# घोंघा चाल का राज़ और रोबोट

डॉ. डी. बालसुब्रमण्यन

किसी घोंघे को देखिए। बहुत तेज़ चले तो यह प्रति मिनट चंद सेंटीमीटर का फासला तय करता है। वैसे 1995 में घोंघा दौड़ प्रतियोगिता का रिकॉर्ड था दो मिनट में 33.5 सेंटीमीटर। हम इन्सान टहलते हुए भी चलें तो कम से कम इससे हज़ार गुना तेज़ चलते हैं। इसीलिए किसी सुस्त व्यक्ति को घोंघा-चाल की संज्ञा दी जाती है।

मगर यदि हम देखें कि हम घोंघे से कई गुना बड़े हैं और हमारे हाथ-पैर भी हैं तो यह तुलना मानव-अहंकार का ही परिणाम लगती है। बेचारा घोंघा भुजाविहीन प्राणी है - न तो उसके हाथ-पैर हैं और न ही कोई पंख, डैने, गलफड़े या कुछ और। यह बात ही कितनी विस्मयकारी है कि वह फिर भी चलता है। सवाल यह है कि वह चलता कैसे है? या सवाल यह भी हो सकता है कि भुजाविहीन जंतु चलते कैसे हैं?

ऐसे जंतुओं की गति के लिए तमाम शब्दों का उपयोग किया जाता है। हरेक का अपना विशिष्ट अर्थ होता है। जैसे रेंगना यानी क्रीपिंग तब कहते हैं जब चलते समय प्राणी का समूचा शरीर ज़मीन से सटा रहे या ज़मीन के नज़दीक रहे। अंग्रेज़ी में एक और शब्द है क्रॉलिंग जो भुजावाले जंतुओं के लिए प्रयुक्त होता है। कीट इसी तरह से आगे बढ़ते हैं। मानव शिशु भी क्रॉल करते हैं।

कृमि और सांप सरकते हैं, आजू-बाजू लहराते हुए फिसलते हैं। सरकने का मतलब ही है कि किसी चिकनी सतह के संपर्क में रहते हुए आगे बढ़ना। इसके विपरीत साइडवाइन्ड एक और तरीका है जो धामन सांप अपनाता है - वह रेत में आगे बढ़ने के लिए अपने शरीर को छल्लेनुमा बनाकर आगे की ओर फेंकता है। ये तमाम किस्म की गतियां सांपों में देखने को मिलती हैं और इन्हें 'स्नेकिंग' कहते हैं। सांप का आगे बढ़ने का एक आम तरीका लहरिया होता है - वह बारी-बारी से शरीर के एक बाजू की मांसपेशियों को सिकोड़ता और फैलाता है। इससे लहर सी पैदा होती है जो शरीर में आगे से पीछे की ओर बढ़ती है। इस तरह से सांप 10 किलोमीटर प्रति घंटे की रफ्तार से आगे बढ़ता है।

अधिकांश सांपों की चमड़ी पर शल्क पाए जाते हैं, जो चमड़ी को खुरदरा बना देते हैं जिसकी वजह से वह ज़मीन पर पकड़ बना पाता है। इसीलिए जब सांप केंचुली बदलते हैं तब वे काफी गतिहीन हो जाते हैं और खतरे में रहते हैं। ऐसे समय पर वे एक मायने में विशाल कृमि बन जाते हैं। ऐसी स्थिति में वे अपने शरीर के पिछले सिरे को आगे घसीटते हैं और फिर अगले सिरे को आगे ले जाते हैं। चलन की इस शैली में जंतु का शरीर ग्रीक अक्षर ओमेगा (Ω) जैसा दिखता है।

मगर चाल-चलन के संदर्भ में असली विजेता तो घोंघा ही है। आगे बढ़ने के लिए वह पहले यह एकाध बूंद चिपचिपा म्यूकस ज़मीन पर टपकाता है। फिर उस पर थोड़ा दबाव डालता है। इस दबाव की वजह से म्यूकस पतला होकर फैलता है। इसी के साथ घोंघा भी फिसलकर थोड़ा आगे बढ़ जाता है। दबाव और फैलाव का यह चक्र अनगिनत बार दोहराया जाता है और हमारा नायक मंथर गति से अपने लक्ष्य की ओर गति करता है। कनाडा के ब्रिटिश कोलंबिया विश्वविद्यालय के डॉ. मार्क डेनी ने घोंघों की गति में म्यूकस की भूमिका पर शोध किया है। वे बताते हैं कि म्यूकस के ऊपर दबाव डालकर हटाने का यह चक्र एक दांतेदार पहिए जैसे काम करता है और सिर्फ आगे की ओर गति संभव हो पाती है। कुल मिलाकर इसे चिपकू गति कह सकते हैं। म्यूकस का संघटन और चिपचिपाहट तथा घोंघे के शरीर के निचले हिस्से का आकार व फैलाव लगभग एक-दूजे के लिए बने हैं और इसी तालमेल की वजह से गति संभव हो पाती है।

इस संदर्भ में हार्वर्ड विश्वविद्यालय के डॉ. एल. महादेवन और लेहिग विश्वविद्यालय के डॉ. एस. डेनियल और एम.के. चौधरी ने एक दिलचस्प शोध पत्र प्रकाशित किया है -

बायोमिमेटिक रेचेटिंग मोशन ऑफ ए सॉफ्ट, स्लेंडर, सेसाइल जेल (यानी एक मुलायम, दुबली-पतली, डंठल-रहित जेल संरचना की गति जो किसी जंतु के समान हो)। वे यह जानना चाहते थे कि भुजाविहीन जंतु चलते कैसे हैं। इसके लिए उन्होंने एक संश्लेषित कृमि बनाया। यह दरअसल किसी कृमि के समान मुलायम और लंबा जेल का टुकड़ा है। यह जेल पोलीएक्रिलेमाइड से बनी है। इसे कृमि के मॉडल के रूप में उपयोग किया गया। यह मॉडल जिस सतह पर रखा जाता है उसे छूता रहता है। इस 'कृमि' को कांच की तश्तरी में सिलिकॉन रबर की चादर के ऊपर रखा गया और कंपित किया गया तो पोलीमर से बना 'कृमि' ठीक घोंघे के समान आगे बढ़ता है। पोलीमर जेल का संघटन ऐसा रखा गया था कि इसमें सतह से स्पर्श के स्थान पर एक पतली तरल परत बनती थी। यह बीच की तरल परत म्यूकस की भूमिका निभाती है और दबाव बढ़ाने-घटाने में सहायक होती है। यह तरल परत पोलीमर से बने 'कृमि' को रबर की सतह से बहुत कसकर चिपकने भी नहीं देती।

शोधकर्ताओं ने इस पूरी प्रक्रिया का सरल गणितीय विश्लेषण भी किया है। जब कंपन रुक-रुककर धड़कनों में होते हैं तो म्यूकस की परत में एक विकृतिजनक दबाव पैदा होता है जिसकी वजह से वह फैलकर बहने लगता है। जब कंपन शरीर के एक सिरे से दूसरे सिरे तक प्रसारित होते हैं, तो फिसलन पैदा होती है और गति मिलती है। पोलीमर की यह छड़ (एक मायने में कृमि) म्यूकस के उन हिस्सों को दबाकर व खींचकर आगे बढ़ती है जो नहीं बह रहे हैं। इसमें एक तरह का बेडौलपन है - कुल मिलाकर असर यह होता है कि गति एक ही दिशा में होती है। यदि यह क्रिया सममिति पूर्ण होती तो कृमि एक ही जगह आगे-पीछे झूलता रह जाता। यह असममिति दो तरह से उत्पन्न होती है। एक कारण तो यह है कि कंपन की धड़कन एक ही दिशा में आगे बढ़ती है। और दूसरा कारण यह है कि म्यूकस पदार्थ का व्यवहार ऐसा है कि वह प्रवाह और अप्रवाह के बीच डोलता रहता है।

शोधकर्ताओं का निष्कर्ष है कि उनके द्वारा निर्मित

रासायनिक कृमि वास्तविक जंतुओं की विविध गतियों की बढ़िया अनुकृति है - इनमें क्रॉलिंग, क्रीपिंग, इंचिंग और फिसलन सब नज़र आती हैं। वे यह भी बताते हैं कि उनका मॉडल इन तमाम तरह की गतियों को एकीकृत ढंग से समझा देता है - ये सारी गतियां संभव होती है क्योंकि मांसपेशियों द्वारा बेडौल ढंग से बल लगाया जाता है।

अलबत्ता जंतु गति के विपरीत उनके मॉडल में चलन की शक्ति अंदरूनी नहीं है क्योंकि जेल को चलाने वाला बल बाहर से लगाया जा रहा है। एक अंतर यह भी है कि 'शरीर' और सतह के बीच जो क्रिया हो रही है वह सक्रिय नहीं है यानी पोलीमर कृमि को सतह से कोई फीडबैक नहीं मिलता ताकि वह अपनी गति का सामंजस्य परिवेश से बना सके। मसलन, जैसे ही आप किसी घोंघे को स्पर्श करेंगे वह अपनी खोल में दुबक जाएगा। संभवतः इस तरह से वह शिकारी से बच पाता है। पोलीमर 'कृमि' ऐसा सब नहीं करता है मगर फिर भी यह जीव वैज्ञानिक प्रेरणा से रोबोट बनाने की दिशा में पहला कदम तो कहा ही जा सकता है।

दरअसल, घोंघों की गति का अध्ययन करने के पीछे यह एक कारण है। यह अध्ययन शुद्ध जिज्ञासा का परिणाम नहीं है। इस तरह के अध्ययनों से हम रोबोट्स तथा सूक्ष्म मशीनें बनाने के लिए आवश्यक जानकारी हासिल कर सकते हैं। वास्तव में इस विषय पर एक पुस्तक भी है - *बायोलॉजिकली इंस्पायर्ड रोबोट्स*। इसे ऑक्सफोर्ड युनिवर्सिटी प्रेस ने प्रकाशित किया है। और कोलेरैडो विश्वविद्यालय इस विषय पर एक कोर्स भी चलाता है। ***(स्रोत फीचर्स)***