



मधुमक्खी का दिशा ज्ञान

मौसमी सेन शर्मा

हम इधर-उधर घूमते हैं, अनजानी जगहों पर अपनी स्थिति/दिशा जान लेते हैं और फिर तुरंत ही अपने घर या स्कूल का रास्ता पहचान लेते हैं। और यह सब करते हुए हमें उस प्रक्रिया का तनिक भी भान नहीं होता जिसकी वजह से हम यह सब कर पाते हैं। हमारे जैसे जटिल शहरों में दिशा ढूँढने का हुनर कोई आसान नहीं: हमें दूरी और दिशा का ज्ञान होना चाहिए, भूचिन्हों की पहचान के साथ-साथ कई सारे अन्य संकेतकों की मदद से अपना रास्ता पहचानने का सामर्थ्य होना चाहिए। हर घूमने-फिरने वाले पशु को अपना रास्ता ढूँढने की ज़रूरत होती है और इसलिए उसे इस तरह के कौशल दरकार होते हैं। घोंसले में असहाय बच्चे को छोड़ खाने की तलाश में गए पक्षी के लिए सफलतापूर्वक अपना रास्ता खोज पाना कितना ज़रूरी है इसका अंदाज़ सहज ही लगाया जा सकता है। ज़रा सी भी गलती की कीमत बहुत अधिक हो सकती है।

ततैयों की कुछ प्रजातियां अण्डे देने के लिए छोटे छिपे हुए से छत्ते बनाती हैं और अपने लार्वा को भोजन की पर्याप्त सप्लाई हेतु कई एक बार आना-जाना करती हैं। हरेक प्राणी आसपास के पत्थरों, रेत के टिब्बों और अन्य भ्रामक परिवेश के बीच अपने छत्ते की सटीक पहचान करना सीखता है। इस क्षमता को गृह बोध (होमिंग इंस्टिंक्ट) कहते हैं। इस क्षमता को सबसे पहले डच कीट वैज्ञानिक निकोलस टिनबर्जेन ने खोदक ततैयों में पहचाना था। प्राणी व्यवहार के क्षेत्र में ततैयों, मधुमक्खियों, मछलियों और पक्षियों पर अपने उल्लेखनीय अध्ययन के लिए कॉनराड लॉरेंज़ और कार्ल वॉन फ्रिसच के साथ टिनबर्जेन को 1973 का नोबल पुरस्कार संयुक्त रूप से प्राप्त हुआ था।

राह की पहचान कैसे

चींटियों और मधुमक्खियों जैसे सामाजिक कीट अपने घर बनाते हैं; हज़ारों की संख्या में वयस्क और नवजात इसमें बसते हैं, फलते-फूलते हैं और इनका संवर्धन होता है। यह सब कई महीनों की अवधि में होता है। हर दिन वयस्क खाने की तलाश में निकलते हैं और जो कुछ भी मिलता है उसे अपने छत्ते के साथियों के साथ साझा करते हैं। कामगारों को फिर भोजन लाने के काम पर तैनात कर दिया जाता है। प्रत्येक वयस्क अपने जीवनकाल में अपने छत्ते और भोजन प्राप्ति स्थल के बीच हज़ारों बार आता-जाता है। उसका घर तो एक ही जगह पर रहता है जबकि भोजन छत्ते से कई किलोमीटर के घेरे में हो सकता है। अधिकांश चींटियां और कुछ मक्खियां अपनी राह में कोई गंध छोड़ती जाती हैं ताकि घर ढूँढने में कोई समस्या न हो और अन्य चींटियों/मक्खियों को भी भोजन प्राप्ति स्थल का पता चलता रहे। लेकिन चींटियों की कुछ खास प्रजातियां और मधुमक्खियां राह-पहचान हेतु गंध का कोई सुराग नहीं छोड़तीं। इसकी बजाय वे पर्यावरण में बिखरे संकेतों की मदद से यह जानती हैं कि वे कहां जा रही हैं और घर वापसी कैसे होगी। सही दिक्चालन के लिए उस प्राणी में अपने छत्ते से भोजन के स्रोत की दिशा व दूरी नापने की क्षमता होनी चाहिए।

आंतरिक कम्पास

आज यह सर्वविदित है कि मधुमक्खियों समेत कई अन्य प्राणियों में आंतरिक कुतुबनुमा कम्पास होते हैं। मधुमक्खियां अक्सर एक कम्पास इस्तेमाल करती हैं जिसमें सूर्य को

हरेक प्राणी आसपास के पत्थरों, रेत के टिब्बों और अन्य भ्रामक परिवेश के बीच अपने छत्ते की सटीक पहचान करना सीखता है। इस क्षमता को गृह बोध (होमिंग इंस्टिंक्ट) कहते हैं। इस क्षमता को सबसे पहले डच कीट वैज्ञानिक निकोलस टिनबर्जेन ने खोदक ततैयों में पहचाना था।

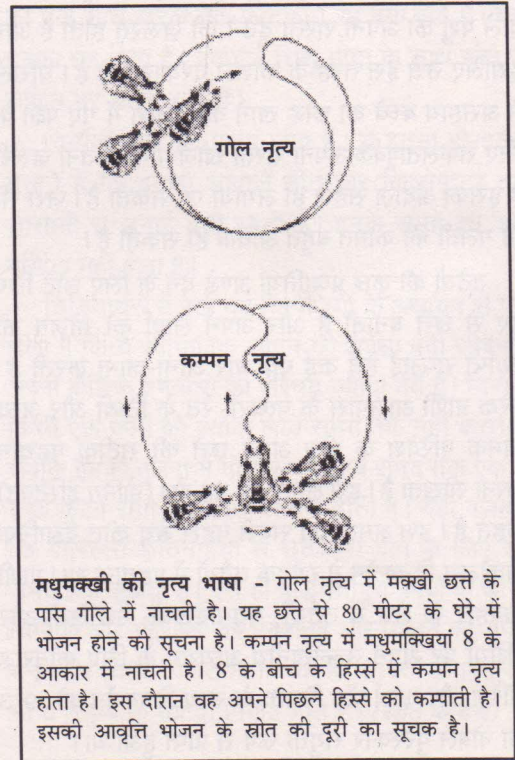
संदर्भ माना जाता है। पहली एक-दो बार की उड़ानों से मधुमक्खियों को आकाश में सूर्य की स्थिति पता चल जाती है। इस जानकारी के आधार पर मधुमक्खियां पूरे दिन की अवधि में सूर्य की दिशा की गणना करती रहती हैं।

ऐसा देखा गया है कि भोजन तक पहुंचने के लिए चींटियां और मक्खियां सर्पिल मोड़ों वाला पेचीदा मार्ग अपनाती हैं, लेकिन वापस अपने छत्ते पर आने के लिए सबसे छोटा मार्ग चुनती हैं। रेगिस्तानी चींटियों पर वेहनर और उनके साथियों द्वारा किया गया अध्ययन दर्शाता है कि वे यह काम एक गणना के जरिए करती हैं जिसे *पथ एकीकरण* कहते हैं। यानी वे तमाम सदिश राशियों (वेक्टर) की परिणामी सदिश राशि की गणना करती हैं। और यही वह रास्ता होता है जिसे वे भोजन तक पहुंचने के लिए चुनती हैं। यह दिशारेखा उनके छत्ते की दिशा की ओर इशारा करती है। इसीलिए इसे होम वेक्टर कहते हैं। होम वेक्टर की लगातार गणना करनी होती है और इसे अपडेट करते रहना होता है। ऐसा इसलिए कि यदि यात्रा के दौरान किसी समय चींटियों की राह में कोई व्यवधान आए और उसे किसी मज़ेदार खाने के टुकड़े मिलें तो वे इसी होम वेक्टर के सहारे तुरंत ही वापस अपने घर पहुंच सकती हैं। मधुमक्खियों पर हुए प्रयोग इशारा करते हैं कि वे भी पथ एकीकरण के जरिए अपना रास्ता ढूंढती हैं।

फूलों के नए खोजने को खोजने के साथ ही मधुमक्खियां कामगार मक्खियों को जल्द से जल्द मकरंद इकट्ठा करने का ज़िम्मा सौंप देती हैं। इस बात का पूरा ख्याल रखा जाता है कि प्रतिद्वंद्वियों के पहुंचने से पहले भरपूर फ़ायदा उठा लिया जाए। फूल खोजी मक्खियां इन कामगारों को बताती हैं कि लक्ष्य कितनी दूर और छत्ते से किस दिशा में है। कार्ल वॉन फ्रिसच ने देखा कि मधुमक्खियां सम्प्रेषण का यह काम नृत्य की भाषा से करती हैं। फ्रिसच ने चीनी के घोल रूपी भोजन के स्रोत तक आने हेतु मधुमक्खियों को प्रशिक्षित

किया। भोजन के साथ वापस अपने छत्ते पर आने पर उन्होंने मधुमक्खियों का व्यवहार देखा। भोजन के स्रोत की छत्ते से दूरी में बदलाव के साथ-साथ नृत्य भाषा में भी बदलाव आता है, नृत्य या तो गोले में होता है या फिर कम्पता हुआ (देखें चित्र)। कम्पन की दिशा भोजन की दिशा बताती है जबकि नृत्य की कम्पन अवधि या प्रति मिनट कम्पनों की संख्या भोजन स्रोत की छत्ते से दूरी। 50 मीटर से कम दूरी होने पर यह नृत्य लगभग गोल नृत्य जैसा ही होता है।

मधुमक्खियों की मापन और सम्प्रेषण की इस क्षमता ने वैज्ञानिकों को अचर्रज में डाल दिया कि कैसे ये दूरी का मापन करती हैं। फ्रिसच का कहना था कि मक्खियां दो



बिन्दुओं के बीच उड़ने में खर्च हुई ऊर्जा से उनके बीच की दूरी का अंदाज़ लगाती हैं। लेकिन कई प्रयोगों के बाद इस सिद्धांत का कोई आधार नहीं मिला। प्रयोगों में पाया गया कि वास्तव में अतिरिक्त ऊर्जा खर्च करने के बावजूद दूरी का अंदाज़ सही नहीं था। मसलन फ्रिसच और सहयोगियों ने देखा कि जिन मधुमक्खियों को भोजन के वास्ते ज़मीन से ऊपर विभिन्न ऊंचाइयों पर उड़ते गुब्बारों तक जाना पड़ा उन्होंने दूरी का आकलन करने में ऊंचाई को शामिल नहीं किया। वास्तविकता यह है कि ऊंचाई बढ़ने के साथ मधुमक्खियों ने क्षैतिज दूरी को कम ही आंका।

ओडोमीटर भी

इसके अलावा शक्कर के घोल रूपी भोजन की प्राप्ति हेतु मधुमक्खियों को संकरी सुरंग से भी गुज़रने को प्रेरित किया जा सकता है। एक बार उस जगह पर वे लगातार आने लगे तो भोजन का वह स्रोत हटाया जा सकता है। और अगर वे उसी जगह पर आना जारी रखती हैं तो यह दर्शाया जा सकता है कि उन्हें भोजन के स्रोत की एकदम ठीक जगह पता चल गई है। यह भी दर्शाया गया है कि यह सीखना न तो उस गंध पर आधारित है जिसे मधुमक्खियां अपने पीछे छोड़ सकती हैं न ही सुरंग की लम्बाई या फिर ऐसे ही अन्य सुरागों पर। हां सुरंग की दीवारों के पैटर्न का सीखने पर असर पड़ता है। भोजन के स्रोत की एकदम सही पहचान उन मामलों में हुई जब दीवार का पैटर्न या तो खड़ी लकीरों के रूप में था या फिर बेतरतीब था। लेकिन जगह का अंदाज़ तब गड़बड़ा गया था जब धारियां आड़ी खिंची थीं। इश्च और बर्न्स ने पाया कि मक्खियां उनकी आंखों के सामने से गुज़रने वाली चीज़ों की कोणीय गति का मापन करती हैं और फिर इन्हें जोड़कर दूरी का अंदाज़ लगाती हैं। श्रीनिवासन और उनके सहयोगियों का कहना है कि मक्खियों में मौजूद ओडोमीटर उन्हें यह कोणीय गति मापने में सहायता देता है। (ओडोमीटर दूरी मापने का यंत्र होता है)। बाद में इस बात की पुष्टि हुई कि गति का मापन संरचना पर निर्भर नहीं करता, इसलिए धारियां घनी हों या छितरी हुई हों इसका दूरी के आकलन पर असर नहीं पड़ता

है। हां, मक्खी से इनकी दूरी इस आकलन को ज़रूर प्रभावित करती है। इसलिए दूरी के आकलन पर इस बात का प्रभाव पड़ता है कि सुरंग संकरी थी या चौड़ी।

नृत्य का गणित

श्रीनिवासन और उनके सहयोगियों ने यह भी बताया है कि कैसे ओडोमीटर में संशोधन कर उसे इमेज की गति को नृत्य की भाषा में बदलने के काम में लाया जाता है। चिन्हित मक्खियों को ज्ञात चौड़ाई और लम्बाई वाली सुरंगों से गुज़ारा गया और उनके द्वारा छत्ते पर पहुंचकर किए गए नृत्य का विश्लेषण करने पर पाया गया कि बेतरतीब पैटर्न वाली संकरी सुरंगों से गुज़रने वाली मक्खियां दूरी का गलत अंदाज़ लगाती हैं; वे वास्तव में 6 मीटर उड़ी थीं लेकिन उनका आकलन 186 मीटर का था। हो सकता है कि तय की गई दूरी को वे सीधे-सीधे दूरी के रूप में न लेते हुए आंखों द्वारा अनुभव की गई इमेज गति की मात्रा के रूप में ग्रहण करती हों। शोधकर्ताओं ने गणना की कि 11 से.मी. चौड़ी सुरंग के बीचों बीच 1 से.मी. का फासला तय करने पर दीवार का बिम्ब 10.3 डिग्री के कोण से पीछे हटेगा। इस हिसाब से 6 मीटर फासला तय करने में कुल 6180 डिग्री की इमेज गति होगी। चित्र 2 में दिए ग्राफ से गणना की जा सकती है कि सुरंग के बाहर 186 मीटर की उड़ान का अर्थ है 350 मिली सेकंड की कम्पन अवधि का नृत्य। इसलिए आंखों पर 17.7 डिग्री की इमेज मोशन से वे 1 मिली सेकंड कम्पन अवधि का नृत्य करेंगी।

अर्थात् इमेज गति आसपास के फूलों और ज़मीन की औसत दूरी पर बहुत ज़्यादा निर्भर करेगी (और इसलिए यह पर्यावरण आधारित भी है)। इसके बावजूद लगता है कि यह तरीका काफी कारगर होगा क्योंकि नई कामगार मक्खियां उन्हीं रास्तों को अपनाती हैं जिन्हें अनुभवी मक्खियां ढूँढती हैं।

चींटियों के पास इस तरह के किसी ओडोमीटर की उपस्थिति के कोई प्रमाण नहीं हैं। फिर भोजन की तलाश में कई-कई किलोमीटर जाने वाली चींटियां क्या करती होंगी? शायद वे अपने कदमों को ही गिनती हों। (स्रोत फीचर्स)