विद्यार्थियों को पक्षी-अवलोकन से क्यों परिचित कराया जाए?

अदिति मुरलीधर और आनन्द कृष्णन

विद्यार्थी अपने आस-पास के पक्षियों को स्कूल परिसर, खेतों या गाँव के रास्तों पर बिना किसी अतिरिक्त उपकरण का उपयोग किए केवल अपनी आँखों से देख सकते हैं। साधारण-सी पक्षी-अवलोकन की गतिविधियाँ कैसे विद्यार्थियों में वैज्ञानिक सोच और पर्यावरणीय समझ को विकसित कर सकती हैं?

प्रिपरेटरी स्टेज के पर्यावरण अध्ययन की और मिडिल स्टेज के विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों में पक्षियों और हमारे जीवन में उनकी भूमिका के बहुत सारे सन्दर्भ मिलते हैं। इनमें कुछ ऐसी सरल गतिविधियों के विचार भी शामिल हैं जिनमें विद्यार्थियों को अपने आस-पड़ोस के पक्षियों का अवलोकन करना और उन अवलोकनों को दर्ज करना होता है (**तालिका-1** देखें)।[1-4] किन्तु पक्षी इस ग्रह (पृथ्वी) के सबसे अच्छे ढंग से दस्तावेजित प्राणियों में से हैं। तो हमारे विद्यार्थी इनका अध्ययन करके क्या सीख सकते हैं?

वैज्ञानिक कौशल का विकास करना

पक्षी-अवलोकन विद्यार्थियों को वैज्ञानिक प्रक्रिया का व्यावहारिक अनुभव करवाने का एक सरल तरीक़ा है (**बॉक्स-1** देखें)।[5] इसमें विद्यार्थी विस्तृत अवलोकन करना, डेटा को सावधानीपूर्वक दर्ज करना, वैज्ञानिक विवरण लिखना और वैज्ञानिक रूप से वैध निष्कर्ष निकालना सीखते हैं। चूँकि पक्षी बग़ीचों से लेकर स्कूल परिसरों सहित लगभग सभी जगह पाए जाते हैं, इसलिए वे ऐसी खोज-बीन के लिए आदर्श पात्र हैं।

प्रिपरेटरी और मिडिल स्टेज के विद्यार्थियों के लिए इन कौशलों में से सबसे महत्त्वपूर्ण है अवलोकन करने का कौशल। विद्यार्थियों को आस-पड़ोस के पक्षियों का अवलोकन करने

क्र.	सुझाई गईं गतिविधियाँ	पाठ्यपुस्तक का अध्याय
1.	*"अपनी आँखें बन्द करके पक्षियों की बोली सुनने की कोशिश कीजिए। क्या आपको किसी पक्षी की बोली सुनाई दी? क्या आप देख सकते हैं कि कौन-से पक्षी ये बोलियाँ निकाल रहे हैं?...अपने हाथों को कानों से लगाएँ और पक्षियों की आवाज़ की दिशा में अपना मुख करके ध्यान से उनकी बोली सुनने की कोशिश कीजिए। क्या अब आप इन बोलियों को और अधिक स्पष्टता से सुन सकते हैं? पक्षियों की जिन बोलियाँ को आपने सुना था, उन्हें एक बार फिर से याद करने की कोशिश कीजिए। अलग-अलग पक्षियों द्वारा निकाली जाने वाली बोलियाँ स्वयं भी निकालने की कोशिश कीजिए। जिन पक्षियों की बोलियाँ आपने सुनी हैं, उन बोलियों और उस पक्षी का नाम लिखने की कोशिश करें... (पक्षी का नाम, बोली)। अगर आपको किसी पक्षी की बोली सुनाई नहीं दे रही है, तो आपको क्या लगता है इसका क्या कारण है? आपको पक्षियों की बोलियाँ कब ज़्यादा सुनाई देती हैं : (क) सुबह-सुबह? (ख) दोपहर में? (ग) शाम को?"*	कक्षा-3 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025-26) का अध्याय-5 ('पेड़-पौधे और पशु-पक्षी हैं साथ')
2.	*"अलग-अलग खाद्य पदार्थ जैसे अनाज, सरस फल (बेरी), गिरियाँ और फल के टुकड़े आदि लीजिए। इन खाद्य पदार्थों को चम्मच, टूथपिक या एक जोड़ी चॉपस्टिक की सहायता से उठाने का प्रयास कीजिए...प्रत्येक खाद्य पदार्थ को उठाकर खाने के लिए उपयुक्त साधन का नाम लिखिए।... यह जानना रोचक है कि पक्षियों की चोंच और पंजे होते हैं, जो उन्हें खाने और अन्य गतिविधियों में सहायता करते हैं। एक बाज़ की नुकीली, मुड़ी हुई चोंच और नुकीले पंजे होते हैं, जिससे वह अपने शिकार को पकड़ता है, जबकि शकरखोरा (sunbird) की चोंच लम्बी होती है जिससे वे फूलों से मकरन्द पीते हैं। हम किसी पक्षी की चोंच और पंजों को देखकर उसके भोजन की प्रवृत्तियों का अनुमान लगा सकते हैं।"*	कक्षा-4 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025) का अध्याय-3 ('प्रकृति की पाठशाला')
3.	*"आप अपने क्षेत्र में आने वाले 5 पक्षियों का पोस्टर बनाइए। यह जानने का प्रयास कीजिए कि वे कहाँ से आते हैं। एक धागे की मदद से गुलाबी मैना की यात्रा को ग्लोब पर एक स्थान से दूसरे स्थान तक दर्शाइए। कल्पना कीजिए कि आप एक पक्षी हैं जो विश्व की यात्रा कर रहे हैं। एक छोटा-सा पोस्टकार्ड या संदेश लिखिए जिसमें आप यह बताएँगे कि रास्ते में आपने क्या-क्या देखा है और यात्रा के दौरान आपकी कौन-कौन सहायता करता है (हवा, समुद्री धाराएँ, गर्म मौसम)। इसे अपने साथियों के साथ साझा भी कीजिए।"*	कक्षा-5 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025) का अध्याय-10 ('पृथ्वी – हमारा साझा घर')
4.	*"यदि किसी पौधे या जन्तु का आवास क्षतिग्रस्त हो जाए तो क्या होगा? यदि बकरी को खाने के लिए घास न मिले तो क्या होगा? क्या मछली बिना जल के जीवित रह सकती है? अपने माता-पिता, दादा-दादी और पड़ोसियों से उन पौधों, पक्षियों, कीटों अथवा अन्य जन्तुओं के बारे में जानें जिन्हें वे बचपन में प्राय: देखते थे, लेकिन अब वे कम दिखाई देते हैं। ये परिवर्तन तब होते हैं जब आवास नष्ट हो जाते हैं। पौधों और जन्तुओं के आवास की क्षति से वे अपने घर, भोजन और अन्य संसाधनों से वंचित हो जाते हैं। इससे जैव विविधता की हानि होती है।"*	कक्षा-6 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, पुनर्मुद्रण 2025-26) का अध्याय-2 ('सजीव जगत में विविधता')

तालिका-1 : स्कूली पाठ्यचर्या में पक्षी। यहाँ प्रिपेरेटरी स्टेज की पर्यावरण अध्ययन और मिडिल स्टेज की विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों में पक्षियों से सम्बन्धित सुझाई गई गतिविधियों के कुछ उदाहरण दिए गए हैं।[1-4]

के लिए प्रोत्साहित करने का एक मुख्य कारण यह है कि इससे उन्हें अपने अवलोकन कौशल को बेहतर करने में मदद मिलती है।[6] यहाँ यह बात ध्यान देने वाली है कि प्राकृतिकविज्ञान और खगोलविज्ञान जैसे विज्ञान के कई क्षेत्र ऐतिहासिक रूप से भौतिक जगत के दीर्घकालिक, व्यवस्थित और सावधानीपूर्वक किए गए अवलोकनों पर निर्भर रहे हैं। ख़ासकर प्राणी-व्यवहार विज्ञान (ethology) जैसे क्षेत्रों के शोध के सवाल (शोध-विषय) जीव-जन्तुओं के उनके प्राकृतिक परिवेश में किए गए अवलोकनों के आधार पर तय होते आए हैं और हो रहे हैं।

बॉक्स-1 : पाठ्यचर्या से सम्बन्ध

पक्षी-अवलोकन से जुड़ी चर्चाएँ और गतिविधियाँ शिक्षकों को पाठ्यक्रम के निम्नलिखित लक्ष्यों को पूरा करने में सहायता कर सकती हैं :

(क) प्रिपरेटरी स्टेज पर्यावरण अध्ययन :

- **CG-1 :** [विद्यार्थी] अपने परिवेश में प्राकृतिक और सामाजिक-सांस्कृतिक वातावरण के बारे में खोज-बीन करते हैं और उससे जुड़ते हैं। विशेष रूप से, इससे विद्यार्थियों को निम्नलिखित दक्षताएँ विकसित करने में मदद मिलती है : (C-1.1) : *"अपने समीपवर्ती पर्यावरण में मौजूद प्राकृतिक (कीट, पौधे, पक्षी, जन्तु, भौगोलिक विशेषताएँ, ...प्राकृतिक संसाधन आदि) तथा सामाजिक (घर, सम्बन्ध) घटकों का अवलोकन करना और उनकी पहचान करना।"*
- **CG-4 :** [विद्यार्थी] सामाजिक और प्राकृतिक वातावरण के प्रति संवेदनशीलता विकसित करते हैं। विशेष रूप से यह विद्यार्थियों को निम्नलिखित दक्षताएँ विकसित करने में मदद कर सकती हैं :
  - (C-4.1) : *"अपने निकटतम परिवेश के पौधों, पक्षियों और जानवरों के बीच विविधता (आकृति, ध्वनियाँ, खान-पान की आदतें, वृद्धि, प्राकृतिक आवास की) का अवलोकन करना और उसका वर्णन करना।"*
  - (C-4.5) : *"पौधों, पक्षियों और जानवरों की आवश्यकताओं (पानी, भोजन, मिट्टी, देखभाल) को पहचानना तथा यह समझना कि उन्हें किस तरह पूरा किया जा सकता है।"*
- **CG-6 :** [विद्यार्थी] विभिन्न स्रोतों से प्राप्त डेटा और जानकारियों का उपयोग करके अपने आस-पास के पर्यावरण से सम्बन्धित सवालों की जाँच-पड़ताल करते हैं। विशेष रूप से यह विद्यार्थियों में निम्नलिखित दक्षता विकसित करने में मदद करता है :
  - (C-6.1) : *"स्वतंत्र या सामूहिक रूप से खोज-बीन आधारित सवालों की पड़ताल करना।"*
  - (C-6.2) : *"विभिन्न रचनात्मक माध्यमों (चित्रकला, आरेख, कविता, नाटक, नुक्कड़ नाटक, मौखिक और लिखित अभिव्यक्ति) के द्वारा अवलोकनों और निष्कर्ष को प्रस्तुत करना।"*

(ख) मिडिल स्टेज विज्ञान :

- **CG-3** : [विद्यार्थी] वैज्ञानिक सन्दर्भों में सजीव जगत की खोज-बीन करते हैं। विशेष रूप से यह विद्यार्थियों में निम्नलिखित दक्षताएँ विकसित करने में मदद करता है :
  - (C-3.1) : *" अपने प्राकृतिक परिवेश में दिखाई देने वाले जीव-जन्तुओं (कीट, केंचुए, घोंघे, पक्षी, स्तनधारी, सरीसृप, मकड़ियाँ, विभिन्न प्रकार के पौधे और कवक) में दिखने वाली विविधता, जिनमें सूक्ष्म जीव-जन्तुओं (सूक्ष्मजीवों) की विविधता भी शामिल है, का वर्णन करने।"*
  - (C-3.3) : *"सजीवों और उनके वातावरण के बीच एक-दूसरे पर निर्भरता और प्रतिक्रिया के सम्बन्धों के पैटर्न का विश्लेषण करना।"*
- **CG-7 :** [विद्यार्थी] विज्ञान से सम्बन्धित सवालों, अवलोकनों और निष्कर्षों को सम्प्रेषित करते हैं। विशेष रूप से यह विद्यार्थियों में निम्नलिखित दक्षता विकसित करने में मदद करता है :
  - (C-7.1) : *"मौखिक और लिखित रूप में, और तस्वीरों द्वारा वर्णन के ज़रिए विज्ञान को सटीक रूप से सम्प्रेषित करने के लिए वैज्ञानिक शब्दावली का उपयोग करना।"*

पक्षियों का प्रभावी ढंग से अवलोकन करने के लिए, विद्यार्थियों का छोटे-से-छोटे पहलुओं पर बारीक़ी से ध्यान देना और जिस जटिल वातावरण में पक्षी बसते हैं उसका पारखी होना ज़रूरी है (**बॉक्स-2** देखें)।[7, 8] इसके लिए शिक्षक विद्यार्थियों की सहायता इस तरह के सवाल पूछकर कर सकते हैं : *क्या एक ही प्रजाति के पक्षी अलग-अलग दिखते हैं? वे एक-दूसरे से किस प्रकार अलग हैं? क्या आप उनके गीतों या बोलियों (पुकारों) में अन्तर कर सकते हैं? आपने कितने पक्षी देखे? क्या वे अलग-अलग ऊँचाइयों पर या अलग-अलग पेड़ों पर थे? इन अवलोकनों का क्या अर्थ हो सकता है?*

विविधता की सराहना

जिन अलग-अलग तरह के पक्षियों का अवलोकन विद्यार्थियों ने किया है, उनके बारे में कक्षा में चर्चाएँ, जीवित प्राणियों की विविधता के प्रति जागरूकता बढ़ाने में सहायक हो सकती हैं। इस कार्य में शिक्षक इस ओर ध्यान दिलाकर मदद कर सकते हैं कि कैसे पक्षियों के एक छोटे-से समूह में भी आकार, आकृतियों और चोंच जैसे विशिष्ट अंगों के रंगों में असाधारण विविधता दिख सकती है। ग़ौर करने वाली बात यह है कि पक्षियों की चोंच में जो विविधता दिखाई देती है वह केवल

बॉक्स-2 : वे सवाल जो शिक्षकों द्वारा बार–बार पूछे जाते हैं।

(1) यदि कोई विद्यार्थी ऐसे पक्षी का नाम पूछ ले जिसका नाम मैं नहीं जानता/ती हूँ तब क्या करूँ? किसी पक्षी का नाम न पता होने में कुछ ग़लत नहीं है। विद्यार्थी से पक्षी का आकार, आकृति, रंग, चोंच और कोई अन्य व्यवहार जो उसने ग़ौर किया हो आदि विवरण बताने के लिए कहें और इन सभी जानकारियों को दर्ज कर लें। यदि आप किसी भी भाषा (स्थानीय, क्षेत्रीय या कोई अन्य भाषा) में पक्षी का नाम जानते हैं तो विद्यार्थी को वही बता दें। यदि आप नहीं जानते हैं तो विद्यार्थी को समझाएँ कि भारत में हज़ारों प्रजाति के पक्षी पाए जाते हैं और किसी के लिए भी सभी का नाम पता होना बहुत मुश्किल है। विद्यार्थी को उन किताबों के बारे में बताएँ जो पक्षियों की पहचान करने में मदद कर सकती हैं, और सुझाव दें कि वे और आप, दोनों मिलकर पक्षी का नाम पता कर सकते हैं। यदि ज़रूरत हो तो आप किसी स्थानीय पक्षी विशेषज्ञ से सम्पर्क कर सकते हैं।

(2) क्या विद्यार्थियों को अधिक सावधानीपूर्वक अवलोकन करना 'सिखाने' का कोई तरीक़ा है? अवलोकन करने का कौशल अभ्यास करने से धीरे-धीरे विकसित होता है। अवलोकन-आधारित और पक्षियों की विशेषताओं का वर्णन करने वाली सरल और रुचि बनाए रखने वाली गतिविधियों की मदद से आप विद्यार्थियों को उनके प्रथम पक्षी-अवलोकन अनुभव के लिए तैयार कर उनका उत्साहवर्धन कर सकते हैं (देखें **शिक्षक मार्गदर्शिका**)। आप परीक्षण के तौर पर एक पक्षी-अवलोकन की अभ्यास क्रिया भी कर सकते हैं, जिसमें विद्यार्थी कक्षा की खिड़की से या स्कूल परिसर में कम-से-कम पाँच मिनट तक शान्ति से किसी पक्षी का अवलोकन करें। उनसे कहें कि वे अपने अवलोकन को जितना हो सके, उतने विस्तार से लिखें। निजी चिन्तन के बाद समूह चर्चा (देखें **गतिविधि शीट**) से विद्यार्थियों को अपने अवलोकनों को बेहतर और सटीक बनाने में मदद मिलती है। यह परीक्षण अभ्यास विद्यार्थियों को स्वतंत्र रूप से विस्तृत अवलोकन करना सीखने में मदद करता है।

(3) यदि विद्यार्थी कहें कि वे पक्षी के विवरणों का अवलोकन नहीं कर पा रहे हैं क्योंकि पक्षी बहुत दूर है, तब क्या करें? विद्यार्थियों को समझाएँ कि दूरबीन और टेलीस्कोप के आने से पहले लोग यह सीखकर, कि कहाँ और कैसे पक्षी को देखना है, केवल अपनी आँखों से ही सावधानीपूर्वक अवलोकन करते थे (देखें **स्टूडेंट हैंडआउट**)। यह अभ्यास आँखों को अवलोकन का प्रभावी उपकरण बनाने के लिए प्रशिक्षित करता है। विद्यार्थियों को उन आम पक्षियों के अवलोकन से शुरुआत करने के लिए प्रोत्साहित करें, जिन्हें देखना आसान हो। यदि कोई विद्यार्थी कहीं दूर स्थित या दुर्लभ पक्षी का अवलोकन करना चुनता है, तो जितना उससे हो सके उतना विवरण दर्ज करने के लिए उसे प्रोत्साहित करें। यह हो सकता है कि उसे पक्षी का अवलोकन लम्बे समय तक करना पड़े, लेकिन थोड़े अवलोकन भी मूल्यवान होते हैं।

(4) यदि विद्यार्थी पक्षी के ऐसे व्यवहार के बारे में पूछते हैं जिसे मैं समझा न सकूँ, तब क्या करें? आप इसे सीखने के अवसर में बदल सकते हैं। आप विद्यार्थियों को यह देखने के लिए प्रोत्साहित करें कि क्या उनके अवलोकन इन सवालों के जवाब देने में मदद कर सकते हैं। उन्हें सुझाव दें कि वे शुरू में इंटरनेट का उपयोग करने से बचें, क्योंकि पहले से पढ़े गए तथ्य या जानकारी उनके अवलोकन और विवरण को प्रभावित कर सकते हैं। यदि उनके सवालों के जवाब अवलोकन से भी नहीं मिलते हैं (उदाहरण के लिए, 'क्यों' वाले सवालों के जवाब पाने के लिए अकसर अवलोकन से आगे जाना पड़ता है), और विद्यार्थी उत्सुक हैं तो उन्हें पुस्तकों और अन्य विश्वसनीय स्रोतों, जिनमें इंटरनेट भी शामिल है, की ओर बढ़ने का मार्गदर्शन करें। स्रोतों को परखने व उनका सत्यापन करने के महत्त्व पर ज़ोर दें। आप विद्यार्थियों के साथ मिलकर शोध भी कर सकते हैं और एक अनौपचारिक मंच 'विशेषज्ञ से पूछें' स्थापित करने पर विचार कर सकते हैं, जहाँ विद्यार्थियों के सवाल उन विशेषज्ञों या पेशेवरों से पूछे जाएँगे जो इन सवालों के जवाब देने के इच्छुक हों।

(5) यदि विद्यार्थी, जिस पक्षी का वे अवलोकन कर रहे हैं, उसकी फ़ोटो लेना चाहें, तब क्या करें? यह तो उचित है। लेकिन यह स्पष्ट कर दें कि फ़ोटोग्राफ़ हाथ से चित्र बनाने (ड्राइंग) की जगह न ले। ड्राइंग करने से विद्यार्थियों में बारीक़ी से अवलोकन करने का कौशल विकसित होता है। इसके अलावा, सभी विद्यार्थियों के लिए कैमरे या फ़ोन उपलब्ध नहीं हो सकते हैं, इसलिए फ़ोटोग्राफ़ लेना अनिवार्य नहीं होना चाहिए। ऐसे विद्यार्थियों को सबके सामने प्रोत्साहित करें जो अपने काम के लिए सरल उपकरणों/साधनों का उपयोग करते हैं, और इस विचार को मज़बूती से सामने रखें कि सार्थक वैज्ञानिक अध्ययन के लिए महँगे उपकरणों की ज़रूरत नहीं होती है।

(6) यदि विद्यार्थियों को लगे कि उनकी ड्राइंग 'सुन्दर' नहीं है, तब क्या करें? विद्यार्थियों को भरोसा दिलाएँ कि इस ड्राइंग का उद्देश्य सुन्दर चित्र बनाना नहीं, बल्कि महत्त्वपूर्ण विवरणों को स्पष्टता से दिखाना है। कोई भी ड्राइंग, जो इसके उद्देश्य की पूर्ति करती हो, मूल्यवान है। उन्हें बताएँ कि कई प्रकृतिविद् (Naturalists) अकसर फ़ौरी (quick), कच्ची-पक्की (rough) ड्राइंग बनाते हैं – कभी-कभी केवल सरल स्टिक फ़िगर (चन्द डण्डे / रेखा से बना चित्र) – क्योंकि उनका ध्यान मुख्य विशेषताओं को देखकर दर्ज करने पर होता है। इस बात पर ज़ोर दें कि अधिक आकर्षक ड्राइंग ज़रूरी नहीं कि अधिक उपयोगी हो, न ही इससे उन्हें अधिक अंक मिलेंगे।

(7) क्या विद्यार्थियों के अवलोकन कौशल में सुधार का आकलन करने का कोई अनौपचारिक तरीक़ा है? एक सरल तरीक़ा यह है कि तीन से चार सप्ताह बाद (इस बॉक्स के सवाल 2 में जो विवरण है) पक्षी-अवलोकन कार्य दोहराया जाए। विद्यार्थियों से कहें कि वे कक्षा की खिड़की से उसी तरह के पक्षी को पाँच मिनट तक देखें और अपने अवलोकन दर्ज करें। फिर इन नए रिकॉर्डों की तुलना उनके पहले के रिकॉर्डों से करें, ताकि यह देखा जा सके कि उनके विवरण अधिक समृद्ध और विस्तृत हुए हैं या नहीं।

(8) क्या आप पक्षी-अवलोकन की कुछ और गतिविधियाँ सुझा सकते हैं? आप सामान्य पक्षियों जैसे – पहाड़ी बुलबुल (Red-whiskered Bulbul), कालासिर बुलबुल (Red-vented Bulbul), दर्ज़ी चिड़िया (Common Tailorbird) और दहियर (Oriental Magpie Robin) – की तस्वीरों को एक साथ एक जगह एकत्रित कर सकते हैं, और विद्यार्थियों से उनके शरीर के अंगों का वर्णन करने के लिए कह सकते हैं। एक अन्य गतिविधि में समान दिखने वाली कोतवाल (Black Drongo) और राखिया ड्रोंगो (Ashy Drongo) जैसी प्रजातियों के बीच अन्तर पहचानने को कहा जा सकता है। आप कक्षा में आम पक्षियों के छोटे वीडियो भी दिखा सकते हैं, और विद्यार्थियों से अपने अवलोकन रिकॉर्ड करने के लिए कह सकते हैं। ये गतिविधियाँ अवलोकन और वर्णन कौशल को और मज़बूत करती हैं।[7, 8]

हड्डियों और केराटिन के उपयोग से आती है। (केरोटिन वही पदार्थ है जो हमारे नाख़ूनों में होता है।) शिक्षक इस बात को भी रेखांकित कर सकते हैं कि पक्षियों की चोंच टटोलने, मसलने, कीट पकड़ने, लकड़ी में छेद करने आदि जैसे और इसके अलावा कई और कामों में मदद करती है। उदाहरण के लिए, कक्षा-3 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025-2026) के अध्याय-9 ('स्वस्थ रहो, प्रसन्न रहो') में विद्यार्थी पढ़ते हैं कि *"आपने पक्षियों को भी देखा होगा कि वे अपनी चोंच से अपने पंखों को साफ़ करते हैं।"* [9] इसी तरह, कक्षा-5 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025) के अध्याय-8 ('कपड़े–चीज़ें कैसे बनती हैं') में विद्यार्थी दर्ज़ी चिड़िया (tailorbird) के बारे में सीखते हैं : *"पौधे के रेशों या मकड़ी के रेशम (जाले) का उपयोग करके अपनी चोंच से यह एक बड़े पत्ते के किनारों को आपस में सिलती है। यह पत्ते के किनारे पर छेद करती है और धागे को अपनी चोंच से ऐसे खींचती है, जैसे कोई दर्ज़ी कपड़ा सिलता है। इस तरह यह अण्डे देने और चूज़ों को पालने के लिए एक नरम और सुरक्षित घोंसला बनाती है।"*[10]

चित्र-1 : एक चितकबरा किंगफ़िशर अपनी चोंच के बल पर गोता लगाने के पहले। इस व्यवहार के अवलोकन ने शिनकानसेन बुलेट ट्रेन के आगे के हिस्से (nose) के डिज़ाइन में बदलाव करने के लिए प्रेरित किया।

Credits: Mehmet Karatay, Wikimedia Commons. License: CC BY-SA 3.0 Unported Deed. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pied_kingfisher_started_diving.jpg.

ऐसे अवलोकन योग्य उदाहरणों का उपयोग करने से शिक्षकों को उन कई उत्तरजीविता तंत्रों (survival mechanisms) को समझाने में मदद मिलती है, जिन्हें पक्षियों ने लाखों वर्षों में विकसित किया है। शिक्षक यह भी दिखा सकते हैं कि कैसे इन अनुकूलनों ने मनुष्य के कई नवाचारों और आविष्कारों के लिए प्रेरणा दी है और लगातार देते रह सकते हैं। उदाहरण के लिए, शिनकानसेन बुलेट ट्रेन को डिज़ाइन करने वाले जापानी इंजीनियरों को शुरू में ट्रेन के सुरंग से निकलते समय उत्पन्न होने वाले ध्वनि-विस्फोट (sonic boom) के बारे में शिकायतें मिलीं। एक पक्षी प्रेमी और उन इंजीनियरों में से एक, एइजी नाकात्सु ने देखा कि कैसे एक किंगफ़िशर कितनी शान्ति से चोंच के बल पानी में गोता लगाता है (**चित्र-1** देखें)। इससे प्रेरित होकर, उन्होंने ट्रेन के अगले हिस्से को पक्षी की शंकु

चित्र-2 : 1928 में ली गई एक तस्वीर जिसमें खनन फ़ोरमैन आर थॉर्नबर्ग एक छोटे पिंजरे को हाथ में पकड़े हुए है, जिसमें एक कैनरी पक्षी है। खनिक इस पक्षी का उपयोग भूमिगत खदानों में कार्बन मोनोऑक्साइड जैसी ज़हरीली गैसों का पता लगाने के लिए एक पूर्व-चेतावनी प्रणाली के रूप में करते थे, ताकि वे समय रहते खदान से बाहर आ सकें।

Credits: George McCaa, U.S. Bureau of Mines, Wikimedia Commons. License: CC BY. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canary_coal_mine.jpg.

के आकार की चोंच की तरह फिर से डिज़ाइन किया, जिसके परिणामस्वरूप एक शान्त, तेज़ और अधिक ऊर्जा कुशल ट्रेन बनी।[11, 12]

पक्षियों की पारिस्थितिक भूमिका को पहचानना

विद्यार्थी अकसर सुनते हैं कि पक्षी हानिकारक जीव होते हैं या वे फ़सलों को खा जाते हैं। कक्षा-3 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक के अध्याय-6 ('निर्भरता एक-दूसरे पर') में दिए चर्चा बिन्दुओं का इस्तेमाल कर ऐसी मान्यताओं की पड़ताल की जा सकती है, जैसे कि : *"क्या विद्यार्थियों ने अपने घर में या उसके आस-पास कोई पक्षी देखा है? क्या कोई बिन बुलाए पक्षी आपके घर आए हैं? वे क्यों आते हैं? उनकी उपस्थिति से आप कैसा महसूस करते हैं? आपको कौन-सा पक्षी पसन्द है, और जब आपको वह पसन्द नहीं आता तो आप क्या करते हैं?"* [13]

पक्षी-अवलोकन पक्षियों को कई प्राकृतिक वासों के मूल्यवान सदस्य के रूप में देखने में मदद करता है। कई पक्षी फल खाकर और उनके बीज फैलाकर वन पारिस्थितिकी तंत्र को बनाए रखते हैं।[14] सनबर्ड, लीफ़बर्ड और व्हाइट-आई जैसे कुछ पक्षी परागण में सहायता करते हैं और फ़सलों के प्रसार के माध्यम से किसानों की मदद करते हैं।[15, 16] अन्य पक्षी कीटों को खाकर फ़सलों की रक्षा करते हैं और जैविक कीटनाशकों के समान कार्य करते हैं। उदाहरण के लिए, कक्षा-5 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025) के अध्याय-10 में विद्यार्थी पढ़ते हैं कि कैसे गुलाबी मैना पक्षी प्रत्येक शीत ऋतु में *" रूस के दक्षिणी भाग, मंगोलिया और आस-पास के देशों से यात्रा करते हुए हज़ारों किलोमीटर दूर भारत में आते हैं। ये पक्षी यहाँ आकर गर्म मौसम का आनन्द लेते हैं और टिड्डे-टिड्डियों तथा कीड़ों-मकोड़ों को खाकर किसानों की सहायता करते हैं क्योंकि ये कीट फ़सलों को क्षति पहुँचाते हैं।"* [3]

कक्षा-8 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025) के अध्याय-12 ('प्रकृति कैसे सामंजस्य में काम करती है') में विद्यार्थियों को जानने को मिलता है कि प्रदूषण, वनों की कटाई, पर्यावास का नुक़सान, जलवायु परिवर्तन, घुसपैठिया प्रजातियाँ और अति-दोहन जैसी कई मानवीय गतिविधियों के प्रभाव पारिस्थितिकी तंत्र के लिए ख़तरे उत्पन्न करते हैं। उदाहरण के लिए, कीटनाशकों का अत्यधिक उपयोग खेतों में रहने वाले पक्षियों के भोजन को ज़हरीला बना देता है, जिससे वे अपने प्राकृतिक वासों से विलुप्त होने लगते हैं। विद्यार्थियों को *"खेतों के पक्षियों की किस तरह रक्षा की जा सकती है और इससे मानव को क्या लाभ होगा?"* जैसे सवालों पर चर्चा करने के लिए प्रेरित किया जा सकता है।

पर्यावरण परिवर्तन के संकेतकों के रूप में पक्षियों को देखना

पक्षी कब और कहाँ दिखाई देते हैं, यह अवलोकन करना विद्यार्थियों में उनके अपने स्थानीय पर्यावरण और इसे ख़तरा पहुँचाने वाले कारकों के प्रति और अधिक जिज्ञासु बना सकता है। कक्षा-8 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2025) के अध्याय-13 ('हमारा आवास : पृथ्वी, एक अद्वितीय जीवनदायी ग्रह') में विद्यार्थी पढ़ते हैं कि *"...पृथ्वी पर जीवन सजीव और निर्जीव वस्तुओं के परस्पर सन्तुलन पर निर्भर करता है... वैश्विक तापमान, ऑक्सीजन का स्तर अथवा ओज़ोन परत में अंशमात्र परिवर्तन भी जीवन के लिए गम्भीर संकट बन सकता है।"* [18] किन्तु मानव गतिविधियाँ *"इस सन्तुलन को बिगाड़ रही हैं"* और जैव विविधता पर गम्भीर प्रभाव डाल रही हैं।[18]

इन मानव गतिविधियों के प्रभावों को संकेतक प्रजातियों के

ज़रिए भी समझा जा सकता है। यह संकेतक प्रजातियाँ ऐसे विशेष पौधे या जीव-जन्तु होते हैं जिनकी मौजूदगी, ग़ैर–मौजूदगी, तादाद, सेहत स्थानीय पर्यावरणीय परिस्थितियों के बारे में महत्त्वपूर्ण जानकारी प्रदान करती है। यह प्रजातियाँ प्रायः सामान्य, आसानी से पहचानी जाने वाली होती हैं और विशेष पर्यावरणीय परिवर्तनों के प्रति अकसर इस तरह की तीव्र प्रतिक्रिया देती हैं जो बिना विशेष प्रशिक्षण या उपकरण के भी पहचानी जा सकती हैं।[19] पक्षियों में इसके कई उदाहरण मिलते हैं :

- **हानिकारक पदार्थों के प्रति त्वरित संवेदनशीलता :**

  कक्षा-6 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, पुनर्मुद्रण 2025-2026) के अध्याय-11 ('प्रकृति की अमूल्य सम्पदा') में विद्यार्थी पढ़ते हैं कि कोयला *"भारत के कई हिस्सों में पाया जाता है"* और इसका खनन *"बिजली उत्पादन के लिए किया जाता है।"*[20] कोयला खनन में मीथेन, कार्बन मोनोऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड और नाइट्रोजन जैसी ज़हरीली गैसें निकलती हैं। इन गैसों के सम्पर्क में आने से मनुष्यों में साँस सम्बन्धी गम्भीर बीमारियाँ (जैसे अस्थमा और ब्रोंकाइटिस) हो सकती हैं और ये जानलेवा भी हो सकती हैं।[21] 1960 के दशक तक, दुनिया के कई हिस्सों में खदानों में काम करने वाले मज़दूर कैनरी पक्षियों को पिंजरे में बन्दकर अपने साथ भूमिगत खदानों में ले जाते थे (देखें **चित्र-2**)। ये छोटे, पीले पक्षी ज़हरीली गैसों के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होते हैं। यदि पक्षी परेशानी के कोई भी लक्षण दिखाता था जैसे गीत गाना बन्द कर देना या बैठने की जगह से गिर जाना तो खदान के मज़दूर ज़हरीली गैस होने के बारे में सतर्क हो जाते थे, भले ही गैस दिखाई न दे रही हो या उसकी गन्ध न आ रही हो। ऐसे में खदान को ख़ाली करा लिया जाता था, यह एक ऐसी प्रथा थी जिसने अनगिनत जानें बचाईं।[22]

- **रासायनिक प्रदूषकों का संकेत देने वाली गिरावट :**

  1990 के दशक से भारत में गिद्धों की आबादी में आई भारी गिरावट से खाद्य शृंखला में हानिकारक रासायनिक प्रदूषकों के उपस्थित होने के संकेत मिले हैं।[23, 24] जैसा कि कक्षा-8 की भूगोल की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024-2025) के अध्याय-2 ('भूमि, मृदा, जल, प्राकृतिक वनस्पति और वन्यजीव संसाधन') में विद्यार्थी पढ़ते हैं, वैज्ञानिकों ने पाया है कि : *"भारतीय उप-महाद्वीप में जिन पशुओं का उपचार डिक्लोफिनैक, एस्प्रीन अथवा इबूप्रोफ़ेन जैसे पीड़ानाशी से किया जाता था, उनके अपमार्जन उपरान्त गिद्ध किडनी ख़राब होने से मर रहे थे।"*[25] गिद्ध पारिस्थितिकी तंत्र को स्वच्छ रखने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। उनकी संख्या में गिरावट का सम्बन्ध आवारा कुत्तों (जो गिद्धों की संख्या कम होने के कारण उन शवों को खा जाते हैं जिन्हें गिद्ध खाते थे) की बढ़ती आबादी और भारत भर में रेबीज़ के बढ़ते मामलों से भी जोड़ा गया है।[26, 27]

- **पारिस्थितिक इतिहास को उजागर करने वाली विविधताएँ :**

  पक्षियों के गुणों में होने वाले परिवर्तन उनके प्राकृतिक आवासों के पर्यावरणीय इतिहास का संकेत देते हैं। कक्षा-6 की विज्ञान की पाठ्यपुस्तक (एनसीईआरटी, 2024) के अध्याय-2 में रेखांकित किया गया है कि पौधों और जीव-जन्तुओं की उत्तरजीविता के गुणों/विशिष्टताओं को प्राकृतिक पर्यावास कैसे आकार देते हैं।[4] डार्विन की फिंच (Darwin's finches – छोटी चिड़िया) इसका एक उल्लेखनीय उदाहरण है। जब चरम पर्यावरणीय परिवर्तनों के कारण भोजन की उपलब्धता कम हो गई, तब इन छोटे, गौरैया जैसे पक्षियों में लगभग 18 अलग-अलग आकारों और प्रकारों की चोंच का विकास हो गया। इससे वे अलग-अलग द्वीपों पर सख़्त बीज, कीट, कैक्टस और कलियों जैसे विभिन्न खाद्यों स्रोतों का इस्तेमाल कर पाने में सक्षम हो पाईं।[28] इस विविधता का अध्ययन करने से गैलापागोस द्वीप में हुए पर्यावरणीय परिवर्तनों के बारे में महत्त्वपूर्ण अन्तर्दृष्टि मिलती है।

प्राकृतिक जगत से जुड़ाव

पक्षी-अवलोकन हमारे प्राकृतिक जगत से कमज़ोर होते जुड़ाव को पुनः स्थापित करने में भी सहायक हो सकता है। कई दार्शनिकों और वैज्ञानिकों ने सुझाव दिया है कि मनुष्य जिस प्रकार से प्राकृतिक जगत से सम्बन्ध रखते हैं, उसमें एक सौन्दर्यपरक आयाम मौजूद है। हम अकसर इसकी भौतिक सुन्दरता से आश्चर्यचकित रह जाते हैं, और इसके बीच होने पर तृप्ति और सन्तुष्टि का अनुभव करते हैं। अध्ययनों से पता चलता है कि ऐसे अनुभव विद्यार्थियों के स्वास्थ्य और कल्याण के लिए लाभकारी हो सकते हैं।[29]

चलते-चलते

पक्षी-अवलोकन अलग-अलग सामाजिक-सांस्कृतिक और प्राकृतिक परिवेशों के विद्यार्थियों के लिए एक सुलभ और सस्ती गतिविधि हो सकती है। यह उन्हें पक्षियों (उनकी उपस्थिति, व्यवहार और उनमें दिखने वाली किसी भी प्रकार की विविधता) और उनके आस-पास के वातावरण (अजैविक, जैविक, प्राकृतिक या कृत्रिम) के बीच सम्बन्ध समझने में मदद कर सकती है। यह विद्यार्थियों को अवलोकन, बारीक़ियों पर ध्यान देने और दस्तावेज़ीकरण जैसे कौशल विकसित करने में भी मदद कर सकती है, और ये सभी वैज्ञानिक प्रक्रिया के अनिवार्य अंग हैं।[6]

मुख्य बिन्दु

- प्रिपरेटरी स्टेज की पर्यावरण अध्ययन और मिडिल स्टेज की विज्ञान की पाठ्यपुस्तकों में ऐसी कई सरल गतिविधियाँ दी गई हैं जो विद्यार्थियों को अपने आस-पास के पक्षियों का अवलोकन करने के लिए प्रोत्साहित करती हैं।
- पक्षी-अवलोकन विद्यार्थियों को वैज्ञानिक प्रक्रिया का व्यावहारिक अनुभव प्रदान करता है। इससे उनमें विस्तृत अवलोकन करने, आँकड़ों को सावधानीपूर्वक दर्ज करने, वैज्ञानिक विवरण लिखने और उचित निष्कर्ष निकालने जैसे महत्त्वपूर्ण कौशल विकसित होते हैं।
- विभिन्न पक्षियों का लम्बे समय तक अवलोकन उनकी विविधता और पारिस्थितिकी तंत्र में भूमिकाओं के प्रति सराहना को बढ़ावा देता है, साथ ही विद्यार्थियों के प्राकृतिक दुनिया से जुड़ाव को बढ़ाने में भी मदद मिलती है।

आभार :

यह लेख और इससे सम्बन्धित कक्षा संसाधन सबसे पहले विज्ञान प्रतिभा प्रोजेक्ट के **'रीडिस्कवर, डिस्क्राइब, एंड ड्रॉ बर्ड्स'** लर्निंग यूनिट के तहत विकसित किए गए थे। विज्ञान प्रतिभा प्रोजेक्ट होमी भाभा सेंटर फ़ॉर साइंस एजुकेशन (HBCSE), TIFR, मुम्बई का प्रोजेक्ट है। URL: https://vigyanpratibha.in/index.php/rediscover-describe-and-draw-birds-2/ (a) Muralidhar A & Krishnan, A (2018). 'Why study birds?' Teacher Plus, 16(7): 48–50. URL: https://teacherplus.org/2018/2018/august-2018/why-study-birds/. (b) Muralidhar, A (2018). 'Discover, Describe and Draw Birds.' Teacher Plus, 16(9): 32–35. URL: https://teacherplus.org/2018/2018/october-2018/discover-describeand-draw-birds/. (c) Muralidhar, A (2019). 'Discover, Describe and Draw birds: Handouts and Resource List for the Activity on Observing Birds.' Teacher Plus, 17(1): 52–56. URL: https://teacherplus.org/2019/ecowatch/discover-describe-and-draw-birds-2/. (d) Muralidhar, A (2019). 'A fancy for flight'. Teacher Plus, 17(2): 52–56. URL: https://teacherplus.org/2019/ecowatch/a-fancy-for-flight/. They have also been printed as: Muralidhar, A, & Krishnan, A (2021). 'Rediscover, describe, and draw birds'. In Choksi, B, Date, G, Gupta, A, Mani, R & Subramaniam, K (Eds.), Exploring Science and Mathematics with Vigyan Pratibha Learning Units, Class 8: Teacher Version: 105-136. Mumbai: HBCSE.

लेख का यहाँ प्रकाशित संस्करण चित्रा रवि द्वारा पुनर्गठित और संशोधित किया गया है ताकि मूल लेख के विचारों को प्रिपरेटरी स्टेज के पर्यावरण अध्ययन और मिडिल स्टेज के विज्ञान पाठ्यक्रमों से जोड़ा जा सके। यहाँ प्रकाशित कक्षा संसाधनों की संरचना और शब्दों में मामूली बदलाव किए गए हैं। आई वंडर… टीम लेखकों का धन्यवाद देती है कि उन्होंने इन संस्करणों को प्रकाशित करने की अनुमति दी।

टिप्पणियाँ :

(क) Credits for the image (School kids birdwatching at Annamalai Hills, Tamil Nadu) used in the background of the article title are: PJeganathan, Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Birdwatching_in_India_JEG0901.jpg. License: CC BY-SA 4.0 International Deed.

(ख) इस लेख में तीन अलग किए जा सकने वाले कक्षा संसाधन शामिल हैं : **गतिविधि शीट** : **अपने आस-पड़ोस के किसी पक्षी का अवलोकन करना; स्टूडेंट हैंडआउट** : **पक्षी-अवलोकन के लिए मार्गदर्शिका; शिक्षक मार्गदर्शिका : अपने आस-पड़ोस के किसी पक्षी का अवलोकन करना।**

(ग) लेख के हिन्दी अनुवाद की समीक्षा के लिए हम हृदय कान्त दीवान के आभारी हैं।

References:

1. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2025-2026)। 'अध्याय-5 : पेड़-पौधे और पशु-पक्षी हैं साथ'। हमारा अद्भुत संसार, कक्षा-3 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (हमारे आस-पास की दुनिया) : 62-71. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?chev1=5-12.

2. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2025)। 'अध्याय-3 : प्रकृति की पाठशाला'। हमारा अद्भुत संसार, कक्षा-4 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (हमारे आस-पास की दुनिया) : 35-56. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?dhev1=3-10.

3. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2025)। 'अध्याय-10 : पृथ्वी हमारा साझा घर'। हमारा अद्भुत संसार, कक्षा-5 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (हमारे आस-पास की दुनिया) : 161-182. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?ehev1=10-10.

4. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (पुनर्मुद्रण 2025-2026)। 'अध्याय-2 : सजीव जगत में विविधता'। जिज्ञासा, कक्षा-6 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक : 9-34. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?fhcu1=2-12.

5. National Steering Committee for National Curriculum Frameworks (2023). 'National Curriculum Framework for School Education 2023'. National Council of Educational Research and Training. URL: https://ncert.nic.in/pdf/NCFSE-2023-August_2023.pdf.

6. Dvornich, K, Petersen, D, & Clarkson, K (2011). 'Fostering outdoor observation skills: Preparing children for outdoor science and recreation'. Washington, DC: Association of Fish and Wildlife Agencies' North American Conservation Education Strategy.

7. Muralidhar, A & Krishnan, A (2023). 'Rediscover, describe, and draw birds'. Vigyan Pratibha Learning Unit. URL: https://vigyanpratibha.in/index. php/rediscover-describe-and-draw-birds-2/. Accessed on: Dec 1, 2025.

8. Muralidhar, A (2019). 'A fancy for flight'. Teacher Plus, 17(2): 52–56. URL: https://dnte.hbcse.tifr.res.in/wp-content/uploads/2020/01/2019-Am-P4-Scaling- and-FAQs-TeacherPlus.pdf. Accessed on: Dec 1, 2025 .

9. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2025-2026)। 'अध्याय-9 : स्वस्थ रहो, प्रसन्न रहो'। हमारा अद्भुत संसार, कक्षा-3 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (हमारे आस-पास की दुनिया) : 109-120. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?chev1=9-12.

10. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2025)। 'अध्याय-8 : कपड़े – चीज़ें कैसे बनती हैं'। हमारा अद्भुत संसार, कक्षा-5 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (हमारे आस-पास की दुनिया) : 131-144. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?ehev1=8-10.

11. Birds Connect Seattle (2023). 'It's a Bird. It's a Plane.: Aviation Designs Inspired by Birds | EarthCare Northwest'. URL: https://birdsconnectsea.org/2023/09/21/its-a-bird-its-a-plane-aviation-designs-inspired-by-birds-earthcare-northwest/. Accessed on: Dec 12, 2025.

12. Baker, J (2025). 'From bullet trains to green buildings: Innovators take cue from nature through biomimicry'. The Ray C. Anderson Foundation. URL: https://www.raycandersonfoundation.org/articles/from-bullet-trains-to-green-buildings-innovators-take-cue-from-nature-throughbiomimicry. Accessed on: Dec 12, 2025.

13. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2025)। 'अध्याय-6 : निर्भरता एक-दूसरे पर'। हमारा अद्भुत संसार, कक्षा-3 की पर्यावरण अध्ययन की पाठ्यपुस्तक (हमारे आस-पास की दुनिया) : 72-83. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?chev1=6-12

14. McCoy, MK (2024). 'New study links birds' diets to forest health'. Conservation International. URL: https://www.conservation.org/news/newstudy-links-birds-diets-to-forest-health Accessed on: Dec 12, 2025

15. Subramanya, S, & Radhamani, TR (1993). 'Pollination by birds and bats'. Current Science, 65(3): 201-209. URL: https://www.currentscience.ac.in/Volumes/65/03/0201.pdf.

16. Cirino, E (2016). 'What Do the Birds and the Bees Have to Do With Global Food Supply?' Audubon. URL: https://www.audubon.org/news/what-do-birds-and-bees-have-do-global-food-supply. Accessed on: Dec 12, 2025.

17. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2025)। 'अध्याय-12 : प्रकृति कैसे सामंजस्य में काम करती है'। जिज्ञासा, कक्षा-8 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक : 190-209. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?hhcu1=12-13.

18. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2025)। 'अध्याय-13 : हमारा आवास : पृथ्वी, एक अद्वितीय जीवनदायी ग्रह'। जिज्ञासा, कक्षा-8 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक : 210-227. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?hhcu1=13-13.

19. Sherwood, MA (2024). 'Indicator species'. EBSCO Knowledge Advantage. URL: https://www.ebsco.com/research-starters/science/indicatorspecies. Accessed on: Dec 12, 2025.

20. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (पुनर्मुद्रण 2025-2026)। 'अध्याय-11 : प्रकृति की अमूल्य सम्पदा'। जिज्ञासा, कक्षा-6 की विज्ञान पाठ्यपुस्तक : 207-230. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?fecu1=11-12.

21. Chart Industries (2023). 'The Most Dangerous Gases in Mining'. URL: https://www.chartindustries.com/Articles/The-Most-Dangerous-Gases-In-Mining. Accessed on: Dec 1, 2025.

22. Bonney, A (2020). 'Canaries in the Coal Mine'. The Gale Review. URL: https://review.gale.com/2020/09/08/canaries-in-the-coal-mine/. Accessed on: Dec 1, 2025.

23. Srivastava, A (2025). 'The Status of Vultures in India: A Story of Decline and Recovery'. EcoNE. URL: https://www.econe.in/post/vultureconservation. Accessed on: Dec 1, 2025.

24. Gopalan, R (2025). 'The Disappearing Vultures'. i wonder..., 13: 21-25. ISSN 2582-1636. URL: https://publications.azimpremjiuniversity.edu.in/6316/. Accessed on: Dec 1, 2025.

25. राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद (2024-2025)। 'अध्याय-2 : भूमि, मृदा, जल, प्राकृतिक वनस्पति और वन्यजीव संसाधन'। संसाधन और विकास, कक्षा-8 की भूगोल पाठ्यपुस्तक : 7-21. URL: https://ncert.nic.in/textbook.php?hhss4=2-5.

26. Vulture Conservation Foundation (2024). 'Vulture decline in India linked to death of 500,000 people, study suggests'. URL: https://4vultures.org/blog/vulture-decline-in-india-linked-to-death-of-500000-people-study-suggests/. Accessed on: Dec 1, 2025.

27. Markandya, A, Taylor, T, Longo, A, Murty, MN, Murty, S, & Dhavala, K (2008). 'Counting the cost of vulture decline–an appraisal of the human health and other benefits of vultures in India'. Ecol. Econ., 67: 194-204. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092180090800178X. Accessed on: Dec 1, 2025.

28. Cowie, G (2024). 'Icons of Evolution: Why are there so many Darwin's finches?' The Linnean Society. URL: https://www.linnean.org/news/2024/10/23/icons-of-evolution-why-are-there-so-many-darwins-finches. Accessed on: Dec 1, 2025.

29. Children & Nature Network and IUCN-CEC (2012). 'Children & Nature Worldwide: An exploration of children's experiences of the outdoors and nature with associated risks and benefits'. URL: https://static.spacecrafted.com/a60a6756a1124f3b8aa05f622e7ba46e/r/ad128d0cb61e49de836c0ab46715578d/1/d19248adc8ab4bf182a7e448fb72001b.pdf. Accessed on: Dec 12, 2025.

अदिति मुरलीधर होमी भाभा सेंटर फ़ॉर साइंस एजुकेशन (HBCSE), TIFR, मुम्बई में एक साइंटिफ़िक ऑफ़िसर हैं। वह नेचर ब्लॉग संचालित करती हैं जिसका नाम 'अर्थली नोट्स' (www.earthlynotes.com) है। उनसे adithi@hbcse.tifr.res.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

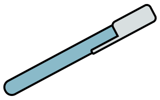
आनन्द कृष्णन एवोल्यूशनरी एंड ऑर्गेनिज़्मल बायोलॉजी यूनिट, जवाहरलाल नेहरू सेंटर फ़ॉर एडवांस्ड साइंटिफ़िक रिसर्च (JNCASR), बेंगलूरु में असिस्टेंट प्रोफ़ेसर हैं। यहाँ वे पक्षियों में ध्वनिक संचार और फ़ंक्शनल एनाटॉमी का अध्ययन करते हैं। उनसे anandk@jncasr.ac.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : प्रियेश गुप्ता **पुनरीक्षण :** प्रतिका गुप्ता **कॉपी एडिटर :** अतुल अग्रवाल

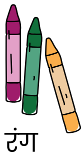
गतिविधि शीट : अपने आस-पड़ोस के किसी पक्षी का अवलोकन करना

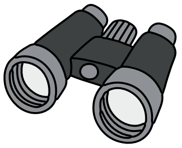
आपको चाहिए :

नोटबुक


पेन

पेंसिल


रंग


दूरबीन (आपके पास दो दूरबीन होंगी तो बेहतर होगा)

एक कैमरा और एक फ़ील्ड गाइड (पक्षियों की पहचान के लिए चित्रमय मैनुअल) हो तो अच्छा है।

चरण-1 : अपने अवलोकनों को दर्ज करें

समय : हर सुबह, दोपहर और शाम को 10-10 मिनट
कब तक : कम-से-कम चार सप्ताह तक।
प्रकार : व्यक्तिगत गतिविधि

1. **स्टूडेंट हैंडआउट** में दिए गए **ध्यान में रखने वाले नैतिक-नियम** भाग को सावधानीपूर्वक पढ़ें। क्या आप किन्हीं अन्य सावधानियों के बारे में सोच सकते हैं जो आपके सहपाठी और आप पक्षियों का अवलोकन करते समय बरत सकते हैं? इन सावधानियों को नोट कर लें और बाद में कक्षा में इन पर चर्चा करें।
2. अपने स्कूल में या अपने घर के पास ऐसे किसी सुरक्षित स्थान का चयन करें जहाँ आप अकसर पक्षियों को देखते हों। यह स्थान अगले कुछ हफ़्तों तक आपका 'अवलोकन स्थान' होगा।
3. अपने अवलोकन स्थान पर दिन में तीन बार (सुबह, दोपहर और शाम) कम-से-कम 10 मिनट बिताने का प्रयास करें। इस समय का उपयोग उस पक्षी को देखने के लिए करें जिसे आपने अपने अध्ययन के लिए चुना है। हो सकता है कि वह पक्षी जिसका अवलोकन आप कुछ मिनटों से कर रहे हों (जैसे कि कौआ) उड़ जाए। ऐसी स्थिति में तब तक किए गए अपने अवलोकनों को रिकॉर्ड करें और किसी अन्य कौए को देखना जारी रखें। यदि आप चाहें तो पक्षियों को देखने के लिए 10 मिनट से अधिक समय भी लगा सकते हैं।
4. प्रत्येक अवलोकन सत्र शुरू करने से पहले, अपनी नोटबुक में निम्नलिखित विवरण लिखें : दिन, तारीख़, समय, मौसम और स्थान। साथ ही, यह भी नोट करें कि आपने अवलोकन में कितना समय लगाया।
5. पक्षी का धैर्यपूर्वक और चुपचाप अवलोकन करें। आपको पक्षी या उसके व्यवहार के बारे में जो भी रोचक लगता है उसे जितना हो सके उतने विस्तार से लिखें। आप चाहें तो **स्टूडेंट हैंडआउट** के 'वर्णन कैसे करें?' अनुभाग में दिए गए शब्दों का उपयोग कर सकते हैं, या फिर आप जो कुछ भी देखते हैं उसका वर्णन अपने शब्दों में भी कर सकते हैं।
6. आप अपने अवलोकनों को समझाने के लिए ड्राइंग, रेखाचित्र या फ़्लोचार्ट का उपयोग भी कर सकते हैं। ज़रूरी नहीं है कि आपकी ड्राइंग सुन्दर या साफ़-सुथरी हो। आप पक्षी को जैसा देखते हैं ठीक वैसा ही उसे बनाने का प्रयास करें। अपनी ड्राइंग को नामांकित (लेबल) करें। आप चाहें तो उसमें रंग भी भर सकते हैं।

7. यदि आप एक सप्ताह से किसी पक्षी का अवलोकन कर रहे हैं और अभी भी यह तय नहीं कर पा रहे हैं कि आपने जो देखा है उसका वर्णन अपने शब्दों में कैसे करें, तो आप **स्टूडेंट हैंडआउट** में दिए गए **'क्या देखें?'** अनुभाग का उपयोग कर सकते हैं। लेकिन याद रखें, आपके नोट्स चार सप्ताह या उससे अधिक समय के अवलोकन पर आधारित होने चाहिए। इन्हें किसी मित्र, किताबों या इंटरनेट से नहीं लेना चाहिए।

चरण-2 : समूह के अवलोकनों को संकलित करें

समय : 80 से 120 मिनट।
कब : चरण-1 के बाद से 4 सप्ताह तक।
प्रकार : सामूहिक गतिविधि

1. अपने उन सहपाठियों के साथ एक समूह बनाएँ जिन्होंने उसी पक्षी का अवलोकन किया है जिसका आपने किया है। अपने अवलोकनों को एक-दूसरे से साझा करें और उन पर चर्चा करें।
2. नीचे दिए प्रत्येक सवाल के सन्दर्भ में समूह के सभी सदस्यों ने जो अवलोकन किए हैं, उन्हें लिखें :
   क) आपने पक्षी को दिन के किस समय सबसे अधिक बार देखा? दिन के किस समय वह सबसे अधिक सक्रिय दिखाई दिया था?
   ख) आपने उस पक्षी को आमतौर पर कहाँ देखा – भूमि पर, घास में, झाड़ियों पर या पेड़ों पर?
   ग) पक्षी बैठने के लिए किस प्रकार की जगह पसन्द करता था – ऊँची शाखाएँ, नीची शाखाएँ या भूमि?
   घ) क्या पक्षी एक ही जगह पर बहुत देर तक बैठा रहता था या फिर वह अपनी जगह बदलता रहता था?
   ङ) क्या पक्षी का आकार या छाया-आकृति (sailhouette) हमेशा एक जैसी दिखती थी?
   च) आपने पक्षी को क्या खाते देखा?
   छ) क्या पक्षी आमतौर पर अकेला दिखाई दिया या अन्य पक्षियों के साथ? यदि वह अन्य पक्षियों के साथ दिखाई दिया, तो क्या वह अपने जैसे ही पक्षियों के पास रहता था या अन्य तरह के पक्षियों के पास? क्या वह पक्षी अकसर जोड़े में दिखाई दिया? यदि हाँ, तो किस प्रकार का जोड़ा (नर-मादा, नर-नर, मादा-मादा, या किसी अन्य प्रजाति के पक्षी के साथ)?
   ज) क्या पक्षी बहुत मुखर था (बहुत पुकारता था या आवाज़ें निकालता था), या वह ज़्यादातर चुप रहता था?
   झ) पक्षी ने और किन चीज़ों के साथ अन्त:क्रिया की? क्या उसने जीवित प्राणियों (जैसे कि अपनी ही प्रजाति के पक्षी, अन्य पक्षी या जीव-जन्तुओं) या फिर निर्जीव चीज़ों (जैसे कि पानी, मिट्टी या वस्तुओं) के साथ अन्त:क्रिया की?
   ञ) पक्षी किन जीवों (पक्षी/जानवर/सरीसृप) से डरता हुआ दिखाई दिया? वह किन जीवों से नहीं डरता प्रतीत हुआ? क्या मनुष्यों के पास आने पर वह पक्षी उड़ जाता था?
   ट) आपने किन व्यवहारों (उदाहरण के लिए, भोजन खोजना, खाना, सँवारना, आराम करना, उड़ना या पुकारना) को सबसे अधिक बार देखा?
   ठ) क्या आपको पक्षियों के बैठने का कोई बसेरा (roosting place) दिखाई दिया? यदि हाँ, तो वहाँ कितने पक्षी बैठे हुए थे?
   ड) क्या आपको कोई घोंसले बनाने की जगह दिखाई दी? यदि हाँ, तो घोंसलों में कितने पक्षी थे?
3. प्रत्येक सवाल के लिए समूह के सभी सदस्यों के जो अवलोकन हैं, उनमें तुलना करें। यह पहचानने का प्रयास करें कि आपके अवलोकनों में क्या समानताएँ थीं और क्या अन्तर था।
4. उन हिस्सों को पहचानें जिनके बारे में आपके अवलोकनों को और अधिक विस्तृत होने या उनके और सटीक होने की

ज़रूरत है। उदाहरण के लिए, क्या कौआ पूरा-का-पूरा केवल काले रंग का होता है या उसके पंख, सलेटी और काले, दोनों रंग के होते हैं?

5. यदि आपको ऐसा लगता है कि आपके नोट्स बहुत कम हैं तो अपने अवलोकन को अगले 1 से 2 सप्ताह तक और जारी रखें। उसके बाद अपने सहपाठियों के साथ दूसरा चरण दोहराएँ।

चरण-3 : अपने दस्तावेज़ीकरण को परिष्कृत करें

समय : 80 मिनट
कब : चरण-2 के 1 से 2 सप्ताह बाद
प्रकार : सामूहिक गतिविधि

1. अपने दस्तावेज़ीकरण को बेहतर बनाने और व्यवस्थित करने पर काम करें। लिखित नोट्स के साथ-साथ, आप अपने अवलोकनों को प्रस्तुत करने के लिए माइंड मैप, फ़्लोचार्ट, फ़्लैश कार्ड या किसी अन्य प्रकार के दृश्य रूप (visual form) का उपयोग कर सकते हैं। आपको फ़्लैश कार्ड के लिए जो अतिरिक्त विवरण चाहिए होगा, वह यहाँ दिया गया है।

पक्षी की ड्रॉइंग या स्केच	पक्षी का नाम	
	पक्षी का वर्णन लिखें	अवलोकन का मानचित्र/स्थान
रोचक अवलोकन	आवाज़	
	प्राकृतिक पर्यावास	
	आहार	
	अन्य जानकारी	

2. यदि आपको कोई असामान्य या रोचक व्यवहार दिखाई दिया हो, तो उसके बारे में एक संक्षिप्त रिपोर्ट लिखें, जिसमें स्पष्ट और सटीक विवरण शामिल हों।

i wonder...
Rediscovering school science

रचनाकार :

अदिति मुरलीधर होमी भाभा सेंटर फ़ॉर साइंस एजुकेशन (HBCSE), TIFR, मुम्बई में साइंटिफ़िक ऑफ़िसर हैं। वे एक नेचर ब्लॉग चलाती हैं जिसका नाम 'अर्थली नोट्स' (www.earthlynotes.com) है। उनसे adithi@hbcse.tifr.res.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : प्रियेश गुप्ता **पुनरीक्षण :** प्रतिका गुप्ता **कॉपी एडिटर :** अतुल अग्रवाल

स्टूडेंट हैंडआउट : पक्षी-अवलोकन के लिए मार्गदर्शिका

क) ध्यान में रखने वाले नैतिक-नियम

जब हम पक्षियों की तलाश करते हैं या उनका अवलोकन करते हैं, तो यह महत्त्वपूर्ण है कि हम ऐसा व्यवहार करें जिससे पक्षी सुरक्षित रहें और उनके परिवेश की रक्षा हो। पक्षी-अवलोकन से पक्षियों या उनके प्राकृतिक पर्यावासों को कभी भी नुक़सान नहीं पहुँचना चाहिए। यहाँ कुछ बातें हैं जिन्हें ध्यान में रखना चाहिए :

- फीके और प्रकृति से मेल खाते रंग (जैसे हरा, भूरा और स्लेटी) वाले ऐसे कपड़े पहनें, जिससे आप अपने आस-पास के वातावरण में घुल-मिल सकें। तेज़ गन्ध वाले पाउडर, क्रीम, इत्र या लोशन का उपयोग न करें।
- किसी भी निजी भूमि में बिना आज्ञा प्रवेश न करें। हमेशा किसी भी बाग़, खेत या निजी सम्पत्ति में प्रवेश करने से पहले उसके मालिक से अनुमति ले लें।
- पहले से बने हुए निर्धारित रास्तों, पगडण्डियों या फ़ुटपाथ पर ही चलें। खेतों, फ़सलों या नाज़ुक प्राकृतिक आवासों को रौंदें नहीं। साथ ही, लोगों की निजता का ध्यान रखें, और दूरबीन या कैमरे का रुख़ किसी के घर या निजी सम्पत्ति की ओर न करें।
- ऐसा नहीं है कि यहाँ से वहाँ घूमते रहने से ज़्यादा पक्षी दिख जाएँगे। आपको ज़्यादा पक्षी तब ही देखने को मिल सकते हैं जब आप धैर्यपूर्वक शान्ति से किसी एक जगह खड़े होकर या बैठकर इन्तज़ार करें।
- अचानक हलचल या आवाज़ करने बचें।
- जब आपको कोई पक्षी दिखाई दे तो उसका दूर से ही अवलोकन करें। यदि पक्षी आपकी उपस्थिति से परेशान लगता है या उड़ता रहता है तो उसका पीछा न करें।
- सिर्फ़ इसलिए, कि पक्षी अच्छे से नज़र आए, अपने आस-पास के प्राकृतिक परिवेश को नुकसान न पहुँचाएँ (जैसे किसी पौधे को उखाड़ना या टहनियों या शाखाओं को तोड़ना)
- पक्षियों को आकर्षित करने के लिए किसी भी प्रकार की खाने की चीज़ या रिकॉर्ड किए हुए पुकार गीत का प्रयोग न करें।
- पक्षियों के प्रजनन काल के दौरान उनका अवलोकन करते समय विशेष सावधानी बरतें। घोंसलों या घोंसले बनाने वाले क्षेत्रों के पास न जाएँ। हमेशा सुरक्षित दूरी से ही घोंसलों का अवलोकन करें, और सम्भव हो तो दूरबीन का उपयोग करें। आमतौर पर घोंसलों और चूज़ों की तस्वीरें लेना उचित नहीं माना जाता। यदि आप तस्वीरें लें भी, तो पर्याप्त दूरी से ही लें। कभी भी घोंसले, अण्डों या चूज़ों को हाथ न लगाएँ। कौए, कुत्ते और बिल्लियाँ जैसे शिकारी जीव आपके पीछे-पीछे आ सकते हैं और अण्डों या चूज़ों को नुक़सान पहुँचा सकते हैं। ध्यान रखें कि अनजाने में आप इन जानवरों को घोंसला बनाने वाले स्थानों तक न ले जाएँ।

ख) क्या अवलोकन करें?

आप जिन पक्षियों का अवलोकन कर रहे हों उनमें से प्रत्येक पक्षी के बारे में **कौन, क्या, कब और कहाँ** (**तालिका-1**), इन विवरणों को रिकॉर्ड करके शुरुआत करें। आप अन्य रोचक विवरण भी नोट कर सकते हैं। **केवल पक्षी का ही नहीं, बल्कि उसके आस-पास के पर्यावरण का भी अवलोकन करें**।

तालिका-1 : पक्षी-अवलोकन की चेकलिस्ट

क्र.	अवलोकन करने योग्य पहलू	उदाहरण
1.	पक्षी कैसा दिखता था?	• पक्षी का आकार कैसा था? क्या वह आपकी हथेली से बड़ा था या छोटा? क्या आप उसकी लम्बाई या वज़न का अनुमान लगा सकते हैं? • पक्षी की सबसे ज़्यादा ध्यान खींचने वाली विशेषता क्या थी? आपको वह विशेषता अलग क्यों लगती थी? • पक्षी किस रंग का था? आपने उसके शरीर के अलग-अलग अंगों/भागों पर कौन-कौन-से रंग देखे? उसकी आँखों का रंग क्या था?

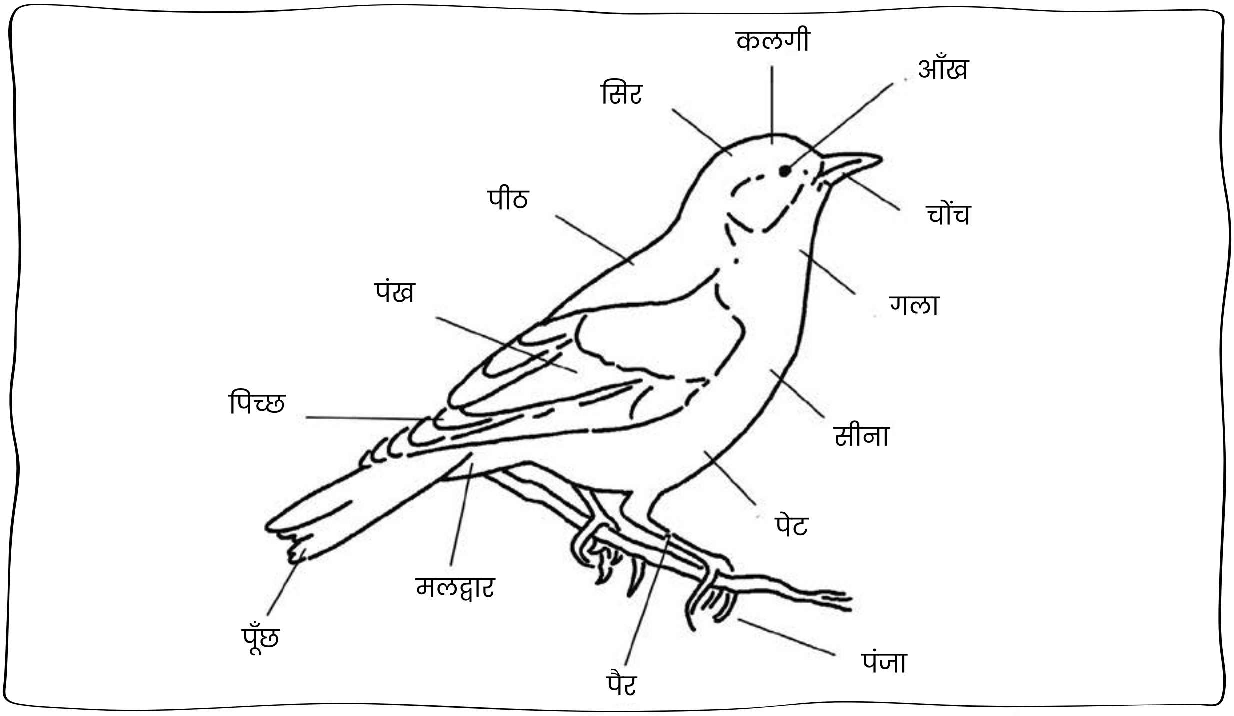
क्र.	अवलोकन करने योग्य पहलू	उदाहरण
		• पक्षी की चोंच की आकृति कैसी थी? पक्षी की चोंच की आकृति का चित्र बनाएँ। आपको क्या लगता है कि यह पक्षी क्या खाता है? • पक्षी के पैर की आकृति कैसी थी? उसके पैर का रंग क्या था? उसके प्रत्येक पैर में कितनी उँगलियाँ थीं? पक्षी के पैर में उँगलियाँ किस तरह व्यवस्थित थीं, उसका चित्र बनाएँ। • क्या आप नर पक्षी और मादा पक्षी की अलग-अलग पहचान कर पाए? कैसे? क्या उनमें से एक, दूसरे की तुलना में अधिक बड़ा और अधिक रंगों वाला था?
2.	पक्षी किस तरह की आवाज़ करता था?	• क्या आपने पक्षी को गाते या पुकारते हुए सुना? यदि हाँ, तो आप हिन्दी, अँग्रेज़ी या कन्नड़ भाषा के शब्दों का इस्तेमाल करके उस आवाज़ को कैसे लिखेंगे? (उदाहरण के लिए चीं-चीं, काँव-काँव, हुप्प-हुप्प)। • क्या पक्षी एक-से अधिक तरह से पुकारता था? • आप पक्षी के पुकारने की आवाज़ का वर्णन किस तरह करेंगे – मधुर, सुरीली, कर्कश, तेज़ या तीखी? • क्या पक्षी लगातार पुकार रहा था? • क्या आपने पक्षी की पुकार तब सुनी जब वह बैठा हुआ था या उड़ रहा था, या दोनों स्थितियों में? • आपको क्या लगता है पक्षी क्यों पुकार रहा था? क्या आपको लगता है वह किसी अन्य पक्षी से संवाद कर रहा था? समझाइए।
3.	आपने पक्षी को क्या करते हुए देखा?	• क्या पक्षी बैठा हुआ (टहनी पर) था, उड़ रहा था, चल रहा था, कूद रहा था, तैर रहा था, या एक पैर पर खड़ा हुआ था? क्या वह सो रहा था? • क्या पक्षी भोजन ढूँढ़ता हुआ लग रहा था? क्या आपने पक्षी को कुछ खाते हुए देखा? यदि हाँ, तो उसने क्या खाया? • क्या आपने पक्षी को पानी पीते देखा? यदि हाँ, तो कहाँ से? • क्या आपने पक्षी को बीट करते हुए देखा? क्या ऐसा अकसर होता दिखा? • क्या पक्षी ने अपने पंख फड़फड़ाए या झटके? क्या आपने उसे ख़ुद को साफ़ करते (preening) या नहाते हुए देखा? • क्या पक्षी डुबकी या गोता लगाकर पानी में गया? वह पानी के नीचे कितनी देर रहा? • क्या पक्षी बेचैन या घबराया हुआ दिखाई दिया? क्या वह ऊँची पुकार निकाल रहा था? आपको क्या लगता है कि ऐसा क्यों हो रहा था? • क्या आपने क्षेत्र पर स्वामित्व सम्बन्धी कोई व्यवहार देखा, जैसे लड़ाई? यदि हाँ तो वह किसके साथ लड़ा और कैसे? • क्या आपने पक्षी को घोंसला बनाने के लिए सामग्री इकट्ठी करते हुए देखा? वह किस प्रकार की सामग्री इकट्ठी कर रहा था (टहनियाँ, कपड़ा, प्लास्टिक, तार, अनाज, कीड़े, पत्थर)? • क्या आपने पक्षियों को मैथुन करते देखा? • घोंसले के पास पक्षी किस तरह का व्यवहार करता था? घोंसले में कौन-से पक्षी मौजूद थे (नर पक्षी, मादा पक्षी या दोनों)?
4.	पक्षी किसके साथ था?	• क्या पक्षी अकेला था या समूह में था? वहाँ कितने पक्षी थे? • क्या पक्षी प्रायः जोड़े में दिखाई दिया? यदि हाँ, तो किस प्रकार के जोड़े में (नर-मादा, नर-नर, मादा-मादा या फिर किसी अलग प्रजाति के पक्षी के साथ)? • क्या आपको लगता है कि पक्षी आमतौर पर समूह में (झुण्ड में) चलते हैं? क्या समूह में मौजूद पक्षी एक ही प्रजाति के थे या अलग-अलग प्रजातियों के? समूह में मौजूद पक्षी एक-दूसरे के साथ कैसे अन्तःक्रिया करते थे? • क्या आपने पक्षी को किसी अन्य जानवर (मसलन कीट, कुत्ता या सरीसृप) के साथ अन्तःक्रिया करते हुए अथवा उनमें से किसी को पक्षी का पीछा करते हुए देखा? • क्या आपने घोंसले के पास कोई अन्य जानवर या पक्षी देखा? क्या वहाँ चूजे मौजूद थे? क्या आपने उनकी आवाज़ सुनी?

क्र.	अवलोकन करने योग्य पहलू	उदाहरण
5.	आप पक्षी को कब देखते हैं?	• दिन, तारीख़, समय, स्थान और आपने पक्षी का कितनी देर अवलोकन किया, यह नोट करें। जब आपको पक्षी दिखाई दिया तब मौसम कैसा था, इसका वर्णन करें। • आपने पक्षी को सबसे अधिक बार कब देखा, दिन के समय या रात के समय या वह पूरे दिन दिखता था?
6.	आपने पक्षी को कहाँ देखा?	• पक्षी के परिवेश का वर्णन करें या चित्र बनाएँ। • पक्षी किस प्रकार के स्थान में था (घास में, झाड़ी में, छोटे पेड़ पर, बड़े पेड़ पर, जलाशय में, इमारत पर या खुले मैदान में)? क्या वह किसी प्राकृतिक क्षेत्र में था या किसी मानव निर्मित स्थान में? • पक्षी कितनी ऊँचाई या नीचाई पर था : क्या वह ज़मीन पर था या बीच की शाखाओं पर था, या पेड़ की चोटी पर या सबसे ऊपरी आच्छादन पर या छत के ऊपर? क्या वह विभिन्न पर्यावासों के बीच घूमता था (जैसे पेड़ से ज़मीन पर, पानी से किनारे, इमारत से पेड़ पर)? • जहाँ आपको पक्षी दिखाई दिया क्या उसके पास खाने या पानी का कोई स्रोत था? • क्या पक्षी आसानी से दिखाई दे गया था, या वह छिपा रहा? आपको पक्षी को ढूँढ़ने में कितना समय लगा?

ग) वर्णन कैसे करें

यहाँ दो सामान्य तरीक़े दिए गए हैं, जिनसे पक्षियों का अवलोकन करने वाले पक्षियों का वर्णन करते हैं :

- पक्षी कैसा दिखता था : पक्षी-अवलोकनकर्ता पक्षी के शरीर के विभिन्न भागों के लिए विशेष शब्दों का प्रयोग करते हैं (देखें **चित्र-1**)। पक्षी का वर्णन करते समय इन शब्दों का प्रयोग करें। उदाहरण के लिए, *"पक्षी का गला काला, पेट सफ़ेद और मलद्वार लाल था।"*
- पक्षी का व्यवहार : पक्षी-अवलोकनकर्ता पक्षी व्यवहार का वर्णन करने के लिए विशिष्ट शब्दों का प्रयोग करते हैं (देखें **तालिका-2**)। उदाहरण के लिए, *"एक पक्षी दूसरे पक्षी के पंख सँवार रहा था।"*



चित्र-1 : पक्षी के अंगों का वर्णन करने के लिए उपयोग की जाने वाली शब्दावली।

तालिका-2 : पक्षियों के सामान्य व्यवहारों के लिए प्रयुक्त शब्दावली।

क्र.	व्यवहार	शब्दावली
1.	भोजन (खाद्य पदार्थ) करना या पानी पीना	फीडिंग
2.	उड़ान भरते समय या टहनी पर आराम करते समय या चलते समय या खाने की तलाश करते समय समूह बनाना	झुण्ड बनाना
3.	पंख फड़फड़ाते हुए या बिना फड़फड़ाए हवा में तैरना	उड़ना
4.	खाने के लिए चारों तरफ़ देखना या उसकी खोज में निकलना	भोजन तलाशना
5.	प्रजनन के लिए साथ आना	मैथुन
6.	अण्डों और चूज़ों को रखने के लिए संरचना का निर्माण करना	घोंसला बनाना
7.	अपने या अन्य पक्षी के पंखों को साफ़ करना।	पंख सँवारना
8.	अपने शरीर को साफ़ करने या ठण्डा करने के लिए उसे पानी में डुबोना।	स्नान करना
9.	आराम करने या सोने के लिए किसी विशेष स्थान पर अकेले या समूह में ठहरना।	बैठना/बसेरा करना
10.	अन्य पक्षियों से संवाद करना	गाना/पुकारना
11.	पेड़ की शाखा, घोंसले या ज़मीन के किसी क्षेत्र की रक्षा करना। इसमें दूसरे पक्षी या जानवर पर हमला करना / लड़ना शामिल हो सकता है।	क्षेत्र स्वामित्व का प्रदर्शन
12.	ज़मीन पर या पानी में चलना	चलना/फुदकना/पानी में चलना/तैरना
13.	साथी को विभिन्न तरह (मसलन, गीत, नृत्य, पंख आदि) से लुभाना	प्रणय निवेदन

i wonder... Rediscovering school science

रचनाकार :

अदिति मुरलीधर होमी भाभा सेंटर फ़ॉर साइंस एजुकेशन (HBCSE), TIFR, मुम्बई में साइंटिफ़िक ऑफ़िसर हैं। वे एक नेचर ब्लॉग चलाती हैं जिसका नाम 'अर्थली नोट्स' (www.earthlynotes.com) है। उनसे adithi@hbcse.tifr.res.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : प्रियेश गुप्ता **पुनरीक्षण :** प्रतिका गुप्ता **कॉपी एडिटर :** अतुल अग्रवाल

शिक्षक मार्गदर्शिका : अपने आस-पड़ोस के किसी पक्षी का अवलोकन करना

Azim Premji University

गतिविधि के बारे में

यह गतिविधि विद्यार्थियों को अपने आस-पड़ोस के पक्षियों का ध्यानपूर्वक अवलोकन करने और जो कुछ उन्हें दिखाई देता है उसे लिखने में मदद करती है। विद्यार्थी किसी एक पक्षी के बारे में जानकारी इकट्ठी करेंगे और बाद में इन अवलोकनों का उपयोग विभिन्न संसाधनों की रचना करने के लिए करेंगे।

- इस गतिविधि के लिए एक महीने की अवधि के भीतर कम-से-कम तीन कक्षा-कक्ष सत्र (जिसमें प्रत्येक सत्र 80 से 120 मिनट का होगा) की आवश्यकता है।
- इसके अलावा, विद्यार्थी पूरे महीने प्रतिदिन बाहर की जाने वाली छोटी-सी अवलोकन गतिविधियों (short outdoor observations) में हिस्सा लेंगे।
- इस गतिविधि को कई सप्ताह, महीने, यहाँ तक कि पूरे साल भी जारी रखा जा सकता है। इससे विद्यार्थियों को मौसम के परिवर्तन के कारण पक्षियों की उपस्थिति और उनके व्यवहार में होने वाले बदलावों का अवलोकन करने में सहायता मिलती है।

गतिविधि की शुरुआत : विद्यार्थियों के विचारों से जोड़ना

शिक्षक शुरुआत ऐसे सवाल पूछकर कर सकते हैं जिनसे विद्यार्थी को पक्षियों के बारे में वे जो पहले से जानते हैं उसे साझा करने में मदद मिले। उदाहरण के लिए :

- अपने घर या स्कूल के पास आपको अकसर कौन-से पक्षी दिखाई देते हैं?
- आपको कौन-सा पक्षी सबसे ज़्यादा पसन्द है? और क्यों?
- क्या आपने पक्षियों के बारे में कोई गीत या कहानियाँ सुनी हैं?
- आपने किसी पक्षी को क्या सबसे मज़ेदार करते हुए देखा है?
- आपने अब तक कौन-सा सबसे रंगीन पक्षी देखा है?

कुछ विद्यार्थी अपने जवाबों को काग़ज़ पर लिखकर दे सकते हैं, और कुछ कक्षा में बोलकर बता सकते हैं। शिक्षक बाक़ी के जवाबों को बाद में पढ़ सकते हैं।

विद्यार्थियों को गतिविधि के लिए तैयार करना

इस गतिविधि का एक प्रमुख उद्देश्य विद्यार्थियों को पक्षियों का ध्यानपूर्वक अवलोकन करना, और जो उन्हें दिखाई देता है उसका वर्णन करना सीखने में मदद करना है। शिक्षक इन कौशलों को विकसित करने के लिए निम्नलिखित मनोरंजक खेलों का उपयोग कर सकते हैं :

- पोस्टर खेल : आमतौर पर दिखने वाले किसी पक्षी (उदाहरण के लिए, पहाड़ी बुलबुल) का चित्र कक्षा में प्रदर्शित करें। विद्यार्थियों से कहें कि वे **स्टूडेंट हैंडआउट** में दिए गए ‘**वर्णन कैसे करें?**’ अनुभाग का उपयोग करके पक्षी के शरीर के अंगों के नाम बताएँ और प्रत्येक अंग कैसा दिखता है, उसका वर्णन करें।
- छाया-आकृति खेल : विद्यार्थियों को किंगफ़िशर, समुद्री पक्षी (gull), गौरैया, कौआ, रॉबिन, उल्लू, फ़ाख़्ता/कबूतर, तोता, अबाबील, मुर्ग़ा, चील और बगुला जैसे पक्षियों की छाया-आकृतियाँ दिखाएँ। विद्यार्थियों से अनुमान लगाने को कहें कि कौन-सी छाया-आकृति किस पक्षी की है और साथ ही, उन्हें यह भी बताने कहें कि उन्होंने अपना अनुमान किस तरह लगाया।
- पिक्चर कार्ड खेल : आमतौर पर दिखाई देने वाले चार पक्षियों [जैसे कौआ, नर काली चिड़ी (Indian Robin), एशियन कोयल (नर), और कोतवाल] के पिक्चर कार्ड बनाएँ। अब कक्षा को समूहों में बाँट दें और प्रत्येक समूह को एक पिक्चर कार्ड दे दें। प्रत्येक समूह को उनके पिक्चर कार्ड के पक्षी की कम-से-कम पाँच ऐसी विशेषताएँ बताने को कहें जिनसे उनके पक्षी को पहचाना जा सके। इसके बाद चारों पिक्चर कार्ड को एक बड़े से चार्ट पर चिपकाकर कक्षा में प्रदर्शित करें। अब शिक्षक प्रत्येक समूह द्वारा दिए गए उनके पक्षी के विवरणों को पढ़कर सुनाएँ जबकि बाक़ी की कक्षा उस पक्षी के नाम का अनुमान लगाए। इस खेल में अन्य पक्षियों को भी शामिल किया जा सकता है। जैसे लम्बी चोंच वाला कौआ, भारतीय पनकौआ (Indian Cormorant), राखिया ड्रोंगो और कस्तूरी (Indian Blackbird)।

शिक्षक मार्गदर्शिका

पक्षी के व्यवहार का अवलोकन

एक अन्य महत्त्वपूर्ण उद्देश्य पक्षी किस प्रकार व्यवहार करते हैं, यह जानने में और इन व्यवहारों का सही शब्दावली का उपयोग करके वर्णन करने में विद्यार्थियों की सहायता करना है। शिक्षक पक्षियों की विभिन्न गतिविधियों की छोटी वीडियो क्लिप दिखा सकते हैं। विद्यार्थियों से कहें कि वे **स्टूडेंट हैंटआउट** में दिए गए **'कैसे वर्णन करें?'** अनुभाग का उपयोग करके व्यवहार की पहचान करें और सही वैज्ञानिक शब्दावली का प्रयोग करके उसका नाम दें। यहाँ विभिन्न पक्षी व्यवहारों को दर्शाने वाले कुछ क्लिप के उदाहरण दिए गए हैं :

- चुगना : https://www.youtube.com/watch?v=Yh8FyJEo0KE
- घोंसला बनाना : https://www.youtube.com/watch?v=7eXEH-r4amE
- भोजन की तलाश करना : https://www.youtube.com/watch?v=Ccy4-JY98Mk
- स्नान करना : https://www.youtube.com/watch?v=akoAJPiEE3I
- सफ़ाई करना / सँवारना : https://www.youtube.com/watch?v=zeGE_dZyd4E
- चहचहाना : https://www.youtube.com/watch?v=-hO_uGIxBLg
- लड़ाई/हमला करना : https://www.youtube.com/watch?v=p65q5wUpKZg

गतिविधि के दौरान विद्यार्थियों की सहायता करना

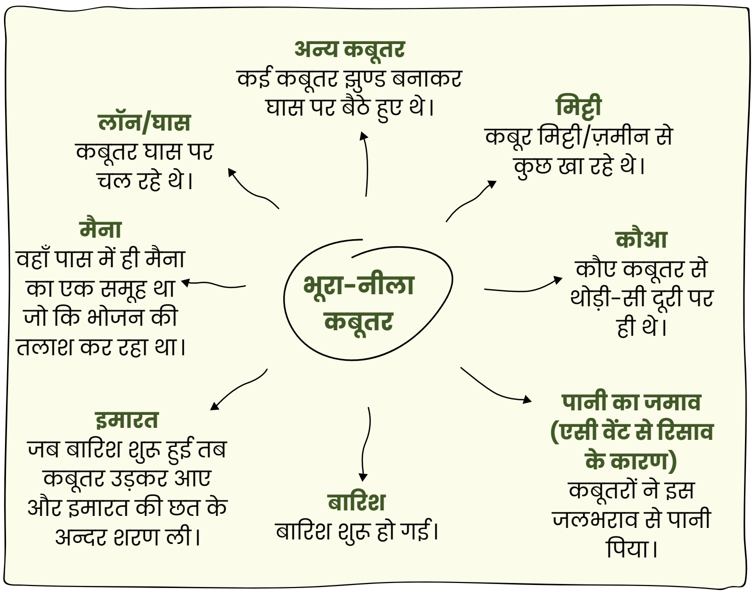
(क) शुरू करने से पहले : कक्षा में **स्टूडेंट हैंडआउट** को सभी साथ मिलकर पढ़ें। इस पुस्तिका में दिए गए **'ध्यान में रखने वाले नैतिक-नियम'** वाले भाग पर अन्य भाग की अपेक्षा थोड़ा अधिक समय देकर चर्चा करें। विद्यार्थियों से यह सोचकर बताने को कहें कि उनके अनुसार पुस्तिका में बताई गई सावधानियों के अलावा और क्या सावधानियाँ बरतनी चाहिए जिससे पक्षियों को परेशान करने और उनके परिवेश को नुक़सान पहुँचाने से बचा जा सके।

(ख) बाहरी अवलोकन के दौरान : गतिविधि शीट में **चरण-1** के लिए जो निर्देश दिए गए हैं, उन्हें पढ़कर विद्यार्थियों को समझाएँ। जब विद्यार्थी कक्षा के बाहर अवलोकन कर रहे हों तब उनके साथ बाहर रहें, ख़ासतौर से शुरूआत के दिनों में। यह सुनिश्चित करें कि हर विद्यार्थी कई सप्ताह तक अवलोकन करने के लिए एक ही प्रकार के पक्षी को चुने। उन्हें ऐसे पक्षियों को चुनने के लिए प्रोत्साहित करें जो सामान्यतः आस-पास दिखाई देते हैं। जैसे कौआ, मैना, गौरैया, नीलकण्ठ, कबूतर अथवा चील। विद्यार्थी अपनी पसन्द से भी कोई पक्षी चुन सकते हैं, या फिर शिक्षक भी उन्हें कोई पक्षी चुनकर दे सकते हैं। विद्यार्थियों को विस्तृत टिप्पणियाँ लिखने और सावधानीपूर्वक ड्राइंग बनाने के लिए प्रेरित करें। यदि एक सप्ताह तक यह गतिविधि करने के बाद भी विद्यार्थियों को यह समझने में कठिनाई आ रही है कि क्या अवलोकन करना है, तो शिक्षक उनके साथ बैठकर स्टूडेंट हैंडआउट की **'तालिका-1'** में दिए गए सवालों पर चर्चा कर सकते हैं। इन सवालों से विद्यार्थियों को यह मार्गदर्शन मिल जाएगा कि किन बारीकियों पर ध्यान देना है और क्या रिकॉर्ड करना है।

चित्र-1 : चरण-2 के दौरान सामूहिक कार्य का एक उदाहरण।

Credits: Image created for i wonder... by Vidya Kamalesh based on a template shared by Adithi Muralidhar.

(ग) गतिविधि शीट में **चरण-2** के लिए जो निर्देश दिए गए हैं उन्हें कक्षा में पढ़ें और उन पर चर्चा करें। विद्यार्थियों को समूह में इस प्रकार बाँटें कि वे सभी विद्यार्थी, जिन्होंने एक ही प्रकार के पक्षी का अवलोकन किया है, एक ही समूह में रहें। उदाहरण के लिए, वे सभी विद्यार्थी जिन्होंने घरेलू कौए का अवलोकन किया है वे सभी एक साथ बैठकर उन अवलोकनों के बारे में चर्चा कर सकते हैं जो उन्होंने कौए के बारे में नोट किए हैं। विद्यार्थियों को अपने अवलोकनों की तुलना करने और उनमें जो समानताएँ एवं अन्तर हैं, उन्हें पहचानने को कहें। उन्हें ऐसे पैटर्न जो बार-बार दिखाई देते हैं, जैसे कि कोई व्यवहार या शारीरिक विशेषताएँ, ढूँढ़ने के लिए प्रोत्साहित करें। साथ ही, उनसे यह भी विचार करने को कहें कि क्या वे उस पक्षी के बारे में कोई व्यापक कथन दे सकते हैं (देखें **चित्र-1**)। इसके अलावा चर्चा के दौरान जो भी नए सवाल निकलकर आते हों, विद्यार्थियों को उन्हें लिख लेने के लिए कहें। इसके बाद विद्यार्थी उसी पक्षी का अगले एक सप्ताह तक पुनः अवलोकन करके इन सवालों के जवाब खोजने का प्रयास करें।



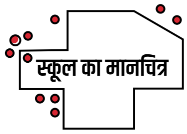
चित्र-2 : भूरे-नीले कबूतर के लिए अन्त:क्रिया मैप का उदाहरण।

Credits: Adithi Muralidhar and Anand Krishnan. License: CC BY-NC-ND.

(घ) गतिविधि शीट में **चरण-3** के लिए जो निर्देश दिए गए हैं उन्हें कक्षा में पढ़कर सुनाएँ और उन पर चर्चा करें। इसके बाद विद्यार्थी अपने डेटा को और बेहतर और व्यवस्थित करने के लिए अकेले या समूह में कार्य जारी रख सकते हैं। विद्यार्थी लिखित विवरण के साथ-साथ अपने अवलोकनों को किसी भी दृश्य रूप (visual format) में प्रस्तुत कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, वे अन्त:क्रिया (इंटरैक्शन) मैप, फ़्लोचार्ट या फ़्लैश कार्ड (देखें **चित्र-2**) बना सकते हैं। विद्यार्थियों को यह भी बता दें कि इस सत्र के अन्त में उन्हें अपने अवलोकन-नोट्स जमा करने होंगे (देखें **चित्र-3**)।

HOUSE CROW / कौआ / ಕಾಗೆ

पक्षी का विवरण :
माथा, गला और ऊपरी छाती चमकीले काले रंग की होती है। गर्दन और छाती हल्के भूरे रंग की होती है। पंख, पूँछ और पैर काले रंग के होते हैं। आँखें और चोंच काले रंग की होती हैं।



अपने स्कूल/आस-पड़ोस के एक मोटेतौर पर बनाए गए 2-डी मानचित्र में लाल बिन्दुओं से उन सभी स्थानों को चिह्नित करें जहाँ आपको पक्षी दिखाई दिया था।

रोचक अवलोकन

कौए अपने घोंसले बनाने के लिए कई अलग-अलग सामग्रियों का उपयोग करते हैं। हमने उन्हें नायलॉन की रस्सी, धातु के तार, फटे हुए कपड़े के टुकड़े और यहाँ तक कि प्लास्टिक भी अपने घोंसले में ले जाते देखा। वे अकसर अन्य पक्षियों को भगा देते हैं। गौरैया कौओं से डरती हुई नज़र आती हैं। कौए कभी-कभी समूहों में एक साथ बैठते हैं। वे कई चीज़ें खाते हैं।

आवाज	काँव-काँव (कर्कश ध्वनि)
पर्यावास	लॉन, बाग़–बग़ीचे, पेड़, मैदान
आहार	फल, मरे हुए जानवर, बचा हुआ खाना
अन्य जानकारी	वे मनुष्यों से डरते हुए नज़र नहीं आते। हमने अपने दादाजी से कौओं के बारे में कहानी सुनी है।

चित्र-3 : कौए के बारे में सम्भावित एक फ़्लैश कार्ड का उदाहरण।

Credits: Adithi Muralidhar and Anand Krishnan. License: CC BY-NC-ND.

(ङ) सीखने के लिए तय किए गए लक्ष्य का प्रगति पथ (Target learning trajectory) : विद्यार्थियों द्वारा अवलोकन किए जा रहे पक्षी के सन्दर्भ में उन्हें धीरे-धीरे **'बिन्दु-1'**, जो विवरण का सबसे सरल स्तर है, से आगे बढ़ाते हुए **'बिन्दु-5'**, जो सबसे विस्तृत और विचारपूर्ण विवरण का स्तर है, तक पहुँचने में सहायता करें (देखें **चित्र-4**)।

1. मैंने आज काले रंग का एक छोटा पक्षी देखा।
2. मैंने आज काले रंग का एक छोटा पक्षी देखा। वह मेरी हाथ की हथेली बराबर छोटा था।
3. मैंने आज काले रंग का एक छोटा पक्षी देखा। वह मेरी हाथ की हथेली बराबर छोटा था। उसकी काली आँखें और लम्बी पूँछ थी।
4. मैंने आज काले रंग का एक छोटा पक्षी देखा, जिसका निचला हिस्सा कत्थई रंग का था। वह मेरी हाथ की हथेली बराबर छोटा था। उसकी आँखें काली थीं। उसकी लम्बी पूँछ, सफ़ेद पैर और भूरे रंग की चोंच थी।
5. मैंने आज काले रंग का एक छोटा पक्षी देखा, जिसका निचला हिस्सा कत्थई रंग का था। वह मेरी हाथ की हथेली बराबर छोटा था यानी लगभग 10 सेमी। उसकी आँखें काली थीं। उसकी लम्बी पूँछ थी, जिसे वह ऊपर उठाए रखता था। उसके पैर सफ़ेद थे और उसकी चोंच भूरे रंग की थी। उसकी बोली तीखी थी।

चित्र-4 : नर इंडियन रॉबिन का वर्णन करने के लिए तय किए गए लक्ष्य के प्रगति पथ (Target learning trajectory) का एक उदाहरण।

Source details: (a) Credits for the image: SajeevBhaskaran, Pixabay. URL: https://pixabay.com/photos/indian-robin-bird-ground-animal-5921607/. License: CC0. (b) Credits for the flowchart: Adithi Muralidhar and Anand Krishnan. License: CC BY-NC-ND.

इस गतिविधि की सीमाएँ

- चूँकि इन गतिविधियों में दूरबीन जैसे उपकरणों का उपयोग नहीं किया जाता है, इसलिए कुछ अवलोकन सीमित हो सकते हैं। यदि सम्भव हो तो स्कूलों को ऐसे उपकरण उपलब्ध कराने पर विचार करना चाहिए।
- पक्षियों को पहचानना और उन्हें वर्गीकृत करना इन गतिविधियों में शामिल नहीं किया गया है क्योंकि वह टास्क को बहुत जटिल बना सकता है।

इस गतिविधि के लाभ

- शिक्षकों और विद्यार्थियों को किसी विशिष्ट पृष्ठभूमि ज्ञान (जैसे पक्षी वर्गीकरण) की आवश्यकता नहीं है।
- यह गतिविधि पक्षियों के साथ विद्यार्थियों के रोज़मर्रा के अनुभवों को आगे बढ़ाती है।
- इन गतिविधियों के लिए महँगे उपकरणों की आवश्यकता नहीं है, यह सिर्फ़ आँखों, कान, काग़ज़ और पेन के उपयोग से पूरी की जा सकती हैं।
- विद्यार्थियों को कक्षा के बाहर खुले में सीखने और अपने आस-पास के वातावरण की खोज-बीन करने का अवसर मिलता है।

- विद्यार्थियों ने जो सीखा उसे कई तरह से व्यक्त कर सकते हैं। जैसे लिखकर, चित्र बनाकर या दूसरों के साथ बात करके।
- यह गतिविधि आगे कई अनुवर्ती (follow-up) गतिविधियों की ओर ले जा सकती है।

आगे विस्तार की गतिविधियाँ

जो विद्यार्थी और आगे खोज-पड़ताल करना चाहते हैं, उनको शिक्षक यह सुझाव दे सकते हैं :

- पक्षी का एक वर्ष तक अवलोकन करें : पूरे वर्ष एक ही पक्षी का अध्ययन करें और मौसम के कारण उनमें आने वाले परिवर्तनों पर ध्यान दें। (उदाहरण के लिए, कुछ प्रवासी पक्षी गर्मियों में अधिक रंगीन और सर्दियों में अधिक धूसर दिखाई दे सकते हैं।)
- आस-पड़ोस के और पक्षियों की पहचान करें : यह सीखें कि फ़ील्ड गाइड का उपयोग करके और अधिक पक्षियों की पहचान कैसे की जाती है।
- आस-पड़ोस के पक्षियों की एक चेकलिस्ट बनाएँ : स्थानीय पक्षियों के पोस्टर या फ़्लैश कार्ड बनाएँ।
- पक्षियों की कहानियों और सांस्कृतिक इतिहास का दस्तावेज़ीकरण करें : पक्षियों के बारे में कहानियाँ, मान्यताएँ और सांस्कृतिक ज्ञान इकट्ठा करने के लिए समुदाय के बुज़ुर्गों से बात करें। यह विद्यार्थी को लोगों और पक्षियों के बीच सम्बन्धों (नृजातीय पक्षीविज्ञान–ethno-ornithology) के अध्ययन से परिचित करवा सकता है।
- पक्षियों से सम्बन्धित नागरिक विज्ञान परियोजनाओं में भाग लें।

रचनाकार :

अदिति मुरलीधर होमी भाभा सेंटर फ़ॉर साइंस एजुकेशन (HBCSE), TIFR, मुम्बई में साइंटिफ़िक ऑफ़िसर हैं। वे नेचर ब्लॉग चलाती हैं जिसका नाम 'अर्थली नोट्स' (www.earthlynotes.com) है। उनसे adithi@hbcse.tifr.res.in पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : प्रियेश गुप्ता **पुनरीक्षण :** प्रतिका गुप्ता **कॉपी एडिटर :** अतुल अग्रवाल