

परागणकर्ता : पौधों के प्रसारक

मीनाक्षी पन्त

पौधे अपनी उत्तरजीविता और प्रसारण के लिए जन्तुओं को आकर्षित करते हैं। परागणकर्ताओं को आकर्षित करने के लिए उनमें कौन-से लक्षण विकसित हुए हैं? विभिन्न परागणकर्ता इस प्रक्रिया में क्या भूमिका निभाते हैं?

मधुमक्खियाँ

सूरजमुखी न होंगे, मटर न होंगे
सेब के पेड़ों पर सेब न लगेंगे
यदि ये रोमिल मधुमक्खियाँ,
ये भिनभिनाती मधुमक्खियाँ
अपने घुटनों पर चिपके पराग को
न झटकारें!

– आइलीन फिशर

पृथ्वी पर लैंगिक प्रजनन करने वाली पादप प्रजातियों की उत्तरजीविता और प्रसारण में परागण की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। लैंगिक प्रजनन करने वाले पौधों का विकास इस प्रकार हुआ है कि स्व-निषेचन की सम्भावना न्यूनतम हो जाए। यह नर और मादा युग्मकों के परिपक्व होने के समय और स्थान या दोनों में भिन्नता से सम्भव होता है। उदाहरण के लिए, नर युग्मक (परागकण) और मादा युग्मक (अण्डाणु) अलग-अलग पौधों में या एक ही पौधे के अलग-अलग फूलों में या फिर एक ही फूल में

अलग-अलग समय पर परिपक्व हों। ऐसे पौधों में निषेचन का एकमात्र तरीका होता है किसी अन्य माध्यम (परागणकर्ता) के जरिए, जो परागकणों को एक फूल से दूसरे फूल तक स्थानान्तरित कर सके।

एक अनुमान के अनुसार, पृथ्वी पर पाए जाने वाले पुष्पधारी पौधों के लगभग 75% का परागण जन्तुओं द्वारा किया जाता है और दो लाख से अधिक जन्तु प्रजातियाँ पौधों का परागण करती हैं। इन पौधों ने अपने जन्तु परागणकर्ताओं को आकर्षित करने के लिए विविध प्रकार की क्रियाविधियाँ विकसित की हैं (देखें **बॉक्स-1**)। इस प्रक्रिया में भाग लेकर परागणकर्ता इन पौधों की आनुवंशिक विविधता को बढ़ाते हैं। किसी प्रजाति की आनुवंशिक विविधता जितनी अधिक होती है उसकी बदलते पर्यावरण में जीवित रहने की सम्भावना उतनी अधिक होती है। पृथ्वी पर लैंगिक प्रजनन करने वाली पादप प्रजातियों की उत्तरजीविता और प्रसारण में परागण की महत्वपूर्ण भूमिका होती है।

बॉक्स-1 : ऑर्किड्स में परागण

ऑर्किड्स की 35,000 से अधिक प्रजातियाँ ज्ञात हैं। पौधों के इस परिवार ने अपने कीट परागणकर्ताओं को आकर्षित करने के लिए विविध प्रकार की रचनाओं और क्रियाविधियों का विकास किया है। अधिकांश ऑर्किड फूलों की संरचना समान होती है। कई ऑर्किड्स के फूलों के नर और मादा अंग एक मध्यवर्ती स्तम्भ के रूप में जुड़े होते हैं। इस स्तम्भ के ठीक नीचे एक रूपान्तरित पंखुड़ी होती है जिसका आकार होंठ के समान होता है (इसे ओष्ठक या लॅबेलम कहते हैं)। यह परागणकर्ता कीटों के उतरने (बैठने) के लिए एक मंच का काम करता है। मकरन्द ग्रन्थियाँ (यदि हों तो) ओष्ठक के आधार में स्थित होती हैं या फूल के पीछे की ओर एक मकरन्द स्पर के रूप में होती हैं। परागण परागपिण्ड (पोलिनियम) नामक सघन संरचनाओं के रूप में बँधे होते हैं। परागपिण्ड परागकोश टोपी के नीचे स्थित होते हैं और विसिडियम नामक एक चिपचिपी, तश्तरी के आकार की संरचना से जुड़े होते हैं। कई ऑर्किड में फूल का आकार ऐसा होता है कि किसी परागणकर्ता के लिए अपने सिर को विसिडियम से सम्पर्क में लाए बिना ओष्ठक पर उतरने की सम्भावना क्षीण होती है। ओफ्रिस (Ophrys) वंश के ऑर्किड्स का ओष्ठक इस प्रकार रूपान्तरित होता है कि फूल कुछ मधुमक्खी या भौरा प्रजातियों की मादाओं के समान दिखाई पड़ता है (देखें चित्र-1)। चूँकि इन प्रजातियों की मधुमक्खियों या भौरों के नर मादाओं से एक या दो सप्ताह पहले शंखी अवस्था से निकलते हैं, वे इन ऑर्किड फूलों को मादा समझकर उनसे सम्भोग करने का प्रयास करते हैं और ऐसा करते समय परागपिण्ड उनके सिर से चिपक जाते हैं।

कोरेन्थेश वंश के ऑर्किड्स का ओष्ठक एक बाल्टी के आकार का होता है (देखें चित्र-2)। इस बाल्टी में कुछ सुगन्धित, वाष्पशील पदार्थ होते हैं जिनका इस्तेमाल युग्लोसीन मधुमक्खियों (युग्लोसीन उपकुल) के नरों द्वारा मादा मधुमक्खियों को आकर्षित करने के लिए किया जाता है। नर मधुमक्खियाँ इन बाल्टियों में छलाँग लगाकर इन पदार्थों को अपनी पिछली टाँगों पर स्थित झोलों के समान संरचनाओं में भर लेती हैं। इस बाल्टी में से निकलने का एकमात्र रास्ता पिंजरे के ढक्कन जैसे एक दरवाजे को धक्का देकर बाहर निकलना होता है जिस पर परागपिण्ड लगे होते हैं।



चित्र-1 : मिरर ऑफ़ वीनस ऑर्किड (*Ophrys speculum*) केवल नर ततैया (*Dasyscolia ciliata*) द्वारा छद्म सम्भोग से परागित होता है। (क) यह फूल कई मायनों में मादा ततैया जैसा दिखता है। उदाहरण के लिए, फूल के होंठ के किनारे पर घने लाल बालों की पट्टी मादा ततैया के बालों जैसी दिखती है। फूल की खुशबू मादा ततैया के फेरोमोन जैसी होती है। फूल पर चमकीला इन्द्रधनुषी बैंगनी या नीला धब्बा अत्यधिक परावर्तक होता है और दूर से ततैया को आकर्षित कर सकता है। (ख) यह ततैया प्रजाति यूरोपीय मिरर ऑफ़ वीनस ऑर्किड का एकमात्र ज्ञात परागणकर्ता है। नर ततैया ऑर्किड के फूल को मादा ततैया समझकर उसके साथ सम्भोग करते हैं। इस प्रक्रिया में, वे फूल से पराग उठाते हैं और इसे अगले फूल तक ले जाते हैं जहाँ वे जाते हैं।

Credits: (क) Steve Garvie, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/rainbirder/16755027492>.

License: CC BY-NC-SA 2.0 DEED. (ख) gbohne, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/51216897@N07/8707297837>. License: CC BY-SA 2.0 DEED.

कुछ ऑर्किड्स ऐसे पदार्थ पैदा करते हैं जो बहुत अधिक नशीला असर रखते हैं। इनकी सुगन्ध से उनके कीट परागणकर्ता आकर्षित होकर उनकी ओर आते हैं और मूर्च्छित हो जाते हैं। जब इनके शरीर पर परागपिण्ड चिपक जाते हैं तब सुगन्ध अचानक गायब हो जाती है और अस्थायी रूप से मूर्च्छित कीट होश में आकर अपने साथ परागपिण्ड लेकर उड़ जाता है। केटासेटम

वंश के ऑर्किड बन्दूक के घोड़े के समान एक क्रियाविधि का उपयोग करते हुए परागपिण्डों को किसी कीट परागणकर्ता की पीठ पर चिपका देते हैं। दलदल में पाए जाने वाले कुछ ऑर्किड्स के परागपिण्ड उन मादा मच्छरों की आँखों पर चिपक जाते हैं जो उनका परागण करती हैं। बार-बार ऐसा होने पर मादा मच्छर अन्धी हो जाती हैं।



चित्र-2 : बकेट ऑर्किड (*Coryanthes macrantha*) युग्लोसीन कुल की मधुमक्खियों (या ऑर्किड मधुमक्खियों) द्वारा परागित किए जाते हैं। (क) इस ऑर्किड के फूल बड़े होते हैं - एक फूल का वजन 100 ग्राम तक हो सकता है। फूल पीले-नारंगी रंग के होते हैं। ऑर्किड का होंठ बाल्टी के आकार का होता है और इसमें एक सुगन्धित स्राव भरा होता है जो परागणकर्ताओं को आकर्षित करता है। (ख) केवल नर ऑर्किड मधुमक्खियाँ ही इन ऑर्किड्स को परागित करती हैं।

Credits: (क) Orchi, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coryanthes_macrantha_Orchi_02.jpg. License: CC BY-SA 3.0 DEED. (ख) Jacob Rus, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Male_Euglossa_sp.jpg. License: CC BY-SA 2.0 DEED.

कीट परागणकर्ता

परागणकर्ताओं का सबसे बड़ा समुदाय कीट होते हैं। इनमें मधुमक्खियाँ, गुबैरले, तितलियाँ, पतंगे, ततैया, मक्खियाँ और चींटियाँ प्रमुख हैं।

चूँकि मधुमक्खियों की लगभग 20,000 प्रजातियाँ परागण का काम करती हैं, वे सबसे महत्वपूर्ण कीट परागणकर्ताओं में शामिल हैं। मधुमक्खियाँ पौधे पर केवल मकरन्द के लिए निर्भर नहीं होती हैं (जो उनका मुख्य भोजन है), अपितु परागणों के लिए भी निर्भर होती हैं (जो वे अपनी इल्लियों को खिलाती हैं)। जब कोई मधुमक्खी भोजन प्राप्त करने के लिए किसी फूल पर जाती है तो परागकोश उसके शरीर से रगड़ खाते हैं और उसके शरीर पर परागकण छिड़क देते हैं। मधुमक्खी इन परागणों को अपनी जीभ से इकट्ठा करती है, उन्हें अपनी लार या शहद से गीला करती है, और उन्हें पराग टोकरीयाँ नामक विशिष्ट रचनाओं में पैक करके दूसरे फूल तक ले जाती है (देखें चित्र-3)। मधुमक्खियों द्वारा परागित पौधों के फूलों में इन कीटों को आकर्षित करने के लिए विविध प्रकार के लक्षण पाए जाते हैं। चूँकि मधुमक्खियाँ अपनी घ्राणशक्ति पर निर्भर होती हैं, उनके द्वारा परागित फूल प्रायः इतने सुगन्धित होते हैं कि वे काफ़ी दूर से इन कीटों को आकर्षित कर सकें। मधुमक्खियों की आँखों में ऐसे रंजक होते हैं जो प्रकाश की हरी, नीली और पराबैंगनी तरंगदैर्घ्य के प्रति संवेदनशील होते हैं। अतः मधुमक्खियों द्वारा परागित फूल प्रायः नीले या बैंगनी रंग के होते हैं। उन पर रेखाएँ और अन्य प्रकार के ऐसे चिन्ह होते हैं जो पराबैंगनी किरणों को परावर्तित करते हैं और जो शायद मकरन्द की ओर जाने के लिए मार्गदर्शक का काम करते हैं। ये चिन्ह मानव की आँख को भले ही न दिखाई दें, लेकिन वे यह सुनिश्चित करते हैं कि मधुमक्खियाँ वहाँ पहुँच जाएँ जहाँ फूल उन्हें पहुँचाना 'चाहते' हैं (देखें चित्र-4)। मधुमक्खियों द्वारा परागित फूल उनके अतिथियों को बड़ी मात्रा में मकरन्द



चित्र-3 : परागणों को एक फूल से दूसरे फूल तक ले जाने के लिए मधुमक्खियों में विशेष संरचनाओं का विकास हुआ है। (क) स्वेट बी जैसी कुछ मधुमक्खियों में उदर या पिछली टाँगों पर लम्बे, घने बाल होते हैं। इन्हें स्कोपा कहते हैं। इसका उदाहरण यहाँ मेगाचिलिड मधुमक्खी में देखा जा सकता है। (ख) अन्य मधुमक्खियों (जैसे हनीबी) में ये अंग बिना बालों के एक गड्ढे के समान होते हैं जिसमें केवल किनारे पर कुछ बाल होते हैं। इसका एक उदाहरण यहाँ दर्शाई गई युरोपियन हनीबी की पिछली टाँगों पर स्थित पराग टोकरी है।

Credits: (क) Dave (AKA Pollinator). URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scopa_5948.jpg. License: CC BY-SA 3.0. (ख) Muhammad Mahdi Karim. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apis_mellifera_flying2.jpg. License: GNU Free Documentation License, Version 1.2.

और परागकण प्रदान करते हैं। मधुमक्खियों की एक कॉलोनी एक वर्ष में 28 किलोग्राम से अधिक परागकण इकट्ठा करती है।

यद्यपि परागणकर्ताओं के सन्दर्भ में मधुमक्खियों की चर्चा अधिक होती है, गुबैरले परागणकर्ताओं का सबसे बड़ा समूह है। वे समस्त फूलदार पौधों में से लगभग 85% का परागण करते हैं। गुबैरले प्रायः रंगहीन, सफ़ेद या हरे फूलों पर जाते हैं जो कटोरी या तश्तरी के आकार के होते हैं और जिनके जननांग आवरणरहित होते हैं। चूँकि गुबैरले भोजन खोजने और अण्डे देने के लिए अपनी घ्राणशक्ति पर निर्भर करते हैं गुबैरलों द्वारा परागित फूल प्रायः तीव्र गन्ध पैदा करते हैं। हमें यह गन्ध मीठी, तीखी, कस्तूरी के समान या बहुत अधिक पके हुए फल के समान किण्वित लग सकती है। गुबैरलों को प्रायः 'बर्बाद करने वाले परागणकर्ता' कहा जाता है क्योंकि वे जितने परागकण खाते हैं उससे अधिक बिखेरकर बर्बाद कर देते हैं। पंखुड़ियों को खाते हुए आगे बढ़ते हैं और जिन फूलों को वे परागित करते हैं उन पर अपना मल भी छोड़ते हैं। गुबैरलों द्वारा परागित फूलों की पंखुड़ियाँ प्रायः मोटी और चर्मिल होती हैं, वे बड़ी मात्रा में परागकण पैदा करते हैं (जो परागकण बर्बाद कर दिए जाते हैं, उनकी भरपाई करने के लिए) और



चित्र-4 : पोटेंटिला रेप्टांस के फूलों पर पराबैंगनी किरणों को परावर्तित करने वाले विशेष चिन्ह होते हैं। (क) मनुष्य को फूल इस प्रकार दिखाई देता है। (ख) मधुमक्खी को फूल इस प्रकार दिखाई देता है।

Credits: (क) Wiedehopf20, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flower_in_visible_light_Potentilla_reptans.jpg. License: CC BY-SA 4.0 International. DEED. (ख) Wiedehopf20, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flower_in_UV_light_Potentilla_reptans.jpg. License: CC BY-SA 4.0 DEED.



चित्र-5 : कॉमन मिल्कवीड (*Asclepias syriaca*) का परागण और भक्षण कॉमन मिल्कवीड बीटल (*Tetraopes etrophthalmus*) द्वारा किया जाता है। मिल्कवीड के फूल बड़ी मात्रा में मकरन्द का निर्माण करते हैं। उनके परागकण ऑर्किड्स के समान परागपिण्डों के रूप में होते हैं। परागपिण्ड फूल के मध्य में एक छोटे प्रकोष्ठ में स्थित होते हैं। वे गुबरैले के शरीर पर चिपक जाते हैं जब गुबरैला मकरन्द या फूल को खाता है परागपिण्ड उसके द्वारा अगले फूल तक पहुँचा दिए जाते हैं।

Credits: Rbreidbrown, Wikimedia Commons. URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red_Milkweed_Beetle_\(Tetraopes_tetraphthalmus\)_Consuming_Common_Milkweed_Flower.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red_Milkweed_Beetle_(Tetraopes_tetraphthalmus)_Consuming_Common_Milkweed_Flower.jpg). License: CC BY-SA 4.0 DEED.



चित्र-6 : कॉमन जेज़बल तितली (*Delias eucharis*) कॉमन लॅन्टना (*Lantana camara*) को परागित करता है। मकरन्द का पान करने के लिए तितली अपनी सूँड का उपयोग करती है। जब सूँड का उपयोग नहीं होता है तब उसे एक कुण्डली बनाकर रखा जाता है।

Credits: Hari K Patibanda, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/krishnacolor/51433350855/in/photostream/>. License: CC BY 2.0 DEED.

सीमित मात्रा में मकरन्द पैदा करते हैं (देखें चित्र-5)।

यद्यपि रंग-बिरंगी तितलियों को फूलों पर बैठे हुए देखना सुखद होता है, मधुमक्खियों की तुलना में वे परागण करने में कम कार्यक्षम होती हैं। उनके शरीर पर परागकण इकट्ठा करने के लिए विशिष्टीकृत अंग नहीं होते हैं, उनका दुबला-पतला शरीर लम्बी पतली टाँगों की वजह से फूल से दूरी पर रहता है। इसलिए उनके शरीर पर अधिक परागकण नहीं चिपकते। फिर भी, वे अनेक जंगली और कृषि फ़सल के पौधों के परागण के लिए महत्त्वपूर्ण होती हैं। तितलियाँ दिनचर होती हैं और ज़्यादातर सुबह तथा खिली धूप में खुलने वाले फूलों पर भोजन खोजती हैं। वे चटख रंगों वाले (नीले, पीले, नारंगी, विशेष रूप से लाल) फूलों को पसन्द करती हैं। तितलियों द्वारा परागित फूल प्रायः छोटे होते हैं और सपाट शीर्ष वाले खड़े पुष्प विन्यासों में समूह में होते हैं ताकि तितलियाँ उन पर

बॉक्स-2 : फूलों का मकरन्द पीने वाले पक्षियों द्वारा परागण

जिन पौधों के विशिष्ट पक्षी परागणकर्ता होते हैं उनमें पुष्प नलिका इतनी लम्बी और संकरी होती है कि अधिकांश कीट अन्दर नहीं पहुँच पाते। लेकिन इनमें ऐसे पक्षियों को पहुँच मिल जाती है जिनकी चोंच लम्बी, पतली और वक्र आकार की होती है। ऐसे पौधों का परागण करने वाले दक्षिण अमरीका के हमिंग बर्ड और भारत के सनबर्ड की चोंचें काफ़ी लम्बी होती हैं और जीभ ब्रश के समान होती है। इनके शरीर इतने छोटे और हलके होते हैं कि वे फूलों पर मँडरा सकते हैं या उन पर बैठ सकते हैं (देखें चित्र-7)।

जिन पौधों को मैना, बुलबुल या भुजंगे जैसे पक्षी परागित करते हैं, जिनकी भोजन की पसन्द व्यापक और कम विशिष्टीकृत होती है उनके फूल प्रायः बड़े और संख्या में अधिक होते हैं।



चित्र-7 : लोटेन शकरखोरा (*Cinnyris lotenius*) लॉयन्स टेल को परागित करता है। शकरखोरा मकरन्द के लिए फूलों पर मँडराता है जिसे वह अपनी लम्बी, मुड़ी हुई चोंच और ब्रश के समान नलिकाकार जीभ से इकट्ठा करता है। लॉयन्स टेल के नलिकाकार फूल गेंद के समान गोल गुच्छे में होते हैं और उनका मकरन्द कुछ मीठापन लिए होता है।

Credits: Hari K Patibanda, Flickr. URL: <https://www.flickr.com/photos/krishnacolor/50950412397>. License: CC BY 2.0 DEED.



चित्र-8 : भारतीय चमगादड़ (*Pteropus medius*) केले के मकरन्द का सेवन करते हुए उसका परागण करते हैं।

Credits: Manojiritty, Wikimedia Commons.
URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Indian_flying_fox_cropped.jpg
License: CC BY-SA 4.0 DEED.

उतर सकें। अनेक वयस्क तितलियाँ अपनी लम्बी सूँडनुमा संरचना की मदद से फूलों से मकरन्द चूसती हैं (देखें चित्र-6)। इनके द्वारा परागित फूलों की मकरन्द ग्रन्थियाँ पंखुड़ियों की नली या स्पर के आधार में स्थित होती हैं जो ऐसे स्थान हैं जहाँ केवल ऐसा कीट पहुँच सकता है जिसकी लम्बी सूँडनुमा संरचना हो।



चित्र-9 : नेसोकोडोन मॉरीशियनस का परागण मॉरीशियस ओर्नेट डे गेको (*Phelsuma ornata*) द्वारा किया जाता है। (क) यह पौधा केवल मेडागास्कर में पाया जाता है और या पहला पौधा है जिसके बारे में यह ज्ञात है कि यह लाल सुख मकरन्द पैदा करता है। (ख) यह देखा गया है कि ये छिपकलियाँ मकरन्द, नरम फल और परागणों को चाटती हैं।

Credits: (क) Ph. Saget, Wikimedia Commons. URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nesocodon_mauritianus_07_04_Philweb_\(19228890139\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nesocodon_mauritianus_07_04_Philweb_(19228890139).jpg). License: CC BY 2.0 DEED. (ख) Charles J. Sharp, Wikimedia Commons. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Mauritius_ornate_day_gecko_\(Phelsuma_ornata\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Mauritius_ornate_day_gecko_(Phelsuma_ornata).jpg). License: CC BY-SA 4.0 DEED.

पक्षी परागण

पक्षियों की लगभग 2,000 प्रजातियाँ पौधों में परागण के लिए जानी जाती हैं। पक्षी लम्बी दूरी तय कर सकते हैं और उनकी देखने की क्षमता बहुत अच्छी होती है (जिसमें उनकी रंगों और पराबैंगनी किरणों को पहचानने की क्षमता शामिल है)। इन दोनों लक्षणों के कारण वे अच्छे सहायक परागणकर्ता होते हैं। किन्तु पक्षी आकार में बड़े होते हैं और उन्हें कीटों से अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। अधिकांश पक्षी दिन में सक्रिय होते हैं। कुछ अपवादों को छोड़कर उनकी घ्राणशक्ति मनुष्य से बेहतर नहीं होती। पक्षियों द्वारा परागित फूल प्रायः चटख रंगों (लाल, नारंगी या गुलाबी) के होते हैं, कीटों द्वारा परागित फूलों की तुलना में बड़े होते हैं, दिन के समय खुलते हैं और गन्धहीन होते हैं या भीनी खुशबू वाले होते हैं। कीटों द्वारा परागित फूलों की तुलना में वे काफ़ी अधिक मकरन्द पैदा करते हैं। मकरन्द प्रायः नली, कीप या कटोरे के आकार की संरचना के आधार में होता है और पुकेसर चटख रंग के और बाहर निकले होते हैं ताकि पक्षी के सिर, पीठ या सीने पर परागकण पर छिड़क जाएँ (देखें बॉक्स-2)। चूँकि एक फूल का मकरन्द पक्षी का पेट भरने के लिए पर्याप्त नहीं होता, वह दूसरे फूलों पर जाता है और ऐसा करते समय पहले फूल के परागकण दूसरे फूल तक पहुँच जाते हैं।

चमगादड़ परागणकर्ता

मकरन्द का सेवन करने वाले चमगादड़ (जिनमें प्राचीन विश्व की 'उड़न लोमड़ियों' की 12 प्रजातियाँ और अमरीका के लीफ़-नोज़्ड चमगादड़ों की 36 प्रजातियाँ शामिल हैं) उष्ण पारिस्थितिकी तंत्र वाले हर महाद्वीप पर पाए जाते हैं। इनकी अधिकांश प्रजातियाँ दक्षिण-पूर्वी एशिया, अफ्रीका और प्रशान्त महासागर के द्वीपों पर पाई जाती हैं। चमगादड़ उष्णकटिबन्धीय पादप प्रजातियों की आनुवंशिक विविधता में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। लगभग 500 उष्णकटिबन्धीय पादप प्रजातियाँ आंशिक या पूर्ण रूप से परागण के लिए चमगादड़ों पर निर्भर होती हैं (देखें चित्र-8)। इनमें आम, लीची, केला और अमरूद शामिल हैं। कीटों की तुलना में चमगादड़ अधिक दूर तक उड़कर जा सकते हैं और अपनी रोएँदार खाल में अधिक मात्रा में परागकण ले जा सकते हैं। ये उन पौधों की प्रजातियों के लिए विशेष रूप से महत्वपूर्ण होते हैं जो छितरी हुई होती हैं या ऐसे आवासों में पाई जाती हैं जो एक-दूसरे से दूरी पर स्थित होते हैं।

अधिकांश मकरन्द भक्षी चमगादड़ रात्रिचर होते हैं, उनकी घ्राणशक्ति तीव्र होती है। परागण के लिए चमगादड़ों पर निर्भर पौधों के फूल सूर्यास्त के समय खुलते हैं और रात भर खुले रहते हैं। उनके सफ़ेद या हलके रंगों वाले फूल पत्तियों के बीच और रात के अँधेरे में साफ़ नज़र आते हैं। चमगादड़ों द्वारा परागित कुछ फूल उन्हें आकर्षित करने के लिए किण्वन या सड़ाँध जैसी बदबू पैदा करते हैं।

असाधारण परागणकर्ता

परागण में छिपकलियों की भूमिका की ओर हाल ही में ध्यान आकर्षित हुआ है। छिपकलियों द्वारा परागण की रिपोर्ट ऐसे द्वीपों तक सीमित हैं जहाँ ये सरीसृप अपने भोजन में कीटों और ऑर्थोपॉड जन्तुओं के अलावा मकरन्द, परागकण, फूल और फलों के गूदे जैसे वनस्पति पदार्थ लेते हैं। चूँकि इन पदार्थों में प्रोटीन कम होता है,

वे सम्भवतः इन जन्तुओं की ऊर्जा और पानी की आवश्यकता की पूर्ति करते हैं। भोजन के लिए वनस्पतियों की तलाश में ये छिपकलियाँ फूलों का परागण कर देती हैं। मुख्य भूमि पर छिपकलियों द्वारा परागण बिरले ही होता है। इसके चार कारण हो सकते हैं जो मुख्य भूमि की तुलना में द्वीपों पर अधिक देखे जा सकते हैं। ये चार कारण हैं – कम स्थिर और विविध कीट आबादी, भोजन के रूप में फूलों की बहुतायत उपस्थिति, छिपकलियों की प्रजातियों का अधिक घनत्व, और उनके लिए परभक्षियों का कम खतरा।

सम्भव है कि द्वीपों पर पाए जाने वाले पौधों के लिए छिपकलियाँ, कीटों और पक्षियों से अधिक महत्वपूर्ण परागणकर्ता हों। चूँकि छिपकलियों की घ्राणशक्ति तीव्र होती है, वे तेज गन्ध वाले फूलों की ओर आकर्षित होती हैं। ये फूल शर्करा की बहुतायत वाला चिपचिपा मकरन्द पैदा करते हैं। फेलसुमा जैसी परागणकर्ता छिपकलियों में देखा गया है कि वे रंगहीन मकरन्द वाले पौधों की तुलना

में रंगीन मकरन्द वाले पौधों की ओर अधिक आकर्षित होती हैं। छिपकलियाँ ट्रोचेटिया ब्लैकबर्नियाना, जो नारंगी-पीले रंग का मकरन्द पैदा करता है और नेसोकोडोन मॉरीशियनस, जो सुर्ख लाल रंग का मकरन्द पैदा करता है, (देखें चित्र-9) की ओर अधिक आकर्षित होती हैं। छिपकलियों द्वारा परागित पौधों के फूल प्रायः मजबूत होते हैं ताकि वे इन सरीसृपों का भार उठा सकें। फूलों पर चढ़ने वाले इन सरीसृपों के लिए पुष्पक्रम अधिक सुविधाजनक होते हैं। जब कोई छिपकली किसी फूल पर चढ़कर उसके आधार से मकरन्द का सेवन करती है तब उसके चेहरे और शरीर पर परागकण छिड़क जाते हैं और उसके साथ अगले फूल पर पहुँच जाते हैं।

चलते-चलते

वैकासिक जीवविज्ञानी लिन मार्गुलिस और विज्ञान लेखक डोरिएन सागां (1986) के मुताबिक, “जीवन ने युद्ध की बजाय नेटवर्किंग के द्वारा पृथ्वी पर कब्जा किया है।” इस प्रकार के सहयोगात्मक

नेटवर्क के व्यापक और सामान्य उदाहरण परागण की प्रक्रिया में देखने को मिलते हैं। अनेक पादप-परागणकर्ता सम्बन्ध इतने विशिष्टिकृत होते हैं कि एक सहयोगी के अस्तित्व को खतरा होने पर उस पर निर्भर सहयोगी का जीवन भी खतरे में पड़ जाता है। ये नेटवर्क हमारे लिए कई तरह से महत्वपूर्ण हैं। उदाहरण के लिए, दुनिया में 75% खाद्य फ़सलें (सब्जियाँ, फल, बीज, दाने और तेल) कम-से-कम आंशिक रूप से जन्तु परागणकर्ताओं पर निर्भर हैं। कई परागणकर्ता विभिन्न कारणों से विलुप्त हो रहे हैं। इन कारणों में से अनेक कारण मानव गतिविधियों से सम्बन्धित हैं। इनमें भूमि के उपयोग में बदलाव, प्राकृतिक आवासों का विघटन, कीटनाशकों का उपयोग, प्रदूषण, रोगाणु और जलवायु परिवर्तन शामिल हैं। विद्यार्थियों को स्कूल में तथा आस-पास पादप-परागणकर्ता परस्पर क्रिया का अवलोकन करने के लिए प्रोत्साहित करने से वे स्थानीय परागणकर्ताओं के बारे में जागरूक हो सकते हैं और जीवन को बनाए रखने में उनकी भूमिका को समझ सकते हैं।

मुख्य बिन्दु

- 75% फूलदार पौधों के अस्तित्व और प्रसार में परागण की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। 2,00,000 से अधिक जन्तु प्रजातियाँ इन पौधों के परागण में शामिल हैं।
- पौधों के अनेक लक्षण परागणकर्ताओं को आकर्षित करने के लिए विकसित हुए हैं। इनमें शामिल हैं – फूल खिलने का समय, रंग, आकार, गन्ध और उनके द्वारा निर्मित मकरन्द और परागकण।
- परागणकर्ताओं का सबसे बड़ा समुदाय कीटों का है। पक्षी अच्छे सहायक परागणकर्ता होते हैं, चमगादड़ उष्णकटिबन्धीय पौधों की प्रजातियों के परागण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और छिपकलियों की भूमिका द्वीपीय पौधों के परागण में महत्वपूर्ण होती है।
- जहाँ पादप-परागणकर्ता सम्बन्ध मनुष्य के लिए कई तरह महत्वपूर्ण हैं, मानव गतिविधि से जुड़े कई दबाव अधिक-से-अधिक परागणकर्ताओं को विलोपन की ओर धकेल रहे हैं।
- विद्यार्थियों को पादप-परागणकर्ता की परस्पर क्रिया का अवलोकन करने के लिए प्रोत्साहित करने से परागणकर्ताओं की पृथ्वी पर जीवन को बनाए रखने में भूमिका के बारे में जागरूकता विकसित करने में मदद मिलेगी।



टिप्पणियाँ :

1. यह लेख पहली बार आई वंडर... फ़रवरी 2017, पेज 55-50 (अंग्रेज़ी) में प्रकाशित हुआ था। मूल लेख <https://publications.azimpremjiuniversity.edu> पर देखा जा सकता है। इसका हिन्दी अनुवाद इस लिंक से <https://anuvadasampada.azimpremjiuniversity.edu.in/3543/> प्राप्त किया जा सकता है। यहाँ प्रकाशित लेख उक्त संस्करण का, समीक्षा के बाद, स्कूल शिक्षकों को ध्यान में रखकर संशोधित किया गया रूप है। इसमें नई सामग्री, एक गतिविधि शीट और एक शिक्षक निर्देशिका जोड़ी गई है।
2. Source for the image used in the background of the article title: Butterfly perch. Credits: Amol Mande. URL: <https://www.pexels.com/photo/selective-focus-photo-of-butterfly-perched-on-flower-bud-2675714/>. License: CC0.

References:

1. Waser NM & Ollerton J (Eds.) (2006). 'Plant-Pollinator Interactions: From Specialization to Generalization'. University of Chicago Press.
2. Olesen JM & Valido A (2003). 'Lizards as Pollinators and Seed Dispersers: An Island Phenomenon'. Trends in Ecology & Evolution, 18 (4): 177-181.
3. USDA Forest Service, Rangeland Management Botany Program (2006). 'Celebrating Wildflowers: Bat pollination'. URL: <https://webarchive.library.unt.edu/eot2008/20090511204939/http://www.fs.fed.us/wildflowers/pollinators/bats.shtml>.
4. New World Encyclopedia (2015). 'Pollination'. URL: <https://www.newworldencyclopedia.org/p/index.php?title=Pollination&oldid=991213>.
5. Tinbergen N (1965). 'Social Behaviour in Animals: With Special Reference to Vertebrates' (2nd Ed). Springer Netherlands. URL: <https://doi.org/10.1007/978-94-011-7686-6>.
6. Bayer M (2015). 'Pollinators in the Landscape II: Plants and Pollinators'. The Center for Agriculture, Food, and the Environment. URL: <https://ag.umass.edu/fact-sheets/pollinators-in-landscape-ii-plants-pollinators>.
7. McHatton R (2011). 'Orchid Pollination: Exploring a Fascinating World'. American Orchid Society. URL: <http://staugorchidsociety.org/PDF/OrchidPollinationbyRonMcHatton.pdf>.



मीनाक्षी पन्त दिसम्बर, 2012 से अजीम प्रेमजी फ़ाउंडेशन (राज्य संस्थान, देहरादून) में विज्ञान स्रोत व्यक्ति के रूप में कार्य कर रही हैं। वे अजीम प्रेमजी विश्वविद्यालय के विश्वविद्यालय स्रोत केन्द्र में शिक्षा कार्यकर्ताओं की क्षमतावर्धन कार्यक्रम में भाग लेती हैं। मीनाक्षी ने पर्यावरण जीवविज्ञान में स्नातकोत्तर और शिक्षा में स्नातक उपाधि प्राप्त की है। फ़ाउंडेशन में आने से पहले उन्होंने स्नातकोत्तर शिक्षक (जीवविज्ञान और पर्यावरण विज्ञान) के रूप में 15 वर्ष तक कार्य किया। मीनाक्षी की वन्य जीवन और उसके संरक्षण में बहुत अधिक रुचि है। उनसे meenakshi.pant@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

आपके आँगन में जीवन गतिविधि शीट : परागणकर्ता कौन हैं?

उद्देश्य :

हमारे आस-पास परागणकर्ता कौन हैं? वे कौन-से फूलों पर जाते हैं? परागणकर्ता को फूल की कौन-सी विशेषताएँ आकर्षित करती होंगी?

आवश्यक सामग्री :



अवलोकन नोटबुक



पेन/ पेन्सिल



हैंडलेंस

करना क्या है :

1. आपके शिक्षक आपको फूलदार पौधों की एक सूची देंगे। पहले पौधे के फूलों का अवलोकन कीजिए। अधिक विस्तार से अवलोकन करने के लिए अपने हैंडलेंस का उपयोग करें। इस कार्य के लिए आप लगभग 10 मिनट ले सकते हैं।
2. अपने अवलोकनों को नोट करें। फिर उन्हें अपने अवलोकन दर्ज करें शीट में दिए गए प्रारूप में दर्ज करें। अन्य किन्हीं विशेषताओं, जो आप सोचते हैं कि परागण से सम्बन्धित हैं, के विवरण के बारे में नोट्स शामिल करें। आप अपने अवलोकनों को चित्र के रूप में भी दर्ज कर सकते हैं।
3. अगर आप किसी पौधे का स्थानीय या अँग्रेज़ी नाम जानते हैं तो उसे अपनी नोटबुक में लिखें और अपने शिक्षक से उसकी पुष्टि करें। अन्यथा यह जानकारी अपने शिक्षक से प्राप्त करें।
4. अवलोकन करते समय जो प्रश्न और/या व्याख्याएँ आपके मन में आती हैं उन्हें नोट करें।
5. अगले पौधे पर जाएँ और 1 से 4 चरणों को दोहराएँ जब तक कि आप के समूह को आवंटित सब पौधों का अवलोकन पूरा न हो जाए।
6. अपने समूह के अवलोकनों को इकट्ठा करके कक्षा के साथियों से साझा करें। हर समूह के द्वारा किए गए प्रस्तुतिकरणों को ध्यान से सुनें और कुछ नई या अलग बात सुनें तो उसे नोट करें।

सोचें और विचार करें :

प्रश्न-1 : शिक्षक द्वारा दी गई फ़ैक्ट शीट को पढ़ें। इसका उपयोग करते हुए :

- यह अनुमान लगाएँ कि सम्भावित परागणकर्ता कौन हो सकते हैं।
- फ़ैक्ट शीट में दी गई जानकारी और आपके अवलोकनों में अन्तरों की पहचान करें।

क्या आप इन अन्तरों की कोई व्याख्या सुझा सकते हैं?

प्रश्न-2 : नीचे दिए गए प्रश्नों को पढ़ें, उनके बारे में सोचें और समूह में चर्चा करें।

- क्या हर पौधे के फूल एक से अधिक प्रकार के परागणकर्ता को आकर्षित करते हैं? आपके विचार से फूल के कौन-से लक्षण इन परागणकर्ताओं को आकर्षित करते होंगे? आपने कैसे जाना?
- क्या आपको विभिन्न पौधों के फूलों की सुगन्ध में अन्तर लगा? इस विशेषता का हर पौधे द्वारा आकर्षित किए जाने वाले परागणकर्ताओं के प्रकार से क्या सम्बन्ध है?
- जिन फूलों के रंग फीके होते हैं और जिनमें सुगन्ध नहीं होती है आपके विचार से उनमें परागण कैसे होता होगा?
- क्या किसी पौधे के फूलों पर आने वाले सब जन्तु उसका परागण करते हैं? क्या आपके विचार से कुछ जन्तु अन्य कारणों से उन पर आते होंगे? क्या आप अपने उत्तर के लिए कुछ कारण सोच सकते हैं?
- क्या आप जन्तुओं के अतिरिक्त किन्हीं अन्य 'अभिकर्ताओं' या परागणकर्ताओं के बारे में सोच सकते हैं? ये कौन-से हो सकते हैं?

रचनाकार :

राधा गोपालन एक पर्यावरण वैज्ञानिक हैं। उन्होंने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मुम्बई (आईआईटीबी) से पीएचडी की डिग्री प्राप्त की है। पर्यावरणीय परामर्श के अपने 18 वर्ष के कार्यकाल के दौरान, उन्होंने ऋषि वैली एजुकेशन सेंटर, आन्ध्र प्रदेश में पर्यावरण विज्ञान का अध्यापन किया है। वे अज़ीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरु के स्कूल ऑफ़ डेवलपमेंट की अतिथि अध्यापक हैं, और कुडाली इंटरजनेशनल लर्निंग सेंटर, तेलंगाना की सदस्य हैं। उनसे radha.gopalan@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते पुनरीक्षण : सुशील जोशी कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

आपके आँगन में जीवन फैक्टशीट

मधुमक्खियाँ



मधुमक्खियाँ अधिकतर बैंगनी या नीले रंग के फूलों वाले पौधों का परागण करती हैं। मधुमक्खियों द्वारा परागित फूलों में तेज़ खुशबू होती है। वे प्रायः दिन में खुलते हैं।

गुबरँले



गुबरँले प्रायः निस्तेज सफ़ेद या हरे रंगों वाले, तश्तरी या कटोरे के आकार के फूलों को परागित करते हैं। गुबरँलों द्वारा परागित फूल प्रायः बड़े, एकल और मोटी, चर्मिल पंखुड़ियों वाले होते हैं। गुबरँलों द्वारा परागित कुछ फूल छोटे, और ज़मीन के पास गुच्छों में होते हैं।

तितलियाँ



तितलियाँ चटख नीले, पीले, नारंगी और लाल फूलों की ओर आकर्षित होती हैं। वे प्रायः ऐसे फूलों पर जाती हैं जो ऊपर से चपटे हों और तितलियों को उतरने का स्थान उपलब्ध कराते हों। तितलियों द्वारा परागित फूल सुबह खुलते हैं जब धूप खिली हो।

पक्षी



पक्षी चटख रंगों वाले (लाल, नारंगी, नीले या गुलाबी) कीप, नली या प्याली के आकार के ऐसे फूलों को परागित करते हैं जिनकी गन्ध बहुत भीनी होती है या गन्धहीन होते हैं। ये फूल दिन भर खुले रहते हैं और आकार में कीटों द्वारा परागित फूलों से बड़े होते हैं।

चमगादड़



चमगादड़ों द्वारा परागित फूल सूर्यास्त के समय खुलते हैं या रात में खुले रहते हैं। वे आकार में बड़े होते हैं, सफ़ेद या हलके रंग के होते हैं और किण्वन या सड़ाँध की गन्ध छोड़ते हैं।

सन्दर्भ :

पन्त, मीनाक्षी। 'परागणकर्ता : पौधों के प्रसारक', आई वंडर...जून, 2023 पेज 40-46

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते पुनरीक्षण : सुशील जोशी कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय

आपके आँगन में जीवन गतिविधि शीट : अपने अवलोकन दर्ज करें

फूलदार पौधे का नाम :

स्थान :

दिनांक :

समय :

मौसम (जैसे बादल हैं या धूप खिली है, गरम, ठण्डा, हवा चल रही है या स्थिर) :

विशेषता/ लक्षण	विवरण	प्रश्न/ व्याख्या
फूल		
रंग		
आकार (उदाहरण के लिए चपटा, खुला हुआ, कटोरे के समान, नलिकाकार)		
विशेष लक्षण (उदाहरण के लिए होंठ, रंगीन पैटर्न, जीभ, बाहर निकले हुए अंग)		
गन्ध (उदाहरण के लिए तेज़, हलकी, सुखद, खराब, अधिक पके हुए फल के समान)		
पौधे पर स्थिति (उदाहरण के लिए ज़मीन के पास, पौधे में ऊँचाई पर, बीच में, पूरे पौधे पर छितरे हुए)		
फूलों की जमावट (उदाहरण के लिए गुच्छे में या अकेले)		
पंखुड़ियों की बनावट (उदाहरण के लिए पतली, कागज़ के समान, मोटी, मोमी, चिपचिपी)		
जननांग (खुले हुए, छुपे हुए, केवल हैंडलेंस से देख सकते हैं)		

विशेषता/ लक्षण	विवरण	प्रश्न/ व्याख्या
आने वाले जन्तु		
प्रकार (उदाहरण के लिए पक्षी, कीट मकड़ियाँ, चमगादड़, अन्य कोई)		
आने वाले जन्तुओं के बारे में अधिक जानकारी, विशेष रूप से पहचान में सहायक (उदाहरण के लिए रंग, विशिष्ट चिन्ह, कीटों के स्पर्शक और आँखें, आकार, रंग, पक्षियों की चोंच की लम्बाई और बनावट)		
फूल पर स्थिति		
अन्य सम्बन्धित प्रश्न/ व्याख्याएँ/ अवलोकन		

रचनाकार :

राधा गोपालन एक पर्यावरण वैज्ञानिक हैं। उन्होंने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मुम्बई (आईआईटीबी) से पीएचडी की डिग्री प्राप्त की है। पर्यावरणीय परामर्श के अपने 18 वर्ष के कार्यकाल के दौरान, उन्होंने ऋषि वैली एजुकेशन सेंटर, आन्ध्र प्रदेश में पर्यावरण विज्ञान का अध्यापन किया है। वे अजीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरु के स्कूल ऑफ़ डेवलपमेंट की अतिथि अध्यापक हैं, और कुडाली इंटरजनरेशनल लर्निंग सेंटर, तेलंगाना की सदस्य हैं। उनसे radha.gopalan@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

आपके आँगन में जीवन

गतिविधि शीट : परागणकर्ता कौन हैं?

शिक्षक मार्गदर्शिका

1. इस गतिविधि को माध्यमिक शाला के विद्यार्थियों के लिए एक सामूहिक गतिविधि के रूप में बनाया गया है। हर समूह में 4-5 विद्यार्थी हो सकते हैं।
2. इस गतिविधि की योजना इस प्रकार बनाएँ कि इसमें लगातार दो दिन तक 2-2 घण्टे लगे जिसमें एक दिन अवलोकन हो और दूसरे दिन चर्चा हो।
3. इस गतिविधि के लिए फूलदार पौधों की आवश्यकता होगी। इसे स्कूल के बगीचे में या किसी पास के बगीचे में या सब्जियों के बगीचे में या जहाँ कहीं भी फूलदार पौधे हों, किया जा सकता है।
4. फूल किसी विशिष्ट मौसम में ही खिलते हैं। उचित स्थान खोजने के बाद वहाँ उगने वाले फूलदार पौधों के बारे में जानकारी एकत्रित करें - पौधों के स्थानीय और वैज्ञानिक नाम, हर पौधे में फूल खिलने का मौसम और वह वार्षिक है या बारहमासी। इस जानकारी को गतिविधि के दौरान विद्यार्थियों के साथ साझा करें।
5. फील्ड में अवलोकन के लिए :
 - चयनित स्थान पर उपलब्ध फूलदार पौधों की संख्या के अनुसार हर समूह को 3-4 फूलदार पौधे आवंटित करें।
 - किए जाने वाले हर कार्य को स्पष्ट करें और उसे समूहों द्वारा कैसे किया जाएगा यह स्पष्ट करें।
 - अपने अवलोकन दर्ज करें शीट में सूचीबद्ध हर विशेषता को चर्चा द्वारा विद्यार्थियों को स्पष्ट करें। विद्यार्थियों को हैडलेस का उपयोग करने के लिए आमंत्रित करें ताकि वे हर फूल को अधिक ध्यान से देखें और उन्हें महत्वपूर्ण लगने वाली परागण से सम्बन्धित विशेषताओं को नोट करें।
 - विद्यार्थी जो अवलोकन करते हैं उन्हें उसके चित्र बनाने के लिए प्रोत्साहित करें। यह स्पष्ट करें कि चित्रों का कलात्मक होना ज़रूरी नहीं है बल्कि जो अवलोकन वे करते हैं उसका सही निरूपण होना चाहिए।
 - हर समूह को उन्हें आवंटित हर पौधे का निरीक्षण करने के लिए लगभग 10 मिनट का समय लेने के लिए कहें जिसके बाद वे अपनी सूची के अगले पौधे पर जा सकते हैं।
 - विद्यार्थियों को एक समूह के रूप में काम करने के लिए प्रोत्साहित करें और यह स्पष्ट करें कि यह अवलोकन करने, चर्चा करने और एक साथ सीखने का मौका है।
6. साझा करने और चर्चा के लिए :
 - परागणकर्ता के बारे में **फैक्ट शीट** हर समूह के साथ साझा करें। इसमें दी गई जानकारी से उन्हें परिचित करवाकर कोई शंका हो तो उसका समाधान करें।
 - स्पष्ट करें कि विद्यार्थियों को अपने समूह के रूप में कक्षा के साथ साझा करना है और हर समूह के प्रस्तुतिकरण को ध्यान से सुनना है।

- विद्यार्थियों को इस बात के लिए प्रोत्साहित करें कि वे **गतिविधि शीट** 'सोचो और चर्चा करो' खण्ड के प्रश्नों की छानबीन करें।
 - यदि विद्यार्थियों के ऐसे कोई प्रश्न हैं जिनका सामूहिक चर्चा में समाधान न हुआ हो तो उन्हें नोट करें। आप यह भी कर सकते हैं कि ऐसे प्रश्नों की छानबीन करने के लिए विद्यार्थियों को दे दिया जाए और वे अपने निष्कर्षों को कक्षा के साथ साझा करें।
 - विद्यार्थियों को इस गतिविधि को दिन के अलग-अलग समय पर करने के लिए आमंत्रित करें। उदाहरण के लिए, वे इसे सुबह जल्दी कर सकते हैं, दोपहर के समय कर सकते हैं जब तेज़ धूप हो या स्कूल के समाप्त होने के समय कर सकते हैं। उन्हें इस बात के लिए भी प्रेरित करें कि इसे घर में लगे और आस-पास के फूलदार पौधों पर करके देखें।
7. उन्हें परागण सम्बन्धित अवलोकनों की डायरी बनाने के लिए कहें। इससे उन्हें पौधे और परागणकर्ता के बीच की परस्पर क्रिया के चक्र को समझने में मदद मिलेगी। इससे उन्हें पौधे के जीवनचक्र में पैटर्न्स का अवलोकन करने में भी मदद मिलेगी जिससे उनकी जिज्ञासा और अधिक बढ़ेगी।

रचनाकार :

राधा गोपालन एक पर्यावरण वैज्ञानिक हैं। उन्होंने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, मुम्बई (आईआईटीबी) से पीएचडी की डिग्री प्राप्त की है। पर्यावरणीय परामर्श के अपने 18 वर्ष के कार्यकाल के दौरान, उन्होंने ऋषि वैली एजुकेशन सेंटर, आन्ध्र प्रदेश में पर्यावरण विज्ञान का अध्यापन किया है। वे अज़ीम प्रेमजी यूनिवर्सिटी, बेंगलूरू के स्कूल ऑफ़ डेवलपमेंट की अतिथि अध्यापक हैं, और कुडाली इंटरनैशनल लर्निंग सेंटर, तेलंगाना की सदस्य हैं। उनसे radha.gopalan@azimpremjifoundation.org पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : अरविन्द गुप्ते पुनरीक्षण : सुशील जोशी कॉपी एडिटर : अनुज उपाध्याय