

ہم ایک برقی سرکٹ کے اندر رہتے ہیں

جب لوگ خلائی موسم کا لفظ سنتے ہیں، تو وہ شاید سورج کے شعلوں کے بارے میں سوچتے ہیں جو سیٹلائٹس کو متاثر کرتے ہیں یا قطبی رات میں چمکتے ہوئے اورورا کے بارے میں۔ لیکن اس کے بنیادی طور پر، خلائی موسم سورج سے نکلنے والی چارج شدہ ذرات کے رویے سے زیادہ غیر معمولی نہیں ہے۔

سورج کی بیرونی تہہ ایک ابلتا ہوا پلازما ہے: اتنا گرم کہ الیکٹران اور پروٹون اب ایٹموں میں بندھے نہیں رہتے، بلکہ آزادانہ طور پر حرکت کرتے ہیں۔ جیسے کہ ایک خلائی میں ایک بہت بڑا فلامنٹ، سورج مسلسل اس برقی طور پر چلنے والے سیال کو شمسی ہوا کے طور پر خارج کرتا ہے۔ یہ شمسی نظام کے ذریعے سیکیڑوں کلومیٹر فی سیکنڈ کی رفتار سے بہتا ہے، جس میں الیکٹران، پروٹون، الفا ذرات، اور الجھے ہوئے مقناطیسی میدان شامل ہوتے ہیں۔

زمین سے ایک ملین کلومیٹر اوپر دھارے میں I1 پوائنٹ پر خلائی جہاز شمسی ہوا کو حقیقی وقت میں ناپتے ہیں۔ وہ ہمیں بتاتے ہیں کہ کتنے الیکٹران، پروٹون، اور بھاری آئن آرہے ہیں، اور کتنی تیزی سے۔ پرسکون حالات میں، ہوا میں عام طور پر الیکٹران کی ہلکی سی زیادتی ہوتی ہے، اس لیے بین سیاروی خلاء میں ایک ہلکی سی منفی چارج کی پس منظر ہوتی ہے۔

جب سورج سے ایک کورونل ماس ایجیکشن (CME) پھٹتا ہے، تو توازن بدل جاتا ہے۔ پلازما اور مقناطیسی میدان کے بہت بڑے بلبے خلاء کو جھاڑتے ہیں اور زمین کے مقناطیسی ڈھال سے ٹکراتے ہیں۔ قطبوں پر، اس توانائی کا کچھ حصہ مقناطیسی میدان کی لکیروں کے ساتھ نیچے کی طرف جاتا ہے، آکسیجن اور نائٹروجن کے ایٹموں کو سبز اور سرخ چمکتے پردوں میں ابھارتا ہے: شمالی نصف کرہ میں شمالی روشنی اور جنوبی نصف کرہ میں جنوبی روشنی۔

زمین اربوں سال سے اس ماحول میں ڈوبی ہوئی ہے۔ پلازما میں ڈوبے ہوئے چالک اجسام غیر جانبدار نہیں رہتے؛ وہ چارج جمع کرتے ہیں۔ ارضیاتی وقت کے دوران، زمین اپنے خلائی ماحول کے مقابلے میں ایک ہلکی سی منفی برقی صلاحیت پر مستحکم ہو گئی ہے۔

یہ سمجھ ہمارا خلاء سے آسمان تک کا منتقلی ہے: اگر زمین منفی ہے، اور اس کے اوپر کی خلاء الیکٹرانوں اور پروٹونوں سے بھری ہوئی ہے، تو خود فضا میں چارج کا توازن کیسے ہوتا ہے؟ جواب ہے آئنوسفیئر۔

آئنوسفیر اور پر سکون موسم کا میدان

آئنوسفیر تقریباً 50 کلومیٹر کی بلندی سے شروع ہوتا ہے اور سینکڑوں کلومیٹر تک پھیلتا ہے۔ وہاں، سورج کی الٹرا وائلٹ روشنی اور آنے والی ذرات ایٹموں سے الیکٹران الگ کرتی ہیں، جس سے آئنوں کی ایک پتلی گیس باقی رہ جاتی ہے۔ ہمارے لیے زمین پر، ہوا ایک موصل کی طرح لگتی ہے۔ لیکن بلندی کے ساتھ، آئنائزیشن تیزی سے بڑھتی ہے، اور چالکتا کئی گنا بڑھ جاتی ہے۔

آئنوسفیر کی دریافت 1920 کی دہائی میں ہوئی، نہ کہ طبیعیات دانوں بلکہ ریڈیو انجینئرز کے ذریعے۔ ایڈورڈ اپیلٹن اور ان کے ساتھیوں نے دیکھا کہ ریڈیو لہریں کبھی کبھار افق سے بہت آگے تک سفر کرتی ہیں۔ سگنل ایک بلند چالک تہ سے واپس لوٹتے تھے۔ جسے اب ہم آئنوسفیر کی ای اور ایف تہوں کہتے ہیں۔ اس “آسمانی آئینے” نے عالمی نشریات کو ممکن بنایا، اور اپیلٹن کے کام نے انہیں نوبل انعام دلایا۔

لیکن ریڈیو سے ہٹ کر، آئنوسفیر کی ایک گہری اہمیت ہے۔ تصور کریں کہ زمین ایک چالک کرہ ہے جو منفی چارج رکھتی ہے، اور آئنوسفیر ایک مثبت چارج شدہ خول ہے جو دسیوں کلومیٹر اوپر ہے۔ ان کے درمیان فضا ہے: نہ تو مکمل خلا، نہ ہی مکمل موصل، بلکہ ایک ایک لیک ہونے والا ڈائی الیکٹرک۔ مل کر، وہ ایک کروی کیپیسٹر بناتے ہیں، جو تقریباً $250,000+$ وولٹ تک چارج ہوتا ہے۔

زمین پر، یہ صلاحیت پر سکون موسم کے فضائی برقی میدان کے طور پر ظاہر ہوتی ہے: تقریباً $100+$ سے $300+$ وولٹ فی میٹر، نیچے کی طرف ہدایت کی گئی۔ دوسرے لفظوں میں، مثبت آئنوسفیر الیکٹرانوں کو اوپر کی طرف کھینچتا ہے، جس سے سطح نسبتاً منفی رہ جاتی ہے۔ چونکہ بلندی کے ساتھ ہوا زیادہ چالک ہو جاتی ہے، اس لیے اس ویلج کے گرنے کا زیادہ تر حصہ نچلے 10-15 کلومیٹر میں ہوتا ہے۔ ٹروپوسفیر، جہاں تمام بادل اور موسم ہوتے ہیں۔

پر سکون حالات میں یہ میدان مستحکم ہوتا ہے، صرف دنیا کی تمام طوفانوں کی عالمی تال کے ذریعے مادیول کیا جاتا ہے۔ ایک روزانہ سائیکل جسے کارنیگی وکر کہا جاتا ہے۔ تاہم، یہ پر سکون بنیاد طوفانوں کے ڈرامے کے لیے اسٹیج تیار کرتی ہے۔

طوفان بطور برقی مشینیں

ایک بڑھتے ہوئے کو مولونبس بادل کے اندر، ٹریلینز برف کے ذرات اور قطرے آپس میں ٹکراتے ہیں۔ ہر ایک آئن رکھتا ہے: H^+ اور OH^- ، جو پانی میں ہمیشہ موجود ہوتے ہیں۔ ماحولیاتی برقی میدان اس بات پر اثر انداز ہوتا ہے کہ یہ چارجز کیسے حرکت

کرتے ہیں۔ چھوٹے برف کے کرسٹل مثبت چارج حاصل کرنے کی طرف مائل ہوتے ہیں اور اوپر کی طرف اٹھنے والی ہواؤں کے ذریعے اوپر لے جائے جاتے ہیں، جبکہ بھاری گرپل منفی چارج جمع کرتا ہے اور درمیانی سطحوں تک گرتا ہے۔

نتیجہ ایک تین قطبی ڈھانچہ ہے:

- تقریباً 4-7 کلومیٹر پر ایک اہم منفی چارج کا علاقہ،
- بادل کے اوپر (10-12 کلومیٹر) ایک مثبت علاقہ،
- کبھی کبھار بنیاد کے قریب ایک ثانوی مثبت تہہ۔

یہ جدائی 19 ویں صدی کے ایک مشہور تجربے کی عکاسی کرتی ہے۔ 1867 میں، لارڈ کیلون۔ جو بنیادی طور پر تھر موڈ انٹناک درجہ حرارت کے پیمانے کے لیے جانا جاتا ہے۔ نے صرف ٹپکتے پانی، حلقوں اور بالٹیوں کا استعمال کرتے ہوئے ایک آلہ بنایا۔ کیلون کا واٹر ڈراپ جنریٹر گرتے ہوئے قطروں میں چھوٹی آنک عدم توازن کا فائدہ اٹھاتا تھا۔ ہوشیار انڈکشن کے ساتھ، یہ اتار چڑھاؤ اس وقت تک بڑھائے گئے جب تک کہ آلے سے ہزاروں وولٹ کی چنگاریاں نہ چھلانگ لگائیں۔

کیلون کا ٹیبل ٹاپ آلہ ایک چھوٹا طوفان تھا۔ بادل اسی چارج فیکٹری کے صرف بڑے ورژن ہیں، جو کشش ثقل، کنوئیکشن، اور تصادم سے چلتے ہیں۔

ہم جو زیادہ تر بجلی دیکھتے ہیں وہ منفی درمیانی تہہ سے زمین تک خارج ہوتی ہے۔ لیکن کبھی کبھار، اوپری مثبت علاقہ اپنا چارج چھوڑتا ہے۔ یہ مثبت بجلیاں بہت زیادہ طاقتور ہوتی ہیں، بڑے کرنٹ لے جاتی ہیں اور دسیوں کلومیٹر اطراف تک پھیلتی ہیں۔ بدنام زمانہ ”صاف آسمان سے بجلی“۔ نایاب لیکن مہلک، یہ پرسکون موسم کے میدان کے برعکس ہیں: بادل کا مثبت سر زمین پر براہ راست خارج ہوتا ہے۔

ہر طوفان اس طرح ایک جنریٹر کے طور پر کام کرتا ہے، مثبت چارج کو آئنوسفیئر کی طرف اور منفی چارج کو زمین کی طرف پمپ کرتا ہے۔ اجتماعی طور پر، زمین کے تقریباً 2,000 فعال طوفان عالمی 250 کلو وولٹ کے صلاحیت کو برقرار رکھتے ہیں، اسے دوبارہ بھرتے ہیں جو بصورت دیگر لیک ہو جائے گا۔ طوفان صرف موسم کے واقعات نہیں ہیں؛ یہ سیارے کے برقی سرکٹ کے پاور پلانٹس ہیں۔

طوفان جو خلاء تک پہنچتے ہیں

صدیوں تک یہ سمجھا جاتا تھا کہ بجلی بادل کے نیچے تک محدود ہے۔ لیکن سرکٹ دونوں سمتوں میں کام کرتا ہے۔ طوفان اوپر کی طرف بھی آئنوسفیئر تک، اور کبھی کبھار قریبی خلاء تک خارج ہوتے ہیں۔

1990 کی دہائی میں، کائناتی گاما رے برسٹس کی تلاش میں نکلے سیٹلائٹس نے کچھ غیر متوقع دریافت کیا: زمین سے ہی ملی سیکنڈ گاما رے چمک۔ یہ زمینی گاما رے چمک (TGFs) اس وقت پیدا ہوتے ہیں جب طوفانوں کے اوپر برقی میدان الیکٹرانوں کو تقریباً رشتہ دارانہ رفتار تک تیز کرتے ہیں، جو ہوا کے مالیکیولز سے ٹکراتے ہیں اور گاما رے خارج کرتے ہیں۔ ایک طوفان قدرتی ذراتی ایکسلریٹرن جاتا ہے، جو انسانوں کے بنائے ہوئے مشینوں سے مقابلہ کرتا ہے۔

سیٹلائٹس کے اس کی تصدیق کرنے سے بہت پہلے، بلند اونچائی کے پائلٹس عجیب روشنیوں کے بارے میں سرگوشیاں کرتے تھے: سرخ چمک، نیلے مخروط، طوفانوں کے اوپر ہالو جیسے حلقے۔ 1950 کی دہائی میں یو-2 پائلٹس شاید انہیں دیکھنے والوں میں سے پہلے تھے، لیکن ان کی رپورٹس کو بصری وہم کے طور پر مسترد کر دیا گیا۔ صرف 20 ویں صدی کے آخر میں کیمروں نے انہیں پکڑا:

- سرخ اسپرائٹس: بڑے پیمانے پر، جیلی فش کی شکل کے خارج ہونے والے مادے جو 80-90 کلومیٹر تک پہنچتے ہیں۔
- نیلے جیٹس: طوفان کے اوپر سے 50 کلومیٹر تک تنگ نیلے مخروط۔
- ایلوز: 90 کلومیٹر پر پھیلتے سرخ حلقے، جو بجلی کے برقی مقناطیسی دھماکوں کی وجہ سے ہوتے ہیں۔

یہ سب مل کر عارضی چمکیلی واقعات (TLEs) ہیں۔ آسمان کی چھپی ہوئی بجلی، جو طوفانوں کو آئنوسفیئر سے جوڑتی ہے۔ وہ ثابت کرتے ہیں کہ طوفان مقامی نہیں ہیں بلکہ عالمی اداکار ہیں، جو توانائی اور ذرات کو اوپر کی طرف دھکیلتے ہیں، ریڈیو پھیلاؤ، سیٹلائٹ کی مداریں، اور حتیٰ کہ تابکاری ٹیلٹس کو بھی متاثر کرتے ہیں۔

ہم نے خلائی موسم کو زمین پر مسلط شدہ چیز کے طور پر شروع کیا۔ اب ہم اس کے برعکس دیکھتے ہیں: زمین خود اپنے طوفانوں کے کام کے ذریعے خلائی موسم پیدا کرتی ہے۔

سرکٹ کے اندر رہنا

اب خاکہ واضح ہے: زمین، آئنوسفیئر، اور خلاء ایک عالمی برقی سرکٹ میں جڑے ہوئے ہیں۔ تاہم، یہ موضوع مضامین کے درمیان عجیب طور پر گرتا ہے۔

- ماہرین فلکیات اور خلائی طبیعیات دان سولر طوفانوں اور میگنیٹوسفیئر پر توجہ دیتے ہیں۔

- ماہرین موسمیات بادل، بارش، اور زمین پر بجلی کا مطالعہ کرتے ہیں۔
 - ماہرین ارضیات زلزلوں اور آتش فشاں کی تحقیقات کرتے ہیں، جو برقی میدانوں کو بھی متاثر کرتے ہیں۔
- نتیجہ یہ ہے کہ فضائی بجلی خلا سے گزر جاتی ہے۔ معیاری موسم کی رپورٹس درجہ حرارت، دباؤ، ہوا، اور نمی فراہم کرتی ہیں۔ لیکن جامد فضائی میدان نہیں، حالانکہ اسے ایک سادہ فیلڈ مل کے ساتھ ناپا جا سکتا ہے۔

اسے کیوں ناپنا؟

ہمارے پاس پہلے سے ہی ماڈلز ہیں۔ بجلی کے نیٹ ورکس (Blitzortung, ALDIS, EUCLID) بجلی کے ریڈیو دھماکوں، سفیرکس، کوٹریس کر کے حقیقی وقت میں طوفان کی سرگرمی دکھاتے ہیں۔ جامد برقی میدانوں کے لیے وہی کیوں نہیں بنایا جاتا؟

ایسائینٹ ورک:

- مثبت بجلیوں کی ابتدائی انتباہ دے سکتا ہے، جو سب سے خطرناک ضربات ہیں۔
- طوفان کی ترقی کو ٹریس کر سکتا ہے: میدان کی ترقی کنوئیکشن کی نشاندہی کرتی ہے؛ قطبیت کے الٹ جانے سے تحلیل ہونے کی نشاندہی ہوتی ہے۔
- خلائی موسم کے ساتھ جوڑ دکھا سکتا ہے، CMEs اور کائناتی شعاعوں کو زمینی سطح کے میدانوں سے جوڑتا ہے۔
- ان بہت سے لوگوں کے لیے سائنسی بنیاد فراہم کر سکتا ہے جو کہتے ہیں کہ وہ اپنے جسم میں "موسم کو محسوس" کر سکتے ہیں۔

رصدگاروں کے لیے پکار

بہت سی رصدگاروں پہلے سے ہی فضائی بجلی کی پیمائش کر رہی ہیں، لیکن ڈیٹا بکھرا ہوا اور چھپا ہوا ہے۔ چند سال پہلے GLOCAEM (عالمی فضائی بجلی کی پیمائش کی ہم آہنگی) کے نام سے ایک مربوط عالمی کوشش شروع کی گئی تھی، جو یورپ، ایشیا، افریقہ اور امریکہ سے تقریباً 20-30 اسٹیشنوں کو جوڑتی ہے۔ ان میں سے کچھ مقامات - جیسے آسٹریا میں کونراڈ رصدگاہ، سلوواکیہ میں لونیک شتیت، اور سکاٹ لینڈ میں ایسکڈیلیور - پوٹینشل گریڈینٹ کی مسلسل نگرانی کی طویل تاریخ رکھتے ہیں۔

لیکن Blitzortung جیسے بجلی کے نیٹ ورکس کے برعکس، یہ ڈیٹا سٹریمز زیادہ تر محققین کے ہاتھوں میں رہتے ہیں۔ رینل ٹائم کراف موجود ہیں، لیکن وہ وسیع پیمانے پر مشہور نہیں ہوتے اور نہ ہی عوامی استعمال کے لیے بنائے گئے ہیں۔ زیادہ تر لوگوں کے

لیے۔ حتیٰ کہ فزکس کے طلباء کے لیے بھی۔ فضائی میدان اب بھی غیر مرئی ہے۔

یہ خلا ہے بیمائش نہیں، بلکہ رسائی۔ جو ضرورت ہے وہ ہے سائنسی آرکائیوز کو عوامی ڈیش بورڈز اور اوپن APIs میں ترجمہ کرنا، بالکل اسی طرح جیسے سفیر کس نیٹ ورکس نے طوفان کی سرگرمی کو ایسی چیز بنا دیا جسے کوئی بھی براہ راست دیکھ سکتا ہے۔ موجودہ تحقیقی نیٹ ورکس کے اوپر شہری سائنس کی ایک تہہ لوپ کو بند کر سکتی ہے۔ رصدگاہوں کے چھپے ہوئے گرافس کو ایک زندہ ”پانچویں موسم متغیر“ میں تبدیل کر سکتی ہے۔

تصویر کو مکمل کرنا

ہم ایک برقی سرکٹ کے اندر رہتے ہیں۔ زمین منفی پلیٹ ہے، آئنوسفیئر مثبت ہے، اور طوفان جنریٹر ہیں۔ بجلی صرف سب سے زیادہ دکھائی دینے والی علامت ہے۔ اسپرائٹس، جیٹس، گامارے، اور پرسکون موسم کے کرنٹ باقی ہیں۔

موسم کے اس چھپے ہوئے طول و عرض کو عوامی نظروں میں لانا۔ ڈیٹا کھول کر اور نیٹ ورکس بنانے سے۔ ہمارے آسمان کی تفہیم کو مکمل کرے گا۔ یہ ہمیں بہتر پیشگوئی کے اوزار، موسمیات اور صحت پر نئی بصیرتیں دے گا، اور حیرت کا احساس بحال کرے گا: یہ شعور کہ جس دنیا میں ہم چلتے ہیں وہ نہ صرف خلاء میں گھومتی ہے، بلکہ ایک سیاروی پیمانے کی برقی مشین کے اندر چمکتی، گنگناتی، اور چنگاریاں نکالتی ہے۔