکست وریخت کا باعث بنے، چوں کہ یہ پلیٹ جنوب سے سفر کرتی ہوئی آئی اور اس کا پاکستان، بھارت اور نیپال وغیرہ کے شمال اور شمال مغرب میں یوریشیائی پلیٹ کے ساتھ ٹکرائو ہوا (شکل نمبر 12.1)، لہٰذا پاک وہند پلیٹ میں کم وبیش سارے چھوٹے بڑے تھرسٹ فالٹ، ٹکرائو کے علاقے، قراقرم میں بننے والے بڑے علاقائی تھرسٹ فالٹ (ایم کے ٹی) کے جنوب میں پیدا ہوئے۔ پانچ بڑے تھرسٹ فالٹس میں سے دو بڑے علاقائی فالٹ امتیازی حیثیت کے حامل ہیں اور ان پلیٹوں کے درمیان دھنسائو اور ٹکرائو کی لائن یا زون کو ظاہر کرتے ہیں۔ باقی تھرسٹ فالٹ پاک وہند پلیٹ کے اندر ٹوٹ پھوٹ کے ذریعے بنے (شکل نمبر 12.2

پہلا ایم کے ٹی ہے یعنی مین قراقرم تھرسٹ (Main Karakoram Thrust) ہنزہ، گلگت، چترال وغیرہ کے علاقے میں واقع ہے اور ٹکرائو کے ٹیکٹانی عمل کے نتیجے میں وجود میں آیا۔ واضح رہے کہ ایم کے ٹی پاک وہند پلیٹ اور یوریشیائی پلیٹ کی حد بندی کا تعیّن بھی کرتا ہے۔ دوسرا بڑا علاقائی تھرسٹ فالٹ، ایم کے ٹی کے جنوب میں ایم ایم ٹی ہے یعنی مین مانٹل تھرسٹ (Main Mantle Thrust) بشام، شانگلہ پار، مینگورہ وغیرہ (سوات) کے علاقے میں واقع ہے اور دھنسائو کے ٹیکٹانی عمل کے زون کی نشاندہی کرتا ہے۔ پاک وہند پلیٹ پر مزید تین بڑے تھرسٹ ان دونوں تھرسٹ فالٹس کے

جنوب میں واقع ہیں۔ یہ ایم سی ٹی یعنی مین سنٹرل تھرسٹ (Main Central Thrust) مالاکنڈ کے گرد و نواح کے علاقے میں، ایم بی ٹی یعنی مین بائونڈری تھرسٹ (Main Boundary Thrust) ناران، پارس، بالاکوٹ، مانسہرہ، مری، اسلام آباد، کوہاٹ وغیرہ کے علاقے میں اور ان سب کے جنوب میں صوبہ پنجاب اور خیبر۔پی کے، کے بیشتر علاقے میں واقع پانچواں علاقائی تھرسٹ، ایم ایف ٹی یعنی مین فرنٹل تھرسٹ (Main Frontal Thrust) ہے جو جہلم (جوگی ٹیلہ، کھیوڑہ)، خوشاب، میاں والی، ڈیرہ اسماعیل خاں، لکی مروت، ٹانک وغیرہ کے علاقوں سے گزرتا ہے۔ اس تھرسٹ فالٹ کا ایک اور نام ہمالیائی فرنٹل تھرسٹ (Himalayan Frontal Thrust) یا مختصراً ایچ ایف ٹی (HFT) بھی ہے (شکل نمبر 12.2

زلزلۂ کشمیر کے ٹیکٹانی اسباب

زلزلۂ کشمیر ایم بی ٹی اور اس کی ایک بڑی شاخ، کے بی ٹی یعنی کشمیر بائونڈری تھرسٹ (Kashmir Boundary Thrast) پر چٹانی طبقات (بلاکس) کے اچانک متحرک ہونے کے سبب آیا۔ اس طاقتور، ہولناک اور بڑے زلزلے کی وجہ سے آٹھ اکتوبر 2005ء کو صبح 8 بج کر 52 منٹ پر صوبہ خیبر۔پی کے اور آزاد کشمیر کے بہت سے اضلاع اور ارد گرد کے علاقے ایک تباہ کن زلزلے کی زد میں آ گئے۔ اربوں روپے کا مال و اسباب تباہ و برباد ہو گیا۔ لاکھوں انمول جانیں تلف ہوئیں۔ ہزاروں لوگ شدید زخمی ہوئے۔ راستوں سڑکوں اور شاہراہوں کے بری طرح کٹ جانے اور پھٹ جانے سے ہزاروں افراد پہاڑی چوٹیوں، وادیوں اور پہاڑی ڈھلوانوں میں اپنے اپنے مقامات پر پھنس گئے۔

زندگی ایک دم مفلوج ہو گئی اور آنِ واحد میں ان گنت معاشی، معاشرتی، اخلاقی، طبّی اور ماحولیاتی مسائل نے آمدہ زلزلے سے بھی بڑا اعفریّت بن کر پورے متاثّرہ علاقے کو لپیٹ میں لے لیا۔ تمام انسان ایک مقامی اور محدود زمینی جنبش کے آگے بے بس ہو گئے۔ چند ثانیوں میں سب کچھ لرزہ بر اندام ہو گیا۔

بے پناہ تباہی کے اہم اسباب

معمول سے ہٹ کر اس زلزلے سے ہونے والی بے پناہ تباہی اور ہزاروں ہلاکتوں کے اہم اسباب کیا تھے؟ جان و مال کا غیر معمولی اتلاف کیسے ہوا؟ آخر اس زلزلے کے واقع ہونے سے اتنی بڑی تباہی کیوں آئی؟ اس قیامتِ صغریٰ برپا کرنے والے زلزلے کے ان غیر معمولی پہلوئوں کو نیچے اجاگر کیا گیا ہے:

1) جنوب کی طرف پاک و ہند پلیٹ کے مسلسل آہستہ رو تحرّک کی وجہ سے توانائی کی ایک بے پناہ مقدار فالٹ لائن کے دونوں جانب جمع ہو گئی تھی۔ جب فالٹ لائن پر اس دبائو خیز توانائی کی مزید مقدار کو سہارنا ممکن نہ رہا تو اس کا ایک دم اخراج ہوا اور اس نے چہار طرف پھیل کر راستے میں آنے والا سب کچھ تہس نہس کر دیا۔

2) زلزلہ زدہ علاقہ چھوٹے بڑے تھرسٹ فالٹوں سے بھرا ہوا ہے۔ جن میں نمایاں تھرسٹ فالٹس: ایم بی ٹی، کے بی ٹی (کشمیر باؤنڈری تھرسٹ) اور پنجال (Punjal تھرسٹ ہیں۔ ان سے ہٹ کر ایک دوسری قسم کا فالٹ، جیسے اسٹرائیک سلپ فالٹ (Strike Slip Fault) کہتے ہیں (باب۔13: زلزلہ وادیٔ زیارت 2008ء)، بھی اسی علاقے سے گزرتا ہے اور دریائے جہلم کے نام پر ''جہلم فالٹ'' کہلاتا ہے۔ زلزلہ زدہ

علاقے میں دبائو خیز توانائی کی مقدار اس قدر زیادہ تھی کہ چٹانی طبقوں کی حرکت ایک کے بجائے دو فالٹوں یعنی ایم بی ٹی اور کے بی ٹی کے سنگم پر ہوئی۔ لہٰذا اس سنگم پر بے پناہ توانائی کے اخراج کی جہ سے یہ زلزلہ نہایت سنگین اور تباہ کن ثابت ہوا۔

3) بالا کوٹ سے آغاز کریں تو مظفر آباد، راولا کوٹ اور باغ وغیرہ، یہ سب علاقے براہِ راست کے بی ٹی کے زون کے اندر یا اس کے بالکل قریب واقع ہیں۔ لہٰذا طاقتور زلزلاتی لہروں کے اخراج کے مقام سے یعنی مرکزِ زلزلہ سے قربت ان علاقوں میں قُربِ قیامت کے مناظر پیدا کرنے کا باعث بن گئی۔

4) یہ پورا علاقہ دبائو اور ٹکرائو کے ٹیکٹانی عمل کا مرکزی علاقہ ہے۔ ان دبائو خیز ٹیکٹانی قوتوں کی وجہ سے سینکڑوں کلو میٹر طویل کئی علاقائی فالٹ وجود میں آگئے ہیں اور اس خطۂ زمین کا سینہ جگہ جگہ سے شق ہو کر پارہ پارہ ہو گیا ہے۔ بلکہ ان فالٹوں اور اس کے نتیجے میں بننے والے کوہستانی سلسلوں کو بھی ان ٹکٹانی قوتوں نے بری طرح توڑ (Faults) مروڑ (Folds) کر رکھ دیا ہے۔ اس علاقے میں واقع دو بڑے فالٹس، ایم بی ٹی اور پنجال فالٹ ایک دوسرے کے متوازی پھیلتے چلے گئے ہیں۔ پارس اور اس کے گرد و نواح کے علاقے میں ان کا یہ پھیلائو بالوں میں لگانے والی پن کی طرح مڑا ہوا ہے۔ بڑے علاقائی فالٹوں کے اس ٹیکٹانی موڑ کو جیوٹیکٹانکس کی اصلاح میں "سن ٹیکسیل بیلٹ" (Syntaxial belt) کہتے ہیں۔ کم و بیش سارے زلزلہ زدہ علاقے اس کے پھیلائو کے اندرون میں واقع ہیں۔ لہٰذا کیفیّت دو اطراف سے جھنجھوڑنے اور ہلا مارنے کی بن گئی۔ ایسے میں جان و مال کے محفوظ رہنے کی کیا توقّع کی جا سکتی تھی؟

(5 زلزلہ کا شکار ان علاقوں میں تین بڑے دریا: دریائے جہلم، دریائے نیلم اور دریائے

کنہار بہہ رہے ہیں۔ ٹکرائو اور چڑھائو (Thrusting) کے نتیجے میں گزشتہ لاکھوں برسوں کے دوران میں ان علاقوں میں سطحِ زمین آہستہ آہستہ بلند ہوتی رہی ہے اور یہ عمل آج بھی جاری ہے۔ یاد رہے کہ مائونٹ ایورسٹ اور کے ٹو کی بلند ترین چوٹیاں آج بھی آہستہ روی کے ساتھ بلندی پذیر ہیں۔ اس وجہ سے ان دریائوں اور ان کے معاون ندی نالوں کے کٹائو کا عمل مسلسل جاری رہتا ہے۔ نتیجتاً اس علاقے میں دریائوں اور ندی نالوں کے زمینی کٹائوں کی وجہ سے خوب صورت وادیاں وجود میں آگئیں اور آباد ہوتی گئیں۔ لہٰذا یہاں کئی گائوں، قصبے اور شہر بس گئے۔ ان وادیوں کے دونوں کناروں پر پرانی دریائی گزرگاہوں کے چبوترے (River Terraces) مزید کٹائو پر دریا کی سطحِ بہاؤ سے بلند ہوتے گئے۔ اور ہموار ہونے کی وجہ سے رہائش اور کھیتی باڑی کے لئے نہایت موزوں ثابت ہوئے۔ اس بنا پر بیشتر شہر، قصبے اور دیہات ان دریائی چبوتروں پر آباد ہوئے۔ یہی نعمت زلزلہ آنے پر خوف ناک زحمت کا روپ دھار گئی، چوں کہ ان چبوتروں کی پیوستگی و پختگی نہ ہونے کے برابر ہوتی ہے، لہٰذا ان پر بننے والی عمارات اور گھروں کی بنیاد کمزور ہوتی ہے۔ یہ کمزوری منہ زور زلزلاتی لہروں کے سامنے بودی ثابت ہوئی اور ہنستی بستی بستیاں آنِ واحد میں ویرانوں اور قبرستانوں میں تبدیل ہو گئیں۔

(6 ان تمام زلزلہ زدہ علاقوں کے بیشتر رقبے پر ایسی چٹانیں پائی جاتی ہیں، جو ارضیات کی زبان میں ریت پتھر (Sandstone) اور مٹی یا شیل (shale) سے بنے چٹانی مواد پر مشتمل ہیں۔ کمزور چٹانی مواد (شیل) اور مضبوط اور وزنی چٹانی مواد (ریت پتھر) کا آمیزہ بھی تباہی اور ہلاکت کی مزید خونی لکیریں کھینچنے کا باعث بن گیا۔ اس پر مستزاد، چٹانی تودہ باری (Land sliding) سے راستے مسدود ہو گئے اور زندہ اور مردہ سب ان "قدرتی

جیلوں" میں قید ہو کر مزید کسمپرسی کا شکار ہو گئے۔ جگہ جگہ چٹانی تودہ باری امدادی کارروائیوں میں بھی رکاوٹ ثابت ہوئی اور جانی اتلاف میں اضافہ کا موجب بن گئی۔

7) یہ تو تھے طبعی اور قدرتی اسباب جو تباہی کی داستانیں رقم کرنے کا باعث ہوئے، تاہم موت اور وحشت کے اس المیے کو جنم دینے میں انسان کی اپنی بد تدبیریوں کا عمل دخل بھی دیکھنے میں آیا۔ اس ضمن میں پہلی اور سب سے بڑی ذمّہ داری حکمرانوں اور حکومتی اہل کاروں پر عائد ہوتی ہے۔ حکومتی سطح پر مجرمانہ غفلت سے کام لیا گیا۔ زلزلہ واقع ہونے کی بابت آگاہی برس ہا برس سے سب کو تھی۔ ماہرینِ ارضیات کی پیشگی خبر داری بھی سب کے علم میں تھی کہ یہ سارا متاثّرہ علاقہ ایک نہیں کئی زلزلے پیدا کرنے والا علاقہ ہے۔ یہاں شہروں اور قصبوں (کم از کم مظفر آباد اور بالا کوٹ) میں تعمیرات کرتے وقت اس بات کو یقینی بنایا جانا چاہیے تھا کہ زلزلے کے سات سے زیادہ درجوں تک کے جھٹکے برداشت کرنے والی عمارات تعمیر ہوں۔ عام رہائشی عمارات کا تو مذکور کیا، اہم حکومتی عمارات تک کی تعمیر میں اس حوالے سے بے حسی کی حد تک غفلت برتی گئی۔ اس طرح ٹھیکے پر بننے والی اہم عمارات (مثلاً اسکول، کالج، یونیورسٹی) کی تعمیر میں تو کسی بھی درجے کی حسّاسیت کسی حکومتی سطح پر موجود نہ تھی۔ دریں حالات عوامی اور حکومتی سطح پر بننے والے گھر، ہوٹل اور عمارتیں پہلے ہی جھٹکے میں اپنے مکینوں کے لیے قبریں بن گئیں۔

باب13

زلزلہ وادیٔ زیارت 2008Á

اللہ تعالیٰ کی قدرتِ کاملہ کا عظیم طبعی مظہر ''زلزلہ'' صدیوں سے انسان کے مشاہدے اور تجربے میں آ رہا ہے۔ دنیا میں کسی بھی علاقے میں زلزلہ آئے تو وہاں ہر خاص و عام خوفزدہ ہو جاتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ ہر کوئی اپنی بساط کے مطابق اس کے واقع ہونے کے طبعی اسباب پر غور و فکر کرنے کی ضرورت محسوس کرتا ہے؟ مگر اس سے کہیں زیادہ اہم یہ جاننا ہے کہ کیا زمین کو جھنجھوڑ کر رکھ دینے والی اس قدرتی آفت کے کوئی روحانی اور اخلاقی اسباب بھی ہیں؟ اور کیا روحانی و اخلاقی اسباب زلزلہ واقع ہونے کے ضمن میں فیصلہ کن کردار ادا کرتے ہیں یا

کوشش کی۔ اس زلزلے میں نہ صرف قیمتی جانیں لقمۂ اجل بنیں بلکہ پوری وادی اور اس کے رد گرد کے علاقے میں واقع چھوٹے بڑے قصبے بھی ملبے کا ڈھیر بن کر رہ گئے۔ یوں اس طبعی آفت نے جانی ومالی دونوں طرح سے شدید نقصان پہنچایا۔

وادیٔ زیارت

شہر زیارت کوئٹہ کے شمال میں تقریباً ساٹھ کلو میٹر کے فاصلے پر واقع ہے اور برطانوی حکمرانوں کے زمانے سے علاقے میں ایک خوبصورت صحت افزاء مقام کی حیثیت سے پہچانا جاتا ہے۔ موسم گرما اور سرما، دونوں موسموں میں بیرونی سیّاحوں اور قرب وجوار میں رہنے والے مقامی لوگوں کے لئے ایک پسندیدہ تفریحی مرکز ہے۔ بابائے قوم قائداعظم محمد علی جناح نے اپنی زندگی کے آخری ایّام (اگست ۔ ستمبر 1948ء) اسی صحت افزاء مقام پر گزارے تھے۔ وادیٔ زیارت کے علاقے میں صنوبر کے قدیم درخت دنیا بھر کے سیّاحوں کے لئے کشش کا باعث ہیں۔ صنوبر کے یہ جنگلات پوری دنیا میں ان درختوں کا دوسرا بڑا ذخیرہ ہیں۔ دراصل اس ذخیرے کو وادیٔ زیارت کا حقیقی خزانہ اور حسن سمجھا جاتا ہے۔ اس صحت افزاء وادی کی سطح سمندر سے عمومی بلندی دو ہزار میٹر (6561فٹ) ہے۔ جبکہ زیارت کی چوٹی 2545 میٹر (8850 فٹ) بلند ہے۔ زیارت شہر اسی چوٹی پر آباد ہے اور کوئٹہ۔زیارت ریلوے لائن سے صرف 33 میٹر دور واقع ہے۔ موسم سرما میں پوری وادی میں برف باری کے سبب پہاڑی ڈھلانیں اور ان پر موجود صنوبر کے بلند و بالا درخت برف سے ڈھک جاتے ہیں اور نہایت دلکش مناظر دیکھنے کو ملتے ہیں۔ اس علاقے میں بلوچی اور پشتو دونوں زبانیں بولی جاتی ہیں۔

29 اکتوبر 2008ء کو آنے والے مرکزی زلزلے اور اس کے بعد اسی دن مزید دو تین چھوٹے زلزلوں کی وجہ سے وادی اور ارد گرد کے علاقے اور چھوٹے بڑے قصبات اور دیہات تباہ و برباد ہو گئے اور سینکڑوں قیمتی جانیں لقمہ اجل بن گئیں۔ بے مثل خوبصورتی کی حامل وادیٔ زیارت زلزلے کے نتیجے میں ملبے کا ڈھیر اور اہلِ بصیرت کے لئے قدرتی آفات سے سبق سیکھنے کا پیغام بن گئی۔

زلزلہ وادیٔ زیارت کے طبعی اسباب

وادیٔ زیارت میں آنے والا زلزلہ اور اس سے قبل پاک و ہند پلیٹ پر آنے والے چھوٹے بڑے تمام زلزلے مثلاً زلزلۂ کشمیر 2005ء دراصل پاک و ہند پلیٹ کی کئی لاکھوں سالوں سے جنوب سے شمال کی طرف مسلسل مگر آہستہ رو حرکت کی وجہ سے برپا ہوئے۔ پاک و ہند پلیٹ کی شمال کی طرف اس مستقل حرکت کی وجہ سے جنوب کی طرف سے پڑنے والا دباؤ (Stresses) مسلسل شمال کی طرف منتقل ہو رہا ہے۔ زمینی دباؤ کی یہ منتقلی چمن فالٹ کے ذریعے انجام پا رہی ہے۔ یہ فالٹ ایک "سٹرائیک سلپ فالٹ" (Strike-slip fualt) ہے اور جنوب میں بلوچستان کے مغربی حصّے، قلات کے علاقے سے لے کر چمن اور اس سے آگے مزید شمال میں افغانستان میں قندھار کے علاقے تک بڑھتا چلا گیا ہے (شکل نمبر 13.1)۔ گویا اس فالٹ کا پھیلاؤ جنوباً شمالاً ہے۔ اس کی لمبائی کم و بیش 900 کلو میٹر ہے۔ جنوب کی طرف سے پڑنے والا یہ زمینی وٹیکٹانی دباؤ چمن فالٹ کی لائن کے ساتھ آگے منتقل ہوتا ہوا شمال مغربی پاکستان کے علاقے میں واقع پاک و ہند پلیٹ اور یوریشیائی پلیٹ کی حد بندی یعنی مین قراقرم تھرسٹ (MKT) تک پہنچتا رہتا ہے۔

سٹرائیک سلپ فالٹ کیا ہے؟ اسے سمجھنے کے لئے تصوّر کریں کہ ریلوے لائن پر جب دو ٹرینیں مخالف سمت میں ایک دوسرے کے قریب سے گزر رہی ہوں تو یوں ان کے درمیانی خالی جگہ سٹرائیک سلپ فالٹ کی نمائندگی کرتی ہے۔ دو ٹیکٹانی پلیٹوں کے درمیان یہ فالٹ موجود ہو تو ٹیکٹانی پلیٹوں پر واقع زمینی خطّے ایک دوسرے کی مخالف سمت میں باہم گھسٹتے ہوئے نہایت آہستہ رو حرکت کرتے رہتے ہیں۔ چمن فالٹ بھی اسی قسم کی ٹیکٹانی پلیٹوں کی باہمی آہستہ رو حرکت کی نمائندگی کرتا ہے۔ اس فالٹ لائن کے مشرق میں واقع پاک و ہند پلیٹ شمال کی طرف آہستہ رو حرکت کر رہی ہے جبکہ اس کے مغرب میں واقع یوریشیائی پلیٹ جنوب کی طرف آہستہ روی کے ساتھ متّحرک ہے۔

اِس طول و طویل حرکت پذیر (Active) فالٹ کے علاوہ بلوچستان کے کوہستانی سلسلوں، کوہستانِ کِرتھار اور کوہستانِ سلیمان میں بھی متعدّد حرکت پذیر فالٹ موجود ہیں۔ لہٰذا کوئٹہ اور اس کے گرد و نواح کے علاقے آئندہ برسوں میں کسی بھی وقت ان فالٹ لائنوں پر آنے والے زلزلوں کی زد میں آسکتے ہیں۔ اسی طرح کسی ایک فالٹ یا دراڑ پر زلزلہ واقع ہو تو اس بات کا قوی امکان ہوتا ہے کہ اسی فالٹ کے کسی دوسرے حصّے کو حرکت پذیر کر دے یا قرب و جوار کے فالٹس میں حرکت پذیری پیدا ہو جائے اور یہ حرکت پذیری کسی نئے زلزلے کا باعث بن جائے۔ زلزلوں کا مطالعہ کرنے والے عالمی ادارے کی تحقیق کے مطابق پاکستان کے جن چند علاقوں میں شدید زلزلہ آنے کا قوی خدشہ ہے، اس میں کوئٹہ اور اس کے گرد و نواح کے علاقے بھی شامل ہیں۔ علومِ زلزلہ کے پاکستانی ماہرین اور غیر ملکی ماہرینِ ارضیات سبھی آئندہ برسوں میں واقع ہونے والے امکانی زلزلوں کی بابت ”واضح خبرداری“ کا اہتمام بروقت کرتے رہتے ہیں۔ لہٰذا اس

حوالے سے زلزلہ سے بچاؤ کی ماقبل زلزلہ اور بعد از زلزلہ تدابیر اختیار کرنے اور اس کے لئے ضروری تیّاری کرنے کے لئے ان علاقوں کے باشندوں اور حکومتی اداروں کو ہر وقت چوکس اور تیّار رہنا چاہیئے۔

وادیٔ زیارت کے زلزلے کے حوالے سے ماہرین ارضیات کی رائے ہے کہ 26 دسمبر 2004ء میں انڈونیشیاء کے صوبے سماٹرا کے شمال میں واقع ایک شہر آچے بانڈا میں آنے والا نہایت طاقتور (9.1 درجہ) اور انتہائی خوفناک (283000 اموات) سمندری زلزلہ اور اس کے نتیجے میں آنے والا خونخوار سونامی سمندری طوفان (انڈونیشیاء، تھائی لینڈ، برما، بھارت اور سری لنکا کے ساحلوں کی مکمّل تباہی) بالواسطہ اور بلاواسطہ دونوں طرح سے وادیٔ زیارت کے زلزلے سے منسلک ہے۔ آچے بانڈا کے اس زلزلے سے بحر ہند کے سمندری فرش پر 1300 کلو میٹر طویل دراڑ پڑ گئی جو کہ اب تک پڑنے والی تمام معلوم زلزلاتی دراڑوں میں طویل ترین دراڑ ہے۔ جبکہ اس دراڑ کی ٹوٹ پھوٹ کا علاقہ (Rupture zone) 240 کلو میٹر چوڑا ہے۔ بحری فرش کی اتنے بڑے پیمانے پر اس عظیم شکست و ریخت سے اندازہ لگایا جاسکتا ہے کہ اس زلزلے کے نتیجے میں کتنی بڑی توانائی خارج ہوئی ہو گی۔ ماہرین کے اندازے کے مطابق اس زلزلے کی طاقت 100 گیگا ٹن نیوکلیائی دھماکے کے برابر تھی۔ برصغیر پاک و ہند کے جنوب میں پڑنے والا یہ عظیم ٹیکٹانی "دھکّا" (Push) تب سے پلیٹوں کی آہستہ رو حرکت پذیری کے ذریعے شمال کی طرف مسلسل منتقل ہو رہا ہے۔ لہٰذا بحر ہند کے فرش پر پڑنے والی اس دراڑ کے شمالی علاقوں میں جن میں پاکستان سمیت پورا برِّ صغیر پاک و ہند شامل ہے، جہاں کہیں کسی فالٹ پر جنوب سے آنے والا یہ دباؤ اس قدر جمع ہو جاتا ہے کہ چٹانی پیوستگی اسے سہار

نہیں سکتی تو ایک دم سے فالٹ پر حرکت ہوتی ہے اور جمع شدہ دباؤ اور دوسرے موجود زمینی عوامل کے باعث زلزلہ برپا ہو جاتا ہے۔ زلزلۂ کشمیر 2005ء کی طرح وادی زیارت کا زلزلہ بھی اسی دباؤ کی جنوب سے شمال کی طرف پاک و ہند پلیٹ کے مختلف حصّوں میں منتقلی کا نتیجہ ہے۔ واضح رہے کہ زمینی دباؤ کی یہ منتقلی بڑے بڑے علاقائی (Regional) اور قدرے چھوٹے بڑے مقامی (Local) فالٹس کے ذریعے انجام پاتی ہے۔ لہٰذا ماہرین کا خیال ہے کہ چمن فالٹ کی مشرقی شاخوں (Splays) غزابند فالٹ (Ghazaband Fault) اور چلتن تکاتو فالٹ (Chiltan Takatu Fault) پر جمع ہونے والے دباؤ کے اخراج سے اچانک چٹانی حرکت کی وجہ سے یہ زلزلہ اور اس کے پیش رو چھوٹے بڑے زلزلے واقع ہوئے ہیں۔ تاہم انہی علاقوں میں ایک اور فالٹ جسے گوال باغ کا نام دیا گیا ہے، بھی گزرتا ہے، چوں کہ زلزلہ وادیٔ زیارت کی وجہ سے اس پورے زلزلہ زدہ علاقے میں ٹیکٹانی ساختوں کی شکست و ریخت عمل میں آگئی ہے۔ اس لئے ماہرینِ علومِ زلزلہ کا خیال ہے کہ مستقبل میں اس فالٹ کے آسانی کے ساتھ حرکت پذیر ہونے کا امکان بھی پیدا ہو گیا ہے۔

مقامِ زلزلہ (Epicentre)

اس زلزلے کا مقام ضلع زیارت میں کواس (Kawas) نامی ایک چھوٹے سے قصبے کے قریب ریکارڈ کیا گیا (شکل نمبر 13.2)۔ یہ قصبہ کوئٹہ سے شمال مشرق میں 80 کلو میٹر کے فاصلے پر زیارت سے تقریباً 15 کلو میٹر شمال مغرب میں واقع ہے۔ افغانستان کے شہر قندھار سے اس مقام کا فاصلہ جنوب مشرق کی طرف 185 کلو میٹر ہے۔ قلات سے یہ

مقام شمال مشرق میں 195 کلو میٹر کی دوری پر واقع ہے، جبکہ اسلام آباد سے اس کی دوری جنوب مغرب میں 640 کلو میٹر ہے۔ 6.4 درجے پر آنے والے سب سے بڑے زلزلے کے مقام کا تعیّن عرض بلد 30.653° (Latitude) شمال اور طول بلد 67.323° (Longitude) مشرق کے ساتھ ریکارڈ کیا گیا۔

اس زلزلے کا زمین دوز مرکز غزہ بند فالٹ اور چلتن تکاتو فالٹ پر واقع تھا۔ جبکہ جیالوجیکل سروے آف پاکستان (GSP) کے مطابق 6.4 درجے کا زلزلہ کوئٹہ کے شمال مشرق میں پشین، گوال، خانوزئی کے علاقے سے گزرنے والے ژوب ویلی تھرسٹ (Zhob Valley Thrust) پر پیدا ہوا۔ یہ مقام کوئٹہ سے 60 کلو میٹر کے فاصلے پر واقع ہے۔ زلزلہ وادیٔ زیارت ایک کم گہرائی والا زلزلہ تھا، جس کی گہرائی 15 کلو میٹر تھی۔

ماقبل زلزلہ جھٹکے (Foreshocks)

بڑے زلزلے سے قبل علی الصّبح چار بج کر 33 منٹ پر آنے والے 5 درجے کے زلزلے کا مقامِ زلزلہ عرض بلد 30.29° شمال اور طول بلد 67.54° مشرق ریکارڈ کیا گیا۔ کوئٹہ سے اس کا فاصلہ شمال مشرق میں 65 کلو میٹر، قلات سے شمال مشرق میں 95 کلو میٹر، قندھار سے جنوب مشرق میں 210 کلو میٹر اور اسلام آباد سے جنوب مغرب میں اس کا فاصلہ 630 کلو میٹر تھا۔

محکمہ موسمیات، پاکستان (پاکستان میٹریولوجیکل ڈیپارٹمنٹ) کے مطابق اس زلزلے کا پہلا جھٹکا بدھ (29-11-2008) کو صبح چار بج کر 33 منٹ پر اس وقت محسوس کیا گیا

جب لوگ ابھی نماز فجر کی تیّاریوں میں مصروف تھے۔ اس زلزلے کی طاقت ریکٹر سکیل پر 5.0 درجے ریکارڈ کی گئی۔ لیکن ابھی بہت کچھ ہونا باقی تھا۔ امریکی ادارہ مساحتِ ارضی (USGS) اور جیالوجیکل سروے آف پاکستان (جی ایس پی) کے مطابق ٹھیک 37 منٹ بعد یعنی صبح پانچ بج کر دس منٹ پر دوسرا اور سب سے بڑا جھٹکا محسوس کیا گیا۔ یہی بڑا زلزلہ تباہی کا باعث بنا، جیسا کہ اوپر ذکر کیا گیا، اس کی طاقت ریکٹر سکیل پر 6.4 درجے ریکارڈ کی گئی اور اس کے مرکز کی گہرائی 15 کلو میٹر تھی۔ تاہم پاکستان میٹرولوجیکل ڈیپارٹمنٹ کے مطابق اس بڑے زلزلے کی طاقت 6.5 درجے اور اس کے مرکز کی گہرائی 10 کلو میٹر ریکارڈ کی گئی۔

بعد از زلزلہ جھٹکے (Aftershocks)

ان دو بڑے جھٹکوں کے بعد قدرے کم طاقت کے آفٹر شاکس وقفے وقفے سے محسوس کئے جاتے رہے۔ محکمہ موسمیات، پاکستان کے مطابق اسی روز بڑے زلزلے کے بعد صبح آٹھ بج کر 4 منٹ تک کے دورانیہ میں سات آفٹر شاکس ریکارڈ کئے گئے۔ امریکی ادارہ مساحتِ ارضی کے مطابق زلزلے کے پہلے روز یعنی بروز بدھ محسوس کئے جانے والے آفٹر شاکس میں سے سب سے زیادہ طاقت والا آفٹر شاک (بلکہ اسے بجائے خود ایک بڑا زلزلہ ہی کہیں) سہ پہر پانچ بج کر 32 منٹ پر محسوس کیا گیا۔ اس کے مرکز کی گہرائی 10 کلو میٹر تھی۔ 6.4 شدّت کے اس آفٹر شاک نے لٹے پٹے زلزلہ زدگان کے دلوں کو ایک بار پھر دہلا کر رکھ دیا۔ آفٹر شاکس کا یہ سلسلہ 30 اکتوبر 2008ء کے روز بھی جاری تھا۔ 6.4 طاقت کے آفٹر شاک کے بعد دوسرا بڑا طاقتور آفٹر شاک، 4.5 درجہ کا تھا جو کہ بروز

جمعرات 30 اکتوبر 2008ء کو سہ پہر کے وقت ریکارڈ کیا گیا۔ جی ایس پی نے 29 اکتوبر 2008ء کو اس امر کی پیشگی اطلاع دی تھی کہ آفٹر شاکس کا یہ سلسلہ آئندہ 48 گھنٹوں تک جاری رہے گا، تاہم ان آفٹر شاکس کی شدّت اصل زلزلے سے کم ہو گی۔

محکمہ موسمیات پاکستان کے مطابق 30 اکتوبر 2008ء کی شام تک ریکارڈ کئے جانے والے آفٹر شاکس کی تعداد 253 تک پہنچ گئی تھی۔ ان میں سے دو آفٹر شاکس زلزلہ نما تھے۔ چار آفٹر شاکس طاقتور اور دو آفٹر شاکس درمیانے درجے کے تھے۔

ایک خوفناک زلزلہ ٹل گیا

آفٹر شاکس کا مختصر حال پڑھ کر اندازہ کیا جاسکتا ہے کہ یہ علاقہ کس قدر زلزلوں کی زد میں رہے گا۔ ماضی میں اس علاقے میں واقع ہونے والے زلزلوں کے تاریخی ریکارڈ، موجودہ زلزلے کے واقع ہونے کے انداز اور دوسرے ٹیکٹانی عناصر (Tectonic elements) کی بنا پر اس سارے علاقے کو زلزلوں کے زون نمبر 4 میں شامل کیا گیا ہے۔ جس کے مطابق ایسے علاقوں میں 6 درجے سے اوپر کے زلزلے متوقّع ہوتے ہیں۔

گزشتہ سطور میں آپ نے نوٹ کیا ہو گا کہ 29 30 اکتوبر کو 5.4 6 درجے کے زلزلوں کے ساتھ سینکڑوں آفٹر شاکس نے علاقے کو بار بار جھنجھوڑ کر رکھ دیا۔ علاقے میں پھیلی مختلف فالٹ لائنوں پر جمع ہونے والے بے پناہ دبائو کا اخراج اس طرح چھوٹے زلزلوں اور جھٹکوں کے ذریعے ہونے کی وجہ سے وادیٔ زیارت کا پورا علاقہ، بلکہ پورا بلوچستان اور اس کے گردونواح میں واقع علاقے ایک بہت بڑے اور خوفناک زلزلے کی Òد میں آنے سے بچ گئے۔ یہ امر بآسانی باور کیا جاسکتا ہے کہ اس انداز میں خارج ہونے

والی ٹیکٹانی توانائی اگر یک بارگی خارج (Release) ہوتی تو تباہی و بربادی کی ایک نہایت خوفناک صورتحال پیدا ہو جاتی۔ مشیّتِ الٰہی اپنے فیصلوں کو نافذ کرنے کے لئے کس طرح طبعی اسباب کو کمال بے نیازی کیساتھ اپنی مرضی سے بروئے کار لاتی ہے۔

جانی و مالی نقصان کی جائزہ کاری

زلزلہ زدہ علاقے میں جانی و مالی نقصان کا جائزہ لیا جائے تو یہاں برپا ہونے والے پے در پے زلزلوں اور مسلسل جھٹکوں کو دیکھتے ہوئے محسوس کیا جاسکتا ہے کہ تباہی و بربادی کی شرح قدرے کم رہی۔ دراصل مال و اسباب اور قیمتی جانوں کے اتلاف کا انحصار اس بات پر ہوتا ہے کہ اس علاقے میں آبادی کی شرح کیا ہے؟ اگر کسی ویران علاقے میں آٹھ اور نو درجے کا زلزلہ بھی واقع ہو جائے تو ظاہر ہے جانی و مالی نقصانات نہایت کم رہیں گے۔ دوسری صورت میں کسی گنجان آباد علاقے میں آنے والا 5 6 درجے کا زلزلہ بھی کافی زیادہ جانی و مالی تباہی کا موجب بن سکتا ہے۔ چونکہ صوبہ بلوچستان کے اس علاقے میں شہری اور دیہی آبادی نہایت کم تھی، لہٰذا کئی روز زلزلوں کی زد میں رہنے کے باوجود جانی و مالی نقصان بہت کم ہوا۔

ایک اور پہلو سے ان زلزلوں کا جائزہ لیا جائے تو علاقے میں آبادی کم ہونے کے باوجود سینکڑوں جانوں کا اتلاف اور بیسیوں شہری اور دیہی آبادیوں کی تباہی معمول سے زیادہ دکھائی دیتی ہے۔ اس حوالے سے قابلِ غور بات یہ ہے کہ علاقے میں متوقّع زلزلوں کی طاقت کو پیش نظر رکھّے بغیر شہروں اور قصبات کی آبادکاری کے مقامات کے انتخاب میں منصوبہ بندی کا فقدان نظر آتا ہے۔ اسی طرح مختلف عمارات و مکانات تعمیر کرتے وقت

زلزلوں کے وقوع کے پہلو کو نظر انداز کیا گیا۔ علاوہ ازیں کسی علاقے میں پائی جانے والی چٹانوں کی مضبوطی یا کمزوری بھی نقصانات کے کم یا زیادہ ہونے میں اپنا کردار ادا کرتی ہے۔ موجودہ زلزلہ زدہ علاقوں میں چھوٹی بڑی پہاڑیوں، چوٹیوں، اور پہاڑی ڈھلوانوں کی چٹانی ترکیب میں شیل (Shale) جو کہ مٹی کی طرح کا ایک چٹانی میٹریل ہے، کے ساتھ ریت کا پتّھر (Sandstone) اور چونے کا پتّھر (Limestone) شامل ہیں۔ اس چٹانی ترکیب کو بطور خاص جو چیز زیادہ کمزور بنانے والی ہے، وہ ان میں گول مٹول چھوٹے بڑے سنگریزوں (Conglomerates) سے لے کر پتھروں کے بڑے بڑے ٹکڑوں (Boulders) کا بے ڈھب اور بے ترتیب انداز میں شامل ہونا ہے۔ جس کی بناء پر عموماً متوقّع چٹانی پیوستگی نہایت کمزور حالت میں پائی جاتی ہے۔ لہٰذا ایسے چٹانی میٹریل پر شہروں، قصبوں اور گھروں کی تعمیر درمیانی درجہ کے زلزلوں کے جھٹکوں کو بھی سہارنے اور برداشت کرنے کے قابل نہیں ہوتی اور تباہی و بربادی کے امکانات بڑھ جاتے ہیں۔

زلزلہ زدہ علاقے میں تباہی

تسلسل کے ساتھ آنے والے ان زلزلوں میں ایک ابتدائی اندازے کے مطابق 2000 سے زیادہ گھر مسمار ہوئے۔ اس طرح ہزاروں لوگ آن واحد میں بے گھر ہوگئے۔ اندازہ لگایا گیا کہ 15 ہزار نفوس بری طرح متاثّر ہوئے۔ کمزور چٹانی ڈھلوانوں پر موجود آبادیاں چٹانی تودہ باری کی وجہ سے بھی تباہی کا بآسانی شکار ہوئیں اور سینکڑوں افراد گر کر یا دب کر زخمی ہوئے۔

مقولہ مشہور ہے کہ مصیبت اکیلے نہیں آتی۔ یہ زلزلہ ان دنوں میں آیا کہ جب

موسمِ سرما کی سردی کی شدّت اس علاقے میں اپنے عروج پر ہوتی ہے۔ لہٰذا بے گھر ہونے والے لوگ رات کے وقت بے سروسامانی کے عالم میں کھلے آسمان کے نیچے صفر درجے سے بھی کم درجہ حرارت والی یخ بستہ سردی میں رات گزارنے پر مجبور تھے۔

وادیٔ زیارت کے علاوہ دوسرے شہر اور قصبے جو اس زلزلے سے متاثّر ہوئے، ان میں قلعہ عبداللہ، چمن، پشین، کچلاک، لورالائی، بوستان، سبی اور مستونگ شامل ہیں۔ چھوٹے چھوٹے زلزلوں کے بار بار آنے کی وجہ سے پورے علاقے میں یہ مصیبت زدہ لوگ مسلسل خوف وہراس میں مبتلا رہے۔ ان زلزلوں میں قدرت کو شاید اس بار کوئٹہ شہر پر رحم آگیا۔ لہٰذا اس زلزلے کی وجہ سے یہاں کچھ زیادہ نقصان دیکھنے میں نہیں آیا۔ تاہم شہر میں اکّا دکّا گھر اور عمارتیں دراڑیں پڑنے سے متاثّر ہوئیں۔ یاد رہے کہ 1935ء میں کوئٹہ میں ایک شدید زلزلہ آیا تھا، جس کا درجہ ریکٹر سکیل پر 7.6 تھا۔ اس زلزلے کے نتیجے میں 30 ہزار سے زیادہ لوگ اپنی جانوں سے ہاتھ دھو بیٹھے تھے اور پورا شہر تباہ ہو کر رہ گیا تھا۔ اسی طرح 1955ء میں بھی ایک بڑا زلزلہ آیا جو شہر میں ایک بار پھر کافی جانی و مالی نقصان کا باعث بنا تھا۔

باب14

زلزلہ، پاکستان کے بڑے شہر اور میگا پراجیکٹس

اللہ تعالیٰ نے پاکستان کے خطۂ زمین کو بے مثال ارضیاتی سیٹ اپ اور ٹیکٹانی ماحول کے ساتھ ایک منفرد جغرافیائی محلِّ وقوع عطا کیا۔ شمال میں منگورہ (سوات) کے گرد و نواح کے علاقے میں سبڈکشن اور غرق گیری کا ٹیکٹانی عمل ایم ایم ٹی (مین باؤنڈری تھرسٹ) پر کم و بیش دو کروڑ برس پہلے مکمّل ہوا۔ جبکہ ہنزہ کے آس پاس کے علاقے میں پاک و ہند اور یوریشائی پلیٹوں کا ٹیکٹانی ٹکرائو ایم کے ٹی (مین قراقرم تھرسٹ) پر آج بھی جاری ہے۔ اسی طرح جنوب میں بلوچستان کے ساحلِ سمندر اور بحیرۂ عرب میں سبڈکشن اور غرق گیری کا عمل مکران سبڈکشن زون پر جاری ہے۔ اس منفرد ٹیکٹانی ماحول کے سبب پاکستان دنیا بھر میں واحد ملک ہے جہاں دو سبڈکشن زون اور دو آئی لینڈ آرکس (باب۔ 11

دباؤ کی وجہ سے اوران فالٹس کے پھیلاؤ کی مناسبت سے چھوٹے بڑے زلزلے آنے کا ہروقت امکان موجود رہتا ہے۔اس حوالے سے اس باب میں بڑے شہروں اور میگا پروجیکٹس کی صورتِ حال کا جائزہ پیش کیا جائے گا۔

اسلام آباد

پاکستان کے شمال مغربی علاقے میں پاک وہند پلیٹ اور یوریشیائی پلیٹ کے ٹکرائو کے نتیجے میں کوہِ ہمالیہ اور اس کے پہاڑی سلسلوں میں جو پانچ علاقائی تھرسٹ فالٹس معرضِ وجود میں آئے،ان میں سے جنوب میں واقع ایک اہم تھرسٹ فالٹ،مین بائونڈری تھرسٹ (ایم بی ٹی) کہلاتا ہے۔ اسلام آباد اس تھرسٹ فالٹ کے زون میں واقع ہے۔ اس طرح کہ یہ زون فیصل مسجد کو چھوتا ہوا گزر رہا ہے۔ یہ چوں کہ علاقائی سطح کا ایک بڑا فالٹ ہے، لہٰذا کئی شاخ در شاخ چھوٹے فالٹ بھی اس کے ساتھ وابستہ ہیں۔ دوسرے لفظوں میں پاکستان کا وفاقی دارالحکومت کسی بھی وقت کسی بھی درجے کا زلزلہ برپا کرنے کی مخفی صلاحیّت رکھنے والے فالٹس کے بالکل قریب یا ان کے اوپر واقع ہے۔ یاد رہے کہ زلزلۂ کشمیر 2005ء ایم بی ٹی اور اس کی ایک شاخ کشمیر بائونڈری تھرسٹ (کے بی ٹی) کے متّحرک یا حرکت پذیر (ایکٹو) ہونے پر واقع ہوا تھا۔ زیرِ زمین گہرائیوں میں چٹانی طبقات کسی سال یا وقت کے تعیّن کے بغیر کسی بھی مرحلے پر کسی بھی زیرِ زمین مقام پر تحرّک پذیر ہو کر اندرونِ زمین دبائو اور توانائی کی مقدار کے مطابق کسی بھی درجے کا (درمیانہ یا بڑا) زلزلہ برپا کر سکتے ہیں۔ ایم بی ٹی کی طوالت، پھیلائو اور وسعت کا اندازہ اس بات سے لگایا جاسکتا ہے کہ اگر مظفر آباد کے گردونواح کے علاقے سے آغاز کریں تو یہاں سے یہ

شمال کی طرف ناران اور پارس کے علاقوں سے ہوتا ہوا اور بالا کوٹ کے آس پاس پہاڑی علاقوں میں موڑ کاٹتا ہوا جنوب کی طرف چلا گیا ہے اور بالا کوٹ سے گزرتا ہوا مانسہرہ، مری، اسلام آباد، اٹک، کوہاٹ اور پاڑاچنار کے پہاڑوں کی طرف نکل گیا ہے۔ لہٰذا اسلام آباد سمیت ان سارے علاقوں میں زیر زمین دباؤ اور توانائی کی بڑی مقدار کے کسی بھی جگہ جمع ہو کر زمینی طبقات کے اچانک کھسکنے کی وجہ سے زلزلہ آسکتا ہے۔

1953ء میں آنے والا زلزلہ اسلام آباد کے قریبی مغربی علاقوں میں آیا تھا، جس کا درجہ 5.3 تھا۔ اس زلزلے سے اس علاقے کو کافی نقصان پہنچا تھا۔ اگرچہ تب اسلام آباد نام کا کوئی شہر یہاں آباد نہ تھا۔ اسلام آباد کے شمال مغربی علاقے میں 1972ء میں 5.0 درجے کا ایک اور زلزلہ آیا تھا۔ جس کے جھٹکے شہر میں بھی محسوس کئے گئے تھے۔ راولپنڈی اور اسلام آباد (نیلور اور نیشنل پاک) کے علاقے میں 1977ء میں آنے والے زلزلے کی شدّت 5.0 درجے ریکارڈ کی گئی تھی۔ اس زلزلہ نے بھی براہ راست اسلام آباد کو متاثّر کیا تھا۔ علاوہ ازیں وفاقی دارالحکومت کے مغربی علاقے میں 1993ء کے دوران فروری اور جون میں پے درپے دو زلزلے آئے تھے۔ اسلام آباد سے ان زلزلوں کے مرکز کا فاصلہ اڑھائی (2.5) کلومیٹر سے بھی کم تھا اور ان کا درجہ 4.5 ریکارڈ کیا گیا تھا۔ قدیم تاریخ کے مطالعے سے پتا چلتا ہے کہ 25 (قبل مسیح) میں ٹیکسلا کے علاقے میں شاید تاریخ کا بدترین زلزلہ آیا تھا۔ جس نے اس تہذیب کو ملیامیٹ کر کے رکھ دیا۔ اس کے اثرات اور کھنڈرات آج بھی ماہرینِ ارضیات اور ماہرین آثارِ قدیمہ کی توجّہ کا مرکز ہیں۔

اس ضمن میں یہ بات بطور خاص نوٹ کرنے کے قابل ہے کہ تقریباً ایک سو سال پہلے 1905ء میں کانگڑہ (اور دھرم شالہ) کے نام سے مشہور اور سب سے تباہ کن زلزلہ بھی

مذکور بالا ایم بی ٹی پر آیا تھا۔ زلزلۂ کشمیر 2005ء بھی اسی فالٹ پر اور اس کی شاخوں پر زمینی طبقات کی حرکت پذیری کی وجہ سے آیا۔ کمزور تعمیری بنیاد پر استوار مرگلہ ٹاور (اسلام آباد) اس کا نشانہ بنا اور جانی و مالی نقصان کا سامنا کرنا پڑا۔ لہٰذا اس علاقے میں زلزلوں کی تاریخ کی روشنی میں آئندہ برسوں میں یہ امکانی پیش گوئی کی جاسکتی ہے (اور یہاں کی جارہی ہے) کہ اسلام آباد کے علاقے کے بالکل نیچے سے گزرنے والا یہ فالٹ (ایم بی ٹی) وفاقی دارالحکومت کے قریب وجوار میں زیرِ زمین طبقوں کے متحرّک ہونے پر کسی بھی وقت بڑے زلزلے کا باعث بن سکتا ہے۔ اس لئے ماقبل زلزلہ پیش بندی اور بچاؤ کی تدابیر کرنا از حد ضروری ہے۔

کراچی

رن کچھ کے علاقے میں زیرِ زمین موجود ایک بڑے علاقائی فالٹ کی طوالت مغربی بھارت (احمد آباد) سے کراچی تک کئی سو کلومیٹر ہے۔ ماہرینِ علوم زلزلہ کے نزدیک اس فالٹ کے کسی بھی وقت متحرّک ہونے کا امکان ہے۔ لہٰذا اس پورے علاقے میں کسی بھی وقت زلزلہ آسکتا ہے۔ آمدہ زلزلوں کے حوالے سے اس علاقے میں زلزلوں کی تاریخ کا مطالعہ کیا جائے تو ریکارڈ پر موجود قدیم ترین زلزلہ اس علاقے میں 893ء میں آیا تھا۔ جیالوجیکل سروے آف انڈیا کا سابق ڈائریکٹر جنرل تھامس اولڈ ہیم (1878 1961ء) کے مطابق یہ زلزلہ اس زمانے کے ایک آرمینیائی شہر دیبل (کراچی کا پرانا نام) میں آیا تھا۔ اس کے بعد 2 مئی 1668ء کو شاہ بندر کے علاقے میں آنے والے ایک زلزلے کا ذکر بھی ملتا ہے۔ اس کا درجہ 7.6 تھا۔ تھامس اولڈ ہیم نے رن آف کچھ کے

علاقے میں 16 جنوری 1819ء کو آنے والے ایک زلزلے کا احوال بھی بیان کیا ہے۔ یہ زلزلہ اللہ بند فالٹ پر چٹائی طبقوں کی ایک دم حرکت پذیری سے آیا تھا۔ یہ زلزلہ اس قدر شدید تھا کہ اس نے اپنے مرکز سے دو ہزار کلو میٹر دور کولکتہ شہر تک مار کیا۔ اس زلزلے کا درجہ 7.5 تھا۔ اس کے تقریباً دو سو سال بعد 2001ء میں بھارت کے علاقے، بھوج کا زلزلہ آیا۔ یہ دونوں زلزلے رن آف کچھ کے ٹیکٹانی ٹکرائو کے زون (علاقے) میں آئے تھے۔ اللہ بند فالٹ کی ماضی میں حرکت پذیری کو پیش نظر رکھتے ہوئے ماہرینِ ارضیات کو خدشہ ہے کہ اس فالٹ پر اگر مغرب کی جانب واقع چٹانی حصّے پر کسی جگہ طبقے شق ہو کر حرکت پذیر ہوئے تو کراچی کے لئے یہ امر کسی طاقتور زلزلے کی شکل میں خدانخواستہ کسی بڑے خطرے کا پیش خیمہ بن سکتا ہے۔ واضح رہے کہ اللہ بند فالٹ شاہ بندر کے علاقے سے پاکستان اسٹیل مل کے نیچے سے گزرتا ہوا کراچی کے ساحل کیپ مونز تک پھیلا ہوا ہے۔ کراچی کے علاقے کو متاثّر کرنے کی صلاحیّت رکھنے والا دوسرا اہم فالٹ رن آف کچھ کے ٹیکٹانی ٹکرائو کے علاقے میں واقع ہے، جس کا اوپر ذکر ہو چکا ہے۔ زلزلاتی خطرے کے حوالے سے ساحلِ مکران سے شروع ہو کر بحیرۂ عرب کے اندر ایرانی بلوچستان تک وسعت پذیر تیسرا فالٹ مکران سبڈکشن زون کی شکل میں قابلِ ذکر اہمیّت کا حامل ہے۔ یاد رہے کہ اس زون میں سونامی سمیت 28 نومبر 1945ء میں ایک بڑا زلزلہ آیا تھا (باب۔ 11: سونامی کا خطرہ، پاکستان کی دہلیز پر)۔ یاد رہے کہ عربین، پاک و ہند اور یوریشیائی پلیٹوں کا سہ پلیٹی سنگم کراچی کے جنوب مغرب میں چند کلو میٹر کے فاصلے پر اقع ہے۔ تین پلیٹوں کے زون کا ملاپ بڑے پیمانے کیارضیاتی سرگرمیوں کا مرکز ہوتا ہے (باب: 11 سونامی کا خطرہ: پاکستان کی دہلیز پر)۔

لاہور

کیرالا۔ دہلی فالٹ لاہور کے قریبی علاقے سے گزرتا ہوا حافظ آباد (پنجاب) کے علاقے تک وسعت پذیر ہے۔ اس فالٹ پر چٹانی طبقوں کی غیر معمولی حرکت پذیری سے واقع ہونے والا زلزلہ اس شہر کو بھی اپنی زد میں لے سکتا ہے۔ اس فالٹ پر گزشتہ چند برسوں سے چھوٹے چھوٹے زلزلوں کی آمد کا سلسلہ شروع ہو چکا ہے۔ یاد رہے کہ ایک صدی قبل 1905ء میں کانگڑہ (مقبوضہ کشمیر) کے علاقے میں آنے والا 7.8 درجے کا زلزلہ اپنے قرب و جوار میں زبردست تباہی پھیلاتا (دس ہزار افراد کی ہلاکت ہوئی۔ کئی آبادیاں ملیامیٹ ہو گئیں) لاہور تک آ پہنچا تھا۔ اس زلزلے سے ٹائون ہال کو خاصا نقصان پہنچا تھا۔ علاوہ ازیں بادشاہی مسجد اور بعض دوسری عمارات بھی اس کی زد میں آکر ٹوٹ پھوٹ کا شکار ہوئی تھیں۔ اس زلزلے کا مرکز کانگڑہ اور دھرم شالہ (مقبوضہ کشمیر) کے قریب تھا۔ اس علاقے میں آمدہ زلزلوں کی تاریخ کے مطابق 26 ستمبر 1827ء کو لاہور میں ایک شدید زلزلہ آیا تھا۔ جس میں تقریباً ایک ہزار افراد موت کے گھاٹ اتر گئے تھے اور اس زلزلے کے جھٹکے ارد گرد کے علاقوں میں بھی محسوس کئے گئے تھے۔

پشاور

کشمیر اور گرد و نواح کے علاقوں میں 8 اکتوبر 2005ء کے زلزلے سے قبل اور اب بعد میں بھی پاکستان میں محسوس کئے جانے والے یا واقع ہونے والے تقریباً تمام زلزلوں کے بارے میں ماہرینِ علومِ زلزلہ کی طرف سے بیان جاری کیا جاتا ہے کہ ان کا مرکز کوہِ ہندوکش کے علاقہ میں واقع ہے۔ پشاور اس پہاڑ کے زلزلاتی علاقے (Seismic

zone) کے بالکل قریب واقع ہے، لہٰذا کسی بڑے زلزلے کی صورت میں اس شہر کے متاثّر ہونے کا امکان پیش نظر رکھنا چاہیے۔ ہم جانتے ہیں کہ اس زون میں آئے دن درمیانے درجے کے زلزلے واقع ہوتے رہتے ہیں۔ کوہِ ہندوکش کا علاقہ دنیا کے بلند ترین کوہستانی سلسلوں کے سنگم کا ایک حِصّہ ہے۔ عظیم کوہستانِ ہمالیہ، کوہستانِ قراقرم، کوہستانِ پامیر اور کوہستانِ ہندوکش مین قراقرم تھرسٹ (ایم کے ٹی) کے تھرسٹ زون کے دونوں جانب ایشیا اور یورپ کے جنوبی علاقوں میں پھیلے ہوئے ہیں۔ 30 دسمبر 1983ء کے دن افغانستان کے علاقوں کابل اور سانگن میں آنے والا زلزلہ اپنی ہلاکت آفرینی کے ساتھ پشاور تک آپہنچا تھا۔تب یہاں کم از کم 20 افراد ہلاک ہوئے تھے اور کئی عمارات منہدم ہوگئیں تھیں۔ اسی طرح 31 جنوری 1991ء کو کوہستانِ ہندوکش میں 6.7 درجے کا آنے والا زلزلہ مقامی وقت کے مطابق علی الصّبح چار بج کر 3 منٹ پر آیا اور قریبی علاقوں میں تباہی مچا کر رکھ دی۔ اس زلزلہ سے پشاور سمیت آس پاس کے علاقے بھی بری طرح متاثّر ہوئے تھے۔ مالاکنڈ اور چترال کے علاقوں میں ہونے والی ہلاکتوں کو ملا کر دیکھا جائے تو کل 300 افراد اس زلزلے کی بھینٹ چڑھ گئے تھے۔

کوئٹہ

چمن اسٹرائیک سلپ فالٹ (باب۔ 13 : زلزلہ وادیٔ زیارت 2008ء) بلوچستان کے مغربی حصّے میں شمالاً جنوباً پھیلا ہوا ہے اور کوئٹہ اور چمن کے قریب سے گزرتا ہے۔ اس کی لمبائی 900 کلو میٹر ہے۔ اس کی طوالت افغانستان کے علاقے قندھار تک وسیع ہے۔ نوشکی، قلات، آواران، ہوشاب اور پنج گور کے علاقوں میں بھی فالٹس موجود ہیں۔

بلوچستان کے دو بڑے کوہستانی سلسلوں کوہستانِ کرتھار اور کوہستانِ سلیمان میں متعدّد بڑے فالٹس موجود ہیں۔ کوئٹہ کسی بھی وقت ان فالٹ لائنوں پر آنے والے زلزلوں کی زد میں رہے گا۔ کسی ایک فالٹ یا دراڑ پر زلزلہ واقع ہو تو اس بات کا قوی امکان ہوتا ہے کہ اس فالٹ کے کسی دوسرے حصّے میں یا قرب وجوار کے فالٹس میں حرکت پذیری کی خاصیّت پیدا ہو جائے اور مستقبل میں کسی نئے زلزلے کا باعث بنے۔

تاریخی ریکارڈ سے پتا چلتا ہے کہ 20 دسمبر 1892ء کو چمن کے علاقے میں آنے والے زلزلہ کا درجہ 6.8 تھا۔ اس کے جھٹکوں نے تقریباً 250 مربع کلو میٹر پر مشتمل علاقے کو بری طرح جھنجھوڑ کر رکھ دیا تھا۔ اس کا مرکز بلوچستان کے مغربی علاقے میں واقع کوہستانِ کھوجک میں ریکارڈ کیا گیا تھا۔ تاہم اس کے زلزلاتی اثرات پورے بلوچستان میں محسوس کئے گئے تھے۔ چنانچہ اس امکان کو رد نہیں کیا جاسکتا ہے کہ ان فالٹ لائنوں پر زیادہ طاقت کا آنے والا زلزلہ کسی بھی وقت کوئٹہ شہر کو بھی اپنی لپیٹ میں لے سکتا ہے۔

ماضی میں پاکستانی علاقے میں آنے والا اب تک کا سب سے بڑا زلزلہ 30 مئی 1935ء کو کوئٹہ میں برپا ہوا۔ اس کا درجہ ریکٹر اسکیل پر 8.1 تھا۔ اس کے جھٹکے آگرہ (بھارت) تک محسوس کئے گئے تھے۔ رات کو مقامی وقت کے مطابق دو بج کر 33 منٹ پر آنے والے اس زلزلے نے آنِ واحد میں اس شہر کو کھنڈرات میں تبدیل کر دیا تھا۔ ایک اندازے کے مطابق 40 ہزار افراد اس زلزلے میں جان بحق ہوئے۔ زلزلوں کا مطالعہ کرنے والے عالمی پروگرام کی تحقیق کے مطابق پاکستان کے جن چند علاقوں میں شدید زلزلہ آنے کا قوی خدشہ ہے، ان میں کوئٹہ بھی شامل ہے۔ اسی طرح ماضی میں 25 اگست 1931ء کو مچھ کے علاقے میں آنے والا زلزلہ اتنا شدید تھا کہ بلوچستان کے بیشتر علاقے

اور سندھ کے قریبی علاقے تک اس کے جھٹکوں کی زد میں آگئے۔ اس زلزلے کے اثرات کوئٹہ پر بھی مرتّب ہوئے تھے۔ شہر میں کئی عمارات زمین بوس ہوگئیں اور درجنوں افراد زخمی ہوئے۔ 1955ء میں ایک بار پھر کوئٹہ زبردست زلزلے کی زد میں تھا۔ جو کافی جانی و مالی اتلاف کا باعث بنا۔ تاہم اس کی شدّت اور ہلاکت خیزی 1935 کے زلزلے سے کہیں کم تھی۔ ماضی میں درپیش زلزلاتی صورتِ حال کو پیش نظر رکھا جائے تو یہاں زلزلے سے عمارات کو محفوظ رکھنے والے بلڈنگ کو ڈزنافذ کرنے اور زلزلے سے بچاؤ کی تربیّتی مشقیں منعقد کرنے کی سخت ضرورت ہے۔

تربیلا ڈیم

تربیلا ڈیم صوبہ خیبر۔پی کے میں ضلع ہری پور، ہزارہ کے علاقے میں دریائے سندھ پر تعمیر کیا گیا ہے۔ یہاں دریائے سندھ اگنی اور تبدیل شدہ چٹانوں(Igneous and Metamorphic) کو کاٹ کر گزرتا ہے۔ اس علاقے میں 1996ء میں 5.2 درجے کا ایک زلزلہ ریکارڈ کیا گیا تھا۔ تاہم یہ درمیانے درجے کا زلزلہ تھا۔ اس کی وجہ سے ڈیم کو کوئی نقصان نہ پہنچا۔ یہاں اس امر کی وضاحت ضروری ہے کہ پاکستانی ماہرینِ ارضیات اس زلزلے کی امکانی پیش گوئی کر چکے تھے۔ لہٰذا اس کے حوالے سے حفاظتی اقدامات کے لئے بھی مکمّل تیّاری کی گئی تھی۔ تاہم زلزلوں کا ریکارڈ ملاحظہ کیا جائے تو معلوم ہوتا ہے کہ اس بڑے ڈیم کے قرب وجوار میں اب تک تقریباً 25 ہزار زلزلے آچکے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ صرف تربیلا ڈیم کے علاقے کے نیچے انڈس کوہستان سائزمک زون ،ہزارہ لوئر سائزمک زون اور دربند فالٹ سائزمک زون سے وابستہ تین فالٹ لائینیں گزر

رہی ہیں۔ 1974 1996ء میں دربند فالٹ اور پنجال فالٹ پر متعدّد زلزلے آچکے ہیں۔ ان میں ایک آدھ زلزلہ ایسا بھی تھا، جس کے جھٹکوں نے اس ڈیم کو ہلا کر رکھ دیا تھا۔ تاہم خدا کا شکر ہے کہ ڈیم محفوظ رہا۔

منگلا ڈیم

منگلا ڈیم دریائے جہلم پر تعمیر کیا گیا ہے۔ یہ علاقہ کوہستانِ نمک کی مشرقی پہاڑیوں پر مشتمل ہے جہاں سوالک گروپ (Siwaliks) کی سیڈیمینٹری چٹانیں پائی جاتی ہیں۔ اس علاقے میں کئی ایک بڑے اور چھوٹے فالٹ پائے جاتے ہیں۔ دریائے جہلم کشمیر سے برآمد ہونے کے بعد ایک علاقائی اسٹرائیک سلپ فالٹ کی لائن پر بہتا ہوا اس علاقے میں پہنچتا ہے۔ یہ فالٹ جہلم فالٹ کہلاتا ہے۔ ان فالٹ لائنوں پر چٹانی طبقات کی حرکت پذیری کے سبب یہاں چھوٹے بڑے زلزلے آتے رہتے ہیں۔ بعض اوقات ان کی شدّت ذرا بڑھ جائے تو ڈیم کی حفاظت کے لئے تکنیکی، تعمیری اور حفاظتی اقدامات بھی کئے جاتے ہیں۔

باب15

جاپان: زلزلوں کی سرزمین

Çاللہ جل جلالہ نے دنیا کے سب سے بڑے سمندر، بحر الکاہل کے کنارے پر چند بڑے اور ہزاروں چھوٹے بڑے جزیروں پر مشتمل ملک، جاپان کو اُبھرتے سورج کی سرزمین کے طور پر پیدا کیا۔ سورج جب بحر الکاہل کے پانیوں سے اوپر اُٹھتا ہے تو مشرق میں سب سے پہلے جاپان کے جزیروں سے

چلا گیا ہے۔ جس کی کل لمبائی 3800 کلو میٹر ہے۔ جبکہ زیادہ سے زیادہ چوڑائی صرف 400 کلو میٹر ہے۔

محلِّ وقوع

جاپان دنیا کے سب سے بڑے سمندر بحر الکاہل کے شمال مغربی حصّے میں برِّ اعظم ایشیا کے مشرقی ساحل سے کچھ فاصلے پر واقع ہے۔ جاپان ایک گنجان آبادی والا ملک ہے۔ جس میں 3,77,873 مربع کلو میٹر رقبے پر ساڑھے بارہ کروڑ نفوس آباد ہیں۔ جاپان کا کل رقبہ سطحِ ارض کے گل رقبے کا چار سوواں حِصّہ بنتا ہے۔ یا دوسرے لفظوں میں یہ اس رقبے کا 0.3 فیصد (تقریباً) ہے۔ جاپان کے ارد گرد قریب ترین واقع ممالک میں روس، چین، شمالی کوریا اور جنوبی کوریا شامل ہیں۔ جاپان کے شمال میں بحیرۂ اوخوتسک (Sea of Okhotsk) روسی علاقہ میں شامل ہے۔ اس کے مشرق میں دنیا کا بحرِ ذخّار یعنی بحر الکاہل تاحدِّ نظر پھیلا ہوا ہے۔ جبکہ اس کے جنوب میں بحیرہ فلپائن اور جنوب مغرب میں مشرقی بحیرۂ چین ہے (شکل نمبر 15.3)

جزائرِ جاپان

جیسا کہ اوپر ذکر ہوا، جاپان کے سب سے بڑے چار جزائر، جو اس کا 97 فیصد رقبہ تشکیل دیتے ہیں: ہوکیڈو (Hokkaido) ہانشو (Honshu)، شیکو کو (Shikoku) اور کیوشو (Kyushu) ہیں۔ جبکہ چھوٹے چھوٹے جزیروں کا ایک گروپ "اوکی ناوا" اور جزائر کی ایک پتلی سی زنجیر جو "رایوکایو" کے نام سے موسوم کی جاتی ہے، بھی جاپان کا ایک اہم حِصّہ بناتی ہے۔ ان چار بڑے جزیروں میں ہانشو نامی جزیرہ رقبے میں سب سے بڑا ہے اور

جاپان کی اصل سر زمین خیال کیا جاتا ہے۔ ہانشو ملک کے کل رقبے کے ساٹھ فیصد سے زیادہ پر مشتمل ہے۔ اس کے بعد ہوکیڈو کا نمبر آتا ہے۔ جو جاپان کے انتہائی شمالی جزائر میں سب سے بڑا جزیرہ ہے، جبکہ جنوب میں جاپان کا آخری بڑا جزیرہ کیوشو ہے اور اس کے بعد شیکوکو کا نمبر آتا ہے۔

طبعی خدوخال

انتظامی لحاظ سے جاپان کو 9 ریجنوں (Regions) 47 صوبوں (Prefactures) میں تقسیم کیا گیا ہے۔ جاپان میں صوبے کو "پری فیکچر" کہا جاتا ہے۔ جاپان طبعی خدوخال کے لحاظ سے گہری وادیوں اور کٹے پھٹے سنگلاخ اور بلند وبالا پہاڑوں کے کئی سلسلوں پر مشتمل ہے۔ جبکہ ان کے ساتھ بہت سے چھوٹے چھوٹے ہموار میدان بھی موجود ہیں۔ ان ہموار میدانوں میں چٹانوں کی ٹوٹ پھوٹ سے بنی مٹی کی تہیں ان میدانوں کو کھیتی باڑی کے لئے موزوں بناتی ہیں۔ ان چھوٹے چھوٹے زرعی میدانوں پر مشتمل جاپان کا کل قابلِ کاشت رقبہ جاپان کے کل رقبے کا صرف 13 فیصد ہے۔ یہ ہموار زرعی میدان زیادہ تر ساحل سمندر کے ساتھ ساتھ واقع ہیں۔ ان میں کانٹو کے میدان (Kanto plain) اور نوبی کے میدان (Nobi plain) کا شمار جاپان کے سب سے زیادہ ترقّی یافتہ اور ہموار میدانوں میں ہوتا ہے۔ کانٹو میدان دراصل جاپان کا سب سے بڑا میدان ہے اور باقی تمام ہموار میدانوں میں سب سے زیادہ رقبے پر مشتمل ہے، جبکہ دوسرے نشیبی علاقے ہانشو اور ہوکیڈو جزیروں کے کناروں پر پائے جائے ہیں۔

یہ ہموار میدان جاپان کی معیشت میں بڑا اہم کردار ادا کر رہے ہیں۔ کھیتی باڑی، صنعت و

حرفت اور شہری آبادیوں کے مراکز کے طور پر نہایت اہمیّت کے حامل ہیں۔ مثال کے طور پر جاپان کا دارالحکومت ٹوکیو کانٹو میدان کے عین وسط میں واقع ہے۔ جبکہ ایک اور اہم شہر ناگویا(Nagoya)نوبی کے میدان میں آباد ہے۔ ان میدانوں کا تقریباً30 فیصد زمینی رقبہ گھروں اور مکانات کی تیّاری اور دوسری گھریلو سرگرمیاں انجام دینے کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ ایک اندازے کے مطابق جاپان کی 80 فیصد آبادی کا انحصار اسی زمینی رقبے پر ہے۔ کانٹو اور نوبی کے میدان جاپان کی کل آبادی کے نصف سے زیادہ کو سموئے ہوئے ہیں اور جاپان کے بڑے بڑے شہر یہیں آباد ہیں۔

پہاڑی علاقے

جاپان کو ایک پہاڑی ملک کہا جائے تو غلط نہ ہو گا۔ آپ پہلے پڑھ چکے ہیں کہ جاپان میں ہموار زمینی رقبہ بہت کم ہے ۔ جاپان کی سرزمین زیادہ تر کٹے پھٹے اور چھوٹے چھوٹے پہاڑوں، چٹانوں اور پہاڑیوں پر مشتمل ہے۔ ایک اندازے کے مطابق اس ملک کا تقریباً 75 فیصد علاقہ چٹانوں اور پہاڑوں سے ڈھکا ہوا ہے اور ان پہاڑوں میں بھی زیادہ تر پہاڑ آتش فشاں ہیں۔ جاپان کی سطح مرتفع اور نشیبی علاقوں کے حوالے سے دیکھا جائے تو ہشیرو گاٹا(Hachirogata)نامی علاقہ سطح سمندر سے چار میٹر نیچے ہے، جبکہ جاپان کی بلند ترین چوٹی فیوجی یاما3776 میٹر بلند ہے۔ کوہِ فیوجی کے بعد اس ملک کی بلند ترین چوٹی 3192 میٹر اونچی ہے اور اسے کیٹاڈیک (Kitadake) کے نام سے موسوم کیا جاتا ہے۔ علاوہ ازیں سطح سمندر سے دو ہزار میٹر بلند کئی سو چوٹیاں پورے جاپان میں پھیلی ہوئی ملتی ہیں۔

دراصل جاپان کے چھوٹے بڑے جزیرے فرشِ سمندر پر سے ایک دم اٹھنے اور ابھرنے والے سلسلہ ہائے کوہ کے وہ حصّے ہیں جو پانی سے باہر اوپر نکل کر جاپان کا زمینی رقبہ تشکیل دیتے ہیں (شکل نمبر 15.4)۔ حقیقت یہ ہے کہ پورے کا پورا ملک جاپان آتش فشانی کے عمل سے بنے پہاڑوں اور میدانوں پر مشتمل ہے۔ ان میں سے کچھ پہاڑ بحر الکاہل کی انتہائی گہرائیوں سے اوپر اٹھ کر سطحِ سمندر پر نمودار ہوگئے ہیں۔ جاپان کے مشرقی علاقے میں سمندری کھائی کی گہرائی قریباً 8500 میٹر ہے، جبکہ کیورل کھائی (Kuril Trench) دس ہزار میٹر سے بھی زیادہ گہری سمندری کھائی ہے۔ ان پہاڑوں کے چھوٹے بڑے کئی سلسلے جاپان کے تنگ اور طویل مجموعۂ جزائر کے وسط میں سے گزرتے ہوئے پورے ملک میں پھیلتے چلے گئے ہیں۔ آتش فشانی پہاڑوں کی اس دیوار نے پورے ملک کو دو حصّوں میں تقسیم کر دیا ہے۔ ایک حصّے میں پہاڑوں کا رخ بحر الکاہل کی طرف جبکہ دوسرے حصّے میں ان پہاڑوں کا رخ بحیرۂ جاپان کی طرف ہے۔ اس طرح یہ پہاڑ اس ملک کی سطحِ مرتفع کے خدوخال کو ایک انتہائی عجیب اور انوکھے منظر میں ڈھال رہے ہیں۔ یہ پہاڑ عام طور پر کوئی لمبے چوڑے پہاڑی سلسلے نہیں بناتے بلکہ ایسے چھوٹے چھوٹے پہاڑی سلسلے تشکیل دیتے ہیں، جنہیں نشیبی علاقے یا وادیاں ایک دوسرے سے جدا کرتی ہیں۔ مائونٹ فیوجی کے شمال مشرق میں ان پہاڑوں کی بلندی جاپان کے بہت بڑے نشیبی علاقے یعنی کانٹو پلین میں تیزی سے کم ہوتی چلی گئی ہے۔ ہانشو اور ہوکیڈو جزیروں کے کناروں پر بھی نشیبی علاقے پائے جاتے ہیں۔ البتہ کیوشو اور شیکو کو نامی جزیرے زیادہ تر پہاڑی علاقوں پر مشتمل ہیں۔ جاپان کے ان کوہستانی سلسلوں کی اکثریّت اس کے جزیروں کو شمال سے جنوب کی طرف عبور کرتے ہوئے دکھائی دیتی ہے۔ بڑے کوہستانی

سلسلوں سے نکلنے والے چھوٹے چھوٹے پہاڑی سلسلوں کی شاخیں بعض اوقات بڑے سلسلے کے دونوں اطراف میں پھیل گئی ہیں یا پھر ان کے متوازی واقع ہیں۔ ان تمام کوہستانی سلسلوں کی بلندی اکثر و بیشتر جاپان کے سمندری ساحلوں کی طرف کم ہوتی چلی جاتی ہے۔ جہاں یہ سمندر میں چھوٹی چھوٹی خلیجیں (Bays) اور گودیاں (Harbors) بناتے ہوئے سمندر میں ڈوبتے دکھائی دیتے ہیں۔ ان بے شمار کوہستانی سلسلوں کو سات پہاڑی علاقوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔

جاپان کے سب سے بڑے جزیرے ہانشو کے وسط میں واقع چوبو (Chubo) ریجن میں پہاڑوں کی اکثریّت کی بلندی تین ہزار میٹر سے زیادہ ہے۔ یہی وجہ ہے کہ اس پہاڑی علاقے کو "جاپان کی چھت" (Roof of Japan) کے نام سے یاد کیا جاتا ہے۔ کچھ عرصہ پہلے تک چوبو ریجن کے ان پہاڑوں کو جاپانی ایلپس (Japanese Alps) بھی کہا جاتا تھا۔ اس علاقے میں بطورِ خاص ان گنت پہاڑی چوٹیاں پائی جاتی ہیں، جو 2400 میٹر سے لے کر 3200 میٹر تک بلند ہیں۔

آتش فشاں پہاڑ

پہاڑ ہی پہاڑ اور وہ بھی سارے کے سارے آتش فشاں۔ جاپان کے آتش فشاں پہاڑوں کے بارے میں خیال کیا جاتا ہے کہ ان میں "خفتہ" (Dormant) اور "سرگرم" (Active) دونوں طرح کے آتش فشاں پائے جاتے ہیں۔ آتش فشاں پہاڑ جاپان میں کس کثرت کے ساتھ پھٹتے رہتے ہیں؟ اس کا اندازہ اس بات سے لگائیں کہ ایک محتاط جائزے کے مطابق دنیا بھر میں کسی بھی وقت پھٹنے کی صلاحیّت رکھنے والے (Active

آتش فشاں پہاڑوں کی کل تعداد 840 ہے، جبکہ 80 یعنی اس تعداد کا تقریباً دسواں حصّہ، صرف جاپان میں پایا جاتا ہے۔ جاپان کے علاقے میں ہر طرح کے آتش فشاں پہاڑوں کی کل تعداد 192 ہے۔ البتہ ان میں بہت سے ایسے ہیں جو ایک طویل عرصے سے کبھی پھٹے نہیں۔ جبکہ بعض دوسرے آتش فشاں پہاڑ اکثر و بیشتر آگ، پتّھر، گرم راکھ اور لاوا اگلتے رہتے ہیں۔ تاہم عملاً لاوا اگلنے والے آتش فشاں پہاڑ صرف چند ایک ہیں۔ جاپان کے سب سے بڑے جزیرے ہانشو میں پائے جانے والے آتش فشاں پہاڑوں میں کوہِ فیوجی کے علاوہ کوہِ آسو (Aso)، کوہِ بنڈائی (Bandai)، کوہِ آئیو جیما (Iwo-Jima)، کوہِ کیکائی (Kikai)، کوہِ کرِی شیما (Kirishima)، کوہِ کوما گاٹیک (Komaga-Take)، کوہِ اوشیما (Oshima)، کوہِ سوانوسجیما، (Suwanosejima)، کوہِ توکاچی (Tokachi)، کوہِ یِیک ڈیک (Yake-Dake) اور کوہِ اُوسُو (Usu) تاریخی لحاظ سے نمایاں حیثیت کے حامل پہاڑ ہیں۔ ان سب کو بہت زیادہ پھٹتے رہنے والے آتش فشاں پہاڑوں میں شمار کیا جاتا ہے۔ علاوہ ازیں تاریخی اہمیّت کے حامل نمایاں آتش فشانوں میں کوہِ مہارا (Mihara)، کوہ آساما (Asama) اور کوہ سکوراجیما (Sakura-Jima) شامل ہیں جو کسی بھی وقت پھٹ جانے والے آتش فشاں پہاڑ سمجھے جاتے ہیں۔ کوہِ اُنزن (Unzen) 1500 میٹر اور کوہِ سکوراجیما 1117 میٹر اونچائی رکھنے والے ایسے آتش فشاں پہاڑ ہیں، جو گنجان آبادی والے شہر کاگوشیما کے قریب واقع ہیں۔ لہٰذا اس شہر کی آبادی پر ہر وقت ایک خطرہ منڈلاتا رہتا ہے کہ کب ان میں سے کوئی آتش فشاں پھٹ پڑے اور دہکتی راکھ، آگ کے شعلے، گرم دھویں کے مرغولے اور جلا کر راکھ کر دینے والا لاوا شہری آبادی کا رخ کر لے۔ اِن آتش فشاں پہاڑوں کو کیمیائے اندرونِ زمین اور

علومِ آتش فشانی کی بین الاقوامی ایسوسی ایشن (International Association of Volcanics and Chemistry of Earth's Interior) نے "2001-2010 کی دہائی کے آتش فشاں" (Decade Volcanoes) قرار دیا ہے۔ ایسا قرار دینے کی دو بڑی وجوہ ہیں۔ پہلی بڑی وجہ یہ کہ یہ انسانی آبادی کے بالکل قریب واقع ہیں۔ دوسرا ان کے پھٹنے اور لاوا اگلنے کی تاریخ کے مطالعے کو بہت قابلِ توّجہ خیال کیا گیا ہے۔

ماونٹ فیوجی

جاپان کے آتش فشاں پہاڑوں میں کوہ فیوجی یا ما بھی شامل ہے۔ جاپان کا یہ پہاڑ دنیا بھر میں مشہور ہے اور جاپان سے باہر "ماونٹ فیوجی" کے نام سے جانا جاتا ہے۔ کوہِ فیوجی جاپان کے دارالحکومت ٹوکیو کے جنوب مغرب میں واقع ہے اور 3776 میٹر کی بلندی کے ساتھ اسے جاپان کی بلند ترین آتش فشانی چوٹی ہونے کا اعزاز حاصل ہے۔ کوہ فیوجی 1707 میں آخری مرتبہ پھٹا تھا۔ اس کے بعد سے اب تک نہیں پھٹا اور تقریباً گزشتہ 300 سال سے ابھی تک خاموش ہے۔ چنانچہ بالعموم اس متاثّر کن اور خوبصورت پہاڑ کو پھٹنے والا آتش فشاں پہاڑ نہیں سمجھا جاتا۔ لیکن اس امر کا قوی امکان ہے کہ مستقبلِ قریب میں کسی بھی وقت، ممکن ہے کہ ہماری زندگیوں ہی میں، پھٹ پڑے اور تباہی پھیلانے کا سبب بن جائے۔

دراصل جاپان آتش فشاں پہاڑوں اور بے شمار زلزلوں کے مراکز کی اس پٹّی پر واقع ہے جسے "آتشیں حلقہ" (Ring of Fire) کہا جاتا ہے (شکل نمبر 15.5)۔ یہ آتشیں حلقہ بحرالکاہل کے گرد اس کے ساحلی کناروں پر پھیلا ہوا ہے، جبکہ جاپان بحرالکاہل کے اس

آتشیں حلقہ کے عین اوپر واقع ہے۔ اس خاص وقوع پذیری کی وجہ سے جاپان میں ایسے سات آتش فشاں علاقے پائے جاتے ہیں، جہاں کسی بھی وقت کوئی بھی آتش فشاں پہاڑ پھٹ رہا ہوتا ہے۔ یہ آتش فشانی انسانی آبادیوں کے سر پر لٹکتی ہوئی خطرے کی تلوار کی طرح ہے۔ البتہ اس کا ایک مثبت پہلو بھی ہے اور وہ ہے ان آتش فشاں پہاڑوں کی سیّاحت۔ یہ سیّاحت جاپان کی معاشرتی و معاشی سرگرمیوں کا باعث ہے۔ انتہائی گرم اُبلتے اور کھولتے ہوئے لاوے کے ٹھنڈا ہونے کے عمل سے وجود میں آنے والے مختلف، متنوّع اور عجیب و غریب مناظر کا نظّارہ کرنے کے لئے دنیا بھر سے سیّاح ان مقامات کی طرف کشاں کشاں کھنچے چلے آتے ہیں۔ علاوہ ازیں ان علاقوں میں جگہ جگہ اُبلتے ہوئے گرم پانی کے چشمے اور زمین کے اندر مختلف دراڑوں شگافوں اور قدرتی سوراخوں میں سے دھوئیں کی شکل میں نکلتی ہوئی گیسوں کے مناظر مقامی اور غیر مقامی سیّاحوں کے لئے بڑی دلکشی اور کشش کا باعث ہوتے ہیں۔ خصوصاً زیرِ زمین آتش فشانی کے عمل سے وابستہ گرم پانی کے چشموں کی بہتات اس ملک کا ایک منفرد فیچر ہے۔

آبی ذخائر

جاپان میں بہنے والے دریا بالعموم لمبائی میں چھوٹے ہیں مگر تیز رفتاری کے ساتھ بہنے والے دریا ہیں۔ یہ دریا پہاڑوں سے نکل کر ایک دم میدانوں کی طرف بہنا شروع کر دیتے ہیں۔ ان دریائوں کی نہایت کم لمبائی کا اندازہ اس بات سے کیجئے کہ اس ملک کا طویل ترین دریا، دریائے شنانو (Shinano) ہے اور یہ صرف 370 کلو میٹر طویل ہے۔ اس کے مقابلے میں دریائے سندھ کی لمبائی 3180 کلو میٹر اور دنیا کے سب سے لمبے دریا، دریائے

نیل کی لمبائی 6650 کلو میٹر ہے۔ یہ دریا (شانو) ہانشو کے شمال مغربی علاقے سے بر آمد ہوتا ہے اور بحیرۂ جاپان میں گرتا ہے۔ علاوہ ازیں دریائے کیسو (Kiso) اور دریائے ٹین رایو (Tenryu) بھی جزیرہ ہانشو میں بہتے ہیں۔ ان دریائوں میں سے اکثر پر پانی کے تیز بہائو سے فائدہ اٹھاتے ہوئے پن بجلی (ہائیڈرو الیکٹرک پاور) پیدا کی جارہی ہے۔ اس کے علاوہ ان دریائوں سے میدانی علاقوں میں چاول کے کھیتوں کی آب پاشی بھی کی جاتی ہے۔ اگرچہ یہ دریا کشتیوں اور چھوٹے جہازوں کے ذریعے سیر و سفر کے لئے موزوں خیال نہیں کئے جاتے۔ تاہم کچھ دریائوں کے دہانے والے علاقوں میں سفری سہولتوں کا اہتمام موجود ہے۔ ان دریائوں میں سیلاب بھی آتے رہتے ہیں۔ خصوصاً بھرپور موسم برسات کے دوران میں آنے والے سیلابوں سے بعض اوقات فصلوں اور آبادیوں کا وسیع پیمانے پر نقصان ہوتا ہے اور سینکڑوں افراد بھی لقمۂ اجل بن جاتے ہیں۔

دریائوں کی طرح جاپان میں جھیلیں بھی بہت چھوٹی چھوٹی ہیں۔ جاپان کی سب سے بڑی جھیل جسے بائیوا (Biwa) کہتے ہیں، ہانشو کے وسطی علاقے کے مغرب میں واقع ہے اور اس کا رقبہ صرف 686 مربع کلو میٹر ہے۔

قدرتی وسائل

ہم جانتے ہیں کہ جاپان ایک بہت زیادہ ترقی یافتہ ملک ہے۔ تاہم اسے شومئ قسمت ہی کہا جاسکتا ہے کہ جاپان معدنی اور قدرتی وسائل سے تقریباً تقریباً محروم ہے، جبکہ قدرتی توانائی کے وسائل تو اس ملک میں بالکل ہی نہیں پائے جاتے۔ یہی وجہ ہے کہ یہ ملک مائع شدہ قدرتی گیس یعنی ایل این جی (Liquified Natural Gas) جسے سی این جی

(Compressed Naural Gas) بھی کہا جاتا ہے، کا دنیا بھر میں سب سے بڑا درآمد کنندہ ملک ہے۔ اسی طرح جاپان دنیا بھر میں تیل درآمد کرنے والا دوسرا بڑا ملک اور کوئلہ درآمد کرنے والا دنیا کا سب سے بڑا ملک بھی ہے۔

ٹیکٹانکس

جزائرِ جاپان کے قریب و جوار میں چار بڑی ٹیکٹانی پلیٹیوں کی موجودگی اس کے ٹیکٹانی حدودِ اربعہ کا تعیّن کرتی ہے۔ جاپان کے شمال میں نارتھ امریکن پلیٹ، مغرب میں یوریشین پلیٹ، مشرق میں پیسی فِک پلیٹ اور جنوب میں فلپائن سی پلیٹ واقع ہے (شکل نمبر 11.4)۔ جبکہ جاپان پیسیفک پلیٹ، فلپائن سی پلیٹ اور یوریشین پلیٹ کے تین پلیٹی سنگم (Tripple junction) کے قریب واقع ہے (شکل نمبر 15.6

جیسا کہ پہلے ذکر ہوا، جاپان کی سرزمین آتش فشانی کے عمل سے وجود میں آئی ہے۔ آتش فشانی کا یہ عمل عرصہ دراز سے مسلسل جاری ہے۔ جاپان کی ٹیکٹانکس کی روشنی میں اس ارضیاتی مظہر کو سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔ ٹیکٹانکس کی اصطلاح میں خطۂ جاپان دراصل ایک آئی لینڈ Island arc) ہے۔

جہاں جاپان واقع ہے، اس علاقے میں پیسیفک پلیٹ اور یوریشین پلیٹ ایک دوسری کی طرف بڑھ رہی ہیں۔ اس کا مطلب ہے کہ یہ ایک دوسرے پر دباؤ ڈال رہی ہیں۔ لاکھوں برس پہلے اس دباؤ خیز صورت حال (Compressional setting) میں پیسیفک پلیٹ کثافت میں زیادہ ہونے کی وجہ سے یوریشین پلیٹ کے نیچے دھنس گئی تھی (باب۔7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ)۔ ایک دوسری کی طرف بڑھتی پلیٹوں کے دباؤ کی وجہ

سے پیسیفک پلیٹ کا دھنسائو یوریشین پلیٹ کے نیچے جاری ہے۔ نیچے دھنسنے والی پلیٹ اپنی کثافت اور بے پناہ وزن (کھربوں ٹن) کی وجہ سے زمینی گہرائیوں میں اترتی جاتی ہے، یہاں تک کہ قریب قریب ایک سو کلومیٹر کی گہرائی میں پہنچنے پر اندرونِ زمین کا ہزاروں درجے سنٹی گریڈ درجہ حرارت اسے بری طرح پگھلا دیتا ہے۔ اب یہ پگھلا ہوا چٹانی مواد بلند درجہ حرارت کی وجہ سے زیادہ حجم کا حامل ہو جاتا ہے۔ نتیجتاً اس کی کثافت کم ہو جاتی ہے، لہٰذا یہ چٹانی مواد میگما (Magma) کی شکل میں اوپر کی طرف اٹھتا ہے اور اپنے بلند درجہ حرارت کی وجہ سے اپنے اوپر کی چٹانوں کو چیر تا پھاڑ تا فرشِ زمین یا فرشِ سمندر پر لاوا کی شکل میں ابلنے لگتا ہے اور ٹھنڈا ہو کر آتش فشانی چٹان میں ڈھل جاتا ہے۔ پلیٹ کے دھنسنے، پگھلنے، میگما کے اوپر اٹھنے اور لاوا کی صورت نکلنے اور چٹانوں میں ڈھلنے کا عمل جب لاکھوں برسوں پر محیط ہو جائے تو دھنسائو والے شگاف، دراڑ یا فالٹ لائن کے ساتھ قوس کی شکل میں آئی لینڈ آرک بن جاتی ہے۔ جاپان اسی ٹیکٹانی مظہر کے نتیجے میں وجود میں آیا ہے (شکل نمبر 15.7)

ان ارضیاتی و ٹیکٹانی اسباب کی بنا پر جاپان ایک ایسا ملک ہے جہاں ہر پانچ منٹ کے اندر کوئی نہ کوئی چھوٹا یا بڑا زلزلہ آتا رہتا ہے۔ یہاں تک کہ جاپانی قوم نسل در نسل اس زلزلاتی ماحول سے آشنا ہونے کی بنا پر چھوٹے موٹے زلزلوں کو درخورِ اعتناء نہیں سمجھتی۔ خطۂ جاپان کی ہر وقت کی تھرتھراہٹ اس قوم کی نفسیات میں اس طرح رچ بس گئی ہے کہ کوئی ذرا سا بڑا زلزلہ بھی آجائے تو لوگوں کے اندر پریشانی خوف اور سراسیمگی نہیں دکھائی دیتی۔ شہر ہوں یا گائوں ہر جگہ کاروبارِ زندگی معمول کے مطابق جاری رہتا ہے۔ البتہ جاپان کی حالیہ تاریخ میں ٹوکیو اور یوکوہاما جیسے بڑے شہروں کو برباد کر دینے والا ایک

تباہ کن زلزلہ 1923ء میں آیا تھا اور جاپان پر ایک قیامت صغریٰ ڈھا گیا تھا۔ اس موت کے عفریت نے ایک لاکھ سے زیادہ جاپانیوں کو موت کے گھاٹ اتار دیا تھا۔

مختصر یہ ہے کہ چار ٹیکٹانی پلیٹوں کے قرب و جوار میں واقع ہونے کے علاوہ جاپان بحرالکاہل کے گرداگرد گھیرا کئے ہوئے "آتشیں حلقہ" کے عین اوپر واقع ہے۔ جزائرِ جاپان کی تہہ میں پایا جانے والا یہ ارضیاتی عدم استحکام ہی دراصل جاپان میں ہر وقت زلزلے آتے رہنے کا موجب ہے، جبکہ ہم جانتے ہیں کہ بجائے خود سرزمینِ جاپان آتش فشانی کے ایک طویل عمل کے نتیجے میں وجود میں آئی ہے اور یہ عمل آج بھی جاری ہے۔ جاپان کے اردگرد موجود چار ٹیکٹانی پلیٹوں کی حرکت پذیری اور آتش فشانی کے ارضیاتی مظہر کی کثرتِ وقوع کی بنا پر اندرونِ زمین سے بے پناہ قدرتی توانائی کا خارج ہونا سرزمین جاپان کی اس غیر مستحکم (Unstable) صورتِ حال کا ذمّہ دار ہے۔ یہ اخراجِ توانائی جاپان میں سالانہ ڈیڑھ ہزار سے زائد زلزلوں کی شکل میں ظاہر ہوتا ہے۔

باب16

جاپان کا کثیر جہتی زلزلہ وسونامی 2011ء

اللہ تعالیٰ نظامِ کائنات میں اپنی مشیّت کو بروئے کار لانے کے لئے ایک نہایت ہی عجیب شانِ بے نیازی سے طبعی اسباب کا استعمال کرتا ہے۔ زلزلہ، آتش فشانی، طوفانِ بادو باراں، سیلاب اور آسمانی بجلی ایسے مظاہرِ قدرت ارضی و سماوی طبعی اسباب کی مختلف شکلیں ہیں۔

بھر گیا۔ جاپانی معیشت دنیا کی تیسری بڑی معیشت ہے۔ اس زلزلے کے نتیجے میں اس کی کمر ٹوٹ گئی۔ شمال مشرقی جاپان میں واقع شہر، قصبے اور دیہات سب کچھ ایک لمحہ میں صفحۂ ہستی سے مٹ گئے۔ جنگِ عظیم دوم میں ہیروشیما اور ناگاساکی پر امریکا کے جوہری بم کے حملوں کے بعد جاپان کے لئے یہ ایک اور سیاہ ترین دن تھا۔ چار ٹیکٹانی پلیٹوں کی آہستہ رو حرکت پذیری اور ان کے باہمی تعامل کی وجہ سے روبہ عمل ہونے والے خاص طبعی اسباب کی بنا پر ملکِ جاپان ہر وقت تھرتھراتا، کانپتا اور لرزتا رہتا ہے (باب۔15: جاپان: زلزلوں کی سرزمین)۔

کثیر جہتی زلزلہ

اس زلزلے کا مرکز، شہر سینڈائی (Sendai) کے مشرق میں اور جزیرہ نما اوشیکا کے مشرقی ساحل سے بحر الکاہل کے اندر 130 کلو میٹر کے فاصلے پر شمال مشرق کی سمت میں تھا۔ یو ایس جی ایس کے مطابق اس کا مقامِ وقوع، عرض بلد 37.68 درجے شمال اور طول بلد 143.03 درجے مشرق میں، ناسا ارتھ آبزرویٹری (NASA Earth Observatory) کے مطابق عرض بلد 38.3 درجے اور طول بلد 142.04 درجے مشرق میں، برٹش جیو لاجیکل سوسائٹی کے ماہرینِ علومِ زلزلہ کے مطابق عرض بلد 38.23 درجے شمال اور طول بلد 142.69 درجے مشرق میں فرش سمندر کے نیچے 24.4 کلو میٹر کی گہرائی میں واقع تھا۔ دنیا بھر میں 1990ء کے بعد آنے والے زلزلوں میں یہ پانچواں بڑا زلزلہ تھا۔ اس بڑے زلزلے کے واقع ہونے سے پہلے ہی علاقے میں چھوٹے بڑے ماقبل چھوٹے زلزلوں (Foreshocks) کا سلسلہ شروع ہو گیا تھا۔ اس

بڑے زلزلہ سے صرف دو دن پہلے 9 مارچ 2011ء کو اس کے مرکز سے تقریباً 40 کلو میٹر کی دوری پر 7.2 درجے کا زلزلہ آیا۔ اس کے بعد اسی روز 6.0 درجے سے زیادہ بڑے تین مزید زلزلے واقع ہوئے۔ ان کے بعد قدرے کم درجے یعنی 5.0 درجے کے کئی زلزلے آتے رہے۔ ان تمام زلزلوں کے مراکز بڑے زلزلہ کے مرکز کے قریب ہی شمال مشرقی علاقے میں واقع تھے۔ اسی طرح جمعہ کے بڑے زلزلہ ہے بعد بھی زلزلوں کا سلسلہ شروع ہو گیا۔ پہلے دو دنوں میں 175 سے زائد مابعد جھٹکے (Aftershocks) ریکارڈ کئے گئے۔ ان میں 6.00 درجے سے بڑے مابعد زلزلے بھی شامل تھے۔ سب سے بڑا مابعد زلزلہ 7.1 درجے کا ریکارڈ کیا گیا۔ یہ تمام مابعد زلزلے اصل اور بڑے زلزلے کی تباہ کاریوں میں مزید اضافے کا موجب بنے، جبکہ مابعد زلزلوں کا سلسلہ کئی ماہ تک جاری رہا۔ ماہرینِ علومِ زلزلہ اور ارضیات دانوں کے نزدیک 9.00 درجے کے آس پاس والے زلزلے کے بعد اس بات کا قوی امکان ہوتا ہے کہ چھوٹے بڑے مابعد زلزلے کئی ماہ تک آتے رہیں اور ممکن ہے کہ ان کی تعداد ہزاروں تک پہنچ جائے۔

اس زلزلے کے درجے کو ذہن میں رکھ کر تصوّر کیا جاسکتا ہے کہ اس کے نتیجے میں زیرِ سمندر کس قدر توانائی خارج ہوئی ہو گی۔ ایک محتاط اندازے کے مطابق اس زلزلہ کے برپا ہونے کے نتیجے میں خارج ہونے والی توانائی ایک میگاٹن کے 1500 ہائیڈروجن بموں کے پھٹنے سے خارج ہونے والی توانائی کے برابر تھی۔ گویا اس قدر توانائی زیرِ زمین جمع ہوئی اور زلزلے کی شکل میں خارج ہوئی۔

مارچ میں آنے والے اس زلزلے کی پیدائش کا مقام ٹوکیو سے 373 کلو میٹر دور تھا۔ پھر بھی جاپان کے دارالحکومت میں فلک بوس عمارتیں، ٹاور اور درخت زلزلے کے کچھ

منٹ بعد تک ہلکورے لیتے رہے۔ شہر میں کئی عمارات میں آگ بھڑک اٹھی۔ مضافات میں واقع ایک تیل کے کارخانے (ریفائنری) میں آگ لگ گئی۔ شہر میں ٹرین سروس بھی معطّل ہو گئی۔

زبردست سونامی

ماہرینِ زلزلہ کے مطابق اس زلزلے سے شمالی ہانشو کے مشرق میں سمندر کے اندر واقع جاپان ٹرینچ یعنی پیسیفک پلیٹ اور یوریشیائی پلیٹ کے سب ڈکشن زون (شکل نمبر 16.1 میں ابتداءً 150 کلومیٹر طویل دراڑ وجود میں آئی، جو بعد ازاں چار سو سے پانچ سو کلومیٹر تک طویل دراڑ (فالٹ) میں تبدیل ہو گئی۔ اس دراڑ کے مختلف حصّوں میں بحرالکاہل کا پیندا متعدّد جگہوں پر دس سے بیس میٹر تک اوپر اٹھ گیا۔ جس نے اپنے اوپر تمام سمندری پانی کو بھی ایک دم زبردست قوّت کے ساتھ اچھالا۔ نتیجتاً اسی قدر بلند پانی کی دیوار ابھری اور سونامی کی صورت (شکل نمبر 16.2) اختیار کر کے اپنے چوکھٹے میں تباہی کی عبرت انگیز تصویریں آویزں کرتی گئی۔

جوہری توانائی پر عدمِ اعتماد

اس تباہ کن زلزلے اور خوف ناک سونامی کے اگلے دن دنیا بھر میں جوہری توانائی کے حوالے سے عدمِ اعتماد کی لہر پیدا کرنے والا واقعہ رونما ہوا۔ مابعد زلزلوں اور سونامی کا پانی داخل ہونے کی وجہ سے فوکوشیما کے ڈائچی جوہری بجلی گھر کے ایٹمی ریکٹر کا کولنگ سسٹم خراب ہو گیا۔ نتیجتاً ری ایکٹر گرم ہونے سے مہلک تابکار مادوں کا اخراج شروع ہو گیا۔ دریں اثناء 12 مارچ (ہفتہ) کے روز تین بج کر 36 منٹ پر ایک اور ری ایکٹر کی عمارت

دھماکے سے اڑ گئی۔ اس طرح جوہری بحران، زلزلے اور سونامی کی تباہ کاریوں سے بھی بڑھ گیا۔ نتیجتاً اس پلانٹ کے گرد 16 کلو میٹر قطر کے علاقے سے فوری طور پر پونے دو لاکھ کی آبادی کا انخلاء کرنا پڑا۔ اس کے بعد دوسرے ری ایکٹروں کا کولنگ سسٹم بھی فیل ہو گیا۔ لہٰذا اس علاقے میں ہنگامی حالات کا اعلان کرنا پڑا اور 20 سے 30 کلو میٹر کے دائرے میں تمام لوگوں کو یہاں سے محفوظ مقامات پر منتقل کر دیا گیا۔

آگ ہی آگ

گھروں اور عام عمارات میں آگ بھڑک اٹھنے کے علاوہ اہم کارخانے بھی اس کا شکار ہوئے۔ چیبا (Chiba) آئل ریفائنری میں زلزلے کے بعد آگ لگ گئی۔ نتیجتاً ساری فیکٹری بھک سے اڑ گئی اور اپنی ہی آگ میں بھسم ہو گئی۔ اس سب کچھ پر مستزاد زلزلے کے دو دن بعد شمنوڈیک (Shimnodake) نامی آتش فشاں پہاڑ دھواں، آگ، راکھ اور لاوا اگلنے لگا۔ بدیہی طور پر اسے زیرِ تذکرہ زلزلہ کے ساتھ وابستہ سمجھا گیا۔ تاہم بعض ماہرین کا خیال ہے کہ اس آتش فشانی کا تعلّق حالیہ زلزلے کے ساتھ نہیں جوڑا جا سکتا۔ یہ محض ایک اتّفاقی واقعہ تھا۔

ٹیکٹانک اثرات

اس زلزلے کی بے پناہ طاقت کا اندازہ اس امر سے بھی لگایا جا سکتا ہے کہ اس نے پورے کے پورے جاپانی ساحل کو 2.4 میٹر مشرق کی طرف دھکیل دیا۔ اسی طرح کے بڑے زلزلوں کے ٹیکٹانک تحرّک کے زیرِ اثر جاپان کے سب سے بڑے جزیرے ہانشو کا بیشتر مشرقی علاقہ گزشتہ کئی صدیوں کے دورانیے میں کئی میٹر مشرق کی طرف کھسک چکا ہے۔

جبکہ صدیوں پر مشتمل اس آہستہ رو حرکت پذیری کی وجہ سے قشرِ ارضِ جاپان مغرب کی سمت میں اوپر کی طرف اٹھ رہا ہے۔ یعنی اس غیر معمولی زلزلہ نے جاپان کے علاقے میں قشرِ ارض کو بھی ہلا کے رکھ دیا۔ یوں سمجھئے کہ ہانشو جزیرے کی پوری سرزمین مشرق سے جنوب مشرق کی سمت میں گھوم گئی۔ جاپان کی جیو اِس پیشیل انفارمیشن اتھارٹی (Geospatial Information Authority) کے ایک اندازے کے مطابق اس زلزلے کے مقام کے قریب واقع جزیرہ نما اوشیکا (Oshika) 5 میٹر یعنی قریباً 17 فٹ مشرق کی طرف کھسک گیا ہے۔ جبکہ اس زلزلے کے نتیجے میں سطحِ سمندر سے اس کی بلندی 120 سینٹی میٹر (1.2 میٹر یا تقریباً 4 فٹ) سے کچھ زیادہ کم ہو گئی۔ علاوہ ازیں اس اتھارٹی کے سائنس دانوں کا کہنا ہے کہ ہانشو کے بہت سے علاقے، ٹاہو کو کے شمال مشرقی علاقے سے لے کر کانٹو ریجن تک دارالحکومت ٹوکیو سمیت اپنی جگہ سے ہل گئے ہیں۔

قشرِ ارض میں ہونے والی یہ اُتھل پتھل صرف جاپان تک محدود نہیں رہی۔ کوریا کے فلکیات اور خلائی سائنس کے ادارے نے اعلان کیا کہ زلزلۂ جاپان کے بعد صرف چھ دن کے اندر جزیرہ نمائے کوریا مشرق کی طرف ایک سے پانچ سنٹی میٹر تک سرک گیا ہے۔ مزید برآں اس ادارے کے سائنس دانوں کے مطابق کوریا کا یولیونگ (Ulleung) نامی جزیرہ اور ڈاکڈو نامی چھوٹا جزیرچہ (Islet) جو اس زلزلے کے مرکز کے قریب واقع ہیں، ہمارے ملک (کوریا) کے دوسرے حصّوں کے مقابلے میں سمتِ مشرق کی جانب کھسک گئے ہیں۔

زمین کا گردشی محور (Rotational Axis)

ملاحظہ کیجئے کہ اس زلزلے سے کتنے بڑے بڑے ارضیاتی اور ٹیکٹانی تغیّرات رونما ہوئے۔ ناسا کے علومِ ارضی کے ماہرین کے مطابق اس زلزلۂ عظیم نے قشرِ ارض اور زمین کے اندرونی میٹریلز کے اندر بھی ہلچل برپا کر دی تھی۔ جس کے نتیجے میں زمین کے گردشی محور کی پوزیشن میں بھی قدرے تبدیلی واقع ہو گئی۔ یہ محور اپنی جگہ سے تقریباً 25 سینٹی میٹر ہل گیا۔ زمین کے محور کے مقام میں تبدیلی کی وجہ سے زمین کی محوری گردش کا دورانیہ یعنی ایک دن کی مدّت 1.8 مائیکرو سیکنڈ کم ہو گئی۔ گویا اس زلزلے نے ہمارا دن چھوٹا کر دیا۔

سونامی کی پیدائش

زلزلے کے بعد کم و بیش ڈیڑھ گھنٹے کے اندر اندر سونامی کی لہریں جاپان کے مشرقی ساحل پر تقریباً ہر جگہ ٹکرا رہی تھیں۔ جاپان کے معیاری وقت کے مطابق 2 بج کر 50 منٹ پر ساحل سے ٹکرانے والی پہلی سونامی لہر صرف 0.3 میٹر بلند تھی۔ جو سوا پانچ بجے سہ پہر تک 6.8 میٹر اونچی ہو چکی تھی۔ قریبی ساحلی علاقوں تک پہنچتے پہنچتے اس کی بلندی دس میٹر ہو گئی۔ ضلع ٹارو کے ساحلی علاقے میں سونامی کی لہر کی بلندی 19.5 میٹر ریکارڈ کی گئی۔ بعض دوسرے علاقوں میں یہ لہر 24.7 میٹر اور بعض میں 25.5 میٹر کی بلندی کو چھو رہی تھی (شکل نمبر 10.3

دراصل جاپان کے طبعی خدوخال کچھ ایسے ہیں کہ اس کے تمام پہاڑی سلسلے کم و بیش اس کے وسط میں واقع ہیں اور جنوب سے شمال کی طرف پھیلتے چلے گئے ہیں (باب۔ 15

:جاپان: زلزلوں کی سرزمین)۔ چنانچہ زلزلوں کی اس سرزمین کے ہموار میدانی علاقے اس کے ساحلوں کی طرف واقع ہیں اور یہی علاقے انسانی آبادی اور صنعت و حرفت کے مراکز ہیں۔ علاوہ ازیں سرزمینِ جاپان کی سطحِ سمندر سے بلندی بھی کچھ زیادہ نہیں، بلکہ اس کے دو علاقے سطحِ سمندر سے بھی نیچے ہیں، مثلاً ہیرو گاٹا سطحِ سمندر سے بھی چار میٹر نیچے ہے (باب۔15: جاپان: زلزلوں کی سرزمین)۔ یہی وجہ ہے کہ کسی سمندری طوفان یا سونامی کا رخ جاپان کی طرف ہو جائے تو اس کے یہ ساحلی علاقے باآسانی اس کے غیض و غضب کا تر نوالہ بن جاتے ہیں۔

زندہ قومیں مشکلات کے سامنے سپر نہیں ڈالتیں، بلکہ مقدور بھر ان کا مقابلہ کرتی ہیں اور عافیت کے زمانے میں اس کی تیاری میں لگی رہتی ہیں۔ اہلِ جاپان نے بھی زندگی کا ثبوت دیتے ہوئے آئے دن آنے والے زلزلوں اور ان کے پیشرو سونامی طوفانوں کے پیشِ نظر اپنے ساحلی علاقوں میں حفظِ ماتقدّم کے طور پر کنکریٹ کی مضبوط دیواریں تعمیر کر رکھی ہیں۔ البتہ یہ بات الگ ہے کہ جاپان کے ساحلوں سے سر پھوڑنے والے اس منہ زور سونامی طوفان کے سامنے یہ دیواریں ہیچ ثابت ہوئیں۔

12 مارچ 2011ء کو جاپان کے معیاری وقت کے مطابق 7 بج کر 55 منٹ پر مابعد زلزلوں اور اس بڑے زلزلے کا ڈومینو (Domino) اثر روبہ عمل تھا۔ بحرالکاہل میں سونامی کی لہریں پانچ سو کلومیٹر فی گھنٹہ کی رفتار سے مرکزِ زلزلہ سے چاروں طرف تیزی کے ساتھ پھیل رہی تھیں۔ فقط چند گھنٹوں میں پورے بحرالکاہل پر ان لہروں کا راج قائم ہو چکا تھا، حتیٰ کہ یہ لہریں 2100 کلومیٹر سے سات ہزار کلومیٹر کی دوری تک پہنچ کر شمالی بحرالکاہل کے جزائر سے ٹکرا رہی تھیں (شکل نمبر 16.2)۔ یکے بعد دیگرے اور تقریباً رُکے بغیر ما

بعد زلزلوں کی لہروں اور اس کے نتیجے میں پیدا ہونے والی سونامی لہروں کا سلسلہ بڑے زلزلے کے بعد کئی دن تک جاری رہا۔ اس دوران میں جاپان کی میٹیریولاجیکل (Meteorological)یعنی موسمیاتی ایجنسی حسبِ ضرورت اور موقع آدھے میٹر سے دو میٹر اونچائی کی سونامی لہروں کی وارننگ جاری کرتی رہی۔ اسی طرح بحر الکاہل کے اندر واقع جزائر کے لئے بحر الکاہل کا سونامی خبر داری مرکز (Tsunami Warning Centre) ان لہروں کی بلندی اور ان کے پہنچنے کے متوقّع وقت کا اعلان کرتا رہا۔ اس مرکز کے مطابق سونامی کی طوفانی دیوار کی اونچائی بحر الکاہل کے بیشتر جزائر کی سطح کی بلندی سے زیادہ تھی۔

خلافِ معمول زیادہ نقصانات

مرکزِ زلزلہ و سونامی کے قریب واقع جاپان کے شمال مشرقی شہروں کی بندرگاہیں، ہوائی اڈّے اور صنعتیں بری طرح تباہی کا شکار ہوئیں۔ زرعی فارم، کھیت کھلیان سب کچھ زیرِ آب آگیا۔ صرف زیرِ آب ہی نہیں آیا بلکہ سونامی کی لہر کے آگے خس و خاشاک کی طرح بہہ گیا۔ اسی طرح نیکو شیما اور اوناہاما شہروں کے علاقے میں کاریں، کشتیاں، ٹرک، بسیں وغیرہ ان لہروں کے رحم و کرم پر تنکوں کی طرح الٹتے پلٹتے ان کا حِصّہ بنے بہہ گئیں۔ نیڈائی اور کاریٹا کے ایئرپورٹس بند ہوگئے۔ موت کو گلے لگانے والے اور زندگی کے لئے ہاتھ پاؤں مارتے زخمی انسان لقمۂ اجل بن گئے۔ تمام جانور، چھوٹی بڑی گاڑیاں، چھوٹے بحری و ہوائی جہاز، کوڑا کرکٹ، یہاں تک کہ پوری کی پوری عمارات، الغرض رستے میں آنے والی ہر چیز کو سونامی کی غضب ناک لہریں اپنے ساتھ بہا کر لے گئیں۔ بجائے خود

زلزلے سے اتنا جانی و مالی نقصان نہ ہوا تھا جتنا کہ سونامی طوفان نے کر دیا۔ تباہی کی اصل داستان تو ایک گھنٹے سے بھی کم وقت میں جاپان کے مشرقی ساحلی علاقوں کو ڈبو کر رکھ دینے والی سونامی نے رقم کی۔ ہر چیز کو، انسان سمیت انفراسٹرکچر کو ملیامیٹ کرنے والا سونامی طوفان چند منٹوں میں سب کچھ ہڑپ کر گیا۔ ایسا "آبی عفریّت" اس سے پہلے کسی نے دیکھا نہ تھا۔

سینڈائی اور کناگاشیما میں سونامی کی لہریں سمندر کی طرف بہنے والے دریائوں تک پہنچیں تو دریا الٹے بہائو پر بہنے لگے۔ اس طرح سمندر کا کھاری پانی اور دریا کا تازہ پانی مل کر ایک ایسی منہ زور آبی قوّت میں ڈھل گئے کہ جس کے سامنے "انتہائی ترقّی یافتہ" انسان بے بسی کی تصویر بن گیا۔ سونامی کے منہ زور پانی سے آنے والی تباہی کا سلسلہ یہیں ختم نہ ہوا۔ زلزلے سے صوبہ فوکوشیما کے ایک دریا پر بنا ڈیم ٹوٹ گیا۔ ڈیم میں ذخیرہ شدہ پانی سیلاب کی صورت بہہ نکلا اور راستے میں آنے والی آبادیوں، گھروں اور فصلوں کو اپنے ساتھ بہا کر لے گیا۔ سڑکیں اور ریلوے لائنیں تک اس میں بہہ گئیں۔ سونامی کے بعد ساحلی علاقوں سے بہہ کر آیا ہوا ہر قسم کا ساز و سامان، آلات، کاریں، چھوٹے بڑے جہاز وغیرہ خشکی پر بکھرے پڑے تھے۔ ان لہروں نے ساحل سے خشکی پر دس کلو میٹر دور تک مار کیا۔

سونامی طوفان کی لہروں سے زیادہ نقصان ہونے کی کئی وجوہات ہیں۔ ہم جانتے ہیں کہ عام سمندری لہریں آتی ہیں، ساحل سے ٹکرانے پر بلند ہوتی ہیں اور دیکھتے ہی دیکھتے بکھر جاتی ہیں۔ مگر سونامی کی لہر، ساحل پر پہنچنے کے بعد مسلسل آتی رہتی ہے اور کافی دیر تک آتی ہی رہتی ہے۔ اس کے ساتھ ہی یہ بلند بھی ہوتی جاتی ہے۔ ساحلی علاقوں سے بلند، حفاظتی

سمندری دیواروں سے بلند اور خشکی پر پہنچنے کے بعد مزید بلند۔ اسی طرح یہ لہر ٹوٹتی ہے اور نہ بکھرتی۔ لہٰذا اپنے سامنے آنے والی ہر چیز کو بہا کے لے جاتی ہے۔

کئی ہزار جزیروں پر مشتمل ہونے کی وجہ سے جاپان کے جزائر کے ساحلی علاقوں کی طبعی شکل و ساخت بھی زیادہ تباہی کا سبب بنی۔ کٹے پھٹے ساحلوں اور بے شمار چھوٹی چھوٹی خلیجوں کی وجہ سے سونامی کی بلندی میں غیر معمولی اضافہ ہوا اور زیادہ نقصانات کا باعث بنا۔ سب سے زیادہ نقصان صوبہ میاگی کے علاقے میں ہوا۔ خلافِ معمول زیادہ نقصان کی ایک اور وجہ جاپان کے پہاڑی سلسلے ہیں، جو اس ملک کے وسط میں جنوب سے شمال کی طرف پھیلے ہوئے ہیں۔ ان کی دونوں اطراف یعنی مشرق اور مغرب میں ڈھلان کا رُخ سمندروں کی طرف ہے (باب.15: جاپان: زلزلوں کی سرزمین)۔ اس وجہ سے جاپان کے ساحلی علاقے خلافِ معمول زیادہ نشیب میں واقع ہیں۔ جزیروں کا مجموعہ ہونے کی بنا پر جاپان کے مشرقی ساحلی علاقے بہت زیادہ بل کھاتے ہوئے اور کٹے پھٹے ہیں۔ اس طرف کے ساحل کی لمبائی 3500 کلو میٹر ہے۔ تاہم چاروں طرف سے سمندروں میں گھرا ہونے کی وجہ سے جاپان کے ارد گرد تمام ساحلوں کی کل لمبائی 29,751 کلو میٹر ہے۔

زلزلے اور سونامی کے بعد لاکھوں لوگ بجلی، پانی، روشنی اور زندگی کی دوسری لازمی سہولتوں سے محروم ہوگئے۔ ایک اندازے کے مطابق شمال مشرقی جاپان میں 44 لاکھ گھروں میں بجلی اور 14 لاکھ گھروں میں پانی دستیاب نہ تھا۔ دارالحکومت ٹوکیو اور گرد و نواح کے علاقے میں 40 لاکھ گھروں میں بجلی کٹ گئی۔ بے شمار برقی جنریٹر فیل ہوگئے، جبکہ جوہری بجلی گھروں کے بحران کی وجہ سے پھیلنے والی تابکاری کے فوری اور طویل مدّتی

مہلک اثرات سے پہنچنے والے نقصان کا اندازہ لگانا بجائے خود بہت مشکل ہے۔ تاہم زلزلہ وسونامی کے سبب ہونے والے ہر نوع کے نقصانات کا ابتدائی اندازہ ایک سو کھرب ڈالر سے متجاوز تھا۔

سونامی بجانب مغرب

مشرق کی طرف قریبی جاپانی ساحلوں سے ٹکرانے کے علاوہ بحرالکاہل میں سونامی کا رخ مغرب کی جانب بھی ویسی ہی تندی اور تیزی کے ساتھ ہوا۔ البتہ اس طرف یہ طوفان ایک وسیع و عریض سمندر کو عبور تا ہوا، جزائر ہوائی سے ٹکراتا، امریکائوں (شمالی اور جنوبی امریکا) کے مغربی ساحلوں یعنی الاسکا سے پیٹاگونیا(Patagonia)تک جا پہنچا۔ ان علاقوں میں نقصان کی شرح کم رہی، کیونکہ یہاں تک پہنچتے پہنچتے سونامی لہر کی بلندی صرف ایک سے دو میٹر تک رہ گئی تھی۔ البتہ شمالی کیلی فورنیا اور جنوبی اوریگان کے ساحلوں کے طبعی خدوخال کی وجہ سے اس لہر کی بلندی میں اضافہ ہوا۔ نتیجتاً ان علاقوں میں نقصان قدرے زیادہ ہوا۔ سات ہزار کلومیٹر کی سمندری مسافت طے کرنے کے بعد بھی کیلی فورنیا پہنچنے والی سونامی کی لہر 2.5 میٹر بلند تھی۔ اس کے ساحل سے ٹکرانے کے بعد 35 کشتیاں اور بجرے الٹنے پلٹنے اور آپس میں ٹکرانے سے بری طرح ٹوٹ پھوٹ گئے۔ یہاں مختلف گودیوں میں ہونے والے نقصان کا تخمینہ 20 لاکھ ڈالر لگایا گیا۔ جہاں تک کینیڈا اور امریکا وغیرہ کے مغربی ساحلوں کو سونامی سے درپیش خطرات کا تعلّق ہے تو بحرالکاہل کے دوسرے کنارے سے یعنی جاپان اور فلپائن کی طرف سے اٹھنے والے سونامی طوفان سے یہ علاقے کسی بڑے خطرے کی زد میں نہیں آتے۔

طوفان، زلزلے، سونامی سب ہماری زمین کے لازمی طبعی وٹیکٹانی مظاہر ہیں۔ انسان کرۂ ارض کے قدرتی حسن اور ماحول کی پرواہ نہیں کرتا، اسے برقرار رکھنے کی سعی نہیں کرتا اور نہ اس میں پوشیدہ قدرتی طاقتوں سے وابستہ متوقّع نقصانات کا خیال کرتا ہے۔ انسان صرف اس وقت اس سیّارے کے غیض وغضب کے بارے میں سنجیدہ ہوتا ہے کہ جب اسے اس کے قدرتی مظاہر میں پنہاں منہ زور قوّتوں کا تجربہ ہوتا ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ زمین ایک زندہ سیّارہ ہے اور اس کے قدرتی مظاہر میں دل دہلا دینے والے زلزلے، خوف ناک سمندری طوفان، آتش فشاں، لاوے کے سیلاب اور طوفان بادوباراں سب شامل ہیں۔ اس ''زندہ سیّارہ'' کے باسی، انسان کو چاہئے کہ اس کے ساتھ نباہ کرنا سیکھے اور انفرادی اور اجتماعی سطح پر کوئی ایسا عمل انجام نہ دے جو آخر کار خود اس کی تباہی کا باعث بنے۔

باب 17

جوہری بجلی گھر، زلزلے اور سونامی

اللہ تعالیٰ نے عالمِ انسانیت کو بروقت آگاہ کرنے کے لئے کہ، جوہری بجلی گھر ایک بہت بڑا خطرہ ہیں، جاپان کے 11

اخراج ایک دم بہت خطرناک حد تک بڑھ گیا۔ اس باب میں زلزلوں اور سونامی کی وجہ سے دنیا بھر میں جوہری بجلی گھروں کو درپیش خطرات اور مہلک تابکاری کے اخراج کے حوالے سے سنجیدہ غور و فکر کے لئے اہم نکات پر بحث کی جائے گی۔

آسٹریلیا کے سائزمالوجی ریسرچ سینٹر کے سائنسدانوں کے مطابق ریکٹر سکیل پر کم از کم 8.55 درجے کا زلزلہ واقع ہو تو سمندر میں وسیع پیمانے پر سونامی کا طوفان آسکتا ہے۔ جبکہ زلزلۂ جاپان 2011ء کا درجہ 9.00 تھا۔ اس کے نتیجے میں ایک بہت بڑا سونامی طوفان برپا ہوا کہ جس نے سرزمینِ جاپان کے ساحلی علاقوں کو بری طرح روند ڈالا۔

اس خوفناک سونامی طوفان کی وجہ سے جاپان کے ساحلی علاقوں میں تباہی و بربادی اپنی جگہ بہت خوفناک تھی کہ اس پر مستزاد، فوکوشیما کے نیوکلیائی پاور پلانٹ میں خرابی ایک نئی ہلاکت خیزی کا نقطۂ آغاز بن گئی۔ واضح رہے کہ نیوکلیائی تعامل کے دوران بے پناہ حرارت کے اخراج کے باعث زیرِ استعمال یورینیم کی سلاخیں (Rods) گرم ہو کر پگھل سکتی ہیں، جس کا نتیجہ دھماکوں کی صورت میں نکلتا ہے۔ لہٰذا کسی بڑی تباہی سے بچنے کے لئے حفظِ ماتقدّم کے طور پر ان سلاخوں کو کسی خرابی، کوتاہی اور غلطی سے پاک کولنگ سسٹم کے ذریعے ٹھنڈا رکھنا بہت ضروری ہوتا ہے۔

المیہ کا جنم

سونامی طوفان کے سبب آناً فاناً ساحلی علاقے سمندری پانی میں ڈوب گئے۔ طوفانی صورتِ حال میں تیزی کے ساتھ رونما ہونے والے حالات میں جوہری پلانٹ کا عملہ بھی اپنی جانیں بچانے کے لئے پریشان ہوا۔ پلانٹ کو بجلی کی فراہمی منقطع ہوگئی اور پلانٹ کا

کولنگ سسٹم مکمّل طور پر تباہ ہو گیا۔ لہٰذا یومِ زلزلہ یعنی جمعہ کے روز درجہ حرارت میں اضافہ ہونے پر اس بجلی گھر کے ری ایکٹر نمبر 1 میں دھماکہ ہوا۔ تین دن بعد یعنی سوموار کو ری ایکٹر نمبر 3 میں دھماکہ ہوا۔ جس کے نتیجے میں گیارہ افراد زخمی ہوئے اور پوری عمارت تباہ ہو گئی۔ اس دھماکے کی شدّت کا اندازہ اس بات سے کریں کہ اس کی آواز 35 کلو میٹر دور تک سنی گئی۔ کولنگ سسٹم کی خرابی کا لابدی نتیجہ تابکاری کے اخراج کی صورت میں نکلتا ہے۔ ان واقعات میں بھی یہی ہوا، جس کے سبب لاکھوں افراد کے متاثّر ہونے کا خدشہ زور پکڑ گیا۔ اس ناگہانی صورت حال کے بارے میں اقوامِ متحدّہ کے نگران ادارے، بین الاقوامی ایجنسی برائے ایٹمی توانائی (IAEA) کے سربراہ یوکیا امانو نے نہایت درست عکاسی کرتے ہوئے کہا کہ بلند درجہ حرارت پر پہنچ کر پگھلنے کے قریب یورینیم راڈز بچانے کے لئے کولنگ کی بحالی کا عمل یعنی اس جوہری بجلی گھر کو سنبھالنے کا عمل وقت کے خلاف دوڑ ہے اور ہوا بھی یہی کہ اس جوہری پلانٹ کے علاقے میں مہلک تابکاری کے اخراج کو نہ روکا جا سکا۔ جبکہ فوکوشیما کے ڈائچی جوہری بجلی گھر میں زلزلے اور سونامی کے نتیجے میں پیدا ہونے والے بحران سے نمٹنے کے لئے 300 اعلیٰ تربیت یافتہ انجینئرز (جن میں 12 پاکستانی بھی شامل تھے) 24 گھنٹے مصروف رہے۔ اس ماہر افرادی قوّت نے تابکاری کے اخراج والے زون میں اپنی جان ہتھیلی پر رکھ کر اپنے فرائض انجام دیئے۔ زلزلہ و سونامی اور پھر ایک بہت بڑے سمندر بحر الکاہل کی قربت اور موجودگی، وسیع علاقے میں سونامی کے طوفانی پانی کے پھیلائو اور اس پر بارش کا ہو جانا اس سب کچھ کے مجموعی اثرات سے فوکوشیما کے علاقے میں آبی بخارات اور نمی کا تناسب ایک دم کافی بڑھ گیا۔ یہ بخارات تابکار ذرّات کے وسیع پیمانے پر پھیلائو کا باعث بنے اور کرۂ ارض کی

سطح کے تقریباً نصف پر پھیل گئے۔ علاوہ ازیں پہلا کولنگ سسٹم خراب ہونے کے بعد ہنگامی بنیادوں پر تیزی سے گرم ہوتے ہوئے ری ایکٹروں کو سمندری پانی استعمال کر کے ٹھنڈا کرنے کی کوشش کی گئی۔ نتیجتاً پلانٹ سے تابکار مادے لیک ہو کر سمندری پانی میں شامل ہوگئے اور اسے بھی آلودہ کر دیا۔ یوں تابکاری سے آلودہ پانی کی ایک بڑی مقدار واپس سمندر میں شامل ہو گئی۔ یہ آلودہ پانی اس جوہری بجلی گھر کے ارد گرد سمندر میں سینکڑوں کلو میٹر کے علاقے میں پھیل گیا۔ اس صورت حال کے پیدا ہونے پر ماہرینِ تابکاری نے خبر دار کیا کہ اس پلانٹ کے گرد 75 کلو میٹر کے دائرے میں واقع علاقے آئندہ ایک ہزار برس کے لئے انسانی زندگی کے بسیرے کے لئے موزوں نہیں رہے۔

زلزلہ و سونامی اور پھر تابکاری کے ایک دم اخراج کے بعد جاپان کی فضا میں نمی اور آبی بخارات میں اضافے کی وجہ سے بننے والے بادل دوسرے بہت سے ممالک کے علاوہ پاکستان بھی پہنچے۔ پاکستان کے جوہری توانائی کے ادارے کے مطابق یہ بادل یکم اپریل 2011ء کو پہنچے اور پھر برسے بھی۔ ان بادلوں سے برسی بارش کا یہ پانی انسانی صحت کے لئے نہایت مضرّ اور پر خطر ہوتا ہے۔ ماہرین نے متعلقہ اداروں کو بروقت توّجہ دلائی کہ متاثّرہ علاقوں میں خطرے سے آگاہی کا انتظام کیا جائے اور حفاظتی اقدامات فوراً انجام دیئے جائیں۔

فوکوشیما جوہری بجلی گھر سے پانچ ماہ گزرنے کے بعد بھی تابکاری خارج ہو رہی تھی۔ اس پلانٹ کے ارد گرد 20 کلو میٹر کے دائرے میں رہنے والے تقریباً 80 ہزار افراد کو ان کے گھروں سے دوسری جگہ منتقل کر دیا گیا۔ خاص طور پر اس علاقے کے کسان اور کاروباری لوگ بہت متاثّر ہوئے۔ زلزلہ و سونامی 2011ء کے بعد جاپان کے دو تہائی

جوہری بجلی گھر کام نہیں کر رہے تھے، جس کی وجہ سے بجلی کا بحران بھی پیدا ہو گیا۔

سورج مکھّی اور تابکاری

تباہ حال فوکوشیما کے علاقے میں تابکاری کے خاتمے کے لئے دھان کے کھیتوں میں 80 لاکھ سورج مکھّی کے پودے اگائے گئے۔ یاد رہے کہ 1986ء میں چرنوبل کے جوہری بحران کے بعد بھی تابکاری سے بچنے کے لئے ایسا کیا گیا تھا۔ سورج مکھّی کے پھول میں اللہ تعالیٰ نے یہ خاصیّت رکھی ہے کہ وہ تابکار شعاعوں کو جذب کر لیتا ہے۔

تشویش کی لہر

اِس زلزلہ و سونامی کی بدولت ہونے والے جاپان کے جوہری بجلی گھر کے انجام پر دنیا بھر میں تشویش کی لہر دوڑ گئی۔ اس حادثے کے بعد تمام ممالک، جن میں یہ بجلی گھر قائم ہیں یا قائم کئے جا رہے ہیں، اپنی قومی جوہری توانائی کی پالیسی کو از سر نو ترتیب دینے پر مجبور ہو گئے۔ اسی طرح دنیا بھر میں تمام ممالک نے اپنے اپنے جوہر بجلی گھروں کے حفاظتی اقدامات اور کسی ہنگامی صورتحال سے نمٹنے کی پیشگی تیّاری کا از سرِ نو کڑا جائزہ لیا۔ حکومتِ جاپان نے بطورِ خاص اس ملکی بحران کے بعد جوہری توانائی کے بارے میں بڑے اہم فیصلے کئے۔

اس جوہری حادثے اور بحران کے صرف دس دن کے بعد امریکہ میں جوہری بجلی گھروں کا انتظام و انصرام کرنے والے اداروں نے کافی غور و خوض کے بعد اعلان کیا کہ نیویارک کے قریب دریائے ہڈسن کے کنارے قائم جوہری بجلی گھر کو کسی اور موزوں جگہ پر منتقل کیا جائے گا۔ واضح رہے کہ جاپان کی طرح پیش آنے والے ایسے کسی حادثے کی صورت

میں اس پاور پلانٹ کے ارد گرد 70 کلو میٹر کے دائرے میں نیویارک شہر سمیت بسنے والے دو کروڑ اسّی لاکھ نفوس کی زندگیاں سخت خطرے میں پڑ جائیں گی۔ تابکار مادوں سے جنم لینے والی پیچیدہ اور نسل در نسل اپاہج اور معذور کرنے والی بیماریاں علاوہ ازیں ہیں۔

جاپان کے جوہری بحران کے نتیجے میں انسانی جانوں کو لاحق خطرات سامنے آنے کے بعد چینی حکومت نے بھی تمام چالو 13 جوہری ایٹمی پلانٹس کے حفاظتی اقدامات کا نئے سرے سے کڑا جائزہ لینے کا حکم جاری کیا اور ساتھ ہی نئے جوہری بجلی گھروں کی تعمیر کی منظوری معطّل کر دی۔ اس طرح سوئٹزر لینڈ کی حکومت نے بھی تین نئے جوہری بجلی گھروں کی تعمیر کی منظوری فی الفور معطل کر دی۔

اسی رو میں یکم جون 2011ء کو بھارتی وزیر اعظم نے اعلیٰ سطحی اجلاس میں اپنے جوہری پلانٹس کے حفاظتی انتظامات کے تفصیلی جائزے کا حکم دیا اور کسی بھی ہنگامی صورتحال سے نمٹنے کے لئے غلطی سے مبرّا اقدامات کرنے پر زور دیا۔ جاپانی بحران کے بعد بھارت میں عوامی سطح پر جوہری پلانٹس کے خلاف احتجاج بھی کیا گیا۔ بطور خاص ممبئی سے کچھ فاصلے پر جیتاپور جوہری پلانٹ کی تعمیر کے خلاف تین سال سے جاری احتجاج میں یک دم تیزی آگئی۔ یاد رہے کہ بھارت کے شہر بھوپال میں انتظامی غیر ذمّہ داری کے سبب زہریلی گیسوں کے اخراج کا واقعہ پیش آیا تھا، جس میں ہزاروں افراد مہلک بیماریوں کا شکار ہو گئے تھے۔ اسی بناء پر بھارت کے عام شہری مہلک آلودگیوں کے اثرات سے سخت خوفزدہ رہتے ہیں اور شدید احتجاج کرتے رہتے ہیں، مگر بے حس حکومتوں کے کانوں پر جوں تک نہیں رینگتی۔ بھارتی باشندوں کی طرح تائیوان میں بھی 20 مارچ 2011ء کو دو

ہزار سے زیادہ افراد نے زبردست احتجاجی جلوس نکالا اور مقامی جوہری بجلی گھر کی تعمیر فوری طور پر بند کرنے کا مطالبہ کیا۔

جاپان میں جوہری بحران سے کما حقہ 'عہدہ برآ نہ ہونے کی بنا پر جاپانی وزیر اعظم کے خلاف اپوزیشن نے تحریک عدم اعتماد پیش کی، جو اگرچہ بھاری اکثریّت سے مسترد کر دی گئی۔ تاہم جوہری بحران کی ذرا گرد بیٹھی تو اگست میں جاپانی وزیر اعظم نے ذمّہ داری قبول کرتے ہوئے استعفیٰ دے دیا۔ چھ ماہ کا عرصہ بیت جانے کے بعد بھی جاپان میں احتجاج جاری تھا۔ ستمبر 2011ء میں جوہری توانائی کے استعمال کے خلاف ٹوکیو اور دوسرے بڑے شہروں میں کئے گئے مظاہروں میں ہزاروں جاپانی شریک ہوئے تھے۔ احتجاج کی شدّت کا اندازہ کیجئے کہ چار مظاہرین نے وزارتِ توانائی کے سامنے دس روزہ بھوک ہڑتال کا اعلان کیا۔

خدشات سے بھری جوہری توانائی کے اسی پہلو کو سامنے رکھتے ہوئے برطانیہ کے نائب وزیر اعظم نے اپریل 2011ء کے پہلے ہفتے میں بجا طور پر واضح کیا کہ زرِ کثیر صرف کر کے جوہری پلانٹس نصب کرنے اور پھر ان کے حفاظتی اقدامات کرنے کے باوجود تابکاری کے اخراجات سے منسلک مہلک خطرات کے امکان کا موجود رہنا، جوہری بجلی گھروں کے مستقبل پر ایک سوالیہ نشان ہے۔

ویانا میں اقوامِ متحدّہ کے جوہری توانائی کے نگران ادارے "بین الاقوامی ایٹمی توانائی ایجنسی" (IAEA) کے جون 2011ء کے تیسرے ہفتے میں منعقدہ پانچ روزہ اجلاس میں زور دیا گیا کہ جوہری تنصیبات کے مزید تحفّظ کے حوالے سے عالمی اور مقامی سطح پر اقدامات کرنے کی اشد ضرورت ہے۔ اس ادارے کے سربراہ نے اعتراف کیا کہ جاپانی

بحران سے جوہری توانائی کے حصول کے ضمن میں عوام اور خواص کا اعتماد بری طرح مجروح ہوا ہے۔ اس اجلاس میں 150 ممالک کے مندوبین نے شرکت کی تھی۔ قومی اور ملکی خود مختاری کے ایشو پر مندوبین میں شدید اختلافات پائے گئے اور جوہری پلانٹس کی نگرانی کے لئے کسی بھی عالمی ادارے کے رول کو بالادست ممالک کی دھونس کے روپ میں دیکھا گیا۔ لہٰذا بآسانی باور کیا جاسکتا ہے کہ اس عدمِ اعتماد کی صورتِ حال اور متنازعہ پس منظر میں جوہری بجلی گھروں کا کماحقہٗ تحفّظ کبھی ممکن نہ ہوسکے گا۔ سو جدید دور کے انسان کے سر پر منڈلاتے تابکاری سے وابستہ خطرات جوں کے توں باقی رہیں گے۔

جون 2011ء کے پہلے ہفتے میں ماسکو میں جوہری بجلی کے موضوع پر ایک سہ روزہ بین الاقوامی کانفرنس منعقد ہوئی۔ جس کا بڑا مقصد جاپانی جوہری بحران کے پس منظر میں نیوکلیائی توانائی کا دفاع کرنا تھا۔ روس کی اسٹیٹ نیوکلیئر ایجنسی کے سربراہ نے دفاعی انداز اختیار کرتے ہوئے کہا کہ کم از کم آئندہ دس برس تک عالمی معیشت کی ترقّی اور نشوونما کے لئے جوہری توانائی کا استعمال انتہائی اہم رہے گا۔ یہ توانائی عالمی ترقّیات کا ہراول دستہ ہے اور سہولتوں سے آراستہ زندگی گزارنے کے لئے یہ ایک لازمی عنصر ہے۔ روسی وزیراعظم نے اپنی نیوکلیئر انڈسٹری کے زوال کے خدشے کے پیشِ نظر جاپان کے بحران کے چار روز بعد حکم جاری کیا کہ ملک کے اٹامک انرجی سیکٹر کا فوری اور کڑا جائزہ لیا جائے اور حالیہ صورتحال اور مستقبل میں بروئے کار لائے جانے والے منصوبوں کا ایک بار پھر بھرپور تجزیہ کیا جائے۔ کہا گیا کہ ہمارے جوہری پلانٹس فالٹ لائنوں پر تعمیر نہیں کئے گئے اور آئندہ بھی ہم اس کا خیال رکھیں گے۔ یاد رہے کہ روس دنیا بھر میں نیوکلیئر انرجی کا سب سے بڑا پروڈیوسر ہے۔ یہ ملک بیرونی ممالک میں بھی جوہری پلانٹس تعمیر کرتا

ہے۔ 2011ء میں بھی روس بھارت،بلغاریہ اور ایران میں ان پلانٹس کی تعمیر میں مصروفِ عمل تھا۔ بہرحال جاپانی بحران نے روسی قیادت کے لئے بھی نیوکلیر انڈسٹری کو ایک سوالیہ نشان بنا دیا۔ یاد رہے کہ 1986ء میں چرنوبل (یوکرائن) کا تابکاری سانحہ پیش آیا تھا، جس میں سابق سوویت یونین کے وسیع علاقے تابکاری جیسی مہلک آلودگی کا شکار ہو گئے تھے۔ تابکاری سے پھیلنے والی موروثی بیماریاں اب دوسری نسل میں منتقل ہو رہی ہیں۔

پاکستان کے جوہری بجلی گھر

پاکستان میں چشمہ (صوبہ خیبرپی کے)،خوشاب، کہوٹہ (پنجاب)اور پنس ٹیک (PINSTEC) اسلام آباد میں واقع جوہری پلانٹس زلزلوں کے زون میں واقع ہیں۔ لہٰذا کسی بھی وقت مہلک خطرات کا باعث بن سکتے ہیں۔ یہی صورتحال کینپ (KANUP) کراچی کی ہے۔ جوہری بجلی گھروں سے منسلک بڑے خطرات کے پیشِ نظر پاکستان میں بھی اس حوالے سے جائزے اور نظرثانی کی ضرورت ہے۔ کیونکہ خدانخواستہ کسی حادثے کی صورت میں وسیع پیمانے پر نقصانات کا قوی اندیشہ ہے، مثلاً دریائے سندھ کے کنارے واقع چشمہ پاور پلانٹ کے ایٹمی ری ایکٹروں میں سے کسی ایک کو بھی حادثہ پیش آتا ہے تو انسانوں، مویشیوں، باغات اور فصلوں کو بہت بڑے پیمانے پر تابکار شعاعوں کے اثرات سے گزند پہنچنے کا امکان موجود رہے گا۔ اس لئے کہ دریائے سندھ کا پانی آب نوشی اور آبپاشی دونوں کے لئے استعمال کیا جاتا ہے۔ دیکھنا یہ ہے کہ اس ذریعۂ توانائی کے ساتھ وابستہ مہلک تابکاری کے پھیلاؤ کی وجہ سے انسانی صحت اور جان کو

لاگو خطرات کے مقابلے میں اس کے ذریعے بجلی کا حصول کس قدر فائدہ مند ہے؟
بعض سائنسدان ایک اور رکاوٹ کی نشاندہی بھی کرتے ہیں۔ ان کے مطابق بھارت او ربعض دوسرے ممالک کی سویلین جوہری ٹیکنالوجی ان کی دفاعی جوہری ٹیکنالوجی کے ساتھ جڑی ہوئی ہے۔ ایسے میں حفاظتی اقدامات کے جائزے کے لئے بین الاقوامی معائنہ کاروں کے معائنے اور مداخلت کو پسند نہیں کیا جاتا۔ یوں مقامی دفاعی حکمتِ عملی کی وجہ سے جوہری پلانٹس کے یقینی تحفّظ کا معاملہ کھٹائی میں پڑ جاتا ہے۔ ان سائنس دانوں کے نزدیک اصل مسئلہ جوہری ری ایکٹر کا ڈیزائن نہیں بلکہ ان کی جگہ کا انتخاب ہے۔ ہو سکتا ہے کہ چند ایک جوہری پلانٹس فالٹ لائنوں سے دور ہوں۔ تاہم اکثریّت کی تعمیر و تنصیب دنیا بھر میں خطرے کے نشان والے زلزلاتی علاقوں میں کی گئی ہے۔ دراصل ہماری زمین کا کوئی خطّہ یا علاقہ ایسا نہیں جہاں فالٹس نہ ہوں۔

امریکی نیوکلیئر پاور پلانٹس

دریائے ہڈسن کے قرب وجوار میں واقع امریکی پاور پلانٹ بھی دو فالٹس کے قریب تعمیر کیا گیا ہے اور یہ پلانٹ صرف 6 درجے کے زلزلے کو سہار سکتا ہے۔ فالٹس کا یہ جوڑا بحرالکاہل کے آتشیں حلقہ کے مشرقی کنارے کے ساتھ پھیلتا چلا گیا ہے۔ ان میں ایک فالٹ تو زلزلوں کے حوالے سے بہت مشہور ہے۔ یہ فالٹ پورے کیلیفورنیا کی لمبائی کے برابر طویل ہے اور خشکی پر شمالاً جنوباً پھیلا ہوا ہے۔ اس کا نام سان اینڈریاس (San Andreas) فالٹ ہے۔ ماضی میں یہ حد درجہ تباہ کن زلزلوں کا باعث رہا ہے۔ جبکہ دوسرا فالٹ ایک میگا تھرسٹ ہے اور بحرالکاہل کے اندر ساحل کے قریب واقع ہے۔

اسے کیس کیڈیا(Cascadia) سبڈکشن زون کہتے ہیں۔ یہ سمندری میگا تھرسٹ پہلے فالٹ کے مقابلے میں کہیں زیادہ خطرناک ہے۔ اس میگا تھرسٹ پر برپا ہونے والا زلزلہ وینکوور، پورٹ لینڈ اور سیٹل سمیت تمام ساحلی شہروں کو تباہ کر کے رکھ دے گا۔ اور یگان کے ماہرینِ علومِ ارضی کے بقول اس میگا تھرسٹ پر ارضیاتی حقائق کی روشنی میں زلزلوں کا باقاعدگی سے واقع ہونا ایک لازمی امر ہے۔ ایک سائنسی مطالعہ کے مطابق اس فالٹ پر اوسطاً 240 برسوں کے بعد ایک تباہ کن زلزلہ آتا ہے۔ جبکہ گزشتہ 310 سال سے کوئی بڑا زلزلہ نہیں آیا۔ لہٰذا مستقبلِ قریب میں ایک بہت بڑے زلزلے کا قوی امکان موجود ہے۔ سو آنے والے برسوں میں کسی بھی وقت امریکہ کی مغربی ریاستیں ایک بڑے خطرے کی زد میں آسکتی ہیں۔ ان میں بہت ساری ساحلی آبادیوں کا یہ مسئلہ بھی ہے کہ یہ وسیع و عریض ہموار میدانوں میں واقع ہیں۔ لہٰذا کسی سونامی طوفان کے آنے کی صورت میں یہاں فوری پناہ کے لئے بلند مقامات بھی میّسر نہ ہوں گے۔

اسی طرح واشنگٹن کے ہین فورڈ(Hanford) نیوکلیر پاور پلانٹ میں پانچ کروڑ 30 لاکھ گیلن نیوکلیائی فضلہ موجود ہے۔ اس پلانٹ کے علاقے کے بارے میں باور کیا جاتا ہے کہ یہ امریکہ کا سب سے زیادہ تابکاری سے آلودہ مقام ہے۔ اس صورتحال پر امریکی ماہرین موقع بہ موقع برملا اظہار کرتے رہتے ہیں۔ مزید تشویش کی بات یہ ہے کہ یہ ماہرین کسی ہنگامی صورتحال کا سامنا کرنے کے لئے بالکل تیّار نہیں ہیں۔ اہلِ جاپان کی زبردست تیّاری اور ہنگامی بندوبست کے لحاظ سے دیکھا جائے تو دنیا کے کئی ممالک جاپان کے مقابلے میں کسی شمار و قطار میں نہیں۔ اس کے باوجود ساری دنیا نے دیکھا کہ وہاں کس قدر تباہی مچی۔ ان ماہرین کے مطابق ہم زبردست مخمصے کا شکار ہیں کہ امریکہ کے متعلّقہ اداروں کو

یہ کیسے باور کرائیں کہ دنیا کے خونخوار بحرِ ذخّار، بحر الکاہل کے شمال مغربی ساحل پر کتنا بڑا خطرہ انسانی آبادیوں کو دبوچنے والا ہے۔

مغربی ساحلی علاقے تو رہے ایک طرف، معمول کے بالکل خلاف امریکا کے مشرقی ساحل پر ورجینیا کے علاقے میں 23 اگست 2011ء کو ایک بج کر اکیاون منٹ (دوپہر) پر 5.8 درجے کا زلزلہ آیا۔ اس کا مرکز زیرِ زمین صرف چھ کلو میٹر کی گہرائی میں تھا۔ واشنگٹن سے اس کا فاصلہ جنوب مغرب کی سمت میں 134 کلو میٹر تھا۔ زیرِ زمین کسی زلزلے کے مرکز کا نہایت کم گہرائی میں ہونے کا مطلب جھٹکوں کی طاقت اور شدّت میں اضافہ ہوتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ درمیانے درجے کے اس زلزلے پر بھی پورا واشنگٹن لرزتا رہا، بلکہ نیویارک سٹی تک اس کے جھٹکے محسوس کئے گئے۔ نتیجتاً دو جوہری بجلی گھر بند کرنا پڑے ۔جبکہ شمالی اینا (Anna) جوہری بجلی گھر میں یورینیم کی سلاخوں کو ٹھنڈا رکھنے کے لئے جنریٹر چلانا پڑے۔ اس پلانٹ سے 1806 میگاواٹ بجلی پیدا کی جارہی ہے۔ امریکا کے مشرقی ساحل پر اگست 2011ء میں آنے والے اس زلزلے نے ریاست ورجینیا میں قائم مذکورہ بالا جوہری پاور پلانٹ کو بڑی شدّت کے ساتھ ہلا کر رکھ دیا تھا۔ اس جوہری پلانٹ کے ڈیزائن میں رکھے گئے زلزلے کے تحفّظ کے درجے سے زیادہ بڑے زلزلے کے جھٹکوں نے اسے جھنجھوڑ کر رکھ دیا۔ یہ پلانٹ زلزلے کے مرکز سے صرف 17 کلو میٹر کے فاصلے پر واقع تھا۔ یہ امر نوٹ کرنے کے قابل ہے کہ امریکا میں یہ واقعہ اپنی نوعیّت کا پہلا واقعہ ہے، جس میں کسی جوہری پلانٹ کو نقصان پہنچا۔ جیالوجیکل سروے آف امریکا کے ماہرینِ ارضیات کے مطابق 1875ء کے بعد برپا ہونے والا یہ سب سے بڑا زلزلہ تھا۔ جبکہ یونیورسٹی آف کیلیفورنیا کے ماہرینِ علومِ ارضی کی رائے ہے کہ مزید

بڑا زلزلہ آنے کے امکان کو رد نہیں کیا جاسکتا۔ امریکہ کے نیوکلیئر ریگولیٹری کمیشن نے زیرِ تذکرہ زلزلے کو نہایت غیر معمولی نوعیّت کا زلزلہ قرار دیا۔ گویا دنیا کے سب سے زیادہ ترقی یافتہ ملک کے مغربی اور مشرقی ساحلوں پر قائم جوہری بجلی گھر بھی خطرے کی زد میں ہیں۔

''صاف ستھری توانائی''

1986ء میں سابق سووین یونین میں چرنوبل کا نیوکلیائی حادثہ پیش آیا تھا۔ اس کے بعد ربع صدی جوہری توانائی کی پیداوار کے حوالے سے بظاہر ''مکمّل خیریّت'' سے گزر گئی۔ یہ صورتحال جوہری توانائی کی صنعت کے لئے خوش کن تھی۔ سو جوہری توانائی کو ''صاف ستھری'' اور محفوظ توانائی کے طور پر پیش کیا جانے لگا۔ ایسا صرف بظاہر تھا۔ 2011ء کے جاپان کے کثیر جہتی زلزلہ و سونامی نے آنِ واحد میں اس توانائی کے چہرے سے ''محفوظ'' کا لبادہ نوچ ڈالا۔

11 مارچ 2011ء کے زلزلہ و سونامی کی وجہ سے جاپان کے ڈائچی جوہری بجلی گھر فوکوشیما کے کولنگ سسٹم میں خرابی کے باعث اس انڈسٹری کو گزشتہ پچیس برسوں کے دوران پہلے بدترین بحران کا سامنا کرنا پڑا۔ ٹھیک ایک ماہ بعد 6.3 درجے کا ایک اور زلزلہ، جس کا مرکز زیرِ زمین 11 کلومیٹر کی گہرائی پر تھا اور جس کا مقامِ زلزلہ فوکوشیما سے صرف 70 کلو میٹر دور تھا، پہلے سے خرابی کے شکار اس جوہری پلانٹ کو ایک بار پھر لرزا گیا۔ لہٰذا اس کی مرمّت اور دیکھ بھال کرنے والے انجینئروں اور دوسرے عملہ کو ایک بار پھر اسے ہنگامی طور پر خالی کرنا پڑا۔

دراصل فوکوشیما کے جوہری بجلی گھر کی ناکامی نے ''صاف ستھری توانائی'' کے تجارت کاروں کے سارے خواب چکنا چور کر دیئے۔ فوکوشیما جوہری بجلی گھر کوئی گلا سڑا یا پرانا پلانٹ نہیں تھا۔ نہ اسے چلانے اور اس کی نگہداشت کرنے والے ہی تربیّت اور مہارت میں کچّے تھے، بلکہ اس کے برعکس یہ پلانٹ دنیا بھر کے مانے ہوئے بہترین انجینئرز اور تجربہ کار ٹیکنالوجسٹس کی زیرِ نگرانی کام کر رہا تھا۔ جاپان کو پوری دنیا میں حفاظتی اقدامات کے حوالے سے سنجیدہ ترین اور مستعد ترین ملک باور کیا جاتا ہے۔ اس پر بس نہیں، خاص اس پلانٹ کو بطور ماڈل جاپان بھر میں اپنی جگہ محفوظ ترین پلانٹ خیال کیا جاتا تھا۔ ایک ایسے ملک میں جہاں اتنی حفاظتی ردائیں (Blankets) موجود تھیں، کولنگ سسٹم کے پمپس کا کام نہ کرنا اور پھر ہنگامی صورتحال سے عہدہ برآ ہونے کے لئے متبادل انتظام کا موجود نہ ہونا، ایک لمحۂ فکریہ ہی نہیں، ایک بہت بڑا سوالیہ نشان ہے، تو کیا یہ واشگاف حقیقتِ حال ترقی پذیر ممالک میں جوہری توانائی کی پیداوار اور حصول کے حوالے سے ان گنت سوالات کو جنم نہیں دیتی؟ ہر دم زلزلوں کی زد میں رہنے والے جاپان میں زلزلہ و سونامی کی تباہ کاریوں کا لحاظ کئے بغیر ساحلِ سمندر پر جوہری پلانٹس کی تعمیر بجائے خود ایک بہت بڑا سوال ہے۔ شومئ قسمت کہ امریکہ برطانیہ، روس، چین اور بہت سے دوسرے ممالک میں بھی سمندر، ساحلِ سمندر، دریا یا دوسرے آبی ذخائر ان جوہری بجلی گھروں کا مقامِ تعمیر ہیں۔ لہٰذا دانش مندی کا تقاضا یہ ہے کہ اس واقعہ کے بعد سنبھلنے کا موقع ملا ہے تو اسے ضائع نہ کیا جائے۔

کیا جوہری صنعت پوری دنیا میں کسی بھی جگہ بھروسے کے قابل

ہے؟

اس پس منظر میں یہ سوال بڑی اہمیّت اختیار کر گیا ہے کہ کیا جوہری صنعت پوری دنیا میں کسی بھی جگہ بھروسے کے قابل ہے؟ اس سوال کا جواب نفی میں ہے۔ اس لئے کہ یہ انڈسٹری پہلے ہی نسلِ انسانی کے ایک بڑے حصّے کو ہلاک، لاکھوں لوگوں کو زخمی اور اپاہج کر چکی ہے۔ اس کے نیم تابکار فضلے کو ٹھکانے لگانے کے سلسلے میں لاکھوں مربع کلو میٹر زمین ناکارہ ہو چکی ہے۔ جبکہ ابھی مزید ایسا ہوتے رہنا ہے۔ آئندہ کو نظر انداز بھی کر دیں تو یہ صنعت اب تک کھربوں ڈالر ہڑپ کر چکی ہے۔ اس کے فضلے کو ٹھکانے لگانے اور ذخیرہ کرنے کے کاموں کے نتیجہ میں جو آلودگی اور انسانی مسائل پیدا ہو چکے ہیں، ان کے کسی حد تک تدارک اور خاتمے پر مزید اربوں ڈالر صرف کرنے پڑیں گے۔ قابلِ غور امر یہ ہے کہ بڑے پیمانے پر ان تباہ کن حادثات: چرنوبل (روس) اور فوکوشیما (جاپان) کے علاوہ متعدّد ایسے واقعات پر پردہ پڑا ہوا ہے

عالمِ انسانیت کی بدقسمتی

ان عظیم انسانی المیوں کے باوجود جوہری توانائی کی انڈسٹری کے ذریعے آئندہ بیس برسوں میں دنیا بھر میں نیوکلیائی بجلی گھروں سے بجلی کی پیداوار کو دوگنا کرنے کے منصوبے بنائے جا رہے ہیں۔ جبکہ تربیّت یافتہ اور تجربہ کار انجینئر کم از کم ضرورت پوری کرنے کے لئے بھی دستیاب نہیں۔ اس کے باوجود اس صنعت کے تحت دس نئے ملکوں کو نئے پلانٹ بیچنے کا پروگرام ہے۔ تاہم ان کے ڈیزائن کے بارے میں کہا جا رہا ہے کہ پرانے پلانٹس کے مقابلے میں یہ نئے پلانٹس نسبتاً زیادہ محفوظ ہیں۔

اسے عالمِ انسانیت کی بد قسمتی کہیے کہ دنیا میں سو سے زیادہ جوہری ری ایکٹر پہلے ہی ہائی سائزمِک رسک (High seismic risk) والے یعنی زیادہ تعداد اور طاقت والے زلزلوں والے علاقوں میں لگائے گئے ہیں۔ جہاں کسی بھی وقت کوئی بڑا زلزلہ زلزلاتی تباہی اور تابکاری کے اخراج کا موجب بن سکتا ہے۔ اب 350 نئے جوہری بجلی گھروں میں سے ان کی ایک بڑی اکثریّت کو بحر الکاہل کے کناروں پر پھیلے نت نئے پھٹتے آتش فشاں پہاڑوں، زلزلوں اور سونامیوں کے گڑھ "آتشیں حلقہ" کے زون میں لگانے کی منصوبہ بندی کی جارہی ہے۔

اس تناظر میں دیکھیں تو ابھی اس بارے میں کوئی غور نہیں کیا گیا کہ ان نئے بجلی گھروں کے تابکار فضلے کو کہاں اور کیسے ٹھکانے لگانا ہے؟ ان جوہری بجلی گھروں کو محفوظ بنانے کے اقدامات پر بھی کوئی سوچ وبچار نہیں کیا گیا۔ لہٰذا جوہری بجلی سے "روشن" مستقبل میں مظلوم انسانیت تین ناگہانی آفتوں یعنی زلزلوں، سونامی، اور تابکاری کی تباہ کاریوں کا بآسانی تر نوالہ بنتی رہے گی۔

کھلی آنکھوں سے دیکھی صورتِ حال

جوہری پلانٹس کو سنبھالنے میں جاپان جیسے ترقّی یافتہ اور ذمّہ دار ملک کی واضح ناکامی کے بعد بھی ان پلانٹس کی تعمیر پر اصرار اب بڑا عجیب لگتا ہے۔ باعثِ تشویش بات یہ ہے کہ بعض ممالک جو پہلے ہی جوہری صنعت کو بڑھاوا دے چکے ہیں، مثلاً بھارت اپنے ہاں مزید یکٹر تعمیر کرنا چاہتا ہے۔ ان حالات میں کہ اس ملک میں کرپشن اور غیر ذمّہ دارانہ طرزِ عمل عروج پر ہیں اور جوہری توانائی سے خوف زدہ عوام سراپا احتجاج!

جوہری توانائی کی پیداواری زنجیر میں مضمر خطرات کے حوالے سے ترقی یافتہ ممالک کا اسے درخورِ اعتنا نہ سمجھنا باعثِ حیرت ہے۔ ان ممالک کے نمائندہ ہونے کی حیثیت میں جاپان کی ناکامی پر ان سب ممالک کو اس معاملے کا پھر سے جائزہ لینے کی ضرورت ہے۔ بے لاگ تجزیہ کیا جائے تو جاپان کی ناکامی کے اسباب ''ترقی اور مہارت'' سے ماوراء تھے۔ پس یہ قدرتی طبعی اسباب جاپان کی طرح تمام ترقّی یافتہ ممالک میں بھی بروئے کار آسکتے ہیں، یعنی سونامی کی خونخوار لہر کے پہنچنے کے بعد ماہر افرادی قوّت کا انخلاء یا افراد اور انفراء اسٹرکچر کی تباہی۔ امریکہ یا کسی اور نہایت ترقّی یافتہ ملک میں بھی جوہری پلانٹس سونامی کی لہر میں غرق ہوسکتے ہیں۔ کیا ایسے میں ان ممالک کے قابل انجینئرز اور سائنس دان اپنے پلانٹس کی رکھوالی کر سکیں گے؟ بالکل نہیں۔ تو پھر اپنے ملک کے باشندوں کے سروں پر ''ان سوئے ہوئے بموں'' (Sleeping bombs) کی شکل میں خطرے کی تلوار لٹکائے رکھنے کا کیا جواز ہے؟ یہ ایسے بم ہیں کہ جو کسی بھی زلزلے کی ذرا سی آہٹ پہ بیدار ہو کر تباہی پھیلا سکتے ہیں۔ اس ساری صورتِ حال کو کھلی آنکھوں سے دیکھنے کے باوجود سعودی عرب کا 2020ء تک ایک سو کھرب ڈالر کی لاگت سے 16 نیوکلیئر پاور پلانٹس تعمیر کرنے کا منصوبہ زیرِ عمل ہے۔

ورلڈ نیوکلیئر ایسوسی ایشن کے مطابق 1996ء میں دنیا بھر میں چالو جوہری پلانٹس کی کل تعداد صرف 438 تھی۔ اس تعداد میں 2008ء تک کوئی تبدیلی نہ آئی تھی۔ البتہ اس کے بعد فوکوشیما کے بحران 2011ء سے پہلے تک دنیا میں 162 جوہری ری ایکٹرز زیرِ تعمیر تھے۔ جن میں اکثریّت روس، بھارت اور چین میں تعمیر کے مراحل میں تھی۔ فی الوقت صرف چین 125 نئے جوہر بجلی گھر تعمیر کر رہا ہے۔ جو دنیا بھر میں زیرِ تعمیر جوہری

پلانٹس کا40 فیصد بنتا ہے۔ بحران سے پہلے دنیا بھر میں158 کی خریداری کے آرڈر دیئے جاچکے تھے۔ جبکہ مزید324 زیرِ تجویز تھے۔

جوہری بجلی کے بھیانک مضمرات کو کھلی آنکھوں سے دیکھنے کے باوجود آسٹریلین وزیراعظم نے20 مارچ2011ء کو بیان جاری کیا کہ جاپان کے جوہری بحران کے باوجود آسٹریلیا اپنی یورینیم کی فروخت پہلے کی طرح جاری رکھے گا۔ گویا انسانی جانوں کو لاحق مہلک خطرات یورینیم کی فروخت سے حاصل ہونے والی منافع کے مقابلے میں کوئی اہمیّت نہیں رکھتے۔ واضح رہے کہ قزاقستان اور کینیڈا کے بعد آسٹریلیا دنیا کا تیسرا بڑا یورینیم پروڈیوسر ہے۔ اس کی کل سالانہ برآمدات کا حُجم کم وبیش9600 ٹن ہے۔ جس کی مالیت تقریباً1.09 کھرب امریکی ڈالر بنتی ہے۔ چین اور جاپان آسٹریلوی یورینیم کے اہم خریدار ملک ہیں۔ ان کے بعد امریکہ اور یورپی یونین کا نمبر آتا ہے۔

چند قابلِ توجّہ امور

جوہری بجلی گھروں کے ''حفاظتی انتظامات'' کے حوالے سے چند قابلِ توجّہ امور، خاص افراد اور اداروں کے لئے بارِ دگر غوروفکر کے متقاضی ہیں۔

پہلا قابلِ توجّہ امر یہ ہے کہ ہماری زمین ایک ''متحرّک'' سیّارہ ہے۔ اس کا بالائی پرت ،لتھوسفیئر اوراس کا بیرونی جزو، قشرِارض چھوٹی بڑی کئی ٹیکٹانی پلیٹوں میں بٹا ہوا ہے۔ یہ پلیٹیں مسلسل حرکت میں رہتی ہیں۔ اگرچہ اس حرکت کی رفتار نہایت ہی کم ہے یعنی اوسطاً صرف2 سینٹی میٹر سالانہ۔ جبکہ ہماری زمین کے بعض حصّوں میں ان کی زیادہ سے زیادہ رفتار20 سینٹی میٹر فی سال تک بھی ہے۔ ان ٹیکٹانی پلیٹوں کے درمیان حدِّ فاصل

سینکڑوں کلو میٹر چوڑے اور ہزاروں کلو میٹر طویل میگا فالٹس (Maga faults) ہیں، ان کی علاقائی شاخیں ہیں اور پھر مزید ان کی مقامی شاخیں۔ گویا پوری سطحِ ارض شاخ در شاخ فالٹس سے بھری ہوئی ہے (باب۔7: ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ)۔

دنیا کے جس بھی کسی حصّے یا ملک کا جائزہ لیا جائے تو آپ کے قرب وجوار میں لازماً کوئی نہ کوئی فالٹ لائن گزرتی ہوگی۔ زلزلہ انہی چھوٹے بڑے فالٹس پر اچانک اور تیز حرکت کے سبب برپا ہوتا ہے (باب۔8: ٹیکٹانی زلزلہ)۔ لہٰذا جوہری بجلی گھر دنیا کے جس کسی حصّے میں بھی تعمیر کیا جائے گا، کسی آس پاس موجود فالٹ لائن پر زلزلہ برپا ہونے کے امکان کے پیشِ نظر ہر وقت ایک متوقّع خطرے کی زد میں رہے گا۔ اِسی خطرے کو پیشِ نظر رکھتے ہوئے برطانیہ جیسا ترقی یافتہ ملک کسی بڑے انسانی المیے سے پیشگی بچاؤ کی خاطر شمال میں واقع سیلا فیلڈ نیوکلیئر پاور پلانٹ اپریل 2011ء میں بند کرنے پر مجبور ہوگیا۔ اس پلانٹ پر کام کرنے والے آٹھ سو ملازمین کی جانیں براہِ راست خطرے کی زد میں تھیں۔

اس ضمن میں دوسرا قابلِ غور پہلو یہ ہے کہ کسی بھی ناگہانی وجہ (انسانی غفلت و کوتاہی و غیر ذمّہ داری، تکنیکی خرابی، برقی تعطّل، طوفان، سیلاب، سونامی وغیرہ) سے جوہری پلانٹ کے کولنگ سسٹم کے بند ہونے کے نتیجے میں دور و نزدیک بسنے والے تمام انسان اس صاف ستھری توانائی کے غیض و غضب کا نوالہ بن سکتے ہیں۔ ایک لمحہ کے لئے جاپان کے زلزلہ و سونامی کو بھول جایئے اور تازہ ترین واقعات ملاحظہ کیجئے کہ کس قدر ذرا سی غفلت اور کوتاہی ان بجلی گھروں میں چھپے ہوئے زبردست خطرات کو ایک دم اُبل پڑنے کو حقیقی بنا دیتی ہے:

اسکاٹ لینڈ کے ساحل پر قائم ایک جوہری بجلی گھر کے کولنگ سسٹم کے لئے سمندری پانی کو صاف کرنے والے فلٹروں میں جیلی فش کی ایک بڑی تعداد آکر پھنس گئی۔ لہٰذا برطانوی حکومت کو کسی حادثے سے بچنے کے لئے یہ بجلی گھر اگست 2011ء کے آخری ہفتے میں بند کرنا پڑا۔ پس دیکھنا چاہئے کہ ایسی صورت میں بحران کتنی آسانی سے جنم لے سکتا ہے؟ یہی معاملہ حدیرہ شہر میں واقع بحیرئہ روم کے کنارے پر اسرائیل کے ایک جوہری پلانٹ کو درپیش ہے۔ موسم گرما کے دوران روزانہ ہزاروں ٹن جیلی فش سسٹم میں پھنس جاتی ہے اور روزانہ نکالنی پڑتی ہے۔ زلزلہ و سونامی تو رہے ایک طرف!

ایک اور ترقّی یافتہ ملک کی مثال: فرانس اپنی 70 فیصد بجلی کی ضروریات جوہری بجلی سے پوری کرتا ہے۔ اس کے جنوبی علاقے گارد میں بحیرئہ روم کے کنارے پر قائم مرکول نامی جوہری پلانٹ میں 11 ستمبر 2011ء کو دھماکہ ہوا اور تابکاری پھیلنے کے خدشے کا اظہار کیا گیا۔ واضح رہے کہ فرانس نے جاپانی بحران کے بعد اپنے 58 جوہری بجلی گھروں کا بڑا کڑا جائزہ لیا تھا۔ تاہم اس کے باوجود یہ حادثہ پیش آیا۔

اس حوالے سے تیسرا اہم نکتہ یہ ہے کہ جوہری پلانٹ کو مسلسل ٹھنڈا رکھنے کے لئے اسے کسی دریا، جھیل یا سمندر کے قریب تعمیر کرنا پڑتا ہے۔ یوں کسی بھی ہنگامی صورت حال میں تابکار مادوں کا رسائو (Leakage) سب سے پہلے آبی ذخیروں کو آلودہ کر دے گا۔ یوں بہتا ہوا پانی اسے کہاں سے کہاں پہنچا سکتا ہے؟ صرف یہی نہیں، اندرونِ زمین جذب ہونے والے پانی کے ساتھ یہ خطرناک تابکار مادے زیرِ زمین پانی کے ذخیروں کو بھی آلودہ کر سکتے ہیں۔

فوکوشیما جوہری پلانٹ نمبر 1 2 کے قریبی علاقے میں نہایت زہریلا تابکار مادہ سٹرانشیم

(ایک دھات) پانی کے ذریعے اس علاقے کی زیرِ زمین نچلی تہوں تک پہنچ گیا اور زمین دوز آبی ذخیروں کو مہلک تابکاری سے آلودہ کر دیا۔ اس بات کا علم جاپان کے زلزلہ و سونامی 2011ء کے تین ماہ بعد زیرِ زمین پانی کے نمونوں کا تجزیہ کرنے پر ہوا۔ یہ دھات ہڈیوں میں جمع ہو کر کینسر اور خون کی کمی جیسے موذی امراض میں مبتلا کر دیتی ہے۔ ہوا اور پانی کی یہ مہلک آلودگی جوہری بجلی کے ذریعے بے شمار نعمتوں سے استفادہ کرنے والے انسانوں کو سسک سسک کر موت کے گھاٹ اتار دیتی ہے۔ مزید برآں جاپان کے صوبے ایباراگی کین کے ساحلی علاقے میں مچھلیوں کے اندر تابکاری کے اثرات پائے گئے تو ان کی فروخت پر پابندی لگا دی گئی تھی۔ جاپان کے تابکاری سے متاثّرہ علاقوں میں دودھ اور سبزی تک میں تابکاری کے اثرات پائے گئے۔ تابکار آیوڈین کے اخراج کی صورت میں شریانوں کا کینسر لاحق ہو جاتا ہے۔ ٹوکیو کے شمال میں مذکورہ صوبہ ایباراگی کے علاقے میں چاولوں کے اندر مہلک تابکاری سرایت کر گئی تھی۔ یہ محض چند مثالیں ہیں، ورنہ متاثّرہ علاقوں میں کوئی چیز تابکاری کے مہلک اثرات سے بچ نہیں سکتی۔

اس پس منظر میں یہ بات انتہائی قابلِ غور و فکر ہے اور سب پر مستزاد یہ امر بطورِ خاص بہت خیال انگیز (Thought provoking) ہے کہ جاپان جیسے انتہائی ترقی یافتہ ملک کو 2011ء کے زلزلے کے بعد آنے والی سونامی کے حجم کا اندازہ نہ ہو سکا۔ کیا آئندہ بھی ایسی غلطی نہیں ہو سکتی؟ اسی طرح اس کے ذہین و فطین اور فرض شناس باشندے جو "وقت پر کام کی انجام دہی" کے حوالے سے دنیا بھر میں اپنی مثال آپ ہیں، میگا تھرسٹ کی چند سیکنڈ کی حرکت پذیری کے نتیجہ میں پیدا ہونے والی صورتِ حال کو بروقت نہ سنبھال سکے، تو ایسے میں دنیا بھر میں جوہری توانائی کے حصول کے لئے کوشاں پسماندہ یا

ترقی پذیر ممالک جیسے بھارت، ویت نام وغیرہ، مشرقِ وسطیٰ کی ریاستیں اور ممالک کیا کریں گے؟ یہ ممالک جاپان جیسی ہنگامی صورتحال کے جنم لینے پر اس پر قابو پانے میں کسی طور پر بھی کامیاب نہیں ہوسکتے۔ گویا یہ جوہری بجلی گھر سوئے ہوئے ایٹم بم ہیں، جو کسی زلزلے کی "دستک" پر بیدار ہو کر آنِ واحد میں لاکھوں انسانوں کو موت اور موذی امراض کی وادی میں دھکیل دیں گے۔

اس نکتے کو مزید واضح کرنے کے لئے دیکھیے کہ جدید دنیا کے جدید ملک جاپان کے جدید حفاظتی اقدامات بھی کام نہ آسکے، مثلاً جاپان نے کامیشی (Kamaishi) کے ساحلی شہر کی بندرگاہ اور گودی کو سمندری طوفانوں اور سونامی کی خونخوار لہروں سے محفوظ رکھنے کے لئے ڈیڑھ ملین ڈالر کا زرِ کثیر خرچ کر کے دنیا کی طویل ترین سمندری دیوار تعمیر کی۔ باوجود اس کے یہ شہر سونامی کی خوفناک لہروں میں ڈوب گیا۔ اس کا یہ مطلب نہیں کہ انسان حفاظتی اقدامات نہ کرے۔ تاہم یہ امر ہر وقت پیشِ نظر رہے کہ قدرتی آفات کے سامنے ان انتظامات کی حیثیت پرِکاہ کے برابر بھی نہیں ہوا کرتی۔ یہی وجہ ہے کہ چھ ماہ گزرنے کے بعد بھی جاپان میں بجلی کا بحران جاری تھا۔ دراصل زلزلہ و سونامی کی منہ زور قدرتی طاقتوں نے جاپان کے دو تہائی بجلی گھروں کو قریب قریب ناکارہ کر دیا۔

مزید قابلِ غور بات یہ ہے کہ جوہری پلانٹ، (ٹھنڈا رکھنے کے لئے) پانی اور فالٹ لائن کا قُرب ایک ایسی تکون ہے جو توانائی فراہم کرتے کرتے اچانک تباہی کا عنوان بن سکتی ہے۔ تمام تر ترقیات کے باوجود تابکار مواد ذخیرہ کرنے یا اسے محفوظ انداز میں ٹھکانے لگانے کا مسئلہ دنیا بھر میں دردِ سر بنا ہوا ہے۔ اس لئے کہ مہلک تابکاری کے اخراج سے لوگوں اور ماحول کا تحفّظ کسی طور پر ممکن نہیں ہو سکتا۔

اس آگاہی اور انتباہ پر غور کرنے کی اشد ضرورت ہے۔ ان بر سرِ زمین حقائق کی موجودگی میں غریب اور ترقّی پذیر ممالک کو پرانے، استعمال شدہ اور بعض صورتوں میں ناکارہ جوہری بجلی گھر فروخت کرنے والے ترقّی یافتہ ممالک، صنعتی ادارے اور بین الاقوامی کمپنیاں موت کے سوداگر بننے سے گریز کریں۔

''محفوظ مستقبل'' کا سنگ بنیاد

جاپان کے زلزلہ و سونامی نے فوکوشیما کے جوہری بجلی گھروں کے حفاظتی بودے پن کو بروقت آشکار کر کے عالمِ انسانیت کے ''محفوظ مستقبل'' کا سنگ بنیاد رکھ دیا ہے۔ یہ درست ہے کہ اس دور میں جدید طرزِ زندگی کے لئے سہولتوں کی فراہمی وسائلِ توانائی کے بغیر ناممکن ہے۔ تاہم یہ ضرورت جوہری پلانٹس کے ذریعے پوری کرنا کسی طور پر دانشمندی نہیں۔ یہ بات بہر حال باعثِ اطمینان ہے کہ جاپان کے جوہری بحران کے بعد جوہری توانائی کے ساتھ جڑے متوقّع اور ممکنہ تباہ کن خطرات سے متعلّق واضح طور پر بیداری پیدا ہوئی اور اس کے نتیجے میں بڑے پیمانے پر عوامی اور حکومتی سطح پر حصولِ توانائی کی پالیسی پر نظر ثانی کا عمل بھی شروع ہوا۔ اس حوالے سے بڑی بڑی انقلابی تبدیلیوں اور بڑے بڑے اجرات مندانہ اقدامات کا تذکرہ نہایت ضروری ہے:

جاپانی جوہری بجلی گھروں کی تباہی اور تابکاری کے اخراج کے بعد جرمنی میں بڑے پیمانے پر جوہری بجلی گھروں کے خلاف احتجاجی مظاہرے کئے گئے تھے۔ بہت سے دوسرے ممالک کی طرح جرمن چانسلر نے بھی جوہری توانائی کی پیداکاری کے لئے ملکی انفراسٹرکچر کا کڑا اور بھرپور جائزہ لینے کا حکم جاری کیا۔ اس غرض کے لئے ایک پینل کا

قیام عمل میں لایا گیا۔ 29 مئی 2011ء کو اس کے ایک اجلاس میں کافی غور و خوض کے بعد جرمن وزیر ماحولیات نے اعلان کیا کہ سات قدیم ترین ری ایکٹروں اور کورمل جوہری بجلی گھر کو دوبارہ نہیں چلایا جائے گا۔ علاوہ ازیں 6 دیگر بجلی گھر 2021ء تک اور بقیہ تین بجلی گھر بھی 2022ء تک بند کر دیئے جائیں گے اور ساتھ ہی اس عزم کا اظہار بھی کیا کہ ہمارا یہ فیصلہ حتمی اور آخری ہے اور اس کا دوبارہ کبھی جائزہ لینے کی شق تک نہیں رکھی گئی۔ اس اعلان سے قبل جرمنی اپنی توانائی کی کل ضرورت کا 30 فیصد جوہری بجلی گھروں کے ذریعے حاصل کر رہا تھا۔ اس موقع پر جرمن چانسلر کی طرف سے ایٹمی بجلی گھروں کے خاتمے کے فیصلے کو ایک بہت بڑا واقعہ اور دنیا بھر کے لئے ایک قابلِ تقلید مثال قرار دیا گیا۔ جرمن قومی قیادت کے بقول: ''جرمنی بجلی کی پیداکاری کے متبادل ذرائع وضع اور اختیار کر کے پوری دنیا کی رہنمائی کر سکتا ہے۔ ترقّی کی موجودہ رفتار کو کس طرح برقرار رکھا جاسکتا ہے، جرمن قوم توانائی کے موزوں متبادل ذرائع بروئے کار لا کر اس سوال کا جواب فراہم کرے گی''۔

اس غیر معمولی فیصلے کے اثبات میں کہا گیا کہ خطرات سے پُر جوہری بجلی سے نجات حاصل کر کے جرمن دنیا بھر میں اوّلین قوم کا اعزاز حاصل کر سکتے ہیں۔ جرمنی بحیثیت ایک ملک توانائی کے کم نقصان دہ ذرائع کے استعمال کے نئے دور کا بانی ہو گا۔

پس چہ باید کرد؟

قدرتی وسائل کے سائنسدان (ماہرینِ علوم ارضی) اس واشگاف حقیقت کا برملا اظہار کرتے رہتے ہیں کہ ہمارے مادر سیّارے، زمین کی گود اور گرد و پیش قدرتی وسائل اور

خزینوں سے بھرے ہوئے ہیں۔ لہٰذا جاپان کے زلزلے و سونامی کی شکل میں بروقت خبر داری سے سبق سیکھتے ہوئے سب مل کر جوہری توانائی سے چھٹکارا پانے کی بھرپور کوشش کریں۔ اس ضمن میں دوسرے متعدّد موجود قدرتی وسائل (شمسی توانائی، پن بجلی، ہوا کی طاقت، اندرون زمین حرارتی توانائی، کوئلے کے ذخائر وغیرہ) کے ترقیاتی منصوبے بروئے کار لا کر ان سے استفادہ کرنے کی طرف بڑے بڑے قدم اٹھانے کی ضرورت ہے۔

عالمِ انسانیت کی فلاح و بقاء کے عظیم مقاصد کے پیش نظر سب سے پہلے پر تعیّش لائف اسٹائل کو خیر باد کہنا ضروری ہے۔ اصل صورتِ واقعہ یہ ہے کہ دنیا میں گنتی کے چند لاکھ افراد کے خاص طرزِ زندگی پر ہی بہت سی توانائی صرف ہو جاتی ہے۔ اس طرح باقی اربوں انسان توانائی کے قحط کا شکار ہو جاتے ہیں۔

گزشتہ چند برسوں سے شمسی توانائی سے متعلّق ٹیکنالوجی کی تیز رفتار ترقّی اور نشو و نما دیکھنے میں آ رہی ہے۔ یہ صاف، سستی اور ماحول دوست (Green) توانائی تیزی کے ساتھ جوہری توانائی کی جگہ لے سکتی ہے۔ بلکہ یہ کہنا زیادہ درست ہو گا کہ عملاً لے رہی ہے۔ مثلاً سارنیا (Sarnia) سولر پاور پراجیکٹ او نٹاریو (کینیڈا) نے اپنی شمسی توانائی کا پیداواری حجم چار گنا کر کے اسے 20 میگاواٹ سے بڑھا کر 80 میگاواٹ تک پہنچا دیا ہے۔ اسی پلانٹ کو دنیا بھر میں سب سے بڑے فوٹو وولٹائک (PV) سولر پاور پلانٹ کا اعزاز حاصل ہے۔ اس پس منظر میں پی وی سولر پاور سسٹم مقامی اور انفرادی سطح پر توانائی کی پیداکاری اور استعمال کے لئے بہت مقبول ہو رہا ہے۔ قومی گرڈ سے دور دراز کے علاقوں اور دیہات کے لئے یہ سسٹم بہت کار آمد ہے۔ گرڈ سے منسلک شمسی توانائی کے لئے

کنسن ٹریٹڈ (Concetrated) سولر پاور (CSP) سسٹم یعنی مرتکز شمسی توانائی کا نظام (یہ ایک ٹیکنالوجی ہے) 1980ء کی دہائی کے آخر میں وضع کر لیا گیا تھا۔ 2011ء میں اس کی تنصیبی صلاحیّت (Installed capacity) ایک ہزار میگاواٹ سے زیادہ تھی۔ بین الاقوامی ایجنسی برائے توانائی (IEA) نے پیش گوئی کی ہے کہ یہ ٹیکنالوجی پہلے 2020ء تک شمسی توانائی کے ایک بڑے سرچشمے (Bulk resource) کے طور پر ابھرے گی اور پھر 2030ء تک اس کی وسعت اور صلاحیّت عالمی منظر نامہ کا ایک اہم جزو ہو گی۔ دنیا بھر میں سی ایس پی (CSP) ٹیکنالوجی کے ذریعے شمسی توانائی پیدا کرنے والا سب سے بڑا پاور پلانٹ 354 میگاواٹ کی پیداواری صلاحیت کے ساتھ امریکی ریاست کیلی فورنیا کے صحرائے ماجیو (Majave) میں کام کر رہا ہے۔

ایک جائزے کے مطابق توانائی کے متبادل ذرائع میں 2010ء کے سال میں سب سے زیادہ سرمایہ کاری یعنی 94.7 بلین ڈالر ہوا کی طاقت سے بجلی پیدا کرنے کے لئے کی گئی ۔ جبکہ دوسرے نمبر پر شمسی توانائی کے پراجیکٹس پر 26.1 بلین ڈالر صرف کئے گئے۔ پن بجلی کے ساتھ ساتھ کوئلہ جلا کر (Coal-fired) یا کوئلے کی گیس بنا کر (Coal gasification) بجلی پیدا کرنے کا رجحان ایک بار پھر عالمی سطح پر نشوونما پا رہا ہے۔

پاکستان میں سندھ میں تھر کے کوئلے کے ذخائر سے توانائی حاصل کرنے کے پراجیکٹس پر پاکستانی اور چینی ماہرینِ ارضیات اور انجینئرز کو بڑی کامیابی حاصل ہوئی۔ ان ماہرین کے بقول تھر کول فیلڈ کے ذخائر ملک بھر کی کم از کم پانچ سو سال تک بجلی کی تمام ضروریات پوری کر سکتے ہیں۔ اس طرح پن بجلی (Hydro power) کے حصول کے ذرائع یعنی دریاؤں پر چھوٹے بڑے ڈیموں کی تعمیر و توسیع بجلی کے حصول کا ایک اور

روایتی طریقہ ہے اور جوہری توانائی کے مقابلے میں کہیں زیادہ سستا، محفوظ اور سود مند ہے۔ عالمی سطح پر دکھائی دینے والے ان رجحانات کی ایک جھلک پیش کرنے کا مقصد صرف اتنا ہے کہ ہماری زمین کی گود اور گرد و پیش میں توانائی کے متبادل اور قابل تجدید (Renewable) ذرائع موجود ہیں۔ ان صاف، محفوظ، بے ضرر اور بے خطر ذرائع کو بروئے کار لانے کی ضرورت ہے اور شمسی، ہوائی اور آبی توانائی، سمندری لہروں کی طاقت اور اندرونِ زمین موجود حرارت سے کام لے کر توانائی کی تمام ضروریات پوری کرنے کی طرف پیش رفت کرنا از بس ضروری ہے۔ یہ تمام متبادل ذرائع سستے، صاف، محفوظ اور نہ ختم ہونے والے ذرائع ہیں۔

فرہنگ

ارضیاتی شہادت

Geological evidance

ارضیاتی مستقبل

Geological Future

ارضیاتی تاریخ

Geological history

اراضی طبیعیات

Geophysics

ارضی کیمیا

Geo chenistry

اسٹرائیک سلپ فالٹ

Strike slip fault

اساسی

افزائش

Accretion

امکانی پیش گوئی

Probable prediction

انجینئری ارضیات

Engineering Geology

اندرونی ساخت

Internal Structure

اندرونی مادّے

Internal Materials

انقلابی

Revoloutionary

انداز

Pattern

انسانی تدبیر سے پیدا ہونے والا زلزلہ

Human Induced Earthquake

امریکی ادارہ مساحتِ ارض

United States Geological Survey (USGS)

الیکٹرانی مواصلات

Electronic Communication

ابھرتے سورج کی زمین (روسی زبان میں)

Japan (Russian Word)

ابھرتے سورج کی سرزمین (جاپانی زبان میں)

Nippon (Japanese Word)

اقوام متّحدہ کا ترقیاتی پروگرام

United Nations Development Program

ایکریشنری پرزم

Acceretionary Prism

ایک جھٹکے کے ساتھ پھسلنا

Stick slip

ایک پلیٹ کا دوسری پلیٹ پر چڑھنا

Convergence

ایک پلیٹ کا دوسری پلیٹ سے دور جانا

Divergance

ایک پلیٹ کا دوسری پلیٹ کے ساتھ گِھس کر گزرنا

Transform

اوپر والی پلیٹ

Overlying Plate

اسٹھینوسفیر

Asthenosphere

افقی ہٹاؤ

Horizontal Displacement

آبی ارضیات

Hydrogeology

آپس میں پیوستہ

Interlocked

آتش فشانی زلزلہ

Volcanic earthquake

آتش فشاں چٹان

Igneous rock

آسمانی بجلی

Lightning

آرکیٹیکچر

Architecture

آفرینش

Origin

آلودہ پانی

Polluted Water

آواز کا سگنل

Ping

بالائی مانٹل

Upper mantle

باہمی تعامل

Interaction

بحر روم

Mediterranian Sea

بحر اوقیانوس

Atlantic Sea

بحر الکاہل

Pacific Sea

بحر کیریبین

Caribbean Sea

برِّ اعظمی شیلف

Continental Shelf

برقناطیسی لہریں

Electromagnetic Waves

برفانی چادریں

Ice Sheats

برِّ اعظموں کا کھسکاؤ

Continental Drift

برِّ اعظمی قشر

Continental Crust

برقناطیسی

Electromagnetic

بحری کھائی

Oceanic trench

پتھروں کے بڑے بڑے ٹکڑے

Boulder

بہت بڑے ٹیکٹانی فیچر کا نہایت تنگ موڑ مڑ جانا

Syntaxial Belt

بسالٹی

Basaltic

برِّاعظموں کا ڈھلواں کنارہ

Shelf

برفانی ادوار

Glacial Periods

بھرتیں

Alloys

بے ترتیب

Random

بٹھان

Subsidence

بین الاقوامی ایجنسی برائے ایٹمی توانائی

International Agency for Atomic Energy

پانجیا

Pangaea

پاکستان مساحتِ ارضی

Geological Survey of Pakistan(GSP)

پتھریلی

Stony

پرانی دریائی گزرگاہوں کے چبوترے

River Terraces

پرت

Layer

پلوٹانی چٹان

Plutonic rock

پلیٹوں کے ٹکرائو کا علاقہ

Collision Zone

پھوٹک

Brittle

پنجال تھرسٹ

Punjal Thrust

پیمانہ

Scale

پینتھالاسا

Panthalassa

پن بجلی

Hydroelectric Power

پیش گوئی

Prediction

پھیلتے سمندری فرش کا مفروضہ

Hypothesis of Seafloor Speading

تابکاری

Radioactivity

تصادمی زلزلے

Impact Earthquakes

تصوّرات

Themes

تصویری ٹکڑے

Jigsaw Puzzle

تصادم

Impact

تعمیر کرنے والا

Tectos

تماسی قوّت

Tangential Force

تکنیکات

Technique

توضیحات

Interpretations

توام ستاروں کا نظریہ

Twin Stars Theory

توانائی کی حد، جس پر جھٹکے کے ساتھ تحرّک پیدا ہوتا ہے

Threshold

تھرتھراہٹ

Vibration

تہہ نشین ہونا

Deposit

ٹیکٹانی زلزلہ

Tectonic Earthquake

ٹیکٹانی دھکّا

Tectonic Push

ٹیکٹانی پلیٹ

Tectonic Plate

ٹیکٹانی عناصر

Tectonic elements

ٹیتھیز

Tethys

ٹیکٹانی پلیٹوں کا نظریہ

Theory of Tectonic Plates

ثقلی کشش

Gravitational Force

ثبوت

Evidence

ثقلی طوفان

Gravitational Catastrophe

جامع نظریہ

Unifying theory

جھٹکا

Shock

جھٹکا قبل از زلزلہ

Fore shock

جھٹکا مابعد از زلزلہ

After shock

جھکاؤ، میلان

Dip

جغرافیائی قطب

Geographic Pole

جسمیہ لہریں

Body Waves

جوفِ ارض

Core

جوفِ ارض اور مانٹل کے درمیان حد بندی

Core Mantle Boundary

جوہری توانائی

Nuclear energy

جوہری بجلی گھر

Nuclear Power Plant

جہلم فالٹ

Jhelum Fault

جوہری پلانٹ

Nuclear Plant

جزیرچہ

Islet

جھٹکے کے ساتھ پھسلنا

Stick Slip

چٹانی ترتیب

Rock sequence

چٹانوں کی کھدائی کے گولائی نمونے

Drill Core

چٹانوں کی ٹوٹ پھوٹ دراڑوں کا بننا

Fracturing

چٹانوں کا مُڑ تڑ جانا

Folding

چٹانی طبق

Rock Block

چٹانی تودے بازی

Land sliding

چونے کا پتّھر

Limestone

چمن اسٹرائیک سلپ فالٹ

Chaman Strike Slip Fault

حجرافیہ

Petrography

حجریات

Petrology

حرکات

Motions

حراری توانائی

Heat energy

حراری حملی رویں

Convectional Curents

حرکت پذیر فالٹ

Active fault

حلقہ آتش فشانی، آتشیں حلقہ

Ring of Fire

حرکیات

Dynamics

حدود اربعہ کا تعیّن کرنے کا عالمی نظام

Global Positioning System

حد بندی

Delineation

خاص رخ کی حامل لکیریں

Striations

رینگنے والے جاندار، خزندے

Reptiles

خطِ استواء

Equator

خلیجِ عمان

Gulf of Oman

خلائی سائنس

Space Science

خُردبینی جسامت (خُردبین کے ذریعے نظر آنے والا سائز)

Microscopic size

دائرۂ کار

Range

دباؤ

Stress

دباؤ خیز صورتِ حال

Compressional Setting

دباؤ شدہ گیس

Compressed gas

دباؤ خیز ٹیکٹانی ماحول

Compressional tectonic regime

درمیانی لمبائی و چوڑائی رکھنے والی جسامت

Mesoscopic Size

دراڑیں، تڑکیں

Fractures

درمیانی حد یا سطح (دو واسطوں کے درمیان)

Interface

دریافت کاری

Exploration

دم دار ستارے

Comets

دو اطراف سے پڑنے والا دباؤ

Compression

دور پار کی قوّت

Farfield force

دو قطبی فیلڈ

Dipolar Field

دو قطبی

Bipolar

دھاتی

Metallic

ڈھانچہ

Frame Work

ذیلی مضمون

Sub-Discipline

رُخ یا سمت

Direction

رُخ متعیّن کرنا

Orienteering

رسائو

Leakage

رسوب (تہہ نشین ہونے والا چٹانی مواد)

Sediment

رسوبی چٹانیں

Sedimentary rocks

رکازیات

Paleontology

رِگ (کنواں کھودنے والی مشین)

Rig

ریت کا پتھر

Sandstone

ریکٹر اسکیل

Richter scale

ریورس فالٹ

Reverse fault

ریزہ شدہ چٹانی ٹکڑے

Dirll cutting

رواں دواں قطبین

Polar Wandering

زاویائی

Angular

زبردست تباہی (قیامتِ صغریٰ)

Catastrophic

زلزلہ نگار

Seismograph

زلزلہ

Earthquake

زلزلاتی لہریں

Seismic waves

زلزلاتی تحقیقی مرکز

Seismology Research centre

زلزلاتی ارتعاش

Seismic Vibration

زمینی طبق کا نیچے بیٹھ جانا

Subsidence

زمین

Geo

زمینی ساختمانیات

Geotectonics

زمینی ساخت و تعمیر کے متعلّق شعبۂ علم

Tectonics

زمینی ساختوں میں شکلی تغیّر و تبدّل

Deformation

زمینی مقناطیسیت

Geo-Magnetism

زیر زمین، زمین دوز

Subsurface

زمینی قطبیت کا پیمانۂ وقت

Polarity time scale

ساکت و جامد

Dormant

ساحل (جاپانی زبان میں معانی)

Tsu (Japanese word)

ساتھ گھسیٹنا

Dragging

سامان بردار پٹّا

Conveyor Belt

سب ٹروپکس (نیم مرطوب)

Sub-tropics

سبڈکشن زون

Subduction Zone

سحابی نظریہ

Nebular Theory

سرچشمہ، سطح

Source

ستاروں کا اثراتی میدان

Starfield

سطحِ زمین پر عیاں، ظاہر، دکھائی دینے والے زمینی فیچر، چٹانیں وغیرہ

Exposed

سطحِ زمیں پر بہہ نکلنے والا پگھلا ہوا چٹانی مواد

Lava

سطح کی لہریں، سطحیہ لہریں

Surface Waves

ساختی ارضیات

Structural Geology

سونامی (ساحلی لہر)

Tsunami

سیر و سفر

Navigation

سیّاراتی سائنس

Planetary Science

سیاراتی مقناطیسی میدان

Planetary Magnetic field

سیّارچہ (مصنوعی)

Satellite

سلاخی مقناطیسی

Bar Magnet

سہ پلیٹی سنگم

Triple Junction

سونامی کی بروقت خبر داری کا مرکز

Tsunami Early Warning Centre

سمندری زلزلہ

Seaquake

شاذونادر وجود میں آنے والا میگما

Rare megma

شدّت

Intensity

شمسی توانائی

Solar Power

شہابیہ، شہابِ ثاقب

Meteorite

شیلف (برِّاعظم کا ڈھلوانی سمندری کنارا)

Shelf

شہ رگ

Life line

صوتی بازگشت

Echo Sounding

صوتی دستی آلات

Sonic hand lines

صوبے

Prefactures (in Japan)

ضخامت، موٹائی

Thickness

صراحت و وضاحت، تشریح

Explanation

طبعی قوّت

Physical force

طبعی مظہر

Physical Phenomenon

طبقاتیات

Stratigraphy

طول بلد

Longitude

طویل دراڑ سے لاوا ابلنا

Fissure Eruption

عالمی وسط بحری چٹانی دیوار

Global midoceanic ridge

عدم تسلسل

Discontinuity

عظیم دھماکے کا نظریہ

Big Bang Theory

علوم ارضی

Geology

علوم آتش فشانی

Volcanology

علومِ تقویم ارضی

Geo Chronology

علومِ خدوخال ارضی (جیومارفیات)

Geo morphology

علومِ رسوبات

Sedimentology

علاقائی

Regional

عالمی

Global

علمی چھان پھٹک

Considered

علم رکازات (رکازیات)

Paleontology

عرض بلد

Latitude

علاقائی تھرست

Regional thrust

علومِ زلزلہ

Seismology

عمومی ارضیات

General Geology

عمل قلمائو

Crystallization

غیر فعّال ردِّ عمل

Passive reaction

غیر مستحکم

Unstable

فالٹ کی شاخیں

Fault spalys

فعّال مراکز پھیلائو

Active spearding centres

فضائی مقناطیسی سروے

Airborne Magnetic Survey

فلکیات

Astronomy

فلکی میکانیات

Celestial Mechanics

فیچر

Feature

فراز

Crest

فالٹ کے آس پاس ٹوٹ پھوٹ کا علاقہ

Rupture Zone

قابلِ اطلاق

Applicable

قابلِ تجدید

Renewable

قدرتی میکانیت

Natural Mechanism

قدیم مقناطیسیت

Paleo-Magnetism

قشرِ ارض

Crust

قطبین کی نقلِ مقامی

Polar Wandering

قطبی ستارہ

Polar Star

قطب نما

Compass

قطبِ شمالی

North Pole

قطبِ جنوبی

South Pole

قائمۃ الزّاویہ تکون یا مثلّث

Right-Angled triangle

کاربونی فیرس دور

Carboniferous Period

کائناتی شعاعیں

Cosmic Rays

کثافت

Density

کُرّہ نما

Spheroid

کُرّہ

Sphere

کشمیر بائونڈری تھرسٹ

Kashmir Boundary Thrust (KBT)

کم گہرائی والے زلزلے

Shallow earhquakes

کم ولاسٹی والا زون

Low Velosity Zone

کمزور

Astheno

کمزور کُرّہ

Asthenosphere

کنوئوں کی کھدائی

Drilling

کوہستانِ نمک

Salt Range

کوہستانِ کرتھار

Kirthar Range

کوہستانِ سلیمان

Sulaiman Range

کوئلہ کی گیس بنانا

Coal gasification

کوہ سازی کا عمل

Mountain building

سمندری کھائی کے آس پاس

Rift Zone

کھنچاؤ بذریعہ سلیب

Slab Pull

گاد اور گارے کا آبی ملغوبہ

Mud

گادفشاں

Mud Volcano

گردشی محور

Rotational axis

گردش

Rotation

گرینٹ دار

Granitic

گونڈوانالینڈ

Gondwanaland

گول مٹول چھوٹے بڑے سنگریزے

Conglomerates

گودیاں

Harbors

گہرائیوں کی پیائش کا چارٹ

Bathimetric Chart

لاوا

Lawa

لتھو (چٹان، پتھر)

Litho

لتھو سفیئر (چٹانی کرّہ)

Litho Sphere

لاریشیا

Laurasia

ماحولیاتی ارضیات

Environmental Geology

ماہرین علوم زلزلہ

Seismologists

ماڈل

Model

ماحول دوست توانائی

Green energy

متحرّک، فعّال

Dynamic

مائع شدہ گیس

Liquified Natural gas (LNG)

مدّ وجذر، ہلچل مچاتی لہریں

Perturbation

معدن

Mineral

مڑ جانا یا منعطف ہونا

Refraction

مجموعہ جزائر

Archipelago

مشرقی افریقی رفٹ وادی

East African Rift Vally

محور

Axis

مصنوعی سیّارچہ

Satellite

محکمہ موسمیات پاکستان

Pakistan Meteorological Department

مقدار

Magnitude

مقنائی ہوئی

Magnetized

مقناطیسی پٹیاں

Magnetic strips

مقناطیسی ترتیب

Magnetic pattern

مرکزِ زلزلہ

Focus

ملغوبہ

Conglomeration

مقناطیسی قطبیت کا الٹ پھیر، ادل بدل

Megnetic Polarity Reversal

موسمیات

Meteorology

مفروضہ

Hypothesis

مقام زلزلہ

Epicentre

منعکس ہونا

Reflection

مستحکم

Stable

معدنیات، علم المعادن

Mineralogy

معیاری زلزلہ نگاروں کا عالمی نیٹ ورک

Word wide standard seismographs Network

(WWSSN)

میزوسفیرئر

Mesosphere

مین قرا قرام تھرسٹ

Main Karakoram Thrust (MKT)

مین سنٹرل تھرسٹ

Main Central Thrust (MCT)

مین بائونڈری تھرسٹ

Main Boundary (MBT)

مین فرنٹل تھرسٹ

Main Frontal thrust (MFT)

میں مانٹل تھرسٹ

Main mantle thrust (MMT)

ناتمام اسکیل

Open ended Scale

نظریہ

Theory

نکات ترتیب دینا

Farmulation

نمونہ

Sample

نیوکلیائی تعامل

Nuclear Reaction

وادی ژوب تھرسٹ

Zhob Vally Thrust (ZVT)

وسط بحری دیوار نما چٹانیں

Mid Oceanic ridges

وولکانی چٹانیں

Volcanic rocks

ہمالائی فرنٹل تھرسٹ

Himalayas Frontal Thrust (HFT)

ہم مرکز دائرے

Concentric Circles

ہوابازی

Aviation

ہوا سے پیدا کی جانے والی توانائی، پون توانائی

Wind Power