

# زندگی کی پوشیدہ قوت: کولم انٹر ایکشن نے زمین اور اس پر موجود ہر چیز کو کیسے شکل دی

اگر آپ ایک غبارے کو اپنے بالوں سے رگڑیں اور اسے دیوار پر چپکا دیں، تو آپ نے ابھی ایک سادہ الیکٹروسٹیٹک تجربہ کیا ہے۔ غبارہ چمکتا ہے کیونکہ الیکٹران منتقل ہو گئے ہیں، جو متضاد چارج پیدا کرتے ہیں جو ایک دوسرے کو کھینچتے ہیں۔ یہ کلاس روم کا ایک مشہور ٹرک ہے۔ سٹیٹک الیکٹروسٹی کا ایک مختصر جھلک۔ تاہم، اس کے پیچھے sobotē کی نظر نہ آنے والی انٹر ایکشن، کولم فورس، فطرت کے سب سے بنیادی اور دور رس قوانین میں سے ایک ہے۔

یہ واحد قوت، برقی چارجز کے درمیان کشش اور دفع، مادے کی ساخت، زندگی کی کیمسٹری، سمندروں کی استحکام، اور یہاں تک کہ ان طوفانوں کو کنٹرول کرتی ہے جو زمین کو پانی دیتی ہے۔ سب سے چھوٹے ایٹم سے لے کر سب سے بڑے ماحولیاتی نظام تک، وہی طبیعیاتی اصول خاموشی سے طے کرتا ہے کہ کوئی سیارہ زندہ رہ سکتا ہے یا نہیں۔

## فطرت کا عالمگیر برقی تانا بانا

کولم فورس، 18 ویں صدی کے فزکس دان چارلس۔ اگسٹن ڈی کولم کے نام پر، اظہار میں سادہ لیکن لامتناہی طاقتور ہے: متضاد چارجز کشش کرتے ہیں، ایک جیسے چارجز دفع کرتے ہیں، اور کشش کی طاقت ان کے درمیان فاصلے کے مربع کے الٹے تناسب سے کم ہوتی ہے۔

ہر ایٹم کے اندر، منفی چارجڈ الیکٹران اس الیکٹروسٹیٹک کشش سے مثبت چارجڈ نیوکلیائی کی طرف کھینچے جاتے ہیں۔ کوانٹم میکینکس یہ طے کرتی ہے کہ یہ الیکٹران مخصوص انرجی حالتیں کیسے قبضہ کر سکتے ہیں، لیکن کولم فورس وہ فریم ورک فراہم کرتی ہے جس میں کوانٹم قوانین کام کرتے ہیں۔ الیکٹروسٹیٹکس کے بغیر، کوئی بھی ایٹم اتنا مستحکم نہیں ہوتا کہ اس پر کوئی چیز بنائی جاسکے۔

جب ایٹمز الیکٹران شیئر یا تبادلہ کرتے ہیں، تو وہ کیمیائی بانڈز بناتے ہیں۔ آئونک، کوویلنٹ، ہائیڈروجن، یا کمزور وان ڈیر والز انٹر ایکشنز جو بڑی مالیکیولز کو ایک ساتھ رکھتی ہیں۔ ہر بانڈ مثبت اور منفی چارجز کو متوازن کرنے کا ایک مختلف طریقہ ہے۔ اس

معنی میں، تمام کیمسٹری، اور اس لیے تمام بایولوجی، حرکت میں الیکٹرو سٹیٹکس ہے۔

## ملح پانی - الیکٹرو سٹیٹکس کی مالیکیولر فتح

زمین پر تمام مالیکیولز میں سے، پانی الیکٹرو سٹیٹک انجینئرنگ کا اعلیٰ مثال ہے۔ ہر پانی کا مالیکیول دو ہائیڈروجن ایٹمز پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک آکسیجن ایٹم سے جڑے ہوتے ہیں۔ کیونکہ آکسیجن ہائیڈروجن سے الیکٹران کو زیادہ مضبوطی سے کھینچتی ہے، یہ ہلکی منفی چارج رکھتی ہے، جبکہ ہائیڈروجن ہلکی مثبت چارج رکھتے ہیں۔

یہ غیر مساوی تقسیم ایک مستقل ڈائپول مومنٹ پیدا کرتی ہے، جو پانی کے مالیکیولز کو ہائیڈروجن بانڈز کے ذریعے ایک دوسرے کو کھینچنے کی اجازت دیتی ہے۔ سمت والے الیکٹرو سٹیٹک لنکس جو رکھنے کے لیے کافی مضبوط لیکن ٹوٹنے اور دوبارہ بننے کے لیے کافی کمزور ہوتے ہیں۔ ان سمت والے بانڈز کے نیچے الیکٹران کلاؤڈز میں چھوٹی اتار چڑھاؤ سمیٹا ہونے والے نازک وان ڈیر والز فورسز کا سمندر ہے جو عارضی ڈائپولز پیدا کرتے ہیں۔

یہ فورسز مل کر پانی کو اس کی غیر معمولی کوہیژن دیتی ہیں۔ اسی سائز کی ایک مالیکیول، جیسے ہائیڈروجن سلفائیڈ ( $H_2S$ )، تقریباً -80°C پر ابلتی ہے۔ لیکن کولم فورس سے جڑا پانی، زندگی کے پھلنے پھولنے کے درجہ حرارت کی حد میں ملح رہتا ہے۔ زمین کی ندیاں، سمندر اور خلیے ان نظر نہ آنے والی برقی کششوں کے مرہون منت ہیں۔

## زندگی کا ساوینٹ - قطبیت دنیا کو کیسے حل کرتی ہے

پانی کی قطبیت مالیکیولز کو ایک ساتھ رکھنے سے زیادہ کرتی ہے؛ یہ انہیں الگ ہونے کی بھی اجازت دیتی ہے۔ پانی کے مالیکیول کے مثبت اور منفی سرے حل شدہ نمکیات اور معدنیات کے آئنوں کو گھیرتے ہیں، انہیں حل میں کھینچتے ہیں۔

جب سوڈیم کلورائیڈ کا کرسٹل پانی سے ملتا ہے، تو آکسیجن ایٹمز مثبت سوڈیم آئنوں کی طرف مڑتے ہیں، جبکہ ہائیڈروجن منفی کلورائیڈ کی طرف۔ ہر آئن ایک ہائیڈریشن شیل میں گھرا ہوتا ہے، جو پانی کے مالیکیولز اور آئن کے چارج کے درمیان لاتعداد چھوٹی کولم کششوں سے مستحکم ہوتا ہے۔

یہ خاصیت - حل کرنے کی صلاحیت - پانی کو عالمگیر ساوینٹ بناتی ہے۔ یہ غذائی اجزاء کی گردش، انزائمز کے کام اور خلیوں کی سرگرمی کی اجازت دیتی ہے۔ میٹابولزم خود اس مالیکیولر ڈپلومیسی پر منحصر ہے: آئنوں کو حرکت کرنی، رد عمل کرنا اور دوبارہ ملنا پڑتا ہے، سب الیکٹرو سٹیٹک کشش سے میان۔ اس کے بغیر، سمندر بنجر تالاب اور بایو کیمسٹری ناممکن ہوتی۔

وہی فورس جو غبارے کو دیوار پر چپکاتی ہے، سمندری پانی کی ایک بوند کو زندگی کے اجزاء رکھنے کے قابل بناتی ہے۔

## ہوا میں پانی - موسم کے چھپے کولم فورس

پانی کی الیکٹروسٹیٹک فطرت کی کہانی ماحول میں اوپر جاری رہتی ہے۔ ایک پانی کا مالیکیول کا مالیکیولر ویٹ  $18 \text{ g/mol}$  ہے، جبکہ خشک ہوا کا اوسط - بنیادی طور پر نائٹروجن اور آکسیجن - تقریباً  $29 \text{ g/mol}$  ہے۔ یہ چھوٹا لیکن اہم فرق نم ہوا کو خشک ہوا سے ہلکا بناتا ہے۔

جیسے جیسے نم ہوا اوپر اٹھتی ہے، یہ پھیلتی اور ٹھنڈی ہوتی ہے۔ جب یہ کافی ٹھنڈی ہو جاتی ہے، تو بھاپ پانی کی بوندوں میں گاڑھا ہو کر بادل بناتی ہے۔ یہ گاڑھا پن لیٹنٹ ہیٹ چھوڑتا ہے - ہائیڈروجن بانڈز کے ٹوٹنے سے محفوظ الیکٹروسٹیٹک انرجی - جو ہوا کو اور گرم اور تیرتا بناتی ہے۔

یہ خود افزودہ عمل کنوئیکشن، گرج کے طوفان، اور عالمی پانی سائیکل کو چلاتا ہے۔ یہ حرارت کو خط استوا سے قطبوں تک منتقل کرتا ہے اور تازہ پانی کو براعظموں کو واپس کرتا ہے۔ پانی کے ہلکے مالیکیولر ویٹ، اعلیٰ بخارات کی حرارت، اور چپکنے والے ہائیڈروجن بانڈز کے بغیر - سب کولم فورس کے پیدوار - کوئی بادل، کوئی بارش، اور کوئی زندہ سیارہ نہیں جو طوفانوں سے مسلسل تجدید ہوتا۔

## برف جو تیرتی ہے - سیارے کی زندگی بچانے والی انوملی

پانی کا الیکٹروسٹیٹک کردار فطرت کی سب سے نایاب اور نتیجہ خیز عجوبوں میں سے ایک بھی پیدا کرتا ہے: اس کی ٹھوس شکل مانع شکل سے کم کشیف ہے۔

جب پانی جمتا ہے، تو اس کے مالیکیولز ایک کھلے ہیکساگونل نیٹ ورک میں ترتیب پاتے ہیں، ہر مالیکیول چار دیگر سے ہائیڈروجن بانڈڈ۔ یہ ساخت الیکٹروسٹیٹک استحکام کو زیادہ سے زیادہ کرتی ہے لیکن خالی جگہ چھوڑتی ہے، جو ٹھوس کو ہلکا بناتی ہے۔ نتیجہ: برف تیرتی ہے۔

یہ انوملی معمولی لگ سکتی ہے، لیکن یہ وجہ ہے کہ زمین گہرے ٹھنڈے ادوار میں رہنے کے قابل رہی۔ تیرتی برف ایک حفاظتی پرت بناتی ہے جو نیچے کے مانع پانی کو موصول کرتی ہے۔ مچھلیاں، الجی اور بیکٹیریا اس قدرتی ڈھال کے نیچے موسم سرما زندہ رہتی ہیں۔

قدیم سنو بال ارتھ واقعات کے دوران، جب سیارہ تقریباً مکمل طور پر برف سے ڈھکا تھا، اس خاصیت نے سمندروں کو مکمل جمنے سے روکا۔ تیرتی برف نے سورج کی روشنی کو واپس منعکس کیا، فوٹو سنتھیٹک الجی کے ذریعے کاربن ڈائی آکسائیڈ جذب کو سست کیا، اور ماحول کو BYI کانوں سے گرین ہاؤس گیسز جمع کرنے کا وقت دیا۔ جو آخر کار سیارے کو دوبارہ گرم کیا۔

اگر برف ڈوبتی، تو سمندر نیچے سے اوپر تک جم جاتے، تقریباً تمام زندگی کو مار ڈالتے۔ ہائیڈروجن بانڈز کی جیومیٹری۔ کولم فورس کی براہ راست اظہار۔ نے لفظی طور پر بایو سفینر کو بچایا۔

## زندگی اور موسم کا لمبا رقص

جیولوجیکل وقت میں، سورج تقریباً ایک تہائی زیادہ روشن ہو گیا ہے، پھر بھی زمین کی سطح کا درجہ حرارت اس تنگ حد میں رہا جہاں پانی مانع ہے۔ یہ استحکام بایولوجیکل سرگرمی اور جیو کیمیکل سائیکلز کے درمیان نازک انٹرپلے سے نکلتا ہے۔ سب الیکٹرو سٹیٹک کیمسٹری میں جڑے۔

جیسے جیسے فوٹو سنتھیٹک زندگی پھلی، اس نے ہوا سے CO<sub>2</sub> کھینچا، گرین ہاؤس اثر کو کمزور کیا اور سیارے کو ٹھنڈا کیا۔ вулکانی اور میٹامورفک عمل CO<sub>2</sub> واپس کرتے، اسے دوبارہ گرم کرتے۔ کاربونیٹ۔ سلیکٹ سائیکل، سیارے کا طویل مدتی تھر مو سٹیٹ، مکمل طور پر کاربونیٹس کی تشکیل اور حل ہونے جیسی رد عمل پر منحصر ہے۔ ہر مرحلہ مائیکرو ل سطح پر چارجز اور بانڈز کی بات چیت۔

ابتدائی سلفر بیکٹیریا سے جو روشنی استعمال کر کے سلفر ڈائی آکسائیڈ آکسائیڈ انز کرتے تھے سے سائینوبیکٹیریا تک جو پانی کو تقسیم کرتے اور آکسیجن چھوڑتے تھے، زمین کے ماحول کی ہر تبدیلی اسی الیکٹرو سٹیٹک بنیاد تک جاتی ہے۔ ہماری پھپھڑوں کو بھرنے والی آکسیجن بھی قدیم مائیکرو بز کے فوٹو سنتھیٹک اپریٹس میں کام کرنے والی کولم فورسز کی ضمنی پیداوار ہے۔

## لیکوکلیکٹر۔ زندگی جو نظر نہ آنے والی کو استعمال کرتی ہے

کولم فورس زندگی کو صرف غیر فعال طور پر برقرار نہیں رکھتی؛ زندہ مخلوقات نے اسے براہ راست استعمال کرنے کے لیے ارتقاء لیا ہے۔ سب سے نمایاں مثال لیکوکلیکٹر ہے، جس کے پاؤں اسے عمودی شیشے کی دیواروں پر بغیر کوشش کے دوڑنے دیتے ہیں۔

لیکوکلیکٹر ہر انگلی پر لاکھوں مائیکروسکوپک بالوں سے ڈھکی ہوتی ہے جنہیں سیٹی کہتے ہیں، جو سینکڑوں نینو سکیل سپیچولائیں شاخیں بناتے ہیں۔ جب یہ نوکیں سطح کو چھوتی ہیں، تو لیکوکلیکٹر کے پاؤں اور دیوار کے الیکٹران عارضی وان ڈیر والز فورسز کے ذریعے انٹرایکٹ کرتے ہیں۔ عارضی چارج اتار چڑھاؤ سے پیدا ہونے والی چھوٹی الیکٹرو سٹیٹک کششیں۔

ہر انفرادی فورس نہایت چھوٹی ہے، لیکن اربوں رابطہ پوائنٹس پر ضرب دی جائے تو، وہ طاقتور اور ریورسیبل چکنے والی پیدا کرتی ہیں۔ لیکو تقریباً فوری طور پر چمک سکتا ہے، چھوڑ سکتا ہے اور پاؤں دوبارہ چمکا سکتا ہے۔ وہی انٹرایکشن کی نفیس بایولوجیکل استعمال جو مالیکیولز کو باندھتی ہے اور پانی کو ایک ساتھ رکھتی ہے۔

یہاں تک کہ سلگس بھی ملتے جلتے اصول استعمال کرتے ہیں، اپنے سلام میں الیکٹرو سٹیٹکس کو کیپیلیٹری فورسز کے ساتھ ملا کر عمودی سطحوں پر چڑھتے ہیں۔ فطرت، لگتا ہے، طبیعیات کے قوانین کو خاموشی سے مہارت حاصل کرنے والی مخلوقات سے بھری ہے۔

## غباروں سے بائوسفیٹرز تک - فورس کی اتحاد

یہ حیران کن ہے کہ یہ سب واقعات - دیوار پر چمکا غبار، پانی کی مائعیت، تیرتی برف، بادلوں کا اٹھنا، زندگی کی کیمسٹری اور لیکو کی پکڑ - ایک عالمگیر انٹرایکشن کی مختلف اظہار ہیں۔

لوم فورس:

- الیکٹران کو نیوکلئائی سے اور لیٹمز کو مالیکیولز سے باندھتی ہے۔
- پانی کو ایک ساتھ رکھتی ہے اور اسے حل کرنے کی طاقت دیتی ہے۔
- برف کو تیرتی بناتی ہے، سمندروں کو بچاتی ہے۔
- طے کرتی ہے کہ بھاپ ہوا سے ہلکی ہے، موسم اور آب و ہوا کو چلاتی ہے۔
- گرین ہاؤس گیسز اور فوٹو سنٹھیسس کی کیمسٹری کو کنٹرول کرتی ہے۔
- جانوروں کو وان ڈیر والز چکنے سے دیواروں پر چڑھنے کی اجازت دیتی ہے۔

ایک واحد قانون - متضاد کشش کرتے ہیں - سب کچھ کی بنیاد ہے، بچے کے غبارے سے لے کر سیاروی برفانی ادوار کے ذریعے زندگی کے بقا تک۔

## ایک سادہ فورس، ایک زندہ دنیا

لوم فورس ریاضیاتی طور پر سادہ ہے، پھر بھی اس سادگی سے طبعی دنیا کی عظیم پیچیدگی ابھرتی ہے۔ یہ کوئی گرجتی یا معجزاتی طاقت نہیں، بلکہ خاموش اور عالمگیر ہے۔ ایک صابر مجسمہ ساز جو ہر مالیکیول، ہر بوند، ہر زندہ خلیے کے ذریعے نظر نہ آتے ہوئے کام کرتا

ہے۔

یہ ایٹمز کے الیکٹران کو باندھتی ہے، زندگی کے مالیکیولز کو موڑتی ہے، بادل اور سمندر شکل دیتی ہے، اور ایک نازک دنیا کے آب و ہوا کو مستحکم کرتی ہے۔ اس کے بغیر، کوئی کیمسٹری، کوئی بارش، کوئی سانس، کوئی سوچ نہیں۔ صرف ایک خاموش اور بانجھ کائنات۔

اگر کوئی عظیم معمار کی نشانی کی تلاش کرے، تو شاید مندر یا معجزات میں نہیں، بلکہ خود امکان میں۔ اتنی خوبصورت متوازن قوانین میں جو پانی، ہوا اور شعور کو جنم دیتے ہیں۔ معمار نے عبادت کے لیے یادگاریں نہیں بنائیں؛ اس نے زندگی کے لیے شرائط بنائیں، اور یہی ہمارے لیے قیمتی ہے۔

وہی نظر نہ آنے والی فورس جو غبارے کو دیوار پر چککنے دیتی ہے، سمندروں کو سیارے سے، بادلوں کو آسمان سے، اور زندہ کی نبض کو مادے کے تانے بانے سے جوڑتی ہے۔ یہ وہ خاموش دھاگہ ہے جو طبعیاتی کو زندہ سے جوڑتا ہے۔ سادہ فورس جو ایک زندہ دنیا بناتی۔

معجزہ یہ نہیں کہ کائنات موجود ہے، بلکہ یہ کہ وہ خود کو زندہ ہونے کی اجازت دیتی ہے۔

## حوالہ جات

- Ball, Philip. **Life's Matrix: A Biography of Water**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2001.
- Berendsen, Herman J. C. **Simulating the Physical World: Hierarchical Modeling from Quantum Mechanics to Fluid Dynamics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- .Chaplin, Martin. "Water Structure and Science." London South Bank University, 2010.
- Coulomb, Charles-Augustin de. "Premier Mémoire sur l'électricité et le magnétisme." **Histoire de l'Académie Royale des Sciences**, 1785.
- Debenedetti, Pablo G., and Stanley, H. Eugene. "Supercooled and Glassy Water." **Physics Today** 56, no. 6 (2003): 40–46.

- Eisenberg, David, and Kauzmann, Walter. **The Structure and Properties of Water.** ●  
 .New York: Oxford University Press, 1969
- Fairén, Alberto G., Catling, David C., and Zahnle, Kevin J. “Faint Young Sun Paradox: ●  
 .Warm Early Earth and Mars.” **Space Science Reviews** 216, no. 9 (2020): 1–43
- Israelachvili, Jacob N. **Intermolecular and Surface Forces.** 3rd ed. San Diego: ●  
 .Academic Press, 2011
- Kell, George S. “Density, Thermal Expansivity, and Compressibility of Liquid Water ●  
 from 0° to 150°C: Correlations and Tables for Atmospheric Pressure and Saturation  
 Reviewed and Expressed on 1968 Temperature Scale.” **Journal of Chemical and**  
**Engineering Data** 20, no. 1 (1975): 97–105
- Kleidon, Axel, and Lorenz, Ralph D., eds. **Non-Equilibrium Thermodynamics and ●  
 .the Production of Entropy: Life, Earth, and Beyond.** Berlin: Springer, 2005
- Loschmidt, J. “Zur Größe der Luftmoleküle.” **Sitzungsberichte der Kaiserlichen ●  
 .Akademie der Wissenschaften**, Vienna, 1865
- Nield, Donald A., and Bejan, Adrian. **Convection in Porous Media.** 5th ed. Cham: ●  
 .Springer, 2017
- Pierrehumbert, Raymond T. **Principles of Planetary Climate.** Cambridge: Cambridge ●  
 .University Press, 2010
- Pielke, Roger A. **Mesoscale Meteorological Modeling.** 2nd ed. San Diego: Academic ●  
 .Press, 2002
- Stanley, H. Eugene, et al. “The Puzzle of Liquid Water: A Review.” **Journal of Physics: ●  
 .Condensed Matter** 12, no. 8 (2000): A403–A412
- Stickler, David, and Nield, Donald. “The Thermodynamics of Snowball Earth.” **Earth- ●  
 .Science Reviews** 184 (2018): 1–14

Su, Ya, and Creton, Costantino. “van der Waals Adhesion and Biological Attachment.” ●

**.Journal of Adhesion** 96, no. 10 (2020): 889–914

Whitten, Kenneth W., Davis, Raymond E., Peck, M. Larry, and Stanley, George G. ●

**.General Chemistry.** 11th ed. Boston: Cengage Learning, 2018