مستقبل قریب کی خلائی سیاحت

قسط اوّل: خلائی لِفٹ

کمال ابدالی

1 تمہید

خلائی دور کا آغاز 4 اکتوبر 1957 کے دن روس کے "اسپوٹنک" (Sputnik) نامی مصنوعی سیّارے یا "تابع" (satellite) کی پرواز سے ہوا۔ اس وقت سے اب تک ہزاروں کی تعداد میں توابع خلا میں چھوڑے جا چکے ہیں۔ یہ توابع مختلف مقاصد کے لیے استعمال ہو رہے ہیں، مثلاً سائنسی تجربات، فلکی دوربینی، نقشہ سازی، سرکاری جاسوسی، اور مواصلات۔ بالعموم ٹی وی اور ریڈیو کی نشریات اور ٹیلی فون کی آوازیں انھی توابع سے ہوتی ہوئی زمین کے ایک مقام سے کافی دور واقع کسی دوسرے مقام تک پہنچتی ہیں۔ توابع زمین کے نواح میں ہی گردش کرتے ہیں۔ لیکن بہت سے ایسے خلائی جہاز بھی اڑائے گئے ہیں جنھوں نے نظامِ شمسی میں دور دور تک چکّر لگایا ہے۔ انسان خود چاند تک ہو آیا ہے۔

خلائی سفر کے نئے عزائم کیا ہیں؟ خلائی سفر میں اب نیا کام سب سے زیادہ کن راہوں پر ہو گا؟ مزید کس قسم کی ترقی اور کامیابی متوقّع ہے؟ اس سلسلے میں مختلف ملکوں میں جو کام ہو رہا ہے اس کے زیرِ نظر یہ کہا جا سکتا ہے کہ اگلے پچیس سے پچاس سال کے عرصے میں اِن دو طرح کے نتائج کا بہت قوی امکان ہے:

- بہت سی نئی منزلوں تک سفر ہو گا۔ نظام شمسی سے باہر جانا تو ابھی آسان نہیں، لیکن نظامِ شمسی کے اندر رہتے ہوئے بھی سینکڑوں نئی منزلیں سفر کے لیے حاضر ہیں۔ جیسے چاند، سیّارے (planets)، سیّاروں کے توابع، سیارچے (asteroids)، اور دُمدار سیّارے (comets)۔ ان تمام مقامات پر انسان کا جانا ضروری نہیں، مگر سائنس کے آلات بھیجے جا سکتے ہیں۔ ان جگہوں پر قائم کی ہوئی تجربہ گاہوں کے مشاہدوں سے سائنس کے بہت سے عقدے حل ہو سکتے ہیں۔ اور وہاں ایسی چیزیں تیار کی جا سکتی ہیں جن کا بنانا زمین پر ناممکن ہے۔
- خلائی سیاحت عام آدمی کے لیے بھی (یا کم از کم انسانوں کی ایک بڑی تعداد کے لیے) ممکن ہو جائے گی۔ یہ سیاحت زیادہ تر زمین کے قریب کے مقامات تک محدود ہو گی۔ مگر ان مقامات سے زمین اور آسمان کا ایسا بے مثال نظارہ ممکن ہے جو زمین

سے میسّر نہیں۔ اور انسان ایسے اثرات محسوس کر سکتا ہے، مثلاً بے وزنی (weightlessness)، جن کا تجربہ زمین پر آسان نہیں۔

ان دونوں مقاصد کے پورا ہونے میں سب سے بڑی رکاوٹ خلائی سفر کی لاگت ہے۔ خلائی سفر کے اخراجات میں سب سے بڑا حصّہ راکٹوں کے ایندھن کا ہوتا ہے۔ فی الوقت خلا میں سامان اور انسانوں کو بھیجنے کے لیے راکٹ استعمال ہوتے ہیں، جن کو اُڑانے میں بے تحاشا ایندھن خرچ ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ ایک راکٹ صرف ایک سفر میں کام آتا ہے، اور ہر نئے سفر کے لیے نیا راکٹ بنانے کی ضرورت ہوتی ہے جو بذاتِ خود محنت طلب اور بڑے صرفے کا کام ہے۔

دور دور کے خلائی سفر کو آسان اور کم خرچ کرنے اور خلائی سیاحت کو "عوامی" بنانے کے لیے طرح طرح کی تجویزیں پیش ہوتی رہی ہیں۔ ان میں سے دو انتہائی دلچسپ ہیں۔ یہ شروع میں سائنس سے کہیں زیادہ سائنس فِکشن کی تحریروں اور فلموں کا موضوع بنیں۔ لیکن پچھلے بیس سال کی تحقیق کی بنیاد پر اب یہی تجویزیں خلا پیمائی کے لیے سنجیدگی سے قابلِ غور شمار ہو رہی ہیں۔ یہ ہیں: "خلائی لِفٹ" اور "خلائی سرنگیں"۔ اس مضمون کی موجودہ قسط میں خلائی لِفٹ کا ذکر ہے۔ خلائی سرنگیں اگلی قسط میں بیان ہوں گی۔

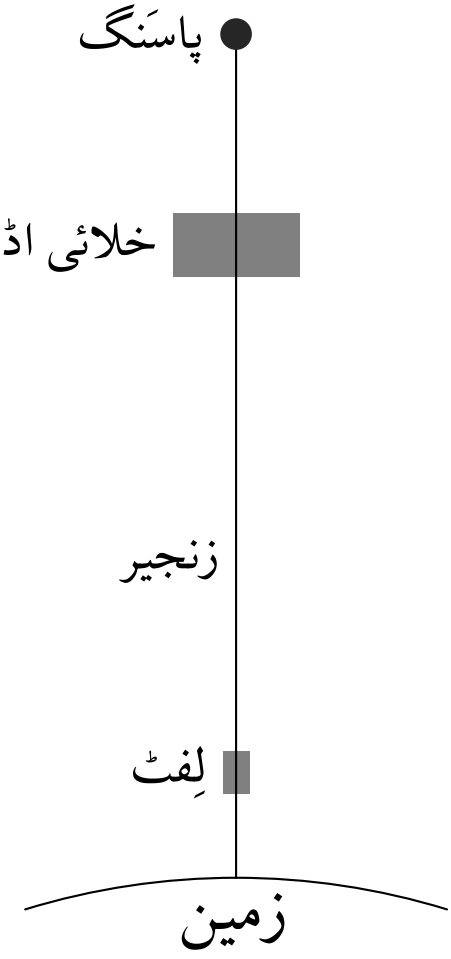
2 خلائی لِفٹ کا بنیادی منصوبہ

ایک مستقل خلائی اڈّے اور اس کے لیے خلائی لِفٹ کا خیال سائنس اور انجنیرنگ کے منصوبے کے طور پر سب سے پہلے ایک روسی سائنسداں کونستانتین تسیولکووسکی [1] نے 1895 میں پیش کیا تھا۔ اس کی تجویز یہ تھی کہ زمین کے خطِ استوا (Equator) کے کسی مقام پر تقریباً چھتیس ہزار کیلومیٹر اونچا ایک مینار کھڑا کر کے اس مینار کی چوٹی پر ایک "محل" تعمیر کیا جائے۔ اور زمین سے اُس محل تک پہنچنے کے لیے مینار میں ایک لِفٹ چلائی جائے۔ مینار کے لیے اس نے یہ مخصوص اونچائی اس لیے منتخب کی تھی کہ اس اونچائی پر بنا ہوا محل بغیر کسی وزن کے خلا میں معلّق رہے گا۔ یہ محل زمین کے گرد گھومتے ہوئے ہر چوبیس گھنٹے میں ایک چکّر لگائے گا، اور چونکہ یہ زمین کے ساتھ ساتھ گردش کرے گا، اس لیے یہ ہمیشہ مینار کی بنیاد کے ٹھیک اوپر، اور بظاہر ساکن، نظر آئے گا۔

نئی تحقیقات کے مطابق تسیولکووسکی کے منصوبے میں مینار تعمیر کرنے کا حصّہ ناقابلِ عمل ہے۔ ایسا کیوں ہے، اس کی وضاحت بعد میں ہوگی۔ بہر حال اب لِفٹ چلانے کے لیے مینار کی جگہ ایک زنجیر لگانے کی تجویز ہے۔ نئے منصوبے کا بنیادی خاکہ شکل 1 میں دیا گیا ہے۔

زمین پر کی عمارتوں میں لگی ہوئی لِفٹوں سے سب لوگ مانوس ہیں۔ اکثر ایسی لِفٹیں شکل 2 کے مطابق نصب کی جاتی ہیں۔ لِفٹ کے اندر لگے ہوئے بٹنوں کو دبا کر مسافر لِفٹ کے خودکار کنٹرول سَرکِٹ کو بتاتا ہے کہ اُسے (مسافر کو) عمارت کی کس منزل تک جانا ہے۔ اس معلومات کی بنا پر کنٹرول سَرکِٹ پہیے میں لگے ہوئے موٹر کو حسبِ ضرورت گھماتا ہے تاکہ زنجیر صحیح سمت میں یعنی اوپر یا نیچے کی طرف اتنی مقدار میں کھنچے کہ لِفٹ مطلوبہ منزل تک پہنچ جائے۔ لِفٹ کے نظام میں پاسَنگ (counterweight) کا مقصد

[1] کونس تان تین۔ تسیول کووسکی (Konstantin Tsiolkovsky) (1857–1935) راکٹ حرکیات کا ماہر تھا۔ اس کا شمار خلائی سفر سے متعلق ریاضی اور انجنیرنگ کے مسائل پر تحقیق کرنے والے اوّلین سائنس دانوں میں ہوتا ہے۔



شکل 1: خلائی لِفٹ

شکل 2: زمینی عمارات کی لِفٹ

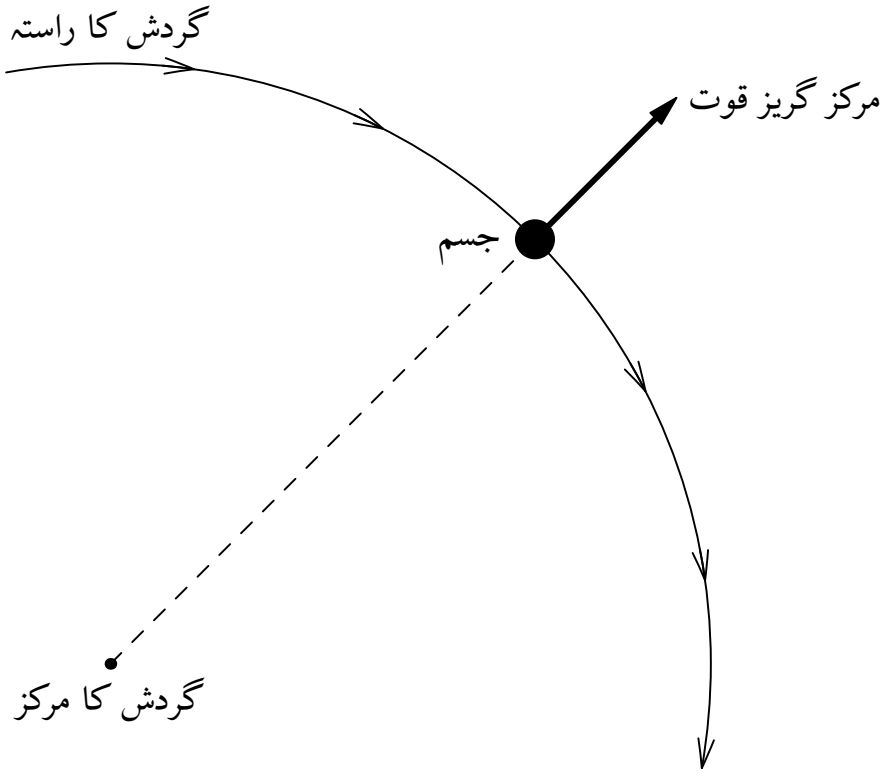
توازن فراہم کرنا ہے۔ ظاہر ہے کہ اگر پاسَنگ موجود نہ ہو، تو پھر لِفٹ اپنے وزن کی وجہ سے نیچے گر پڑے گی۔ پاسَنگ اور لِفٹ دونوں اپنے اپنے وزن سے زنجیر کو اپنی اپنی طرف کھینچتے ہیں۔ اس طرح لِفٹ، پاسَنگ، اور زنجیر کے درمیان توازن برقرار رہتا ہے۔

زمین پر کی عمارتوں میں نصب لِفٹوں (شکل 2) اور مجوّزہ خلائی لِفٹ (شکل 1) میں ایک بہت نمایاں فرق پاسَنگ کے مقام کی وجہ سے نظر آتا ہے۔ خلائی لِفٹ میں پاسَنگ کی تنصیب کچھ خلافِ عقل لگتی ہے۔ یعنی متوقّع تو یہ ہے کہ زنجیر کو خلائی اڈے کے اوپر سے موڑ کر دوسری طرف لٹکایا جائے گا اور اُس دوسری طرف کے نچلے سِرے سے پاسَنگ کو باندھا جائے گا۔ مگر فی الواقع زنجیر خلائی اڈے سے مزید اوپر جا رہی ہے اور پاسَنگ اس کے بالائی سِرے پر لگا ہوا ہے۔ اس کی وجہ آگے دی جائے گی۔ دونوں طرح کی لِفٹوں کے دوسرے فرق اور خلائی لِفٹ کے دوسرے حصّوں کی تفصیل بھی ذیل کی فصلوں میں بیان ہوں گی۔

3 مرکز گریز قوّت اور ارض ساکن مدار

اگر تسیولکووسکی کے اصلی منصوبے کے مطابق خلائی اڈّے کا کسی مینار کی چوٹی پر بنانا ممکن ہوتا تو یہ قیاس کیا جا سکتا تھا کہ مینار خلائی اڈّے کو سہارا دے کر اُسے اُٹھائے رکھے گا۔ لیکن اب مینار بنانے کا خیال ترک کر دیا گیا ہے، اور اس کی جگہ زنجیر بننے والی ہے۔ ظاہر ہے کہ خلائی اڈّے سے لٹکی ہوئی زنجیر اُس کو (اڈّے کو) اوپر ٹھہرا رہنے کے لیے کسی قسم کا سہارا نہیں دے سکتی۔ بلکہ بظاہر اُسے اُلٹا نیچے کی طرف کھینچ سکتی ہے۔ لہٰذا فطری طور پر یہ سوال ذہن میں آتا ہے کہ خلائی اڈہ کیسے اپنی جگہ پر تھما رہے گا، اور کیوں زمین پر نہیں گر جائے گا؟ یہی سوال خلا میں بھیجے ہوئے ہزاروں توابع (مصنوعی سیّاروں) کے بارے میں بھی پوچھا جا سکتا ہے۔ بھلا کیا وجہ ہے کہ توابع زمین کے گرد گھومتے رہتے ہیں، زمین پر گر نہیں پڑتے؟

ایک عام غلط فہمی یہ ہے کہ تابع کا زمین سے فاصلہ اتنا زیادہ ہوتا ہے کہ اس پر زمین اور چاند کی کشش کی قوّتیں برابر ہوتی ہیں، اور چونکہ یہ ایک دوسرے کی مخالف سمتوں میں ہوتی ہیں اس لیے ایک دوسرے کا اثر زائل کر دیتی ہیں۔ توابع کے زمین پر نہ گرنے کی یہ توضیح صحیح نہیں۔ توابع کا مدار (orbit) یعنی گردش کا راستہ چاند کے مقابلے میں زمین کے بہت قریب ہوتا ہے۔ اور چاند ویسے بھی زمین سے بہت چھوٹا جسم ہے۔ اس لیے توابع پر زمین کی کشش کے مقابلے میں چاند کی کشش کا اثر بہت خفیف ہوتا ہے۔



شکل 3: مرکز گریز قوّت: گردش کرنے والے ہر جسم کو یہ قوّت محسوس ہوتی ہے۔

در اصل جو دو قوّتیں توابع کی حرکت کے لیے اہم ہیں، وہ ہیں زمین کی کشش یا "جاذبہ" (gravity) اور "مرکز گریز قوّت"

(centrifugal force)۔ مرکز گریز قوّت ایک ایسی قوّت ہے جو گردش سے پیدا ہوتی ہے اور ہر گھومتے ہوئے جسم کو محسوس ہوتی ہے۔ (شکل 3 ملاحظہ ہو۔) یہ گردش کے مرکز کی مخالف سمت میں ہوتی ہے اور اس کی شدّت گردش کی رفتار کے ساتھ ساتھ بڑھتی جاتی ہے [2]۔ مرکز گریز قوّت کا تجربہ آپ کو روزانہ ہوتا ہے۔ جب آپ کار میں سفر کر رہے ہوں تو جب بھی کار گھومتی ہے، اس وقت کار میں موجود ہر چیز پر خود بخود ایک کھنچاؤ محسوس ہوتا ہے جو گھماؤ کی قوس (arc) کے باہر کی طرف ہوتا ہے۔ مثلاً اگر آپ کار کو کسی موڑ پر داہنی طرف گھمائیں تو کار میں رکھا ہوا سامان بائیں طرف سرکنے لگتا ہے۔اور کار کے ہر مسافر کو اپنے جسم پر کچھ اس طرح کی قوّت محسوس ہوتی ہے، جیسے اُسے کوئی بائیں طرف دھکیل رہا ہو۔ یہ مرکز گریز قوّت ہی کا کرشمہ ہے!

زمین کے شمالی اور جنوبی قطب (north and south poles) کو ملاتی ہوئی لکیر زمین کا "محور" (axis) کہلاتی ہے۔ زمین اس محور کے گرد گھوم رہی ہے اور دن بھر میں ایک چکّر پورا کرتی ہے۔ کرۂ ارض (یعنی زمین کی گول سطح) پر واقع اُس دائرے کو جو شمالی اور جنوبی قطب کے ٹھیک بیچوں بیچ میں ہے "خطِ استوا" (equator) کہتے ہیں۔ خط استوا کی لمبائی تقریباً 40000 کیلومیٹر ہے۔ اس لیے خط استوا پر واقع ہر نقطہ چوبیس گھنٹے [3] میں یہ پورا فاصلہ گھوم جاتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں خط استوا پر واقع ہر چیز 40000 کیلومیٹر فی 24 گھنٹے، یعنی 1667 کیلومیٹر فی گھنٹے، یعنی تقریباً نصف کیلومیٹر فی سکنڈ، کی رفتار سے زمین کے مرکز کے گرد حرکت کر رہی ہے۔ گھومنے کی تیزی سُستی کو زاویائی رفتار (angular velocity) سے بھی بیان کیا جاسکتا ہے۔ چونکہ خطِ استوا کا ہر نقطہ 24 گھنٹے میں ایک پورا دائرہ یعنی 360 درجے کا زاویہ طے کرتا ہے اس لیے اس کی زاویائی رفتار 15 درجے فی گھنٹہ ہوتی ہے۔

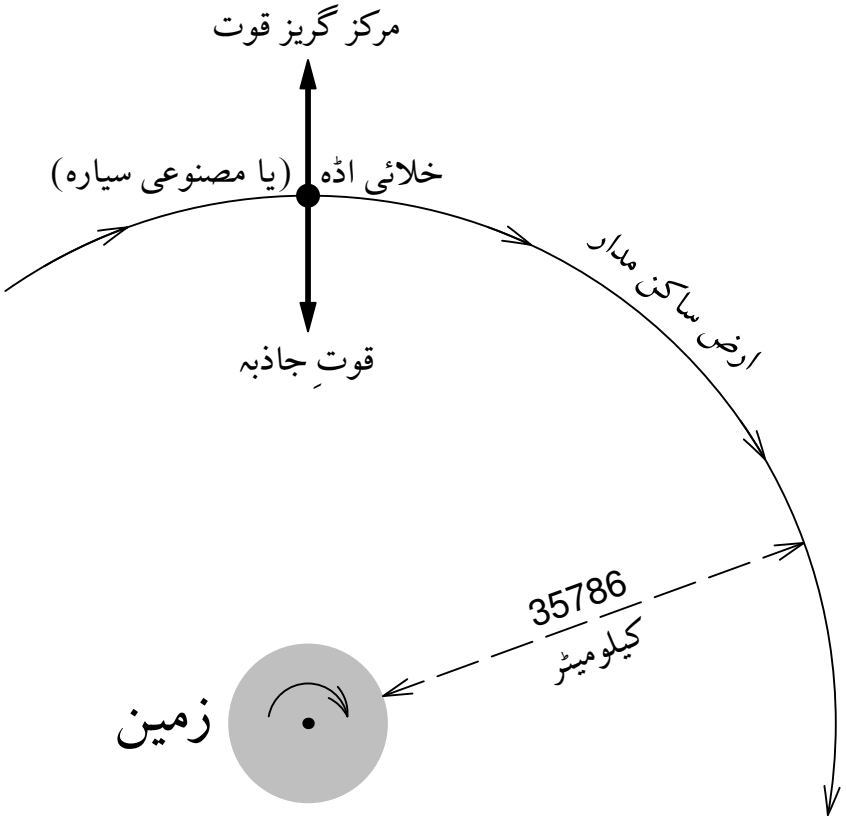
جب کسی تابع کو راکٹ کی طاقت سے خلا کی طرف بھیجا جاتا ہے، تو تابع کی جو زاویائی رفتار زمین پر تھی، وہی بعد میں بھی باقی رہتی ہے۔ اس کو سمجھنے کے لیے اس مثال پر غور کریں۔ اگر کسی گول پٹری پر کوئی کھلونا ریل گاڑی گھوم رہی ہو، اور اس گاڑی کا انجن ریموٹ کنٹرول کے ذریعے بند کردیا جائے تو وہ گاڑی اپنے زورِ حرکت (momentum) کی وجہ سے مزید تھوڑی دیر تک چلتی رہے گی۔ لیکن پھر رفتہ رفتہ آہستہ ہوتے ہوئے بالکل رک جائے گی۔ گاڑی کی رفتار میں کمی ہوا کی مزاحمت اور گاڑی کے پہیوں کے پٹری سے رگڑ کھانے کی وجہ سے ہوتی ہے۔ لیکن خلا میں گھومتے ہوئے تابع کو کسی قسم کی مزاحمت اور رگڑ کا سامنا نہیں کرنا پڑتا، اس لیے اس کی جو زاویائی رفتار زمین پر تھی وہ بعد میں بھی قائم رہتی ہے۔ چنانچہ خطِ استوا سے (یا اس کے اوپر فضا کے کسی نقطے سے) چھوڑے ہوئے تابع کی 15 درجے فی گھنٹے کی زاویائی رفتار سالہا سال باقی رہتی ہے۔

ہر تابع پر اس کی گردشی حرکت کی وجہ سے مرکز گریز قوّت بھی کام کرتی ہے۔ چونکہ اس گردش کا مرکز زمین کا مرکز ہے اس لیے مرکز گریز قوّت زمین کے مرکز کے ٹھیک مخالف سمت میں ہوتی ہے۔ (شکل 4 ملاحظہ ہو۔) دوسرے الفاظ میں جاذبہ اور مرکز گریز قوّت تابع کو مخالف سمتوں میں کھینچتی ہیں۔ تابع اپنا مدار یعنی گردش کا راستہ (جو ایک دائرہ ہوتا ہے) چوبیس گھنٹے میں پورا کرتا ہے۔ لیکن تابع زمین سے جتنی زیادہ دوری پر گھومے ، اس کے مدار کی لمبائی اتنی ہی زیادہ ہوتی ہے۔ اس لیے اس کی گردش کی رفتار اسی تناسب سے زیادہ ہوتی ہے اور مرکز گریز قوّت بھی اتنی ہی زیادہ ہوتی ہے۔ عِلمِ طبیعیات (physics) کی ایک سادہ سی مساوات کو

---

[2] مرکز گریز قوّت کی شدّت گردش کی رفتار کے مربّع کے متناسب ہوتی ہے۔ یعنی رفتار دُگنی ہونے پر قوّت چار گنا اور رفتار تِگنی ہونے پر قوّت نَو گنا ہو جاتی ہے۔

[3] زمین کے کسی ایک ہی مقام پر ایک دوپہر سے دوسری دوپہر تک کا وقفہ 24 گھنٹے کا ہوتا ہے۔ مگر جتنی مدّت میں زمین اپنے محور کے گرد ایک چکّر پورا کرتی ہے اس کی صحیح مقدار 24 گھنٹہ نہیں بلکہ 23 گھنٹہ 56 منٹ 4 سیکنڈ ہے۔ اس فرق کی وجہ یہ ہے کہ زمین اپنے محور کے گرد گھومتی ہوئی سورج کے گرد گردش کے لئے اپنے مدار پر بھی حرکت کرتی رہتی ہے۔ اس لئے زمین کے کسی ایک ہی نقطے کے دوبارہ سورج کے سامنے آنے کے لئے ایک محوری گردش سے ذرا سا زیادہ وقت چاہیے۔ لیکن آسانی کے لیے ہم اس 4 منٹ سے کم فرق کو نظر انداز کر کے محوری گردش کے عرصے کو 24 گھنٹے کا شمار کر رہے ہیں۔



شکل 4: ارض ساکن مدار: یہاں مرکز گریز قوّت اور قوّتِ جاذبہ برابر ہوتی ہیں۔

حل کر کے یہ ثابت کیا جا سکتا ہے کہ خطِ استوا کے اوپر زمین کے گرد چوبیس گھنٹے میں ایک چکّر لگانے والے تابع کا زمین سے فاصلہ اگر 35786 کیلومیٹر ہو تو اس پر مرکز گریز قوّت اور زمین کی کشش کی قوّت ایک دوسرے کے برابر ہو جاتی ہیں۔ اور چونکہ یہ دونوں قوّتیں ایک دوسرے کے خلاف کام کرتی ہیں اس لیے دونوں ایک دوسرے کا اثر مکمّل طور پر زائل کر دیتی ہیں۔ اس طرح تابع زمین کے جاذبے سے آزاد ہو جاتا ہے۔ [4] اسی لیے تسیولکووسکی نے اپنے خلائی محل کے لیے یہی اونچائی تجویز کی تھی۔

زمین کی سطح سے 35786 کیلومیٹر اونچائی پر واقع خطِ استوا کے متوازی دائرے کو "ارض ساکن مدار" (geostatic orbit) کہا جاتا ہے، کیونکہ جو جسم اس مدار پر ہر چوبیس گھنٹوں میں ایک چکّر لگاتا ہو، وہ جسم زمین کے کسی ایک مخصوص مقام کے ٹھیک اوپر حرکت کرتا رہتا ہے اور (زمین کے اعتبار سے) بظاہر ساکن نظر آتا ہے۔ اکثر مصنوعی سیّارے اور خلائی اڈّے ارض ساکن مدار پر ہی گردش کرتے ہیں۔ اس مدار پر گھومتے ہوئے اڈّے کے اندر کام کرنے والے خلابازوں کا کوئی وزن نہیں ہوتا، اس لیے وہ بغیر کسی کوشش کے اُڑتے ہوئے اِدھر سے اُدھر حرکت کرتے ہیں۔ اور اڈّے میں استعمال ہونے والی چیزیں کمرے کے فرش اور چھت کے

[4] جس مساوات کا ذکر ہوا اس میں تابع کا زمین کے مرکز سے فاصلہ محسوب ہوتا ہے۔ پندرہ درجے فی گھنٹہ کی زاویائی رفتار سے گھومنے والے، یعنی دن بھر میں زمین کے گرد ایک چکّر لگانے والے، تابع پر مرکز گریز قوّت اور زمین کے جاذبے کی قوّت برابر ہونے کے لیے تابع کا زمین کے مرکز سے فاصلہ 42164 کیلومیٹر ہونا چاہیے۔ خطِ استوا پر زمین کا نصف قطر (radius)، یعنی زمین کے مرکز سے زمین کی سطح کا فاصلہ، 6378 کیلومیٹر ہے۔ لہٰذا تابع کا زمین کی سطح سے فاصلہ ان دونوں فاصلوں کے فرق کے برابر ہونا چاہیے جو 35786 کیلومیٹر ہے۔

بیچ میں بغیر کسی سہارے کے کہیں پر بھی معلّق رکھی جا سکتی ہیں۔ [5]

یہاں یہ ذکر بھی ضروری ہے کہ صرف ارض ساکن مدار پر ہی تابع کی گردش پائیدار رہ سکتی ہے۔ مثلاً ان کا مقابلہ ہوائی جہازوں سے کریں۔ آج کل کے جیٹ ہوائی جہاز تقریباً 1000 کیلومیٹر فی گھنٹے کی رفتار سے زمین سے تقریباً 12 کیلومیٹر کی اونچائی پر اُڑتے ہیں۔ اگر ضرورت ہو تو یہ جہاز اسی رفتار اور اونچائی کو قائم رکھتے ہوئے زمین کے گرد گھنٹوں گردش جاری رکھ سکتے ہیں۔ مگر اس گردش سے پیدا شدہ مرکز گریز قوّت زمین کے جاذبے سے اتنی کم ہوتی ہے کہ وہ ان جہازوں کو زمین پر گرنے سے نہیں روک سکتی۔ زمین پر گرنے سے بچنے اور اپنی پرواز برقرار رکھنے کے لیے انھیں ایندھن جلا کر دھوئیں کے دھارے کی طاقت استعمال کرنی پڑتی ہے۔ (جلتے ہوئے ایندھن کے دھوئیں کا رُخ جہاز کے پیچھے کی طرف رکھا جاتا ہے۔ جب دھوئیں کا دھارا، یعنی جیٹ، بڑی طاقت سے نکلتا ہے تو اس کے ردِّ عمل سے جہاز کو آگے کے طرف دھکا لگتا ہے۔ بعینہٖ یہی اصول راکٹ اڑانے میں بھی استعمال ہوتا ہے۔) اسی طرح کسی قسم کا ایندھن خرچ کیے بغیر کوئی تابع بھی ارض ساکن مدار سے کم اونچائی کے کسی مدار پر زیادہ عرصے تک گردش نہیں کر سکتا، کیونکہ ایسے مدار پر زمین کا جاذبہ مرکز گریز قوّت پر حاوی ہو گا اور آخرکار تابع زمین پر گر پڑے گا۔

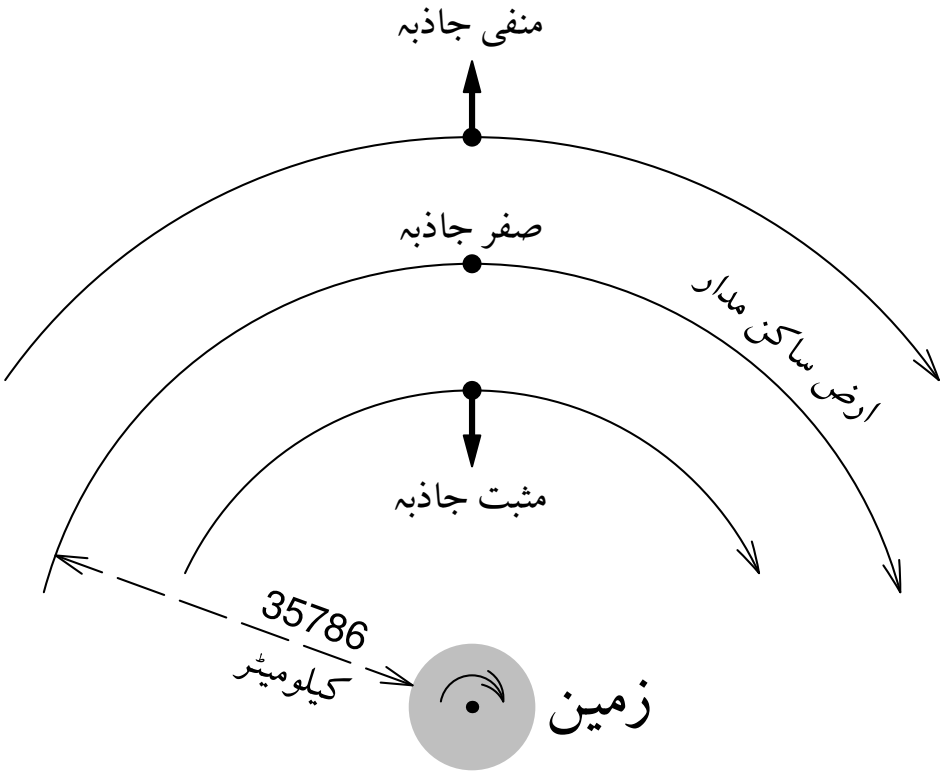
4 مثبت اور منفی جاذبہ

زمین کے ساتھ ساتھ گھومنے والا (یعنی چوبیس گھنٹوں میں زمین کے گرد ایک چکّر لگانے والا، یا دوسرے الفاظ میں 15 درجے فی گھنٹے کی زاویائی رفتار رکھنے والا) کوئی جسم زمین سے جتنی دور ہو گا، اس کی گردش کا دائرہ اتنا ہی بڑا ہو گا، اور وہ ہر چوبیس گھنٹے میں اتنا ہی زیادہ فاصلہ طے کرے گا۔ اس لیے اس کی گردش کی رفتار اتنی ہی زیادہ ہو گی، اور اس پر اتنی ہی زیادہ شدّت کی مرکز گریز قوّت عمل پذیر ہو گی۔ جیسا کہ پچھلی فصل میں بیان ہوا، ارض ساکن مدار پر گردش کرنے والے جسم پر مرکز گریز قوّت زمین کے جاذبے کے برابر ہوتی ہے۔ ظاہر ہے کہ اس مدار سے بھی اوپر (یعنی زمین سے 35786 کیلومیٹر سے زیادہ فاصلے پر) گردش کرنے والے جسم پر مرکز گریز قوّت کی شدّت زمین کے جاذبے سے زیادہ ہو گی۔ اور ان دونوں قوّتوں کا حاصل ایک ایسی قوّت ہو گی جو اس جسم کو زمین کی طرف نہیں بلکہ زمین کی مخالف سمت میں کھینچے گی۔ ایسی قوّت کو "منفی جاذبہ" کی قوّت شمار کیا جا سکتا ہے۔ گویا ارض ساکن مدار سے اوپر کسی مدار پر گردش کرنے والے اجسام کو منفی جاذبے کا سامنا کرنا پڑتا ہے، بالکل اسی طرح جیسے زمین پر رہنے والے اور زمین سے اوپر مگر ارض ساکن مدار سے نیچے رہنے والے اجسام پر زمین کا "مثبت جاذبہ" کام کرتا ہے یعنی وہ زمین کی طرف کھنچتے ہیں۔ مرکز گریز قوّت کی وجہ سے پیدا ہونے والے مثبت اور منفی جاذبے کے منطقوں کی وضاحت کے لیے شکل 5 ملاحظہ ہو۔

زمین کے نزدیک کے اجسام اگر بے سہارا ہوں تو وہ جاذبے کی مثبت قوّت کی وجہ سے زمین پر گر جاتے ہیں۔ اس صورتِ حال کے مقابلے میں ارض ساکن مدار سے اوپر گردش کرنے والے اجسام کو اگر کسی طرح (جیسے انھیں باندھ کر یا ان کے راستے میں رکاوٹ کھڑی کر کے) قابو میں نہ رکھا جائے تو وہ زمین سے دور ہوتے جائیں گے۔ اس فرق کو سمجھنے کے لیے ایک سادہ سی مثال یہ ہے: ہوا

[5] ارض ساکن مدار سے ایک ذرا سا مختلف تصور "ارض ہم گردش مدار" (geosynchronous orbit) کا ہے۔ اس مدار کی بھی خصوصیت یہی ہے کہ گردش کرنے والا جسم زمین کے ساتھ ساتھ زمین ہی کی زاویائی رفتار سے گھومتا ہے، مگر ایسے جسم کا ہمیشہ خطِ استوا کے ٹھیک اوپر رہنا ضروری نہیں۔ لہٰذا ارض ساکن مدار تو لازماً ارض ہم گردش مدار ہوتا ہے، لیکن ہر ارض ہم گردش مدار ارض ساکن مدار نہیں ہوتا۔ بعض توابع اور خلائی اڈّوں کو ارض ہم گردش مدار میں رکھا گیا ہے۔

میں معلّق پتھر کا فطری میلان زمین پر گرنے کا ہے اور ہیلیم (Helium) گیس سے بھرے ہوئے غبارے کا میلان اوپر کی طرف اُڑ جانے کا ہے۔ اگر دونوں کو کسی کمرے میں لا کر چھوڑ دیا جائے تو پتھر فرش پر جا گرے گا اور غبارہ اڑ کر چھت سے جا لگے گا۔ اگر کسی وجہ سے ان دونوں کو فرش اور چھت کے بیچ میں (ہوا میں) کہیں پر روک کر کے رکھنا ضروری ہے، تو ہم انھیں ڈوری سے باندھ کر رکھ سکتے ہیں۔ اس صورت میں ڈوری سے بندھا ہوا پتھر نیچے کی طرف لٹکا رہے گا اور غبارہ اوپر کی طرف اُٹھا ہوا رہے گا۔ اس مثال میں ایک لحاظ سے پتھر مثبت جاذبے کے زیرِ اثر ہے اور غبارہ منفی جاذبے کے۔



شکل 5: مثبت، صفر، اور منفی جاذبے

یہاں یہ سوال اٹھایا جا سکتا ہے کہ کیا چاند بھی منفی جاذبے کے منطقے میں ہے؟ چاند کا زمین کے گرد گردش کرنے کا مدار ارض ساکن مدار سے بہت اوپر ہے۔ (بلکہ ارض ساکن مدار کے مقابلے میں چاند کا مدار تقریباً دس گنا زیادہ فاصلے پر ہے!) ایسے مدار پر مرکز گریز قوّت اتنی شدید ہونی چاہیے کہ اس کے مقابلہ میں زمین کے جاذبے کا اثر برائے نام ہو گا۔ دوسرے الفاظ میں ایک بہت طاقتور منفی جاذبے کے تحت چاند کو زمین سے مستقل دور ہٹتے رہنا چاہیے۔ بلکہ اس قوّت کی وجہ سے چاند کو آج سے اربوں سال پہلے ہی زمین کے حلقۂ اثر سے نکل جانا چاہیے تھا۔ اس کا جواب یہ ہے کہ پچھلی فصلوں میں ارض ساکن مدار کا جو فاصلہ اور منفی جاذبہ کا جو حساب بیان ہوا ہے، وہ صرف ان اجسام کے لیے صحیح ہے جو زمین سے خلا میں بھیجے جاتے ہیں، اور جن کی زمین پر کی زاویائی رفتار خلا میں گردش کے دوران بھی باقی رہتی ہے (یعنی ہر چوبیس گھنٹے میں زمین کے گرد ایک چکّر لگانے کی رفتار۔) چاند کی یہ رفتار نہیں ہے، کیونکہ عام مشاہدے سے ثابت ہے کہ چاند زمین کے گرد چوبیس گھنٹوں میں ایک چکّر نہیں لگاتا۔ حقیقت میں چاند کی گردشی رفتار بالکل اتنی ہے کہ اس کی مرکز گریز قوّت اور اس پر زمین کا جاذبہ ایک دوسرے کے برابر ہیں اس لیے وہ زمین کے گرد اپنے مدار

میں بے مزاحمت گھومتا رہتا ہے۔ یہی صورت سورج کے گرد سیّاروں کی گردش اور سیّاروں کے گرد سیّاروں کے توابع (چاندوں) کی گردش پر بھی صادق آتی ہے۔ یعنی ان سب کی اپنی اپنی گردشی رفتار ٹھیک اتنی ہے جس سے ان کی مرکز گریز قوّت ان کے "متبوع" اجسام (سورج یا سیّاروں) کی قوّتِ تجاذب کو زائل کر دیتی ہے اور وہ کسی مزید قیود و شرائط سے آزاد رہ کر اپنے اپنے مدار میں گردش کرتے جاتے ہیں۔

5 خلائی اڈّے اور پاسَنگ کا مقام

شکل 1 سے متعلّق کچھ سوالات ابھی تک جواب طلب چھوڑ دیے گئے تھے۔ اب فصل 3 اور 4 کی تشریح کے زیرِ نظر ان کا جواب دیا جا سکتا ہے۔ سب سے پہلا سوال یہ ہے کہ خلائی اڈّہ کس مقام پر رہے گا؟ جواب یہ ہے کہ اس کو ارض ساکن مدار پر گردش کرنا چاہیے۔ دوسرے الفاظ میں اسے خطِ استوا کے کسی نقطے کے ٹھیک اوپر زمین کی سطح سے 35786 کیلومیٹر کی اونچائی پر رہنا چاہیے۔ یہ مقام صفر جاذبے کے منطقے میں ہے، یعنی یہ زمین کی کشش سے آزاد ہے۔ مزید یہ کہ اڈّے کو زمین کے گِرد دن بھر میں ایک چکّر پورا کرنا چاہیے۔[6] اس مقام اور کیفیت کے باعث یہ اڈّہ خلا میں کسی چیز پر بوجھ ڈالے بغیر معلّق گردش کرتا رہے گا۔ اور اس کے اندر رہنے والے جانداروں اور سامان کا بھی کوئی وزن نہیں ہو گا۔

دوسرا سوال یہ ہے کہ زمینی عمارتوں کی لِفٹوں کے پاسَنگ (شکل 2) کے مقابلے میں خلائی پاسَنگ (شکل 1) کا مقام اتنا مختلف کیوں ہے؟ جواب یہ ہے کہ اس پاسَنگ کو خلائی اڈّے سے اوپر لگانے کے وجہ یہ ہے کہ اس طرح پاسَنگ منفی جاذبے کے منطقے میں رہے گا۔ فصل 4 کی تشریح کے زیرِ نظر ارض ساکن مدار سے اوپر کسی مدار پر گردش کرنے والے جسم پر مرکز گریز قوّت اس پر زمین کے جاذبے کی قوّت سے زیادہ ہو گی۔ ایسے جسم کا فطری میلان رفتہ رفتہ زمین کے حلقۂ اثر سے باہر نکل جانے کا ہوتا ہے۔ اگر پاسَنگ کو ایسے ہی مدار میں رکھا جائے، لیکن اسی زنجیر کو جو زمین سے خلائی اڈّے تک پہنچ رہی ہے مزید لمبا بنا کر اس سے پاسَنگ کو باندھ دیا جائے، تو پھر پاسَنگ اوپر کی طرف فرار نہیں کر سکے گا۔ البتہ پاسَنگ پر زمین کی مخالف سمت میں کام کرنے والی قوّت کے باعث زنجیر تَنی ہوئی رہے گی، جب کہ پاسَنگ نہ استعمال ہونے کی صورت میں زنجیر اپنے وزن کی وجہ سے ڈھیلی ہو سکتی ہے۔

ایک اور سوال یہ اُٹھتا ہے کہ پاسَنگ کو خلائی اڈّے سے کتنی اونچائی پر نصب ہونا چاہیے؟ ظاہر ہے کہ یہ جتنی زیادہ اونچائی پر ہو گا، اس کی گردشی رفتار اتنی ہی زیادہ ہو گی۔ لہٰذا اس پر عمل کرنے والی مرکز گریز قوّت بھی زیادہ ہو گی، اور زنجیر میں تناؤ (tension) بھی اسی تناسب سے بڑھ جائے گا۔ یہ تناؤ نہ تو اتنا زیادہ ہونا چاہیے کہ زنجیر کِھنچ کر ٹوٹ جائے، اور نہ اتنا کم ہونا چاہیے کہ زنجیر ڈھیلی رہے۔ اس لیے پاسَنگ کی اونچائی متعیّن کرنے کے لیے زنجیر کے مادّے کی خصوصیات اور زنجیر کی تمام امتداد (dimensions) کے عِلم کی ضرورت ہے۔ یہ تفصیلات صرف اس وقت طے ہو سکتی ہیں، جب پورے نظام کے ڈیزائن کا مرحلہ شروع ہو گا۔

---

[6] اس شرط کے لیے کسی خاص محنت یا انتظام کی ضرورت نہیں، کیونکہ یہ خود بخود پوری ہو گی۔ خواہ اڈّے کو زمین پر بنا کر اسے راکٹ کے ذریعے ارض ساکن مدار پر پہنچایا جائے، خواہ اس کی تعمیر کا خام سامان جیسے لوہا، المونیم، پلاسٹک، شیشہ وغیرہ راکٹوں سے بھیج کر خلا میں تعمیر مکمّل کی جائے، دونوں صورتوں میں اڈّے کے اجزا زمین سے جائیں گے۔ اس لیے زمین کی گردشی حرکت (چوبیس گھنٹے میں ایک چکّر) ان میں باقی رہے گی۔

6 لِفٹ کی میکانیات

جیسا کہ پہلے ذکر ہوا، زنجیر کا نیچے کا سِرا زمین میں اور اوپر کا سِرا پاسَنگ میں مستقل طور پر جُڑا رہے گا، اور زنجیر زمین سے پاسَنگ تک خلائی اڈّے کے بیچ میں سے گزرتی ہوئی جائے گی۔ (شکل 1)۔ مگر خلائی اڈّے کو زنجیر میں باندھنے کی کوئی خاص ضرورت نہیں ہے۔ چونکہ خلائی اڈّہ صفر جاذبے کے منطقے میں معلّق ہے اس لیے اس کے نیچے کی طرف گرنے یا اوپر کی سمت میں اُڑ جانے کا کوئی خطرہ نہیں۔ چنانچہ اُسے نیچے سے سہارا دے کر اُٹھائے رکھنا یا اوپر سے دبائے رکھنا بالکل فضول ہو گا۔ زنجیر کا مقصد صرف زمین سے خلائی اڈّے تک کا راستہ فراہم کرنا ہے۔

زمین کی عمارتوں کی لِفٹ اور خلائی لِفٹ کی میکانیات بالکل مختلف ہیں۔ زمینی لِفٹ اپنی زنجیر میں بندھی ہوئی رہتی ہے۔ وہ بذاتِ خود غیر متحرّک ہوتی ہے اور صرف زنجیر کی حرکت کی وجہ سے اوپر نیچے جاتی ہے۔ خلائی لِفٹ میں حالت برعکس ہے۔ چونکہ اس میں زنجیر کے دونوں سِرے اپنی اپنی جگہ پر ٹھکے ہوں گے، اس لیے زنجیر غیر متحرّک رہے گی۔ اس لیے خود لِفٹ کو اس زنجیر پر حرکت کرنے کی ضرورت ہو گی۔ گویا خلائی لِفٹ زمینی لِفٹ کے مقابلے میں ریل گاڑی سے زیادہ مشابہ ہے جس میں ریل کی پٹری غیر متحرّک ہوتی ہے اور ریل گاڑی اپنی حرکت سے پٹری پر چلتی ہے۔

خلائی لِفٹ کیسے چلے گی؟ اس کے لئے بہت ساری تجویزیں پیش کی گئی ہیں۔ ان میں سے ایک تجویز مقناطیسی عمل کو استعمال کرنے کی ہے۔ اس کا طریقۂ کار ویسا ہی ہو گا جو مقناطیسی ریل گاڑیوں میں پہلے ہی سے مستعمل ہے۔ اس کی سادہ سی تشریح درجِ ذیل ہے۔

یہ سب کو معلوم ہے کہ مقناطیس لوہے (اور چند اور مادّوں) کو کھینچتا ہے۔ برقناطیسی مادّہ (electro-magnetic material) ایسے مادّے کو کہتے ہیں جو بذاتِ خود مقناطیس نہیں ہوتا، مگر اگر اس کے گرد برقی رَو (electric current) گزاری جائے تو وہ عارضی طور پر مقناطیس بن جاتا ہے۔ یعنی جب تک برقی رَو چلتی رہتی ہے اس مادّے میں مقناطیسی خصوصیت پیدا ہو جاتی ہے، اور وہ لوہے کو کھینچتا ہے۔ لیکن جب برقی رَو بند ہو جاتی ہے تو وہ اپنی مقناطیسیت کھو دیتا ہے، اور اپنے قریب کے لوہے پر کوئی اثر نہیں کرتا۔

اب فرض کریں کہ بہت سی برقناطیسی سلاخیں [7] ایک قطار میں لگائی گئی ہیں۔ ساتھ ہی ساتھ بجلی گزارنے اور روکنے کا کچھ ایسا انتظام کیا گیا ہے کہ ان سلاخوں کو یکے بعد دیگرے تھوڑی تھوڑی دیر کے لیے مِقنایا جا سکتا ہے۔ اب مزید یہ فرض کریں کہ لوہے کا ایک ٹکڑا قطار کی پہلی برقناطیسی سلاخ کے نزدیک رکھ دیا گیا ہے۔ جب بجلی کا عمل شروع ہو گا تو، سب سے پہلے، قطار کی پہلی سلاخ مقناطیس بن جائے گی۔ اس کی کشش سے لوہے کا ٹکڑا اس سلاخ کے اوپر پہنچ جائے گا۔ بجلی کے عمل کے دوسرے قدم پر پہلی سلاخ تو اپنی مقناطیسیت کھو دے گی مگر دوسری سلاخ مقناطیس بن جائے گی۔ نتیجے کے طور پر لوہے کا ٹکڑا پہلی سلاخ سے دوسری سلاخ پر منتقل ہو جائے گا۔ بجلی کے عمل کے تیسرے قدم میں دوسری سلاخ میں مقناطیسیت باقی نہیں رہے گی، مگر تیسری سلاخ مقناطیس بن جائے گی۔ اس لیے لوہے کا ٹکڑا تیسری سلاخ پر منتقل ہو جائے گا۔ علیٰ ہذا القیاس۔ اس طرح بجلی کے عمل کے ہر قدم پر لوہے کا ٹکڑا ایک سلاخ سے دوسری سلاخ پر چلا جائے گا۔ گویا وہ سلاخوں کی قطار پر حرکت رہتا رہے گا۔ اس کی رفتار اس سے متعین ہو گی کہ

[7] یہاں سلاخوں سے مراد ریل کی پٹری کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کی شکل کے چپٹے بلاک ہیں۔

کتنی تیزی سے برقی رَو چلائی اور روکی جاتی ہے۔

خلائی لِفٹ کو مقناطیسی قوّت سے چلانے کی تجویز میں طریقۂ عمل بنیادی طور پر کچھ ایسا ہی ہو گا۔ خلائی زنجیر پر برقناطیسی سلاخیں اور بجلی کے تار چسپاں ہوں گے، اور لِفٹ کے ڈبّے کی ایک دیوار لوہے (یا لوہے جیسی مقناطیسی خصوصیات رکھنے والے مگر نسبتاً بہت ہلکے مادّے) کی ہو گی۔ جب بجلی کے ذریعے سلاخوں کو یکے بعد دیگرے عارضی مقناطیس بنایا جائے گا، تو ڈبّہ ایک سلاخ سے دوسری سلاخ پر منتقل ہوتا ہوا زنجیر کے ایک سِرے سے دوسرے سِرے تک سفر کرے گا۔

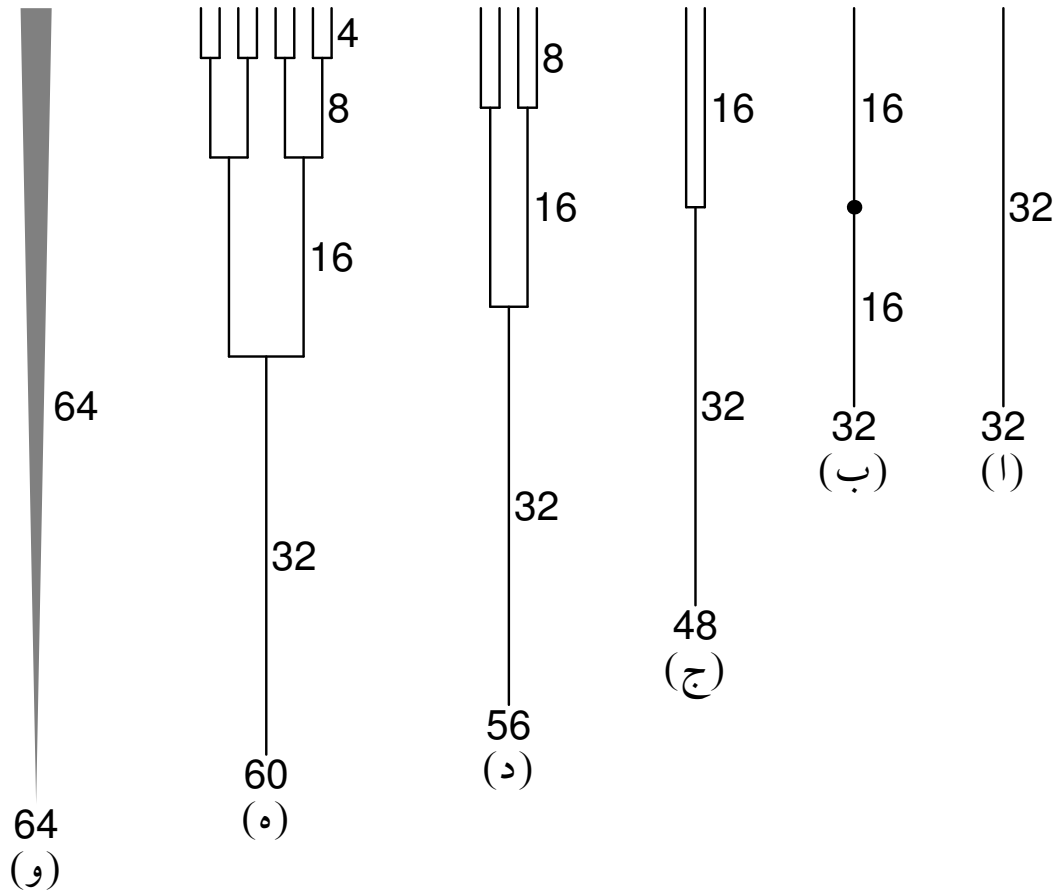
7 زنجیر کی ساخت

زمین کی سطح سے خلائی اڈّے تک پہنچنے کے لیے کیا انتظام ہو گا؟ جیسا کہ پہلے ذکر ہو چکا ہے، ایک مستقل خلائی اڈّے ("محل") کی تعمیر اور زمین سے وہاں تک ایک مسقل راستہ بنانے کا خیال پہلی دفعہ تسیول کووسکی نے پیش کیا تھا۔ مگر اس کے مجوّزہ منصوبے میں راستے کے طور پر ایک مینار تعمیر کرنے کی ضرورت تھی۔ اس نے خود ہی کہا تھا کہ مینار کا مقصد صرف خلائی اڈّے تک آنے جانے کا طریقہ فراہم کرنا تھا، خلائی اڈّے کو سہارا دینا نہیں تھا۔ خلائی اڈّہ چونکہ ارض ساکن مدار پر گھومتا رہے گا اس لیے یہ خلا میں بلا وزن معلّق رہے گا۔ اسے کسی سہارے کی ضرورت نہیں۔

یہ ذکر بھی ہو چکا ہے کہ مینار کی تجویز اب ناقابلِ عمل نظر آتی ہے۔ بنیادی سبب درجِ ذیل ہے۔ عموداً کھڑے ہوئے ہر ستون کا بوجھ نہ صرف اس کی بنیاد پر پڑتا ہے، بلکہ ستون کے اندر بھرے ہوئے مادّے میں بھی اوپر سے نیچے تک "فِشار" یعنی "بھینچے جانے" کے احساس سے ملتے جلتے، ہر طرف سے وارِد دباؤ کی قوّت کا اثر ہوتا ہے، جس کی وجہ سے ستون کا سارا مادّہ سکڑنے لگتا ہے۔ یعنی ستون کے ذرّے ایک دوسرے کے قریب آنے لگتے ہیں۔ اگر یہ سکڑاؤ (compression) ایک حد سے بڑھ جائے تو ستون کے حصّے ٹیڑھے میڑھے ہو جاتے ہیں اور آخرکار ستون ٹکڑے ٹکڑے ہو جاتا ہے۔ فشار برداشت کرنے کی صلاحیت مادّے مادّے پر منحصر ہے۔ مثلاً برتن بنانے کے لیے استعمال ہونے والی کچی مٹی میں (کمھار کی بھٹی میں پکنے سے پہلے) یہ طاقت نہ ہونے کے برابر ہے، جب کہ فولاد میں یہ طاقت اکثر دوسرے مادّوں سے کہیں زیادہ ہے۔ اسی لیے اونچی عمارتوں کا ڈھانچہ فولاد ہی سے بنایا جاتا ہے۔ مگر جس مینار کی بات ہو رہی ہے اس کی اونچائی تقریباً 36000 کیلومیٹر ہو گی۔ فولاد میں فشار برداشت کرنے کی جتنی طاقت ہے، وہ اس مینار کی تعمیر کے لیے بالکل ناکافی ہے۔ بلکہ تعمیری انجنیرنگ کے ماہرین کے عِلم کے مطابق فی الوقت اتنا مضبوط کوئی ایسا مادّہ موجود نہیں ہے جس سے اتنی اونچائی کا ستون بنایا جا سکے۔

چونکہ ستون نہیں بن سکتا اس لئے اب یہی حل مناسب نظر آتا ہے کہ زمین اور خلائی اڈّے کے درمیان راستے کے طور پر اڈّے سے زمین کی سطح تک پہنچتی ہوئی ایک زنجیر لٹکائی جائے۔ لٹکی ہوئی زنجیر پر بوجھ (جس میں زنجیر سے لٹکا ہوا وزن اور زنجیر کا اپنا وزن دونوں شامل ہیں) کا اثر ستون کے مقابلے میں اُلٹا ہوتا ہے۔ زنجیر میں سکڑاؤ نہیں بلکہ کھنچاؤ یا تناؤ (tension) کی قوّت عمل میں آتی ہے، یعنی زنجیر کے اندر بھرے ہوئے مادّے کے ذرّات ایک دوسرے سے دور ہونے لگتے ہیں۔ اور اگر یہ تناؤ ایک حد سے بڑھ جائے تو پھر زنجیر ٹوٹ جاتی ہے۔

کم تناؤ برداشت کرنے والے مادّے کو ایک دلچسپ طریقے سے استعمال کر کے نہ ٹوٹنے والی بڑی لمبی زنجیریں بنائی جاسکتی ہیں۔ اس "گُر" یا "نسخے" کو سمجھنے کے لیے شکل 6 ملاحظہ ہو۔ فرض کریں کوئی مادّہ ایسا ہے کہ اس سے زیادہ سے زیادہ 32 میٹر لمبی زنجیر بن سکتی ہے۔ دوسرے الفاظ میں اگر اس مادّے سے بنی ہوئی 32 میٹر تک لمبی زنجیر (کسی کھونٹے سے اٹکا کر کے) نیچے لٹکائی جائے تو وہ نہیں ٹوٹے گی، لیکن اگر 32 میٹر سے ذرا بھی زیادہ لمبی زنجیر اسی مادّے سے بنا کر لٹکائی جائے تو اس میں تناؤ اتنا زیادہ ہو گا کہ وہ ٹوٹ جائے گی۔ اب یہ دیکھیں کہ اسی مادّے سی ایسی اَٹوٹ (یا مستحکم یا پائیدار) زنجیر بنانا کیسے ممکن ہے، جس کی لمبائی دُگنی یعنی 64 میٹر ہو۔



شکل 6: کمزور مادّے سے لمبی زنجیر بنانے کا طریقہ

32 میٹر زنجیر صرف اسی صورت میں مستحکم ہو سکتی ہے جب کہ اس کا 16 میٹر لمبا بالائی نصف حصّہ زیریں نصف کے 16 میٹر کو سہارا دے رہا ہو۔ (وضاحت کے لیے شکل 6 میں ذیلی شکلیں (ا) اور (ب) دیکھیے۔) اس مشاہدے سے یہ نتیجہ بھی نکلتا ہے کہ زیرِ غور مادّے سے بنی ہوئی ایک 16 میٹر زنجیر میں ایک دوسری 16 میٹر لمبی زنجیر کو اٹھانے کی طاقت ہے۔ تو پھر ہم ذیلی شکل (ج) کے مطابق 16، 16 میٹر کے دو ٹکڑوں کو ساتھ جوڑ کر ان دونوں کی مجموعی طاقت سے ایک 32 میٹر لمبے ٹکڑے کو اٹھا سکتے ہیں، اور اس طرح ایک 48 میٹر لمبی مرکّب زنجیر بنا سکتے ہیں جو مستحکم ہو گی۔[8] پھر اسی استدلال سے یہ بھی کہہ سکتے ہیں کہ چونکہ 16 میٹر کی زنجیر

[8] 32 میٹر کی زنجیر کے مستحکم ہونے سے ہم نے یہ نتیجہ نکالا ہے کہ زنجیر کا بالائی 16 میٹر کا حصّہ اس کے زیریں 16 میٹر کے حصّے کو سہارا دے رہا ہے۔ اس

میں اوپر کا 8 میٹر لمبا حصّہ نچلے 8 میٹر کو اٹھائے ہوئے ہے اس لیے دو 8 میٹر لمبے حصّے باہم 16 میٹر لمبے ٹکڑے کو اٹھا سکتے ہیں۔ اور چار 8 میٹر لمبے ٹکڑے دو 16 میٹر کے ٹکڑوں کو اٹھا سکتے ہیں جو باہم ایک 32 میٹر لمبے ٹکڑے کو سہارا دے سکتے ہیں۔ اس لیے شکل کے حصّہ (د) میں ایک 56 میٹر لمبی زنجیر دکھائی گئی ہے۔ اور پھر ایک قدم اور بڑھا کر ہم ذیلی شکل (ہ) میں دکھائی ہوئی 60 میٹر کی مرکّب زنجیر بنا سکتے ہیں۔

یہ نسخہ اگر کئی دفعہ دہرایا جائے تو ایک 64 میٹر لمبی مستحکم زنجیر بن سکتی ہے۔[9]

لمبی زنجیر بنانے کے لیے مختلف لمبائی کے ٹکڑے کاٹ کاٹ کر انھیں شکل 6 میں دکھائی ہوئی ترکیب سے جوڑنے کی کوئی ضرورت نہیں، کیونکہ زنجیر بُننے (cord weaving) کے عمل ہی میں مطلوبہ ساخت کی بُنائی کا انتظام ہو سکتا ہے۔ اس لیے ذیلی شکل (و) میں زنجیر کو مثلّث شکل کا (triangular) دکھایا گیا ہے، کیونکہ اس کی موٹائی اوپر سے نیچے تک مسلسل کم ہوتی جائے گی۔ اس کے علاوہ کاغذ پر صرف دائیں سے بائیں سمت کی موٹائی دکھائی جا رہی ہے۔ حقیقتاً زنجیر کی ساخت کاغذ کے بنے ہوئے چپٹے تکون جیسی نہیں بلکہ آئس کریم کون یا تیل بھرنے کے قیف (کُپّی) کی طرح مخروط (cone) جسم جیسی ہے۔

8 زنجیر کا مادّہ

ابھی بھی یہ مسئلہ باقی ہے کہ زنجیر کون سے مادّے سے بنائی جائے۔ جو طریقہ ابھی بیان ہو اس کے لحاظ سے تو اصولاً انتہائی کمزور تناؤ برداشت کرنے والے مادّے سے بھی (مثلاً سِلائی کے دھاگے سے) کسی بھی مطلوبہ لمبائی کی مستحکم زنجیر بنائی جاسکتی ہے۔ مگر ایسی زنجیر کا اوپر کا حصّہ بے حد چوڑا ہو گا اور اس میں مادّے کی بے تحاشا مقدار کی ضرورت ہو گی۔ اس لیے بہت لمبی زنجیروں کے لیے کمزور مادّوں کا استعمال عملاً ناممکن ہے۔

حال ہی میں نَینو ٹکنالوجی (nano-technology) نام کا عِلم وجود میں آیا ہے۔ 1990 کی دہائی سے اس عِلم کا استعمال بالکل نئے قسم کے مصنوعی مادّے بنانے کے لیے ہونے لگا ہے۔ اس عِلم اور اس کے طریقوں کی تفصیل کا یہاں موقع نہیں ہے۔ مختصراً یہ کہا جاسکتا ہے کہ نَینو صناعت (nano-fabrication) میں باریکی اس درجے تک پہنچ گئی ہے کہ ایک سنٹی میٹر کے کروڑویں حصّے جتنی

دعوے کے برعکس یہ بھی فرض کیا جا سکتا تھا کہ زنجیر میں اوپر کا نصف سے کم حصّہ (مثلاً 15 میٹر) نیچے کے نصف سے زیادہ حصّے (مثلاً 17 میٹر) کو سہارا دے سکتا ہے۔ ایک عمومی قانون کے حیثیت سے یہ مفروضہ بلا ثبوت بھی غلط معلوم ہوتا ہے۔ لیکن اگر بفرضِ محال مان بھی لیں کہ اوپر کا صرف 15 میٹر لمبا حصّہ نچلے 17 میٹر کو سہارا دے سکتا ہے، تو پھر ہم ذیلی شکل (ج) میں ذرا سی ترمیم کر کے 15، 15 میٹر کے دو ٹکڑوں کو ساتھ جوڑ کر ان دونوں کی مجموعی طاقت سے ایک 34 میٹر لمبے ٹکڑے کو اٹھا سکتے ہیں، اور اس طرح ایک 49 میٹر لمبی مرکّب زنجیر بنا سکتے ہیں۔ مگر دقّت یہ ہے کہ زنجیر کے مادّے کی خصوصیات کے زیرِ نظر 34 میٹر کا ٹکڑا خود ہی غیر مستحکم ہو گا۔ اس لیے ہمیں 15، 15 میٹر کے دو ٹکڑوں کو ساتھ جوڑ کر ان دونوں کی مجموعی طاقت سے صرف ایک 32 میٹر لمبے ٹکڑے کو لٹکانا ہو گا، اور اس طرح بنی ہوئی مرکّب زنجیر صرف 47 میٹر لمبی ہو گی، جب کہ اوپر بیان کیے ہوئے طریقے سے کسی مشکوک مفروضے کی مدد کے بغیر ہی 48 میٹر لمبی مرکّب زنجیر بن سکتی ہے!

[9] ثانوی اسکول کے ریاضی کے نصاب میں "ہندسی سلسلہ" (geometric series) نام کا ایک موضوع پڑھایا جاتا ہے۔ اس سے جو قارئین واقف ہیں، انھیں علم ہو گا کہ اوپر بیان کیے ہوئے طریقے سے بنائی ہوئی مرکّب زنجیر کی لمبائی 64 میٹر سے ہمیشہ چھوٹی رہے گی۔ لیکن اس طریقے کے چند مرحلوں کے بعد یہ فرق اتنا کم رہ جائے گا کہ اس فرق کو عملاً نظر انداز کیا جا سکتا ہے۔

پیمائش کے مادّی ذرّات، یعنی صرف چند سالمات (molecules) پر مشتمل مادّی ٹکڑوں، کو توڑ جوڑ کر چیزیں بنائی جا سکتی ہیں۔ ان میں سے ایک بڑی کارآمد چیز ایک کاغذ جیسا چپٹا لیکن انتہائی پتلا ورق ہے۔ پھر جیسے کاغذ کو لپیٹ کر نلکی نما رَول بنائے جاتے ہیں، اسی طرح نینو صناعتی طریقوں سے ہی ایسے ورق کو لپیٹ کر نینو نلی (nano-tube) نام کا مادّہ بنایا جاتا ہے۔ اب کاربن (carbon) عنصر کو استعمال کرتے ہوئے ایسی نینو نلیاں (carbon nano-tubes) بنائی جارہی ہیں جو تمام معروف قدرتی مادّوں کے مقابلے میں انتہائی ہلکی لیکن سینکڑوں گنا زیادہ مضبوط ہیں۔ خلائی اڈّے کو زمین سے ملانے اور دونوں کے درمیان لِفٹ چلانے کے لیے نینو نلی کی ہی زنجیر بنانے کی تجویز ہے۔

About the author:

Kamal Abdali holds a PhD in computer science and has worked mainly in the theoretical and foundational areas of that discipline. Having served in universities, industrial research labs, and governmental research agencies, he is now retired and lives in Arlington, Virginia, USA. He can be reached by email at *k.abdali@acm.org*.